



Association pour l'Accès Santé Université Paris Cité
A2SUP

Annales Corrigées 2025-2026

Tome **Examen**
2022 - 2024

UE 11 : Biophysique
Sujets et Corrections

ASSOCIATION POUR L'ACCÈS SANTÉ – UNIVERSITÉ PARIS CITÉ

A2SUP

Bureau T203 – 45 rue des Saints-Pères, 75006 Paris
Bureau TP15 – 4 avenue de l'Observatoire, 75006 Paris
Bureau 101 – 15 rue de l'École de Médecine, 75006 Paris

01 42 86 40 59


www.a2sup.fr

Revente interdite

Table des matières

Mot des Respo' Annales et VP Tuto	5
Mot des RM	6
UE11 2020-2021 Session 1	7
Sujet	8
Correction	13
UE11 2020-2021 Session 2	25
Sujet	26
Correction	32
UE11 2021-2022 Session 1	45
Sujet	46
Correction	53
UE11 2021-2022 Session 2	71
Sujet	72
Correction	77
UE11 2022-2023 Session 1	90
Sujet	91
Correction	97
UE11 2022-2023 Session 2	112
Sujet	113
Correction	119
UE11 2023-2024 Session 1	133
Sujet	134
Correction	141
UE11 2023-2024 Session 2	156
Sujet	157
Correction	162

Pour la confection de ce tome, un grand merci à vos RM Biophysique EB Smaïl IKDOUMI (DFGSM2) et RM Biophysique GT Philajit PLANCADE (DFGSM2), à vos VP Tuto PASS 25-26 Souad BENABDI (DFGSM2), Lùca BLONDEL-JORAND (DFGSM2), aux L^AT_EXiseurs, à la team MAghreb

United chargée de la respo annales : Adam EL ABSI (DFGSM2, MA 2025-2026), Amira KHORSI (DFGSM2, MA 2025-2026) et Reza ISKER (DFGSP2, MA 2025-2026) et enfin à Semih YACIZI  (DFGSM2, RMEB Chimie 2025-2026), Abdussamed YAZICI (Césure médecine, 2e année de Thèse de Neurosciences, RMGT Maths 2021-2022) et Salma DRIS (Césure médecine, M2 BiP PPH, RM HE 2023-2024).

BONJOUUUUUUR (ET OUI LES TUTO C'EST FINI #SAD)

Tout d'abord, si tu es arrivé jusqu'ici, on tient à te dire qu'on est extrêmement **FIER DE TOI!** Tu as travaillé pendant plus de 6 mois, réalisé des tonnes de QCM, GT, tuto et autres... Cette année n'est pas la plus facile, donc bravo de ne pas avoir lâché et de maintenant arriver à une des dernières grandes étapes : celles des ANNALES ✨. Tes VPs favoris vont alors te donner quelques conseils pour que cette période se déroule au mieux pour toi, et que tu sois prêt à briller pendant les exams.

Pour commencer : dès que tu reçois tes annales, prends un moment pour commencer à organiser tes deux semaines de révisions. Tu peux faire un **rétroplanning** pour être sûr d'avoir assez de temps pour alterner entre annales et révisions! Commence par les tutos puis les sujets d'examen en laissant les plus récents (et donc les plus représentatifs) pour la fin. Laisse un ou deux jours libres avant les examens, au cas où tu aurais du retard dans ton planning, mais aussi pour ralentir le rythme et te reposer.

Surtout, n'oublie jamais que pour être efficace, il faut garder une **bonne hygiène de vie**. Et ça commence par le sommeil, aie une routine stable et un sommeil de qualité pendant cette période, ça aide vraiment. (petite anecdote de Souad : j'ai super mal dormi la veille des exams du S2 au profit de quelques dernières révisions, et j'ai regretté parce qu'à partir des dernières épreuves, c'était hyper dur de se concentrer, donc svp ne refaites pas mon erreur 😞)

Ensuite, on n'oublie pas de faire les annales en **conditions d'examen** : aucun bruit, montre en main, stylo noir et grilles de QCM. (dispo sur le site ✨)

Dernier point, prévois **beaucoup de temps pour les corrections**. C'est le point le plus important de l'annale, bien comprendre la correction pour ne plus refaire les mêmes erreurs. Privilégiez la qualité plutôt

que la quantité : il est préférable de faire moins d'annales, mais en ayant bien compris plutôt que de toutes les bâcler. Écrivez vos erreurs et relisez les régulièrement !

On vous remet le barème pour les QCM (encore une fois, on ne se décourage pas pour une note à une annale, c'est hyper normal et vous ne pouvez que progresser durant ces revisions)

Nombre de différences par rapport à la correction	Points
0 différence	1 point
1 différence	0,7 point
2 différences	0,1 point
3 différences	0 point

Après celles du S1, les annales n'ont maintenant plus aucun secret pour toi, donc fais toi confiance et donne tout : the end is near 🙌.

Courage, donne ton maximum pour ce dernier semestre, on croit en toi ❤️

Bisous de LùSo,
Vos VPs Tuto PASS

BRAVO!

Simplement BRAVO d'avoir tenu jusqu'à maintenant! Vous êtes les meilleurs, n'en doutez jamais. L'année arrive bientôt à sa fin et vous serez enfin ✨ libres ✨ ne lâchez rien. Aussi, un immense MERCI à tous les L^AT_EXiseurs de folies qui ont permis de vous présenter ces bébés et de vous fournir des supports de qualité.

Signé AmiRezAdam
-MAGhreb Fitna : la team préca United

BONJOURRRRR LES P1 !!!

Nous y est, la période des annales du S2 ✨. Au S1, tu as pu voir à quel point c'est un moment précieux pour s'entraîner et s'améliorer ! Alors, ne le néglige pas et utilise chacune de tes cartouches (#eminem).

C'est la dernière ligne droite, tu peux déjà être fier/fière de ton parcours, c'est le moment de tout donner 💪 !! Tu peux ne pas te sentir prêt en ouvrant les annales ce qui est tout à fait NORMAL. C'est justement le moment de te familiariser avec le format de l'épreuve. On te conseille de commencer par la partie où tu es le plus à l'aise pour te rassurer quand tu feras le sujet. Si tu n'as pas la note que t'espères, ne te démotive pas. C'est en s'entraînant que tu t'amélioreras, une erreur faite maintenant sera évitée le jour J.

Tu le sais déjà (mais un rappel fait toujours du bien), on vous conseille de commencer par le tome tuto puis ensuite le tome examen. Et aussi de faire dans l'ordre chronologique en gardant les sessions 24/25 pour la fin. Le format de l'épreuve est **1h30 pour environ 30 questions** + accès à la calculatrice. Les annales en biophy se ressemblent, tu auras donc une habitude qui se créera pour les raisonnements et tu gagneras en confiance. Pour les cours d'acide-base

et de transports des solutions, comme les enseignants sont nouveaux, on vous conseille de bien assimiler les raisonnements (miam Davenport 🍗).

Point important pour vous les stars ✨, une bonne correction vaut mieux que des annales faites à l'arrache : **QUALITÉ > QUANTITÉ**, c'est la règle d'or. Donc fais un carnet d'erreurs et laisse toi un moment dans tes journées pour le relire (souvent le soir). On vous conseille aussi de faire une fiche de formules.

IMPORTANTANCE +++ : Aie un sommeil régulier qui te permettra de retenir un maximum d'informations. Ne néglige surtout pas ton repas et n'hésite pas à prendre l'air ! Et quand tu vois que ton cerveau ne suit plus, fais une **PAUSE**.

BON COURAGE POUR CETTE PÉRIODE. On sait que c'est difficile mais tout l'A2SUP est derrière toi. Tu es incroyable, donne ton maximum, sois fier/fière de tout ton parcours. Tu peux le faire, crois en toi 👑.

Biophysiquement votre ☢️,
Smaïl et Philajit, la Team Starlings qui est si fière de vous ❤️

SESSION 1 – 2020-2021



UE11



Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2020-2021

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2020-2021
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 5 pages numérotées de 1 à 5 et comporte 25 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Question 1

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?
L'énergie de liaison d'un électron dans un atome à l'état stable :

- Est fonction du nombre de neutrons contenues dans le noyau
- Est fonction du numéro atomique Z
- Est plus élevée pour un électron situé sur la couche M que pour un électron situé sur la couche K
- Correspond à l'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de l'atome
- Est égale à +13,6 eV pour l'électron de l'atome d'hydrogène

Question 2

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?
La définition de période (ou demi-vie) radioactive T est :

- La proportion de photons traversant un écran sans interagir
- La durée de vie d'un radioélément métastable
- Le nombre de transformations radioactives qui se produisent en 1 seconde
- L'énergie libérée au cours d'une transformation radioactive
- Le temps au bout duquel 50% des atomes radioactifs se sont transformés en éléments stables

Question 3

L'indium-111 ($^{111}_{49}\text{In}$) est un radioélément utilisé pour l'imagerie scintigraphique en médecine. Il se transforme en cadmium-111 ($^{111}_{48}\text{Cd}$) avec une période radioactive de 2,8 jours. Parmi les propositions suivantes concernant le(s) type(s) possible(s) de transformation radioactive, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne les masses des atomes (M_{at}) d'indium-111 et de cadmium-111 :

$M_{at}^{111}\text{In} = 110,905103 \text{ u.m.a}$; $M_{at}^{111}\text{Cd} = 110,904178 \text{ u.m.a}$

- Transformation isomérique
- Transformation β^-
- Transformation β^+
- Capture électronique
- Emission α

Question 4

Le radium est un radioélément naturel présent dans les roches. Il se transforme en un gaz radioactif, le radon, par émission α . Parmi les propositions suivantes, concernant l'énergie cinétique de la particule α émise lors de la transformation radioactive de radium en radon, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne les masses atomiques (M_{at}) du radium, du radon et de l'hélium (He) :

$$M_{at}(Ra) = 226,0254 \text{ u.m.a}; M_{at}(Rd) = 222,0175705 \text{ u.m.a}; M_{at}(He) = 4,002602 \text{ u.m.a}; 1 \text{ u.m.a} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

- A. < 1,0 MeV
- B. < 4,0 MeV
- C. > 4,5 MeV
- D. > 931,5 MeV
- E. > 3000 MeV

Question 5

Soit un radiotracer de période radioactive égale à 2h utilisé en imagerie TEP. Pour injecter une dose de 200 MBq à un patient à 8h du matin, quelle activité le fournisseur doit-il produire à 4h du matin ?

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. 50 MBq
- B. 100 MBq
- C. 200 MBq
- D. 400 MBq
- E. 800 MBq

Question 6

Dans un générateur, le Technétium-99 (^{99m}Tc) est obtenu à partir du Molybdène-99 (^{99}Mo) pour transformation β^- . La période radioactive du ^{99m}Tc est de 6 heures et celle du ^{99}Mo est de 67 heures. Parmi les propositions suivantes, concernant le rapport entre l'activité du ^{99m}Tc et celle du ^{99}Mo après un délai supérieur à 24 heures, laquelle est exacte ?

- A. 11,10
- B. 1,90
- C. 1,10
- D. 0,90
- E. 0,09

Question 7 ANNULÉE

Question 8

Une seringue est préparée puis placée dans un protège-seringue dont la CDA pour les rayonnements mesurés est de 3 mm. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténuée par le protège-seringue dont l'épaisseur est de 4,5 mm ? (une seule réponse exacte)

On donne racine carrée de 2 = 1,4.

- A. 0,10
- B. 0,25
- C. 0,36
- D. 0,64
- E. 0,75

Question 9

Un compteur positionné à 10 cm de protège seringue indique 10 000 coups par seconde (cps) ?

Parmi les propositions suivantes, quel sera le nombre de coups si l'on déplace le compteur à 1 mètre de la source ? (une seule réponse exacte)

- A. 100 cps
- B. 123 cps
- C. 1000 cps
- D. 5000 cps
- E. 6000 cps

Question 10

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur trajectoire, dans un milieu M. Dans ce milieu, des particules alpha de 6 MeV ont un parcours de 30 μm . L'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions (W), dans ce milieu M, est de $W = 50 \text{ eV}$. On considère les grandeurs suivantes : TLE ou transfert linéique d'énergie, DLI ou Densité linéique d'ionisations et DMI, distance moyenne entre deux paires d'ions. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La particule α a un TLE de 150 keV/ μm
- B. La particule α a un TLE de 200 keV/ μm et une DLI de 4000 paires d'ions/ μm
- C. La DLI de la particule α augmente fortement en fin de trajectoire
- D. La DMI est de 0,25 nm
- E. L'énergie de la transition α est comprise entre 5,50 et 5,90 MeV

Question 11

Parmi les propositions suivantes, concernant les particules chargées lourdes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La particule α est composée de 4 nucléons
- B. Les interactions entre la particule α et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les noyaux du milieu traversé
- C. Le ralentissement de la particule α dans la matière suit une trajectoire grossièrement rectiligne
- D. Le ralentissement de la particule α se fait par émission de photons de freinage lors des collisions avec des électrons du milieu traversé
- E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV, lors d'une collision entre une particule chargée lourde et un électron d'un atome d'Hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions, avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 5 eV

Question 12

Le tritium ^3H est un émetteur β^- , d'énergie moyenne par désintégration, $E_{\text{moy}/d} = 6$ keV. Un technicien est contaminé par ingestion accidentelle d'eau tritiée d'une activité $A_0 = 100$ MBq. On considère que l'eau tritiée se dilue instantanément dans tout l'organisme de l'individu de masse $M = 60$ kg. L'eau tritiée disparaît par désintégration du Tritium (période physique : 12,3 ans) et élimination urinaire de l'eau (période biologique : 12 jours).

Parmi les propositions suivantes, concernant cette contamination, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On rappelle que le débit de dose absorbé, $\frac{d}{dt}[DA(t)]$, est donné par la relation : $\frac{d}{dt}[DA(t)] = \frac{E_{\text{moy}/d} \times A_0 \times F_{\text{ix}}(t)}{M}$, où $F_{\text{ix}}(t)$ représente le % de radioactivité fixée à l'instant t , après l'ingestion.

On donne $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- A. La période effective de l'eau tritiée dans l'organisme est d'environ 12 jours
- B. L'énergie moyenne par désintégration est comprise dans l'intervalle : $[9,4; 10,2]10^{-16} \text{ J}$
- C. Le débit de dose absorbé juste après ingestion est compris dans l'intervalle : $[1,4; 1,8] \text{ nGy/s}$
- D. Dans 4 mois, l'activité présente dans le patient sera comprise entre l'intervalle : $[0,9; 1,1] \text{ MBq}$
- E. Dans le cas du Tritium, le ralentissement des particules β^- se fait surtout par freinage avec les noyaux du milieu traversé

Question 13

La production des rayons X résulte d'une interaction électrons-matière. Un tube est soumis à une tension de ΔV qui permet d'accélérer les électrons de charge q_e et de la masse m_e à la vitesse maximale V_{max} . L'énergie de liaison des électrons K du Tungstène ($Z = 74$) composant l'anode sera estimée selon le modèle de Bohr.

Parmi les propositions suivantes, concernant les rayons X, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne $742 = 5476$.

- A. La vitesse maximale des électrons impactant l'anode est : $V_{\text{max}} = \left[2q_e \times \frac{\Delta V}{m_e}\right]^2$
- B. Il existe une fréquence maximale des rayons X émis ayant pour valeur $\nu_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}}}{h}$, où T_{max} est l'énergie cinétique maximale des électrons accélérés et h la constante de Planck
- C. Le rayonnement de freinage électronique produit autant de photons de basse énergie que de haute énergie
- D. Un électron accéléré à 200 keV pourra créer une ionisation K avec éjection d'un électron de l'anode, d'énergie comprise dans l'intervalle : $[120; 130] \text{ keV}$
- E. Le compteur Geiger Müller est un détecteur de rayonnements ionisants fonctionnant avec une tension inférieure à 500 Volts permettant une collection de charges proportionnelle à l'énergie du rayonnement

Question 14

On considère le phénomène de transfert transmembranaire d'une solution biologique constituée d'un soluté S et de son solvant. La membrane est perméable, et le passage de la matière au travers de la membrane se fait selon un mouvement unidirectionnel perpendiculaire à celle-ci, et est de type conservatif au sein de la membrane. La membrane sépare deux compartiments ouverts, à l'air libre, dans lesquels on introduit un soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, afin de créer un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau.

Le passage du soluté (ou du solvant) de part ou d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations de S s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. Le solvant diffusera du côté où la concentration du soluté S est plus forte vers le côté où elle est la plus basse, jusqu'à ce que les concentrations de S s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- C. Le passage des molécules de soluté et de solvant au travers de la membrane dépend de la température de la solution
- D. Les valeurs absolues du débit diffusif du soluté et du solvant diminuent quand la surface utile d'échange diminue
- E. Les valeurs absolues du débit diffusif du soluté et du solvant augmentent quand l'épaisseur de la membrane d'échange augmente

Question 15

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est toujours négligeable par rapport au débit diffusif du soluté (J_{dS})
- B. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnelle au gradient de concentration osmolale du soluté s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- C. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnelle au gradient de concentration molaire du soluté s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- D. Le débit volumique diffusif du solvant (Q_{d,H_2O}) est égal au produit de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau
- E. La valeur absolue du débit du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'eau

Question 16

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant la même quantité de solvant et de soluté au temps initial. Le solvant est l'eau.

On exerce une surpression au niveau du compartiment A grâce à une pompe.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le solvant passe de façon passive de A vers B sous l'effet du gradient transmembranaire de pression
- B. La valeur absolue du débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des concentrations molales du soluté entre les compartiments A et B
- C. La valeur absolue du débit convectif du solvant dépend de la mobilité mécanique molaire de l'eau
- D. Le débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}), est proportionnel à la surface utile d'échange de la membrane
- E. Le débit convectif du soluté S est égal au produit de J_{F,H_2O} et de la concentration du soluté S dans la solution

Question 17

Soit un soluté ionique en solution biologique. Le solvant est l'eau. Une membrane non chargée et perméable à l'ion et au solvant sépare les deux compartiments (1 et 2) contenant cette solution, mais avec au départ une répartition inégale des concentrations C de cet ion de part et d'autre de la membrane (au départ : $C_1 > C_2$). Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. On considère la situation lorsque l'équilibre est atteint.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- B. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) est proportionnelle à la mobilité mécanique de l'ion
- C. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) est proportionnelle au logarithme népérien du rapport des concentrations (C_2/C_1) de part et d'autre de la membrane
- D. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) dépend de la température de la solution
- E. La relation de Nernst exprime la valeur de la différence de potentiel transmembranaire ($V_2 - V_1$) à l'équilibre

Question 18

Parmi les propositions suivantes concernant l'équilibre de Starling au niveau des capillaires musculaires périphériques, en conditions normales, chez un sujet sain (pas d'anomalie de concentration plasmatique en protéines) et au repos (débit cardiaque normal et constant), laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique intravasculaire est supérieure à la pression oncotique
- B. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique intravasculaire est supérieure à la pression interstitielle
- C. La pression hydrostatique intravasculaire diminue du pôle artériel au pôle veineux du capillaire
- D. La pression oncotique diminue du pôle artériel au pôle veineux du capillaire
- E. Le volume de flux liquidien sortant au niveau du pôle artériel d'un capillaire périphérique donné est en moyenne globalement équivalent au volume de flux liquidien entrant au niveau de son pôle veineux

Question 19

Un mélange tampon est réalisé avec deux solutions de concentrations identiques selon la répartition suivante : 2/3 volume de solution de bicarbonate de sodium et 1/3 volume de la solution d'acide carbonique. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Le pH du système tampon est strictement supérieur à 6,1
- B. Le pH du système tampon est strictement inférieur à 6,1
- C. Le pH du système tampon est égal à 6,1
- D. Il n'est pas possible de calculer le pH de ce système tampon
- E. Le pH du système tampon est égal au pK

Question 20

Deux patients A et B ont le même pH sanguin : $pH = 7,15$. Leur trouble est métabolique pur non compensé. La concentration d'hémoglobine du patient A est normale, alors que celle du patient B est supérieure à la normale.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. La composante métabolique du patient A est plus basse que celle du patient B
- B. La composante métabolique du patient A est plus haute que celle du patient B
- C. Les composantes métaboliques des 2 patients sont égales à 24 mmoles/L
- D. La PCO₂ du patient A est plus haute que celle du patient B
- E. La PCO₂ du patient A est plus basse que celle du patient B

Question 21

Un patient a un pH sanguin : $pH = 7,3$ et un taux de bicarbonate plasmatique égal à 26 mmoles/L. On considérera une pente de la droite tampon de valeur absolue : 30 mmoles/L · unit pH.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire compensée
- B. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire pure
- C. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte
- D. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure
- E. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose respiratoire pure

Question 22

Vous recevez aux urgences un patient comateux. Vous apprenez par l'interrogatoire de la famille que ce patient refuse de s'alimenter depuis plusieurs jours et qu'il a pris récemment une quantité importante de barbituriques. En considérant uniquement les raisonnements et les données qui vous ont été communiqués lors du cours de l'UE11, parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Ce patient sera en acidose respiratoire compensée
- B. Ce patient sera en alcalose respiratoire compensée
- C. Ce patient sera en acidose mixte
- D. Ce patient sera en alcalose métabolique pure
- E. Ce patient sera en acidose respiratoire pure

Question 23

Parmi les propositions suivantes concernant le module de Young, laquelle ou lesquelles est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il est d'autant plus élevé que le corps est élastique
- B. Il peut s'appliquer à une macromolécule
- C. Il décrit la relation existante entre la variation de volume d'une artère et la température
- D. Il décrit la relation existante entre l'élasticité d'une artère et la température
- E. Il peut s'appliquer à un organe

Question 24

Parmi les propositions suivantes concernant une artère, laquelle ou lesquelles est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La tension circonférentielle a un ordre de grandeur plus élevé que la contrainte de cisaillement
- B. La contrainte de cisaillement est minimale au contact des cellules endothéliales
- C. L'augmentation de la contrainte de cisaillement favorise la synthèse de médiateurs augmentant le rayon de l'artère
- D. Une diminution de la viscosité du sang diminue la contrainte de cisaillement
- E. L'augmentation de la vitesse du flux sanguin diminue la contrainte de cisaillement

Question 25

Un sujet normal présente au repos une pression artérielle moyenne de 100 mmHg, une fréquence cardiaque de 60 battements par minute et un volume de sang éjecté par chacun de ses ventricules à chaque battement de 70 mL.

À la suite d'un accident de la voie publique, il présente un choc hémorragique en rapport avec une perte de sang de 1 450 mL. Sa pression artérielle moyenne devient 80 mmHg, sa fréquence cardiaque de 120 battements par minute et son volume de sang éjecté par chacun de ses ventricules à chaque battement 40 mL.

Parmi les propositions suivantes, laquelle ou lesquelles est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Les rayons des artères fibro-élastiques soumises à ces changements vont augmenter
- B. Le travail cardiaque mesuré sur une minute augmente
- C. Les parois des artères fibro-élastiques risquent de s'affaïsser à ce niveau de pression artérielle
- D. La durée de la phase de remplissage des ventricules se raccourcit
- E. Le débit cardiaque mesuré sur une minute augmente

FIN DU SUJET



Université Paris Cité
 Faculté de Santé
 Année Universitaire 2020-2021

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2020-2021
 Durée de l'épreuve : **1h30**
 (Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.
 Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.
 Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 12 pages numérotées de 1 à 12 et comporte 25 questions.
 Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
 A2SUP - Tutorat

Tuto n° : _____ UE (spé) : 11
 Nom : _____
 Prénom : _____
 Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION																							
Numéro A2SUP ↓	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle	M Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mil.												M Diz.										
	Cent.												J Unit.										
	Diz.												J Diz.										
	Unit.												Date de naissance (JJ/MM)										

1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	37	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	14	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	38	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	39	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	16	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	17	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	41	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	42	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	19	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	43	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	44	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	45	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
11	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
12	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Question 1

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?
L'énergie de liaison d'un électron dans un atome à l'état stable :

- A. Est fonction du nombre de neutrons contenues dans le noyau
- B. Est fonction du numéro atomique Z**
- C. Est plus élevée pour un électron situé sur la couche M que pour un électron situé sur la couche K
- D. Correspond à l'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de l'atome
- E. Est égale à +13,6 eV pour l'électron de l'atome d'hydrogène

Question 1

X **Item A** → Est fonction du nombre de neutrons contenues dans le noyau

FAUX - Cf. B.

✓ **Item B** → Est fonction du numéro atomique Z

VRAI - Petit rappel du cours : $W = -E_n = 13,6 \frac{(Z-b)^2}{n^2}$.

X **Item C** → Est plus élevée pour un électron situé sur la couche M que pour un électron situé ...

FAUX - Si on monte vers les couches les plus superficielles, le numéro quantique principal n augmente et par conséquent W devient de plus en plus faible.

✓ **Item D** → Correspond à l'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de l'atome

VRAI - C'est du cours.

✓ **Item E** → Est égale à +13,6 eV pour l'électron de l'atome d'hydrogène

VRAI - Oui! On pose $n = 1$ car l'hydrogène possède une couche unique pour son électron. $E_0 = -13,6$ eV et $Z = 1$ (hydrogène) sans oublier la constante d'écran $b = 0$, on obtient :

$$W = -E_n = -(-13,6) \frac{(1-0)^2}{1^2} = 13,6 \text{ eV}$$

Réponses vraies : B, D et E

Question 2

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

La définition de période (ou demi-vie) radioactive T est :

- A. La proportion de photons traversant un écran sans interagir
- B. La durée de vie d'un radioélément métastable
- C. Le nombre de transformations radioactives qui se produisent en 1 seconde
- D. L'énergie libérée au cours d'une transformation radioactive

E. Le temps au bout duquel 50% des atomes radioactifs se sont transformés en éléments stables

Question 2

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item E - Du cours pur et dur.

Réponse vraie : E

Question 3

L'indium-111 ($^{111}_{49}\text{In}$) est un radioélément utilisé pour l'imagerie scintigraphique en médecine. Il se transforme en cadmium-111 ($^{111}_{48}\text{Cd}$) avec une période radioactive de 2,8 jours. Parmi les propositions suivantes concernant le(s) type(s) possible(s) de transformation radioactive, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne les masses des atomes (M_{at}) d'indium-111 et de cadmium-111 :

$M_{at}^{111}\text{In} = 110,905103$ u.m.a ; $M_{at}^{111}\text{Cd} = 110,904178$ u.m.a

- A. Transformation isomérique
- B. Transformation β^-
- C. Transformation β^+

D. Capture électronique

E. Emission α

Question 3

X **Item A** → Transformation isomérique

FAUX - rappel :

- Isomères : se dit pour des transformations pour lesquels les noyaux père et fils ont les mêmes A et Z
- Isotypes : ce n'est même pas dans ton cours on pouvait invalider l'item directement
- Isotones : se dit pour des noyaux ayant un nombre de neutrons N identiques (pense à isotoNes)
- Isobares : se dit pour des noyaux ayant un nombre de nucléons A identiques (pense à isobAres)
- Isotopes : se dit pour des noyaux de même numéro atomique Z

? Items B, C, D et E

L'item vrai est l'item D - Comment raisonner dans cette situation? Ici l'indice qui nous guide est le numéro atomique. On voit que $Z_{In} = 48$ tandis que $Z_{Cd} = 49$ donc il s'agit d'une perte d'un proton autrement dit deux possibilités : transformation β^+ ou capture électronique. On peut éliminer les transformations β^- et les émissions α . Finalement, on peut s'assurer qu'il s'agit bien d'une transformation β^+ en utilisant la condition énergétique : $[M_{at}(X) - M_{at}(Y)] c^2 > 2m_e c^2$

Avant de commencer le calcul on pose quelques règles :

$$\underbrace{E}_{\text{MeV}} = \text{masse} \times c^2 = \underbrace{\text{uma}}_{\text{masse}} \times 931,5$$

On obtient $2m_e c^2 = 1,022$ MeV. Ainsi :

$$[M_{at}(X) - M_{at}(Y)] c^2 = [110,905103 - 110,904178] \times 931,5 = 0,8616375 \text{ MeV}$$

La condition énergétique n'est pas remplie ($0,86 < 1,022$ MeV) la particule n'a pas assez d'énergie de masse pour créer une particule β^+ on rejette l'hypothèse β^+ et on garde celle de la capture électronique.

Réponse vraie : D

Question 4

Le radium est un radioélément naturel présent dans les roches. Il se transforme en un gaz radioactif, le radon, par émission α . Parmi les propositions suivantes, concernant l'énergie cinétique de la particule α émise lors de la transformation radioactive de radium en radon, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne les masses atomiques (M_{at}) du radium, du radon et de l'hélium (He) :
 $M_{at}(Ra) = 226,0254$ u.m.a ; $M_{at}(Rd) = 222,0175705$ u.m.a ; $M_{at}(He) = 4,002602$ u.m.a ; 1 u.m.a = $931,5$ MeV/ c^2

- A. $< 1,0$ MeV
- B. $< 4,0$ MeV
- C. $> 4,5$ MeV
- D. $> 931,5$ MeV
- E. > 3000 MeV

Question 4

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item A - Formule du cours :

$$\begin{aligned} Q &= [M_{at}(Ra) - M_{at}(Rd) - M_{at}(He)] \cdot c^2 \\ &= [226,0254 - 222,0175705 - 4,002602] \times 931,5 \\ &= 4,86941625 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Question 5

Soit un radiotracer de période radioactive égale à 2h utilisé en imagerie TEP. Pour injecter une dose de 200 MBq à un patient à 8h du matin, quelle activité le fournisseur doit-il produire à 4h du matin ?

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. 50 MBq
- B. 100 MBq
- C. 200 MBq
- D. 400 MBq
- E. 800 MBq

Question 5

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item E - On prépare une dose à 4h et on l'injecte à 8h donc on possède un intervalle de 4h. Comment raisonner ? On utilise la formule suivante :

$$A(t = nT) = \frac{A_0}{2^n} \iff A(t = nT) \times 2^n = A_0$$

On sait que n correspond au nombre de périodes radioactives or on sait que $n = t/T$ donc $n = 4/2 = 2$ (t étant la période, T étant le nombre d'heures à notre disposition) :

$$200 \times 2^2 = 800 \text{ MBq}$$

Réponse vraie : E

Question 6

Dans un générateur, le Technétium-99 (^{99m}Tc) est obtenu à partir du Molybdène-99 (^{99}Mo) pour transformation β^- . La période radioactive du ^{99m}Tc est de 6 heures et celle du ^{99}Mo est de 67 heures. Parmi les propositions suivantes, concernant le rapport entre l'activité du ^{99m}Tc et celle du ^{99}Mo après un délai supérieur à 24 heures, laquelle est exacte ?

- A. 11,10
- B. 1,90
- C. 1,10
- D. 0,90
- E. 0,09

Question 6

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item C - On voit que la période du Molybdène T_1 est largement supérieure à celle du Technétium T_2 . Dans le cours 3 sur la cinétique des filiations radioactives on est dans le contexte d'un équilibre de régime, je laisse ce petit rappel :

$$\begin{aligned} \frac{A_2(t)}{A_1(t)} &= \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = \text{cte} \\ \frac{A_2(t)}{A_1(t)} &= \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \text{cte} \end{aligned}$$

$$\frac{A_2(t)}{A_1(t)} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{67}{67 - 6} = 1,0984 = 1,10$$

Réponse vraie : C

Question 7 ANNULÉE

Question 8

Une seringue est préparée puis placée dans un protège-seringue dont la CDA pour les rayonnements mesurés est de 3 mm. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténué par le protège-seringue dont l'épaisseur est de 4,5 mm ? (une seule réponse exacte)

On donne racine carrée de 2 = 1,4.

- A. 0,10
- B. 0,25
- C. 0,36

D. 0,64

- E. 0,75

Question 8

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item D - La couche de demi-atténuation est de 3 mm alors que l'épaisseur est de 4,5 mm. Comment raisonner ? De la même façon que la période radioactive ! On utilise la même formule $N(t = nT) = N_0 \times 2^{-n}$. On trouve :

$$N(t = nT) = N_0 \times 2^{-t/T}$$

Donc la fraction qui nous intéresse est $2^{-t/T}$. On sait que n correspond au nombre de CDA tel que $n = t/T$ donc $n = \frac{4,5}{3} = 1,5$. Maintenant, on reprend l'expression de notre fraction u tel que :

$$\begin{aligned} u &= 1 - 2^{-1,5} \\ &= 1 - \frac{1}{2 \times 2^{0,5}} \\ &= 1 - \frac{1}{2 \times \sqrt{2}} \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

Réponse vraie : D

Question 9

Un compteur positionné à 10 cm de protège seringue indique 10 000 coups par seconde (cps) ?

Parmi les propositions suivantes, quel sera le nombre de coups si l'on déplace le compteur à 1 mètre de la source ? (une seule réponse exacte)

A. 100 cps

- B. 123 cps
- C. 1000 cps
- D. 5000 cps
- E. 6000 cps

Question 9

? Items A, B, C, D et E

VRAI - ✎ "Dans le vide, la fluence énergétique, décroît comme le carré de la distance" ✎

Cette citation est la solution pour notre problème. Sans rentrer dans les détails du fonctionnement du compteur Geiger-Muller on peut raisonner de façon à considérer le nombre de coups par seconde cps une manière de conceptualiser la fluence énergétique provenant de notre protège seringue. On pose F_1 le nombre de coups enregistré à 10 cm et F_2 le nombre de coups enregistré à 1 m (ce qu'on cherche). On pose également ω l'angle solide exprimé en sr et S la surface.

$$\begin{aligned} \frac{F_1}{F_2} &= \frac{S_2}{S_1} = \frac{\omega d_2^2}{\omega d_1^2} = \left[\frac{d_2}{d_1} \right]^2 \\ \Leftrightarrow F_2 &= \left[\frac{d_1}{d_2} \right]^2 \times F_1 \\ &= \left(\frac{10}{100} \right)^2 \times 10\,000 \end{aligned}$$

On fait l'application numérique sans oublier de convertir les m en cm (ou vice versa) et on obtient $F_2 = 100$ cps. Si tu n'arrives pas à comprendre cet enchaînement sache que c'est pas du tout grave ! Je t'invite fortement à revoir la notion de puissance et intensité sonore dans le programme de physique du S1. Tu peux faire l'équivalence entre l'intensité et la fluence énergétique pour comprendre.

Réponse vraie : A

Question 10

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur trajectoire, dans un milieu M. Dans ce milieu, des particules alpha de 6 MeV ont un parcours de 30 μm . L'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions (W), dans ce milieu M, est de $W = 50$ eV. On considère les grandeurs suivantes : TLE ou transfert linéique d'énergie, DLI ou Densité linéique d'ionisations et DMI, distance moyenne entre deux paires d'ions. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. La particule α a un TLE de 150 keV/ μm

B. La particule α a un TLE de 200 keV/ μm et une DLI de 4000 paires d'ions/ μm

C. La DLI de la particule α augmente fortement en fin de trajectoire

D. La DMI est de 0,25 nm

E. L'énergie de la transition α est comprise entre 5,50 et 5,90 MeV

Question 10

X Item A \rightarrow La particule α a un TLE de 150 keV/ μm

FAUX - Cf. B.

✓ **Item B** → La particule α a un TLE de 200 keV/ μm et une DLI de 4000 paires d'ions/ μm

VRAI - Ici il faut maîtriser le cours 5 de radioactivité, on commence par récupérer toutes les données sur notre brouillon : on nous donne l'énergie de formation d'une paire d'ions W, le parcours R, l'énergie des particules alpha T_0 et on cherche la valeur du transfert linéique d'énergie TLE. Comment procéder ? On pose :

$$R = \frac{T_0}{TLE} \iff TLE = \frac{T_0}{R} = \frac{6 \times 10^3}{30}$$

On convertit aux unités appropriées (TLE en keV) et on fait notre application numérique, on obtient $TLE = 200 \text{ keV}/\mu\text{m}$. On s'intéresse maintenant à la DLI. On pose :

$$DLI = \frac{TLE}{W} = \frac{200}{50 \times 10^{-3}}$$

On convertit W en keV et on obtient $DLI = 4000 \text{ paires d'ions}/\mu\text{m}$.

✓ **Item C** → La DLI de la particule α augmente fortement en fin de trajectoire

VRAI - c'est du cours.

✓ **Item D** → La DMI est de 0,25 nm

VRAI - Ici on peut soit se rappeler du fait que la DMI qui prend en considération 1 seule paire d'ions est l'inverse de la DLI ou raisonner par analyse dimensionnelle à toi de voir.

$$DMI = \frac{1}{DLI}$$

On trouve $DMI = 0.00025 \mu\text{m} = 0.25 \text{ nm}$.

✗ **Item E** → L'énergie de la transition α est comprise entre 5,50 et 5,90 MeV

FAUX - L'énergie de la transition correspond à l'énergie libérée lors de la transformation radioactive alpha. Elle est quasi intégralement transmise à la particule alpha sous forme d'énergie cinétique (très peu est transmis au noyau, environ 1%). On a alors :

$$\begin{aligned} E_{\text{transition}} &= \text{énergie libérée par la réaction} \\ &= E_c(\alpha) + E_c(\text{fils}) \\ &= 6 + 6 \times 0,01 \\ &= 6 + 0,06 = 6,06 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Réponses vraies : B, C et D

Question 11

Parmi les propositions suivantes, concernant les particules chargées lourdes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. La particule α est composée de 4 nucléons

B. Les interactions entre la particule α et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les noyaux du milieu traversé

C. Le ralentissement de la particule α dans la matière suit une trajectoire grossièrement rectiligne

D. Le ralentissement de la particule α se fait par émission de photons de freinage lors des collisions avec des électrons du milieu traversé

E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV, lors d'une collision entre une particule chargée lourde et un électron d'un atome d'Hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions, avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 5 eV

Question 11

✓ **Item A** → La particule α est composée de 4 nucléons

VRAI - La particule alpha correspond au noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$. Il est bien composé de 4 nucléons.

✗ **Item B** → Les interactions entre la particule α et le milieu traversé se font principalement par ...

FAUX - Non !!!!! Pour les particules α qui sont des particules lourdes, c'est avec les électrons du milieu que les particules interagissent majoritairement, pas les noyaux.

✓ **Item C** → Le ralentissement de la particule α dans la matière suit une trajectoire grossièrement ...

VRAI - Exactement. Elle subit des ionisations et des excitations mais pas de déviations car c'est une particule lourde, contrairement par exemple à l'électron qui subit également des déviations (rayonnements de freinage).

✗ **Item D** → Le ralentissement de la particule α se fait par émission de photons de freinage lors ...

FAUX - On considère que le ralentissement des particules alpha se fait par collision et pas par émission de rayonnements de freinage. En effet, la perte d'énergie par freinage est négligeable. Dans ce cas : $S = S_{\text{coll}}$. C'est seulement pour les électrons que l'on prend en compte le ralentissement par rayonnement de freinage. Dans ce cas, $S = S_{\text{coll}} + S_{\text{rad}}$.

✓ **Item E** → Un transfert d'énergie de 18,6 eV, lors d'une collision entre une particule chargée ...

VRAI - Oui c'est totalement possible, ne vous méprenez pas avec la création de paire et la simple création d'une paire d'ions, ici pas de seuil à dépasser.

Réponses vraies : A, C et E

Question 12

Le tritium ${}^3\text{H}$ est un émetteur β^- , d'énergie moyenne par désintégration, $E_{\text{moy}/d} = 6$ keV. Un technicien est contaminé par ingestion accidentelle d'eau tritiée d'une activité $A_0 = 100$ MBq. On considère que l'eau tritiée se dilue instantanément dans tout l'organisme de l'individu de masse $M = 60$ kg. L'eau tritiée disparaît par désintégration du Tritium (période physique : 12,3 ans) et élimination urinaire de l'eau (période biologique : 12 jours).

Parmi les propositions suivantes, concernant cette contamination, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On rappelle que le débit de dose absorbé, $\frac{d}{dt}[DA(t)]$, est donné par la relation : $\frac{d}{dt}[DA(t)] = \frac{E_{\text{moy}/d} \times A_0 \times \text{Fix}(t)}{M}$, où $\text{Fix}(t)$ représente le % de radioactivité fixée à l'instant t , après l'ingestion.

On donne $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- A. La période effective de l'eau tritiée dans l'organisme est d'environ 12 jours
 B. L'énergie moyenne par désintégration est comprise dans l'intervalle : $[9,4; 10,2]10^{-16} \text{ J}$
 C. Le débit de dose absorbé juste après ingestion est compris dans l'intervalle : $[1,4; 1,8] \text{ nGy/s}$
 D. Dans 4 mois, l'activité présente dans le patient sera comprise entre l'intervalle : $[0,9; 1,1] \text{ MBq}$
 E. Dans le cas du Tritium, le ralentissement des particules β^- se fait surtout par freinage avec les noyaux du milieu traversé

Question 12

✓ **Item A** → La période effective de l'eau tritiée dans l'organisme est d'environ 12 jours

VRAI - On utilise la formule :

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phys}}} + \frac{1}{T_{\text{bio}}}$$

On n'oublie pas de convertir la période physique de 12,3 ans en jours, on obtient alors : $\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{4489} + \frac{1}{T_{\text{bio}}}$. Comme $\frac{1}{4489}$ est proche de 0, on peut dire que $\frac{1}{T_{\text{eff}}} \approx \frac{1}{T_{\text{bio}}}$ donc $T_{\text{eff}} \approx T_{\text{bio}} \approx 12$ jours.

✓ **Item B** → L'énergie moyenne par désintégration est comprise dans l'intervalle : $[9,4; 10,2]10^{-16} \text{ J}$

VRAI - On sait que l'énergie moyenne par désintégration est égale à 6 keV = 6000 eV. Or, $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ donc quand on convertit l'énergie en Joules, on obtient : $E_{\text{moy}/d} = 9,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

✓ **Item C** → Le débit de dose absorbé juste après ingestion est compris dans l'intervalle : $[1,4; 1,8] \dots$

VRAI - On applique la formule donnée dans l'énoncé. Le taux de fixation = 100% = 1 étant donné qu'on se place juste après l'ingestion. On n'oublie pas de convertir l'énergie moyenne par désintégration en J et l'activité en Bq. On obtient alors :

$$\frac{d}{dt}[DA(t)] = \frac{E_{\text{moy}/d} \times A_0 \times 1}{M} = \frac{9,6 \cdot 10^{-16} \times 100 \cdot 10^6}{60} = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ Gy/s} = 1,6 \text{ nGy/s}$$

✗ **Item D** → Dans 4 mois, l'activité présente dans le patient sera comprise entre l'intervalle : ...

FAUX - On sait que $A(t = nT) = \frac{A_0}{2^n}$, avec l'activité administrée = activité fixée. Or, la période T étant de 12 jours, on a : $A(4 \text{ mois} \approx 10T) = \frac{A_0}{2^{10}} = \frac{100}{1000} = 0,1 \text{ MBq}$.

✗ **Item E** → Dans le cas du Tritium, le ralentissement des particules β^- se fait surtout par freinage ...

FAUX - Dans le cas des particules β^- (électrons), le ralentissement S_{coll} prédomine pour $T < 100$ MeV. Ici, dans le cas du tritium, $T = 6 \text{ keV} < 100 \text{ MeV}$ donc $S_{\text{coll}} > S_{\text{rad}}$.

Réponses vraies : A, B et C

Question 13

La production des rayons X résulte d'une interaction électrons-matière. Un tube est soumis à une tension de ΔV qui permet d'accélérer les électrons de charge q_e et de la masse m_e à la vitesse maximale V_{max} . L'énergie de liaison des électrons K du Tungstène ($Z = 74$) composant l'anode sera estimée selon le modèle de Bohr.

Parmi les propositions suivantes, concernant les rayons X, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne $742 = 5476$.

A. La vitesse maximale des électrons impactant l'anode est : $V_{\text{max}} = \left[2q_e \times \frac{\Delta V}{m_e}\right]^2$

B. Il existe une fréquence maximale des rayons X émis ayant pour valeur $\nu_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}}}{h}$, où T_{max} est l'énergie cinétique maximale des électrons accélérés et h la constante de Planck

C. Le rayonnement de freinage électronique produit autant de photons de basse énergie que de haute énergie

D. Un électron accéléré à 200 keV pourra créer une ionisation K avec éjection d'un électron de l'anode, d'énergie comprise dans l'intervalle : $[120; 130] \text{ keV}$

E. Le compteur Geiger Müller est un détecteur de rayonnements ionisants fonctionnant avec une tension inférieure à 500 Volts permettant une collection de charges proportionnelle à l'énergie du rayonnement

Question 13

✗ **Item A** → La vitesse maximale des électrons impactant l'anode est : $V_{\text{max}} = \left[2q_e \times \frac{\Delta V}{m_e}\right]^2$

FAUX - On sait que $\nu_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}}}{h} = \frac{m_e \nu_{\text{max}}^2}{2h} = \frac{q_e \Delta V}{h}$. Grâce à cette égalité, on obtient $\nu_{\text{max}} = \sqrt{2q_e \cdot \frac{\Delta V}{m_e}}$.

✓ **Item B** → Il existe une fréquence maximale des rayons X émis ayant pour valeur $\nu_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}}}{h}, \dots$

VRAI - Toutafé. C'est du cours.

✓ **Item C** → Le rayonnement de freinage électronique produit autant de photons de basse énergie ...

VRAI - Dans le cas d'un rayonnement de freinage on a un spectre continu. Les photons X peuvent avoir une énergie cinétique de 0 eV jusqu'à atteindre la valeur de l'énergie de l'électron incident. On peut donc avoir autant de photons de basse énergie que de haute énergie.

✓ **Item D** → Un électron accéléré à 200 keV pourra créer une ionisation K avec éjection d'un ...

VRAI - On calcule $W_n = 13,6 \times \frac{Z^2}{n^2} = 13,6 \times 74^2$ (car $n = 1$ pour la couche K) $\approx 74 \text{ keV}$. Or, $E_c = E_i - W_n = 200 - 74 = 126 \text{ keV}$.

✗ Item E → Le compteur Geiger Müller est un détecteur de rayonnements ionisants fonctionnant ...

FAUX - Il fonctionne avec une tension supérieure à 1000 et entre 1000 et 3000 Volts.

Réponses vraies : B, C et D

Question 14

On considère le phénomène de transfert transmembranaire d'une solution biologique constituée d'un soluté S et de son solvant. La membrane est perméable, et le passage de la matière au travers de la membrane se fait selon un mouvement unidirectionnel perpendiculaire à celle-ci, et est de type conservatif au sein de la membrane. La membrane sépare deux compartiments ouverts, à l'air libre, dans lesquels on introduit un soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, afin de créer un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau.

Le passage du soluté (ou du solvant) de part ou d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations de S s'équilibrent de part et d'autre de la membrane

B. Le solvant diffusera du côté où la concentration du soluté S est plus forte vers le côté où elle est la plus basse, jusqu'à ce que les concentrations de S s'équilibrent de part et d'autre de la membrane

C. Le passage des molécules de soluté et de solvant au travers de la membrane dépend de la température de la solution

D. Les valeurs absolues du débit diffusif du soluté et du solvant diminuent quand la surface utile d'échange diminue

E. Les valeurs absolues du débit diffusif du soluté et du solvant augmentent quand l'épaisseur de la membrane d'échange augmente

Question 14

✓ Item A → Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où ...

VRAI - Le soluté (la molécule diluée dans le solvant) diffuse effectivement d'où sa concentration est la plus élevée vers où elle est la plus faible (dans le but d'équilibrer les concentrations).

✗ Item B → Le solvant diffusera du côté où la concentration du soluté S est plus forte vers le ...

FAUX - Au contraire, plus vous aurez de solvant plus votre concentration diminuera. Le but est donc d'avoir le solvant qui s'en va du côté où la concentration est la plus faible (la concentration va alors augmenter) pour aller vers le compartiment où la concentration est la plus forte (concentration qui va alors diminuer).

✓ Item C → Le passage des molécules de soluté et de solvant au travers de la membrane dépend ...

VRAI - Je vous remets la formule de la diffusion : $J_d = -RTb_s S \frac{\Delta C}{e}$. Retenez que la diffusion dépend de la température, de la mobilité mécanique du soluté, de la surface utile d'échange, du gradient de concentration de soluté et de l'épaisseur de la membrane.

✓ Item D → Les valeurs absolues du débit diffusif du soluté et du solvant diminuent quand la ...

VRAI - Cf. formule à l'item C. Et plus logiquement : moins la surface d'échange est grande, moins il pourra y avoir d'échange sur un temps donné.

✗ Item E → Les valeurs absolues du débit diffusif du soluté et du solvant augmentent quand ...

FAUX - Cf. formule à l'item C. Et il est logique que plus l'épaisseur de la membrane à traverser est importante, plus il sera compliqué d'y parvenir.

Réponses vraies : A, C et D

Question 15

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est toujours négligeable par rapport au débit diffusif du soluté (J_{dS})

B. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnelle au gradient de concentration osmolale du soluté s'exerçant de part et d'autre de la membrane

C. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnelle au gradient de concentration molale du soluté s'exerçant de part et d'autre de la membrane

D. Le débit volumique diffusif du solvant (Q_{d,H_2O}) est égal au produit de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau

E. La valeur absolue du débit du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'eau

Question 15

✗ Item A → Le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est toujours négligeable par rapport au débit ...

FAUX - Il y a même des cas (l'osmose) où il est le seul phénomène en jeu.

✓ Item B → La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnelle au gradient ...

VRAI - Il dépend de la température, de la mobilité mécanique molaire du solvant (de l'eau), de la surface utile d'échange, de la différence de concentration osmolale de soluté et de l'épaisseur de la membrane. Voici la formule : $J_{d,H_2O} = RTb_{H_2O} S \frac{dC_{osm}}{dx}$.

✓ Item C → La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnelle au gradient ...

VRAI - On s'intéresse ici au débit diffusif de soluté (donc pas comme dans la B). La formule est alors : $|J_d| = RTb_s S \text{grad}(C)$, avec $\text{grad}(C)$ le gradient de concentration molale du soluté.

✓ Item D → Le débit volumique diffusif du solvant (Q_{d,H_2O}) est égal au produit de J_{d,H_2O} par ...

VRAI - C'est ça, le débit volumique diffusif du solvant est égal au produit du débit diffusif de l'eau par le volume molaire de l'eau.

✓ Item E → La valeur absolue du débit du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique ...

VRAI - Cf. item B.

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 16

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant la même quantité de solvant et de soluté au temps initial. Le solvant est l'eau.

On exerce une surpression au niveau du compartiment A grâce à une pompe.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le solvant passe de façon passive de A vers B sous l'effet du gradient transmembranaire de pression
- B. La valeur absolue du débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des concentrations molales du soluté entre les compartiments A et B
- C. La valeur absolue du débit convectif du solvant dépend de la mobilité mécanique molaire de l'eau
- D. Le débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}), est proportionnel à la surface utile d'échange de la membrane
- E. Le débit convectif du soluté S est égal au produit de J_{F,H_2O} et de la concentration du soluté S dans la solution

Question 16

✓ **Item A** → Le solvant passe de façon passive de A vers B sous l'effet du gradient ...

VRAI - C'est tout à fait ça : on pousse du côté de A (on exerce une surpression) donc le solvant passe la membrane et rejoint le compartiment B.

✗ **Item B** → La valeur absolue du débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des ...

FAUX - Le débit convectif du solvant dépend uniquement de la mobilité mécanique du solvant, de la surface utile d'échange et de la différence de pression.

$$J_f = -b_{H_2O} \times S \times \text{grad}(P)$$

✓ **Item C** → La valeur absolue du débit convectif du solvant dépend de la mobilité mécanique ...

VRAI - Cf. item B. Attention c'est bien la mobilité mécanique molaire du solvant, donc de l'eau, et non du soluté (logique vue qu'on parle de débit convectif du solvant).

✓ **Item D** → Le débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}), est proportionnel à la surface utile d'échange ...

VRAI - Cf. item B. Plus la surface utile d'échange est importante, plus il y aura passage transmembranaire de solvant.

✓ **Item E** → Le débit convectif du soluté S est égal au produit de J_{F,H_2O} et de la concentration ...

VRAI - C'est la formule $J_S = J_F \times C$.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 17

Soit un soluté ionique en solution biologique. Le solvant est l'eau. Une membrane non chargée et perméable à l'ion et au solvant sépare les deux compartiments (1 et 2) contenant cette solution, mais avec au départ une répartition inégale des concentrations C de cet ion de part et d'autre de la membrane (au départ : $C_1 > C_2$). Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. On considère la situation lorsque l'équilibre est atteint.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- B. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) est proportionnelle à la mobilité mécanique de l'ion
- C. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) est proportionnelle au logarithme népérien du rapport des concentrations (C_2/C_1) de part et d'autre de la membrane
- D. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) dépend de la température de la solution
- E. La relation de Nernst exprime la valeur de la différence de potentiel transmembranaire ($V_2 - V_1$) à l'équilibre

Question 17

✓ **Item A** → La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par ...

VRAI - On observe à la fois le phénomène de diffusion, due à la différence de concentration de part et d'autre de la membrane, mais aussi le phénomène de migration électrique car le soluté est un ion. On vous dit que l'équilibre est atteint : ça veut dire que la diffusion et la migration électrique s'annulent.

✗ **Item B** → La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) est proportionnelle à la mobilité mécanique de ...

FAUX - On a un équilibre entre diffusion et migration électrique, donc on peut écrire la relation de Nernst : $V_2 - V_1 = -\frac{RT}{zF} \times \ln\left(\frac{c_2}{c_1}\right)$. La mobilité mécanique de l'ion b_{ion} n'est pas exprimée.

✓ **Item C** → La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) est proportionnelle au logarithme népérien du ...

VRAI - Cf. Relation de Nernst de l'item B.

✓ **Item D** → La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) dépend de la température de la solution

VRAI - Cf. Relation de Nernst de l'item B, c'est la grandeur T.

✓ **Item E** → La relation de Nernst exprime la valeur de la différence de potentiel ...

VRAI - Cf. Item B.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 18

Parmi les propositions suivantes concernant l'équilibre de Starling au niveau des capillaires musculaires périphériques, en conditions normales, chez un sujet sain (pas d'anomalie de concentration plasmatique en protéines) et au repos (débit cardiaque normal et constant), laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique intravasculaire est supérieure à la pression oncotique
 B. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique intravasculaire est supérieure à la pression interstitielle
 C. La pression hydrostatique intravasculaire diminue du pôle artériel au pôle veineux du capillaire

D. La pression oncotique diminue du pôle artériel au pôle veineux du capillaire

E. Le volume de flux liquidien sortant au niveau du pôle artériel d'un capillaire périphérique donné est en moyenne globalement équivalent au volume de flux liquidien entrant au niveau de son pôle veineux

Question 18

✓ **Item A** → Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique intravasculaire est supérieure ...

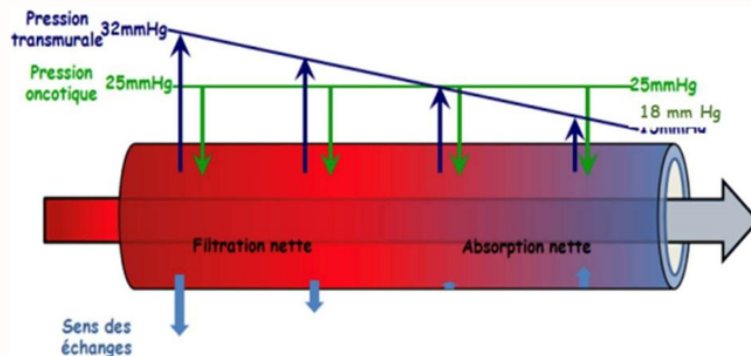
VRAI - Les pressions mises en jeu au niveau des capillaires sont la pression hydrostatique exercée par le liquide sur les parois, ce qui va entraîner sa sortie dans le compartiment interstitiel ; la pression oncotique exercée par les protéines dans le capillaire, qui va provoquer une entrée d'eau ; et la pression interstitielle exercée par le liquide interstitiel et qui engendre une entrée de liquide dans les capillaires. Or au niveau artériel des capillaires, on a une sortie de liquide vers le compartiment interstitiel, donc la pression hydrostatique est supérieure à la pression oncotique (et à la pression interstitielle).

✓ **Item B** → Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique intravasculaire est supérieure ...

VRAI - Cf. Correction de l'item A.

✓ **Item C** → La pression hydrostatique intravasculaire diminue du pôle artériel au pôle veineux ...

VRAI - Je vous remets le schéma du cours (la pression hydrostatique est en bleu)



La sortie de liquide du capillaire au pôle artériel va progressivement diminuer la pression hydrostatique intravasculaire.

✗ **Item D** → La pression oncotique diminue du pôle artériel au pôle veineux du capillaire

FAUX - Cf. Schéma de l'item C. Elle reste constante. En effet, puisque la quantité de protéines dans le capillaire ne change pas, que l'on soit au pôle artériel ou veineux, elle va exercer une même pression oncotique tout au long du capillaire.

✓ **Item E** → Le volume de flux liquidien sortant au niveau du pôle artériel d'un capillaire ...

VRAI - Tout ce qui sort au pôle artériel va majoritairement (90% à peu près) rentrer par le pôle veineux et le reste (10% à peu près) va rejoindre la circulation lymphatique pour ensuite retourner dans le circuit veineux.

Réponses vraies : A, B, C et E

Question 19

Un mélange tampon est réalisé avec deux solutions de concentrations identiques selon la répartition suivante : 2/3 volume de solution de bicarbonate de sodium et 1/3 volume de la solution d'acide carbonique. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

A. Le pH du système tampon est strictement supérieur à 6,1

B. Le pH du système tampon est strictement inférieur à 6,1

C. Le pH du système tampon est égal à 6,1

D. Il n'est pas possible de calculer le pH de ce système tampon

E. Le pH du système tampon est égal au pK

Question 19

? **Items A, B, C, D et E**

VRAI - Dans le tampon, on met un volume de solution de bicarbonate de sodium 2 fois plus grand que le volume de solution d'acide carbonique. On aura donc dans le tampon, une concentration en bicarbonate de sodium 2 fois plus grande que celle en acide carbonique. On peut écrire le rapport $\frac{[Base]}{[Acide]} = 2$. Avec la relation d'Henderson-Hasselbach, on peut calculer le pH du tampon : $pH = pKa + \log \frac{[Base]}{[Acide]} = 6,1 + \log(2) = 6,1 + 0,3 = 6,4$.

Réponse vraie : A

Question 20

Deux patients A et B ont le même pH sanguin : $pH = 7,15$. Leur trouble est métabolique pur non compensé. La concentration d'hémoglobine du patient A est normale, alors que celle du patient B est supérieure à la normale.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

A. La composante métabolique du patient A est plus basse que celle du patient B

B. La composante métabolique du patient A est plus haute que celle du patient B

C. Les composantes métaboliques des 2 patients sont égales à 24 mmoles/L

D. La PCO₂ du patient A est plus haute que celle du patient B

E. La PCO₂ du patient A est plus basse que celle du patient B

Question 20

✗ **Item A** → La composante métabolique du patient A est plus basse que celle du patient B
FAUX - Cf. item B.

✓ **Item B** → La composante métabolique du patient A est plus haute que celle du patient B

VRAI - Pour répondre à cette question, on va résonner avec l'équation de la droite tampon :
 $[CO_3H^-] = m + s(7,4 - pH) \iff m = [CO_3H^-] - s(7,4 - 7,15) = [CO_3H^-] - 0,25s$.

On note m la composante métabolique du patient A, m' la composante métabolique du patient B et on sait que $s = 8,2 + 1,56Hb$.

Le patient A a une concentration d'hémoglobine (Hb) normale et donc la pente de sa droite tampon $s \approx 30 \text{ mmoles/L} \cdot \text{unit pH}$. Le patient B a une concentration d'hémoglobine supérieure à la normale et donc la pente de sa droite tampon $s' > s$. Ainsi, on a : $0,25s' > 0,25s \iff -0,25s' < -0,25s \iff m' < m$.

✗ **Item C** → Les composantes métaboliques des 2 patients sont égales à 24 mmoles/L

FAUX - Les deux patients sont en acidose métabolique pure non compensée, donc : $pH = 7,15 < 7,4$ et leur composante métabolique m est inférieure à la normale ($< 24 \text{ mmol/L}$).

✗ **Item D** → La PCO2 du patient A est plus haute que celle du patient B

FAUX - Les deux patients sont en acidose métabolique pure non compensée, ce qui signifie que la PCO2 des deux patients reste égale à 40 mmHg.

✗ **Item E** → La PCO2 du patient A est plus basse que celle du patient B

FAUX - Cf. Item D.

Réponse vraie : B

Question 21

Un patient a un pH sanguin : $pH = 7,3$ et un taux de bicarbonate plasmatique égal à 26 mmoles/L. On considérera une pente de la droite tampon de valeur absolue : $30 \text{ mmoles/L} \cdot \text{unit pH}$.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire compensée
- B. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire pure

C. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte

- D. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure
- E. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose respiratoire pure

Question 21

✗ **Item A** → Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire compensée

FAUX - Cf. item C, la PCO2 est supérieure à la normale ($> 40 \text{ mmHg}$).

✗ **Item B** → Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire pure

FAUX - Cf. item C, m est anormale ($\neq 24 \text{ mmol/L}$).

✓ **Item C** → Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte

VRAI - Alors, on va y aller progressivement : Il s'agit déjà bien d'une acidose car le patient a un pH sanguin $< 7,4$.

Ensuite, on va calculer la PCO2 du patient :

$$[CO_3H^-] = a \cdot PCO_2 \cdot 10^{pH-pKa} \iff PCO_2 = \frac{[CO_3H^-]}{a \cdot 10^{pH-pKa}}$$

Pour rappel, $pKa(CO_3H_2/CO_3H^-) = 6,1$ et on a $[CO_3H^-] = 26 \text{ mmol/L}$. D'où :

$$PCO_2 = \frac{26}{0,03 \cdot 10^{7,3-6,1}} = \frac{26}{0,03 \cdot 10^{1,2}} \approx 54,7 \text{ mmHg}$$

La PCO2 du patient est donc supérieure à la normale ($> 40 \text{ mmHg}$) donc l'acidose a une cause respiratoire.

On cherche maintenant sa composante métabolique, à l'aide de l'équation de la droite tampon, en sachant que $s = 30 \text{ mmoles/L} \cdot \text{unit pH}$:

$$[CO_3H^-] = m + s(7,4 - pH) \iff m = [CO_3H^-] - s(7,4 - pH) = 26 - 30(7,4 - 7,3) = 23 \text{ mmol/L}$$

On a donc une composante métabolique m inférieure à la normale ($< 24 \text{ mmol/L}$). L'acidose a donc également une cause métabolique. Le patient est en acidose mixte.

✗ **Item D** → Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure

FAUX - Cf. item C, son pH est inférieur à la normale et la PCO2 est anormale ($\neq 40 \text{ mmHg}$).

✗ **Item E** → Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose respiratoire pure

FAUX - Cf. item C, son pH est inférieur à la normale et m est anormale ($\neq 24 \text{ mmol/L}$).

Réponse vraie : C

Question 22

Vous recevez aux urgences un patient comateux. Vous apprenez par l'interrogatoire de la famille que ce patient refuse de s'alimenter depuis plusieurs jours et qu'il a pris récemment une quantité importante de barbituriques. En considérant uniquement les raisonnements et les données qui vous ont été communiqués lors du cours de l'UE11, parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Ce patient sera en acidose respiratoire compensée
- B. Ce patient sera en alcalose respiratoire compensée
- C. Ce patient sera en acidose mixte
- D. Ce patient sera en alcalose métabolique pure
- E. Ce patient sera en acidose respiratoire pure

Question 22

? Items A, B, C, D et E

VRAI - La prise de barbituriques entraîne une dépression des centres respiratoires et donc une hypoventilation conduisant à une acidose respiratoire compensée ou non. Cependant, le jeûne peut conduire à une acidose métabolique compensée ou non. Le patient est en acidose mixte : elle a une cause respiratoire et une cause métabolique. De plus, une acidose peut être à l'origine d'un coma si elle n'est pas inversée.

Réponse vraie : C

Question 23

Parmi les propositions suivantes concernant le module de Young, laquelle ou lesquelles est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il est d'autant plus élevé que le corps est élastique
- B. Il peut s'appliquer à une macromolécule
- C. Il décrit la relation existante entre la variation de volume d'une artère et la température
- D. Il décrit la relation existante entre l'élasticité d'une artère et la température
- E. Il peut s'appliquer à un organe

Question 23

✗ **Item A** → Il est d'autant plus élevé que le corps est élastique

FAUX - Attention, le module de Young est inversement proportionnel à l'élasticité! Donc plus un corps est l'élastique, plus le module de Young sera bas 😊.

✓ **Item B** → Il peut s'appliquer à une macromolécule

VRAI - Right !!

✗ **Item C** → Il décrit la relation existante entre la variation de volume d'une artère et la ...

FAUX - Aucun rapport avec la température 😊. Je vous remets l'équation de la Loi de Hooke impliquant le module de Young : $F/S = \gamma \frac{\Delta L}{L_0} \iff \Delta L = \frac{1}{\gamma} L_0 \cdot F/S$, ce qui donne que le module de Young relie une variation de longueur à la tension (F/S) et la longueur initiale!

✗ **Item D** → Il décrit la relation existante entre l'élasticité d'une artère et la température

FAUX - Cf. item C.

✓ **Item E** → Il peut s'appliquer à un organe

VRAI - Il peut à la fois s'appliquer sur les éléments microscopiques et macroscopiques!

Réponses vraies : B et E

Question 24

Parmi les propositions suivantes concernant une artère, laquelle ou lesquelles est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La tension circonférentielle a un ordre de grandeur plus élevé que la contrainte de cisaillement
- B. La contrainte de cisaillement est minimale au contact des cellules endothéliales
- C. L'augmentation de la contrainte de cisaillement favorise la synthèse de médiateurs augmentant le rayon de l'artère
- D. Une diminution de la viscosité du sang diminue la contrainte de cisaillement
- E. L'augmentation de la vitesse du flux sanguin diminue la contrainte de cisaillement

Question 24

✗ **Item A** → La tension circonférentielle a un ordre de grandeur plus élevé que la contrainte de ...

Le tutorat ne se prononce pas sur la véracité de cette question 🧑 🧑 🧑.

✗ **Item B** → La contrainte de cisaillement est minimale au contact des cellules endothéliales

FAUX - C'est l'inverse! La contrainte de cisaillement est maximale au contact des cellules endothéliales! Il faut voir la contrainte de cisaillement comme des frottements 😊.

✓ **Item C** → L'augmentation de la contrainte de cisaillement favorise la synthèse de médiateurs ...

VRAI - Ouhii, c'est tout à fait ça! L'augmentation de la contrainte de cisaillement induit une vasodilatation médiée par une augmentation des médiateurs vasodilatateurs (NO et prostacycline) et une diminution des médiateurs vasoconstricteurs (endothéline).

✓ **Item D** → Une diminution de la viscosité du sang diminue la contrainte de cisaillement

VRAI - Truuue!! Je vous remets la formule de la contrainte de cisaillement $\tau = \eta \times \frac{\Delta v}{\Delta x}$. On voit bien que si la viscosité η diminue, la contrainte de cisaillement τ diminue aussi!

✗ **Item E** → L'augmentation de la vitesse du flux sanguin diminue la contrainte de cisaillement

FAUX - Si on reprend la formule $\tau = \eta \times \frac{\Delta v}{\Delta x}$ si on a une augmentation de la vitesse donc de $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ on a une augmentation de la contrainte de cisaillement!

Réponses vraies : C et D

Question 25

Un sujet normal présente au repos une pression artérielle moyenne de 100 mmHg, une fréquence cardiaque de 60 battements par minute et un volume de sang éjecté par chacun de ses ventricules à chaque battement de 70 mL.

À la suite d'un accident de la voie publique, il présente un choc hémorragique en rapport avec une perte de sang de 1 450 mL. Sa pression artérielle moyenne devient 80 mmHg, sa fréquence cardiaque de 120 battements par minute et son volume de sang éjecté par chacun de ses ventricules à chaque battement 40 mL.

Parmi les propositions suivantes, laquelle ou lesquelles est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Les rayons des artères fibro-élastiques soumises à ces changements vont augmenter
- B. Le travail cardiaque mesuré sur une minute augmente
- C. Les parois des artères fibro-élastiques risquent de s'affaisser à ce niveau de pression artérielle

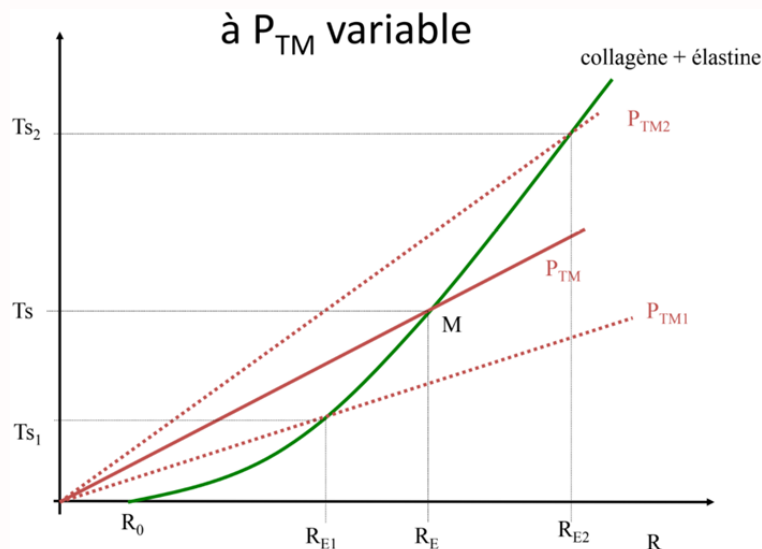
D. La durée de la phase de remplissage des ventricules se raccourcit

E. Le débit cardiaque mesuré sur une minute augmente

Question 25

✗ Item A → Les rayons des artères fibro-élastiques soumises à ces changements vont augmenter

FAUX - Attention, lors d'une hémorragie on a une baisse de la pression PTM. Or si on regarde le graphique du cours, une baisse de PTM induit une baisse du rayon du vaisseau (Cf. PTM1).



✗ Item B → Le travail cardiaque mesuré sur une minute augmente

VRAI - On a une situation où on compare les stats d'un individu avant/après un accident.

Avant : $Fc = 60$ bpm

— Pression moyenne artérielle : 100 mmHG

— VES : 70 mL

Après : $Fc = 120$ bpm

— Pression moyenne artérielle : 80 mmHg

— VES : 40 mL

L'item vous dit que le travail cardiaque sur une minute augmente car il est lié à la fréquence cardiaque mais dans le cours "Biophys des parois vasculaires" on a : $W = P \times dV$ pour UN cycle.

Si on applique la formule aux deux situations, on a :

Avant : $100 \times 70 \times 60 = 420000$

Après : $80 \times 40 \times 120 = 384000$

Le travail cardiaque sur une minute a donc diminué.

✗ Item C → Les parois des artères fibro-élastiques risquent de s'affaisser à ce niveau de pression ...

FAUX - La pression artérielle est comprise entre 80 - 120 mmHg donc à 80 mmHg les vaisseaux ne se collapsent pas encore !

✓ Item D → La durée de la phase de remplissage des ventricules se raccourcit

VRAI - Ouïii, c'est lié à la fréquence cardiaque ! Le cœur est la pompe du corps donc il va se remplir et éjecter ce qu'il contient. Si le cœur bat plus vite, ses phases de remplissages vont être plus courtes pour pouvoir éjecter le plus de fois possible le sang !

✓ Item E → Le débit cardiaque mesuré sur une minute augmente

VRAI - Le débit cardiaque représente le volume de sang éjecté par unité de temps. On vous dit qu'avant l'hémorragie, le sujet avait une $FC = 60$ bpm or il éjecte à chaque battement 70 mL donc sur une minute le débit est égal à $FC \times 70 = 60 \times 70 = 4200$ mL contre $120 \times 40 = 4800$ mL lors de l'hémorragie. Donc le débit cardiaque a bien augmenté !

Réponses vraies : D et E

SESSION 2 – 2020-2021



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2020-2021

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2020-2021
Durée de l'épreuve : 1h30
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 6 pages numérotées de 1 à 6 et comporte 25 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Les questions 1 à 6 se rapportent à l'énoncé suivant :

Les atomes d'iode $^{123}_{53}\text{I}$, $^{124}_{53}\text{I}$, $^{125}_{53}\text{I}$, et $^{131}_{53}\text{I}$, utilisés en biologie ou en médecine, sont radioactifs.

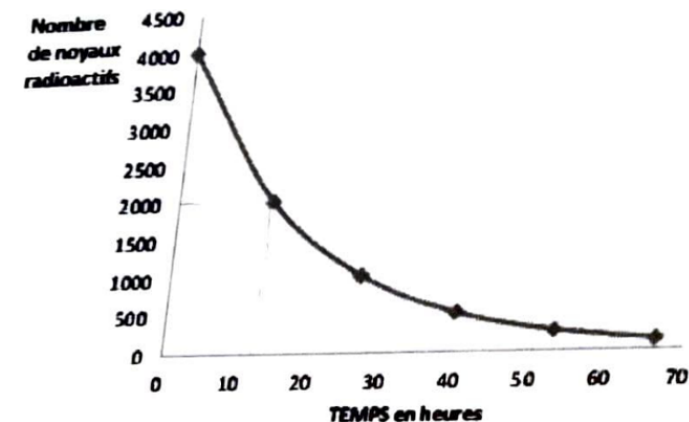
Question 1

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- Ces atomes d'iode sont des isomères
- Ces atomes d'iode sont des isotopes
- Ces atomes d'iode sont des isotones
- Ces atomes d'iode sont des isobares
- Ces atomes d'iode sont des isotopes

Question 2

La courbe ci-dessous représente la décroissance radioactive de l'iode 123.



Déduisez d'après cette courbe la demi-vie (ou période) radioactive T de l'iode 123 (une seule réponse exacte) :

- ≈ 110 minutes
- ≈ 6 h
- ≈ 13 h
- ≈ 35 h
- ≈ 8 jours

Question 3

L'iode 124 est un émetteur de positions qui transforme en tellure 124 stable.

On donne :

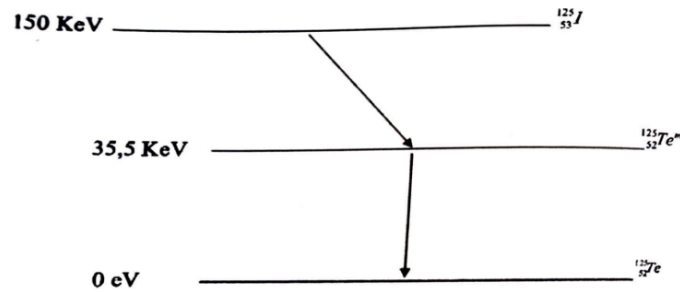
- Masse atomique de l'iode 124 = 123,9062099 u.m.a
- Masse atomique du tellure 124 = 123,9028170 u.m.a

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le numéro atomique du tellure 124 est 55
- B. L'énergie libérée lors de la transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 est supérieure à 1,02 MeV
- C. La transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une émission de neutrinos
- D. La transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une émission de photons gamma en coïncidence
- E. L'iode 124 peut également se transformer en tellure 124 par capture électronique

Question 4

Le schéma de désintégration de l'iode 125 est représenté ci-dessous :

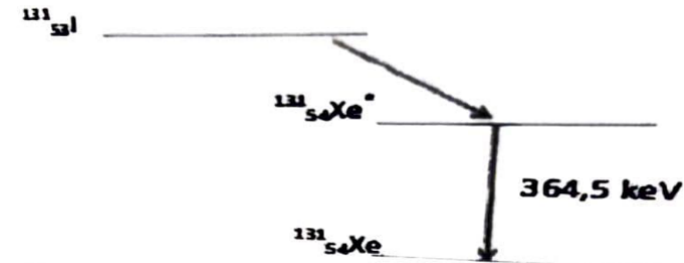


Quel(s) type(s) de transformation(s) radioactive(s) est (ou sont) représenté(s) sur ce schéma (une ou plusieurs réponses exactes) ?

- A. Transformation isomérique
- B. Transformation β^-
- C. Transformation β^+
- D. Capture électronique
- E. Émission α

Question 5

L'iode 131 se transforme en xénon 131 selon le schéma de désintégration suivant :



Parmi les rayonnements suivants, lequel (ou lesquels) est (ou sont) émis lors de la transformation de l'iode 131 en xénon 131 stable ?

- A. Électrons
- B. Positions
- C. Particules α
- D. Photons gamma
- E. Antineutrinos

Question 6

Quelle est l'énergie cinétique maximale des particules émises lors de la transformation de l'iode 131 en xénon métastable $^{131}_{54}\text{Xe}^*$? (Une seule réponse exacte)

On donne :

- Masse atomique de l'iode 131 = 130,9061246 u.m.a
- Masse atomique du xénon 131 stable = 130,9050824 u.m.a

- A. $\approx 364,5$ keV
- B. $\approx 511,0$ keV
- C. $\approx 566,7$ keV
- D. $\approx 606,3$ keV
- E. $\approx 970,8$ keV

Question 7

Le radium (période physique : 1620 ans) donne par transformation radioactive α le radon qui est un élément radioactif dont la période physique est de 4,2 jours.

Parmi les propositions suivantes, indiquez laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La filiation radioactive correspond à un équilibre de régime
- B. La filiation radioactive correspond à un équilibre séculaire
- C. À l'équilibre, la période radioactive du radon tendra vers 1620 ans
- D. À l'équilibre, l'activité radioactive du radon tendra vers celle du radium
- E. À l'équilibre, le nombre de noyaux de radon tendra celui du radium

Question 8

Exprimé en nombre de périodes radioactives (T), quel est le temps au bout duquel le nombre de noyaux radioactifs diminue d'un facteur 10 (une seule réponse vraie) ?

On donne : $\ln(2) = 0,693$ et $\ln(10) = 2,303$

- A. 1,1 T
- B. 2,5 T
- C. 3,3 T
- D. 5,5 T
- E. 10,3 T

Question 9

Concernant une source considérée comme ponctuelle de rayonnements électromagnétiques, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Les rayonnements ionisants sont définis par une énergie supérieure à 13,6 électron-volts (eV)
- B. Les photons gamma sont indirectement ionisants
- C. La fluence énergétique est inversement proportionnelle à la distance par rapport à la source
- D. La création de paires provient de l'interaction des photons avec un électron de la matière
- E. Le rayonnement de freinage provient de l'interaction des photons avec un noyau

Question 10

Concernant le coefficient massique d'atténuation des rayonnements électromagnétiques, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il a pour unité l'inverse d'une longueur
- B. Il dépend du numéro atomique du milieu absorbant
- C. Il dépend de l'énergie du rayonnement électromagnétique
- D. Il dépend de l'état du milieu absorbant
- E. Il dépend de la masse des particules incidentes

Question 11

Un radioélément (X) de période physique 2 jours émet des rayonnements α d'énergie $E = 4,5$ MeV qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de $45 \mu\text{m}$. On traite une tumeur de 500 g avec un radio-pharmaceutique (RPM) marqué avec cet émetteur X (RPM-X). On supposera que, après administration, la concentration radioactive est homogène dans la tumeur et que la radioactivité ne disparaît que par décroissance physique. On se propose de calculer la dose absorbée déposée au cours du temps dans cette tumeur après fixation instantanée d'une activité initiale de 16 MBq de RPM-X.

Parmi les propositions exactes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le transfert linéique d'énergie est compris dans l'intervalle $[3,5; 7,5] \text{ keV}/\mu\text{m}$
- B. Le nombre de noyaux radioactifs présents dans la tumeur sous forme de RPM-X est compris dans l'intervalle $[3,5; 4,5] \times 10^{12}$
- C. En supposant une énergie totale déposée dans la tumeur de 2,5 Joules, la dose absorbée sera comprise dans l'intervalle : $[7,5; 10,5] \text{ Gy}$
- D. La densité linéique d'ionisations de la particule α décroît rapidement tout au long de la trajectoire
- E. Huit jours après administration, l'activité fixée est comprise dans l'intervalle : $[2,4; 2,8] \text{ MBq}$

Question 12

Un échantillon de plasma assimilable à de l'eau contient une molécule radio-marquée avec un radioélément X. On constate que le parcours des particules émises est grossièrement rectiligne et d'environ $40 \mu\text{m}$ de longueur. L'analyse spectrométrique de cette substance radioactive montre que les particules sont toutes émises avec une énergie voisine de 6 MeV. L'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions (e^- , X^+) dans l'eau est de 50 eV pour ce radioélément.

On prendra : $\ln(2) - \ln(10) = -1,6$ et $\ln(2) = 0,70$

Parmi les propositions exactes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le radioélément X subit une transition bêta moins suivie d'une désexcitation nucléaire avec émission d'électrons de conversion d'environ 6 MeV
- B. Le transfert linéique d'énergie est compris dans l'intervalle $[160; 180] \text{ keV}/\mu\text{m}$
- C. La densité linéique d'ionisations est comprise dans l'intervalle $[2800; 3200]$ paires d'ions par μm
- D. Le ralentissement de la particule se fait principalement par interactions coulombiennes avec les noyaux du milieu traversé
- E. S'il reste 25% de l'activité dans l'échantillon initial au bout de 5 jours, la période physique de X est comprise dans l'intervalle $[1,8; 2,9]$ jours

Question 13

Une chercheuse en biologie moléculaire manipule de l'astate 211, un émetteur α de numéro atomique $Z = 85$. Pour se protéger du rayonnement, elle utilise un écran en plexiglas dont le pouvoir de ralentissement linéique total pour les particules α est de $150 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$. La chercheuse utilise une activité totale de 500 kBq pour ses expérimentations. Suite à une erreur de manipulation, elle ingère accidentellement 10% de cette activité qui se répartit immédiatement et de façon homogène dans tout l'organisme.

On donne les caractéristiques de l'astate 211 :

- Période physique : 7,2 heures
- Taux de désintégrations par transition α : 50%
- Énergie cinétique maximale de la particule α : 6 MeV
- Période biologique dans l'organisme entier : 20 jours
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'astate 211 subit une transition α vers le bismuth 207 ($Z = 83$)
- B. Un écran de plexiglas de 0,05 mm d'épaisseur permettrait de protéger totalement la chercheuse de l'exposition externe aux particules α
- C. L'énergie liée aux émissions α déposées dans l'organisme, immédiatement après la contamination, est comprise dans l'intervalle : $[0,9; 5,1] \times 10^{-8} \text{ J/s}$
- D. La période effective de l'astate 211 est comprise dans l'intervalle : $[6,5; 7,6]$ heures
- E. L'équation aux dimensions du pouvoir de ralentissement d'une particule α est $M \cdot L \cdot T^{-2}$

Question 14

On considère une solution biologique (solvant = eau) contenant un soluté donné S. Il s'agit du plasma qui est le composant liquide du sang dont on a extrait ici les cellules sanguines par centrifugation. Le plasma est constitué d'eau, de solutés minéraux (ions dissous, oligoéléments), de gaz dissous (O_2 , CO_2) et de solutés organiques (protéines, nutriments, déchets, hormones, etc.). Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La concentration molaire d'un soluté plasmatique donné est égale au nombre de moles du soluté divisé par le produit du nombre de moles du solvant (eau) par la masse molaire de l'eau
- B. La concentration pondérale de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution ($g \cdot L^{-1}$ ou g/L)
- C. La concentration molaire du soluté est égale au nombre de moles de S divisé par le volume de la solution
- D. La concentration molaire de S et sa concentration molale sont strictement équivalentes
- E. Si S est un ion comme le potassium (K^+), sa concentration plasmatique peut s'exprimer en mEq/L (milliéquivalents par litre)

Question 15

On s'intéresse aux forces de « résistance » qui interviennent lors d'un phénomène de diffusion passive d'un soluté en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques. Le soluté est une molécule de forme sphérique. Le solvant est l'eau. Concernant la mobilité molaire B_s du soluté, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. B_s est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- B. B_s augmente quand la viscosité du soluté augmente
- C. B_s est d'autant plus élevée que le diamètre de la molécule du soluté est grand
- D. B_s augmente lorsque la température de la solution biologique augmente significativement
- E. Si le soluté est un ion, B_s augmente quand la valence augmente

Question 16

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i (J_{ei}) en solution biologique au travers d'une membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A. La valeur absolue de J_{ei} est d'autant plus élevée que le gradient de potentiel électrique s'exerçant de part et d'autre de la membrane est important
- B. La valeur absolue de J_{ei} est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- C. La valeur absolue de J_{ei} dépend de l'importance de la surface d'échange utile de la membrane
- D. La valeur absolue de J_{ei} dépend de la concentration de la solution biologique en ions i
- E. Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est d'autant plus importante que la valence de l'ion i est élevée

Question 17

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, et dont on sait qu'il régit les échanges tissulaires (du côté artériel : apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire ; du côté veineux : extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. Dans certaines situations pathologiques, le phénomène entre en état de **DÉSÉQUILIBRE**. Il peut y avoir alors apparition d'œdèmes tissulaires liés à l'augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel.

Parmi les hypothèses suivantes, laquelle (ou lesquelles) peut (ou peuvent) expliquer l'apparition de tels œdèmes périphériques ?

- A. Une élévation de la pression veineuse en rapport avec une défaillance (insuffisance) cardiaque
- B. Un obstacle situé sur la circulation artérielle sus-jacente
- C. Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une altération de la fonction hépatique sévère responsable d'un déficit de la synthèse protéique
- D. Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une fuite protéique massive dans les urines survenant au cours d'un syndrome néphrotique
- E. Une altération de la membrane d'échange responsable d'une augmentation de la perméabilité membranaire du réseau capillaire (œdème lésionnel)

Question 18

On considère le phénomène du transport facilité du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire du côté où la concentration est la plus faible vers celui où elle est la plus forte
- B. Le transporteur du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (ou GLUT 1) est saturable
- C. Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le D-galactose et le D-mannose
- D. L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 nécessite une dépense d'énergie au niveau de la membrane cellulaire
- E. Le transport facilité du glucose est le seul mode de transport transmembranaire de glucose présent dans l'organisme normal

Question 19

On vous rapporte les faits suivants mais vous ne pouvez pas être certain de leur exactitude : Un patient A souffre d'une alcalose respiratoire pure. Un patient B présente la même valeur de pH mais a une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse. Les 2 patients ont la même PCO₂ et le même hématoците. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte
- B. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de compensation
- C. C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte
- D. Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématoците, le même pH, la même PCO₂ que le patient A et une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse que le patient A
- E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 20

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang pour le patient A est égale à 30 mmol/L/unité pH. Il souffre d'une acidose respiratoire pure et son pH est égal à 7,3. La valeur absolue de la pente de droite du sang pour le patient B est égale à 15 mmol/L/unité pH. Il souffre aussi d'une acidose respiratoire pure et son pH est aussi égal à 7,3.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. La valeur des bicarbonates du patient B est égale à la moitié de celle du patient A
- B. La valeur des bicarbonates du patient B est égale au double de celle du patient A
- C. La valeur des bicarbonates du patient B est inférieure à celle du patient A de 1,5 mmol/L
- D. La valeur des bicarbonates du patient B est supérieure à celle du patient A de 1,5 mmol/L
- E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 21

A la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin est fait chez un patient et les résultats sont les suivants : PCO₂ = 50 mmHg, Bicarbonates plasmatiques = 30 mmol/L.

Concernant son état-acido-basique, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose respiratoire totalement compensée
- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

FIN DU SUJET**Question 22**

On vous montre les résultats de gaz du sang d'un patient qui vient d'aggraver un diabète connu. Sa composante métabolique $m = 20$ mmol/L; son $pH = 7,2$; ses bicarbonates plasmatiques = 28 mmol/L. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est égale à 30 mmol/L/unité pH.

Concernant son état-acido-basique, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose respiratoire totalement compensée
- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 23

Concernant l'unité d'une tension superficielle, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

On donne : M désigne la masse, L la longueur, T le temps

- A. $M^2 \cdot T^{-2}$
- B. $M \cdot L \cdot T^{-2}$
- C. $M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$
- D. $M \cdot T^{-2}$
- E. $M \cdot L \cdot T$

Question 24

Parmi les paramètres suivants, lequel (ou lesquels) augmente (ou augmentent) la viscosité du sang ?

- A. La température
- B. La concentration en hémoglobine (hématocrite)
- C. La vitesse de circulation du sang
- D. La concentration en ion potassium
- E. La concentration en ion sodium

Question 25

Concernant le travail cardiaque, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il est plus important pour le ventricule gauche que le droit
- B. Il peut augmenter d'un facteur 6 à l'effort
- C. Il peut augmenter jusqu'à un facteur 10 à l'effort
- D. Son rendement est de l'ordre de 3% au repos
- E. Son rendement peut atteindre 30% à l'effort

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2020-2021

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2020-2021
Durée de l'épreuve : 1h30
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 13 pages numérotées de 1 à 13 et comporte 25 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : _____ UE (spé) : 11

Nom : _____
Prénom : _____
Numéro A2SUP : _____

		IDENTIFICATION																					
Numéro A2SUP	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle	M Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		M Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		J Unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		J Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Date de naissance (JJ/MM)										

1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C D E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

Les questions 1 à 6 se rapportent à l'énoncé suivant :

Les atomes d'iode $^{123}_{53}\text{I}$, $^{124}_{53}\text{I}$, $^{125}_{53}\text{I}$, et $^{131}_{53}\text{I}$, utilisés en biologie ou en médecine, sont radioactifs.

Question 1

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Ces atomes d'iode sont des isomères
- B. Ces atomes d'iode sont des isotopes
- C. Ces atomes d'iode sont des isotones
- D. Ces atomes d'iode sont des isobares

E. Ces atomes d'iode sont des isotopes

Question 1

? Items A, B, C, D et E

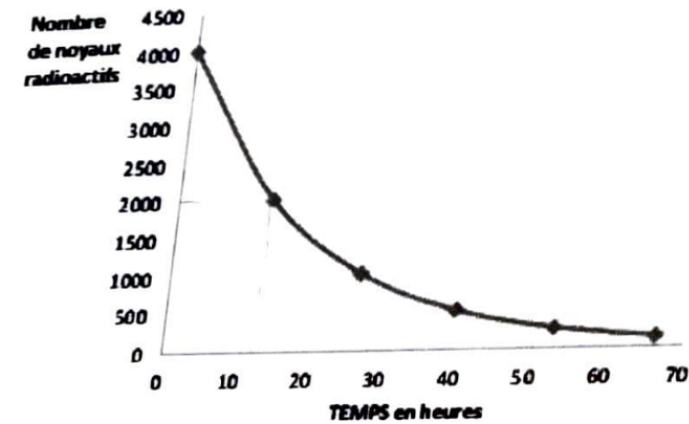
Ce sont des isotopes (E VRAI)! Rappels du cours :

- Isomères : se dit pour des transformations pour lesquels les noyaux père et fils ont les mêmes A et Z.
- Isotopes : ce n'est même pas dans votre cours on pouvait invalider l'item directement.
- Isotones : se dit pour des noyaux ayant un nombre de neutrons N identiques (pensez à isotoNes).
- Isobares : se dit pour des noyaux ayant un nombre de nucléons A identiques (pensez à isobAres).
- Isotopes : se dit pour des noyaux de même numéro atomique Z.

Réponse vraie : E

Question 2

La courbe ci-dessous représente la décroissance radioactive de l'iode 123.



Déduisez d'après cette courbe la demi-vie (ou période) radioactive T de l'iode 123 (une seule réponse exacte) :

- A. ≈ 110 minutes
- B. ≈ 6 h
- C. ≈ 13 h
- D. ≈ 35 h
- E. ≈ 8 jours

Question 2

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item C - Par définition, le temps de demi-vie est le temps nécessaire pour réduire notre quantité de noyaux d'un facteur 2. Graphiquement on voit qu'on a 4000 noyaux à $t = 0$ h et on remarque qu'on se situe entre 10h et 20h pour 2000 noyaux. La seule proposition dans cet intervalle étant 13h on valide l'item.

Réponse vraie : C

Question 3

L'iode 124 est un émetteur de positons qui transforme en tellure 124 stable.

On donne :

- Masse atomique de l'iode 124 = 123,9062099 u.m.a
- Masse atomique du tellure 124 = 123,9028170 u.m.a

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Le numéro atomique du tellure 124 est 55

B. L'énergie libérée lors de la transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 est supérieure à 1,02 MeV

C. La transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une émission de neutrinos

D. La transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une émission de photons gamma en coïncidence

E. L'iode 124 peut également se transformer en tellure 124 par capture électronique

Question 3

X Item A → Le numéro atomique du tellure 124 est 55

FAUX - On vous donne question 1 le numéro atomique de l'Iode $Z = 53$ et on vous dit que cet élément se désintègre par émission de positon donc émission β^+ . On en déduit donc que le numéro atomique du Tellure est de $Z = 52$.

✓ Item B → L'énergie libérée lors de la transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124...

VRAI - On vérifie la condition énergétique d'une β^+ : $[M_{at}(X) - M_{at}(Y)]c^2 > 2m_e c^2$. On rappelle les unités en rigueur des formules :

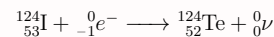
$$\underbrace{E}_{\text{MeV}} = \text{masse} \times c^2 = \text{masse}_{\text{u.m.a}} \times 931,5$$

On obtient $2m_e c^2 = 1,022 \text{ MeV}$

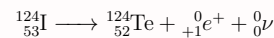
$$\begin{aligned} [M_{at}(X) - M_{at}(Y)]c^2 &= [123,9062099 - 123,9028170] \times 931,5 \\ &= 3,16048635 \text{ MeV} > 1,02 \text{ MeV} \end{aligned}$$

✓ Item C → La transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une ...

VRAI - Je vous mets l'équation de la capture électronique :



Et celle d'une réaction β^+ :



On remarque que dans les deux cas on produira un neutrino quel que soit la réaction privilégiée.

X Item D → La transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une ...

FAUX - Cf. C.

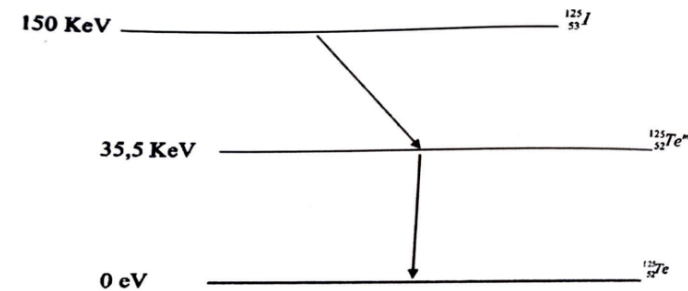
✓ Item E → L'iode 124 peut également se transformer en tellure 124 par capture électronique

VRAI - Les transformations β^+ et de capture électronique sont en compétition. Les conditions des deux transformations étant vérifiées (Cf. B), les deux réactions sont possibles.

Réponses vraies : B, C et E

Question 4

Le schéma de désintégration de l'iode 125 est représenté ci-dessous :



Quel(s) type(s) de transformation(s) radioactive(s) est (ou sont) représenté(s) sur ce schéma (une ou plusieurs réponses exactes) ?

A. Transformation isomérique

- B. Transformation β^-
- C. Transformation β^+

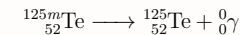
D. Capture électronique

E. Émission α

Question 4

✓ Item A → Transformation isomérique

VRAI - La 2e réaction est un passage du Tellure métastable au Tellure stable par transformation dite isomérique, le nombre de protons et neutrons étant invariant.



X Item B → Transformation β^-

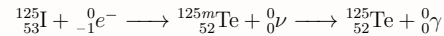
FAUX - Cf. D.

X Item C → Transformation β^+

FAUX - Cf. D.

✓ **Item D** → Capture électronique

VRAI - Ici, on a une perte d'un proton et un nombre de nucléons qui ne change pas soit une réaction isobarique (A invariant). Il peut s'agir d'une capture électronique auquel cas l'équation de réaction serait la suivante :



Pour qu'il puisse s'agir d'une β^+ il faut vérifier la condition suivante : la différence d'énergie de masse entre les noyaux pères et fils doit être supérieure ou égale à 1,022 MeV :

$$[M_{at}(X) - M_{at}(Y)]c^2 > 1,022 \text{ MeV}$$

Or, la particule libérée a une énergie de :

$$150 - 35,5 = 114,5 \text{ keV} < 1022 \text{ keV}$$

Ici il ne peut pas s'agir d'une transition β^+ car les conditions ne sont pas respectées, ce sera forcément une capture électronique.

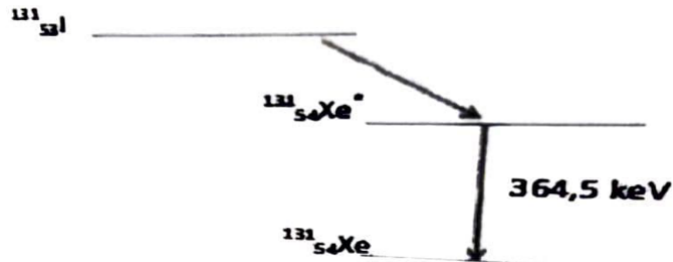
✗ **Item E** → Émission α

FAUX - Cf. D.

Réponses vraies : A et D

Question 5

L'iode 131 se transforme en xénon 131 selon le schéma de désintégration suivant :



Parmi les rayonnements suivants, lequel (ou lesquels) est (ou sont) émis lors de la transformation de l'iode 131 en xénon 131 stable ?

A. Électrons

B. Positons

C. Particules α

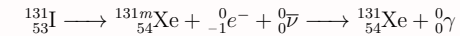
D. Photons gamma

E. Antineutrinos

Question 5

? **Items A, B, C, D et E**

Les items vrais sont les items A, D et E - Ici, on assiste à une perte de neutron pour un gain de proton, on en déduit l'expression de cette réaction β^- :



Il y aura donc émission d'un antineutrino et d'un électron dans un premier temps. Puis d'un photon gamma de désexcitation d'un second temps.

Réponses vraies : A, D et E

Question 6

Quelle est l'énergie cinétique maximale des particules émises lors de la transformation de l'iode 131 en xénon métastable ${}^{131m}_{54}\text{Xe}^*$? (Une seule réponse exacte)

On donne :

— Masse atomique de l'iode 131 = 130,9061246 u.m.a

— Masse atomique du xénon 131 stable = 130,9050824 u.m.a

A. $\approx 364,5 \text{ keV}$

B. $\approx 511,0 \text{ keV}$

C. $\approx 566,7 \text{ keV}$

D. $\approx 606,3 \text{ keV}$

E. $\approx 970,8 \text{ keV}$

Question 6

? **Items A, B, C, D et E**

on cherche l'énergie cinétique du Xénon métastable. Afin de la trouver, il faut commencer par la calculer l'énergie cinétique du Xénon stable, puis soustraire au résultat trouvé l'énergie de la transformation du Xénon métastable en Xénon stable. On a donc :

$$[M_{at}(X) - M_{at}(Y)]c^2 = [130,9061246 - 130,9050824] \times 931,5 \\ = 0,9708093 \text{ MeV} = 970,8 \text{ keV}$$

Puis,

$$970,8 \text{ keV} - 364,5 \text{ keV} = 606,3 \text{ keV}$$

Réponse vraie : D

Question 7

Le radium (période physique : 1620 ans) donne par transformation radioactive α le radon qui est un élément radioactif dont la période physique est de 4,2 jours. Parmi les propositions suivantes, indiquez laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. La filiation radioactive correspond à un équilibre de régime

B. La filiation radioactive correspond à un équilibre séculaire

C. À l'équilibre, la période radioactive du radon tendra vers 1620 ans

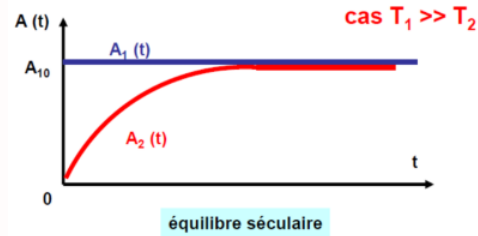
D. À l'équilibre, l'activité radioactive du radon tendra vers celle du radium

E. À l'équilibre, le nombre de noyaux de radon tendra celui du radium

Question 7

? Items A, B, D et E

Les items vrais sont les items B, D et E - Soient T_1 la période radioactive du Radium, et T_2 celle du Radon. On a $T_1 \gg T_2$ donc on est dans le cas d'un équilibre séculaire. Dans ce cas précis, l'activité et le nombre de noyaux du radon vont tendre vers ceux du radium. Je vous remets le graphique du cours pour que ça soit plus visuel :



X **Item C** → À l'équilibre, la période radioactive du radon tendra vers 1620 ans

FAUX - Le radon continuera de se désintégrer selon sa propre période (Cf. B).

Réponses vraies : B et D

Question 8

Exprimé en nombre de périodes radioactives (T), quel est le temps au bout duquel le nombre de noyaux radioactifs diminue d'un facteur 10 (une seule réponse vraie) ?

On donne : $\ln(2) = 0,693$ et $\ln(10) = 2,303$

A. 1,1 T

B. 2,5 T

C. 3,3 T

D. 5,5 T

E. 10,3 T

Question 8

? Items A, B, C, D et E

L'item vrai est l'item C - Raisonnons mathématiquement, on va partir de la formule du cours que vous pouvez démontrer :

$$N(t) = \frac{N_0}{2^{-t/T}}$$

Or, ici on cherche un facteur de décroissance tel qu'il soit égale à 10. Cela revient à résoudre :

$$\begin{aligned} 2^{t/T} &= 10 \\ \Leftrightarrow \ln(2^{t/T}) &= \ln(10) \\ \Leftrightarrow \frac{t}{T} \ln(2) &= \ln(10) \\ \Leftrightarrow t &= \frac{\ln(10)}{\ln(2)} T \\ &= \frac{2,303}{0,693} T \\ &= 3,323T \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Question 9

Concernant une source considérée comme ponctuelle de rayonnements électromagnétiques, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

A. Les rayonnements ionisants sont définis par une énergie supérieure à 13,6 électronvolts (eV)

B. Les photons gamma sont indirectement ionisants

C. La fluence énergétique est inversement proportionnelle à la distance par rapport à la source

D. La création de paires provient de l'interaction des photons avec un électron de la matière

E. Le rayonnement de freinage provient de l'interaction des photons avec un noyau

Question 9

✓ **Item A** → Les rayonnements ionisants sont définis par une énergie supérieure à 13,6 électron- ...

VRAI - C'est la définition du cours.

✓ **Item B** → Les photons gamma sont indirectement ionisants

VRAI - Encore du cours. Les photons gamma vont être à l'origine d'un rayonnement secondaire de particules chargées qui vont à leur tour provoquer une série d'ionisations.

X **Item C** → La fluence énergétique est inversement proportionnelle à la distance par rapport à ...

FAUX - « Dans le vide, la fluence énergétique, décroît comme le carré de la distance ». Je vous remets la formule qui le démontre :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{\omega d_2^2}{\omega d_1^2} = \left[\frac{d_2}{d_1} \right]^2$$

✗ Item D → La création de paires provient de l'interaction des photons avec un électron de la ...

FAUX - La création de paires provient de l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau. La conséquence sera la matérialisation d'un électron et d'un positon.

✗ Item E → Le rayonnement de freinage provient de l'interaction des photons avec un noyau

FAUX - Les rayonnements de freinage impliquent une interaction électron-noyau et non des photons.

Réponses vraies : A et B

Question 10

Concernant le coefficient massique d'atténuation des rayonnements électromagnétiques, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il a pour unité l'inverse d'une longueur
- B. Il dépend du numéro atomique du milieu absorbant

C. Il dépend de l'énergie du rayonnement électromagnétique

- D. Il dépend de l'état du milieu absorbant
- E. Il dépend de la masse des particules incidentes

Question 10

✗ Item A → Il a pour unité l'inverse d'une longueur

FAUX - Il s'exprime en cm^2/g .

? Items B, C, D et E

L'item vrai est l'item C - Le coef massique d'atténuation ne dépend pas de l'état du milieu mais de l'énergie du rayonnement électromagnétique. On le note $\mu\rho$.

Réponse vraie : C

Question 11

Un radioélément (X) de période physique 2 jours émet des rayonnements α d'énergie $E = 4,5 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de $45 \mu\text{m}$. On traite une tumeur de 500 g avec un radio-pharmaceutique (RPM) marqué avec cet émetteur X (RPM-X). On supposera que, après administration, la concentration radioactive est homogène dans la tumeur et que la radioactivité ne disparaît que par décroissance physique. On se propose de calculer la dose absorbée déposée au cours du temps dans cette tumeur après fixation instantanée d'une activité initiale de 16 MBq de RPM-X.

Parmi les propositions exactes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Le transfert linéique d'énergie est compris dans l'intervalle $[3,5; 7,5] \text{ keV}/\mu\text{m}$

B. Le nombre de noyaux radioactifs présents dans la tumeur sous forme de RPM-X est compris dans l'intervalle $[3,5; 4,5] \times 10^{12}$

C. En supposant une énergie totale déposée dans la tumeur de 2,5 Joules, la dose absorbée sera comprise dans l'intervalle : $[7,5; 10,5] \text{ Gy}$

D. La densité linéique d'ionisations de la particule α décroît rapidement tout au long de la trajectoire

E. Huit jours après administration, l'activité fixée est comprise dans l'intervalle : $[2,4; 2,8] \text{ MBq}$

Question 11

✗ Item A → Le transfert linéique d'énergie est compris dans l'intervalle $[3,5; 7,5] \text{ keV}/\mu\text{m}$

FAUX - $TLE = \frac{E}{\text{Parcours maximal}} = \frac{4,5}{45} \text{ MeV}/\mu\text{m} = \frac{45 \times 10^2}{45} = 100 \text{ keV}/\mu\text{m}$.

✓ Item B → Le nombre de noyaux radioactifs présents dans la tumeur sous forme de RPM-X est ...

VRAI - $A = \lambda N = \frac{\ln(2)}{T} \times N \iff N = \frac{AT}{\ln(2)} = \frac{16 \times 10^6 \times 2 \times 3600 \times 24}{0,7} \approx 4 \times 10^{12}$.

✗ Item C → En supposant une énergie totale déposée dans la tumeur de 2,5 Joules, la dose ...

FAUX - $DA = \frac{E_{\text{déposée}}}{m_{\text{tumeur}}} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ Gy}$.

✗ Item D → La densité linéique d'ionisations de la particule α décroît rapidement tout au long ...

FAUX - Il faut se souvenir que la particule α libère une grande partie de son énergie sous forme un bouquet d'ionisation ! Donc à ce moment on a une explosion de la DLI 😊.

✗ Item E → Huit jours après administration, l'activité fixée est comprise dans l'intervalle : ...

FAUX - $A_{\text{fixée à } 8\text{J}} = \frac{A_{\text{initial}}}{2^{N_{\text{demi-vie}}}}$. En 8 jours, il y a eu 4 demi-vies, soit $A_{\text{fixée après } 8\text{J}} = \frac{16}{2^4} = 1 \text{ MBq}$.

Réponse vraie : B

Question 12

Un échantillon de plasma assimilable à de l'eau contient une molécule radio-marquée avec un radioélément X. On constate que le parcours des particules émises est grossièrement rectiligne et d'environ $40 \mu\text{m}$ de longueur. L'analyse spectrométrique de cette substance radioactive montre que les particules sont toutes émises avec une énergie voisine de 6 MeV. L'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions (e^- , X^+) dans l'eau est de 50 eV pour ce radioélément.

On prendra : $\ln(2) - \ln(10) = -1,6$ et $\ln(2) = 0,70$

Parmi les propositions exactes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Le radioélément X subit une transition bêta moins suivie d'une désexcitation nucléaire avec émission d'électrons de conversion d'environ 6 MeV

B. Le transfert linéique d'énergie est compris dans l'intervalle $[160; 180] \text{ keV}/\mu\text{m}$

C. La densité linéique d'ionisations est comprise dans l'intervalle $[2800; 3200]$ paires d'ions par μm

D. Le ralentissement de la particule se fait principalement par interactions coulombiennes avec les noyaux du milieu traversé

E. S'il reste 25% de l'activité dans l'échantillon initial au bout de 5 jours, la période physique de X est comprise dans l'intervalle $[1,8; 2,9]$ jours

Question 12

X Item A → Le radioélément X subit une transition bêta moins suivie d'une désexcitation ...

FAUX - Attention, dans l'énoncé on vous dit que la particule émise a un parcours à peu près rectiligne. C'est donc une particule α car les particules légères comme β^+ ou β^- ont leur trajectoire déviée 😊.

X Item B → Le transfert linéique d'énergie est compris dans l'intervalle $[160; 180] \text{ keV}/\mu\text{m}$

FAUX - $TLE = \frac{\text{Energie émise}}{\text{Distance parcourue}} = \frac{6}{40} \text{ MeV}/\mu\text{m} = \frac{60 \times 10^2}{40} = 150 \text{ keV}/\mu\text{m}$.

✓ Item C → La densité linéique d'ionisations est comprise dans l'intervalle $[2800; 3200]$ paires ...

VRAI - $DLI = \frac{TLE}{W}$, c'est-à-dire que la densité linéique d'ionisation est égale au rapport du transfert linéique d'énergie par l'énergie moyenne par ionisation. Soit $DLI = \frac{150000}{50} = 3000$ paires d'ions par μm .

X Item D → Le ralentissement de la particule se fait principalement par interactions ...

FAUX - On a déterminé à l'item A que c'était une particule α . Donc son ralentissement se fait majoritairement par collision 😊.

✓ Item E → S'il reste 25% de l'activité dans l'échantillon initial au bout de 5 jours, la période ...

VRAI - S'il reste 25% de l'activité au bout de 5 jours, c'est qu'on aura divisé l'activité initiale par 4, soit par 2^2 et que 2 périodes physiques se seront donc écoulées. Si on a 2 périodes en 5 jours, alors on en a une en 2,5 jours.

Réponses vraies : C et E

Question 13

Une chercheuse en biologie moléculaire manipule de l'astate 211, un émetteur α de numéro atomique $Z = 85$. Pour se protéger du rayonnement, elle utilise un écran en plexiglas dont le pouvoir de ralentissement linéique total pour les particules α est de $150 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$. La chercheuse utilise une activité totale de 500 kBq pour ses expérimentations. Suite à une erreur de manipulation, elle ingère accidentellement 10% de cette activité qui se répartit immédiatement et de façon homogène dans tout l'organisme.

On donne les caractéristiques de l'astate 211 :

— Période physique : 7,2 heures

— Taux de désintégrations par transition α : 50%

— Énergie cinétique maximale de la particule α : 6 MeV

— Période biologique dans l'organisme entier : 20 jours

— $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. L'astate 211 subit une transition α vers le bismuth 207 ($Z = 83$)

B. Un écran de plexiglas de 0,05 mm d'épaisseur permettrait de protéger totalement la chercheuse de l'exposition externe aux particules α

C. L'énergie liée aux émissions α déposées dans l'organisme, immédiatement après la contamination, est comprise dans l'intervalle : $[0,9; 5,1] \times 10^{-8} \text{ J/s}$

D. La période effective de l'astate 211 est comprise dans l'intervalle : $[6,5; 7,6]$ heures

E. L'équation aux dimensions du pouvoir de ralentissement d'une particule α est $M \cdot L \cdot T^{-2}$

Question 13

✓ Item A → L'astate 211 subit une transition α vers le bismuth 207 ($Z = 83$)

VRAI - Je vous rappelle la formule générale de la transition alpha (la particule α étant un noyau d'hélium) :

L'astate 211 perd donc 4 nucléons (A) et 2 protons (Z) pour donner un élément fils avec 4 nucléons et 2 protons de moins, soit $211 - 4 = 207$ nucléons et $85 - 2 = 83$ protons. C'est donc bien le bismuth.

X Item B → Un écran de plexiglas de 0,05 mm d'épaisseur permettrait de protéger totalement la ...

FAUX - Alors, pour répondre à cette question, il faut comprendre qu'on veut atténuer par l'épaisseur du plexiglas tous les rayonnements α sortis par accident à savoir 10% de l'activité totale. Et on peut faire ça avec le pouvoir de ralentissement linéique $S = \frac{\text{Energie}}{\text{Distance}}$ (et oui les unités aident!) $\iff d = \frac{\text{Energie}}{S}$. Donc il ne reste plus qu'à déterminer l'énergie 😊.

D'abord, l'activité ingérée par la chercheuse est de 50 kBq (10% de 500 kBq). Or une activité c'est le nombre de désintégrations par seconde donc pour 50 kBq cela correspond à une énergie de $50 \times 10^3 \times 6 \times 10^6 = 300 \times 10^9 \text{ eV}$ avec une $E_\alpha = 6 \text{ MeV}$. Ainsi, $d = \frac{300 \times 10^9}{150 \times 10^3} = 2 \times 10^6 \mu\text{m} = 2 \text{ m}$. Or, on nous dit aussi que le taux de désintégration par transition α est de 50%, donc on doit diviser notre résultat par 2! Par conséquent, cela nous fait 1m. (Faites bien attention à toutes les données qu'on vous donne 😊. Vous allez y arriver!!!)

✓ **Item C** → L'énergie liée aux émissions α déposées dans l'organisme, immédiatement après la ...

VRAI - C'est aussi un raisonnement un peu long mais qui rejoint l'item B;). Donc la chercheuse a ingéré 50 kBq mais dont seulement la moitié sera "effective" (taux de désintégration à 50%). Donc en réalité, elle sera exposée à 25 kBq (désintégration/seconde). On n'oublie pas de convertir l'énergie en Joules ce qui nous donne : $25 \times 10^3 \times 6 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 2,4 \times 10^{-8} \text{ J/s}$.

✓ **Item D** → La période effective de l'astate 211 est comprise dans l'intervalle : [6,5; 7,6] heures

VRAI - On a $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{phy}} + \frac{1}{T_{bio}}$. Or la composante biologique ($\frac{1}{480}$ avec $T_{bio} = 20$ jours = 480 heures) est négligeable face à la composante physique ($\frac{1}{T_{phy}} = 7,2h$). On peut donc dire que $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{phy}}$ donc que $T_{eff} = T_{phy} = 7,2h$.

✓ **Item E** → L'équation aux dimensions du pouvoir de ralentissement d'une particule α est $M \cdot \dots$

VRAI - On a le pouvoir de ralentissement qui s'exprime en $\text{kV}/\mu\text{m}$, donc une énergie sur une distance. Or, une énergie (souvenez-vous de la physique, avec, par exemple, $E_c = 1/2mv^2$) s'exprime en $M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$ ($M =$ Masse, $L =$ Longueur et $T =$ Temps). On divise par une longueur et on a donc bien des $M \cdot L \cdot T^{-2}$.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 14

On considère une solution biologique (solvant = eau) contenant un soluté donné S. Il s'agit du plasma qui est le composant liquide du sang dont on a extrait ici les cellules sanguines par centrifugation. Le plasma est constitué d'eau, de solutés minéraux (ions dissous, oligoéléments), de gaz dissous (O_2 , CO_2) et de solutés organiques (protéines, nutriments, déchets, hormones, etc.). Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La concentration molaire d'un soluté plasmatique donné est égale au nombre de moles du soluté divisé par le produit du nombre de moles du solvant (eau) par la masse molaire de l'eau
- B. La concentration pondérale de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution ($g \cdot L^{-1}$ ou g/L)
- C. La concentration molaire du soluté est égale au nombre de moles de S divisé par le volume de la solution
- D. La concentration molaire de S et sa concentration molale sont strictement équivalentes

E. Si S est un ion comme le potassium (K^+), sa concentration plasmatique peut s'exprimer en mEq/L (milliéquivalents par litre)

Question 14

✓ **Item A** → La concentration molaire d'un soluté plasmatique donné est égale au nombre de ...

VRAI - $C_{\text{molaire}} = \frac{n_s}{m_{H_2O}}$ et $m_{H_2O} = n_{H_2O} \times M_{H_2O}$.

✓ **Item B** → La concentration pondérale de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution ...

VRAI - C'est la masse de soluté par unité de volume de solution.

✓ **Item C** → La concentration molaire du soluté est égale au nombre de moles de S divisé par le ...

VRAI - C'est ça! Attention à ne pas confondre avec la concentration molale qui correspond au nombre de moles de S par masse de SOLVANT!

✗ **Item D** → La concentration molaire de S et sa concentration molale sont strictement équivalentes

FAUX - Le volume de solution n'est pas équivalent à la masse de solvant.

✓ **Item E** → Si S est un ion comme le potassium (K^+), sa concentration plasmatique peut ...

VRAI - Les concentrations équivalentes ne concernent que les électrolytes, ce qui est le cas ici.

Réponses vraies : A, B, C et E

Question 15

On s'intéresse aux forces de « résistance » qui interviennent lors d'un phénomène de diffusion passive d'un soluté en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques. Le soluté est une molécule de forme sphérique. Le solvant est l'eau. Concernant la mobilité molaire B_s du soluté, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. B_s est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- B. B_s augmente quand la viscosité du soluté augmente

- C. B_s est d'autant plus élevée que le diamètre de la molécule du soluté est grand
- D. B_s augmente lorsque la température de la solution biologique augmente significativement
- E. Si le soluté est un ion, B_s augmente quand la valence augmente

Question 15

✓ **Item A** → B_s est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire

VRAI - C'est sa définition! $B_s = 1/f$ avec $f = 6\pi\eta r$.

✓ **Item B** → B_s augmente quand la viscosité du soluté augmente

FAUX - La viscosité η se retrouve au dénominateur, donc quand la viscosité augmente, B_s diminue.

✗ **Item C** → B_s est d'autant plus élevée que le diamètre de la molécule du soluté est grand

FAUX - Même raisonnement que pour l'item B, r est au dénominateur.

✗ **Item D** → B_s augmente lorsque la température de la solution biologique augmente ...

VRAI - Une augmentation de température diminue la viscosité du soluté, ce qui augmente sa mobilité.

✗ **Item E** → Si le soluté est un ion, B_s augmente quand la valence augmente

FAUX - C'est un leurre rustique comme dirait le prof 😊 La valence de l'ion n'est pas impliquée dans sa mobilité.

Réponses vraies : A et B

Question 16

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i (J_{ei}) en solution biologique au travers d'une membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A. La valeur absolue de J_{ei} est d'autant plus élevée que le gradient de potentiel électrique s'exerçant de part et d'autre de la membrane est important
- B. La valeur absolue de J_{ei} est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- C. La valeur absolue de J_{ei} dépend de l'importance de la surface d'échange utile de la membrane
- D. La valeur absolue de J_{ei} dépend de la concentration de la solution biologique en ions i
- E. Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est d'autant plus importante que la valence de l'ion i est élevée

Question 16

✓ **Item A** → La valeur absolue de J_{ei} est d'autant plus élevée que le gradient de potentiel ...

VRAI - Je vous rappelle la formule du débit molaire électrique d'un ion i : $J_{ei} = -z_i F b_i S c_i \text{grad}(V)$. En valeur absolue, on a $|J_{ei}| = z_i F b_i S c_i \text{grad}(V)$, donc plus le gradient de potentiel électrique ($\text{grad}(V)$) est grand, plus le débit est important.

✗ **Item B** → La valeur absolue de J_{ei} est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau

FAUX - Cf. Formule dans la correction de l'item A, c'est la mobilité mécanique molaire du soluté. Or, dans notre situation l'eau est le solvant.

✓ **Item C** → La valeur absolue de J_{ei} dépend de l'importance de la surface d'échange utile de la ...

VRAI - Cf. Formule dans la correction de l'item A, c'est la grandeur S .

✓ **Item D** → La valeur absolue de J_{ei} dépend de la concentration de la solution biologique en ions i

VRAI - Cf. Formule dans la correction de l'item A, c'est la grandeur c_i .

✓ **Item E** → Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est ...

VRAI - $I = ZFJ$ avec Z la valence.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 17

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, et dont on sait qu'il régit les échanges tissulaires (du côté artériel : apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire ; du côté veineux : extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. Dans certaines situations pathologiques, le phénomène entre en état de DÉSEQUILIBRE. Il peut y avoir alors apparition d'œdèmes tissulaires liés à l'augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel. Parmi les hypothèses suivantes, laquelle (ou lesquelles) peut (ou peuvent) expliquer l'apparition de tels œdèmes périphériques ?

- A. Une élévation de la pression veineuse en rapport avec une défaillance (insuffisance) cardiaque
- B. Un obstacle situé sur la circulation artérielle sus-jacente
- C. Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une altération de la fonction hépatique sévère responsable d'un déficit de la synthèse protéique
- D. Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une fuite protéique massive dans les urines survenant au cours d'un syndrome néphrotique
- E. Une altération de la membrane d'échange responsable d'une augmentation de la perméabilité membranaire du réseau capillaire (œdème lésionnel)

Question 17

✓ **Item A** → Une élévation de la pression veineuse en rapport avec une défaillance (insuffisance) ...

VRAI - Une élévation de la pression veineuse diminue la réabsorption de liquide vers les capillaires, donc il y a une accumulation de liquide dans le compartiment interstitiel.

✗ **Item B** → Un obstacle situé sur la circulation artérielle sus-jacente

FAUX - Un obstacle dans la circulation artérielle provoque une diminution de la sortie de liquide vers le compartiment interstitiel.

✓ **Item C** → Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une altération de la fonction ...

VRAI - Si vous avez moins de protéines dans votre sang, la pression oncotique sera moins importante, donc la sortie d'eau dans le pôle artériel des capillaires sera plus grande et l'entrée d'eau dans le pôle veineux sera moins importante.

✓ **Item D** → Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une fuite protéique massive ...

VRAI - Même raisonnement que pour l'item C.

✓ **Item E** → Une altération de la membrane d'échange responsable d'une augmentation de la ...

VRAI - Si la membrane est plus perméable, plus de liquide du capillaire ira dans l'interstitium. Cette augmentation de perméabilité peut être due à une lésion membranaire d'origine toxique ou infectieuse.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 18

On considère le phénomène du transport facilité du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire du côté où la concentration est la plus faible vers celui où elle est la plus forte
- B. Le transporteur du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (ou GLUT 1) est saturable**
- C. Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le D-galactose et le D-mannose**
- D. L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 nécessite une dépense d'énergie au niveau de la membrane cellulaire
- E. Le transport facilité du glucose est le seul mode de transport transmembranaire de glucose présent dans l'organisme normal

Question 18

✗ Item A → *Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire ...*

FAUX - Le transport facilité du glucose se fait selon son gradient de concentration donc du côté où sa concentration est la plus forte vers là où elle est la plus faible.

✓ Item B → *Le transporteur du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du ...*

VRAI - GLUT1 permet la diffusion facilitée du glucose, et les canaux de diffusion facilitée sont saturables.

✓ Item C → *Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour ...*

VRAI - Elle est aussi moins efficace pour le L-glucose.

✗ Item D → *L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 nécessite une dépense ...*

FAUX - La diffusion facilitée ne nécessite pas d'énergie!

✗ Item E → *Le transport facilité du glucose est le seul mode de transport transmembranaire de ...*

FAUX - On n'oublie pas le beau et le grand SGLT aka le symport Na⁺/Glucose, qui est un transport actif (secondaire)!

Réponses vraies : B et C

Question 19

On vous rapporte les faits suivants mais vous ne pouvez pas être certain de leur exactitude : Un patient A souffre d'une alcalose respiratoire pure. Un patient B présente la même valeur de pH mais a une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse. Les 2 patients ont la même PCO₂ et le même hématoците. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte
- B. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de compensation
- C. C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte

D. Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématoците, le même pH, la même PCO₂ que le patient A et une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse que le patient A

E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 19

✗ Item A → *C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte*

S'il était en alcalose mixte, sa valeur de bicarbonates serait plus élevée que celle du patient A.

✗ Item C → *C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte*

On pouvait aussi éliminer cet item en se disant que comme les patients A et B ont le même pH et que le patient A est en alcalose, le pH est forcément supérieur à 7,4.

✗ Item B → *C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de ...*

Les deux patients ont la même PCO₂ et le même pH. S'il s'agissait d'une compensation métabolique (baisse des bicarbonates) en réponse à une alcalose respiratoire, cela impliquerait une modification de la PCO₂ ou du pH, ce qui n'est pas le cas ici. Le bicarbonate ne peut donc pas être plus bas chez B si tous les autres paramètres sont identiques.

✓ Item D → *Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématoците, le même ...*

À PCO₂ et pH constants, une différence isolée de bicarbonates n'est pas possible sans modifier le pH.

Réponse vraie : D

Question 20

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang pour le patient A est égale à 30 mmol/L/unité pH. Il souffre d'une acidose respiratoire pure et son pH est égal à 7,3. La valeur absolue de la pente de droite du sang pour le patient B est égale à 15 mmol/L/unité pH. Il souffre aussi d'une acidose respiratoire pure et son pH est aussi égal à 7,3.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. La valeur des bicarbonates du patient B est égale à la moitié de celle du patient A
 B. La valeur des bicarbonates du patient B est égale au double de celle du patient A
 C. La valeur des bicarbonates du patient B est inférieure à celle du patient A de 1,5 mmol/L
D. La valeur des bicarbonates du patient B est supérieure à celle du patient A de 1,5 mmol/L
 E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 20

? Items A, B, C et D

Item D VRAI - On commence par recueillir les données de l'énoncé sur les deux patients. On a alors le tableau de données suivant :

	Patient A	Patient B
Trouble	Acidose respiratoire pure	Acidose respiratoire pure
pH	7,3	7,3
m	24 mM	24 mM
 s 	30	15

Étant donné que les deux patients souffrent d'acidose respiratoire pure, leur composante métabolique n'est pas touchée (la droite tampon du sang ne change pas) donc la valeur des bicarbonates au pH physiologique (7,4) est toujours de $m = 24$ mM. On rappelle que la droite tampon du sang à pour équation :

$$[HCO_3^-] = m + s(7,4 - pH)$$

Or, cette droite a une pente négative, il ne faudra donc pas oublier de multiplier par -1 les valeurs absolues des données dans l'énoncé. Pour nos deux patients, cette droite s'écrit :

- $[HCO_3^-]_A = m - 30(7,4 - pH)$
- $[HCO_3^-]_B = m - 15(7,4 - pH)$

Au pH de ces patients, on a alors :

$$\begin{aligned} - [HCO_3^-]_A &= m - 30(7,4 - 7,3) = m - 3 \\ - [HCO_3^-]_B &= m - 15(7,4 - 7,3) = m - 1,5 \end{aligned}$$

On finit par obtenir :

$$[HCO_3^-]_B = [HCO_3^-]_A + 1,5$$

L'item est donc vrai.

X Item E → Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

FAUX - La réponse D est vraie.

Réponse vraie : D

Question 21

A la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin est fait chez un patient et les résultats sont les suivants : $PCO_2 = 50$ mmHg, Bicarbonates plasmatiques = 30 mmol/L.

Concernant son état-acido-basique, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
 B. Alcalose respiratoire partiellement compensée
C. Acidose respiratoire totalement compensée
 D. Acidose métabolique partiellement compensée
 E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 21

? Items A, B, C et D

Item C VRAI - Avant de faire toute supposition, on commence par calculer le pH sanguin. Comme $[HCO_3^-]$ et la PCO_2 sont donnés, on peut le calculer en utilisant la relation d'Henderson-Hasselbach (H-H) :

$$pH = pKa + \log \left(\frac{[HCO_3^-]}{aPCO_2} \right)$$

A 37°C, le pK du couple CO_3H_2/CO_3H^- vaut 6,1. En appliquant les valeurs de l'énoncé dans cette formule, on a :

$$\begin{aligned} pH &= 6,1 + \log \left(\frac{30}{0,03 \times 50} \right) \\ &= 6,1 + \log(20) \\ &= 6,1 + \log(10) + \log(2) \\ &= 7,4 \end{aligned}$$

On obtient un pH correspondant au pH normal (7,4), donc s'il y a un trouble chez ce patient, il est totalement compensé. Le patient présente des troubles respiratoires et une PCO_2 plus élevée que la normale ($50 \text{ mmHg} > 40 \text{ mmHg}$). Ces derniers éléments nous font donc penser à une acidose respiratoire totalement compensée.

X Item E → Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

FAUX - La réponse C est exacte.

Réponse vraie : C

Question 22

On vous montre les résultats de gaz du sang d'un patient qui vient d'aggraver un diabète connu. Sa composante métabolique $m = 20 \text{ mmol/L}$; son $pH = 7,2$; ses bicarbonates plasmatiques $= 28 \text{ mmol/L}$. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est égale à $30 \text{ mmol/L/unité pH}$.

Concernant son état-acido-basique, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose respiratoire totalement compensée
- D. Acidose métabolique partiellement compensée

E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

Question 22

X Item A → Acidose respiratoire partiellement compensée

FAUX - Voir correction de l'item E.

X Item B → Alcalose respiratoire partiellement compensée

FAUX - Il est impossible d'observer ce trouble étant donné que le pH est inférieur à 7,4. On est en situation d'acidose.

X Item C → Acidose respiratoire totalement compensée

FAUX - Si on avait compensation totale d'un trouble acido-basique, le pH observé serait de 7,4. Comme ce n'est pas le cas, la pathologie évoquée par l'item ne peut décrire l'état acido-basique du patient.

X Item D → Acidose métabolique partiellement compensée

FAUX - Voir correction de l'item E.

✓ Item E → Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

VRAI - On commence par rassembler les données sur le patient données par l'énoncé :

pH	7,2
[HCO3-]	28 mM
m	20 mM
 s 	30

On constate que le pH de notre patient est inférieur à 7,4 donc il souffre d'acidose. Pour caractériser son trouble, on dispose de toutes les valeurs caractéristiques sauf de la PCO2. Pour la calculer, on va utiliser la relation d'Henderson-Hasselbach (H-H). On a :

$$pH = pKa + \log \left(\frac{[HCO3^-]}{a \times PCO2} \right)$$

$$\Leftrightarrow 10^{pH-pKa} = \frac{[HCO3^-]}{a \times PCO2}$$

$$\Leftrightarrow PCO2 = \frac{[HCO3^-]}{a \times 10^{(pH-pKa)}}$$

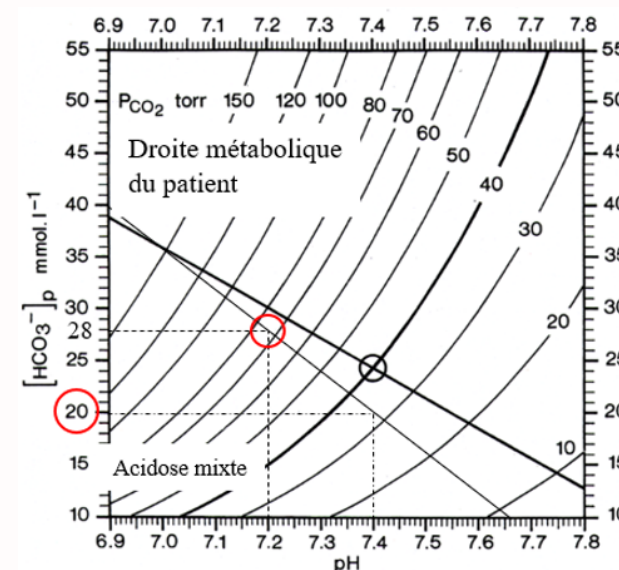
Finalement, on obtient :

$$PCO2 = \frac{[HCO3^-] \times 10^{pKa-pH}}{a}$$

En remplaçant avec les valeurs numériques,

$$PCO2 = \frac{28 \times 10^{-1,1}}{0,03} = 74,1 \text{ mmHg}$$

On constate alors que le patient à une constante métabolique plus faible que la normale ($20 < 24 \text{ mM}$) et que sa PCO2 est plus grande que la norme ($74,1 > 40 \text{ mmHg}$). Ces 2 évolutions évoquent toutes 2 une acidose. On conclut alors que le patient souffre d'acidose mixte. Cela peut être confirmé par la lecture du diagramme de Davenport :



Le point représentant l'état du patient se trouvant dans « l'aile du papillon » à gauche, cela évoque une acidose mixte.

Réponse vraie : E

Question 23

Concernant l'unité d'une tension superficielle, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

On donne : M désigne la masse, L la longueur, T le temps

- A. $M^2 \cdot T^{-2}$
- B. $M \cdot L \cdot T^{-2}$
- C. $M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$
- D. $M \cdot T^{-2}$**
- E. $M \cdot L \cdot T$

Question 23**? Items A, B, C, D et E**

D VRAI - La tension superficielle se calcule comme ceci : $T_s = F/l$. Pour connaître la dimension d'une force, on peut passer par $F = mg$ (m la masse et g l'accélération de la pesanteur). On trouve $[F] = MLT^{-2}$ et $[l] = L$ donc $[T_s] = \frac{[F]}{[l]} = \frac{MLT^{-2}}{L} = MT^{-2}$.

Réponse vraie : D

Question 24

Parmi les paramètres suivants, lequel (ou lesquels) augmente (ou augmentent) la viscosité du sang ?

- A. La température**
- B. La concentration en hémoglobine (hématocrite)**
- C. La vitesse de circulation du sang**
- D. La concentration en ion potassium
- E. La concentration en ion sodium

Question 24

✓ **Item A** → La température

VRAI - Une baisse de la température augmente la viscosité du sang.

✓ **Item B** → La concentration en hémoglobine (hématocrite)

VRAI - Une augmentation de la concentration en hémoglobines augmente la viscosité du sang.

✓ **Item C** → La vitesse de circulation du sang

VRAI - Une baisse de la vitesse de circulation du sang augmente sa viscosité.

✗ **Item D** → La concentration en ion potassium

FAUX - Une augmentation de la concentration de K^+ amplifie les effets de l'augmentation de la contrainte de cisaillement sur les vaisseaux (\nearrow NO, \nearrow prostacycline, \searrow endothéline et sécrétion de facteurs de croissance) concourant à leur vasodilatation.

✗ **Item E** → La concentration en ion sodium

FAUX - Cet ion n'est pas impliqué dans la viscosité du sang.

Réponses vraies : A, B et C

Question 25

Concernant le travail cardiaque, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il est plus important pour le ventricule gauche que le droit**
- B. Il peut augmenter d'un facteur 6 à l'effort**
- C. Il peut augmenter jusqu'à un facteur 10 à l'effort
- D. Son rendement est de l'ordre de 3% au repos**
- E. Son rendement peut atteindre 30% à l'effort

Question 25

✓ **Item A** → Il est plus important pour le ventricule gauche que le droit

VRAI - La puissance mécanique (travail par unité de temps) est de 1,1 W pour le ventricule gauche et de 0,2 W pour le ventricule droit. Vous pouvez aussi le retenir par le fait que le ventricule gauche doit envoyer le sang dans l'ensemble du corps alors que le ventricule droit seulement pour les poumons 😊.

✓ **Item B** → Il peut augmenter d'un facteur 6 à l'effort

Du cours, il peut atteindre jusqu'à 8 W (fun fact, c'est l'équivalent d'une ampoule de lampe de chevet).

✗ **Item C** → Il peut augmenter jusqu'à un facteur 10 à l'effort

FAUX - Cf. item B.

✓ **Item D** → Son rendement est de l'ordre de 3% au repos

VRAI - Toujours du cours.

✗ **Item E** → Son rendement peut atteindre 30% à l'effort

FAUX - Le rendement mécanique peut atteindre 10-15% à l'effort.

Réponses vraies : A, B et D

SESSION 1 – 2021-2022



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2021-2022

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2021-2022
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

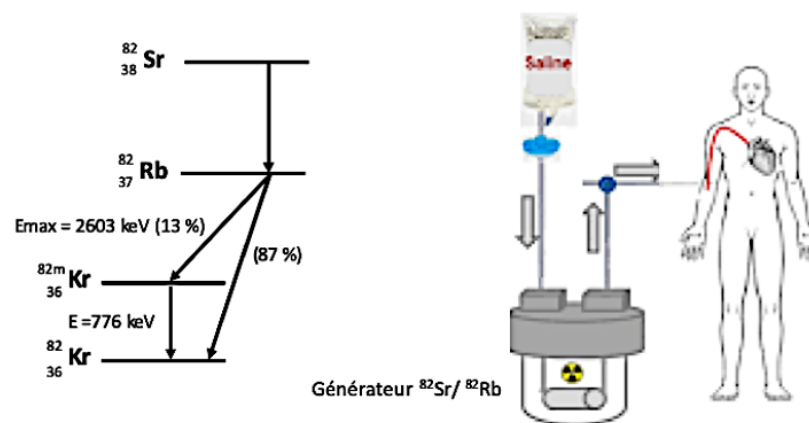
- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 7 pages numérotées de 1 à 7 et comporte 35 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Le Rubidium-82 ^{82}Rb est un radio-isotope utilisé en imagerie nucléaire pour évaluer la perfusion sanguine du cœur. Il est disponible en éluant avec du sérum physiologique un générateur contenant du Strontium-82 ^{82}Sr fixé dans une colonne. Les schémas de désintégrations radioactives du Strontium-82 en Rubidium-82 et Krypton-82 ^{82}Kr sont décrits ci-dessous.



Question 1

Sachant que le Strontium-82 n'émet pas de particule lors de sa désintégration radioactive, quelle est la transformation radioactive pouvant expliquer cette désintégration ? (Une seule réponse exacte)

- Désintégration α
- Désintégration β^-
- Désintégration β^+
- Conversion interne
- Capture électronique

Question 2

Dans quel intervalle de longueur d'onde est le photon émis par le réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche K du Rubidium-82 ? On précise que l'énergie de liaison d'un électron de la couche K du Rubidium-82 est de 15,2 keV. On considère que la constante d'écran b est nulle. (Une seule réponse exacte)

- < 1 nm
- 1 - 10 nm
- 10 - 100 nm
- 100 - 1000 nm
- > 1000 nm

Question 3

Dans quel intervalle est le défaut de masse entre les noyaux de Rubidium-82 et le Krypton-82 stable ? (Une seule réponse exacte)

- A. $< 3,0 \cdot 10^{-3}$ uma
- B. $[3,0; 3,5] \cdot 10^{-3}$ uma
- C. $[3,5; 4,0] \cdot 10^{-3}$ uma
- D. $[4,0; 4,5] \cdot 10^{-3}$ uma
- E. $> 4,5 \cdot 10^{-3}$ uma

Question 4

Dans quel intervalle sera l'énergie cinétique maximale de la particule émise dans 87% des désintégrations du Rubidium-82 ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1 MeV
- B. 1 - 2 MeV
- C. 2 - 3 MeV
- D. 3 - 4 MeV
- E. > 4 MeV

Le Strontium-82 se désintègre en Rubidium-82 avec une demi-vie radioactive de 25,5 jours (600 heures). Le Rubidium-82 se désintègre ensuite en Krypton-82 stable avec une demi-vie de 76 secondes (1,26 min). Vous recevez un générateur contenant 1200 MBq de Strontium-82.

Question 5

Dans quel intervalle sera l'activité maximale de Rubidium-82 que vous pourrez récupérer dans votre éluat à l'équilibre ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 MBq
- B. 100 - 500 MBq
- C. 500 - 1000 MBq
- D. 1000 - 2000 MBq
- E. > 2000 MBq

Question 6

La couche de demi-atténuation du plomb pour des photons de 500 keV est de 4 mm. Quelle épaisseur minimale de plomb devra entourer le générateur pour limiter à 0,1% les émissions des rayonnements provenant du 82-Rubidium s'accumulant dans le générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1 cm
- B. 1 - 3 cm
- C. 3 - 5 cm
- D. 5 - 7 cm
- E. > 7 cm

Question 7

Dans quel intervalle sera l'activité maximale de Rubidium-82 que vous pourrez récupérer dans votre éluat à l'équilibre 51 jours après la réception du générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 MBq
- B. 100 - 500 MBq
- C. 500 - 1000 MBq
- D. 1000 - 2000 MBq
- E. > 2000 MBq

Question 8

Durant l'injection de Rubidium-82 à un patient, une couronne de détecteurs composés de cristaux scintillants est placée à 30 cm autour du patient. Quel(s) rayonnement(s) ou particule(s) émis par le Rubidium-82 pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons
- C. Un rayonnement gamma à 511 keV
- D. Un rayonnement gamma à 776 keV
- E. Un rayonnement Compton

Question 9

A propos de l'effet Compton, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche profonde
- B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un électron Compton
- C. On peut déterminer la direction du photon diffusé par rapport au photon incident si on connaît l'énergie du photon incident et l'énergie du photon diffusé
- D. Le spectre du photon diffusé et de l'électron Compton sont des spectres mono-énergétiques
- E. La désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger

Question 10

A propos de l'effet photoélectrique, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes ?

- A. La totalité de l'énergie du photon incident est transmise à un électron atomique d'une couche profonde
- B. la probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque l'énergie du rayonnement électromagnétique incident augmente
- C. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque le numéro atomique Z du milieu augmente
- D. L'effet photoélectrique altère le contraste des images radiographiques
- E. L'effet photoélectrique peut aboutir à une réaction d'annihilation

Question 11

Concernant l'interaction des photons avec la matière, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Les photons interagissent avec la matière selon des interactions coulombiennes
- B. L'effet de création de paires correspond à l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau
- C. Pour qu'un effet de création de paires puisse avoir lieu, l'énergie du photon incident doit être ≥ 511 keV
- D. Le coefficient linéique d'atténuation μ est l'épaisseur de matériau nécessaire pour atténuer la moitié des photons incidents
- E. Le coefficient linéique d'atténuation μ a pour unité l'inverse d'une longueur

Question 12

Un faisceau monochromatique de rayons X traverse un nodule pulmonaire d'épaisseur 1 cm. Le coefficient linéique d'atténuation μ du nodule pulmonaire est de 2 cm⁻¹. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténuée par le nodule pulmonaire ? (Une seule réponse exacte)

On donne $e^{-2} = 0,14$ et $\ln 2 = 0,70$

- A. 0,14
- B. 0,27
- C. 0,50
- D. 0,70
- E. 0,86

Question 13

Soit un radioélément dont la période physique est de 5 heures et la période biologique est de 20 minutes. Dans quel intervalle se situe sa période effective ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 10 minutes
- B. 10 - 30 minutes
- C. 30 - 60 minutes
- D. 1 - 6 heures
- E. > 6 heures

Question 14

Un radioélément émetteur beta-plus dont la période T est de 7 heures va être injecté à un patient en vue de la réalisation d'un examen d'imagerie. Vous mesurez une activité de 180 MBq 1 heure après la livraison du radioélément dans votre service. Quelle était l'activité initiale au moment de la livraison du radioélément ? (Une seule réponse exacte). On donne $e^{-0,1} = 0,9$ et $\ln(2) = 0,70$

- A. 200 MBq
- B. 240 MBq
- C. 270 MBq
- D. 350 MBq
- E. 400 MBq

Question 15

L'Actinium 225 (²²⁵Ac, $Z=89$) est un émetteur de particules alpha de période physique 10 heures, utilisé en radiothérapie interne pour traiter les métastases des cancers de prostate, après marquage sur du PSMA (Prostate Specific Membran Antigen).

L'énergie cinétique communiquée à la particule alpha lors de la transition de l'Actinium-225 est mesurée à 5,9 MeV. Le parcours maximal des particules alpha dans les tissus est de 59 microns.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. L'énergie de la transition alpha de l'Actinium-225 est comprise dans l'intervalle 5,75-5,85 MeV
- B. La particule alpha s'arrête suite à un grand nombre d'interactions avec les noyaux du milieu traversé (phénomène de Bragg)
- C. Le transfert linéique d'énergie de la particule alpha de l'Actinium-225 est compris dans l'intervalle 90-110 keV/mm
- D. L'activité résiduelle d'une source contenant initialement 20 MBq d'Actinium-225 est d'environ 10 MBq au bout de 5 heures
- E. Le noyau fils de l'Actinium est caractérisé par $A = 221$ et $Z = 87$

Question 16

On traite par injection intra artérielle hépatique de microsphères d'Yttrium-90 une tumeur hépatique de 100 g. Les sphères d'Yttrium-90 sont embolisées dans l'artère hépatique d'où elles ne peuvent plus migrer. L'Yttrium-90 a les caractéristiques simplifiées suivantes : Énergie moyenne par désintégration ($E_{moy/d}$) = 1 MeV ; période physique : 3 jours ; parcours moyen dans l'eau : 3,8 mm, parcours maximal dans l'eau : 10 mm). La Dose absorbée est reliée aux paramètres physiques selon l'équation très simplifiée :

$$DA(Gy) = 1,5 \times A_0(Bq) \times E_{moy/d}(J) \times \frac{\text{Période Physique (s)}}{\text{Masse tumeur (kg)}}$$

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) chez ce patient ?

- A. La période effective de l'Yttrium-90 est égale à la période physique
- B. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle 150-170 Gy/GBq
- C. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle 600-650 Gy/GBq
- D. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle 360-410 Gy/GBq
- E. La dose particulaire beta au foie tumoral est nulle à 12 mm d'une source d'Yttrium-90

Question 17

La masse d'une cellule humaine est de 2 ng. L'énergie absorbée nécessaire pour produire une ionisation est de 32 eV. On rappelle que $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$.

Quel est le nombre approximatif d'ionisations observables dans une cellule humaine recevant 1 Gray ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1000
- B. 1000 à 10 000
- C. 104 à 105
- D. 105 à 106
- E. > 106

Question 18

On considère qu'une particule beta-moins émise par un atome d'iode-131, dépose une énergie de 0,20 MeV sur une distance moyenne supposée rectiligne de 800 mm. L'énergie d'ionisation moyenne de l'eau est de 33 eV.

Quel est le nombre approximatif d'ionisations par mm produites dans un tissu assimilable à de l'eau par une particule beta émise par l'iode-131 ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 paires d'ions par mm
- B. 100-1000 paires d'ions par mm
- C. 1000 à 10 000 paires d'ions par mm
- D. 104 à 105 paires d'ions par mm
- E. > 105 paires d'ions par mm

Question 19

Parmi les propositions suivantes, concernant les interactions entre les particules chargées et la matière, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes ?

- A. La particule alpha comporte 4 protons
- B. Les interactions entre une particule alpha et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les électrons des atomes du milieu traversé
- C. Le ralentissement des électrons de faible énergie (< 1 MeV) dans la matière se fait essentiellement par rayonnement de freinage avec le champ des noyaux
- D. Le parcours de la particule alpha augmente avec son transfert linéique d'énergie
- E. Un transfert d'énergie de 18.6 eV, lors d'une collision entre un proton et un électron d'un atome d'Hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions, avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 13,6 eV

Question 20

Le pH artériel d'un patient est à 7,51. Sa pCO₂ artérielle est égale à 40 mm Hg. Indiquer LA proposition exacte. (Une seule réponse exacte)

- A. Il s'agit d'une alcalose mixte
- B. Ce trouble est la conséquence d'une hyperventilation
- C. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants
- D. Il s'agit d'une acidose métabolique
- E. Il s'agit d'une acidose mixte

Question 21

Un sujet a une concentration d'hémoglobine plus forte que la normale. On s'intéresse aux conséquences sur le pH sanguin de troubles respiratoires purs chez ce patient en utilisant les notions présentées lors du cours.

Indiquer LA proposition exacte.

- A. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- B. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- C. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront plus graves
- D. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves
- E. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves et celles d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves

Question 22

Un patient A souffre d'une alcalose respiratoire pure. Un patient B présente la même valeur de pH mais a une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse. Les deux patients ont la même pCO_2 et le même hématoците.

Indiquer LA proposition exacte.

- A. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte
- B. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de compensation
- C. C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte
- D. Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématoците, le même pH, la même pCO_2 que le patient A et une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse que le patient A
- E. C'est possible quel que soit le type de troubles du patient B

Question 23

Un patient est en acidose respiratoire pure. Son pH artériel est égal à 7,10. La pente de la droite tampon chez ce sujet est égale à 30 millimoles/litre par unité pH. Calculer la valeur de la pCO_2 artérielle du patient et indiquer la proposition exacte :

- A. pCO_2 entre 38 et 42 mmHg
- B. pCO_2 entre 58 et 62 mmHg
- C. pCO_2 entre 68 et 72 mmHg
- D. pCO_2 entre 73 et 110 mmHg
- E. pCO_2 entre 111 et 120 mmHg

Question 24

A la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin est fait chez un patient et les résultats sont les suivants : $pCO_2 = 50$ mmHg, bicarbonates plasmatiques = 30 mmol/l. Définir son état-acido-basique en indiquant LA proposition exacte.

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose respiratoire totalement compensée
- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Alcalose respiratoire totalement compensée

Question 25

On considère une solution biologique (solvant = eau). On cherche à définir la quantité d'un soluté donné S contenue dans cette solution. Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La concentration osmolaire correspond au nombre de moles d'unités cinétiques osmotiquement actives de S divisé par le volume de la solution
- B. La concentration plasmatique du sodium (Na^+) ou natrémie, peut s'exprimer en mEq/L
- C. La concentration molaire de S correspond nombre de moles de S contenues dans la solution divisé par la masse de la solution
- D. La concentration pondérale de S correspond au poids de S contenu dans la solution divisé par le volume de la solution
- E. La concentration molale de S s'exprime en nombre de moles de S contenues dans la solution divisé par le volume de la solution

Question 26

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S en solution biologique (le solvant est l'eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant uniquement le solvant. On introduit, lors de la phase initiale de l'expérience, le soluté S en A. On s'intéresse au passage du solvant de part et d'autre de la membrane, lequel ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnel au gradient d'osmolalité s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. la valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est inversement proportionnelle à la mobilité mécanique du solvant
- C. le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est toujours négligeable par rapport au débit diffusif du soluté (J_{dS})
- D. la valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la température de la solution
- E. le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) devient nul lorsque l'égalité des osmolalités dans chaque compartiment est atteinte

Question 27

On considère le phénomène de convection d'un soluté S, de petite taille et de forme sphérique, en solution biologique (solvant = eau), au travers d'une membrane perméable non chargée, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La température de la solution est à 37° Celsius. Lors de la phase initiale de l'expérience, on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A. On s'intéresse au passage du soluté et du solvant de part et d'autre de la membrane résultant de cette surpression en A.

Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. On observe alors un passage transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment A vers le compartiment B
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{F,H_2O}), est inversement proportionnelle à la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments A et B
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la viscosité du solvant
- D. Le débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend du phénomène d'agitation thermique des molécules de la solution
- E. Le débit convectif de soluté (J_{FS}) dépend de la concentration molaire de S dans la solution

Question 28

Soit un soluté ionique i en solution biologique. Une membrane biologique non chargée, perméable à l'ion et au solvant sépare deux compartiments contenant cette solution, mais avec au départ une différence de concentration (répartition inégale des concentrations) de cet ion de part et d'autre de la membrane. Le solvant est l'eau.

On a ainsi créé une différence de potentiel V entre les 2 compartiments (de part et d'autre de la membrane), différente du potentiel d'équilibre de l'ion i : il existe alors un flux transmembranaire d'ion i .

Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est d'autant plus importante que la valence de l'ion i est élevée
- B. Le sens du courant I_i est le même selon que l'ion i est un cation ou un anion
- C. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la valeur du courant I_i et de V
- D. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'ion i
- E. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la concentration molaire de l'ion i

Question 29

Dans les conditions normales et chez un sujet sain (pas d'anomalie de concentration plasmatique en protéines) et au repos (débit cardiaque constant), quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) concernant l'équilibre de Starling au niveau des capillaires musculaires périphériques ?

- A. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique est supérieure à la pression oncotique
- B. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique est supérieure à la pression interstitielle
- C. Au pôle veineux du capillaire, la pression oncotique est inférieure à la pression hydrostatique
- D. Au pôle veineux du capillaire, la pression hydrostatique est toujours inférieure à la pression interstitielle
- E. Du pôle artériel du capillaire au pôle veineux du capillaire, la pression oncotique reste constante

Question 30

On considère les différents mécanismes de transports transmembranaires du glucose, présents au sein de l'organisme. Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet au glucose de franchir de façon passive la membrane cellulaire du côté où la concentration est la plus faible vers celui où elle est la plus forte
- B. Le transporteur du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT 1) est saturable et stéréospécifique
- C. La diffusion transmembranaire simple (sans transporteur) est négligeable dans les conditions normales
- D. L'entrée du glucose dans certaines cellules peut aussi s'effectuer grâce à l'utilisation de symports (cotransporteurs glucose-sodium)
- E. Les cotransporteurs glucose-sodium permettent l'entrée du glucose dans le sens contraire de son gradient transmembranaire de concentration

Question 31

Parmi les propositions suivantes concernant le module de Young, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il ne peut s'appliquer à un matériau hétérogène
- B. Il diminue au fur et à mesure de l'allongement d'un corps
- C. Il peut s'exprimer en $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
- D. Il est d'autant plus faible que le corps est élastique
- E. Il représente un coefficient de proportionnalité intervenant dans l'expression de la loi de Laplace

FIN DU SUJET**Question 32**

Parmi les propositions suivantes concernant la loi de Laplace, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes(s) ?

- A. Elle permet de relier la différence de pression de part et d'autre d'une lame mince à la tension superficielle régnant au sein de cette lame selon les deux rayons de courbure principaux
- B. Elle permet de déterminer que si une lame mince reste strictement plane, il n'existe pas de différence de pression de part et d'autre
- C. Elle permet d'expliquer la croissance naturelle des anévrismes
- D. Elle intervient dans la détermination du rayon d'équilibre d'un vaisseau
- E. Elle ne peut s'appliquer en dehors du cas d'une lame mince

Question 33

Si l'on veut déterminer la tension pariétale régnant au sein d'un segment du ventricule gauche (VG), parmi les paramètres suivants, duquel (ou desquels) a-t-on besoin ?

- A. la pression à l'intérieur du VG
- B. la fréquence cardiaque
- C. le poids de l'individu
- D. le volume du VG
- E. l'épaisseur de la paroi du VG

Question 34

Parmi les propositions suivantes concernant le rayon d'équilibre d'une artère musculo-élastique, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes(s) ?

- A. il augmente si le tonus des cellules musculaires lisses augmente
- B. il peut exister une situation où la pression artérielle est suffisamment basse pour qu'il n'y ait plus de rayon d'équilibre
- C. il ne peut varier que très lentement en fonction du tonus des cellules musculaires lisses
- D. il dépend du contenu en élastique et collagène de la paroi artérielle
- E. il diminue si la pression artérielle baisse

Question 35

L'âge augmente la rigidité de l'aorte et diminue son élasticité. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes(s) au cours du vieillissement ?

- A. la capacitance de l'aorte augmente
- B. l'onde réflexion de pouls est ralentie
- C. le débit aortique devient moins pulsatile (moins de différence entre le débit en systole et la diastole)
- D. le module de Young de l'aorte augmente
- E. la pression artérielle systolique diminue

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2021-2022

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2021-2022
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 18 pages numérotées de 1 à 18 et comporte 35 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
A2SUP - Tutorat

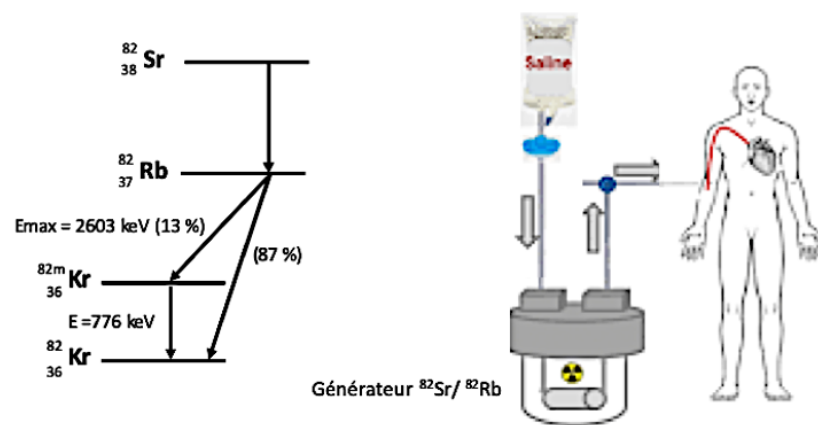
Tuto n° : _____ UE (spé) : 11

Nom : _____
Prénom : _____
Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION																								
Numéro A2SUP ↓	Diz.	Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle	M Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M Diz.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Cent.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	J Unit.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Diz.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	J Diz.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Date de naissance (JJ/MM)												

1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E						
11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E						
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E						

Le Rubidium-82 ^{82}Rb est un radio-isotope utilisé en imagerie nucléaire pour évaluer la perfusion sanguine du cœur. Il est disponible en éluant avec du sérum physiologique un générateur contenant du Strontium-82 ^{82}Sr fixé dans une colonne. Les schémas de désintégrations radioactives du Strontium-82 en Rubidium-82 et Krypton-82 ^{82}Kr sont décrits ci-dessous.

**Question 1**

Sachant que le Strontium-82 n'émet pas de particule lors de sa désintégration radioactive, quelle est la transformation radioactive pouvant expliquer cette désintégration ? (Une seule réponse exacte)

- A. Désintégration α
- B. Désintégration β^-
- C. Désintégration β^+
- D. Conversion interne

E. Capture électronique

Question 1**? Items A, B, C, D et E**

Tout d'abord, on va s'intéresser au type de transformation radioactive qu'on a. Ici, on a la désintégration du ^{82}Sr en ^{82}Rb . C'est une transformation isobarique, car le nombre de masse A reste inchangé. Dans les transformations isobariques, on va avoir trois transformations possibles :

- La transformation β^-
- La transformation β^+
- La capture électronique

Dans l'énoncé, on nous dit que cette transformation se passe sans émission de particules. Or, on sait que les transformations β^- et β^+ émettent toutes les deux une particule, respectivement un électron et un positon. La capture électronique quant à elle, consiste en un captage d'un électron du cortège par le noyau ^A_ZX , ce qui donnera un noyau $^A_{Z-1}\text{Y}$.

De ce fait, l'unique possibilité pour cette transformation est donc la capture électronique puisque

c'est la seule transformation isobarique n'émettant pas de particule.

Réponse vraie : E

Question 2

Dans quel intervalle de longueur d'onde est le photon émis par le réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche K du Rubidium-82 ? On précise que l'énergie de liaison d'un électron de la couche K du Rubidium-82 est de 15,2 keV. On considère que la constante d'écran b est nulle. (Une seule réponse exacte)

A. < 1 nm

- B. 1 - 10 nm
- C. 10 - 100 nm
- D. 100 - 1000 nm
- E. > 1000 nm

Question 2**? Items A, B, C, D et E**

On nous donne $W_K = 15,2$ keV. Pour calculer la longueur d'onde du photon émis lors d'un réarrangement électronique de la couche L à la couche K (c'est-à-dire lors du transfert d'un électron de la couche L à la couche K pour combler une lacune électronique), on va d'abord devoir calculer l'énergie de ce réarrangement. Pour cela, on va soustraire les énergies de liaison des deux couches, tel que : $E_{L \rightarrow K} = W_K - W_L$

On a W_K , on va donc devoir calculer W_L . Pour ce faire, on va calculer W_L à partir de W_K , de la manière suivante :

$$W_n = 13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{n^2}$$

On aura donc $W_K = 13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{1^2}$, et $W_L = 13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{2^2}$. On voit qu'entre les deux expressions, rien ne change à part n dans la formule. On va donc pouvoir redémontrer le lien entre W_K et W_L :

$$\frac{W_K}{W_L} = \frac{13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{1}}{13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{4}} = \frac{13,6 \times (Z-b)^2 \times 4}{13,6 \times (Z-b)^2 \times 1} = \frac{4}{1} = 4$$

On a donc un rapport $W_K/W_L = 4$, ce qui signifie que $W_L = \frac{W_K}{4}$:

$$W_L = \frac{W_K}{4} = \frac{15,2}{4} = 3,8 \text{ keV}$$

On va donc pouvoir calculer :

$$E_{L \rightarrow K} = 15,2 - 3,8 = 11,4 \text{ keV}$$

Pour convertir cette énergie en longueur d'onde, on va utiliser la formule (Duane-Hunt) :

$$\begin{aligned} \overbrace{\lambda}^{(nm)} &= \frac{1240}{\underbrace{E}_{(eV)}} \\ &= \frac{1240}{11400} \\ &\approx 0,11 \text{ nm} < 1 \text{ nm} \end{aligned}$$

Réponse vraie : A

Question 3

Dans quel intervalle est le défaut de masse entre les noyaux de Rubidium-82 et le Krypton-82 stable ? (Une seule réponse exacte)

- A. $< 3,0 \cdot 10^{-3}$ uma
- B. $[3,0; 3,5] \cdot 10^{-3}$ uma
- C. $[3,5; 4,0] \cdot 10^{-3}$ uma

D. $[4,0; 4,5] \cdot 10^{-3}$ uma

E. $> 4,5 \cdot 10^{-3}$ uma

Question 3

? Items A, B, C, D et E

Ici, pour calculer le défaut de masse, on dispose juste d'un diagramme avec les différences énergétiques entre les différents noyaux radioactifs (cf diagramme énoncé). Grâce à la différence d'énergie entre le noyau de Rubidium 82 et le noyau de Krypton 82, on va pouvoir déduire le défaut de masse entre ces deux noyaux, parce que vous vous rappelez tous de la relation entre l'énergie et la masse : $E = m \times c^2$

Tout d'abord, pour obtenir la différence d'énergie entre les deux noyaux, on va devoir additionner l'énergie dégagée lors du passage du Rubidium au Krypton métastable (2603 keV), puis du Krypton métastable au Krypton stable (776 keV). On a donc :

$$\Delta E = 2603 + 776 + 551 = 3890 \text{ keV}$$

Pour passer d'une énergie à une masse, on va diviser par le carré de la célérité de la lumière. Pour exprimer une masse, on peut donc utiliser les eV/c^2 .

On aura donc la variation de masse correspondant à cette variation d'énergie :

$$\Delta M = 3890 \times 10^3 \text{ eV}/c^2$$

Pour convertir ce défaut de masse en uma, on a une conversion à connaître :

$$1 \text{ uma} = 931,5 \times 10^6 \text{ eV}/c^2$$

Pour avoir ce défaut de masse en uma, on fait donc un produit en croix et on obtient :

$$\begin{aligned} \Delta M &= \frac{3890 \times 10^3}{931,5 \times 10^6} \text{ uma} \\ &\approx 4,18 \times 10^{-3} \text{ uma} \\ &\in [4,0; 4,5] \times 10^{-3} \text{ uma} \end{aligned}$$

Réponse vraie : D

Question 4

Dans quel intervalle sera l'énergie cinétique maximale de la particule émise dans 87% des désintégrations du Rubidium-82 ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1 MeV
- B. $1 - 2$ MeV

C. $2 - 3$ MeV

D. $3 - 4$ MeV

E. > 4 MeV

Question 4

? Items A, B, C, D et E

On commence par déterminer la transition entre le Rubidium-82 et le Krypton stable, ce qui correspond à 87% des désintégrations : ${}_{37}^{82}\text{Rb} \longrightarrow {}_{36}^{82}\text{Kr}$

Cette transition est isobarique et conduit à la transformation d'un proton en neutron, il peut alors s'agir d'une capture électronique ou d'une β^+ . On peut déterminer l'énergie totale libérée à l'aide de la transition secondaire passant par le Krypton métastable. Rien ne se perd rien ne se crée, tout se transforme :

$$E_{{}_{37}^{82}\text{Rb} \longrightarrow {}_{36}^{82}\text{Kr}} = 2603 + 776 = 3379 \text{ keV}$$

Les neutrinos ne pouvant pas porter des énergies cinétiques aussi élevées, on calculera l'énergie cinétique du positon émis dans le cas d'une transition β^+ , pour cela on doit soustraire l'énergie de masse de création du positon :

$$E_c(\text{max}) = [M_{at}(X) - M_{at}(Y) - 2m_e]c^2$$

On sait que l'énergie de masse au repos d'un électron est de : $m_e = 511 \text{ keV}$, donc en raisonnant avec les énergies de transition on obtient :

$$E_c(\text{max}) = 3379 - 2 \times 511 = 2357 \text{ keV} = 2,357 \text{ MeV}$$

L'énergie cinétique se distribue entre le positon et le neutrino, dans le cas extrême où le positon emporte la totalité de l'énergie cinétique on aura donc :

$$E_c(\text{max}) = [2 - 3] \text{ MeV}$$

Réponse vraie : C

Le Strontium-82 se désintègre en Rubidium-82 avec une demi-vie radioactive de 25,5 jours (600

heures). Le Rubidium-82 se désintègre ensuite en Krypton-82 stable avec une demi-vie de 76 secondes (1,26 min). Vous recevez un générateur contenant 1200 MBq de Strontium-82.

Question 5

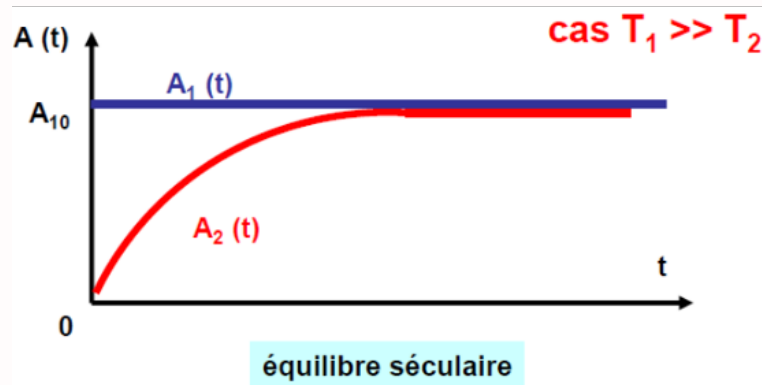
Dans quel intervalle sera l'activité maximale de Rubidium-82 que vous pourrez récupérer dans votre éluat à l'équilibre ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 MBq
 B. 100 - 500 MBq
 C. 500 - 1000 MBq
 D. 1000 - 2000 MBq
 E. > 2000 MBq

Question 5**? Items A, B, C, D et E**

Ici, on a affaire à un cas où la période de l'élément père est beaucoup plus grande que la période de l'élément fils ($T_1 \gg T_2$). On va donc pouvoir faire une approximation liée à ce régime particulier, que vous retrouverez dans votre cours. Dans le cas d'un équilibre séculaire, l'activité maximum de l'élément fils (ici le ^{82}Rb) sera à peu près égale à l'activité initiale de l'élément père (le ^{82}Sr) : Dans l'énoncé, on nous donnait l'activité initiale du ^{82}Sr : $A_{1,0} = 1200 \text{ MBq}$.

On va donc pouvoir considérer que l'activité maximum de ^{82}Rb sera environ égale à 1200 MBq, ce qui est compris dans l'intervalle [1000-2000] MBq.



Réponse vraie : D

Question 6

La couche de demi-atténuation du plomb pour des photons de 500 keV est de 4 mm. Quelle épaisseur minimale de plomb devra entourer le générateur pour limiter à 0,1% les émissions des rayonnements provenant du 82-Rubidium s'accumulant dans le générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1 cm
 B. 1 - 3 cm
 C. 3 - 5 cm
 D. 5 - 7 cm
 E. > 7 cm

Question 6**? Items A, B, C, D et E**

Pour réduire l'émission à 0,1%, il faut diviser par mille le nombre de photons dans le flux. En repartant de la formule du cours :

$$N(n) = \frac{N_0}{2^n}$$

Avec n un entier représentant le nombre de CDA traversées par le faisceau ($n = x/CDA$), on cherche à déterminer le nombre de CDA pour laquelle notre faisceau est réduit d'un facteur mille. Cela revient à résoudre : $2^n = 1000$. Or, on peut faire l'approximation que $2^{10} = 1024 \approx 1000$. Pour diviser le flux d'un facteur mille, il faudra donc environ 10 CDA de plomb, l'épaisseur minimale vaudra alors : $10 \times 4 \text{ mm} = 4 \text{ cm} \in [3 - 5] \text{ cm}$.

Réponse vraie : C

Question 7

Dans quel intervalle sera l'activité maximale de Rubidium-82 que vous pourrez récupérer dans votre éluat à l'équilibre 51 jours après la réception du générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 MBq
 B. 100 - 500 MBq
 C. 500 - 1000 MBq
 D. 1000 - 2000 MBq
 E. > 2000 MBq

Question 7**? Items A, B, C, D et E**

Nous sommes dans le cas d'un équilibre séculaire, nous avons précédemment vu sur le graphique du cours que l'activité de l'élément 2 (^{82}Rb) allait augmenter jusqu'à être très proche de l'activité initiale de l'élément 1.

Pour des temps très longs (ici une cinquantaine de jours), on pourra considérer que $A_2(t) \approx A_1(t) \iff A_{Sr}(t) \approx A_{Rb}(t)$. On pourra donc dire que l'activité max du Rubidium-82 au bout de 51 jours sera environ égale à l'activité du Strontium-82 à 51 jours, c'est-à-dire :

$$A_{Rb}(51j) \approx A_{Sr}(51j) \\ \approx 1200 \text{ MBq} \in [1000; 2000] \text{ MBq}$$

Réponse vraie : D

Question 8

Durant l'injection de Rubidium-82 à un patient, une couronne de détecteurs composés de cristaux scintillants est placée à 30 cm autour du patient. Quel(s) rayonnement(s) ou particule(s) émis par le Rubidium-82 pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons

- C. Un rayonnement gamma à 511 keV
- D. Un rayonnement gamma à 776 keV

- E. Un rayonnement Compton

Question 8

? Items A, B, C, D et E

Pour commencer, notre détecteur est composé de cristaux scintillants, ces derniers ne permettent que la détection de photons, donc on ne pourra pas observer directement des particules avec ce détecteur, uniquement les photons qui en découlent (comme un positon).

On a vu précédemment que le ${}^{82}_{37}\text{Rb}$ se désintègre par une transition β^+ . Dans le diagramme de l'énoncé, on a vu deux schémas : une transition β^+ qui donne du Krypton-82 métastable suivis d'un rayonnement de désexcitation nucléaire secondaire, et l'autre transition β^+ qui aboutit directement au Krypton-82 stable. Lors de la désintégration β^+ , on sait qu'un positon est émis, ce dernier va très vite s'annihiler avec un électron dans la matière, et donner deux photons γ de 511 keV qui partiront à 180° l'un de l'autre. Cependant, le positon s'annihilant très vite dans la matière (avec un parcours de quelques centimètres), on ne pourra jamais le détecter à 30 cm de la source d'émission, en plus du fait que notre détecteur ne puisse pas les observer directement.

D'autre part, lorsque que la transformation aboutit au Krypton métastable, un autre rayonnement de 776 keV sera émis. Ce rayonnement correspond à l'émission d'un photon γ de désexcitation nucléaire du ${}^{82m}_{36}\text{Kr}$.

Réponses vraies : C et D

Question 9

A propos de l'effet Compton, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche profonde

- B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un électron Compton

- C. On peut déterminer la direction du photon diffusé par rapport au photon incident si on connaît l'énergie du photon incident et l'énergie du photon diffusé

- D. Le spectre du photon diffusé et de l'électron Compton sont des spectres mono-énergétiques

- E. La désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger

Question 9

Items A et B, D et E L'effet Compton correspond à l'interaction entre un photon incident et un électron d'une couche superficielle du cortège électronique. Le photon incident va transférer une partie de son énergie à l'électron, qui va être éjecté de sa couche. L'énergie du photon incident sera donc répartie entre l'électron éjecté de sa couche et le photon diffusé, ce qui aura pour conséquence d'avoir un spectre continu : la part de l'énergie du photon incident transférée à l'électron varie en fonction de l'angle d'interaction. Finalement, la désexcitation du milieu se fera par émission de photons de fluorescence, ou d'électrons Auger.

✓ **Item C** → On peut déterminer la direction du photon diffusé par rapport au photon incident ...

Grâce à la conservation d'énergie, on a la formule suivante pour l'effet Compton :

$$\frac{1}{E'} - \frac{1}{E} = \frac{1}{m_e c^2} \times (1 - \cos(\theta))$$

Avec l'énergie du photon incident (E) et de l'énergie du photon diffusé (E'), on peut isoler $\cos(\theta)$ dans l'équation et retrouver :

$$\frac{1}{E'} - \frac{1}{E} = \frac{1}{m_e c^2} \times (1 - \cos(\theta)) \\ \iff \cos(\theta) = 1 - \frac{Em_e c^2 - E'm_e c^2}{E'E}$$

On peut déterminer l'angle θ d'interaction, donc la direction du photon diffusé en connaissant simplement E' , E et $m_e c^2$.

Réponses vraies : B, C et E

Question 10

A propos de l'effet photoélectrique, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes ?

A. La totalité de l'énergie du photon incident est transmise à un électron atomique d'une couche profonde

B. la probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque l'énergie du rayonnement électromagnétique incident augmente

C. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque le numéro atomique Z du milieu augmente

D. L'effet photoélectrique altère le contraste des images radiographiques

E. L'effet photoélectrique peut aboutir à une réaction d'annihilation

Question 10

✓ **Item A** → La totalité de l'énergie du photon incident est transmise à un électron atomique ...

L'effet photoélectrique correspond à l'interaction entre un photon incident et un électron d'une couche profonde. Cela résulte en une éjection de l'électron (ionisation), avec une absorption totale du photon par l'électron qu'on appellera alors photoélectron. Le photon incident transmet donc la totalité de son énergie à l'électron avec lequel il interagit.

? **Items B et C**

On redonne la formule d'interaction de l'effet photoélectrique :

$$\tau = C_i \times \rho \times \frac{Z^3}{E^3}$$

Avec C_i une constante caractéristique de la couche électronique, ρ la masse volumique du milieu, Z le numéro atomique du milieu et E l'énergie du rayonnement incident. On voit donc que la probabilité d'interaction τ est proportionnelle à Z , c'est-à-dire au numéro atomique du milieu, et est inversement proportionnelle à E , l'énergie du rayonnement.

? **Items D et E**

L'effet photoélectrique permet d'obtenir un contraste dans les images radiographiques et scintigraphiques dû aux énergies spécifiques qui en découlent (spectres de raies), tandis que l'effet Compton altère la qualité de ces images avec des énergies variables (spectre continu) ce qui génère du flou. L'effet photoélectrique émet un photoélectron, qui ne s'annihilera pas dans le milieu, c'est la création de pair qui permettra la formation d'un couple électron/positon qui aboutira à une réaction d'annihilation du positon à la fin de son parcours.

Réponses vraies : A et C

Question 11

Concernant l'interaction des photons avec la matière, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. Les photons interagissent avec la matière selon des interactions coulombiennes

B. L'effet de création de paires correspond à l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau

C. Pour qu'un effet de création de paires puisse avoir lieu, l'énergie du photon incident doit être ≥ 511 keV

D. Le coefficient linéique d'atténuation μ est l'épaisseur de matériau nécessaire pour atténuer la moitié des photons incidents

E. Le coefficient linéique d'atténuation μ a pour unité l'inverse d'une longueur

Question 11

✗ **Item A** → Les photons interagissent avec la matière selon des interactions coulombiennes

Les particules chargées interagissent avec la matière selon des interactions coulombiennes obligatoires. Les photons quant à eux ont des interactions aléatoires avec la matière.

? **Items B et C**

La création de paires correspond à l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau, aboutissant à la matérialisation du photon en un positon et un électron (Item B VRAI). L'énergie du photon doit par conséquent être au moins équivalente à la masse au repos de deux électrons ($m_e c^2$). L'énergie minimale du photon est donc de $2 \times m_e c^2 = 2 \times 511 \text{ keV} = 1,022 \text{ MeV}$.

? **Items D et E**

La CDA correspond à l'épaisseur de matériau nécessaire pour atténuer de moitié le flux de photons incidents. Le coefficient linéique d'atténuation μ correspond à la probabilité d'interaction d'un photon par unité de longueur, donc a pour unité l'inverse d'une longueur.

Réponses vraies : B et E

Question 12

Un faisceau monochromatique de rayons X traverse un nodule pulmonaire d'épaisseur 1 cm. Le coefficient linéique d'atténuation μ du nodule pulmonaire est de 2 cm⁻¹. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténué par le nodule pulmonaire ? (Une seule réponse exacte)

On donne $e^{-2} = 0,14$ et $\ln 2 = 0,70$

- A. 0,14
- B. 0,27
- C. 0,50
- D. 0,70

E. 0,86

Question 12

? Items A, B, C, D et E

La formule du cours nous donne la fraction absorbée/atténuée par un milieu, ici un nodule pulmonaire :

$$F_{attnue} = 1 - e^{-\mu x}$$

Avec μ le coefficient linéique d'atténuation et x l'épaisseur du milieu (ici le nodule). Ainsi, on procède à une simple application numérique. On nous donne $\mu = 2 \text{ cm}^{-1}$, $x = 1 \text{ cm}$ et $e^{-2} = 0,14$, ce qui nous revient à résoudre :

$$F_{attnue} = 1 - e^{-2 \times 1} = 1 - e^{-2} = 1 - 0,14 = 0,86$$

Réponse vraie : E

Question 13

Soit un radioélément dont la période physique est de 5 heures et la période biologique est de 20 minutes. Dans quel intervalle se situe sa période effective ? (Une seule réponse exacte)

A. < 10 minutes

B. 10 - 30 minutes

C. 30 - 60 minutes

D. 1 - 6 heures

E. > 6 heures

Question 13

? Items A, B, C, D et E

Pour répondre à cette question on se rappelle la relation liant la période effective T_{eff} aux périodes d'éliminations biologique (T_{bio}) et physique (T_{phy}) :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$$

On a tout ce qu'il nous faut pour trouver T_{eff} , sans oublier de convertir les périodes en minutes ou en heures, dans la même unité en tout cas, de manière à l'homogénéité :

$$\begin{aligned} \frac{1}{T_{eff}} &= \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}} \\ &= \frac{1}{20} + \frac{1}{5 \times 60} \\ &= 0,05 + 0,003 \\ &= 0,053 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

On n'oublie pas l'inversion finale :

$$T_{eff} = \frac{1}{0,053} = 18,9 \text{ min}$$

Réponse vraie : B

Question 14

Un radioélément émetteur beta-plus dont la période T est de 7 heures va être injecté à un patient en vue de la réalisation d'un examen d'imagerie. Vous mesurez une activité de 180 MBq 1 heure après la livraison du radioélément dans votre service. Quelle était l'activité initiale au moment de la livraison du radioélément ? (Une seule réponse exacte). On donne $e^{-0,1} = 0,9$ et $\ln(2) = 0,70$

A. 200 MBq

B. 240 MBq

C. 270 MBq

D. 350 MBq

E. 400 MBq

Question 14

? Items A, B, C, D et E

Pour calculer l'activité, on pense directement à la formule mère : $A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$. On connaît l'activité à 1h et on cherche l'activité initiale A_0 . On commence donc par convertir la période radioactive T en constante de désintégration radioactive λ :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T} = \frac{0,70}{7} = 0,1 \text{ h}^{-1}$$

Ensuite, on peut appliquer la formule de la décroissance radioactive en isolant A_0 :

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow A(1h) &= A_0 \times e^{-0,1 \times 1} \\ &= A_0 \times 0,9 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow A_0 = \frac{A(1h)}{0,9} = \frac{180}{0,9} = 200 \text{ MBq}$$

Réponse vraie : A

Question 15

L'Actinium 225 (^{225}Ac , $Z=89$) est un émetteur de particules alpha de période physique 10 heures, utilisé en radiothérapie interne pour traiter les métastases des cancers de prostate, après marquage sur du PSMA (Prostate Specific Membran Antigen). L'énergie cinétique communiquée à la particule alpha lors de la transition de l'Actinium-225 est mesurée à 5,9 MeV. Le parcours maximal des particules alpha dans les tissus est de 59 microns.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. L'énergie de la transition alpha de l'Actinium-225 est comprise dans l'intervalle 5,75-5,85 MeV
- B. La particule alpha s'arrête suite à un grand nombre d'interactions avec les noyaux du milieu traversé (phénomène de Bragg)
- C. Le transfert linéique d'énergie de la particule alpha de l'Actinium-225 est compris dans l'intervalle 90-110 keV/mm
- D. L'activité résiduelle d'une source contenant initialement 20 MBq d'Actinium-225 est d'environ 10 MBq au bout de 5 heures

E. Le noyau fils de l'Actinium est caractérisé par $A = 221$ et $Z = 87$

Question 15**? Items A et B**

On nous précise que la transition alpha de l'Actinium-225 produit des particules α d'énergies cinétiques 5,9 MeV, on peut donc en déduire que l'énergie de la transition est forcément supérieure à l'énergie cinétique communiquée aux particules alpha. Ces dernières finissent leurs parcours avec un grand nombre d'interaction avec les électrons du milieu traversé (cf. : courbe de Bragg), en effet les interactions Z_e avec le champ coulombien des noyaux sont négligeables.

X Item C → Le transfert linéique d'énergie de la particule alpha de l'Actinium-225 est compris ...

On repart de la formule du TLE qui donne l'énergie qu'une particule transfère à son milieu par unité de distance :

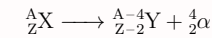
$$\begin{aligned} TLE &= \frac{\overbrace{E}^{(keV)}}{\underbrace{R}_{(\mu m)}} \\ &= \frac{5900}{59} \\ &= 100 \text{ keV} \cdot \mu m^{-1} \end{aligned}$$

X Item D → L'activité résiduelle d'une source contenant initialement 20 MBq d'Actinium-225 ...

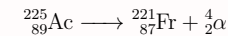
On donne la période radioactive de l'Actinium-225 : $T = 10h$. Cela correspond au temps nécessaire pour diviser l'activité de notre source de moitié. Une source initiale de 20 MBq prendra donc 10 heures et non pas cinq à baisser jusqu'à 10 MBq.

✓ Item E → Le noyau fils de l'Actinium est caractérisé par $A = 221$ et $Z = 87$

Lors d'une transition alpha, le noyau père se détache d'un couple de deux protons et de deux neutrons, soit un noyau d'hélium. On aura donc une réduction du nombre de masse A de 4 et une réduction du numéro atomique Z de 2 :



Donc :



Réponse vraie : E

Question 16

On traite par injection intra artérielle hépatique de microsphères d'Yttrium-90 une tumeur hépatique de 100 g. Les sphères d'Yttrium-90 sont embolisées dans l'artère hépatique d'où elles ne peuvent plus migrer. L'Yttrium-90 a les caractéristiques simplifiées suivantes : Énergie moyenne par désintégration ($E_{\text{moy/d}}$) = 1 MeV ; période physique : 3 jours ; parcours moyen dans l'eau : 3,8 mm, parcours maximal dans l'eau : 10 mm). La Dose absorbée est reliée aux paramètres physiques selon l'équation très simplifiée :

$$DA(\text{Gy}) = 1,5 \times A_0(\text{Bq}) \times E_{\text{moy/d}}(\text{J}) \times \frac{\text{Période Physique (s)}}{\text{Masse tumeur (kg)}}$$

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) chez ce patient ?

A. La période effective de l'Yttrium-90 est égale à la période physique

B. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle 150-170 Gy/GBq

C. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle 600-650 Gy/GBq

D. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle 360-410 Gy/GBq

E. La dose particulaire beta au foie tumoral est nulle à 12 mm d'une source d'Yttrium-90

Question 16

✓ Item A → La période effective de l'Yttrium-90 est égale à la période physique

Les sphères d'Yttrium sont ici embolisées dans le foie, elles resteront donc bloquées dans la circulation systémique : il n'y aura pas d'élimination biologique. On considérera donc la période effective de l'Yttrium-90 comme égale à la période physique, c'est la décroissance radioactive de l'élément qui conditionnera l'élimination de notre médicament.

? Items B, C et D

On applique la formule donnée dans l'énoncé :

$$\underbrace{DA}_{(\text{Gy})} = \frac{1,5 \times \underbrace{A_0}_{(\text{Bq})} \times \underbrace{E_{\text{moy/d}}}_{(\text{J})} \times \underbrace{T}_{(\text{s})}}{\underbrace{m_{\text{tumeur}}}_{(\text{kg})}}$$

On commence par convertir l'énergie en joules et le temps en secondes. D'une part :

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

D'autre part :

$$3j = 3 \times 24 \times 60 \times 60 = 259200 \text{ s}$$

On aura alors pour une activité de 1 GBq :

$$DA = \frac{1,5 \times 10^9 \times 1,6 \times 10^{-13} \times 259200}{0,1} = 621,6 \text{ Gy} \cdot \text{GBq}^{-1}$$

✓ **Item E** → La dose particulaire beta au foie tumoral est nulle à 12 mm d'une source d'Yttrium-90

On nous donne le parcours maximal des électrons dans l'eau égal à 10 mm, on en déduit donc que la dose particulaire beta sera nulle à 12 mm de la source radioactive d'Yttrium-90.

Réponses vraies : A, C et E

Question 17

La masse d'une cellule humaine est de 2 ng. L'énergie absorbée nécessaire pour produire une ionisation est de 32 eV. On rappelle que $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Quel est le nombre approximatif d'ionisations observables dans une cellule humaine recevant 1 Gray ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1000
- B. 1000 à 10 000
- C. 104 à 105

D. 105 à 106

- E. > 106

Question 17

? **Items A, B, C, D et E**

Le Gray est l'unité de la dose absorbée, autrement exprimée en J/kg. Pour une cellule de 2 ng et une dose de 1 Gy, on aura une énergie absorbée de :

$$E = 2 \times 10^{-12} \times \underbrace{1}_{\substack{(kg) \\ \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}}} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

On convertit en eV :

$$\frac{2 \times 10^{-12}}{1,6 \times 10^{-19}} = 1,25 \times 10^7 \text{ eV}$$

Sachant qu'une ionisation nécessite au moins 32 eV, on peut en déduire le nombre approximatif d'ionisations produites :

$$N = \frac{1,25 \times 10^7}{32} = 0,04 \times 10^7 = 4 \times 10^5 \text{ ionisations}$$

Réponse vraie : D

Question 18

On considère qu'une particule beta-moins émise par un atome d'iode-131, dépose une énergie de 0,20 MeV sur une distance moyenne supposée rectiligne de 800 mm. L'énergie d'ionisation moyenne de l'eau est de 33 eV.

Quel est le nombre approximatif d'ionisations par mm produites dans un tissu assimilable à de l'eau par une particule beta émise par l'iode-131 ? (Une seule réponse exacte)

A. < 100 paires d'ions par mm

- B. 100-1000 paires d'ions par mm
- C. 1000 à 10 000 paires d'ions par mm
- D. 104 à 105 paires d'ions par mm
- E. > 105 paires d'ions par mm

Question 18

? **Item A, B, C, D et E**

On cherche des paires d'ions par mm, soit une DLI. On peut se rappeler la formule :

$$DLI = \frac{TLE}{W}$$

Avec, W : l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions. Et le TLE : transfert linéique d'énergie (l'énergie transférée par unité de longueur). On rappelle d'autre part :

$$TLE = \frac{E_0}{L}$$

Avec, E_0 : l'énergie moyenne de formation d'ionisation. Et L : la longueur de trajectoire. Avec tout ça on peut poser : $DLI = \frac{E_0}{W \times L}$
On pouvait également raisonner par analyse dimensionnelle, en combinant logiquement les données de l'énoncé et les dimensions de la DLI.

$$DLI = \frac{0,20 \times 10^6}{33} \times \frac{1}{800 \text{ mm}} = 7,6 \text{ paires d'ions} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Réponse vraie : A

Question 19

Parmi les propositions suivantes, concernant les interactions entre les particules chargées et la matière, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes ?

- A. La particule alpha comporte 4 protons
- B. Les interactions entre une particule alpha et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les électrons des atomes du milieu traversé**
- C. Le ralentissement des électrons de faible énergie (< 1 MeV) dans la matière se fait essentiellement par rayonnement de freinage avec le champ des noyaux
- D. Le parcours de la particule alpha augmente avec son transfert linéique d'énergie
- E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV, lors d'une collision entre un proton et un électron d'un atome d'Hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions, avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 13,6 eV

Question 19**? Item A et B**

La particule alpha est un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ chargé (car dépourvu d'électrons). Elle a donc 2 protons et 2 neutrons, soit 4 nucléons. Les particules alpha font partie des rayonnements directement ionisants. Elle transfère donc son énergie par des interactions coulombiennes. À ne pas confondre avec les rayonnements indirectement ionisants qui vont transférer leur énergie à des particules chargées, aboutissant à des ionisations secondaires !

✗ Item C → *Le ralentissement des électrons de faible énergie (< 1 MeV) dans la matière se fait ...*

Pour des électrons d'énergies : $T < 100$ MeV, leur ralentissement se fera majoritairement par collision. On aura une prédominance du ralentissement des électrons par freinage pour des énergies très élevées.

✗ Item D → *Le parcours de la particule alpha augmente avec son transfert linéique d'énergie*

On reprend notre belle formule du TLE : $TLE = E_0/L$. On voit donc que le transfert linéique d'énergie et le parcours de la particule alpha sont inversement proportionnel. Donc quand l'un augmente l'autre diminue. Si le parcours de la particule alpha augmente, alors son transfert linéique d'énergie diminue.

✗ Item E → *Un transfert d'énergie de 18,6 eV, lors d'une collision entre un proton et un électron ...*

Un transfert d'énergie de 18,6 eV pour être transmis à un électron d'un atome d'hydrogène sur sa couche K. On sait par définition que l'énergie de liaison à cette couche est de 13,6 eV. L'énergie est suffisante pour conduire à une ionisation de cet électron. L'énergie cinétique résultante de l'électron sera alors :

$$E_c = E_0 - W_n = 18,6 - 13,6 = 5 \text{ eV}$$

L'électron émis aura donc énergie cinétique de 5 eV.

Réponse vraie : B

Question 20

Le pH artériel d'un patient est à 7,51. Sa $p\text{CO}_2$ artérielle est égale à 40 mm Hg. Indiquer LA proposition exacte. (Une seule réponse exacte)

- A. Il s'agit d'une alcalose mixte
- B. Ce trouble est la conséquence d'une hyperventilation
- C. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants**
- D. Il s'agit d'une acidose métabolique
- E. Il s'agit d'une acidose mixte

Question 20**? Items A, B, C, D et E**

On sait que :

$$p\text{CO}_2 = 40 \text{ mmHg} \quad \text{et} \quad pH = 7,51$$

On va donc calculer la concentration en bicarbonates plasmatiques $[\text{HCO}_3^-]$:

$$\begin{aligned} [\text{HCO}_3^-] &= \alpha \times p\text{CO}_2 \times 10^{(pH-6,1)} \\ &= 0,03 \times 40 \times 10^{(7,51-6,1)} \\ &= 0,03 \times 40 \times 10^{1,41} \\ &= 0,03 \times 40 \times 25 \\ &= 30 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

On va ensuite calculer la constante métabolique m :

$$\begin{aligned} m &= [\text{HCO}_3^-] - s \times (7,40 - pH) \\ &= 30 - 31,6 \times (7,40 - 7,51) \\ &= 30 + 31,6 \times 0,11 \\ &= 30 + 3,48 \\ &= 33,48 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

Les valeurs chez un patient sain sont : $m = 24$ mM ; $[\text{HCO}_3^-] = 24$ mM ; $pH = 7,4$. On a dans notre cas un patient qui possède une $p\text{CO}_2 = 40$ mmHg ; $m = 33,48$ mM ; $[\text{HCO}_3^-] = 30$ mM ; $pH = 7,51$.

On est donc dans le cas d'une alcalose métabolique pure ! Le point représentatif de l'équilibre acido-basique va ainsi se déplacer dans le diagramme de Davenport le long de l'isobare $p\text{CO}_2 = 40$ mmHg. De plus, il n'y a pas de compensation puisque le pH de notre patient est plus alcalin. On se rappelle ensuite que dans une alcalose métabolique, la constante métabolique m va augmenter, induisant des vomissements !

Réponse vraie : C

Question 21

Un sujet a une concentration d'hémoglobine plus forte que la normale. On s'intéresse aux conséquences sur le pH sanguin de troubles respiratoires purs chez ce patient en utilisant les notions présentées lors du cours.

Indiquer LA proposition exacte.

- A. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- B. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- C. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront plus graves
- D. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves**
- E. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves et celles d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves

Question 21

? Items A, B, C, D et E

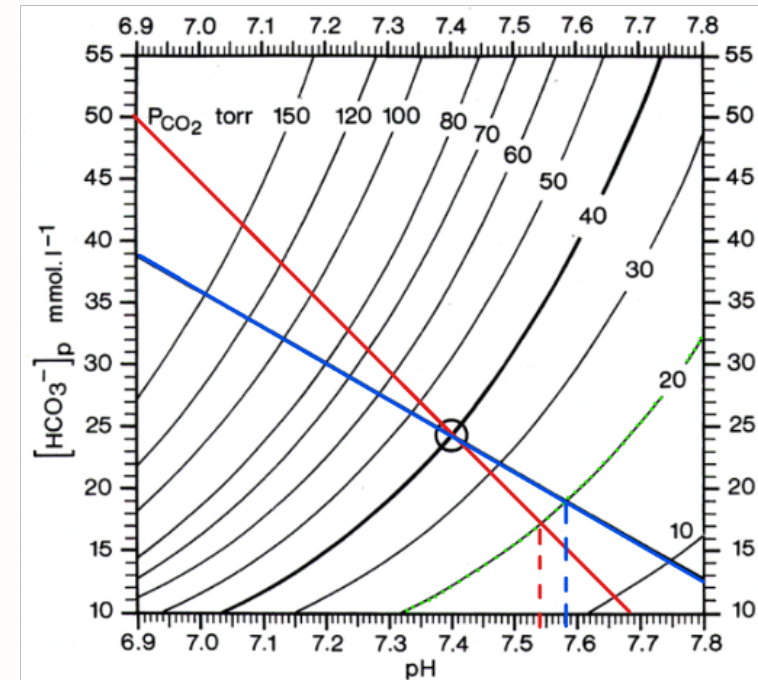
On rappelle la formule de la constante métabolique m qui caractérise la valeur particulière des bicarbonates plasmatiques ; sa pente s est fonction de la concentration en hémoglobine :

$$m = [\text{HCO}_3^-]_p - s(7,40 - pH)$$

Avec :

$$s = 8,2 + 1,56 \times [\text{Hb}]$$

Dans notre cas, on s'intéresse aux troubles respiratoires purs. Si la concentration en hémoglobine augmente, la pente s augmentera aussi. Graphiquement, on obtiendra une droite tampon plus verticale. On peut prendre l'exemple d'une alcalose respiratoire pure ($p\text{CO}_2 = 20 \text{ mmHg}$). La droite bleu représente la droite tampon d'un sujet avec une hémoglobine normale, tandis que la droite rouge représente celui d'un sujet avec une $[\text{Hb}]$ augmentée. On remarque que dans notre alcalose respiratoire pure, le patient avec l'hémoglobine la plus élevée (droite rouge) a le pH le plus faible. Il en sera de même dans le cas d'une acidose respiratoire. Les conséquences sur ce patient seront donc réduites. Pour synthétiser, la concentration en hémoglobine conditionne les effets d'un trouble pur sur le pH sanguin.



Réponse vraie : D

Question 22

Un patient A souffre d'une alcalose respiratoire pure. Un patient B présente la même valeur de pH mais a une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse. Les deux patients ont la même $p\text{CO}_2$ et le même hémocrite.

Indiquer LA proposition exacte.

- A. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte
- B. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de compensation
- C. C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte
- D. Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hémocrite, le même pH, la même $p\text{CO}_2$ que le patient A et une valeur des bicarbonates plasmatiques plus basse que le patient A**
- E. C'est possible quel que soit le type de troubles du patient B

Question 22

? Items A, B, C, D et E

Le patient A est en alcalose respiratoire pure, tandis que le patient B a le même pH et la même pCO_2 que le patient A avec une concentration en bicarbonate apparemment inférieure. On peut donc résumer les données :

- $pH_A = pH_B$
- $[HCO_3^-]_A > [HCO_3^-]_B$
- $pCO_2(A) = pCO_2(B)$
- $s_A = s_B$

On rappelle la formule de la concentration des bicarbonates plasmatiques :

$$[HCO_3^-] = \alpha \times pCO_2 \times 10^{(pH - pK_a)}$$

Sachant que les patients A et B ont les mêmes valeurs de pCO_2 et de pH ont peur écrire :

$$\alpha \times pCO_2(A) \times 10^{(pH(A) - pK_a)} = \alpha \times pCO_2(B) \times 10^{(pH(B) - pK_a)}$$

On tombe alors sur l'égalité :

$$[HCO_3^-]_A = [HCO_3^-]_B$$

Mathématiquement, nos concentrations en bicarbonates devraient être égales à pression en dioxyde de carbone et pH égaux : la situation est donc impossible !

Réponse vraie : D

Question 23

Un patient est en acidose respiratoire pure. Son pH artériel est égal à 7,10. La pente de la droite tampon chez ce sujet est égale à 30 millimoles/litre par unité pH. Calculer la valeur de la pCO_2 artérielle du patient et indiquer la proposition exacte :

- A. pCO_2 entre 38 et 42 mmHg
- B. pCO_2 entre 58 et 62 mmHg
- C. pCO_2 entre 68 et 72 mmHg

D. pCO_2 entre 73 et 110 mmHg

- E. pCO_2 entre 111 et 120 mmHg

Question 23

? Items A, B, C, D et E

Dans le cas d'une acidose respiratoire pure, on aura : $m = 24$ mM. Sachant également que la pente de la droite tampon est de : $s = 30$ mM · unité de pH^{-1} , on peut alors poser :

$$PCO_2 = \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{pH - 6,1}}$$

Or :

$$\begin{aligned} m &= [HCO_3^-] - s(7,40 - pH) \\ \Leftrightarrow [HCO_3^-] &= m + s(7,40 - pH) \\ &= 24 + 30(7,40 - 7,10) \\ &= 33 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

On peut alors déterminer la pCO_2 :

$$\begin{aligned} PCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{pH - 6,1}} \\ &= \frac{33}{0,03 \times 10^{7,1 - 6,1}} \\ &= \frac{33}{0,03 \times 10} \\ &= 110 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Réponse vraie : D

Question 24

A la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin est fait chez un patient et les résultats sont les suivants : $pCO_2 = 50$ mmHg, bicarbonates plasmatiques = 30 mmol/l. Définir son état-acido-basique en indiquant LA proposition exacte.

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée

C. Acidose respiratoire totalement compensée

- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Alcalose respiratoire totalement compensée

Question 24

? Items A, B, C, D et E

On sait que : $PCO_2 = 50$ mmHg ; $[HCO_3^-] = 30$ mmol/L. Le patient a une que $PCO_2 > 40$ mmHg, il est potentiellement en hypoventilation secondaire à une paralysie des muscles respiratoires ou en dépression des centres respiratoires. Dans tous les cas, il est en acidose respiratoire. Reste à déterminer si cette acidose respiratoire est compensée, partiellement ou complètement. Pour cela, nous allons calculer le pH :

$$\begin{aligned} pH &= pKa + \log\left(\frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times PCO_2}\right) \\ &= 6,1 + \log\left(\frac{30}{0,03 \times 50}\right) \\ &= 6,1 + 1,3 \\ &= 7,4 \end{aligned}$$

Le pH est égal à 7,4, il s'agit de la valeur normale dans le sang artériel. Donc l'acidose respiratoire de notre patient est bien totalement compensée!

Réponse vraie : C

Question 25

On considère une solution biologique (solvant = eau). On cherche à définir la quantité d'un soluté donné S contenue dans cette solution. Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La concentration osmolaire correspond au nombre de moles d'unités cinétiques osmotiquement actives de S divisé par le volume de la solution
- B. La concentration plasmatique du sodium (Na^+) ou natrémie, peut s'exprimer en mEq/L
- C. La concentration molaire de S correspond nombre de moles de S contenues dans la solution divisé par la masse de la solution
- D. La concentration pondérale de S correspond au poids de S contenu dans la solution divisé par le volume de la solution
- E. La concentration molale de S s'exprime en nombre de moles de S contenues dans la solution divisé par le volume de la solution

Question 25

✓ Item A → La concentration osmolaire correspond au nombre de moles d'unités cinétiques...

On nous demande si la concentration osmolaire correspond au nombre de moles d'unités cinétiques osmotiquement actives de S divisé par le volume de la solution. Une concentration osmolaire aura pour dimensions un nombre d'unités cinétiques par unité de volume de la solution (et non pas du solvant).

✓ Item B → La concentration plasmatique du sodium (Na^+) ou natrémie, peut s'exprimer en ...

Les ions sodium Na^+ sont par définition chargés, ils peuvent donc s'exprimer en concentration équivalente soit des mEq/L. Pour rappel, la concentration équivalente correspond au nombre de moles d'ions nécessaires pour transporter 1 faraday et elle dépend de la valence.

? Item C et E

Il est dit que la concentration molaire de S correspond au nombre de moles de S contenues dans la solution divisé par la masse de la solution. Or, la concentration molaire est une quantité de matière par unité de volume de solution (mémo : molaire fait penser à une surface donc par analogie un volume de solution). À l'inverse, la concentration molale correspond à une quantité de matière par la masse de solvant.

✗ Item D → La concentration pondérale de S correspond au poids de S contenu dans la solution...

L'item nous donne une expression utilisant le poids qui est une force, et non la masse qui est la dimension utilisée pour exprimer la concentration pondérale, correspondant à une masse de soluté par unité de volume de solvant.

Réponses vraies : A et B

Question 26

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S en solution biologique (le solvant est l'eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant uniquement le solvant. On introduit, lors de la phase initiale de l'expérience, le soluté S en A. On s'intéresse au passage du solvant de part et d'autre de la membrane, lequel ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnel au gradient d'osmolalité s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. la valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est inversement proportionnelle à la mobilité mécanique du solvant
- C. le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est toujours négligeable par rapport au débit diffusif du soluté (J_{dS})
- D. la valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la température de la solution
- E. le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) devient nul lorsque l'égalité des osmolalités dans chaque compartiment est atteinte

Question 26

✓ Item A → le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnel au gradient d'osmolalité...

Le débit diffusif du solvant ($J_{d,H_2O} = RTb_{H_2O} \frac{dc_{osm}}{dx}$) est bel et bien proportionnel au gradient d'osmolalité ($\frac{dc_{osm}}{dx}$ dans la formule) s'exerçant de part et d'autre de la membrane.

✗ Item B → la valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est inversement proportionnelle...

La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est proportionnelle à la mobilité mécanique b du solvant et non pas inversement proportionnelle, lisez bien les items!

✗ Item C → le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est toujours négligeable par rapport au débit ...

Le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) n'est pas toujours négligeable par rapport au débit diffusif du soluté (J_{dS}).

✓ Item D → la valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la température de ...

La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend bien de la température de la solution comme le rappelle la formule $|J_{d,H_2O}| = +RTb_{H_2O}S \text{ grad}(c_{osml})$, où c_{osml} est la concentration osmolale du soluté.

✓ Item E → le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) devient nul lorsque l'égalité des osmolalités dans ...

On aura un déplacement des molécules en diffusion en fonction de l'agitation thermique et donc de la température T, le phénomène retournera donc à l'équilibre (apparent) lorsque l'égalisation des concentrations en tout point de la solution sera obtenue.

Réponses vraies : A, D et E

Question 27

On considère le phénomène de convection d'un soluté S, de petite taille et de forme sphérique, en solution biologique (solvant = eau), au travers d'une membrane perméable non chargée, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La température de la solution est à 37° Celsius. Lors de la phase initiale de l'expérience, on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A. On s'intéresse au passage du soluté et du solvant de part et d'autre de la membrane résultant de cette surpression en A.

Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

A. On observe alors un passage transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment A vers le compartiment B

B. La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{F,H_2O}), est inversement proportionnelle à la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments A et B

C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la viscosité du solvant

D. Le débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend du phénomène d'agitation thermique des molécules de la solution

E. Le débit convectif de soluté (J_{FS}) dépend de la concentration molaire de S dans la solution

Question 27

✓ Item A → On observe alors un passage transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment ...

Si on exerce une surpression sur le compartiment A et que la membrane est perméable, il y aura un passage transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment A vers B.

✗ Item B → La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{F,H_2O}), est ...

Le débit de filtration est directement proportionnel au gradient de pression (on rappelle que $J_{F,H_2O} = -b_{H_2O}S \text{ grad}(P)$).

✓ Item C → La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la viscosité du ...

Pour le débit convectif de solvant, on rappelle que la mobilité mécanique molaire augmente avec la température et diminue avec la taille de la molécule et la viscosité. Or, on a besoin de la mobilité mécanique molaire pour calculer le débit. Donc, l'item est vrai.

✗ Item D → Le débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend du phénomène d'agitation thermique ...

L'item est faux puisqu'on est dans le cas d'une convection. De plus, on ne retrouve pas la température dans la formule.

✓ Item E → Le débit convectif de soluté (J_{FS}) dépend de la concentration molaire de S dans la ...

Pour finir, le débit convectif de soluté (J_{FS}) dépend de la concentration molaire de S dans la solution puisque : $J_{FS} = J_{F,H_2O} \times C$ avec C la concentration molaire du soluté.

Réponses vraies : A, C et E

Question 28

Soit un soluté ionique i en solution biologique. Une membrane biologique non chargée, perméable à l'ion et au solvant sépare deux compartiments contenant cette solution, mais avec au départ une différence de concentration (répartition inégale des concentrations) de cet ion de part et d'autre de la membrane. Le solvant est l'eau.

On a ainsi créé une différence de potentiel V entre les 2 compartiments (de part et d'autre de la membrane), différente du potentiel d'équilibre de l'ion i : il existe alors un flux transmembranaire d'ion i .

Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

A. Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est d'autant plus importante que la valence de l'ion i est élevée

B. Le sens du courant I_i est le même selon que l'ion i est un cation ou un anion

C. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la valeur du courant I_i et de V

D. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'ion i

E. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la concentration molaire de l'ion i

Question 28

? Items A, B, C, D et E

Selon la loi d'Ohm, $I_i = g_i(V - V_{ieq})$. Or, g_i augmente quand la concentration C_i , la valence Z_i et la mobilité mécanique molaire b_i augmentent. Donc, plus la valence de l'ion i augmente, plus l'intensité sera importante. De plus, on rappelle que la conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) a pour formule $g_i = \frac{r_i}{V - V_{ieq}}$.

Enfin, dans le cas des cations (chargés positivement), l'intensité sera dans le sens du flux, si on a des anions (-), l'intensité sera de sens opposé au flux!!

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 29

Dans les conditions normales et chez un sujet sain (pas d'anomalie de concentration plasmatique en protéines) et au repos (débit cardiaque constant), quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) concernant l'équilibre de Starling au niveau des capillaires musculaires périphériques ?

- A. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique est supérieure à la pression oncotique
- B. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique est supérieure à la pression interstitielle
- C. Au pôle veineux du capillaire, la pression oncotique est inférieure à la pression hydrostatique
- D. Au pôle veineux du capillaire, la pression hydrostatique est toujours inférieure à la pression interstitielle
- E. Du pôle artériel du capillaire au pôle veineux du capillaire, la pression oncotique reste constante

Question 29

? Items A, B, C et E

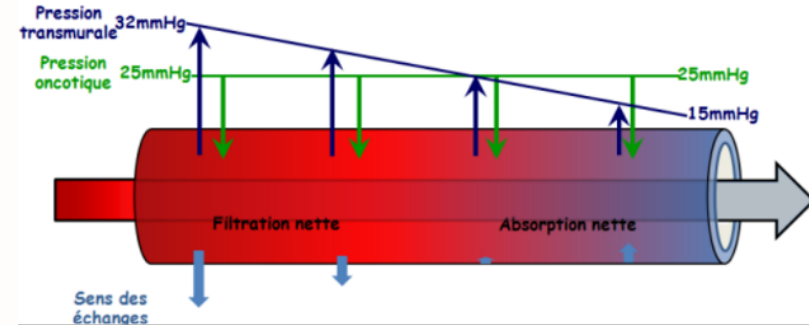
Pour l'item A, la pression hydrostatique entraîne une filtration depuis l'intérieur vers l'extérieur des vaisseaux et tend à chasser le plasma hors du vaisseau. Autrement dit, la pression hydrostatique favorise la filtration au niveau des capillaires. Au pôle artériel du capillaire, la pression de filtration est positive puisque la pression hydrostatique est supérieure à l'oncotique : il y a donc une filtration.

Ensuite, la pression hydrostatique capillaire étant supérieure à la pression interstitielle, de l'eau passe du compartiment sanguin vers le compartiment interstitiel à travers la paroi capillaire.

Pour l'item C, la pression oncotique entraîne un appel d'eau du milieu extravasculaire vers l'intérieur du vaisseau. Au pôle veineux, la pression oncotique est supérieure à la pression hydrostatique : il y a donc réabsorption.

✓ Item D → Au pôle veineux du capillaire, la pression hydrostatique est toujours inférieure à la ...

Au pôle veineux, la pression hydrostatique devra systématiquement être inférieure à la pression interstitielle pour permettre la réabsorption d'une partie de l'eau qui est passée dans le compartiment interstitielle :



Réponses vraies : A, B, D et E

Question 30

On considère les différents mécanismes de transports transmembranaires du glucose, présents au sein de l'organisme. Quelle est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet au glucose de franchir de façon passive la membrane cellulaire du côté où la concentration est la plus faible vers celui où elle est la plus forte
- B. Le transporteur du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT 1) est saturable et stéréospécifique
- C. La diffusion transmembranaire simple (sans transporteur) est négligeable dans les conditions normales
- D. L'entrée du glucose dans certaines cellules peut aussi s'effectuer grâce à l'utilisation de symports (cotransporteurs glucose-sodium)
- E. Les cotransporteurs glucose-sodium permettent l'entrée du glucose dans le sens contraire de son gradient transmembranaire de concentration

Question 30

? Items A, B, C, D et E

L'item A est faux. Le passage se fera du secteur où la concentration en glucose est la plus élevée vers le secteur où elle est la plus faible.

Ensuite, l'entrée du D-glucose en fonction de la concentration externe augmente d'abord de façon linéaire, puis la courbe va atteindre une valeur maximale constante (V_{max}) qui correspondra à la saturation du transporteur.

Pour la suite, c'est du cours, retenir que le symport Na^+ /glucose existe. Mais également qu'il permet le passage de glucose contre son gradient de concentration transmembranaire.

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 31

Parmi les propositions suivantes concernant le module de Young, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Il ne peut s'appliquer à un matériau hétérogène

B. Il diminue au fur et à mesure de l'allongement d'un corps

C. Il peut s'exprimer en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

D. Il est d'autant plus faible que le corps est élastique

E. Il représente un coefficient de proportionnalité intervenant dans l'expression de la loi de Laplace

✓ **Item A** → Il ne peut s'appliquer à un matériau hétérogène

Le module de Young (ou module d'élasticité) caractérise la rigidité d'un matériau et sa capacité à se déformer sous une contrainte. Il est donc basé sur l'hypothèse que le matériau est homogène et isotrope, c'est-à-dire avec des propriétés identiques dans toutes les directions. Dans un matériau hétérogène, les propriétés physiques (comme la rigidité, la résistance à la traction...) varient d'une région à l'autre en raison de la composition ou de la structure du matériau. Ces hétérogénéités peuvent se traduire par des différences de comportement mécanique dans les différentes parties du matériau. C'est pourquoi, pour les matériaux hétérogènes, des modèles plus complexes qui tiennent compte des différentes phases et de leurs interactions sont utilisés.

✗ **Item B** → Il diminue au fur et à mesure de l'allongement d'un corps

Non, le module de Young est une caractéristique du matériau, il ne dépend pas de l'état du corps !

✓ **Item C** → Il peut s'exprimer en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

On sait que :

$$F/S = \gamma \frac{\Delta L_0}{L_0} \iff F/S \times \frac{L_0}{\Delta L_0} = \gamma$$

On va pouvoir faire une analyse dimensionnelle avec cette relation ! Tout d'abord, F correspond à une force, en N . Cependant, on peut écrire autrement cette unité. Par exemple, prenons l'exemple du poids, une force également en N .

Question 31

✓ **Item A** → Il ne peut s'appliquer à un matériau hétérogène

Le module de Young (ou module d'élasticité) caractérise la rigidité d'un matériau et sa capacité à se déformer sous une contrainte. Il est donc basé sur l'hypothèse que le matériau est homogène et isotrope, c'est-à-dire avec des propriétés identiques dans toutes les directions. Dans un matériau hétérogène, les propriétés physiques (comme la rigidité, la résistance à la traction...) varient d'une région à l'autre en raison de la composition ou de la structure du matériau. Ces hétérogénéités peuvent se traduire par des différences de comportement mécanique dans les différentes parties du matériau. C'est pourquoi, pour les matériaux hétérogènes, des modèles plus complexes qui tiennent compte des différentes phases et de leurs interactions sont utilisés.

✗ **Item B** → Il diminue au fur et à mesure de l'allongement d'un corps

Non, le module de Young est une caractéristique du matériau, il ne dépend pas de l'état du corps !

✓ **Item C** → Il peut s'exprimer en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

On sait que :

$$F/S = \gamma \frac{\Delta L_0}{L_0} \iff F/S \times \frac{L_0}{\Delta L_0} = \gamma$$

On va pouvoir faire une analyse dimensionnelle avec cette relation ! Tout d'abord, F correspond à une force, en N . Cependant, on peut écrire autrement cette unité. Par exemple, prenons l'exemple du poids, une force également en N .

$$P = mg$$

m est une masse en kg , et g est l'intensité de la pesanteur, en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. On a donc :

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Puis S est une surface en m^2 , et $\frac{L_0}{\Delta L_0}$ un rapport entre deux longueurs, sans unité. Au total, le module d'Young a pour unité le $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$, soit le $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

✓ **Item D** → Il est d'autant plus faible que le corps est élastique

C'est exactement ça, l'élasticité augmente quand le module d'Young baisse.

✗ **Item E** → Il représente un coefficient de proportionnalité intervenant dans l'expression de la...

Non, le module d'Young apparaît dans la loi de Hooke :

$$F/S = \gamma \frac{\Delta L_0}{L_0}$$

Réponses vraies : A, C et D

Question 32

Parmi les propositions suivantes concernant la loi de Laplace, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Elle permet de relier la différence de pression de part et d'autre d'une lame mince à la tension superficielle régnant au sein de cette lame selon les deux rayons de courbure principaux

B. Elle permet de déterminer que si une lame mince reste strictement plane, il n'existe pas de différence de pression de part et d'autre

C. Elle permet d'expliquer la croissance naturelle des anévrismes

D. Elle intervient dans la détermination du rayon d'équilibre d'un vaisseau

E. Elle ne peut s'appliquer en dehors du cas d'une lame mince

✓ **Item A** → Elle permet de relier la différence de pression de part et d'autre d'une lame mince...

C'est exactement ça ! Elle nous donne :

$$\Delta P = T \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

R_1 correspond au rayon de courbure dans la longueur de l'artère, il tend vers $+\infty$ si l'artère est droite, et R_2 est orthogonale à R_1 , c'est le rayon de l'artère.

✓ **Item B** → Elle permet de déterminer que si une lame mince reste strictement plane, il n'existe...

Si la lame est strictement plane, les deux rayons de courbure tendent vers $+\infty$, et d'après la loi de Laplace, ΔP tend vers 0 !

Question 32

✓ **Item A** → Elle permet de relier la différence de pression de part et d'autre d'une lame mince...

C'est exactement ça ! Elle nous donne :

$$\Delta P = T \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

R_1 correspond au rayon de courbure dans la longueur de l'artère, il tend vers $+\infty$ si l'artère est droite, et R_2 est orthogonale à R_1 , c'est le rayon de l'artère.

✓ **Item B** → Elle permet de déterminer que si une lame mince reste strictement plane, il n'existe...

Si la lame est strictement plane, les deux rayons de courbure tendent vers $+\infty$, et d'après la loi de Laplace, ΔP tend vers 0 !

✓ **Item C** → Elle permet d'expliquer la croissance naturelle des anévrismes

Lors d'un anévrisme, le rayon de l'artère augmente. Ainsi, pour garder une pression artérielle ΔP constante, la loi de Laplace nous montre que la tension superficielle va augmenter, ce qui tend à élargir encore plus le rayon car on étire l'artère!

✓ **Item D** → Elle intervient dans la détermination du rayon d'équilibre d'un vaisseau

Pour déterminer le rayon d'équilibre d'un vaisseau fibro-élastique, on observe l'intersection entre les courbes Tension-Rayon pour la loi de Hooke et la loi de Laplace.

✗ **Item E** → Elle ne peut s'appliquer en dehors du cas d'une lame mince

Non on peut l'appliquer également pour une paroi épaisse! On parle alors de tension superficielle moyenne, en prenant la moyenne des rayons de courbure sur les 2 faces de la paroi pour chacun des rayons de courbures principaux.

Réponses vraies : A, B, C et D

Question 33

Si l'on veut déterminer la tension pariétale régnant au sein d'un segment du ventricule gauche (VG), parmi les paramètres suivants, duquel (ou desquels) a-t-on besoin ?

A. la pression à l'intérieur du VG

- B. la fréquence cardiaque
C. le poids de l'individu
D. le volume du VG

E. l'épaisseur de la paroi du VG

Question 33

? **Items A, B, C, D et E**

La tension pariétale correspond à la quantité F/S intervenant dans la loi de Laplace :

$$F/S = \gamma \frac{\Delta L_0}{L_0}$$

Tout d'abord F correspond à la force exercée sur la paroi : elle dépend de la pression sanguine : l'item A est vrai. Ensuite, on sait que S augmente avec l'épaisseur de la paroi, on coche donc l'item E.

Réponses vraies : A et E

Question 34

Parmi les propositions suivantes concernant le rayon d'équilibre d'une artère musculo-élastique, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes(s) ?

A. il augmente si le tonus des cellules musculaires lisses augmente

B. il peut exister une situation où la pression artérielle est suffisamment basse pour qu'il n'y ait plus de rayon d'équilibre

C. il ne peut varier que très lentement en fonction du tonus des cellules musculaires lisses

D. il dépend du contenu en élastique et collagène de la paroi artérielle

E. il diminue si la pression artérielle baisse

Question 34

✗ **Item A** → il augmente si le tonus des cellules musculaires lisses augmente

Pour une même pression, si le tonus des cellules musculaires lisses augmente, cela va engendrer une plus forte contraction des cellules et donc le rayon d'équilibre diminue!

✓ **Item B** → il peut exister une situation où la pression artérielle est suffisamment basse pour ...

C'est ce qu'on appelle un collapsus : mathématiquement, l'artère ne peut plus rester ouverte, les parois s'effondrent sur elles-mêmes.

✗ **Item C** → il ne peut varier que très lentement en fonction du tonus des cellules musculaires lisses

Il existe des situations pathologiques où une chute de cette pression induit des malaises vagues, et une augmentation induit des spasmes ischémiques, migraines.

✓ **Item D** → il dépend du contenu en élastique et collagène de la paroi artérielle

La courbe utilisée pour déterminer le rayon d'équilibre est fonction de la loi de Hook pour les fibres élastiques et de la loi de Hook pour les fibres de collagène.

✓ **Item E** → il diminue si la pression artérielle baisse

Si la pression artérielle baisse, ce rayon diminue (quand on dégonfle un ballon, le rayon diminue) pour un même tonus des cellules musculaires lisses.

Réponses vraies : B, D et E

Question 35

L'âge augmente la rigidité de l'aorte et diminue son élasticité. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes(s) au cours du vieillissement ?

A. la capacitance de l'aorte augmente

B. l'onde réflexion de pouls est ralentie

C. le débit aortique devient moins pulsatile (moins de différence entre le débit en systole et la diastole)

D. le module de Young de l'aorte augmente

E. la pression artérielle systolique diminue

Question 35

✗ **Item A** → la capacitance de l'aorte augmente

Plus la capacitance de l'aorte diminue. On rappelle que pour une augmentation de pression donnée, si l'aorte augmente peu de volume alors elle est rigide, et si elle augmente beaucoup de volume elle est très élastique. Ainsi, plus la capacitance de l'aorte est importante, plus elle est distensible. Ce qui n'est pas le cas quand l'aorte se rigidifie.

✗ **Item B** → l'onde réflexion de pouls est ralentie

La vitesse de propagation de l'onde de pouls augmente!

✗ **Item C** → le débit aortique devient moins pulsatile (moins de différence entre le débit en systole ...

Le débit devient encore plus pulsatile. En effet, si l'aorte devient plus rigide, elle pourra moins s'étendre pour "stocker" le sang éjecté pour qu'il soit redistribué en diastole, donc on aura beaucoup de débit en systole et beaucoup moins en diastole car le sang a été moins stocké, donc le débit aortique devient plus pulsatile.

✓ **Item D** → le module de Young de l'aorte augmente

Un corps est d'autant plus élastique que son module de Young est faible. Ainsi, plus un corps se rigidifie et plus son module de Young augmente. Les artères ont tendance à se rigidifier avec l'âge donc leur module de Young également.

✗ **Item E** → la pression artérielle systolique diminue

On a un cercle vicieux dans la mesure où comme la vitesse de l'onde de pouls augmente avec la rigidité de l'aorte, cette onde va se réfléchir sur des bifurcations et revenir vers l'aorte très rapidement donc en fin de systole, et cela va augmenter encore plus la pression artérielle centrale. Alors que pour des sujets jeunes, cette réflexion arrive en diastole! De plus, plus les parois sont rigides et plus le ventricule gauche va devoir générer de pression pour propulser le sang via l'aorte.

Réponse vraie : D

SESSION 2 – 2021-2022



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2021-2022

Examen PASS
UE 11

Biophysique
Session 2 2021-2022
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

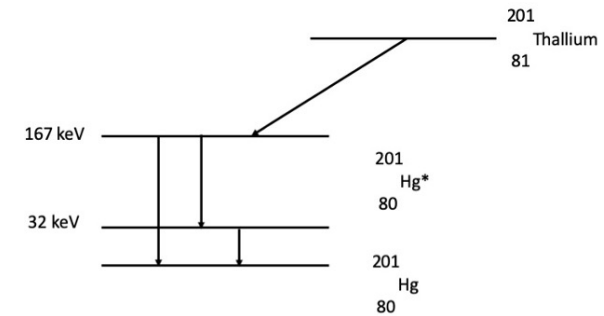
- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 5 pages numérotées de 1 à 5 et comporte 24 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Le ^{201}Tl est un analogue radioactif du potassium utilisé pour analyser la perfusion cardiaque en scintigraphie, qui se désintègre en mercure (^{201}Hg) en émettant des rayonnements. Vous trouverez ci-dessous son schéma de désintégration radioactive.



Question 1

De quelle(s) classe(s) de transformation radioactive s'agit-il ?

- Transformation isobarique
- Transformation isomérique
- Émission alpha
- Fission nucléaire
- Fusion nucléaire

Question 2

Quel(s) type(s) de transformation radioactive permettrait(ent) de transformer le Thallium (201 ;81) en Mercure (201 ;80) ?

- Émission α
- Émission β^+
- Émission β^-
- Capture électronique
- Émission δ

Question 3

On donne la masse du noyau de $^{201}\text{Tl} = 200,970794$ uma et la masse du noyau de $^{201}\text{Hg} = 200,970277$ uma. Quelle est la seule transformation radio-active possible ?

- Émission α
- Émission β^+
- Émission β^-
- Capture électronique
- Émission δ

Question 4

Dans quel intervalle est la longueur d'onde du rayonnement X provenant du réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche électronique K de l'atome ^{201}Hg ? On donne le niveau énergétique de la couche K de l'atome de $^{201}\text{Hg} = 83 \text{ keV}$.

- A. $< 0,01 \text{ nm}$
- B. $0,01 \text{ à } 0,1 \text{ nm}$
- C. $0,1 \text{ nm à } 1 \text{ nm}$
- D. $1 \text{ à } 10 \text{ nm}$
- E. $> 10 \text{ nm}$

Question 5

Quel(s) autre(s) type(s) de particule(s) ou de rayonnement(s) pourront être détecté(s) dans les cellules captant le $^{201}\text{Thallium}$?

- A. Rayonnements de fluorescence
- B. Électrons Auger
- C. Rayonnements Compton
- D. Positons
- E. Particules alpha

Question 6

Quel(s) type(s) de particule(s) ou de rayonnement(s) pourront être détecté(s) si vous placez des cristaux de détection des rayonnements à 1 mètre du patient ?

- A. Rayonnements Gamma à 167 keV
- B. Rayonnements Gamma à 511 keV
- C. Électrons Auger
- D. Rayonnements Compton
- E. Rayonnements X à 62 keV

Énoncé commun aux questions 7 et 8.

Un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,15 \text{ Angström}$ interagit avec un électron de la couche K du Tungstène par effet photo-électrique.

On donne : Niveau énergétique de la couche K du Tungstène : $- 70 \text{ keV}$

Question 7

Quelle est l'énergie du photoélectron émis ?

- A. $12,7 \text{ keV}$
- B. $15,7 \text{ keV}$
- C. $82,7 \text{ keV}$
- D. 127 keV
- E. $152,7 \text{ keV}$

Question 8

Indiquez l'énergie du photon de fluorescence émis après comblement de la vacance électronique de la couche K par un électron de la couche M.

- A. $9,7 \text{ keV}$
- B. $34,6 \text{ keV}$
- C. $52,5 \text{ keV}$
- D. $62,2 \text{ keV}$
- E. $128,5 \text{ keV}$

Question 9

Le comptage à un mètre d'une source radioactive ponctuelle mesure $1024 \text{ impulsions par seconde (ips)}$. Dans d'autres conditions, on obtient 256 ips . Dans quelle(s) condition(s) peut-on se trouver alors ?

- A. Le détecteur est situé à $0,5 \text{ mètre}$ de la source
- B. Le détecteur est situé à 2 mètres de la source
- C. On a interposé, sans changer la distance à la source (1m), un filtre d'épaisseur égale à une CDA pour le rayonnement émis
- D. On a interposé sans changer la distance à la source (1m), un filtre d'épaisseur égale à 2 CDA
- E. Le détecteur se trouve à $0,5\text{m}$ de la source et on a interposé 2 CDA

Question 10

Calculer le seuil de fréquence qui sépare les rayonnements électromagnétiques non ionisants des rayonnements électromagnétiques ionisants pour les tissus biologiques, sachant que ces derniers sont principalement constitués d'eau et que l'énergie de liaison des électrons de la couche externe des atomes d'oxygène et d'hydrogène est d'environ $13,6 \text{ eV}$.

On donne : Charge de l'électron $= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$; Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- A. $1,2.108 \text{ Hz}$
- B. $3,3.1015 \text{ Hz}$
- C. $4,5.1017 \text{ Hz}$
- D. $2,8.1024 \text{ Hz}$
- E. $2,1.1034 \text{ Hz}$

Question 11

A propos de l'effet Compton, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron atomique d'une couche périphérique
- B. Il aboutit à la création d'un neutron
- C. La probabilité d'interaction par effet Compton augmente lorsque l'énergie du rayonnement augmente
- D. Le transfert d'énergie entre le photon incident et l'électron est maximal si le choc est tangentiel
- E. Plus l'énergie du photon incident augmente, plus le photon diffusé sera dirigé vers l'arrière

Question 12

A propos de la couche de demi-atténuation (CDA), laquelle(lesquelles) des propositions suivantes est(sont) exacte(s) ?

- A. Elle correspond à l'épaisseur de matériau nécessaire pour diminuer de moitié l'intensité d'un faisceau d'électrons
- B. Elle diminue lorsque l'énergie du rayonnement électronique incident diminue
- C. Elle est proportionnelle au pouvoir d'arrêt linéique par collision
- D. Elle dépend du numéro atomique du milieu atténuant
- E. Elle s'exprime par des unités de temps (seconde ou heure)

Un radioélément de période physique 2,14 jours émet des rayonnements alpha d'énergie $E = 4,3$ MeV qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de 43 microns. Cet émetteur est vectorisé dans une tumeur de masse 1035 g après administration d'un produit radio-pharmaceutique. On supposera que la concentration radioactive reste homogène dans la tumeur et que la radioactivité ne disparaît que par suite de la décroissance physique de l'émetteur alpha. On considère que l'activité initialement fixée dans la tumeur est de 15 MBq.

Question 13

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. Le nombre total d'atomes radioactifs émetteurs alpha présents dans la tumeur est compris dans l'intervalle : $[2; 5 \times 10^{12}]$ atomes
- B. L'énergie absorbée par la tumeur est comprise dans l'intervalle : $[2,1; 2,8]$ Joules
- C. La dose absorbée par la tumeur est comprise dans l'intervalle $[2,0; 2,6]$ Gy
- D. Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle $[95; 110]$ keV/ μm
- E. La dose absorbée par un tissu sain situé à 85 microns de la cible est nulle

Le potassium naturel contenu dans l'organisme est un mélange d'isotopes stables (39K et 41K) et d'un isotope radioactif le 40K de période physique égale à 1,3 10⁹ ans et d'abondance isotopique 0,012%. L'activité du potassium est constante au cours du temps, voisine de 5 kBq pour un adulte de 70 kg. Le 40K se désintègre par deux voies différentes :

- Emission β^- (90% des désintégrations) d'énergie moyenne 0,45 MeV.
- Emission par capture électronique (10% des désintégrations) suivie d'une émission gamma d'énergie 1,46 MeV.

Question 14

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. L'énergie déposée par les émissions particulaires, à chaque désintégration, est comprise dans l'intervalle : $[3,95; 4,15]$ MeV
- B. Le nombre total de désintégrations sur une période d'un an est compris dans l'intervalle : $[1,40; 1,70]10^{12}$
- C. L'énergie déposée dans l'organisme sur une période d'un an est d'environ 10^{-2} Joule
- D. La dose annuelle absorbée par l'organisme due au 40K est comprise dans l'intervalle $[120; 170]$ mGy
- E. La dose annuelle absorbée par l'organisme due au 40K est comprise dans l'intervalle : $[250; 470]$ μGy

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur passage dans un milieu biologique. Des particules alpha de 8,1 MeV ont un parcours maximal de 54 μm dans ce milieu où l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est de 50 eV. On dénomme : TLE le transfert linéique d'énergie, DLI la Densité linéique d'ionisations et dm, la distance moyenne entre deux paires d'ions créées.

Question 15

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. La particule alpha a un TLE de 200 keV/ μm et une DLI de 4500 paires d'ions/ μm
- B. La particule alpha a un TLE de 150 keV/ μm et une DLI de 3000 paires d'ions/ μm
- C. La DLI diminue en fin de parcours
- D. La distance moyenne entre 2 paires d'ions créées est de 0,33 nm
- E. La distance moyenne entre 2 paires d'ions créées est de 5 nm

Question 16

Parmi les propositions suivantes, concernant les interactions des particules chargées avec la matière laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes ?

- A. La particule alpha est composée de 2 protons et 2 neutrons
- B. Les interactions entre la particule alpha et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les électrons du milieu traversé
- C. Le ralentissement de la particule alpha dans la matière suit une trajectoire grossièrement rectiligne
- D. Le ralentissement de la particule alpha se fait principalement par une série de chocs frontaux avec les noyaux du milieu traversé
- E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV lors d'une collision entre une particule chargée lourde et un électron d'un atome d'Hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 5 eV

Un sujet anémique a une concentration d'hémoglobine plus faible que la normale. On s'intéresse aux conséquences sur le pH sanguin des troubles respiratoires purs chez ce patient en utilisant les notions présentées lors du cours.

Question 17

Indiquer la proposition exacte :

- A. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- B. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- C. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront plus graves
- D. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves
- E. Les conséquences des troubles respiratoires purs ne sont jamais modifiées par le taux d'hémoglobine du sujet

Un patient est en acidose respiratoire pure. Son pH artériel est égal à 7,20. La pente de la droite tampon chez ce sujet est égale à 30 millimoles/litre par unité pH.

Question 18

Calculer la valeur de la PCO₂ artérielle du patient et indiquer la proposition exacte (on pourra utiliser si nécessaire les approximations suivantes : 101,1 = 13, 101,2 = 16, 101,3 = 20).

- A. PCO₂ entre 38 et 42 mmHg
- B. PCO₂ entre 45 et 60 mmHg
- C. PCO₂ entre 65 et 75 mmHg
- D. PCO₂ entre 76 et 85 mmHg
- E. PCO₂ entre 86 et 100 mmHg

Question 19

Le pH artériel d'un patient est à 7,51. Sa PCO₂ artérielle est égale à 40 mmHg. Indiquer la réponse exacte :

- A. Il s'agit d'une alcalose mixte
- B. Ce trouble est la conséquence d'une hyperventilation
- C. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants
- D. Il s'agit d'une acidose métabolique
- E. Il s'agit d'une alcalose partiellement compensée

Un patient a un $pH = 7,30$ et un taux de bicarbonate plasmatique égal à 30 mmoles/l. Pour simplifier on considérera une pente de la droite tampon de valeur absolue (30 mmoles/l · unité pH)

Question 20

Indiquer la proposition exacte :

- A. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire pure
- C. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte
- D. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure
- E. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique partiellement compensée

Question 21

On considère une solution biologique (solvant=eau). On cherche à définir la concentration d'un soluté donné S dans cette solution. Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La concentration molaire de S est égale au nombre de moles de S par unité de volume de la solution
- B. La concentration pondérale de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution (g/L)
- C. Si on dissout totalement 1 mol de S dans 1 litre d'eau, et si S est du chlorure de potassium, l'osmolarité de la solution obtenue sera 2 osmol/L.
- D. La concentration osmolale de S est égale au nombre d'unités cinétiques issues de la dissolution de S divisé par la masse du solvant
- E. Si S est le glucose, sa concentration s'exprimera toujours en mEq/L (milliéquivalents/litre)

Énoncé commun aux QCM 22 et 23

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S non ionique et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, créant ainsi un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Question 22

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{AS}) augmente quand la valeur absolue du gradient de concentration molaire de S de part et d'autre de la membrane augmente
- C. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{AS}) augmente quand la température de la solution augmente
- D. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{AS}) est d'autant plus importante que l'épaisseur de la membrane d'échange est faible
- E. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{AS}) est d'autant plus importante que la mobilité mécanique molaire du soluté (b_S) est faible

Question 23

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le solvant (H_2O) diffusera du côté où la concentration du soluté S est la plus faible vers le côté où elle est la plus forte, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique de S
- C. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) augmente quand la température augmente
- D. Le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est d'autant plus important que la surface utile de la membrane est grande
- E. Le débit volumique diffusif (Q_{d,H_2O}) correspond au produit de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau

Question 24

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant=eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit convectif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant et qui contiennent initialement la même concentration de soluté et la même quantité de solvant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1, créant ainsi un gradient de pression transmembranaire.

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment 1 vers le compartiment 2
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}), augmente quand la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments 1 et 2 augmente
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des concentrations molaires du soluté entre les compartiments 1 et 2
- D. Le débit de filtration (J_{F,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique molaire du soluté S
- E. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend directement de la température de la solution

FIN DU SUJET



Université Paris Cité
 Faculté de Santé
 Année Universitaire 2021-2022

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2021-2022
 Durée de l'épreuve : **1h30**
 (Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.
 Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.
 Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 13 pages numérotées de 1 à 13 et comporte 24 questions.
 Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



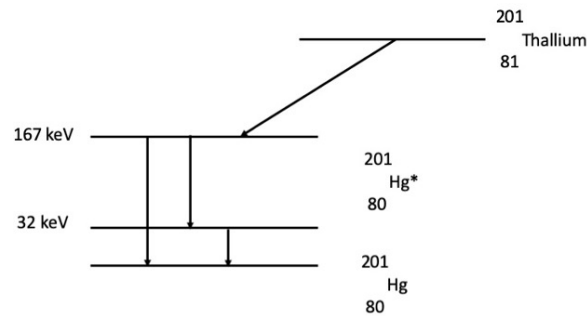
Université Paris Cité
 A2SUP - Tutorat

Tuto n° : _____ UE (spé) : 11
 Nom : _____
 Prénom : _____
 Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION																							
Numéro A2SUP ↓	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle	M Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mil.												M Diz.										
	Cent.												J Unit.										
	Diz.												J Diz.										
	Unit.												Date de naissance (JJ/MM)										

1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	37	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	38	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	39	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	16	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	41	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	42	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	43	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	44	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	45	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	22	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
11	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	23	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
12	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	24	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Le ^{201}Tl est un analogue radioactif du potassium utilisé pour analyser la perfusion cardiaque en scintigraphie, qui se désintègre en mercure (^{201}Hg) en émettant des rayonnements. Vous trouverez ci-dessous son schéma de désintégration radioactive.

**Question 1**

De quelle(s) classe(s) de transformation radioactive s'agit-il ?

A. Transformation isobarique

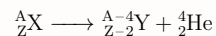
- B. Transformation isomérique
C. Émission alpha
D. Fission nucléaire
E. Fusion nucléaire

Question 1**? Items A et B**

Une transformation isobarique désigne une réaction où il y a conservation du nombre de masse A . Une transformation isomérique désigne une transformation où il y a conservation du nombre de masse A et du numéro atomique Z . Ici, on passe du $^{201}_{81}\text{Tl}$ au $^{201}_{80}\text{Hg}^*$. On a donc une conservation du nombre de masse seulement ($A = 201$), et donc il s'agit d'une transformation isobarique.

? Items C, D et E

On a vu qu'on avait affaire à une transformation isobarique. On sait que dans les transformations isobariques, il y a trois types de transformations : les transformations β^+ , les β^- , et la capture électronique. On peut donc éliminer les trois items, qui ne sont pas des transformations isobariques. L'émission α consiste en l'émission d'un noyau d'hélium ^4_2He à partir du noyau père, ce qui donnera une transformation du type :



La fission nucléaire consiste en la dissociation d'un gros noyau en plusieurs noyaux, à laquelle est souvent associée une émission de neutrons. La fusion nucléaire consiste en la fusion de plusieurs noyaux légers.

Réponse vraie : A

Question 2

Quel(s) type(s) de transformation radioactive permettrait(ent) de transformer le Thallium ($201;81$) en Mercure ($201;80$) ?

A. Émission α

B. Émission β^+

C. Émission β^-

D. Capture électronique

E. Émission δ

Question 2**? Items A, B, C, D et E**

On a vu que la transformation ici présente était une transformation isobarique. Il n'y a donc pas d'émission α et l'émission delta renvoie à l'ionisation secondaire d'un atome. Une source d'énergie va provoquer le départ d'un ou plusieurs électrons qui quitteront leur orbitale électronique : on les appelle électrons delta. Cela ne correspond donc pas à notre transformation. Dans les transformations isobariques, on a trois types de transformations :

- Transformation β^+ : $^A_Z\text{X} \longrightarrow ^A_{Z-1}\text{Y} + ^0_{+1}e^+ + ^0_0\nu$ (item B VRAI)
- Transformation β^- : $^A_Z\text{X} \longrightarrow ^A_{Z+1}\text{Y} + ^0_{-1}e^- + ^0_0\bar{\nu}$ (item C FAUX)
- Capture électronique : $^A_Z\text{X} + ^0_{-1}e^- \longrightarrow ^A_{Z-1}\text{Y} + ^0_0\nu$ (item D VRAI)

La transformation ici présente pourrait donc correspondre à une émission β^+ ou à une capture électronique.

Réponses vraies : B et D

Question 3

On donne la masse du noyau de $^{201}\text{Thallium} = 200,970794 \text{ uma}$ et la masse du noyau de $^{201}\text{Hg} = 200,970277 \text{ uma}$. Quelle est la seule transformation radio-active possible ?

A. Émission α

B. Émission β^+

C. Émission β^-

D. Capture électronique

E. Émission δ

Question 3**? Items A, C et E**

On a déjà éliminé les émissions α et δ , puis l'émission β^- , nous laissant alors deux possibilités : l'émission β^+ ou la capture électronique (Items A, C et E FAUX).

? Items B et D

Pour déterminer le type de transformation se produisant, nous allons calculer l'énergie de la transition correspondant à la différence des énergies de masses, pour la comparer à la condition énergétique de la β^+ . On rappelle la condition énergétique de cette transition :

$$[M_{at}({}^{201}_{81}\text{Th}) - M_{at}({}^{201}_{80}\text{Hg})]c^2 > 2m_e c^2$$

Avec l'énergie de masse au repos d'un électron : $m_e c^2 = 511 \text{ keV}$.

$$[M_{at}({}^{201}_{81}\text{Th}) - M_{at}({}^{201}_{80}\text{Hg})]c^2 > 1,024 \text{ MeV}$$

On calcule donc l'énergie de la transition :

$$\begin{aligned} [M_{at}({}^{201}_{81}\text{Th}) - M_{at}({}^{201}_{80}\text{Hg})]c^2 &= (200,970794 - 200,970277) \times 931,5 \\ &= 0,4815855 \text{ MeV} < 1,024 \text{ MeV} \end{aligned}$$

L'énergie de la transition ne remplit pas la condition énergétique, la transformation ne peut donc pas être une transformation β^+ . On conclut donc que la transition du Thallium-201 au Mercure-201 se fait par capture électronique uniquement.

Réponse vraie : D

Question 4

Dans quel intervalle est la longueur d'onde du rayonnement X provenant du réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche électronique K de l'atome ${}^{201}\text{Hg}$? On donne le niveau énergétique de la couche K de l'atome de ${}^{201}\text{Hg} = 83 \text{ keV}$.

A. $< 0,01 \text{ nm}$

B. **0,01 à 0,1 nm**

C. 0,1 nm à 1 nm

D. 1 à 10 nm

E. $> 10 \text{ nm}$

Question 4**? Items A, B, C, D et E**

On donne l'énergie de liaison de la couche K : $W_K = 83 \text{ keV}$. Pour calculer la longueur d'onde du photon émis lors d'un réarrangement électronique de la couche L à la couche K (c'est-à-dire lors du transfert d'un électron de la couche L à la couche K pour combler une lacune électronique), on va d'abord devoir calculer l'énergie de ce réarrangement. Pour cela, on va soustraire les énergies de liaison des deux couches, tel que : $E(L \rightarrow K) = W_K - W_L$.

On a W_K , on va donc devoir calculer W_L . Pour ce faire on va calculer W_L à partir de W_K , de la manière suivante :

$$W_n = 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n^2} \iff W_n = W_K \times \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

Ici, l'énergie de liaison de la couche K est donnée, donc on partira de cette dernière pour calculer les énergies de liaisons aux autres couches :

$$W_L = \frac{W_K}{4} = \frac{83}{4} = 20,75 \text{ keV}$$

On va donc pouvoir calculer :

$$E_{L \rightarrow K} \approx 83 - 20,75 \approx 62,25 \text{ keV}$$

Pour convertir cette énergie en longueur d'onde, on va utiliser la formule (Duane-Hunt) :

$$\begin{aligned} \overbrace{\lambda}^{(nm)} &= \frac{1240}{\underbrace{E}_{(eV)}} \\ &\approx \frac{1240}{62500} \\ &\approx 0,02 \text{ nm} \\ &\in [0,01 - 1] \text{ nm} \end{aligned}$$

Réponse vraie : B

Question 5

Quel(s) autre(s) type(s) de particule(s) ou de rayonnement(s) pourront être détecté(s) dans les cellules captant le ${}^{201}\text{Thallium}$?

A. Rayonnements de fluorescence

B. Électrons Auger

C. Rayonnements Compton

D. Positons

E. Particules alpha

Question 5**? Items A et B**

On a vu que la transformation correspondait à une capture électronique, ce qui correspond à la capture par le noyau d'un électron d'une couche profonde (couche K ou L). À la suite de ce phénomène, un réarrangement électronique va se produire pour combler la lacune sur la couche profonde. L'énergie de désexcitation donnera alors lieu soit à des émissions de photons de fluorescence X, soit à l'émission d'électrons Auger.

? Items C, D et E

À la suite de la capture électronique, le ${}^{201}_{81}\text{Tl}$ va être transformé en ${}^{201}_{80}\text{Hg}^*$, une forme métastable du Mercure-201. Pour se stabiliser, cet isotope pourra émettre des photons γ ou des électrons de conversion interne. Les photons γ émis pourront notamment interagir aléatoirement avec des éléments du milieu comme des électrons des couches superficielles, induisant alors des rayonnements Compton.

En revanche, la transformation du Thallium-201 en Mercure-201 est une capture électronique, on ne pourra donc pas observer de positons (particules β^+), ni de noyaux d'hélium (particules α).

Réponses vraies : A, B et C

Question 6

Quel(s) type(s) de particule(s) ou de rayonnement(s) pourront être détecté(s) si vous placez des cristaux de détection des rayonnements à 1 mètre du patient ?

A. Rayonnements Gamma à 167 keV

B. Rayonnements Gamma à 511 keV

C. Électrons Auger

D. Rayonnements Compton

E. Rayonnements X à 62 keV

Question 6

? Items A, D et E

Les détecteurs composés de cristaux scintillants ne pourront pas détecter directement des particules comme les électrons de conversion interne, ou les électrons issus d'effets Compton ou photoélectriques : nous nous focaliserons donc uniquement sur les rayonnements. Nous avons précédemment déterminé que les rayonnements émis étaient : des rayonnements γ de désexcitation nucléaire, des rayonnements X de désexcitation électronique et des rayonnements issus d'effet Compton.

Premièrement, pour les rayonnements γ , on peut en déduire leur énergie avec l'énoncé. On nous donne les niveaux d'énergie des états excités du mercure : on calculera simplement les différences d'énergies des différentes flèches. Nous aurons alors :

- Un rayonnement γ de 167 keV issu de la désexcitation directe du Mercure métastable.
- Deux rayonnements γ issus de la même transition mais avec un intermédiaire à 32 keV, le rayonnement initial portant alors une énergie de : $167 - 32 = 135$ keV.

D'autre part, on pourra observer l'émission de photons de fluorescence X. Nous avons déjà calculé l'énergie d'un photon de fluorescence issu d'un réarrangement de la couche L à la couche K (cf. : question 4) : l'énergie de ce photon était bien de 62 keV environ. Même si des réarrangements électroniques par émission d'électrons Auger se produiront à la suite de la capture électronique, ces électrons ne seront pas détectables par une caméra pour deux raisons : la première a été évoquée (détecteur à cristaux scintillants réceptif uniquement aux rayonnements), la deuxième étant que la caméra est à un mètre du patient et les électrons ont un parcours beaucoup plus court (quelques mm). On ne pourrait donc pas en détecter.

X Item B \rightarrow Rayonnements Gamma à 511 keV

Dans cette cascade de réaction nous n'avons pas de positon qui puisse déclencher de réaction d'annihilation : donc pas d'émission de photons γ d'énergie 511 keV.

X Item C \rightarrow Électrons Auger

Pour ce qui est des émissions Compton, nous avons précédemment déterminé qu'elles pouvaient avoir lieu à la suite d'ionisations secondaires des émissions γ dans le milieu, on détectera alors les photons diffusés par l'effet Compton et non les électrons. Cette émission produira un spectre continu (les énergies des rayonnements dépendant de l'angle d'interaction), ce qui est à l'origine d'un flou en imagerie.

Réponses vraies : A, D et E

Énoncé commun aux questions 7 et 8.

Un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,15$ Angström interagit avec un électron de la couche K du Tungstène par effet photo-électrique.

On donne : Niveau énergétique de la couche K du Tungstène : - 70 keV

Question 7

Quelle est l'énergie du photoélectron émis ?

A. 12,7 keV

B. 15,7 keV

C. 82,7 keV

D. 127 keV

E. 152,7 keV

Question 7

? Items A, B, C, D et E

L'effet photoélectrique correspond à l'absorption complète de l'énergie d'un photon incident par un électron d'une couche profonde. Pour calculer l'énergie de ce photoélectron émis, calculons la différence entre l'énergie du photon incident et l'énergie de liaison de la couche de l'électron. On dispose déjà du niveau d'énergie de la couche K :

$$W_K = -E_K = 70 \text{ keV}$$

Pour déterminer l'énergie du photon, on a sa longueur d'onde en Angström ($= 10^{-10}$ m), que l'on va commencer par convertir en nm ($= 10^{-9}$ m) : pour une longueur d'onde de $0,15 \text{ \AA}$, on aura : $0,015$ nm. On peut alors appliquer la relation de Duane-Hunt :

$$\begin{aligned} E &= \frac{1240}{\lambda} \\ &= \frac{1240}{0,015} \\ &\approx 82666,666 \text{ eV} \approx 82,7 \text{ keV} \end{aligned}$$

Pour calculer l'énergie du photoélectron, on va finalement faire la différence entre l'énergie du photon incident et l'énergie de liaison à la couche K :

$$\begin{aligned} E_{\text{photoelectron}} &= E_{\text{photon incident}} - W_K \\ &= 82,7 - 70 \\ &= 12,7 \text{ keV} \end{aligned}$$

Réponse vraie : A

Question 8

Indiquez l'énergie du photon de fluorescence émis après comblement de la vacance électronique de la couche K par un électron de la couche M.

- A. 9,7 keV
 B. 34,6 keV
 C. 52,5 keV
D. 62,2 keV
 E. 128,5 keV

Question 8**? Items A, B, C, D et E**

On a l'énergie de liaison à la couche K : $W_K = 70$ keV, pour calculer l'énergie du photon émis lors d'un réarrangement électronique de la couche M à la couche K pour combler une lacune électronique, on va soustraire les énergies de liaison des deux couches, tel que :

$$E_{M \rightarrow K} = W_K - W_M$$

Pour calculer W_M , on va procéder comme précédemment (cf. : question 4), et le déterminer à partir de W_K , de la manière suivante :

$$W_n = W_K \times \frac{(Z-b)^2}{n^2}$$

$$\Rightarrow W_M = \frac{W_K}{3^2} = \frac{70}{9} = 7,8 \text{ keV}$$

On va donc pouvoir calculer :

$$E_{M \rightarrow K} = 70 - 7,8 = 62,2 \text{ keV}$$

Réponse vraie : D

Question 9

Le comptage à un mètre d'une source radioactive ponctuelle mesure 1024 impulsions par seconde (ips). Dans d'autres conditions, on obtient 256 ips. Dans quelle(s) condition(s) peut-on se trouver alors ?

- A. Le détecteur est situé à 0,5 mètre de la source
B. Le détecteur est situé à 2 mètres de la source
 C. On a interposé, sans changer la distance à la source (1m), un filtre d'épaisseur égale à une CDA pour le rayonnement émis
D. On a interposé sans changer la distance à la source (1m), un filtre d'épaisseur égale à 2 CDA
 E. Le détecteur se trouve à 0,5m de la source et on a interposé 2 CDA

Question 9**? Item A et B**

Pour répondre à cette question, il faut être méthodique et avoir compris quelques notions. Tout d'abord l'énoncé nous parle de deux conditions, la première où on décompte 1024 ips, et la seconde où on en décompte 256. Le premier réflexe sera de faire le rapport entre ces deux conditions : $1024/256 = 4$. On cherche donc à tester les conditions proposées dans la question qui font varier la détection d'un facteur 4 ou 2^2 .

Tout d'abord, il faut savoir que le comptage d'impulsion décroît de la même manière que la fluence (ou les ondes au choix), donc par le carré de la distance :

$$\frac{F_0}{F_1} = \frac{S_1}{S_0} = \frac{(\omega d_1^2)}{\omega d_0^2} = \left[\frac{d_1}{d_0} \right]^2$$

Pour répondre à cette question : 2 méthodes : soit on remplace, soit on démontre. Ici on démontrera même si ce n'est pas la méthode la plus rapide. On pose alors la décroissance de la fluence qui s'écrit :

$$\frac{F_0}{F_1} = \left(\frac{d_1}{d_0} \right)^2$$

On prend ici $F_0 = 1024$ ips ; $F_1 = 256$ ips ; $d_0 = 1$ m (distance initiale). On cherche donc la distance (d_2) pour laquelle on obtient 256 ips donc :

$$\frac{F_0}{F_1} = \left(\frac{d_1}{d_0} \right)^2 = \frac{d_0^2}{d_1^2}$$

$$\Leftrightarrow d_1^2 = \frac{F_0}{F_1} \times d_0^2$$

$$\Leftrightarrow d_1 = \sqrt{\frac{F_0}{F_1}} \times d_0^2$$

$$= \sqrt{\frac{1024}{256}} \times 1^2$$

$$= \sqrt{4 \times 1^2}$$

$$= 2 \text{ m}$$

? Item C et D

On nous demande maintenant, si on peut parvenir à la même réduction d'un facteur 4 entre deux conditions en modifiant la CDA. On sait que l'atténuation de photons exprime comme $A(nCDA) = A_0 \times 2^{-n}$. On pourrait toujours tester directement les valeurs de n des items (soit $n_1 = 1CDA$ et $n_2 = 2CDA$). Cependant, nous allons démontrer de nouveau en repartant de la formule suivante :

$$A(n) = A_0 \times 2^{-x/CDA}$$

On cherche la valeur de n tel qu'on réduit notre rayonnement d'un facteur 4 :

$$\begin{aligned}
 2^{x/CDA} &= 4 \\
 \Leftrightarrow 2^n &= 4 \\
 \Leftrightarrow \ln(2^n) &= \ln(4) \\
 \Leftrightarrow n \times \ln(2) &= 2 \times \ln(2) \\
 \Leftrightarrow n &= 2 \\
 \Leftrightarrow x/CDA &= n = 2 \\
 \Leftrightarrow x &= 2CDA
 \end{aligned}$$

On tombe finalement sur un filtre d'épaisseur égale à 2 CDA.

X Item E → Le détecteur se trouve à 0,5m de la source et on a interposé 2 CDA

On joue maintenant sur les 2 tableaux, la décroissance spatiale et la CDA. Donc on cherche si en modifiant la distance et la CDA, on retombe bien sur notre facteur de réduction de 4. On ne démontrera pas ce cas, cependant on peut réfléchir astucieusement. Lors de l'item précédant on a déterminé qu'un filtre de 2 CDA nous donnait déjà une réduction d'un facteur 4, donc en éloignant ou en rapprochant le détecteur on changera forcément ce facteur de réduction, l'item est donc faux. On aurait pu répondre instantanément à tous les calculs mais ces démonstrations sur des cas simples sont là pour vous aider à comprendre la méthodologie avant de les appliquer à des cas plus complexes.

Réponses vraies : B et D

Question 10

Calculer le seuil de fréquence qui sépare les rayonnements électromagnétiques non ionisants des rayonnements électromagnétiques ionisants pour les tissus biologiques, sachant que ces derniers sont principalement constitués d'eau et que l'énergie de liaison des électrons de la couche externe des atomes d'oxygène et d'hydrogène est d'environ 13,6 eV.

On donne : Charge de l'électron = $1,602 \times 10^{-19}$ C ; Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J · s

A. 1,2.108 Hz

B. 3,3.1015 Hz

C. 4,5.1017 Hz

D. 2,8.1024 Hz

E. 2,1.1034 Hz

Question 10

B VRAI

On nous demande une fréquence, on pense alors directement à la relation de Planck-Einstein :

$$E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$$

Cette relation s'écrit avec les unités du système international (J et Hz). On connaît h la constante de Planck, et on cherche à déterminer la fréquence ν . Il nous reste donc à déterminer l'énergie E . On cherche le seuil énergétique qui permettra l'ionisation des tissus biologiques (l'eau et donc l'hydrogène). On prendra alors l'énergie d'ionisation d'un électron sur la couche K de l'atome d'hydrogène qui vaut :

$$W_K(H) = 13,6 \times \frac{Z^2}{n^2} = 13,6 \times \frac{1^2}{1^2} = 13,6 \text{ eV}$$

On prend donc la valeur de $W_K(H)$ comme seuil pour l'énergie. Attention, notre énergie est en eV. Il ne faudra pas oublier de convertir en Joule :

$$E = 13,6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 21,76 \times 10^{-19} \text{ J}$$

On peut alors calculer notre fréquence ν associée à ce seuil énergétique :

$$\nu = E/h = 21,79 \times 10^{-19} / 6,62 \times 10^{-34} = 3,3 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

Réponse vraie : B

Question 11

A propos de l'effet Compton, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron atomique d'une couche périphérique

B. Il aboutit à la création d'un neutron

C. La probabilité d'interaction par effet Compton augmente lorsque l'énergie du rayonnement augmente

D. Le transfert d'énergie entre le photon incident et l'électron est maximal si le choc est tangentiel

E. Plus l'énergie du photon incident augmente, plus le photon diffusé sera dirigé vers l'arrière

Question 11

? Items A et B

L'effet Compton est l'interaction d'un photon incident avec un électron peu lié au noyau ou libre. Cette interaction met ainsi en jeu que 2 acteurs : le photon incident qui sera dévié dans une autre direction et l'électron sera chassé de son orbite et deviendra un électron Compton. Il n'y aura donc pas de création de particules comme un neutron.

X Item C → La probabilité d'interaction par effet Compton augmente lorsque l'énergie du ...

La probabilité d'interaction par effet Compton est donnée par la relation suivante :

$$\sigma = B \times Z/E$$

Avec B une constante, Z le numéro atomique du milieu et E l'énergie du rayonnement incident. On voit ainsi que la probabilité d'interaction par effet Compton est inversement proportionnelle à l'énergie : la probabilité diminue lorsque l'énergie du rayonnement augmente.

? Items D et E

Pour répondre à ces deux items on part de la relation suivante : $\frac{1}{E'} - \frac{1}{E} = \frac{1}{m_0 c^2} \times (1 - \cos(\theta))$

On peut en déduire que plus l'énergie du photon incident augmente, plus le photon diffusé sera dirigé vers l'avant (et non vers l'arrière). Ensuite, on peut réécrire la relation pour avoir l'énergie cinétique de l'électron Compton E_c :

$$E_c = E - E1 + \frac{E}{m_0c^2} \times (1 - \cos(\theta))$$

Ainsi pour un choc tangentiel, on a $\theta = 0$, donc : $\cos(\theta) = \cos(0) = 1$. On aura alors :

$$E_c = E - (E/1) = E - E = 0$$

Le transfert d'énergie entre le photon incident et l'électron est nul (on peut le visualiser comme si le photon frôlait l'électron sans interagir avec lui), l'énergie transmise au photon diffusé sera cependant maximale dans le cas d'un choc frontal.

Réponse vraie : A

Question 12

A propos de la couche de demi-atténuation (CDA), laquelle(lesquelles) des propositions suivantes est(ont) exacte(s) ?

A. Elle correspond à l'épaisseur de matériau nécessaire pour diminuer de moitié l'intensité d'un faisceau d'électrons

B. Elle diminue lorsque l'énergie du rayonnement électronique incident diminue

C. Elle est proportionnelle au pouvoir d'arrêt linéique par collision

D. Elle dépend du numéro atomique du milieu atténuant

E. Elle s'exprime par des unités de temps (seconde ou heure)

Question 12

? Items A et E

La CDA est l'épaisseur de matériau nécessaire pour atténuer la moitié des photons incidents. Elle caractérise bien l'atténuation d'un nombre de photons et non d'une intensité. Puisque que c'est une couche de matériau, soit une épaisseur, elle est exprimée en unité de longueur, généralement en cm. Le coefficient d'atténuation linéique μ sera lui exprimée par l'inverse d'une distance, soit des cm^{-1} par exemple.

? Items B et D

La CDA peut s'écrire : $CDA = \frac{\ln(2)}{\mu}$; avec μ le coefficient linéique d'atténuation. Ce dernier augmente lorsque le numéro atomique Z augmente, et diminue lorsque l'énergie du rayonnement incident diminue. Ce qui implique donc que la CDA est dépendante du numéro atomique du milieu atténuant.

X Item C → Elle est proportionnelle au pouvoir d'arrêt linéique par collision

Dans le cadre de la CDA on ne parle pas de collisions mais d'atténuation du rayonnement.

Réponses vraies : B et D

Un radioélément de période physique 2,14 jours émet des rayonnements alpha d'énergie $E = 4,3 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de 43 microns. Cet émetteur est vectorisé dans une tumeur de masse 1035 g après administration d'un produit radio-pharmaceutique. On

supposera que la concentration radioactive reste homogène dans la tumeur et que la radioactivité ne disparaît que par suite de la décroissance physique de l'émetteur alpha. On considère que l'activité initialement fixée dans la tumeur est de 15 MBq.

Question 13

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

A. Le nombre total d'atomes radioactifs émetteurs alpha présents dans la tumeur est compris dans l'intervalle : [2; 5 × 1012] atomes

B. L'énergie absorbée par la tumeur est comprise dans l'intervalle : [2,1; 2,8] Joules

C. La dose absorbée par la tumeur est comprise dans l'intervalle [2,0; 2,6] Gy

D. Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle [95; 110] keV/μm

E. La dose absorbée par un tissu sain situé à 85 microns de la cible est nulle

Question 13

✓ Item A → Le nombre total d'atomes radioactifs émetteurs alpha présents dans la tumeur est ...

On part de la définition de l'activité :

$$A_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln(2)}{T} \times N_0$$

$$\Leftrightarrow N_0 = \frac{A_0 \times T}{\ln(2)} = \frac{15 \times 10^6 \times 2,14 \times 24 \times 60 \times 60}{0,69} = 4,02 \times 10^{12} \text{ atomes}$$

? Items B et C

On reprend la formule de la dose absorbée :

$$DA = \frac{1,5 \times A_0 \times E_{\text{moy}/d} \times T}{m_{\text{tumeur}}}$$

On commence par convertir l'énergie en joules et le temps en secondes :

$$4,3 \text{ MeV} = 4,3 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 6,88 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Et

$$2,14 \text{ j} = 2,14 \times 24 \times 60 \times 60 = 184896 \text{ s}$$

On aura alors pour une activité de 15 MBq :

$$DA = \frac{1,5 \times 15 \times 10^6 \times 6,88 \times 10^{-13} \times 184896}{1,035} = 2,8 \text{ Gy}$$

La tumeur étant d'une masse : $m_{\text{tumeur}} = 1,035 \text{ kg}$; on peut en déduire l'énergie déposée, les grays s'exprimant en J/kg :

$$E = DA \times m_{\text{tumeur}} = 2,8 \times 1,035 = 2,9 \text{ J}$$

✓ **Item D** → Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle [95; 110] ...

On reprend notre formule du transfert linéique d'énergie : $TLE = E_0/L$. On connaît l'énergie et le parcours moyen de nos particules, on peut donc poser :

$$\begin{aligned} TLE &= \frac{4,3}{43} (MeV/\mu m) \\ &= \frac{4300}{43} (keV/\mu m) \\ &= 100 keV/\mu m \end{aligned}$$

✓ **Item E** → La dose absorbée par un tissu sain situé à 85 microns de la cible est nulle

On nous donne le parcours maximal des électrons dans l'eau égal à 10 mm, on en déduit donc que la dose particulaire beta sera nulle à 12 mm de la source radioactive d'Yttrium-90.

Réponses vraies : A, D et E

Le potassium naturel contenu dans l'organisme est un mélange d'isotopes stables (39K et 41K) et d'un isotope radioactif le 40K de période physique égale à 1,3 10⁹ ans et d'abondance isotopique 0,012%. L'activité du potassium est constante au cours du temps, voisine de 5 kBq pour un adulte de 70 kg. Le 40K se désintègre par deux voies différentes :

- Emission β^- (90% des désintégrations) d'énergie moyenne 0,45 MeV.
- Emission par capture électronique (10% des désintégrations) suivie d'une émission gamma d'énergie 1,46 MeV.

Question 14

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. L'énergie déposée par les émissions particulaires, à chaque désintégration, est comprise dans l'intervalle : [3,95; 4,15] MeV
- B. Le nombre total de désintégrations sur une période d'un an est compris dans l'intervalle : [1,40; 1,70]10¹²

C. L'énergie déposée dans l'organisme sur une période d'un an est d'environ 10⁻² Joule

- D. La dose annuelle absorbée par l'organisme due au 40K est comprise dans l'intervalle [120; 170] mGy
- E. La dose annuelle absorbée par l'organisme due au 40K est comprise dans l'intervalle : [250; 470] μ Gy

Question 14

✗ **Item A** → L'énergie déposée par les émissions particulaires, à chaque désintégration, est ...

L'énergie déposée par désintégration est comprise dans l'intervalle : [0,45; 1,45] MeV.

✗ **Item B** → Le nombre total de désintégrations sur une période d'un an est compris dans ...

On part de la définition de l'activité qui est le nombre de désintégration par seconde, l'activité du potassium est considérée comme constante et égale à : 5 kBq. Sur une année, le nombre de désintégrations sera donc de :

$$5000 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 1,57 \times 10^{11}$$

✓ **Item C** → L'énergie déposée dans l'organisme sur une période d'un an est d'environ 10⁻² Joule

L'énergie moyenne déposée par désintégration correspond à la somme des deux mode de désintégrations, pondérés selon leur probabilités :

$$\begin{aligned} E_{moy} &= 0,45 \times 10^6 \times 0,9 + 1,46 \times 10^6 \times 0,1 \\ &= 0,551 MeV \end{aligned}$$

En la convertissant en joules :

$$E_{moy} = 0,551 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 0,88 \times 10^{-13} J$$

Or, l'activité sur un an est de : $1,57 \times 10^{11}$, on en déduit donc :

$$E_{1an} = E_{moy} \times A_{1an} = 0,88 \times 10^{-13} \times 1,57 \times 10^{11} = 1,38 \times 10^{-2} J$$

? **Items D et E**

La dose absorbée sur 1 an correspond au rapport de l'énergie déposée par la masse de l'individu, ici un adulte de 70 kg :

$$\begin{aligned} DA_{1an} &= \frac{E_{1an}}{m_{adulte}} \\ &= \frac{1,38 \times 10^{-2}}{70} \\ &= 0,0197 \times 10^{-2} \\ &= 197 \mu Gy \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur passage dans un milieu biologique. Des particules alpha de 8,1 MeV ont un parcours maximal de 54 μ m dans ce milieu où l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est de 50 eV. On dénomme : TLE le transfert linéique d'énergie, DLI la Densité linéique d'ionisations et dm, la distance moyenne entre deux paires d'ions créés.

Question 15

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. La particule alpha a un TLE de 200 keV/ μm et une DLI de 4500 paires d'ions/ μm
- B. La particule alpha a un TLE de 150 keV/ μm et une DLI de 3000 paires d'ions/ μm**
- C. La DLI diminue en fin de parcours
- D. La distance moyenne entre 2 paires d'ions créées est de 0,33 nm**
- E. La distance moyenne entre 2 paires d'ions créées est de 5 nm

Question 15

? **Items A et B**

On commence par récupérer toutes les données sur notre brouillon : on nous donne l'énergie de formation d'une paire d'ions W , le parcours R , l'énergie des particules alpha T_0 et on cherche la valeur du transfert linéique d'énergie TLE. On pose :

$$R = \frac{T_0}{TLE} \iff TLE = \frac{T_0}{R} = \frac{8100 \times 10^3}{54} \text{ (keV}/\mu\text{m})$$

On convertit aux unités appropriées (TLE en keV) et on fait notre application numérique, on obtient alors :

$$TLE = 150 \text{ keV}/\mu\text{m}$$

On s'intéresse maintenant à la DLI, on rappelle la formule :

$$DLI = \frac{TLE}{W} = \frac{150 \times 10^3}{50}$$

On convertit le TLE en eV et on laisse W en eV, et finalement on obtient :

$$DLI = 3000 \text{ paires d'ions}/\mu\text{m}$$

X Item C \rightarrow La DLI diminue en fin de parcours

C'est du cours ! On le voit très bien avec la courbe de Bragg, les particules alpha, en ralentissant en fin de parcours, vont interagir beaucoup plus avec le milieu : la DLI augmente.

? **Item D et E**

La distance moyenne entre deux paires d'ions formées appelée DMI, est l'inverse de la DLI qui elle correspond au nombre de paires d'ions formées par unité de distance ; on peut le retrouver par analyse dimensionnelle :

$$\begin{aligned} DLI &= \frac{1}{DLI} \\ &= \frac{1}{3000} \\ &= 3,3 \times 10^{-4} \mu\text{m} \\ &= 0,33 \text{ nm} \end{aligned}$$

Réponses vraies : B et D

Question 16

Parmi les propositions suivantes, concernant les interactions des particules chargées avec la matière laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes ?

- A. La particule alpha est composée de 2 protons et 2 neutrons
- B. Les interactions entre la particule alpha et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les électrons du milieu traversé
- C. Le ralentissement de la particule alpha dans la matière suit une trajectoire grossièrement rectiligne
- D. Le ralentissement de la particule alpha se fait principalement par une série de chocs frontaux avec les noyaux du milieu traversé
- E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV lors d'une collision entre une particule chargée lourde et un électron d'un atome d'Hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 5 eV**

Question 16

✓ Item A \rightarrow La particule alpha est composée de 2 protons et 2 neutrons

C'est exactement ça, c'est un noyau d'hélium donc composé de 2 protons et 2 neutrons, ni plus ni moins.

? **Items B, C et D**

La particule alpha a un parcours relativement rectiligne car peu déviée et très court. Les interactions entre la particule alpha et le milieu sont essentiellement de nature coulombienne entre la particule incidente et les électrons atomiques. Les interactions avec le milieu se font principalement par collision, mais celles impliquant le champ coulombien des noyaux sont négligeables.

✓ Item E \rightarrow Un transfert d'énergie de 18,6 eV lors d'une collision entre une particule chargée...

Un transfert d'énergie de 18,6 eV pour être transmis à un électron d'un atome d'hydrogène sur sa couche K. On sait par définition que l'énergie de liaison à cette couche est de 13,6 eV. L'énergie est suffisante pour conduire à une ionisation de cet électron. L'énergie cinétique résultante de l'électron sera alors :

$$E_c = E_0 - W_n = 18,6 - 13,6 = 5 \text{ eV}$$

L'électron émis aura donc énergie cinétique de 5 eV.

Réponses vraies : A, B, C et E

Un sujet anémique a une concentration d'hémoglobine plus faible que la normale. On s'intéresse aux conséquences sur le pH sanguin des troubles respiratoires purs chez ce patient en utilisant les notions présentées lors du cours.

Question 17

Indiquer la proposition exacte :

- A. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- B. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- C. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront plus graves**
- D. Par rapport à un sujet normal, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves
- E. Les conséquences des troubles respiratoires purs ne sont jamais modifiées par le taux d'hémoglobine du sujet

Question 17

? Items A, B, C, D et E

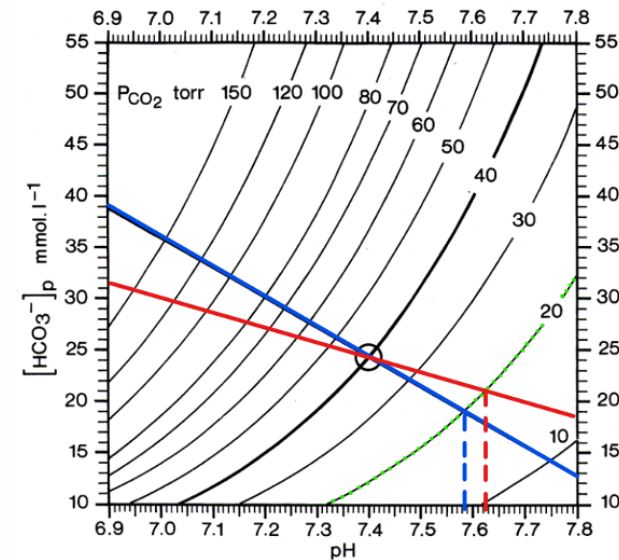
On rappelle la formule de la constante métabolique m qui caractérise la valeur particulière des bicarbonates plasmatiques ; sa pente s est fonction de la concentration en hémoglobine :

$$m = [HCO_3^-] - s(7,40 - pH)$$

Avec :

$$s = 8,2 + 1,56 \times [Hb]$$

Dans notre cas, on s'intéresse aux troubles respiratoires purs. Si la concentration en hémoglobine diminue, la pente s diminuera aussi. Graphiquement, on obtiendra une droite tampon plus horizontale. On peut prendre l'exemple d'une alcalose respiratoire pure ($PCO_2 = 20$ mmHg). La droite bleue représente la droite tampon d'un sujet avec une hémoglobine normale, tandis que la droite rouge représente celui d'un sujet anémié. On remarque que dans notre alcalose respiratoire pure, le patient avec l'hémoglobine la plus élevée (le patient sain soit la droite bleu) a le pH le plus faible. Il en sera de même dans le cas d'une acidose respiratoire. Les conséquences sur ce patient seront donc réduites. Pour synthétiser, la concentration en hémoglobine conditionne les effets d'un trouble pur sur le pH sanguin.



Réponse vraie : C

Un patient est en acidose respiratoire pure. Son pH artériel est égal à 7,20. La pente de la droite tampon chez ce sujet est égale à 30 millimoles/litre par unité pH.

Question 18

Calculer la valeur de la PCO_2 artérielle du patient et indiquer la proposition exacte (on pourra utiliser si nécessaire les approximations suivantes : $101,1 = 13$, $101,2 = 16$, $101,3 = 20$).

- A. PCO_2 entre 38 et 42 mmHg
- B. PCO_2 entre 45 et 60 mmHg
- C. PCO_2 entre 65 et 75 mmHg

D. PCO_2 entre 76 et 85 mmHg

- E. PCO_2 entre 86 et 100 mmHg

Question 18

? Items A, B, C, D et E

Dans le cas d'une acidose respiratoire pure, on aura : $m = 24$ mM. Sachant également que la pente de la droite tampon est de : $s = 30$ mM · unité de pH^{-1} , on peut alors poser :

$$PCO_2 = \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{pH-6,1}}$$

Or :

$$\begin{aligned}
 m &= [HCO_3^-] - s(7,40 - pH) \\
 \Leftrightarrow [HCO_3^-] &= m + s(7,40 - pH) \\
 &= 24 + 30(7,40 - 7,20) \\
 &= 30 \text{ mM}
 \end{aligned}$$

On peut alors déterminer la PCO_2 :

$$\begin{aligned}
 PCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{pH-6,1}} \\
 &= \frac{30}{0,03 \times 10^{7,2-6,1}} \\
 &\approx \frac{30}{0,03 \times 13} \\
 &\approx 79,4 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

Réponse vraie : D**Question 19**

Le pH artériel d'un patient est à 7,51. Sa PCO_2 artérielle est égale à 40 mmHg. Indiquer la réponse exacte :

- A. Il s'agit d'une alcalose mixte
- B. Ce trouble est la conséquence d'une hyperventilation
- C. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants
- D. Il s'agit d'une acidose métabolique
- E. Il s'agit d'une alcalose partiellement compensée

Question 19**? Items A, B, C, D et E**

On sait que : $PCO_2 = 40$ mmHg ; $pH = 7,51$. Le patient a une $PCO_2 = 40$ mmHg, il s'agit donc d'un trouble métabolique pur. Le pH étant alcalin ($> 7,4$), il s'agit d'une alcalose métabolique pure. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants.

Réponse vraie : C

Un patient a un $pH = 7,30$ et un taux de bicarbonate plasmatique égal à 30 mmoles/l. Pour simplifier on considérera une pente de la droite tampon de valeur absolue (30 mmoles/l · unité pH)

Question 20

Indiquer la proposition exacte :

A. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire partiellement compensée

- B. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire pure
- C. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte
- D. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure
- E. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique partiellement compensée

Question 20**? Items A, B, C, D et E**

On sait que : $[HCO_3^-] = 30$ mM ; $pH = 7,30$. Le patient est en acidose ($pH < 7,4$), reste à déterminer s'il s'agit d'une acidose pure ou en cours de compensation. On cherchera donc à calculer la PCO_2 :

$$\begin{aligned}
 PCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{pH-6,1}} \\
 &= \frac{30}{0,03 \times 10^{7,3-6,1}} \\
 &\approx \frac{30}{0,03 \times 16} \\
 &\approx 62,5 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

D'autre part :

$$\begin{aligned}
 m &= [HCO_3^-] - s(7,40 - pH) \\
 &= 30 - 30 \times (7,40 - 7,30) \\
 &= 30 - 30 \times 0,1 \\
 &= 27 \text{ mM}
 \end{aligned}$$

On a finalement une augmentation de la PCO_2 (qui va dans le sens de l'acidose) et de la constante métabolique (qui va dans le sens d'une compensation de l'acidose). On peut donc en déduire que ces valeurs sont compatibles avec une acidose respiratoire partiellement compensée.

Réponse vraie : A

Question 21

On considère une solution biologique (solvant=eau). On cherche à définir la concentration d'un soluté donné S dans cette solution. Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La concentration molale de S est égale au nombre de moles de S par unité de volume de la solution
- B. La concentration pondérale de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution (g/L)
- C. Si on dissout totalement 1 mol de S dans 1 litre d'eau, et si S est du chlorure de potassium, l'osmolarité de la solution obtenue sera 2 osmol/L.
- D. La concentration osmolale de S est égale au nombre d'unités cinétiques issues de la dissolution de S divisé par la masse du solvant
- E. Si S est le glucose, sa concentration s'exprimera toujours en mEq/L (milliéquivalents/litre)

Question 21

✗ Item A → La concentration molale de S est égale au nombre de moles de S par unité de volume ...

Je vous conseille de vous référer au tableau récapitulatif du prof dans son cours, il est très clair ! La concentration molale est exprimée en fonction de la masse du solvant et non par unité de volume de la solution.

✓ Item B → La concentration pondérale de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution ...

La concentration pondérale est la masse du soluté dans le volume total de la solution (solution = solvant + soluté).

✓ Item C → Si on dissout totalement 1 mol de S dans 1 litre d'eau, et si S est du chlorure de ...

On a un volume de 1L d'eau et 1 mol de soluté S de chlorure de potassium. C'est un sel, donc il se dissout dans l'eau tel que : $\text{KCl} \rightarrow \text{K}^+ + \text{Cl}^-$. On a donc 2 molécules osmotiquement actives par molécule dissoute, donc 2osmol/L. Et on a bien une osmolarité.

✓ Item D → La concentration osmolale de S est égale au nombre d'unités cinétiques issues de la ...

La concentration osmolale cette fois correspond au rapport du nombre d'unités cinétiques sur la masse du solvant. Ces unités cinétiques sont obtenues à partir de la dissolution du soluté, si on reste sur l'exemple précédent, on a 2 unités cinétiques par dissolution d'une molécule de chlorure de potassium.

✗ Item E → Si S est le glucose, sa concentration s'exprimera toujours en mEq/L ...

Pour S = glucose, on a affaire à une molécule neutre non chargée, donc on ne peut pas exprimer sa concentration en équivalents.

Réponses vraies : B, C et D

Énoncé commun aux QCM 22 et 23

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S non ionique et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, créant ainsi

un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Question 22

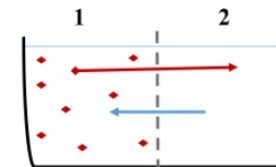
Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) augmente quand la valeur absolue du gradient de concentration molale de S de part et d'autre de la membrane augmente
- C. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) augmente quand la température de la solution augmente
- D. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est d'autant plus importante que l'épaisseur de la membrane d'échange est faible
- E. La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est d'autant plus importante que la mobilité mécanique molaire du soluté (b_S) est faible

Question 22

✓ Item A → Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où ...

L'énoncé, aussi long soit-il, nous permet de savoir qu'on a une simple diffusion hihi. Voici le schéma que l'on a au début de l'expérience, le soluté va diffuser de 1 vers 2 petit à petit, alors que l'eau diffusera dans le sens inverse :



Le débit J_{dS} correspond au débit diffusif du soluté. La formule associée et la suivante :

$$J_{dS} = -RTb_s S \text{ grad}(c)$$

Si le flux est conservatif (et il l'est d'après l'énoncé) on peut aussi écrire :

$$|J_{dS}| = D_{\text{libre}} S_{\text{pores}} \frac{\Delta c}{e} = RTb_s \frac{\Delta c}{e}$$

Ces formules vont nous permettre de résoudre toute la question. Si $\Delta c = 0$ donc si on a autant de soluté dans chacun des compartiments (je vous rappelle qu'on a la concentration molale), $J_{dS} = 0$ donc on aura atteint un équilibre avec un débit nul. Sinon, sans la formule on pouvait aussi cocher grâce à nos connaissances car on sait que les molécules diffusent selon leur gradient de concentration, c'est-à-dire qu'elles diffusent du milieu le plus concentré au milieu le moins concentré. Il n'y a pas besoin de la formule pour répondre à cet item.

✓ Item B → La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) augmente quand la valeur absolue ...

Δc est proportionnel à $|J_{dS}|$ (B VRAIE), si on a plus de personnes qui traversent une portillon le débit sera plus grand non ?

✓ **Item C** → La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) augmente quand la température ...
T est proportionnel à $|J_{dS}|$; lorsque la température augmente, les éléments sont excités et donc le débit sera plus grand en valeur absolue (le signe permet de donner une indication sur le sens).

✓ **Item D** → La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est d'autant plus importante que ...
e est inversement proportionnel à $|J_{dS}|$; si les pores sont plus grands, on aura à chaque fois plus de molécules qui passent, donc le débit sera plus petit. Si on avait des portes de métro plus grandes par exemple, on aurait plus de personnes qui sortent d'un coup donc le débit sera plus faible.

✗ **Item E** → La valeur absolue du débit diffusif du soluté (J_{dS}) est d'autant plus importante que ...
 b_S est directement proportionnelle à $|J_{dS}|$; si la molécule est plus mobile, le débit sera logiquement plus élevé.

Réponses vraies : A, B, C et D

Question 23

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

A. Le solvant (H₂O) diffusera du côté où la concentration du soluté S est la plus faible vers le côté où elle est la plus forte, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane

B. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique de S

C. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) augmente quand la température augmente

D. Le débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) est d'autant plus important que la surface utile de la membrane est grande

E. Le débit volumique diffusif (Q_{d,H_2O}) correspond au produit de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau

Question 23

✓ **Item A** → Le solvant (H₂O) diffusera du côté où la concentration du soluté S est la plus faible ...
On est toujours dans la même situation que la question précédente. Donc on voit sur le schéma précédent que pour atteindre notre équilibre, le solvant (ici l'eau) va aussi diffuser dans le sens opposé.

? Items B, C et D

La formule du débit de diffusion du solvant s'écrit : $J_d(H_2O) = +RTb_{H_2O}S \text{ grad}(c_{osml})$ donc J_{d,H_2O} augmente (directement proportionnels) avec la température et la surface utile notamment. On fait attention, ici on n'a que des paramètres du solvant et aucun du soluté!

✓ **Item E** → Le débit volumique diffusif (Q_{d,H_2O}) correspond au produit de J_{d,H_2O} par le volume ...
Le débit VOLUMIQUE diffusif s'écrit : $Q_{d,H_2O} = J_{d,H_2O} \times V$.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 24

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant=eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant et qui contiennent initialement la même concentration de soluté et la même quantité de solvant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1, créant ainsi un gradient de pression transmembranaire.

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) proposition(s) exacte(s) ?

A. On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment 1 vers le compartiment 2

B. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}), augmente quand la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments 1 et 2 augmente

C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des concentrations molaires du soluté entre les compartiments 1 et 2

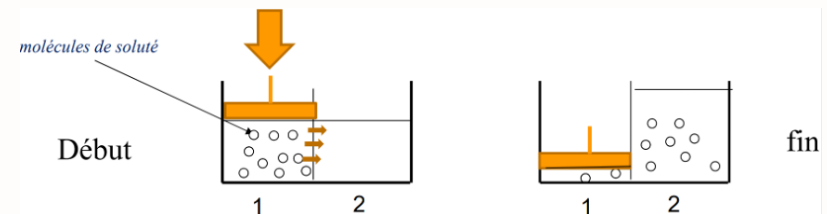
D. Le débit de filtration (J_{F,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique molaire du soluté S

E. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend directement de la température de la solution

Question 24

? Items A, B, C, D et E

On s'intéresse à la convection, un schéma aidera aussi à mieux comprendre (toujours faire ça au brouillon les loulous ♥) :



Donc on voit bien qu'on a à la fois du soluté ET du solvant qui va se déplacer du compartiment 1 vers le compartiment 2 pour rétablir l'équilibre, et en conséquence à la surpression induite. Voici la formule du débit convectif de solvant (ici l'eau encore et toujours) :

$$J_{F,H_2O} = -b_{H_2O}S \text{ grad}(P)$$

Et si on considère que la valeur absolue (le signe permet de donner une information sur le sens du débit 😊) on peut écrire :

$$|J_{F,H_2O}| = b_{H_2O}S \frac{\Delta P}{e}$$

Donc $|J_{F,H_2O}|$ est directement proportionnel à la différence de pression ΔP . Le soluté n'influence pas le débit puisqu'aucun terme ne dépend du soluté. La température est supposée constante dans l'énoncé, puisqu'on ne précise pas de changement. Or, la température n'apparaît pas dans les formules, donc pas de dépendance directe.

Réponses vraies : A et B

SESSION 1 – 2022-2023



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2022-2023

Examen PASS
UE 11

Biophysique
Session 1 2022-2023
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

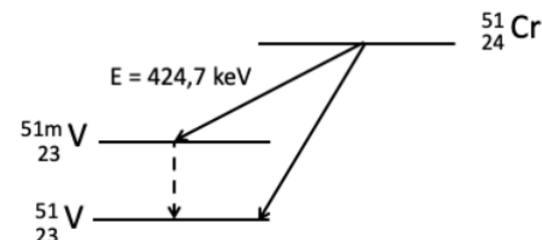
RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 6 pages numérotées de 1 à 6 et comporte 31 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Énoncé commun aux questions 1 à 5.

Le Chrome-51 est un radio-isotope utilisé pour mesurer la fonction rénale après intégration dans une molécule d'EDTA. Il a une demi-vie radioactive de 27,7 jours. Le schéma de désintégration radioactive du Chrome-51 est décrit ci-dessous.



Question 1

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) survenant au cours de cette désintégration ? On donne :

- $^{51}\text{Chrome} = 50,9447674 \text{ uma}$
- $^{51}\text{Vanadium} = 50,9439595 \text{ uma}$

- Désintégration α
- Désintégration β^-
- Désintégration β^+
- Emission γ
- Capture électronique

Question 2

Quelle(s) sera (ou seront) la (ou les) énergie(s) des rayonnements X émis après réarrangement des couches électroniques qui seront détectées lors de cette désintégration ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle.

- 5,40 keV
- 5,87 keV
- 6,39 keV
- 6,96 keV
- 7,19 keV

Question 3

Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la désexcitation du noyau de Vanadium ? (Une seule proposition exacte).

- A. < 1 nm
- B. 1-2 nm
- C. 2-3 nm
- D. 3-4 nm
- E. > 4 nm

Question 4

On injecte 50 Méga-Becquerels (MBq) d'EDTA radiomarké au Chrome-51 dans la veine d'un patient. Chez ce patient, l'EDTA a une demi-vie biologique de 60 minutes avec une élimination intégralement dans les urines. Au bout de deux heures, vous récupérez l'ensemble des urines du patient représentant un volume de 1 L.

Dans quel intervalle sera l'activité radioactive en kilo-Becquerels (kBq) que vous mesurerez dans 1 mL d'urines du patient ? (Une seule proposition exacte).

- A. <10 kBq
- B. [10-20] kBq
- C. [20-30] kBq
- D. [30-40] kBq
- E. >40 kBq

Question 5

Vous placez un flacon en verre contenant 1 mL d'urines dans un détecteur cylindrique à cristaux scintillants entourant le flacon à une distance de trois centimètres. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons
- C. Des photons gamma
- D. Des photons X
- E. Des photons Compton

Enoncé commun aux questions 6 à 9.

Un générateur de radionucléides contient du chlorure de germanium (Germanium-68, période 271 jours) comme nucléide père, qui se désintègre en chlorure de gallium (Gallium-68, période 68 minutes), nucléide fils. A la livraison, le générateur contient une activité en Germanium-68 de 1,5 Giga-Becquerel (GBq). Ce générateur peut être utilisé jusqu'à une activité minimale du Germanium-68 de 0,6 GBq.

Question 6

Dans quel délai le générateur devra cesser d'être utilisé ? (Une seule proposition exacte)

- A. <300 jours
- B. [300-350] jours
- C. [350-400] jours
- D. [400-450] jours
- E. >450 jours

Question 7

A 8h du matin, une activité de 800 MBq de Gallium-68 est éluee dans un volume de 5 mL. Sachant que cet éluat ne peut plus être utilisé si l'activité volumique est inférieure à $40 \text{ MBq} \cdot \text{mL}^{-1}$, jusqu'à quelle heure peut-il être utilisé ? (Une seule proposition exacte)

- A. 8 h 34
- B. 9 h 08
- C. 9 h 42
- D. 10 h 16
- E. 11 h 24

Question 8

La préparation permet d'obtenir une activité de 200 MBq d'un radiopharmaceutique marqué au Gallium-68. Après préparation, la seringue est placée dans une protection blindée. L'activité mesurée est alors de 100 kBq. A combien de CDA équivaut ($\pm 5\%$) l'épaisseur de la protection ? (Une seule proposition exacte)

- A. 2
- B. 5
- C. 11
- D. 16
- E. 20

Question 9

Le radiopharmaceutique marqué au Gallium-68 est administré par voie intraveineuse à un patient. Sachant que la demi-vie biologique du radio-pharmaceutique est de 136 minutes, de quel ordre est sa période effective ? (Une seule proposition exacte)

- A. 5 minutes
- B. 34 minutes
- C. 45 minutes
- D. 68 minutes
- E. 136 minutes

Énoncé commun aux questions 10 et 11.

Un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,015$ nm interagit avec un électron de la couche K de l'atome de Tungstène par effet photoélectrique. On donne : Energie de liaison d'un électron sur la couche K du Tungstène = 70 keV.

Question 10

Quelle est l'énergie cinétique du photoélectron émis ? (Une seule proposition exacte)

- A. 12,7 keV
- B. 70 keV
- C. 82,7 keV
- D. 137,8 keV
- E. 158,3 keV

Question 11

Quel(s) phénomène(s) peut (peuvent) survenir consécutivement à l'émission du photoélectron ?

- A. Emission de photons de fluorescence
- B. Emission de photons d'annihilation
- C. Emission de positons
- D. Emission de particules alpha
- E. Emission d'électrons Auger

Question 12

L'interaction d'un photon dont l'énergie est de 2 MeV avec le champ électrostatique du noyau d'un atome peut donner lieu à :

- A. Une réaction de conversion interne
- B. La matérialisation de deux particules
- C. L'émission d'un photon X
- D. L'émission d'un photon Compton
- E. L'émission d'un photoélectron

Question 13

On considère une source ponctuelle de photons gamma. Un compteur placé à 1 m de la source permet de calculer une fluence énergétique de $1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$. Quelle sera la fluence énergétique si l'on rapproche le détecteur à 20 cm de la source ? (Une seule proposition exacte).

- A. $1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
- B. $5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
- C. $25 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
- D. $50 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$
- E. $100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

Énoncé commun aux questions 14 à 16.

Un radioélément (X^*) de période physique 6,9 jours émet des rayonnements α d'énergie $E = 5$ MeV qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de 40 μm . On traite une tumeur de 100 mg avec un radiopharmaceutique marqué avec cet émetteur X^* (RPM- X^*). On supposera que, juste après l'administration, la tumeur capte 50% de l'activité injectée qui se fixe de façon homogène dans la tumeur puis que la radioactivité ne disparaît que par décroissance physique.

On se propose de calculer la dose absorbée déposée au cours du temps dans cette tumeur après injection d'une activité initiale de 100 MBq de RPM- X^* .

L'énergie moyenne de création d'une paire d'ions dans l'eau est de 32 eV.

Question 14

Dans quel intervalle se trouve la distance moyenne entre deux paires d'ions générées par les particules alpha ? (Une seule proposition exacte).

- A. $<0,20$ nm
- B. $[0,20-0,40]$ nm
- C. $[0,40-0,60]$ nm
- D. $[0,60-0,80]$ nm
- E. $>0,80$ nm

Question 15

Dans quel intervalle de valeurs est le nombre de noyaux radioactifs présents dans la tumeur sous forme de RPM- X^* ? (Une seule proposition exacte)

- A. 4,0 à $5,2 \times 10^{13}$ noyaux
- B. 3,0 à $6,2 \times 10^{10}$ noyaux
- C. 5,9 à $7,1 \times 10^{13}$ noyaux
- D. 1,1 à $2,4 \times 10^{14}$ noyaux
- E. 3,8 à $5,2 \times 10^{11}$ noyaux

Question 16

Dans quel intervalle est compris le débit de dose absorbée ($Gy \cdot s^{-1}$) par la tumeur juste après l'administration de l'activité thérapeutique? (Une seule proposition exacte)

- A. 0,03 à 0,06 $Gy \cdot s^{-1}$
- B. 0,2 à 0,6 $Gy \cdot s^{-1}$
- C. 1,5 à 3,2 $Gy \cdot s^{-1}$
- D. 5,2 à 7,4 $Gy \cdot s^{-1}$
- E. 9,1 à 10,2 $Gy \cdot s^{-1}$

Question 17

Comment faut-il mélanger une solution décimolaire d'acétate de soude et une solution décimolaire d'acide acétique ($pK_a = 4,7$) pour obtenir un mélange de $pH = 5$? (Une seule proposition exacte)

- A. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit identique à celui de la solution d'acide acétique
- B. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit le double de celui de la solution d'acide acétique
- C. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit le triple de celui de la solution d'acide acétique
- D. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit la moitié de celui de la solution d'acide acétique
- E. Quels que soient les mélanges de ces 2 solutions, il ne sera jamais possible d'obtenir un $pH=5$

Question 18

On considère un litre de mélange tampon acide carbonique bicarbonate de soude qui est identique à celui du sang artériel. On rajoute une certaine quantité d'acide chlorhydrique. On observe que le pH de la solution est égal à 6,1. Quelle quantité X d'acide chlorhydrique a-t-on rajouté? (une seule proposition exacte).

- A. 24 millimoles
- B. 10 millimoles
- C. 11,4 millimoles
- D. 12,6 millimoles
- E. 0 millimole

Question 19

Un patient de réanimation a un pH à 7,6, une pCO_2 de 20 mmHg, une concentration en bicarbonates plasmatiques à $28 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$.

Quel est le diagnostic de son trouble de l'état-acido-basique? (Une seule proposition exacte)

- A. Alcalose respiratoire pure
- B. Alcalose mixte
- C. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- D. Alcalose métabolique partiellement compensée
- E. Acidose respiratoire partiellement compensée

Question 20

A la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin fait chez un patient donne les résultats suivants : $pH = 7,2$ et $pCO_2 = 80$ mmHg. On considérera si nécessaire aux calculs que $10^{1,1} = 100/8$. La valeur absolue de la pente de la droite tampon de ce patient est égale à $30 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \cdot \text{unité } pH^{-1}$. Quel est le diagnostic pour ce patient? (une seule proposition exacte)

- A. Acidose respiratoire pure
- B. Acidose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose mixte
- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Acidose métabolique pure

Question 21

Si la pCO_2 du patient de l'exercice précédent est maintenue à 80 mmHg, quelle devrait être la valeur de la composante métabolique pour avoir une compensation complète? (une seule proposition exacte).

- A. $12 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- B. $20 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- C. $24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- D. $36 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- E. $48 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

Énoncé commun aux QCM 22 et 23.

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, créant ainsi un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Question 22

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. La valeur absolue du débit diffusif de S (J_{dS}) augmente quand la valeur absolue du gradient de concentration molale de S de part et d'autre de la membrane augmente
- C. La valeur absolue du débit diffusif de S augmente quand la température de la solution augmente
- D. La valeur absolue du débit diffusif de S diminue quand l'épaisseur de la membrane d'échange diminue
- E. La valeur absolue du débit diffusif de S augmente quand la mobilité mécanique molaire de S augmente

Question 23

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. L'eau (solvant) diffusera du côté où la concentration de S est la plus faible vers le côté où elle est la plus forte, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. La valeur absolue du débit diffusif du solvant dépend du gradient transmembranaire des concentrations osmolales de S
- C. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique de S
- D. Le débit diffusif du solvant augmente quand la surface utile d'échange de la membrane augmente
- E. Le débit volumique diffusif (Q_{d,H_2O}) correspond au quotient de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau

Question 24

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de S du compartiment 1 vers le compartiment 2
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant augmente quand la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments 1 et 2 augmente
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant dépend de la différence des concentrations osmolales de S entre les compartiments 1 et 2
- D. La valeur absolue du débit convectif de solvant dépend de la mobilité mécanique molaire de l'eau
- E. La valeur absolue du débit convectif de solvant dépend directement de la température de la solution

Question 25

Soit un soluté ionique en solution biologique (solvant = eau). Une membrane biologique perméable à l'ion et au solvant sépare deux compartiments (1 et 2) contenant cette solution, mais avec au départ une répartition inégale des concentrations C de cet ion de part et d'autre de la membrane (au départ $C_1 > C_2$). Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. On considère la situation lorsque l'équilibre est atteint (relation de Nernst). Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- B. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle à la température de la solution
- C. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle à la mobilité mécanique de l'ion i
- D. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle au logarithme népérien du rapport des concentrations (C_2/C_1) de part et d'autre de la membrane
- E. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre dépend de la valence de l'ion considéré

Question 26

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique normal, chez un sujet sain au repos, et dont on sait qu'il régit de façon équilibrée les échanges tissulaires. Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium.

Soient les différentes pressions intervenant dans ce mécanisme d'échange au niveau des capillaires (en mmHg) :

- PS_r : pression de "sortie" résultante au niveau de la portion artérielle du capillaire qui permet le passage des nutriments du capillaire vers les cellules.
- PH_a : pression hydrostatique régnant à l'intérieur de la portion artérielle du capillaire.
- P_i : pression interstitielle, régnant au sein de l'interstitium et s'exerçant à l'extérieur du capillaire.
- Π : pression oncotique.
- PH_v : pression hydrostatique régnant à l'intérieur de la portion veineuse du capillaire.
- PR_r : pression de "retour" résultante au niveau de la portion veineuse du capillaire qui permet en particulier le passage des déchets du métabolisme cellulaire vers le capillaire.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. Au niveau du capillaire : $PH_v = PH_a$
- B. Au niveau de la portion artérielle du capillaire : $PS_r = PH_a - P_i - \Pi$
- C. Au niveau de la portion veineuse du capillaire : $PR_r = PH_v - \Pi - P_i$
- D. En moyenne, les valeurs absolues de PS_r et de PR_r sont proches
- E. La pression oncotique est plus élevée au niveau de la portion veineuse que de la portion artérielle du capillaire

Question 27

On considère le phénomène du transport passif facilité du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu musculaire dont les cellules, qui ont été expérimentalement isolées, baignent dans une solution glucosée dont on peut faire varier la concentration. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. Le transport passif facilité du glucose permet le passage du glucose selon le gradient de concentration transmembranaire de glucose
- B. Le transport passif facilité du glucose est beaucoup plus efficace que la diffusion simple du glucose
- C. Le transport passif facilité du glucose fonctionne à la même vitesse et avec le même rendement quelle que soit la concentration extérieure en glucose
- D. Le transport passif facilité du glucose dépend d'une protéine-canal (perméase du glucose ou "Glucose transporter") dont il existe plusieurs isoformes
- E. Le transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT 1) est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le L-glucose

Question 28

On considère une fibre de collagène dans un milieu hydraté de diamètre 1 mm que l'on assimilera à un cylindre. En appliquant une force de traction longitudinale de 3,14 Newtons, on observe un allongement relatif de la fibre de 40%. Quel est son module de Young exprimé en GPa ? (une seule proposition exacte)

- A. 1
- B. 2
- C. 0,1
- D. 0,01
- E. 0,2

Question 29

On considère un capillaire sanguin que l'on assimilera à un cylindre d'épaisseur minime. A la suite d'une augmentation de la pression sanguine moyenne de 15% et qui entraîne une augmentation de rayon de 13%, quel est l'ordre de grandeur de l'augmentation de la tension pariétale ? (une seule proposition exacte)

- A. 18 à 19%
- B. 22 à 23%
- C. 29 à 30%
- D. 31 à 32%
- E. 33 à 34%

Question 30

On mesure la pression artérielle d'un patient en position debout au niveau du bras à l'aide d'un brassard et on la compare à celle mesurée au niveau central (proche du cœur) effectuée en position couchée, toutes les autres conditions restant inchangées. On constate que la pression artérielle centrale est significativement plus élevée que la pression artérielle périphérique. On considèrera que le brassard au niveau du bras se trouve à la hauteur du cœur et que les artères ne présentent pas de rétrécissement. Parmi les facteurs suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) qui peut (peuvent) expliquer cette différence ?

- A. La perte de charge entre le cœur et le bras
- B. L'effet de la gravité (pesanteur)
- C. L'onde de réflexion du pouls
- D. Le passage de régime laminaire à turbulent en périphérie
- E. L'accumulation du sang dans les veines des membres inférieurs en position debout

Question 31

Parmi les facteurs suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) dont l'augmentation à l'effort améliore(nt) le rendement mécanique de la contraction du cœur ?

- A. La pression artérielle moyenne
- B. Le volume de sang éjecté par le cœur à chaque contraction
- C. La fréquence cardiaque
- D. La température corporelle
- E. La production d'acide lactique par les muscles

FIN DU SUJET



Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2022-2023

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2022-2023
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 15 pages numérotées de 1 à 15 et comporte 31 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : _____ UE (spé) : 11

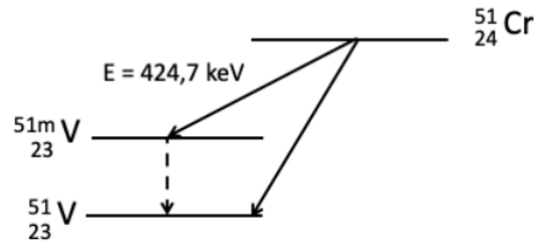
Nom : _____
Prénom : _____
Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION											
Numéro A2SUP	Diz.	Mil.	Mil.	Cent.	Diz.	Unit.	M Unit.	M Diz.	J Unit.	J Diz.	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

1 □ □ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	13 □ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	25 ■ ■ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	37 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
2 ■ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	14 □ ■ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	26 □ ■ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	38 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
3 ■ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	15 ■ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	27 ■ ■ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	39 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
4 □ □ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	16 □ ■ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	28 □ □ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	40 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
5 □ □ ■ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	17 □ ■ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	29 □ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	41 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
6 □ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	18 □ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	30 ■ □ □ □ ■ A B C D E □ □ □ □ □	42 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
7 □ □ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	19 □ ■ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	31 □ ■ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	43 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
8 □ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	20 ■ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	32 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	44 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
9 □ □ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	21 □ □ □ □ ■ A B C D E □ □ □ □ □	33 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	45 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □
10 ■ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	22 ■ ■ ■ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	34 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	
11 ■ □ □ □ ■ A B C D E □ □ □ □ □	23 ■ ■ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	35 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	
12 □ ■ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	24 ■ ■ □ ■ □ A B C D E □ □ □ □ □	36 □ □ □ □ □ A B C D E □ □ □ □ □	

Énoncé commun aux questions 1 à 5.

Le Chrome-51 est un radio-isotope utilisé pour mesurer la fonction rénale après intégration dans une molécule d'EDTA. Il a une demi-vie radioactive de 27,7 jours. Le schéma de désintégration radioactive du Chrome-51 est décrit ci-dessous.

**Question 1**

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) survenant au cours de cette désintégration ? On donne :

- $^{51}\text{Chrome} = 50,9447674 \text{ uma}$
- $^{51}\text{Vanadium} = 50,9439595 \text{ uma}$

- A. Désintégration α
- B. Désintégration β^-
- C. Désintégration β^+

- D. Emission γ
- E. Capture électronique

Question 1**? Items A et B**

La transformation est isobarique, on ne peut donc pas avoir affaire à une désintégration alpha. Cette transition transforme un noyau père ^A_ZX en noyau fils $^A_{Z-1}\text{Y}$. Il ne peut donc pas s'agir d'une transformation β^- , qui transforme un noyau père ^A_ZX en noyau fils $^A_{Z+1}\text{Y}$. Il s'agit donc soit d'une transformation β^+ , soit d'une capture électronique, soit les deux en compétition.

? Item C et E

Le Z du noyau fils est inférieur à celui du père donc les deux transformations sont possibles sur ce point. On va donc chercher l'énergie totale de la transformation avec le chemin direct.

$$\begin{aligned} E_{\text{tot}} &= [M_{\text{at}}(\text{Cr}) - M_{\text{at}}(\text{V})] \times 931,5 \\ &= 50,9447674 - 50,9439595 \times 931,5 \\ &= 0,7526 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Donc seule la capture électronique est possible puisque $E_{\text{tot}} < 1,022 \text{ MeV}$.

✓ Item D → Emission γ

Lors de la désexcitation du noyau à partir de son état métastable on peut détecter des émissions γ .

Réponses vraies : D et E

Question 2

Quelle(s) sera (ou seront) la (ou les) énergie(s) des rayonnements X émis après réarrangement des couches électroniques qui seront détectées lors de cette désintégration ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle.

A. 5,40 keV

B. 5,87 keV

C. 6,39 keV

D. 6,96 keV

E. 7,19 keV

Question 2**? Items A, B, C, D et E**

Pour répondre à cette question, il faut repérer quelle transformation radioactive conduit à des réarrangements des couches électroniques : il s'agit de la capture électronique ! En effet, en capturant un électron, on l'éjecte de sa couche K, ce qui permet un réarrangement des couches L à K et M à K avec émission de photons de fluorescence X. Le calcul de l'énergie des rayonnements X se fait avec l'expression de l'énergie de liaison, elle correspond à l'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de sa couche (ionisation) :

$$W_n = 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

Et donc :

$$\begin{aligned} E_{L \rightarrow K} &= W_K - W_L \\ &= 13,6 \times \left(\frac{23^2}{1^2} - \frac{23^2}{2^2} \right) \\ &= 5395,8 \text{ eV} \\ &\approx 5,40 \text{ keV} \end{aligned}$$

On fait de même pour le réarrangement de M à K :

$$\begin{aligned} E_{M \rightarrow K} &= W_K - W_M \\ &= 13,6 \times \left(\frac{23^2}{1^2} - \frac{23^2}{3^2} \right) \\ &= 6395,0222 \text{ eV} \\ &\approx 6,39 \text{ keV} \end{aligned}$$

Réponses vraies : A et C

Question 3

Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la désexcitation du noyau de Vanadium ? (Une seule proposition exacte).

- A. < 1 nm
 B. 1-2 nm
 C. 2-3 nm
 D. 3-4 nm
 E. > 4 nm

Question 3**? Items A, B, C, D et E**

On peut retrouver l'énergie émise lors de la désexcitation du noyau de Vanadium via le schéma de désintégration radioactive du Chrome-51. En effet on a calculé lors de la question 1 l'énergie totale nécessaire E_{tot} pour la désintégration en Vanadium-51 stable égale à 752,6 keV, donc :

$$\begin{aligned} E_\gamma &= E_{tot} - E \\ &= 752,6 - 424,7 \\ &= 327,9 \text{ keV} \end{aligned}$$

On cherche ensuite une longueur d'onde sachant qu'on a une énergie : la relation de Duane-Hunt permet de passer de l'un à l'autre !

$$\begin{aligned} \lambda_\gamma &= \frac{1240}{E_\gamma} \\ &= \frac{1240}{327,9 \times 10^3} \\ &= 3,78 \times 10^{-3} \text{ nm} < 1 \text{ nm} \end{aligned}$$

Réponse vraie : A

Question 4

On injecte 50 Méga-Becquerels (MBq) d'EDTA radiomarqué au Chrome-51 dans la veine d'un patient. Chez ce patient, l'EDTA a une demi-vie biologique de 60 minutes avec une élimination intégralement dans les urines. Au bout de deux heures, vous récupérez l'ensemble des urines du patient représentant un volume de 1 L. Dans quel intervalle sera l'activité radioactive en kilo-Becquerels (kBq) que vous mesurerez dans 1 mL d'urines du patient ? (Une seule proposition exacte).

- A. <10 kBq
 B. [10-20] kBq
 C. [20-30] kBq
 D. [30-40] kBq
 E. >40 kBq

Question 4**? Items A, B, C, D et E**

Attention à ne pas aller trop vite, ici on s'intéresse bien à l'activité présent dans les urines du patient, On sait que la demi-vie biologique (urinaire) est de 1 h par rapport à celle physique de 27,7 j. On négligera donc l'élimination physique du médicament. Deux heures correspondent donc à deux demi-vies biologiques, le patient a donc éliminé 75 % du médicament dans les urines :

$$A_u(2h) = A_0 \times 0,75$$

On mesure l'activité dans 1 mL originellement dans un volume de 1 L, mais on cherche aussi un résultat en kBq, alors n'oubliez surtout pas de convertir :

$$A_u(2h) = \frac{50 \times 0,75}{1000} = 3,75 \times 10^{-2} \text{ MBq} = 37,5 \text{ kBq}$$

Réponse vraie : D

Question 5

Vous placez un flacon en verre contenant 1 mL d'urines dans un détecteur cylindrique à cristaux scintillants entourant le flacon à une distance de trois centimètres. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
 B. Des positons
 C. Des photons gamma
 D. Des photons X
 E. Des photons Compton

Question 5**? Items A et B**

Les électrons et les positons ont un parcours très court dans la matière, à trois centimètres aucune des deux particules ne peut être détectée.

? Items C, D et E

Les détecteurs à cristaux scintillants détectent les photons peu importe leur origine et ceux-ci ont un parcours plus long dans la matière donc pourraient atteindre le détecteur. On a vu dans les questions précédentes que la transformation émettait des photons γ , par désintégration du Vanadium métastable, et que suite à la capture électronique des réarrangements du cortège électroniques seraient possibles.

Tous ces photons émis, en traversant la matière, peuvent interagir avec, avec notamment des interactions de type effet Compton, provoquant la déviation de photons pouvant eux aussi être détectés par les cristaux scintillants.

Réponses vraies : C, D et E

Enoncé commun aux questions 6 à 9.

Un générateur de radionucléides contient du chlorure de germanium (Germanium-68, période 271 jours) comme nucléide père, qui se désintègre en chlorure de gallium (Gallium-68, période 68 minutes), nucléide fils. A la livraison, le générateur contient une activité en Germanium-68 de 1,5 Giga-Becquerel (GBq). Ce générateur peut être utilisé jusqu'à une activité minimale du Germanium-68 de 0,6 GBq.

Question 6

Dans quel délai le générateur devra cesser d'être utilisé ? (Une seule proposition exacte)

- A. <300 jours
 B. [300-350] jours
 C. [350-400] jours
 D. [400-450] jours
 E. >450 jours

C. [350-400] jours

Question 6**? Items A, B, C, D et E**

Ici on cherche le temps maximal t_{max} où le générateur pourra être utilisé. On rappelle la formule de la décroissance radioactive :

$$A(t_{max}) = A_0 \times 2^{-\frac{t_{max}}{T}}$$

On connaît $T = 271$ j. On cherche donc le temps t_{max} pour lequel on passe de 1,5 à 0,6 GBq de Germanium-68, il s'agit d'une équation à une inconnue!!

$$\begin{aligned} 0,6 &= 1,5 \times 2^{-\frac{t_{max}}{271}} \\ \Leftrightarrow 2^{-\frac{t_{max}}{271}} &= \frac{0,6}{1,5} \\ \Leftrightarrow \ln\left(2^{-\frac{t_{max}}{271}}\right) &= \ln\left(\frac{0,6}{1,5}\right) \\ \Leftrightarrow -\frac{t_{max}}{271} \times \ln(2) &= \ln\left(\frac{0,6}{1,5}\right) \\ \Leftrightarrow t_{max} &= -\frac{\ln\left(\frac{0,6}{1,5}\right)}{\ln(2)} \times 271 \\ &\approx 358j \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Question 7

A 8h du matin, une activité de 800 MBq de Gallium-68 est éluee dans un volume de 5 mL. Sachant que cet éluat ne peut plus être utilisé si l'activité volumique est inférieure à 40 MBq·mL⁻¹, jusqu'à quelle heure peut-il être utilisé ? (Une seule proposition exacte)

- A. 8 h 34
 B. 9 h 08
 C. 9 h 42

D. 10 h 16

E. 11 h 24

Question 7**? Item A, B, C, D et E**

On calcule l'activité volumique de l'éluat à 8h :

$$AV_{8h} = \frac{A_{8h}}{V} = \frac{800}{5} = 160 \text{ MBq} \cdot \text{mL}^{-1}$$

On remarque qu'il y a un rapport de 4 ou 2² entre 160 MBq et 40 MBq (donnée de l'énoncé), ce qui signifie que 2 périodes entre les deux temps (8h et le t qu'on cherche).

Une période durant 68 minutes, de 8h à 2 périodes après il se sera passé 136 minutes soit 2h16. Si l'éluat est préparé à 8h, il pourra donc être utilisé jusqu'à 10h16.

Réponse vraie : D

Question 8

La préparation permet d'obtenir une activité de 200 MBq d'un radiopharmaceutique marqué au Gallium-68. Après préparation, la seringue est placée dans une protection blindée. L'activité mesurée est alors de 100 kBq. A combien de CDA équivaut ($\pm 5\%$) l'épaisseur de la protection ? (Une seule proposition exacte)

- A. 2
 B. 5

C. 11

- D. 16
 E. 20

Question 8

? Items A, B, C, D et E

Le rapport d'atténuation peut se déterminer par la relation suivante :

$$I(x) = \frac{I_0}{2^n}$$

On cherche donc n le nombre de CDA pour lequel on passe de 200 MBq à 100 kBq :

$$\begin{aligned} 2^n &= \frac{200}{0.1} \\ \Leftrightarrow \ln(2^n) &= \ln\left(\frac{200}{0.1}\right) \\ \Leftrightarrow n \times \ln(2) &= \ln\left(\frac{200}{0.1}\right) \\ n &= \frac{\ln\left(\frac{200}{0.1}\right)}{\ln(2)} \\ &\approx 10,97 \\ &\approx 11CDA \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Question 9

Le radiopharmaceutique marqué au Gallium-68 est administré par voie intraveineuse à un patient. Sachant que la demi-vie biologique du radio-pharmaceutique est de 136 minutes, de quel ordre est sa période effective ? (Une seule proposition exacte)

- A. 5 minutes
- B. 34 minutes
- C. 45 minutes**
- D. 68 minutes
- E. 136 minutes

Question 9

? Items A, B, C, D et E

On pose d'abord l'expression de la période effective :

$$\begin{aligned} \frac{1}{T_{eff}} &= \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}} \\ &= \frac{T_{phy}}{T_{bio} \times T_{phy}} + \frac{T_{bio}}{T_{bio} \times T_{phy}} \\ &= \frac{T_{phy} + T_{bio}}{T_{bio} \times T_{phy}} \\ \Leftrightarrow T_{eff} &= \frac{T_{bio} \times T_{phy}}{T_{bio} + T_{phy}} \\ &= \frac{136 \times 68}{136 + 68} \\ &\approx 45,3 \text{ minutes} \\ &\approx 45 \text{ minutes} \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Enoncé commun aux questions 10 et 11.

Un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,015 \text{ nm}$ interagit avec un électron de la couche K de l'atome de Tungstène par effet photoélectrique. On donne : Energie de liaison d'un électron sur la couche K du Tungstène = 70 keV.

Question 10

Quelle est l'énergie cinétique du photoélectron émis ? (Une seule proposition exacte)

A. 12,7 keV

B. 70 keV

C. 82,7 keV

D. 137,8 keV

E. 158,3 keV

Question 10**? Items A, B, C, D et E**

On commence par chercher l'énergie du photon incident :

$$\begin{aligned} E &= \frac{1240}{\lambda} \\ &= \frac{1240}{0,015} \\ &\approx 82667 \text{ eV} \\ &\approx 82,7 \text{ keV} \end{aligned}$$

Donc l'énergie cinétique du photoélectron est égale à l'énergie du photon moins l'énergie de liaison de la couche K du tungstène : $E_c = E - W_K = 82,7 - 70 = 12,7 \text{ keV}$.

Réponse vraie : A

Question 11

Quel(s) phénomène(s) peut (peuvent) survenir consécutivement à l'émission du photoélectron ?

A. Emission de photons de fluorescence

B. Emission de photons d'annihilation

C. Emission de positons

D. Emission de particules alpha

E. Emission d'électrons Auger

Question 11**? Item A, B, C, D et E**

A partir de la lacune dans la couche K créée par l'effet photoélectrique, il y a possibilité de réarrangement électronique avec émission de photons de fluorescence et d'électrons d'Auger.

Les émissions de photons d'annihilation sont secondaires a une émission β^+ , et les positons sont les

résultat direct d'une émission β^+ ; aucune de ces deux émissions n'est donc possible ici. De même, les particules α sont issues de la fission d'un noyau qui engendre l'émission d'un noyau d'Hélium, ce qui ne correspond encore une fois pas à notre situation.

Réponses vraies : A et E

Question 12

L'interaction d'un photon dont l'énergie est de 2 MeV avec le champ électrostatique du noyau d'un atome peut donner lieu à :

A. Une réaction de conversion interne

B. La matérialisation de deux particules

C. L'émission d'un photon X

D. L'émission d'un photon Compton

E. L'émission d'un photoélectron

Question 12**? Items A, B, C, D et E**

Qui dit matérialisation de deux particules dit création de paires (soumis à condition)!! Pour qu'une création de paires ait lieu, il faut que l'énergie du photon incidente soit $> 1,022 \text{ MeV}$ soit supérieure à 2 fois l'énergie de masse d'un électron au repos. Or ici, le photon incident a une énergie de $2 \text{ MeV} > 1,022 \text{ MeV}$ donc le seuil est atteint et la création de paires peut avoir lieu!! Cette-ci aboutit alors la matérialisation de deux particules : un positon et un électron. On pouvait donc cocher l'item B!!

Pour l'item A, on rappelle que la conversion interne est un phénomène de désexcitation du noyau qui ne peut correspondre à notre phénomène vu l'énoncé.

L'effet photoélectrique désigne l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche profonde et non avec le champ électrostatique d'un noyau. De plus, l'effet Compton désigne quant à lui l'interaction d'un photon incident avec un électron peu lié ou libre ce qui n'est clairement pas la situation évoquée dans l'énoncé ci-dessus. Ainsi, on pouvait donc invalider ces deux items.

Réponse vraie : B

Question 13

On considère une source ponctuelle de photons gamma. Un compteur placé à 1 m de la source permet de calculer une fluence énergétique de $1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$. Quelle sera la fluence énergétique si l'on rapproche le détecteur à 20 cm de la source ? (Une seule proposition exacte).

A. $1 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

B. $5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

C. $25 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

D. $50 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

E. $100 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$

Question 13

? Items A, B, C, D et E

Je vous rappelle la formule de la fluence :

$$F = \frac{dE}{dS}$$

Or la fluence est proportionnelle à l'inverse du carré de la distance :

$$\begin{aligned} \frac{F_{1m}}{F_{20cm}} &= \frac{S_{20cm}}{S_{1m}} = \left(\frac{d_{20cm}}{d_{1m}}\right)^2 \\ \Leftrightarrow F_{20cm} &= F_{1m} \times \left(\frac{d_{20cm}}{d_{1m}}\right)^2 \\ &= 1 \times \left(\frac{1}{0,2}\right)^2 \\ &= 25 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Énoncé commun aux questions 14 à 16.

Un radioélément (X^*) de période physique 6,9 jours émet des rayonnements α d'énergie $E = 5 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de $40 \mu\text{m}$. On traite une tumeur de 100 mg avec un radiopharmaceutique marqué avec cet émetteur X^* (RPM- X^*). On supposera que, juste après l'administration, la tumeur capte 50% de l'activité injectée qui se fixe de façon homogène dans la tumeur puis que la radioactivité ne disparaît que par décroissance physique.

On se propose de calculer la dose absorbée déposée au cours du temps dans cette tumeur après injection d'une activité initiale de 100 MBq de RPM- X^* .

L'énergie moyenne de création d'une paire d'ions dans l'eau est de 32 eV.

Question 14

Dans quel intervalle se trouve la distance moyenne entre deux paires d'ions générées par les particules alpha ? (Une seule proposition exacte).

A. $<0,20 \text{ nm}$

B. $[0,20-0,40] \text{ nm}$

C. $[0,40-0,60] \text{ nm}$

D. $[0,60-0,80] \text{ nm}$

E. $>0,80 \text{ nm}$

Question 14

? Items A, B, C, D et E

Ici, on doit déterminer la DLI ou Densité Linéique d'Ionisation. Cette grandeur correspond au nombre de paires d'ions formées par unité de distance lors du parcours de notre particule α . On retrouve donc intuitivement la formule qui est le rapport nombre d'ionisation / parcours :

$$DLI = \frac{\text{nb ionisations}}{R}$$

Or, d'après votre cours, on sait que :

$$\text{nb ionisations} = \frac{E_0}{W}$$

Avec E_0 l'énergie du rayonnement incident et \bar{W} l'énergie moyenne de création d'une paire d'ions. Donc

$$\begin{aligned} \text{nb ionisations} &= \frac{E_0}{\bar{W}} = \frac{5 \times 10^6}{32} = 156250 \\ \Leftrightarrow DLI &= \frac{156250}{(40 \times 10^3)} = 3,91 \text{ nm}^{-1} \end{aligned}$$

Or on sait que :

$$DMI = \frac{1}{DLI}$$

Donc, on a :

$$DMI = \frac{1}{3,91} \approx 0,26 \text{ nm}$$

Réponse vraie : B

Question 15

Dans quel intervalle de valeurs est le nombre de noyaux radioactifs présents dans la tumeur sous forme de RPM- X^* ? (Une seule proposition exacte)

A. 4,0 à $5,2 \times 10^{13}$ noyaux

B. 3,0 à $6,2 \times 10^{10}$ noyaux

C. 5,9 à $7,1 \times 10^{13}$ noyaux

D. 1,1 à $2,4 \times 10^{14}$ noyaux

E. 3,8 à $5,2 \times 10^{11}$ noyaux

Question 15

? Items A, B, C, D et E

On commence par chercher le λ tel que $\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$, avec $t_{1/2} = 6.9$ jours soit 596160 secondes et donc $\lambda = 1.16 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$.

Maintenant on cherche le nombre de noyaux avec $N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$, on cherche le nombre de noyaux dans la tumeur et on sait que la tumeur capte de manière instantanée 50% de l'activité, donc 50% des noyaux. Donc :

$$N_0 = \frac{100 \times 10^6}{1.16 \times 10^{-6}} \times 0,5 \\ \approx 4,3 \times 10^{13} \text{ noyaux}$$

Réponse vraie : A

Question 16

Dans quel intervalle est compris le débit de dose absorbée ($Gy \cdot s^{-1}$) par la tumeur juste après l'administration de l'activité thérapeutique? (Une seule proposition exacte)

A. 0,03 à 0,06 $Gy \cdot s^{-1}$

B. 0,2 à 0,6 $Gy \cdot s^{-1}$

C. 1,5 à 3,2 $Gy \cdot s^{-1}$

D. 5,2 à 7,4 $Gy \cdot s^{-1}$

E. 9,1 à 10,2 $Gy \cdot s^{-1}$

Question 16

? Items A, B, C, D et E

La dose absorbée s'exprime en gray (Gy) ou en unité SI des $Joules \cdot kg^{-1}$ ($J \cdot kg^{-1}$). Il s'agit de l'énergie absorbée par le corps d'une certaine masse (ici la tumeur). Le débit de dose correspond à l'énergie absorbée par unité de temps ($Gy \cdot s^{-1}$) :

$$\frac{d[DA]}{dt} = DD = \frac{E_{moy/d} \times A_0 \times F(0)}{m}$$

Or, on sait que $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$. Donc on a :

$$DD = \frac{5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 100 \times 10^6 \times 0.5}{100 \times 10^{-6}} = 0,4 \text{ Gy} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pour ce genre de questions, faites bien attention à convertir vos données en Joules. Courage!!

Réponse vraie : B

Question 17

Comment faut-il mélanger une solution décimolaire d'acétate de soude et une solution décimolaire d'acide acétique ($pKa = 4,7$) pour obtenir un mélange de $pH = 5$? (Une seule proposition exacte)

A. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit identique à celui de la solution d'acide acétique

B. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit le double de celui de la solution d'acide acétique

C. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit le triple de celui de la solution d'acide acétique

D. Il faut mettre un volume de solution d'acétate de soude qui soit la moitié de celui de la solution d'acide acétique

E. Quels que soient les mélanges de ces 2 solutions, il ne sera jamais possible d'obtenir un $pH=5$

Question 17

? Items A, B, C, D et E

On va utiliser la formule de Henderson-Hasselbach : $pH = pKa + \log\left(\frac{Base}{Acide}\right)$. Avec $pKa = 4,7$ et $pH = 5$ on a :

$$5 = 4,7 + \log\left(\frac{Base}{Acide}\right) \\ \Leftrightarrow 0,3 = \log\left(\frac{Base}{Acide}\right) \\ \Leftrightarrow 10^{0,3} = \frac{Base}{Acide} \\ \Leftrightarrow 2 = \frac{Base}{Acide} \\ \Leftrightarrow 2[Acide] = [Base]$$

Il faut donc 2 fois plus de base que d'acide pour atteindre les valeurs de l'énoncé.

Réponse vraie : B

Question 18

On considère un litre de mélange tampon acide carbonique bicarbonate de soude qui est identique à celui du sang artériel. On rajoute une certaine quantité d'acide chlorhydrique. On observe que le pH de la solution est égal à 6,1. Quelle quantité X d'acide chlorhydrique a-t-on rajouté? (une seule proposition exacte).

A. 24 millimoles

B. 10 millimoles

C. 11,4 millimoles

D. 12,6 millimoles

E. 0 millimole

Question 18

? Items A, B, C, D et E

Alors alors : on remarque que le pH cible de notre solution est de 6,1, ce qui correspond à une valeur bien particulière, le pKa du couple H_2CO_3/HCO_3^- . Quand le pH d'une solution est égal au pKa, cela signifie que la quantité (ou concentration) d'acide du couple présent est la même que celle de base.

Dans le sang artériel, on a : $[HCO_3^-] = 24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$, et $[H_2CO_3] = 1,2 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ (en situation physiologique).

Pour arriver à une concentration égale pour la base et l'acide, on s'aperçoit qu'on peut simplement diminuer la concentration d' HCO_3^- de $11,4 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ (ce qui revient à enlever 11,4 mmol puisqu'on est dans un volume d'1 L), et réciproquement d'augmenter la concentration d' H_2CO_3 de $11,4 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ (ce qui revient à ajouter 11,4 mmol puisqu'on est dans un volume d'1 L encore une fois). On a donc transformé 11,4 mmol de base en 11,4 mmol d'acide, et ceci grâce à l'ajout de 11,4 mmol d'un acide fort, l'acide chlorhydrique.

Je vous laisse avec une autre méthode un peu plus longue mais plus rigoureuse pour déterminer la quantité d'acide ajoutée, mais si vous pouvez faire simple comme avec la première ne vous compliquez pas la vie. Alooors procédons pas à pas :

⇒ On a un tampon acide carbonique (H_2CO_3) et bicarbonate de soude (HCO_3^-) dans les conditions du sang artériel, donc on sait que $[H_2CO_3] = 1,2 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$, que $[HCO_3^-] = 24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ et que le pKa du couple vaut 6,1.

⇒ On ajoute une quantité X de l'acide chlorhydrique HCl qui est un acide fort : il va donc y avoir une réaction entre l'acide fort H^+ et la base faible HCO_3^- pour former du H_2CO_3 .

Je vous propose un petit tableau d'avancement pour voir ce qui se passe (je suis sympa hein) :

	$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$		
$t = 0$	$[HCO_3^-]$	X	$[H_2CO_3]$
t_f	$[HCO_3^-] - X$	$X - X = 0$	$[H_2CO_3] + X$

Supeeeer mais ensuite on fait quoi? En voilà une bonne question! et bah on sait que le pH final est de 6,1 et on connaît notre relation pref : la relation de Henderson-Hasselbach, qui nous dit que dans le cas d'un mélange acide faible / base conjuguée (ce qu'on a ici) :

$$pH = pka + \log \frac{\text{Base}}{\text{Acide}}$$

Donc ici $pH = pKa + \log \left(\frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X} \right)$. Et nous on cherche X! Comme on connaît le pH, le pKa, et les concentrations du tampon, il nous reste plus qu'à isoler (c'est parti on y va) :

$$\begin{aligned} pH - pKa &= \log \left(\frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X} \right) \\ \Leftrightarrow 6,1 - 6,1 &= \log \left(\frac{24 - X}{1,2 + X} \right) \\ \Leftrightarrow 0 &= \log \left(\frac{24 - X}{1,2 + X} \right) \\ \Leftrightarrow 10^0 &= \frac{24 - X}{1,2 + X} \\ \Leftrightarrow 1 &= \frac{24 - X}{1,2 + X} \\ \Leftrightarrow 1,2 + X &= 24 - X \\ \Leftrightarrow 2X &= 22,8 \\ \Leftrightarrow X &= 11,4 \text{ mmol} \end{aligned}$$

Donc on a rajouté une quantité $X = 11,4 \text{ mmol}$ d'acide chlorhydrique. Et voilà le travail 😊!

Réponse vraie : C

Question 19

Un patient de réanimation a un pH à 7,6, une pCO_2 de 20 mmHg, une concentration en bicarbonates plasmatiques à $28 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$.

Quel est le diagnostic de son trouble de l'état-acido-basique? (Une seule proposition exacte)

A. Alcalose respiratoire pure

B. Alcalose mixte

C. Alcalose respiratoire partiellement compensée

D. Alcalose métabolique partiellement compensée

E. Acidose respiratoire partiellement compensée

Question 19

? Items A, B, C, D et E

On sait que :

- $[HCO_3^-] = 28 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- $pCO_2 = 20 \text{ mmHg}$
- $pH = 7,6$

Or un pH de 7,6 correspond à une alcalose. Il nous reste maintenant à la définir. La pCO_2 nous étant fournie, pour trancher, on va donc calculer la constante métabolique m :

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= m + s(7,4 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= [HCO_3^-] - s(7,4 - pH) \\ &= 28 - 31,6 \times (7,4 - 7,6) \\ &= 28 + 31,6 \times 0,2 \\ &= 34,3 \text{ mmol} \cdot L^{-1} > 24 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \end{aligned}$$

Or, en conditions physiologiques, on a :

- $pCO_2 = 40 \text{ mmHg}$
- $[HCO_3^-] = 24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- $pH = 7,4$

On relève ainsi simultanément une diminution de la pCO_2 et une augmentation de la constante métabolique m par rapport aux valeurs normales qui sont témoins d'une alcalose respiratoire et d'une alcalose métabolique.

Diagnostic du trouble de l'état acido-basique \rightarrow Alcalose mixte

Réponse vraie : B

Question 20

A la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin fait chez un patient donne les résultats suivants : $pH = 7,2$ et $pCO_2 = 80 \text{ mmHg}$. On considérera si nécessaire aux calculs que $10^{1,1} = 100/8$. La valeur absolue de la pente de la droite tampon de ce patient est égale à $30 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \cdot \text{unité } pH^{-1}$. Quel est le diagnostic pour ce patient ? (une seule proposition exacte)

A. Acidose respiratoire pure

- B. Acidose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose mixte
- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Acidose métabolique pure

Question 20

? Items A, B, C, D et E

Pour diagnostiquer, on détermine la pression partielle en gaz carbonique pCO_2 et la constante métabolique m , pour voir si elles sont augmentées / diminuées par rapport aux normes. On nous donne déjà $pCO_2 = 80 \text{ mmHg} > 40 \text{ mmHg}$ donc la pCO_2 est augmentée. Il y a donc une acidose respiratoire.

On nous donne aussi le pH et même la pente de la droite tampon s , et on connaît nous déjà le pK_a ... Donc il nous reste juste à calculer m . Pour ça on va mixer 2 formules super sympa (genre on fait de la cuisine) :

$$1. [HCO_3^-] = 10^{pH-pK} \times a \times pCO_2 = 10^{7,2-6,1} \times 0,03 \times 80 = \frac{100}{8} \times 0,03 \times 80 = 30 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

$$2. m = [HCO_3^-] - s(7,4 - pH) = \underbrace{30}_{\text{[cf. 1]}} - 30 \times (7,4 - 7,2) = 30 - 30 \times 0,2 = 24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

On a donc une pCO_2 augmentée et une m normale, ce qui correspond à une acidose respiratoire pure. Pas de compensation ni aggravation par le rein en modifiant m .

Réponse vraie : A

Question 21

Si la pCO_2 du patient de l'exercice précédent est maintenue à 80 mmHg , quelle devrait être la valeur de la composante métabolique pour avoir une compensation complète ? (une seule proposition exacte).

- A. $12 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- B. $20 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- C. $24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- D. $36 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- E. $48 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$**

Question 21

? Items A, B, C, D et E

Si la compensation est complète, on a automatiquement $pH = 7,4$. On nous donne $pCO_2 = 80 \text{ mmHg}$. Donc on peut facilement retrouver $[HCO_3^-]$:

$$[HCO_3^-] = 10^{pH-pK_a} \times a \times pCO_2 = 10^{7,4-6,1} \times 0,03 \times 80 \approx 47,9 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

Il nous reste juste à trouver la constante métabolique m correspondante : lorsque le pH est égal à $7,4$ on a $m = [HCO_3^-]$ et donc $m \approx 47,9 \approx 48 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$.

Réponse vraie : E

Énoncé commun aux QCM 22 et 23.

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, créant ainsi un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Question 22

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane**
- B. La valeur absolue du débit diffusif de S (J_{dS}) augmente quand la valeur absolue du gradient de concentration molale de S de part et d'autre de la membrane augmente
- C. La valeur absolue du débit diffusif de S augmente quand la température de la solution augmente
- D. La valeur absolue du débit diffusif de S diminue quand l'épaisseur de la membrane d'échange diminue
- E. La valeur absolue du débit diffusif de S augmente quand la mobilité mécanique molaire de S augmente**

Question 22

? Items A, B, C, D et E

Alors ces questions c'est toujours pareil, donc on lit BIEN ATTENTIVEMENT!! Beaucoup de blabla trop pas intéressant (je dirais même boriing), l'enjeu c'est de récupérer l'info qui nous sera utile. Ici ce qui nous intéresse c'est juste qu'on a un cas de diffusion passive.

On va se servir de l'expression du débit de diffusion $J_d = -RTbS \text{grad}(C)$. Le flux est opposé au gradient de concentration, donc le soluté va du côté où la concentration est la plus élevée vers la moins élevée. La valeur absolue de J_d dépend directement de la valeur absolue du gradient de concentration, de la Température T, de la mobilité mécanique b, et même de la surface d'échange S. Pour l'épaisseur de la membrane, elle apparaît dans la formule de la loi de Fick :

$$J_d = RTb_S S_{\text{pores}} \frac{\Delta c}{e}$$

Avec e l'épaisseur de la membrane. On voit donc que la valeur absolue du débit diffusif de S est inversement proportionnelle à e ; quand e diminue, $|J_d|$ augmente donc.

Réponses vraies : A, B, C et E

Question 23

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. L'eau (solvant) diffusera du côté où la concentration de S est la plus faible vers le côté où elle est la plus forte, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- B. La valeur absolue du débit diffusif du solvant dépend du gradient transmembranaire des concentrations osmolales de S
- C. La valeur absolue du débit diffusif du solvant (J_{d,H_2O} dépend de la mobilité mécanique de S
- D. Le débit diffusif du solvant augmente quand la surface utile d'échange de la membrane augmente
- E. Le débit volumique diffusif (Q_{d,H_2O}) correspond au quotient de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau

Question 23

? Items A, B, C, et D

Cette fois on s'intéresse au débit diffusif du solvant (l'eau), dont on connaît la formule sur le bout des doigts : $J_{d,H_2O} = RTb_{H_2O} S \text{grad}(C_{osm}) = RTb_{H_2O} S \frac{\Delta C_{osm}}{e}$.

Et rien qu'avec cette formule on a toutes les informations qui nous intéressent ! Le flux du solvant est dans le même sens que le gradient de concentration Osmolale, donc l'eau diffusera de la concentration la moins élevée vers la plus élevée. La valeur absolue du débit diffusif du solvant dépend directement du gradient transmembranaire des concentrations osmolales de S, mais aussi de la mobilité mécanique de l'eau b_{H_2O} (et pas de la mobilité mécanique du soluté!), et de la surface utile d'échange S.

✗ Item E → Le débit volumique diffusif (Q_{d,H_2O}) correspond au quotient de J_{d,H_2O} par le volume ...

Concernant le débit volumique diffusif Q_{d,H_2O} il faut connaître la formule suivante :

$$Q_{d,H_2O} = J_{d,H_2O} \times V_{H_2O}$$

Donc on comprend vite que ce débit volumique diffusif correspond au produit (et pas au quotient) de J_{d,H_2O} par le volume molaire de l'eau.

Réponses vraies : A, B et D

Question 24

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de S du compartiment 1 vers le compartiment 2
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant augmente quand la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments 1 et 2 augmente
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant dépend de la différence des concentrations osmolaires de S entre les compartiments 1 et 2
- D. La valeur absolue du débit convectif de solvant dépend de la mobilité mécanique molaire de l'eau
- E. La valeur absolue du débit convectif de solvant dépend directement de la température de la solution

Question 24

? Items A, B, C, D et E

Toujours le même blabla pas intéressant, ici on retient juste que : on observe le phénomène de convection. Les formules qui seront les stars de cette question sont donc :

- Le débit convectif de solvant : $J_F = -b_{H_2O} S \text{grad}(P)$
- Le débit convectif du soluté : $J_S = J_F \times C$

On remarque que J_F et J_S sont tous les deux dans le sens opposé du gradient de Pression, donc le solvant et le soluté iront de là où la Pression est la plus grande vers là où elle est la moins grande (et c'est assez instinctif : si on appuie sur un compartiment, l'eau et les solutés iront vers l'autre compartiment).

La valeur absolue de J_F dépend directement du gradient de Pression (et donc de la différence de Pression entre les 2 compartiments), et aussi de la mobilité mécanique de l'eau b_{H_2O} . Mais contrairement à la diffusion, la convection de fait en aucun cas intervenir la différence de concentration osmolaire, ni la température.

Vous voyez, rien qu'en connaissant bien nos formules on sait dire qui dépend de quoi. Trop fastoche !

Courage!

Réponses vraies : A, B et D

Question 25

Soit un soluté ionique en solution biologique (solvant = eau). Une membrane biologique perméable à l'ion et au solvant sépare deux compartiments (1 et 2) contenant cette solution, mais avec au départ une répartition inégale des concentrations C de cet ion de part et d'autre de la membrane (au départ $C_1 > C_2$). Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. On considère la situation lorsque l'équilibre est atteint (relation de Nernst). Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- B. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle à la température de la solution
- C. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle à la mobilité mécanique de l'ion i
- D. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle au logarithme népérien du rapport des concentrations (C_2/C_1) de part et d'autre de la membrane
- E. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre dépend de la valence de l'ion considéré

Question 25

? Items B, C, D et E

On lit attentivement notre texte. Alors, quelle information intéressante on y trouve? Yesss c'est ça : on a un soluté ionique à l'équilibre dans 2 compartiments et on est à l'équilibre (relation de Nernst).

$$V_2 - V_1 = -\frac{RT}{FZ_i} \ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right)$$

Avec la relation de Nernst :

- Est-ce que $V_2 - V_1$ est proportionnel à la température T ? OUI
- Est-ce que $V_2 - V_1$ est proportionnel à la mobilité mécanique de l'ion? NON
- Est-ce que $V_2 - V_1$ est proportionnel à $\ln(C_2/C_1)$? OUI
- Est-ce que $V_2 - V_1$ dépend de la valence de l'ion Z_i ? OUI

✓ **Item A** → La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par ...

On a des ions : qui dit ions dit migration. On a aussi une membrane perméable : qui dit membrane dit diffusion passive. La relation de Nernst et l'équilibre interviennent par définition quand la migration et la diffusion de l'ion s'annulent. Si elles s'annulent, elles sont opposées, et leur valeur absolue est égale. On prend notre stylo et on coche l'item, le tout avec un grand sourire.

Réponses vraies : A, B, D et E

Question 26

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique normal, chez un sujet sain au repos, et dont on sait qu'il régit de façon équilibrée les échanges tissulaires. Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium.

Soient les différentes pressions intervenant dans ce mécanisme d'échange au niveau des capillaires (en mmHg) :

- PS_r : pression de "sortie" résultante au niveau de la portion artérielle du capillaire qui permet le passage des nutriments du capillaire vers les cellules.
- PH_a : pression hydrostatique régnant à l'intérieur de la portion artérielle du capillaire.
- P_i : pression interstitielle, régnant au sein de l'interstitium et s'exerçant à l'extérieur du capillaire.
- Π : pression oncotique.
- PH_v : pression hydrostatique régnant à l'intérieur de la portion veineuse du capillaire.
- PR_r : pression de "retour" résultante au niveau de la portion veineuse du capillaire qui permet en particulier le passage des déchets du métabolisme cellulaire vers le capillaire.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

A. Au niveau du capillaire : $PH_v = PH_a$

B. Au niveau de la portion artérielle du capillaire : $PS_r = PH_a - P_i - \Pi$

C. Au niveau de la portion veineuse du capillaire : $PR_r = PH_v - \Pi - P_i$

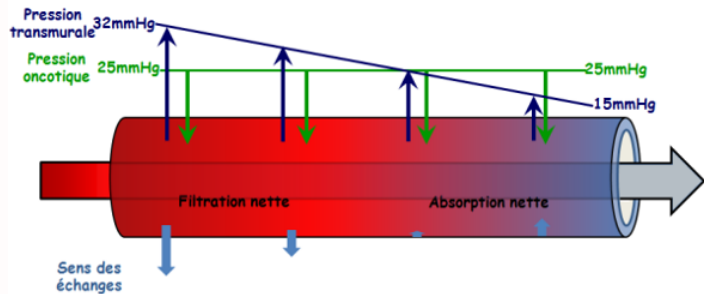
D. En moyenne, les valeurs absolues de PS_r et de PR_r sont proches

E. La pression oncotique est plus élevée au niveau de la portion veineuse que de la portion artérielle du capillaire

Question 26

? Items A et E

Nonnnnnn! Je vous rappelle que la pression hydrostatique (due aux forces qu'exerce la colonne sanguine sur les parois internes du vaisseau sanguin) baisse progressivement du pôle artériel vers le pôle veineux afin d'effectuer successivement une filtration dans la portion artérielle puis une réabsorption dans la portion veineuse du capillaire! Par ailleurs, la pression oncotique reste la même quelle que soit la portion du capillaire. Cette diapositive du cours image mon propos :



Ici la pression transmurale constitue la différence de pression hydrostatique du capillaire et interstitielle existante. Elle n'est donc pas uniforme due à la baisse de pression hydrostatique dans les capillaires.

? Items B, D et C

Oui!!! Au niveau de la portion artérielle, la différence de pression hydrostatique et interstitielle est plus grande que la pression oncotique Π . PS_r est donc positif, ce qui entraîne une filtration. En portion veineux, la différence de pression hydrostatique et interstitielle est moins grande que la pression oncotique, PR_r est négatif, résultant une absorption. En valeur absolue ces pressions sont proches puisque 90% de l'eau filtrée au pôle artériel est réabsorbée au niveau du pôle veineux. Si cette différence de pression se creuse, il y a un risque de déséquilibre et donc d'œdème.

Réponses vraies : B, C et D

Question 27

On considère le phénomène du transport passif facilité du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu musculaire dont les cellules, qui ont été expérimentalement isolées, baignent dans une solution glucosée dont on peut faire varier la concentration. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte (s) ?

- A. Le transport passif facilité du glucose permet le passage du glucose selon le gradient de concentration transmembranaire de glucose
- B. Le transport passif facilité du glucose est beaucoup plus efficace que la diffusion simple du glucose
- C. Le transport passif facilité du glucose fonctionne à la même vitesse et avec le même rendement quelle que soit la concentration extérieure en glucose
- D. Le transport passif facilité du glucose dépend d'une protéine-canal (perméase du glucose ou "Glucose transporter") dont il existe plusieurs isoformes
- E. Le transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT 1) est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le L-glucose

Question 27

? Items A, B et C

Un transport passif, qu'il soit facilité ou non est par définition un transport qui ne nécessite pas d'énergie exercé en plus pour accomplir le mouvement. C'est effectivement la différence de concentration de glucose à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule (le gradient de concentration transmembranaire) qui va permettre ce transport passif, qui varie en fonction du gradient. De plus, il est facilité, c'est-à-dire qu'il y a des transporteurs de glucose qui facilitent la sélectivité et la vitesse du transport. On en parle un peu plus dans les items D et E!

? Items D et E

Oui! Le "Glucose transporter" où GLUT est la protéine-canal qui permet le transport facilité du glucose. Son isoforme GLUT-1 est dit stéréospécifique, le D-glucose étant transporté de manière bien plus efficace. Notez qu'il existe aussi un transport actif, les symports Na^+ /Glucose SGLT que vous avez sûrement vu en ICM et Biocell!

Réponses vraies : A, B, D et E

Question 28

On considère une fibre de collagène dans un milieu hydraté de diamètre 1 mm que l'on assimilera à un cylindre. En appliquant une force de traction longitudinale de 3,14 Newtons, on observe un allongement relatif de la fibre de 40%. Quel est son module de Young exprimé en GPa ? (une seule proposition exacte)

- A. 1
- B. 2
- C. 0,1

D. 0,01

E. 0,2

Question 28

? Items A, B, C, D et E

Dans ce genre d'énoncé, il faut directement repérer s'il y a une formule dans ce cours qui nous permet de répondre à la question. Lisons l'énoncé... on parle d'un cylindre, d'allongement des fibres, d'une force de traction et du module de Young... C'est ce que modélise la loi de Hooke!! Voici sa formule :

$$F = \gamma S \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$\Leftrightarrow \gamma = \frac{F}{S \frac{\Delta L}{L_0}}$$

Remarquez bien, les clés de l'exercice sont déjà données en énoncé. On a la force F et l'allongement relatif $\frac{\Delta L}{L_0}$. Pour la surface il s'agit d'un cylindre, pas de panique, un cylindre c'est juste une succession de cercles, donc sa surface c'est... πr^2 !

$$\gamma = \frac{3,14}{\pi \times (0,5 \times 10^{-3})^2 \times 0,40}$$

$$\approx 10^7 \text{ Pa} \approx 0,01 \text{ GPa}$$

Bonus : pour retenir cette formule prenez juste du recul sur le cours, la loi de Hooke ici montre que la déformation élastique $\frac{\Delta L}{L_0}$ est linéaire à la force appliquée F/S . Courage !!

Réponse vraie : D

Question 29

On considère un capillaire sanguin que l'on assimilera à un cylindre d'épaisseur minime. A la suite d'une augmentation de la pression sanguine moyenne de 15% et qui entraîne une augmentation de rayon de 13%, quel est l'ordre de grandeur de l'augmentation de la tension pariétale ? (une seule proposition exacte)

- A. 18 à 19%
B. 22 à 23%

C. 29 à 30%

- D. 31 à 32%
E. 33 à 34%

Question 29

? Items A, B, C, D et E

Ici, question qui pourrait paraître étrange mais c'est juste un calcul de pourcentages, rien de bien méchant si vous connaissez la relation entre la tension, le rayon et la pression. Pour que vous n'oubliez plus jamais si c'est un produit où une division, faites une analogie avec la loi d'Ohm (celle que vous avez vu au collège oui...).

$$U = R \times I$$

Donc :

$$T = R \times P$$

Si on prend en compte les augmentations,

$$\begin{aligned} T' &= R' \times P' \\ &= 1,13 \times R \times 1,15 \times P \\ &= 1,13 \times 1,15 \times R \times P \\ &= 1,2995 \times T \end{aligned}$$

Soit une augmentation de 29,95%, on valide l'item C!

Réponse vraie : C

Question 30

On mesure la pression artérielle d'un patient en position debout au niveau du bras à l'aide d'un brassard et on la compare à celle mesurée au niveau central (proche du cœur) effectuée en position couchée, toutes les autres conditions restant inchangées. On constate que la pression artérielle centrale est significativement plus élevée que la pression artérielle périphérique. On considérera que le brassard au niveau du bras se trouve à la hauteur du cœur et que les artères ne présentent pas de rétrécissement. Parmi les facteurs suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) qui peut (peuvent) expliquer cette différence ?

A. La perte de charge entre le cœur et le bras

- B. L'effet de la gravité (pesanteur)
C. L'onde de réflexion du pouls
D. Le passage de régime laminaire à turbulent en périphérie

E. L'accumulation de sang dans les veines des membres inférieurs en position debout

Question 30

✓ **Item A** → La perte de charge entre le cœur et le bras

Effectivement, on retrouve une perte de charge, puisque le cœur est une pompe et le sang un fluide visqueux, plus on s'éloigne de la pompe moins la pression sera grande, en position couchée c'est encore plus petit si vous mesurez cette pression au niveau des pieds!

? **Item B et E**

Oui!!! La gravité à un effet conséquent sur le sang, si vous êtes debout le poids de tout le sang est dirigé vers les pieds donc la pression debout est moins grande au niveau des bras. Cependant l'item B ne peut pas être validé puisque la pesanteur en elle-même ne va pas provoquer directement une différence, l'énoncé précise que le brassard au niveau du bras se trouve à la hauteur du cœur!

✗ **Item C** → L'onde de réflexion du pouls

Petite explication : lorsque le cœur se contracte, une onde de pression est générée, se propage le long des artères et peut être mesurée. Cependant, plus on s'éloigne des artères proches du cœur, plus leurs propriétés changent, notamment l'élasticité qui diminue. Cela provoque la réflexion d'une part des ondes de pression, ce sont les ondes de réflexion du pouls. C'est cette onde qui peut altérer la pression calculée. Mais ici, qu'on soit assis ou debout le bras et le cœur restent à la même distance qui est de plus assez proche, l'onde de réflexion du pouls ne peut pas être responsable d'une différence significative!

✗ **Item D** → Le passage de régime laminaire à turbulent en périphérie

On essaie de vous arnaquer!! La circulation sanguine est à peu près laminaire dans sa globalité, mais elle peut devenir turbulente s'il y a des irrégularités dans les vaisseaux, comme des rétrécissements où des obstructions, mais il ne s'agit plus de conditions physiologiques annoncés dans l'énoncé!

Réponses vraies : A et E

Question 31

Parmi les facteurs suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) dont l'augmentation à l'effort améliore(nt) le rendement mécanique de la contraction du cœur ?

- A. La pression artérielle moyenne
- B. Le volume de sang éjecté par le cœur à chaque contraction**
- C. La fréquence cardiaque
- D. La température corporelle
- E. La production d'acide lactique par les muscles

Question 31**? Items A, B**

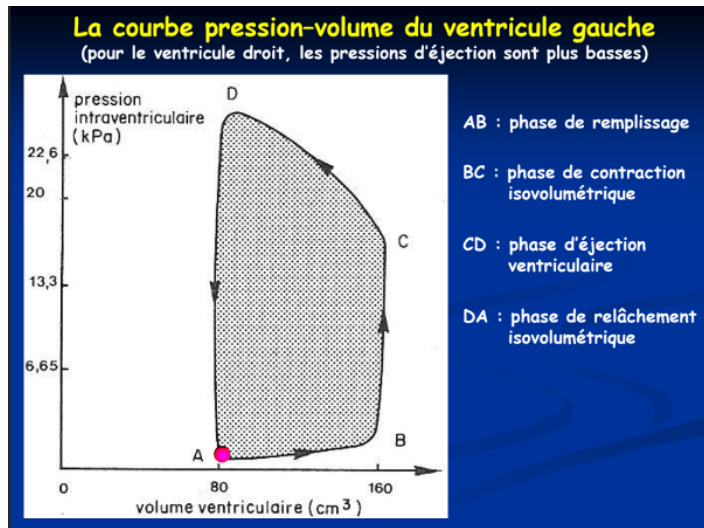
C'est une question assez délicate qui vous demande une bonne compréhension des dernières diapos du dernier CM, on y va point par point !

Le rendement mécanique vaut :

$$\frac{\int P \cdot dV}{\int P \cdot dV + \alpha \int T \cdot dt}$$

**Le rendement mécanique est très faible :
de l'ordre de 3% au repos, il atteint 10-15% à l'effort**

La formule du rendement mécanique peut vous faire peur, mais rien de bien méchant si vous isolez les expressions. Pour rappel le cœur est une pompe qui a une contraction se faisant en plusieurs étapes, vous le voyez en détail via le ventricule gauche dans votre cours :



Ici, $\int P \times dV$ représente les phases d'éjection ventriculaire et de remplissage, où le volume varie sous la pression artérielle, ce qui crée un travail W . Cependant le cœur ne fonctionne pas seulement avec de la physique "pure" ! Pour maintenir un muscle sous tension, il faut du travail même s'il n'y a pas d'énergie, c'est ce que représente l'expression $\alpha \int T \times dt$, on voit bien qu'il y a une phase de contraction isovolumétrique nécessaire pour pouvoir monter la pression du ventricule au même niveau de la pression à l'entrée de l'aorte, afin d'éjecter le sang. Cette étape consomme beaucoup d'énergie pour aucun volume de sang déplacé, d'où l'introduction d'un rendement (qui est d'ailleurs très faible). Si le volume de sang éjecté à chaque contraction augmente, on va effectivement améliorer ce rendement, $\int P \times dV$ augmente pour $\alpha \int T \times dt$ qui ne bouge pas. Cependant si on augmente la pression artérielle, ce qui arrive aussi lors d'un effort, on augmente le flux sanguin mais pas forcément le rendement ! En effet puisque la pression augmente, la phase de contraction isovolumétrique nécessite plus d'énergie aussi, donc $\alpha \int T \times dt$ augmente conjointement.

? Items C, D, E

On essaie encore de vous arnaquer ! Par définition un rendement est le rapport de l'énergie utilisable fournie par une machine (ici le cœur) à l'énergie qui lui a été fournie. La température corporelle et l'acide lactique n'ont aucun rapport avec le rendement mécanique, leur augmentation sont des conséquences de votre effort : la température augmente à cause du travail, qui lui augmente aussi et dégage plus de chaleur dans votre corps, tandis que l'acide lactique est formé pour compenser l'oxygène manquant à l'effort (c'est d'ailleurs une voie qui a un très faible rendement énergétique par rapport au cycle de Krebs, mais c'est mieux que rien lorsque vous courez un marathon...) enfin, augmenter la fréquence cardiaque n'influe en rien au rendement mécanique, l'énergie fournie est en effet augmentée, mais pas le rapport énergie utilisable/énergie fournie !!

Réponse vraie : B

SESSION 2 – 2022-2023



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2022-2023

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2022-2023
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 6 pages numérotées de 1 à 6 et comporte 28 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Question 1

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) possibles survenant au cours de la désintégration du Cuivre ($64; 29$) en Zinc ($64; 30$) ?

- A. Désintégration α
- B. Désintégration β^-
- C. Désintégration β^+
- D. Fission
- E. Capture électronique

Question 2

Quelle sera l'énergie maximale de la particule émise lors de cette désintégration ? (Une seule proposition exacte).

On donne : ${}^{64}_{29}\text{Cu} = 63,9297642 \text{ uma}$ et ${}^{64}_{30}\text{Zn} = 63,9291422 \text{ uma}$

- A. $< 100 \text{ keV}$
- B. $[100 - 499] \text{ keV}$
- C. $[500 - 999] \text{ keV}$
- D. $[1000 - 1499] \text{ keV}$
- E. $> 1500 \text{ keV}$

Question 3

On détecte l'émission d'un rayonnement suite au réarrangement d'un électron de la couche M vers la couche K du zinc ($64; 30$). Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle. (Une seule proposition exacte).

- A. $< 11 \text{ eV}$
- B. $[11 - 13] \text{ eV}$
- C. $[13 - 15] \text{ eV}$
- D. $[15 - 17] \text{ eV}$
- E. $> 17 \text{ eV}$

Question 4

Vous placez un détecteur cylindrique à cristaux scintillants à trois centimètres d'un flacon contenant du cuivre ($64; 29$). Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons
- C. Des photons gamma
- D. Des photons X
- E. Des particules alpha

Question 5

Parmi les propositions suivantes concernant la masse d'un noyau, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Elle est égale à la somme de la masse des nucléons
- B. Elle diminue lorsque l'atome est ionisé
- C. Elle s'exprime en Joules/m²
- D. Elle diminue après une transformation alpha
- E. Elle augmente après une transformation isomérique

Question 6

Concernant l'activité d'un radioélément, indiquer la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A. Elle est proportionnelle au nombre de noyaux pères du radioélément
- B. Elle est proportionnelle à la période radioactive du radioélément
- C. Elle s'exprime en Becquerel/seconde
- D. L'activité spécifique exprime le rapport entre l'activité radioactive de la source et la quantité totale de substance
- E. Lors d'un équilibre séculaire, l'activité de l'élément fils est égale à celle du père

Question 7

A propos de l'effet Compton, indiquer la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche périphérique
- B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un positon
- C. Il est à l'origine de photons d'annihilation
- D. Le spectre du photon diffusé est mono-énergétique
- E. La désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger

Question 8

Une seringue contenant un émetteur de photons de 140 keV (considérée comme une source ponctuelle) est placée dans une enceinte plombée dont l'épaisseur est de 12 mm. La couche de demi-atténuation du Plomb pour ce rayonnement est de 1,5 mm. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténuée par l'enceinte plombée ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 0,10
- B. [0,10 – 0,30]
- C. [0,31 – 0,60]
- D. [0,61 – 0,90]
- E. > 0,90

Question 9

On considère une source ponctuelle de photons gamma. Un compteur placé à 1 mètre de la source permet de calculer une fluence énergétique de 10 J.m⁻². Quelle sera la fluence énergétique si l'on place le détecteur à 2 mètres de la source ? (Une seule proposition exacte)

- A. 1,0 J.m⁻²
- B. 2,5 J.m⁻²
- C. 5,0 J.m⁻²
- D. 7,5 J.m⁻²
- E. 10 J.m⁻²

Question 10

Un radioélément de période physique 6,9 jours émet des rayonnements α d'énergie $E = 4,3 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de 43 μm . Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est de 5×10^{12} noyaux. Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. L'activité initiale de la source est comprise dans l'intervalle [41; 83] MBq
- B. La particule α se désintègre vers une particule β^- et une particule β^+ associée à l'émission d'un photon d'annihilation
- C. Les interactions coulombiennes entre la particule α en mouvement et les noyaux du milieu traversé contribuent fortement à son ralentissement
- D. Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle [95 – 110] keV. μm^{-1}
- E. La dose absorbée par un tissu sain situé à 85 μm de la cible est nulle

Question 11

Un radioélément de période physique 6,0 jours émet des rayonnements alpha d'énergie $E = 4,3 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de 43 microns. Cet émetteur α est fixé chimiquement sur une molécule assurant la vectorisation du produit radioactif dans une tumeur. La fixation est totale et supposée immédiate dans la tumeur, juste après administration du médicament radiopharmaceutique. On supposera enfin que la radioactivité ne disparaît que par suite de la décroissance physique de l'émetteur α . On considère que l'activité initialement fixée dans la tumeur est de 20 MBq. Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. La radioactivité fixée dans la tumeur 12 jours après injection est d'environ 10 MBq
- B. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est d'environ $1,4 \times 10^{13}$
- C. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est d'environ 5×10^{11}
- D. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est d'environ 4×10^8
- E. Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle [95; 110] keV. μm^{-1}

Question 12

Une tumeur de 12 g est traitée par injection d'un produit radioactif émetteur α en solution qui se fixe rapidement à hauteur de 50% de l'activité administrée. Le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'injectat est de 2×10^8 . La période physique de l'émetteur α est de 6,9 jours et l'énergie déposée par désintégration de 1 noyau est d'environ $1,2 \times 10^{-13}$ J. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'activité initialement fixée par la tumeur est d'environ 150 kBq
- B. L'activité initialement fixée par la tumeur est d'environ 200 MBq
- C. L'activité initialement fixée par la tumeur est d'environ 100 Bq
- D. La dose absorbée effective est d'environ $5 \mu\text{Gy} \cdot \text{MBq injecté}^{-1}$
- E. La dose absorbée effective est d'environ $5 \text{Gy} \cdot \text{MBq injecté}^{-1}$

Question 13

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur passage dans un milieu biologique. Des particules α de 8,1 MeV ont un parcours de 54 μm dans ce milieu où l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est de 50 eV.

On dénomme : *TLE* le transfert linéique d'énergie, *DLI* la Densité Linéique d'Ionisations et *DMI*, la distance moyenne entre deux paires d'ions créées.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La particule α a un *TLE* de $200 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ et une *DLI* de 4500 paires d'ions $\cdot \mu\text{m}^{-1}$
- B. La particule α a un *TLE* de $150 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ et une *DLI* de 3000 paires d'ions $\cdot \mu\text{m}^{-1}$
- C. La *DLI* diminue en fin de parcours
- D. La *DMI* est de 0,33 nm
- E. La *DMI* est de 5 nm

Question 14

Parmi les propositions suivantes, concernant les interactions des particules chargées avec la matière laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La particule α est composée de 2 protons et 2 neutrons
- B. Les interactions entre la particule α et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les électrons du milieu traversé
- C. Le ralentissement de la particule α dans la matière suit une trajectoire grossièrement rectiligne
- D. Le ralentissement de la particule α se fait principalement par une série de chocs frontaux avec les noyaux du milieu traversé
- E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV lors d'une collision entre une particule chargée lourde et un électron d'un atome d'hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 5 eV

Question 15

À la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin est fait chez un patient et les résultats sont les suivants : $p\text{CO}_2 = 50 \text{ mmHg}$, $[\text{HCO}_3^-]_p = 30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Définir son état-acido-basique et indiquer la proposition exacte :

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- C. Acidose respiratoire totalement compensée
- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Alcalose métabolique totalement compensée

Question 16

Un patient A souffre d'une alcalose respiratoire pure. On vous rapporte (sans que vous puissiez être certain de la véracité du fait) qu'un patient B présente la même valeur de *pH* mais a une valeur des bicarbonates plasmatiques plus élevée. Les 2 patients ont la même $p\text{CO}_2$ et le même hématokrite. Indiquer la proposition exacte dans l'analyse de ce cas :

- A. Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématokrite, le même pH et la même $p\text{CO}_2$ que le patient A avec une valeur des bicarbonates plasmatiques plus élevée que le patient A
- B. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte
- C. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de compensation
- D. C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte
- E. C'est possible si la composante métabolique du patient B est plus élevée que celle du patient A

Question 17

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang d'un patient A est égale à $30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{unité } \text{pH}^{-1}$. Il souffre d'une acidose respiratoire pure et son *pH* est égal à 7,3.

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang d'un patient B est égale à $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{unité } \text{pH}^{-1}$. Il souffre aussi d'une acidose respiratoire pure et son *pH* est aussi égal à 7,3. Indiquer la proposition exacte :

- A. La valeur des bicarbonates du patient B est égale à la moitié de celle du patient A
- B. La valeur des bicarbonates du patient B est égale au double de celle du patient A
- C. La valeur des bicarbonates du patient B est inférieure à celle du patient A de $1,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. La valeur des bicarbonates du patient B est supérieure à celle du patient A de $1,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- E. La valeur des bicarbonates plasmatiques du patient B est inférieure à celle du patient A de $1,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Question 18

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang d'un patient est égale à $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ unité } pH^{-1}$. Son pH est égal à 7,3, sa concentration en bicarbonates plasmatiques est égale à $22 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Sa pCO_2 est égale à 40 mmHg . Indiquer la proposition exacte :

- A. Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à $24 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. Le patient est en acidose mixte avec une composante métabolique égale à $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à $22 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. Le patient est en acidose mixte avec une composante métabolique égale à $22 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- E. Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Question 19

On s'intéresse à la mesure quantitative du contenu en soluté S d'une solution biologique (le solvant est l'eau). Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La concentration molale de S est égale au nombre de moles de S par unité de volume de la solution
- B. La concentration massique (ou pondérale) de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution ($g \cdot L^{-1}$)
- C. Si on dissout totalement 1 mol de S dans 1 L d'eau, et si S est du chlorure de sodium, l'osmolarité de la solution obtenue sera $2 \text{ osmol} \cdot L^{-1}$
- D. La concentration osmolale de S est égale au nombre d'unités cinétiques issues de la dissolution de S divisé par la masse du solvant
- E. Si S est un ion, sa concentration s'exprimera habituellement en $mEq \cdot L^{-1}$ (milliéquivalents/litre)

Question 20

On considère le phénomène de diffusion passive d'une solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane dialysante, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel perpendiculaire à la surface de celle-ci. La membrane dialysante sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 de même volume initialement et dont la surface est librement laissée en contact avec l'air ambiant. On injecte alors comme soluté une même protéine P en 1 et 2 totalement soluble dans le solvant, mais en quantité très supérieure en 1 qu'en 2. Cette protéine ne peut traverser la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. On observe que le passage d'eau du compartiment 2 vers le compartiment 1 est plus important que le passage d'eau du compartiment 1 vers le compartiment 2
- B. On observe que la hauteur du compartiment 1 devient progressivement supérieure à la hauteur du compartiment 2
- C. À l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la différence des concentrations osmolaires de P de part et d'autre de la membrane
- D. À l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de P
- E. À l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 dépend de la température de la solution

Question 21

On s'intéresse aux forces de « résistance » qui interviennent lors d'un phénomène de diffusion passive d'un soluté S en solution biologique au travers d'une membrane perméable non chargée, avec débit conservatif et mouvement unidirectionnel au sein de cette membrane. La membrane sépare deux compartiments biologiques. S est une molécule de forme sphérique. Le solvant est l'eau. Soit B_s , la mobilité mécanique molaire du soluté, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. B_s est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- B. B_s diminue quand la viscosité du soluté augmente.
- C. B_s est d'autant plus grande que le diamètre de la molécule de soluté est important
- D. B_s augmente quand la température de la solution biologique augmente
- E. Si le soluté est un ion, B_s dépend de la valence

Question 22

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable non chargée, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La température de la solution est à 20° Celsius. Lors de la phase initiale de l'expérience, on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A . On s'intéresse au passage du soluté de part et d'autre de la membrane résultant de cette surpression en A . Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. On observe alors un passage transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment B vers le compartiment A
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{FH_2O}), augmente quand la différence de pression entre les compartiments A et B augmente
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{FH_2O}) dépend de la viscosité du solvant
- D. Le débit convectif de solvant (J_{FH_2O}) dépend de la surface d'échange utile de la membrane
- E. Le débit convectif de soluté (J_s) dépend de la concentration molaire de S dans la solution

Question 23

Soit un soluté ionique i en solution biologique. Le solvant est l'eau. Une membrane biologique perméable à l'ion i et au solvant sépare deux compartiments (1 et 2) contenant cette solution, mais avec au départ une répartition inégale des concentrations C_i de cet ion de part et d'autre de la membrane (au départ $C_{i1} > C_{i2}$). On considère alors le phénomène de migration électrique de l'ion i en solution biologique au travers de la membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif et mouvement unidirectionnel au sein de cette membrane. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) augmente quand le gradient de potentiel électrique s'exerce de part et d'autre de la membrane augmente
- B. Le phénomène de migration électrique de l'ion i dépend directement du gradient de concentration de l'ion i de part et d'autre de la membrane
- C. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'ion i
- D. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la surface d'échange utile de la membrane
- E. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la valence de l'ion i

Question 24

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, et dont on sait qu'il régit en situation normale les échanges tissulaires (du côté artériel apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire et du côté veineux extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. Dans certaines situations pathologiques, le phénomène entre en état de DESEQUILIBRE. Il peut y avoir alors apparition d'œdèmes tissulaires liés à l'augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel. Quelles sont les hypothèses qui peuvent expliquer l'apparition de tels œdèmes périphériques ? Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Une élévation la pression veineuse en rapport avec une défaillance cardiaque
- B. Une augmentation de la perméabilité de la membrane d'échange du capillaire due à des lésions membranaires secondaires à une intoxication, à l'effet indésirable de certains médicaments ou à une infection
- C. Un obstacle situé sur la circulation lymphatique
- D. Une baisse de la synthèse des protéines (par exemple lors d'une cirrhose du foie), entraînant une baisse de pression oncotique intravasculaire
- E. Une chute aiguë de la pression artérielle, responsable d'une baisse la valeur de la pression hydrostatique au niveau du pôle artériel du capillaire

Question 25

On considère le phénomène du transport facilité du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire le sens du gradient transmembranaire de concentration (ΔC_{mol})
- B. Le transport facilité du glucose est fonctionnellement beaucoup plus important que la diffusion simple du glucose
- C. La vitesse du transport facilité du glucose augmente de façon strictement proportionnelle à l'augmentation de la concentration en glucose
- D. L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT1 nécessite un apport d'énergie (ATP) au niveau de la membrane cellulaire
- E. Le transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT1) est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le D-galactose et le D-mannose

Question 26

Quelle est la dimension d'une tension superficielle ? F désigne une force, L une longueur, T un temps. (Une seule proposition exacte).

- A. $F.L^{-1}$
- B. $F.L^{-2}$
- C. $F.L^{-1}.T^{-1}$
- D. $F^2.L^{-1}$
- E. $F.L$

Question 27

On considère un vaisseau sanguin de rayon R , de longueur L , d'épaisseur négligeable, dont la pression moyenne à l'intérieur est P , le sang ayant une température T_e et une viscosité ∂ . Quelle est l'expression de la loi de Laplace reliant la tension superficielle T à la pression P ? (Une seule proposition exacte).

- A. $T = \frac{P.R}{\partial}$
- B. $T = \frac{P}{R}$
- C. $T = P \cdot R$
- D. $T = \frac{P.R.\partial}{T_e}$
- E. $T = P \cdot R^2$

Question 28

Dans le modèle du vaisseau musculo-élastique, quel(s) paramètre(s) intervient(nent) pour établir la courbe de la loi de Hooke ?

- A. La tension des cellules musculaires lisses
- B. La pression sanguine moyenne
- C. La composition en fibres collagène
- D. La composition en fibres élastiques
- E. La viscosité sanguine

FIN DU SUJET



Université Paris Cité
 Faculté de Santé
 Année Universitaire 2022-2023

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2022-2023
 Durée de l'épreuve : **1h30**
 (Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 14 pages numérotées de 1 à 14 et comporte 28 questions.
 Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
 A2SUP - Tutorat

Tuto n° : _____ UE (spé) : 11

Nom : _____
 Prénom : _____
 Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION												
Numéro A2SUP ↓	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle M Unit. M Diz. J Unit. J Diz. Date de naissance (JJ/MM)
	Mil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Cent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1	13	25	37
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	14	26	38
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	15	27	39
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	16	28	40
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	17	29	41
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	18	30	42
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	19	31	43
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	20	32	44
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	21	33	45
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	22	34	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
11	23	35	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
12	24	36	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Question 1

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) possibles survenant au cours de la désintégration du Cuivre (64 ; 29) en Zinc (64 ; 30) ?

- A. Désintégration α
 B. Désintégration β^-
 C. Désintégration β^+
 D. Fission
 E. Capture électronique

Question 1

? Items A et D

On est ici sur une transformation isobarique car le nombre de masse du père et du fils sont identiques ; on peut donc éliminer assez vite la désintégration α et la fission nucléaire qui ne sont pas des transformations isobariques.

? Items B, C et E

On remarque que le numéro atomique du fils est supérieur à celui du père. Parmi les transformations restantes, seule une permet une augmentation du numéro atomique qui est la transformation β^- ; la β^+ et la capture électronique diminuant toutes deux le numéro atomique du noyau fils. **(Item B Vrai)**

Réponse vraie : B

Question 2

Quelle sera l'énergie maximale de la particule émise lors de cette désintégration ? (Une seule proposition exacte).

On donne : ${}_{29}^{64}\text{Cu} = 63,9297642 \text{ uma}$ et ${}_{30}^{64}\text{Zn} = 63,9291422 \text{ uma}$

- A. $< 100 \text{ keV}$
 B. $[100 - 499] \text{ keV}$
 C. $[500 - 999] \text{ keV}$
 D. $[1000 - 1499] \text{ keV}$
 E. $> 1500 \text{ keV}$

Question 2

✓ **Item C** $\rightarrow [500 - 999] \text{ keV}$

Question classique de ce chapitre de biophysique ! Puisque $E = mc^2$, on peut utiliser la différence de masse des deux atomes ${}^{64}\text{Cu}$ et ${}^{64}\text{Zn}$ pour calculer l'énergie maximale émise de la particule... à vos calculatrices !

$$1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

Tout le calcul réside dans cette conversion car c^2 va pouvoir s'annuler, soyez bien attentifs !

$$E_{max} = \Delta M_{at} \cdot c^2$$

$$E_{max} = [M_{at}({}^{64}\text{Cu}) - M_{at}({}^{64}\text{Zn})] \cdot c^2$$

$$E_{max} = [63,9297642 - 63,9291422] \cdot c^2$$

$$E_{max} = 6,22 \times 10^{-4} \cdot c^2$$

$$E_{max} = 6,22 \times 10^{-4} \cdot \frac{931,5}{c^2} \cdot c^2 \approx 0,58 \text{ MeV}$$

$$E_{max} \approx 580 \text{ keV}$$

On n'oublie surtout pas de convertir dans les bonnes unités pour valider l'item !

Réponse vraie : C

Question 3

On détecte l'émission d'un rayonnement suite au réarrangement d'un électron de la couche M vers la couche K du zinc (64 ; 30). Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle. (Une seule proposition exacte).

- A. $< 11 \text{ eV}$
 B. $[11 - 13] \text{ eV}$
 C. $[13 - 15] \text{ eV}$
 D. $[15 - 17] \text{ eV}$

E. $> 17 \text{ eV}$

Question 3

✓ **Item E** $\rightarrow > 17 \text{ eV}$

Pour trouver la longueur d'onde du rayonnement, il faut d'abord calculer l'énergie de ce dernier, en trouvant la différence d'énergie entre les deux couches M et K qu'on nommera $E_{M \rightarrow K}$. Rappel de l'expression de l'énergie de liaison :

$$W_n = 13,6 \cdot \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

$$E_{M \rightarrow K} = W_K - W_M$$

$$E_{M \rightarrow K} = 13,6 \cdot \left(\frac{30^2}{1^2} - \frac{30^2}{3^2} \right)$$

$$E_{M \rightarrow K} = 10880 \text{ eV}$$

Ensuite, on peut utiliser la relation de Duane-Hunt pour convertir l'énergie en longueur d'onde :

$$\lambda(nm) = \frac{1240}{E(eV)} = \frac{1240}{10880} \approx \mathbf{0,11 \text{ nm}}$$

Il y a sûrement un errata avec la question et les propositions mais ça ne vous arrivera sûrement pas le jour J 😊.

Réponse vraie : E

Question 4

Vous placez un détecteur cylindrique à cristaux scintillants à trois centimètres d'un flacon contenant du cuivre (64 ; 29). Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons
- C. Des photons gamma

D. Des photons X

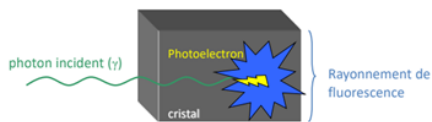
- E. Des particules alpha

Question 4

? Items A, B, C, D et E

Procédons par élimination : un cristal scintillant ne peut que détecter des photons incidents comme le montre cette diapositive du cours :

Cristal scintillant = milieu capable d'émettre un rayonnement de fluorescence après interaction avec un photon incident



1. photon incident ($\approx 10^5$ eV) \Rightarrow effet photoélectrique
2. Photoélectron \Rightarrow ionisations et excitations (cristal)
3. Retour à l'état fondamental \Rightarrow fluorescence (\approx eV)

De plus, on a vu en question 1 que le cuivre se désintègre en zinc par une désintégration β^- . On peut donc éliminer d'office l'item A, B et E qui ne répondent pas à ces deux conditions. Pour finir, il n'est pas mentionné d'état métastable ou excité après cette désintégration, ce qui signifie qu'il n'y aura pas d'émission de photons γ par désexcitation.

Réponse vraie : D

Question 5

Parmi les propositions suivantes concernant la masse d'un noyau, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Elle est égale à la somme de la masse des nucléons
- B. Elle diminue lorsque l'atome est ionisé
- C. Elle s'exprime en Joules/m²

D. Elle diminue après une transformation alpha

- E. Elle augmente après une transformation isomérique

Question 5

? Items A et E

La masse d'un noyau est différente de la somme de la masse de ses composés, c'est le principe du défaut de masse ! En effet, les nucléons d'un noyau convertissent une infime part de leur masse en énergie pour leur maintien ensemble dans ce dernier ce qui établit une différence de masse. Une transformation isomérique par définition ne change pas la nature chimique de l'atome, la masse du noyau ne varie vraisemblablement pas.

X Item B \rightarrow Elle diminue lorsque l'atome est ionisé

Une ionisation marque un impact sur le nuage électronique de l'atome, et non le noyau !

X Item C \rightarrow Elle s'exprime en Joules/m²

La relation n'est pas homogène à une masse, on peut se référer à la relation d'Einstein $E = mc^2$, soit $m = \frac{E}{c^2}$. Dans l'item on retrouve au dénominateur une distance !

✓ Item D \rightarrow Elle diminue après une transformation alpha

Oui ! Une désintégration alpha diminue le nombre de nucléons par la libération d'un noyau d'Hélium (${}^4_2\text{He}$, particule α), la masse du noyau est diminuée !

Réponse vraie : D

Question 6

Concernant l'activité d'un radioélément, indiquer la ou les proposition(s) exacte(s) :

A. Elle est proportionnelle au nombre de noyaux pères du radioélément

- B. Elle est proportionnelle à la période radioactive du radioélément
- C. Elle s'exprime en Becquerel/seconde

D. L'activité spécifique exprime le rapport entre l'activité radioactive de la source et la quantité totale de substance

E. Lors d'un équilibre séculaire, l'activité de l'élément fils est égale à celle du père

Question 6

? Items A, B et C

Partons de l'expression de l'activité $A(t)$ en fonction du temps :

$$A(t) = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

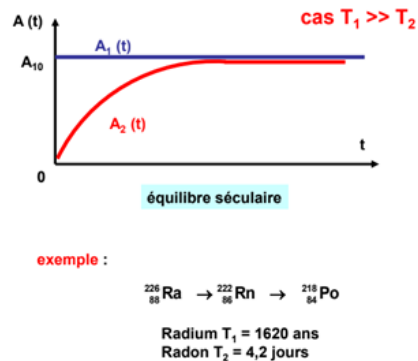
$A(t)$ est exprimé en Becquerel tout court, soit en désintégration \dots^{-1} , et non en désintégration \dots^{-2} (les Becquerel/seconde de l'item B). Ensuite, la fonction converge vers 0 (logique on parle d'une décroissance radioactive). Si T augmente, l'exposant de 2 converge vers 0 et donc $A(t)$ augmente aussi. Mais détrompez-vous, ce n'est pas une relation de proportionnalité puisque T est en exposant ! L'activité d'un radioélément est quant à elle bien proportionnelle au nombre de noyaux pères, comme le montre la relation : $A(t) = \lambda \cdot N(t)$.

✓ **Item D** → L'activité spécifique exprime le rapport entre l'activité radioactive de la source et ...

C'est exactement la définition du cours, elle est exprimée le plus souvent en Mégabecquerel (MBq) par millimole ou par unité de volume (dans une solution). Elle diminue avec le temps également (logik).

✓ **Item E** → Lors d'un équilibre séculaire, l'activité de l'élément fils est égale à celle du père

Oui c'est exactement ça, je vous mets le graphique du cours :



Si ce n'est pas très clair, imaginez un fils qui arrive à vendre 2 gâteaux par minute mais son père fait 1 gâteau par heure ... Finalement le fils ne peut vendre qu'un gâteau par heure lui aussi !

Réponses vraies : A, D et E

Question 7

A propos de l'effet Compton, indiquer la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche périphérique
- B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un positon
- C. Il est à l'origine de photons d'annihilation
- D. Le spectre du photon diffusé est mono-énergétique
- E. La désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger

Question 7

? Items A et B

C'est la définition 😊. Dans l'effet Compton, l'interaction entre un photon incident et un électron d'une couche périphérique entraînera l'éjection de cet électron (et donc l'ionisation de l'atome), appelé dès lors électron Compton ; et la diffusion du photon qui perdra en énergie et sera dévié. L'effet Compton n'entraîne donc pas la création de positons. L'énergie du photon incident se partage entre le photon diffusé et l'électron Compton diffusé.

✗ **Item C** → Il est à l'origine de photons d'annihilation

L'effet Compton n'est pas à l'origine de photons d'annihilation, c'est l'effet β^+ qui entraîne l'émission de photons d'annihilation.

✗ **Item D** → Le spectre du photon diffusé est mono-énergétique

Le spectre diffusé n'est pas mono-énergétique car le photon diffusé peut avoir plusieurs énergies en fonction de l'angle de collision.

✗ **Item E** → La désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de ...

Après une interaction par effet Compton, il existe une lacune dans une couche **périphérique** du cortège électronique. Il ne peut donc pas y avoir d'effet de fluorescence ou Auger, car ce sont des phénomènes de désexcitation du cortège électronique qui interviennent lorsque la lacune électronique se trouve dans les couches profondes du cortège.

Réponse vraie : A

Question 8

Une seringue contenant un émetteur de photons de 140 keV (considérée comme une source ponctuelle) est placée dans une enceinte plombée dont l'épaisseur est de 12 mm . La couche de demi-atténuation du Plomb pour ce rayonnement est de $1,5 \text{ mm}$. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténuée par l'enceinte plombée ? (Une seule réponse exacte)

- A. $< 0,10$
 B. $[0,10 - 0,30]$
 C. $[0,31 - 0,60]$
 D. $[0,61 - 0,90]$

E. **$> 0,90$**

Question 8

✓ **Item E** $\rightarrow > 0,90$

Pour déterminer la fraction du rayonnement atténuée par l'enceinte plombée, nous pouvons utiliser la loi de l'atténuation exponentielle des rayonnements ionisants. Cette loi est définie par l'équation suivante :

$$I = I_0 \cdot 2^{-\frac{x}{D_{50}}}$$

Nous savons que la couche de demi-atténuation du plomb pour ce rayonnement est de $1,5 \text{ mm}$ et que l'épaisseur de la plaque de plomb est de 12 mm . Donc on peut calculer I :

$$I = I_0 \times 2^{-\frac{12}{1,5}} \approx 0,55 \text{ keV}$$

Maintenant, nous pouvons calculer la fraction du rayonnement atténuée par l'enceinte plombée en utilisant l'intensité après l'atténuation (I) par rapport à l'intensité initiale (I_0) avec :

$$F = \frac{I_0 - I}{I_0}$$

On remplace les valeurs :

$$F \approx \frac{140 - 0,55}{140} \approx 0,996$$

Réponse vraie : E

Question 9

On considère une source ponctuelle de photons gamma. Un compteur placé à 1 mètre de la source permet de calculer une fluence énergétique de 10 J.m^{-2} . Quelle sera la fluence énergétique si l'on place le détecteur à 2 mètres de la source ? (Une seule proposition exacte)

- A. $1,0 \text{ J.m}^{-2}$
 B. **$2,5 \text{ J.m}^{-2}$**
 C. $5,0 \text{ J.m}^{-2}$
 D. $7,5 \text{ J.m}^{-2}$
 E. 10 J.m^{-2}

Question 9

✓ **Item B** $\rightarrow 2,5 \text{ J.m}^{-2}$

On se rappelle ici que la fluence énergétique c'est une quantité d'énergie par une unité de surface, soit :

$$F = \frac{dE}{dS}$$

On trouve par la suite que :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Ici on dit que la fluence énergétique décroît comme le carré de la distance à la source. Dans cette question, je pose F_1 la fluence énergétique recherchée, $d_1 = 2 \text{ m}$ la distance entre la source et le détecteur dans le cas où la fluence est égale à F_1 ; $F_2 = 10 \text{ J.m}^{-2}$ et $d_2 = 1 \text{ m}$. On remplace dans l'équation et on trouve que :

$$F_1 = \frac{F_2 \times d_2^2}{d_1^2} = \frac{10 \times 1^2}{2^2} = 2,5 \text{ J.m}^{-2}$$

Réponse vraie : B

Question 10

Un radioélément de période physique $6,9 \text{ jours}$ émet des rayonnements α d'énergie $E = 4,3 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de $43 \mu\text{m}$. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est de 5×10^{12} noyaux. Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A. L'activité initiale de la source est comprise dans l'intervalle $[41; 83] \text{ MBq}$
 B. La particule α se désintègre vers une particule β^- et une particule β^+ associée à l'émission d'un photon d'annihilation
 C. Les interactions coulombiennes entre la particule α en mouvement et les noyaux du milieu traversé contribuent fortement à son ralentissement
 D. Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle $[95 - 110] \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$
 E. La dose absorbée par un tissu sain situé à $85 \mu\text{m}$ de la cible est nulle

Question 10

✗ **Item A** \rightarrow L'activité initiale de la source est comprise dans l'intervalle $[41; 83] \text{ MBq}$

On peut calculer l'activité telle que $A_0 = \lambda \times N_0$ et $\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$. La période $T_{1/2}$ est de $6,9 \text{ jours}$ soit 596160 secondes donc $\lambda = 1,163 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. On peut donc calculer l'activité :

$$\begin{aligned} A_0 &= \lambda \times N_0 \\ &= 1,163 \cdot 10^{-6} \times 5 \cdot 10^{12} \\ &\approx 5,8 \cdot 10^6 \text{ Bq} \\ &\approx 5,8 \text{ MBq} \end{aligned}$$

✗ **Item B** → La particule α se désintègre vers une particule β^- et une particule β^+ associée à...

Une particule α est un noyau d'hélium donc composé de deux protons et deux neutrons, elle n'émet pas de particules β^+ ou β^- . C'est dans la matérialisation ou création de paires, que l'on retrouve lors de l'interaction entre un photon d'une énergie supérieure à $1,022 \text{ MeV}$ et le champ électrostatique d'un noyau, que l'on retrouve l'émission d'un électron et d'un positon.

✗ **Item C** → Les interactions coulombiennes entre la particule α en mouvement et les noyaux du ...

Les particules α sont chargées positivement et ont donc des interactions coulombiennes avec les autres noyaux du milieu mais ce sont surtout des chocs frontaux qui sont à l'origine de leur ralentissement.

✓ **Item D** → Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle [95 – ...

On sait que la distance maximale de la particule est de $43 \mu\text{m}$ et l'énergie maximale des particules est de $4,3 \text{ MeV}$ soit 4300 keV . Le transfert linéique est l'énergie perdue par les particules par unité de distance soit :

$$TLE = \frac{E_{\max}}{R}$$

$$TLE = \frac{4300 \text{ keV}}{43 \mu\text{m}}$$

$$TLE = 100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

✓ **Item E** → La dose absorbée par un tissu sain situé à $85 \mu\text{m}$ de la cible est nulle

La distance maximale parcourue par les particules α est de $43 \mu\text{m}$ donc à $85 \mu\text{m}$ de distance il ne reste plus aucune particule α .

Réponses vraies : D et E

Question 11

Un radioélément de période physique 6,0 jours émet des rayonnements alpha d'énergie $E = 4,3 \text{ MeV}$ qui ont un parcours maximal dans les milieux biologiques de 43 microns. Cet émetteur α est fixé chimiquement sur une molécule assurant la vectorisation du produit radioactif dans une tumeur. La fixation est totale et supposée immédiate dans la tumeur, juste après administration du médicament radiopharmaceutique. On supposera enfin que la radioactivité ne disparaît que par suite de la décroissance physique de l'émetteur α . On considère que l'activité initialement fixée dans la tumeur est de 20 MBq . Parmi les propositions suivantes, là ou lesquelles sont exactes ?

A. La radioactivité fixée dans la tumeur 12 jours après injection est d'environ 10 MBq

B. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est d'environ $1,4 \times 10^{13}$

C. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est d'environ 5×10^{11}

D. Le nombre de noyaux initialement présents dans la source est d'environ 4×10^8

E. Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle [95; 110] $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$

Question 11

✗ **Item A** → La radioactivité fixée dans la tumeur 12 jours après injection est d'environ 10 MBq

On sait que l'activité initiale A_0 est de 20 MBq et la période $t_{1/2}$ est de 6 jours. Pour calculer l'activité à 12 jours, on utilise la formule :

$$\begin{aligned} A(t) &= \frac{A_0}{2^{(t/t_{1/2})}} \\ A(t = 12 \text{ jours}) &= \frac{20}{2^{(12/6)}} \\ &= \frac{20}{2^2} \\ &= \frac{20}{4} \\ &= 5 \text{ MBq} \end{aligned}$$

Donc, à $t = 12 \text{ jours}$, on trouve une activité de 5 MBq .

? **Items B, C et D**

Pour trouver le nombre de noyaux initialement présents, on utilise la formule :

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

Donc :

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$$

On convertit $t_{1/2}$ en secondes pour calculer λ , 6 jours = 518400 secondes, donc :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{518400} = 1,337 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

On peut donc calculer N_0 :

$$N_0 = \frac{20 \times 10^6}{1,337 \times 10^{-6}} = 1,496 \times 10^{13} \text{ noyaux}$$

✓ **Item E** → Le transfert linéique moyen pour cette particule est compris dans l'intervalle ...

On sait que la distance maximale de la particule est de 43 microns (μm) et l'énergie maximale des particules est de $4,3 \text{ MeV}$ soit 4300 keV . Le transfert linéique est l'énergie transmise par les particules par unité de distance, soit :

$$TLE = \frac{E_{\max}}{R} = \frac{4300 \text{ keV}}{43 \mu\text{m}} = 100 \text{ keV}/\mu\text{m}$$

Réponses vraies : B et E

Question 12

Une tumeur de 12g est traitée par injection d'un produit radioactif émetteur α en solution qui se fixe rapidement à hauteur de 50% de l'activité administrée. Le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'injectat est de 2×10^8 . La période physique de l'émetteur α est de 6,9 jours et l'énergie déposée par désintégration de 1 noyau est d'environ $1,2 \times 10^{-13}$ J. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'activité initialement fixée par la tumeur est d'environ 150 kBq
 B. L'activité initialement fixée par la tumeur est d'environ 200 MBq

C. L'activité initialement fixée par la tumeur est d'environ 100 Bq

D. La dose absorbée effective est d'environ $5 \mu\text{Gy} \cdot \text{MBq injecté}^{-1}$

E. La dose absorbée effective est d'environ $5 \text{Gy} \cdot \text{MBq injecté}^{-1}$

Question 12

? Items A, B et C

Pour déterminer l'activité initiale A_0 , on va utiliser le lien avec le nombre initial de noyaux et en déduisant des données grâce à l'énoncé. On a :

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

On peut déduire λ de l'énoncé grâce à la période physique :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

AN :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{6,9 \times 24 \times 3600} \approx 1,16 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$A_0 = 1,16 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^8 \approx 232 \text{ Bq}$$

On divise par deux car l'activité fixée initialement est d'environ 50%, et on retrouve une activité initiale fixée d'environ 100 Bq.

? Items D et E

On utilise la formule de la dose absorbée :

$$DA = \frac{A_0 \cdot E_{\text{moy}/a} \cdot F_0 \cdot T_{\text{eff}}}{m \cdot \ln(2)}$$

AN :

$$DA = \frac{232 \cdot 1,2 \times 10^{-13} \cdot 0,5 \cdot 6,9 \cdot 24 \cdot 3600}{12 \times 10^{-3} \cdot \ln(2)} \approx 9,98 \times 10^{-4} \text{ Gy} \approx 1 \text{ mGy}$$

Ceci étant la dose absorbée pour une injection de 232 Bq, pour une injection de 1 MBq, on aura :

$$DA = \frac{9,98 \times 10^{-4} \times 10^6}{232} \approx 4,3 \text{ Gy} \cdot \text{MBq injecté}^{-1}$$

Réponses vraies : C et E

Question 13

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur passage dans un milieu biologique. Des particules α de 8,1 MeV ont un parcours de 54 μm dans ce milieu où l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est de 50 eV.

On dénomme : *TLE* le transfert linéique d'énergie, *DLI* la Densité Linéique d'Ionisations et *DMI*, la distance moyenne entre deux paires d'ions créées.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. La particule α a un *TLE* de $200 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ et une *DLI* de 4500 paires d'ions $\cdot \mu\text{m}^{-1}$

B. La particule α a un *TLE* de $150 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ et une *DLI* de 3000 paires d'ions $\cdot \mu\text{m}^{-1}$

C. La *DLI* diminue en fin de parcours

D. La *DMI* est de 0,33 nm

E. La *DMI* est de 5 nm

Question 13

? Items A et B

On cherche à déterminer le *TLE* (exprimé en $\text{keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) qui désigne l'énergie transférée par une particule ionisante traversant la matière, par unité de distance, et la *DLI* (exprimée en paires d'ions $\cdot \mu\text{m}^{-1}$).

On sait que :

$$TLE = \frac{E \text{ (en keV)}}{R \text{ (en } \mu\text{m})} \quad \text{et} \quad DLI = \frac{TLE}{W}$$

AN :

$$TLE = \frac{8,1 \times 10^3}{54} = 150 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

$$DLI = \frac{150 \times 10^3}{50} = 3000 \text{ paires d'ions} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

NB : Faites bien attention à ne pas oublier de convertir la valeur du *TLE* en eV pour assurer une homogénéité des unités.

? Items C, D et E

Attention à lire l'item C attentivement. La *DLI* aura tendance à augmenter en fin de parcours. On sait que la *DMI* (distance moyenne d'ionisation) est égale à l'inverse de la *DLI*.

On n'oublie pas de convertir notre résultat en nm vu la formulation de l'énoncé !

Sachant que $1 \mu\text{m} = 10^3 \text{ nm}$, on a donc :

$$DMI = \frac{1}{DLI} = \frac{1}{3000 \times 10^3} \approx 0,33 \text{ nm}$$

Réponses vraies : B et D

Question 14

Parmi les propositions suivantes, concernant les interactions des particules chargées avec la matière laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La particule α est composée de 2 protons et 2 neutrons
- B. Les interactions entre la particule α et le milieu traversé se font principalement par interactions coulombiennes avec les électrons du milieu traversé
- C. Le ralentissement de la particule α dans la matière suit une trajectoire grossièrement rectiligne
- D. Le ralentissement de la particule α se fait principalement par une série de chocs frontaux avec les noyaux du milieu traversé
- E. Un transfert d'énergie de 18,6 eV lors d'une collision entre une particule chargée lourde et un électron d'un atome d'hydrogène est susceptible de créer une paire d'ions avec émission d'un électron d'énergie cinétique de 5 eV

Question 14

? Items A et C

Il s'agit d'un noyau d'hélium. Les particules lourdes, lors de leur ralentissement, suivent en effet une trajectoire grossièrement rectiligne, du fait qu'elles sont peu déviées grâce à leur masse importante.

? Items B et D

La particule α a un parcours relativement rectiligne car peu déviée et très court. Les interactions entre la particule α et le milieu sont essentiellement de nature coulombienne entre la particule incidente et les électrons atomiques.

Les interactions avec le milieu se font principalement par collision, mais celles impliquant le champ coulombien des noyaux sont négligeables.

✓ **Item E** → Un transfert d'énergie de 18,6 eV lors d'une collision entre une particule chargée...

En effet, le transfert de 18,6 eV servira à éjecter l'électron du cortège de l'atome d'hydrogène en fournissant une énergie égale à l'énergie de liaison de cet électron (qui est, pour l'électron de l'atome d'hydrogène, rappelons-le, égale à 13,6 eV). Le reste de l'énergie sera converti en énergie cinétique et sera procurée à l'électron éjecté, ce qui induira son déplacement dans le milieu. On aura donc effectivement création d'une « paire d'ions » : l'électron éjecté e^- et l'atome d'hydrogène ionisé H^+ .

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 15

À la suite de troubles respiratoires, un prélèvement sanguin est fait chez un patient et les résultats sont les suivants : $pCO_2 = 50 \text{ mmHg}$, $[HCO_3^-]_p = 30 \text{ mmol.L}^{-1}$. Définir son état-acido-basique et indiquer la proposition exacte :

- A. Acidose respiratoire partiellement compensée
- B. Alcalose respiratoire partiellement compensée

C. Acidose respiratoire totalement compensée

- D. Acidose métabolique partiellement compensée
- E. Alcalose métabolique totalement compensée

Question 15

✓ **Item C** → Acidose respiratoire totalement compensée

On peut d'abord calculer le pH avec les informations données pour vérifier s'il s'agit d'un trouble compensé.

$$pH = pK + \log \left(\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \right)$$

$$pH = pK + \log \left(\frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times pCO_2} \right)$$

$$pH = 6,1 + \log \left(\frac{30}{0,03 \times 50} \right)$$

$$pH \approx 7,4$$

Le trouble est totalement compensé puisque le pH a une valeur normale. Cependant, le patient a été prélevé à la suite de troubles respiratoires, ce qui nous oriente davantage vers une acidose respiratoire totalement compensée, pouvant être liée, par exemple, à une prise de barbituriques.

Réponse vraie : C

Question 16

Un patient A souffre d'une alcalose respiratoire pure. On vous rapporte (sans que vous puissiez être certain de la véracité du fait) qu'un patient B présente la même valeur de pH mais a une valeur des bicarbonates plasmatiques plus élevée. Les 2 patients ont la même pCO_2 et le même hématoците. Indiquer la proposition exacte dans l'analyse de ce cas :

A. Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématoците, le même pH et la même pCO_2 que le patient A avec une valeur des bicarbonates plasmatiques plus élevée que le patient A

- B. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose mixte
- C. C'est possible si le patient B souffre d'une alcalose respiratoire en cours de compensation
- D. C'est possible si le patient B souffre d'une acidose mixte
- E. C'est possible si la composante métabolique du patient B est plus élevée que celle du patient A

Question 16

✓ **Item A** → Il n'est pas possible que le patient B puisse avoir le même hématoците, le même pH...

Pour répondre à cette question, commençons par un récapitulatif des données :

- $pH_A = pH_B$
- $pCO_{2,A} = pCO_{2,B}$
- $s_1 = s_B$ (car $[Hb]$ égales)
- $[HCO_3^-]_A < [HCO_3^-]_B$

Or, on sait que :

$$[HCO_3^-] = \alpha \times pCO_2 \times 10^{pH-pK}$$

Sachant que $pCO_{2,A} = pCO_{2,B}$, que $pH_A = pH_B$ et que $\alpha = cste$, en réinjectant ces éléments dans l'équation, on a :

$$[HCO_3^-]_A < [HCO_3^-]_B$$

Ainsi, si les patients A et B ont le même pH, le même état acido-basique et la même pCO_2 , ils auront nécessairement la même concentration de bicarbonates.

Réponse vraie : A

Question 17

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang d'un patient A est égale à $30 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \cdot \text{unité } pH^{-1}$. Il souffre d'une acidose respiratoire pure et son pH est égal à 7,3.

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang d'un patient B est égale à $20 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \cdot \text{unité } pH^{-1}$. Il souffre aussi d'une acidose respiratoire pure et son pH est aussi égal à 7,3. Indiquer la proposition exacte :

- A. La valeur des bicarbonates du patient B est égale à la moitié de celle du patient A
- B. La valeur des bicarbonates du patient B est égale au double de celle du patient A
- C. La valeur des bicarbonates du patient B est inférieure à celle du patient A de $1,5 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- D. La valeur des bicarbonates du patient B est supérieure à celle du patient A de $1,5 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- E. La valeur des bicarbonates plasmatiques du patient B est inférieure à celle du patient A de $1,0 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

Question 17

✓ **Item C** → La valeur des bicarbonates du patient B est inférieure à celle du patient A de...

Pour répondre à cette question, commençons par un récapitulatif de leurs états respectifs :

Patient A :

- $pH = 7,3$
- $m = 24 \text{ mM}$ (car acidose respiratoire pure)
- $s_A = 30 \text{ mM}$ par unité de pH

Patient B :

- $pH = 7,3$
- $m = 24 \text{ mM}$ (car acidose respiratoire pure)

- $s_A = 15 \text{ mM}$ par unité de pH

On sait que :

$$[HCO_3^-] = m + s \cdot (7,4 - pH)$$

Donc on a :

$$[HCO_3^-]_A = m + s_A \cdot (7,4 - pH)$$

$$[HCO_3^-]_A = 24 + 30(7,4 - 7,3) = 27 \text{ mM}$$

$$[HCO_3^-]_B = m + s_B \cdot (7,4 - pH)$$

$$[HCO_3^-]_A = 24 + 15(7,4 - 7,3) = 25,5 \text{ mM}$$

Et donc : $[HCO_3^-]_A = [HCO_3^-]_B + 1,5 \text{ mM}$

Réponse vraie : C

Question 18

La valeur absolue de la pente de la droite tampon du sang d'un patient est égale à $20 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \cdot \text{unité } pH^{-1}$. Son pH est égal à 7,3, sa concentration en bicarbonates plasmatiques est égale à $22 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$. Sa pCO_2 est égale à 40 mmHg . Indiquer la proposition exacte :

- A. Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à $24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- B. Le patient est en acidose mixte avec une composante métabolique égale à $20 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- C. Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à $22 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- D. Le patient est en acidose mixte avec une composante métabolique égale à $22 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$
- E. Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à $20 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

Question 18

✓ **Item E** → Le patient est en acidose métabolique avec une composante métabolique égale à...

On sait que :

- $pH = 7,3$
- $s = 20 \text{ mM}$ par unité de pH
- $pCO_2 = 40 \text{ mmHg}$
- $[HCO_3^-] = 22 \text{ mM}$

Or, un pH de 7,3 correspond à une acidose. Il nous reste maintenant à la définir.

La pCO_2 nous étant fournie, pour trancher, on va donc calculer la constante métabolique m :

$$[HCO_3^-] = m + s \cdot (7,4 - pH)$$

$$m = [HCO_3^-] - s \cdot (7,4 - pH)$$

$$m = 22 - 20 \cdot (7,4 - 7,3) = 20 \text{ mM} \cdot L^{-1}$$

Or, en conditions physiologiques, on a :

$$pH = 7,4 \quad m = 24 \text{ mM} \cdot L^{-1} \quad pCO_2 = 40 \text{ mmHg}$$

On relève ainsi une diminution de la constance métabolique m et une valeur de la pCO_2 normale. Diagnostic du trouble de l'état acido-basique = Acidose métabolique.

Réponse vraie : E

Question 19

On s'intéresse à la mesure quantitative du contenu en soluté S d'une solution biologique (le solvant est l'eau). Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La concentration molale de S est égale au nombre de moles de S par unité de volume de la solution
- B. La concentration massique (ou pondérale) de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution ($g \cdot L^{-1}$)
- C. Si on dissout totalement 1 mol de S dans 1 L d'eau, et si S est du chlorure de sodium, l'osmolarité de la solution obtenue sera $2 \text{ osmol} \cdot L^{-1}$
- D. La concentration osmolale de S est égale au nombre d'unités cinétiques issues de la dissolution de S divisé par la masse du solvant
- E. Si S est un ion, sa concentration s'exprimera habituellement en $mEq \cdot L^{-1}$ (milliéquivalents/litre)

Question 19

X Item A → La concentration molale de S est égale au nombre de moles de S par unité de volume ...

Attention, c'est par unité de masse du solvant. La définition donnée dans l'item est celle de la concentration molaire.

✓ Item B → La concentration massique (ou pondérale) de S peut s'exprimer en grammes par ...

En effet, il s'agit de la masse de soluté divisée par le volume de la solution, on a donc bien une unité en masse/volume comme des $g \cdot L^{-1}$.

✓ Item C → Si on dissout totalement 1 mol de S dans 1 L d'eau, et si S est du chlorure de ...

Question classique, il faut bien visualiser ici qu'une mole de chlorure de sodium qui est dissoute donnera dans la solution 1 mole de Cl^- et 1 mole de Na^+ ce qui fait un total de 2 moles d'unités cinétiquement actives. On a donc bien une osmolarité obtenue de $2 \text{ osmol} \cdot L^{-1}$.

✓ Item D → La concentration osmolale de S est égale au nombre d'unités cinétiques issues de la ...

C'est bien la définition exacte. On peut retenir que le préfixe « osmol- » correspond aux moles d'unités cinétiques et que le suffixe « -ale » correspond à la masse du solvant, contrairement au suffixe « -aire » qui correspond au volume du solvant. On en déduit donc bien la définition de l'item!

✓ Item E → Si S est un ion, sa concentration s'exprimera habituellement en $mEq \cdot L^{-1}$...

En effet, c'est l'unité courante. L'unité du système international est le $Eq \cdot m^{-3}$.

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 20

On considère le phénomène de diffusion passive d'une solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane dialysante, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel perpendiculaire à la surface de celle-ci. La membrane dialysante sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 de même volume initialement et dont la surface est librement laissée en contact avec l'air ambiant. On injecte alors comme soluté une même protéine P en 1 et 2 totalement soluble dans le solvant, mais en quantité très supérieure en 1 qu'en 2. Cette protéine ne peut traverser la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. On observe que le passage d'eau du compartiment 2 vers le compartiment 1 est plus important que le passage d'eau du compartiment 1 vers le compartiment 2
- B. On observe que la hauteur du compartiment 1 devient progressivement supérieure à la hauteur du compartiment 2
- C. À l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la différence des concentrations osmolaires de P de part et d'autre de la membrane

D. À l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de P

E. À l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 dépend de la température de la solution

Question 20

? Items A et B

La quantité de protéines dans le compartiment 1 étant bien plus grande, la concentration osmolaire y est bien plus grande aussi. On observera donc un mouvement d'eau du compartiment 2 au compartiment 1 afin de réduire cet écart qui aura donc plus d'eau, donc plus de volume, donc l'item B est bien vrai lui aussi.

? Items C, D et E

On utilise la formule $\pi = \Delta\omega RT$. On constate bien que la pression oncotique π est proportionnelle à $\Delta\omega$, la différence des concentrations osmolaires, ainsi qu'à T , la température, tandis que la mobilité mécanique n'intervient pas.

Ces 5 items étaient très exactement ceux d'une question du TD en amphithéâtre pour ce cours.

Réponses vraies : A, B, C et E

Question 21

On s'intéresse aux forces de « résistance » qui interviennent lors d'un phénomène de diffusion passive d'un soluté S en solution biologique au travers d'une membrane perméable non chargée, avec débit conservatif et mouvement unidirectionnel au sein de cette membrane. La membrane sépare deux compartiments biologiques. S est une molécule de forme sphérique. Le solvant est l'eau. Soit B_s , la mobilité mécanique molaire du soluté, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. B_s est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
 B. B_s diminue quand la viscosité du soluté augmente.

- C. B_s est d'autant plus grande que le diamètre de la molécule de soluté est important
 D. B_s augmente quand la température de la solution biologique augmente
 E. Si le soluté est un ion, B_s dépend de la valence

Question 21

? Items A, B, C, D et E

Par définition, $B_s = \frac{1}{f}$ avec f la friction molaire. Les deux sont donc bien inversement proportionnels. On utilise la loi de Stokes $f = 6\pi\eta r$ que l'on injecte dans la formule précédente pour trouver $B_s = \frac{1}{6\pi\eta r}$. La mobilité est ainsi inversement proportionnelle à la viscosité η et au rayon r , et donc au diamètre, tandis que la température n'intervient pas. Quant aux ions, l'item est assez déstabilisant car en réalité la mobilité d'un ion dépend de la même formule que n'importe quelle autre unité cinétique et ne dépend donc pas de la valence.

Réponses vraies : A et B

Question 22

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable non chargée, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La température de la solution est à 20° Celsius. Lors de la phase initiale de l'expérience, on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A . On s'intéresse au passage du soluté de part et d'autre de la membrane résultant de cette surpression en A . Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. On observe alors un passage transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment B vers le compartiment A

- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{FH_2O}), augmente quand la différence de pression entre les compartiments A et B augmente
 C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{FH_2O}) dépend de la viscosité du solvant
 D. Le débit convectif de solvant (J_{FH_2O}) dépend de la surface d'échange utile de la membrane
 E. Le débit convectif de soluté (J_s) dépend de la concentration molaire de S dans la solution

Question 22

? Items A, B, C, D et E

Allooooo ces questions c'est vraiment toujours le même format : beaucoup de blabla pas intéressant, avec une info à trouver. Ici on retient juste que : on observe le phénomène de convection. On va donc utiliser les 2 formules de la convection qu'on connaît par coeur depuis le temps et qui sont franchement, entre nous, grave stylées :

- Le débit convectif de solvant : $J_{FH_2O} = -b_{H_2O} S \text{ grad } P$
- Le débit convectif du soluté : $J_S = J_{FH_2O} \times C$

Et bah je vous propose de répondre à nos petits items tout mignons juste avec ces formules, ça vous va ? Let's gooooo !

On remarque que J_{FH_2O} et J_S sont tous les deux dans le sens opposé du gradient de Pression, donc le solvant et le soluté iront de là où la Pression est la plus grande vers là où elle est la moins grande, c'est-à-dire de A vers B (et pas de B vers A). En fait c'est assez instinctif : si on appuie sur un compartiment, l'eau et les solutés iront vers l'autre compartiment. En revanche de façon plus générale, la valeur absolue de J_{FH_2O} dépend bien de la différence de Pression entre A et B . Elle dépend également de la mobilité mécanique du solvant b_{H_2O} (qui dépend elle-même directement de la viscosité du solvant) et de la surface d'échange S .

En ce qui concerne le débit convectif du soluté J_S , il dépend effectivement de la concentration molaire C de soluté.

Hop ! et voilà le travail... Bien bien connaître les différentes formules pour rapidement visualiser qui dépend de quoi !

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 23

Soit un soluté ionique i en solution biologique. Le solvant est l'eau. Une membrane biologique perméable à l'ion i et au solvant sépare deux compartiments (1 et 2) contenant cette solution, mais avec au départ une répartition inégale des concentrations C_i de cet ion de part et d'autre de la membrane (au départ $C_{i1} > C_{i2}$). On considère alors le phénomène de migration électrique de l'ion i en solution biologique au travers de la membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif et mouvement unidirectionnel au sein de cette membrane. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) augmente quand le gradient de potentiel électrique s'exerçant de part et d'autre de la membrane augmente
- B. Le phénomène de migration électrique de l'ion i dépend directement du gradient de concentration de l'ion i de part et d'autre de la membrane
- C. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'ion i
- D. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la surface d'échange utile de la membrane
- E. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la valence de l'ion i

Question 23

Qu'est ce qu'on retient de ce long discours ? Rien, mis à part qu'on a une situation de MIGRATION ... donc on ressort notre formule du flux de l'ion lors de la migration !
Débit molaire électrique de l'ion i : $J_{ei} = -Z_i F b_i S C_i \nabla V$.

✓ **Item A** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) augmente quand le ...

J_{ei} augmente en valeur absolue quand le gradient de potentiel (∇V) augmente ? OUI.

✗ **Item B** → Le phénomène de migration électrique de l'ion i dépend directement du gradient de ...

J_{ei} dépend de la différence de concentrations ? EH NON, la migration intervient pour une différence de potentiel (qui peut faire suite à une différence de concentration, mais alors ce n'est pas directement lié).

✓ **Item C** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la mobilité ...

J_{ei} dépend de la mobilité mécanique de l'ion b_i ? OUI.

✓ **Item D** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la surface ...

J_{ei} dépend de la surface d'échange S ? OUI.

✓ **Item E** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i (J_{ei}) dépend de la valence ...

J_{ei} dépend de la valence de l'ion Z_i ? OUI!

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 24

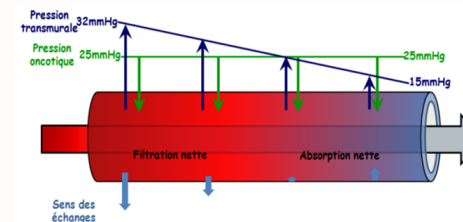
On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, et dont on sait qu'il régit en situation normale les échanges tissulaires (du côté artériel apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire et du côté veineux extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. Dans certaines situations pathologiques, le phénomène entre en état de DESEQUILIBRE. Il peut y avoir alors apparition d'œdèmes tissulaires liés à l'augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel. Quelles sont les hypothèses qui peuvent expliquer l'apparition de tels œdèmes périphériques ? Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Une élévation la pression veineuse en rapport avec une défaillance cardiaque
- B. Une augmentation de la perméabilité de la membrane d'échange du capillaire due à des lésions membranaires secondaires à une intoxication, à l'effet indésirable de certains médicaments ou à une infection
- C. Un obstacle situé sur la circulation lymphatique
- D. Une baisse de la synthèse des protéines (par exemple lors d'une cirrhose du foie), entraînant une baisse de pression oncotique intravasculaire
- E. Une chute aiguë de la pression artérielle, responsable d'une baisse la valeur de la pression hydrostatique au niveau du pôle artériel du capillaire

Question 24

? Items A, B, C, D et E

Le phénomène de Starling décrit l'équilibre, au niveau du capillaire, entre la filtration (sortie de l'eau vers la périphérie) et la réabsorption (apport d'eau dans le capillaire). Ces deux événements interviennent du fait de la balance entre la pression osmotique et la pression hydrostatique. Je vous mets le schéma du cours :



Bon mais alors l'énoncé nous dit qu'on est en état de DESEQUILIBRE (en majuscules carrément), et qu'on a apparition d'œdèmes : plus d'eau qui sort des capillaires que d'eau qui re-rentre (donc en gros, filtration > réabsorption). On réfléchit et on se demande, par quels mécanismes cette eau pourrait fuir ?

Cela peut être dû à une augmentation de la filtration ou une diminution de la réabsorption.

La filtration augmente si la pression veineuse augmente (défaillance cardiaque ou obstruction veineuse). A l'inverse si la pression artérielle diminue, la pression hydrostatique chute également et la filtration diminue (= moins d'eau qui s'échappe).

La réabsorption diminue si la pression osmotique diminue. Ça peut être le cas lorsque :

- Il y a équilibration des concentrations de part et d'autre de la membrane capillaire (par exemple s'il y a des lésions ou si sa perméabilité augmente).

— Il y a une diminution de la différence de concentration protéique : carence protéique, fuite (syndrome néphrotique) ou défaut de synthèse (foie dysfonctionnant : attention, consommer l'alcool avec modération).

La réabsorption diminue aussi si le retour lymphatique diminue (système lymphatique obstrué).

Réponses vraies : A, B, C et D

Question 25

On considère le phénomène du transport facilité du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire le sens du gradient transmembranaire de concentration (ΔC_{mol})

B. Le transport facilité du glucose est fonctionnellement beaucoup plus important que la diffusion simple du glucose

C. La vitesse du transport facilité du glucose augmente de façon strictement proportionnelle à l'augmentation de la concentration en glucose

D. L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT1 nécessite un apport d'énergie (ATP) au niveau de la membrane cellulaire

E. Le transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT1) est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le D-galactose et le D-mannose

Question 25

? Items A et D

Comme dit dans le cours, le transport facilité permet le passage passif du glucose vers l'intérieur de la cellule, sans apport d'énergie au niveau de la membrane cytoplasmique, selon le gradient de concentration (ΔC_{mol}). Donc A oui mais D non.

? Items B et C

Alors alors, voyons tout ça. Le transport facilité du glucose augmente nettement sa vitesse et sa sélectivité par rapport à la diffusion simple, on peut donc dire qu'il est fonctionnellement plus important. C'est tout le but d'avoir un transport facilité, sinon ça ne servirait à rien. PAR CONTRE la progression de la vitesse n'est absolument pas linéaire en fonction de la concentration de glucose, mais plutôt parabolique (car en plus c'est un transport saturable donc passé un certain transport, peu importe la concentration en glucose, la vitesse restera fixe).

✓ **Item E** → Le transporteur du glucose de type 1 (Glucose transporter 1 ou GLUT1) est ...

C'est tout à fait ça ! C'est la *stéréospécificité* du transport facilité. Rien d'autre à ajouter. Vous êtes des boss. Vive la biophysique.

Réponses vraies : A, B et E

Question 26

Quelle est la dimension d'une tension superficielle ? F désigne une force, L une longueur, T un temps. (Une seule proposition exacte).

A. $F.L^{-1}$

B. $F.L^{-2}$

C. $F.L^{-1}.T^{-1}$

D. $F^2.L^{-1}$

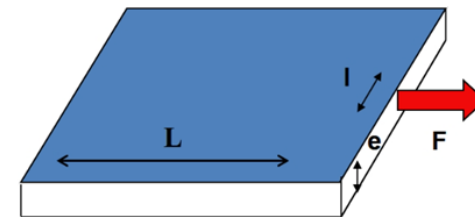
E. $F.L$

Question 26

✓ **Item A** → $F.L^{-1}$

On a la formule de la tension superficielle : $T_{\text{superficielle}} = \frac{F}{l}$ avec F la force appliquée sur le matériau, et l étant la « largeur » sur laquelle s'applique la tension dans la lame élastique sur laquelle on applique la force. Je vous remets le schéma du cours pour bien voir à quoi cela correspond :

$$\frac{F}{l} = \gamma e \frac{\Delta L}{L_0} \quad F/l \text{ est la tension superficielle}$$



Réponse vraie : A

Question 27

On considère un vaisseau sanguin de rayon R , de longueur L , d'épaisseur négligeable, dont la pression moyenne à l'intérieur est P , le sang ayant une température T_e et une viscosité ∂ . Quelle est l'expression de la loi de Laplace reliant la tension superficielle T à la pression P ? (Une seule proposition exacte).

A. $T = \frac{P \cdot R}{\partial}$

B. $T = \frac{P}{R}$

C. $T = P \cdot R$

D. $T = \frac{P \cdot R \cdot \partial}{T_e}$

E. $T = P \cdot R^2$

Question 27

✓ **Item C** → $T = P \cdot R$

On a la loi de Laplace :

$$T = P \times R$$

avec T la tension superficielle, P la pression et R le rayon du vaisseau.

Réponse vraie : C

Question 28

Dans le modèle du vaisseau musculo-élastique, quel(s) paramètre(s) intervient(nent) pour établir la courbe de la loi de Hooke ?

A. La tension des cellules musculaires lisses

B. La pression sanguine moyenne

C. La composition en fibres collagène

D. La composition en fibres élastiques

E. La viscosité sanguine

Question 28

? **Items A, B, C, D et E**

Pour faire simple, la courbe de la loi de Hooke va représenter les facteurs intrinsèques à la paroi du vaisseau en lui-même. La tension des cellules musculaires lisses va modifier la courbe en modifiant la tension superficielle pour le rayon le plus bas. La composition en fibres de collagène et en fibres élastiques va quant à elle modifier la pente de la courbe de la loi de Hooke, en l'augmentant avec une diminution de l'élasticité.

La pression sanguine moyenne et la viscosité sanguine vont quant à elles plutôt influencer sur la droite de la loi de Laplace dans le diagramme tension/rayon.

Réponses vraies : A, C et D

SESSION 1 – 2023-2024



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2023-2024

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2023-2024
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

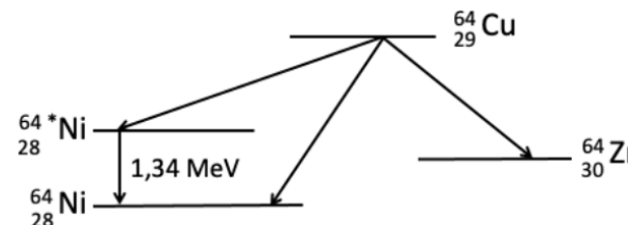
RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 7 pages numérotées de 1 à 7 et comporte 30 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Énoncé commun aux questions 1 à 5.

Le Cuivre-64 est un radio-isotope utilisé pour l'imagerie nucléaire. Le schéma de désintégration radioactive du Cuivre 64 est décrit ci-dessous.



On donne les masses atomiques suivantes :

- Cuivre-64 = 63,9297642 uma
- Nickel-64 = 63,9279660 uma
- Zinc-64 = 63,9291422 uma

On considèrera la constante d'écran b comme nulle.

Question 1

Quelle(s) sont la ou les transformation(s) radioactive(s) pouvant survenir au cours de ces désintégrations ?

- Désintégration alpha
- Désintégration bêta-moins
- Désintégration bêta-plus
- Émission gamma
- Capture électronique

Question 2

Quelle(s) seront la ou les longueurs d'ondes des émissions X émises après réarrangement des couches électroniques qui pourront être détectées lors de la désintégration du Cuivre-64 en Nickel-64 ?

- 0,13 nm
- 0,43 nm
- 0,47 nm
- 0,84 nm
- 0,98 nm

Question 3

Dans quel intervalle sera l'énergie maximale de la particule émise lors de la désintégration du Cuivre-64 en Zinc-64 ? (Une seule réponse exacte).

- A. < 555 keV
- B. 555-560 keV
- C. 560-565 keV
- D. 565-570 keV
- E. > 570 keV

Question 4

Quelle sera l'énergie cinétique d'un électron Auger provenant de la couche M du Nickel-64 émis après réarrangement d'un électron de la couche L à la couche K ? (Une seule réponse exacte).

- A. 1,18 keV
- B. 2,66 keV
- C. 6,82 keV
- D. 8,00 keV
- E. 10,66 keV

Question 5

Une molécule radiomarquée au Cuivre-64 ciblant les cellules cancéreuses prostatiques a été injectée à un patient. Vous placez à une distance de quarante centimètres du patient des détecteurs à cristaux scintillants détectant uniquement les rayonnements avec une énergie supérieure à 50 keV. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des photons X avec une énergie de 94,8 keV
- B. Des photons avec une énergie de 511 keV
- C. Des positons avec une énergie de 653 keV
- D. Des photons Compton avec une énergie de 1,23 MeV
- E. Des photons gamma avec une énergie de 1,34 MeV

Énoncé commun aux questions 6 et 7.

On considère une source de Technétium-99m (période radioactive est de 6 heures) dont l'activité à $T = 0$ est de 1 MégaBecquerel (MBq).

Question 6

Quelle sera l'activité de la source radioactive au bout de 3 heures ? (Une seule réponse exacte).

- A. 303 kBq
- B. 500 kBq
- C. 667 kBq
- D. 707 kBq
- E. 1000 kBq

Question 7

Parmi les propositions suivantes concernant le Technétium-99m, laquelle est exacte ? (Une seule réponse exacte).

- A. La constante radioactive du Technétium-99m est $4,6 \cdot 10^{-4}$ secondes
- B. La période radioactive du Technétium-99m sera modifiée à la suite de sa complexation à l'oxygène sous forme de $99m\text{-TcO}_4$
- C. La période radioactive sera modifiée après ionisation de l'atome de Technétium-99m
- D. La période radioactive est caractéristique d'un radionucléide
- E. La période radioactive dépend du type de rayonnement émis

Question 8

Le Technétium-99m est disponible à partir de générateurs contenant l'élément père le Molybdène (période radioactive = 67 heures). Après plusieurs jours, alors que l'activité du Molybdène et celle du Technétium-99m sont en équilibre de régime, l'activité du Molybdène dans le générateur est de 2 GigaBecquerels. Quelle activité de Technétium-99m peut-on récupérer si l'on élue complètement le générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. 1,6 GBq
- B. 1,8 GBq
- C. 2,0 GBq
- D. 2,2 GBq
- E. 2,4 GBq

Question 9

Un soignant est exposé au rayonnement d'une seringue contenant un émetteur de positons et située à une distance de 10 centimètres (on considèrera la seringue comme une source ponctuelle). A quelle distance de la source doit-il se placer pour réduire cette exposition d'un facteur 100 ? (Une seule réponse exacte).

- A. 20 cm
- B. 33 cm
- C. 50 cm
- D. 1 mètre
- E. 10 mètres

Question 10

On considère l'interaction d'un photon avec un électron du cortège électronique par effet Compton. L'énergie du photon incident est de 140 keV et celle du photon diffusé de 100 keV. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ? (On négligera l'énergie de liaison de l'électron).

- A. L'énergie cinétique de l'électron Compton est de 100 keV
- B. L'électron Compton va terminer sa course dans le milieu par l'émission de photons d'annihilation
- C. La direction du photon diffusé est identique à celle du photon incident
- D. Le retour de l'atome à l'état fondamental peut s'accompagner de l'émission d'électrons Auger
- E. Le retour de l'atome à l'état fondamental peut s'accompagner de l'émission d'un rayonnement de fluorescence

Question 11

Parmi les propositions suivantes concernant la scintigraphie, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La technique consiste en la détection de photons émis par un agent d'imagerie
- B. Le milieu de détection est composé d'un matériau dont le numéro atomique est faible
- C. Le cristal a pour fonction de convertir un photon incident en un rayonnement de fluorescence
- D. Le photomultiplicateur transforme le signal lumineux provenant du cristal en un signal électrique proportionnel mais amplifié
- E. La spectrométrie d'un radioélément résulte de l'interaction de photons par effet photoélectrique et par diffusion Compton

Question 12

Une particule chargée lourde (PCL) contient z charges élémentaires et se déplace à la vitesse v , dans un tissu biologique où elle interagit avec un électron d'un atome du milieu (e^{at}) et de masse $m(e)$. On appelle facteur d'impact (b) la distance entre la trajectoire de la PCL et e^{at} est donné par la formule $T = \frac{[ze^2]^2}{2m(e) \times b^2 \times v^2}$.

Parmi les propositions suivantes laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes ?

- A. La PCL suit grossièrement une trajectoire initiale rectiligne dans la matière
- B. Le ralentissement de la PCL correspond essentiellement à des interactions entre la PCL et les noyaux des atomes du milieu traversé
- C. L'énergie élémentaire transférée (T) à l' e^{at} augmente avec la vitesse de la PCL
- D. Plus la distance b est petite, plus le transfert d'énergie est élevé
- E. Un T de 10 eV pourra induire une ionisation

Question 13

Une PCL crée 8000 paires d'ions sur une distance parcourue de 2 microns, dans un milieu où l'énergie moyenne de création d'une paire d'ions vaut 30 eV. Le transfert linéique d'énergie (TLE) vaut (une seule réponse exacte) :

- A. 110 keV / micron
- B. 120 keV / micron
- C. 130 keV / micron
- D. 140 keV / micron
- E. 150 keV / micron

Question 14

Le traitement des métastases du cancer de la prostate peut faire appel à l'administration d'une molécule radiomarquée avec du Lutécium-177 (Lu-177) ciblant un antigène membranaire spécifique des cellules de prostate (PSMA). Le Lu-177 se désintègre par transition bêta-moins ($E_{max} = 0,5$ MeV) en Hafnium-177 avec une période physique de 6,6 jours. Après administration intraveineuse de 8 GBq de PSMA-Lu-177, le médicament radiopharmaceutique (RPM) est éliminé par voie rénale avec une demi-vie d'élimination biologique de 40 heures. La radioactivité encore présente dans l'organisme 3,9 jours après l'injection est comprise dans l'intervalle (une seule réponse exacte) :

- A. < 0,3 GBq
- B. 0,3 - 0,6 GBq
- C. 0,6 - 0,9 GBq
- D. 0,9 - 1,2 GBq
- E. > 1,2 GBq

Énoncé commun aux questions 15 et 16.

Un préparateur en radiopharmacie manipule une activité de 3 MB de Radium 223, un émetteur alpha de numéro atomique $Z = 88$ qui se désintègre vers le Plomb 207 stable avec une période de 11,4 jours. L'énergie moyenne des particules alpha est de 5 MeV et le transfert linéique d'énergie

moyen à 150 keV par micron. Pour se protéger du rayonnement, il utilise un écran en plexiglas dont le pouvoir de ralentissement linéique total pour les particules alpha est de 150 keV/ μM . On donne $1\text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}\text{ J}$.

Question 15

Quelle est l'épaisseur minimale d'écran de plexiglas nécessaire pour protéger totalement le préparateur de l'exposition externe aux particules alpha ? (une seule réponse exacte).

- A. 0,003 mm
- B. 0,025 mm
- C. 0,035 mm
- D. 0,25 mm
- E. 3,5 mm

Question 16

Suite à une erreur de manipulation, le préparateur se contamine accidentellement avec 1% de l'activité qui se répartit immédiatement et de façon homogène dans tout l'organisme. L'énergie déposée dans l'organisme liée aux émissions alpha immédiatement après la contamination est comprise dans l'intervalle (une seule réponse exacte) :

- A. $< 10^{-9}\text{ J/s}$
- B. $[10^{-9}; 10^{-7}]\text{ J/s}$
- C. $[10^{-7}; 10^{-5}]\text{ J/s}$
- D. $[10^{-5}; 10^{-3}]\text{ J/s}$
- E. $> 10^{-3}\text{ J/s}$

Question 17

Un sujet anémique a une concentration d'hémoglobine plus faible que la normale. On s'intéresse aux conséquences sur le pH sanguin des troubles respiratoires purs chez ce patient en utilisant les notions présentées lors du cours. Indiquer parmi les propositions suivantes laquelle est vraie ? (Une seule réponse exacte).

- A. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- B. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
- C. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront plus graves
- D. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure comme d'une alcalose respiratoire pure seront moins graves
- E. Les conséquences des troubles respiratoires purs seront exactement les mêmes que pour un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale

Question 18

Un patient est en acidose respiratoire pure. Son pH artériel est égal à 7,10. La pente de la droite tampon chez ce sujet est égale à 31 millimoles/litre par unité pH. Calculer la valeur de la PCO_2 artérielle du patient et indiquer parmi les propositions suivantes laquelle est vraie ? (Une seule réponse exacte).

- A. pCO_2 entre 38 et 42 mmHg
- B. pCO_2 entre 58 et 62 mmHg
- C. pCO_2 entre 68 et 72 mmHg
- D. pCO_2 entre 98 et 102 mmHg
- E. pCO_2 entre 108 et 112 mmHg

Question 19

Le pH artériel d'un patient est à 7,51. Sa pCO_2 artérielle est égale à 40 mmHg. Parmi les propositions suivantes, laquelle est vraie ? (Une seule réponse exacte).

- A. Il s'agit d'une alcalose mixte
- B. Ce trouble est la conséquence d'une hyperventilation
- C. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants
- D. Il s'agit d'une acidose métabolique
- E. Il s'agit d'une alcalose partiellement compensée

Question 20

Vous recevez deux mesures de gaz du sang correspondant à 2 temps différents pour un patient en réanimation. Aucune injection ni transfusion n'a été faite chez ce patient. (On considérera $\log(2) = 0,3$).

- Temps T1 : un pH égal à 7,40 et une concentration de bicarbonates plasmatiques égale à 18 millimoles/litre.
- Temps T2 : un pH égal à 7,30 et une concentration de bicarbonates plasmatiques égale à 24 millimoles/litre.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est vraie ? (Une seule réponse exacte).

- A. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus basse que la normale, et la pCO_2 du patient est passée de 40 mmHg à 60 mmHg entre T1 et T2
- B. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus haute que la normale, et la pCO_2 du patient est passée de 40 mmHg à 60 mmHg entre T1 et T2
- C. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus basse que la normale et la pCO_2 du patient est passée de 30 mmHg à 50 mmHg entre T1 et T2
- D. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus haute que la normale et la pCO_2 du patient est passée de 30 mmHg à 50 mmHg entre T1 et T2
- E. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus haute que la normale et la pCO_2 du patient est passée de 30 mmHg à 60 mmHg entre T1 et T2

Question 21

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, afin de créer un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La diffusion est définie comme le nombre de moles par unité de temps traversant de façon passive la surface utile de la membrane, sous l'influence du phénomène de l'agitation thermique
- B. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- C. Le solvant (eau) diffusera du côté où la concentration du soluté S est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- D. La valeur absolue du débit volumique diffusif du solvant (D_{d,H_2O}) est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- E. Le débit volumique diffusif du solvant (D_{d,H_2O}) devient nul lorsque l'égalité des osmolalités dans chaque compartiment est atteinte

Question 22

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment 2 vers le compartiment 1
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{F,H_2O}), augmente quand la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments 1 et 2 augmente
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des concentrations molaires du soluté entre les compartiments 1 et 2
- D. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique molaire du solvant
- E. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) augmente quand la surface utile de la membrane d'échange augmente

Question 23

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i (J_{ei}) en solution biologique au travers d'une membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue de J_{ei} est d'autant plus élevée que le gradient de concentration en ion i de part et d'autre de la membrane est important
- B. Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est d'autant plus importante que la valence de l'ion i est élevée
- C. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la valeur du courant I_i et de V
- D. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'ion i
- E. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la concentration molaire de l'ion i

Question 24

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, et dont on sait qu'il régit les échanges tissulaires (du côté artériel : apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire ; du côté veineux : extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. Dans certaines situations pathologiques, le phénomène entre en état de déséquilibre. Il peut y avoir alors apparition d'œdèmes tissulaires liés à l'augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel.

Quelles sont les hypothèses qui peuvent expliquer l'apparition de tels œdèmes périphériques ? (Une ou plusieurs réponses exactes).

- A. Une élévation de la pression veineuse en rapport avec une défaillance (insuffisance) cardiaque
- B. Un obstacle situé sur la circulation veineuse d'aval
- C. Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une altération de la fonction hépatique sévère responsable d'un déficit de la synthèse protéique
- D. Une baisse de la fonction de drainage du système lymphatique local (comme après une résection des ganglions axillaires par exemple)
- E. Une altération de la membrane d'échange responsable d'une augmentation de la perméabilité membranaire du réseau capillaire (œdème lésionnel)

Question 25

On teste la résistance de la membrane des globules rouges d'un sujet normal. On prélève ses globules rouges et soumet des sous-populations de ses globules rouges à des solutions aqueuses contenant des concentrations variables de chlorure de sodium (NaCl). On note que l'osmolarité normale du globule rouge est d'environ 310 mOsm/L, ce qui est proche de celle d'une solution de NaCl à 0,9% (soit 9 grammes/litre), souvent appelée "sérum physiologique" ou "sérum salé isotonique".

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Une solution de NaCl d'osmolarité inférieure à 250 mOsm/L est dite hypertonique
- B. Pour une solution de NaCl d'osmolarité supérieure à 400 mOsm/L, on peut observer un gonflement du globule rouge
- C. Pour une solution de NaCl d'osmolarité inférieure à 250 mOsm/L, on peut observer un mouvement d'eau vers l'intérieur du globule rouge
- D. Pour une solution de NaCl d'osmolarité inférieure à 250 mOsm/L, on peut observer un phénomène d'hémolyse
- E. L'urée diffuse librement à travers la membrane globulaire et, ainsi, n'intervient pas dans ces phénomènes d'osmolarité efficace

Question 26

Une membrane dialysante sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 de même volume initialement et dont la surface est librement laissée en contact avec l'air ambiant. On injecte alors comme soluté une même protéine totalement soluble en 1 et 2 mais en quantité très supérieure en 1 qu'en 2. Cette protéine ne peut traverser la membrane. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. On observe un mouvement résultant de diffusion transmembranaire d'eau du compartiment 2 vers le compartiment 1
- B. On observe un mouvement de convection transmembranaire d'eau du compartiment 2 vers le compartiment 1
- C. On observe que la hauteur du compartiment 1 devient progressivement supérieure à la hauteur du compartiment 2
- D. A l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la différence des concentrations osmolaires de la protéine de part et d'autre de la membrane
- E. A l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la température de la solution

Question 27

On considère le phénomène du transport transmembranaire du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose lui permet de franchir la membrane cellulaire du côté où la concentration est la plus faible vers celui où elle est la plus forte
- B. Le transport du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (ou GLUT 1) est saturable
- C. Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour le L-glucose que pour le D-glucose
- D. L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 nécessite une dépense d'énergie au niveau de la membrane cellulaire
- E. Le symport Na^+ /glucose (SGLT-1 ou SGLT-2) permet le transport transmembranaire de glucose contre le gradient de concentration transmembranaire

Question 28

Au cours d'une insuffisance cardiaque, le ventricule gauche se dilate et il sera assimilé à une sphère dans tout le raisonnement. Par rapport à l'état initial, la pression moyenne en fin de diastole (remplissage), passe de 10 à 20 mmHg, le rayon de 50 à 75 mm et l'épaisseur de la paroi de 10 à 15 mm.

Par rapport à l'état initial, quel est le pourcentage d'augmentation de la tension pariétale du ventricule gauche ? (Une seule réponse exacte).

- A. 30%
- B. 50%
- C. 75%
- D. 100%
- E. 120%

Question 29

Parmi les propositions suivantes concernant la contrainte de cisaillement s'exerçant à la surface d'un vaisseau sanguin, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Elle augmente avec la viscosité
- B. Elle augmente avec la pression sanguine
- C. Elle augmente avec le gradient de vitesse du sang
- D. Sa diminution déclenche la sécrétion de facteurs de croissance et la prolifération cellulaire
- E. Elle augmente lorsque la température du sang baisse

Question 30

Le rendement mécanique d'une contraction du cœur vaut 3% au repos. Parmi les facteurs suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) permettant d'augmenter son rendement jusqu'à un facteur 5 à l'effort ?

- A. La diminution de l'énergie de mise en tension du myocarde
- B. L'augmentation de la fréquence cardiaque
- C. L'augmentation du volume de sang éjecté à chaque contraction
- D. La baisse du pH artériel
- E. L'augmentation de la pression développée par le ventricule lors de sa contraction

FIN DU SUJET



Université Paris Cité
 Faculté de Santé
 Année Universitaire 2023-2024

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 1 2023-2024
 Durée de l'épreuve : **1h30**
 (Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.
 Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.
 Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 15 pages numérotées de 1 à 15 et comporte 30 questions.
 Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
 A2SUP - Tutorat

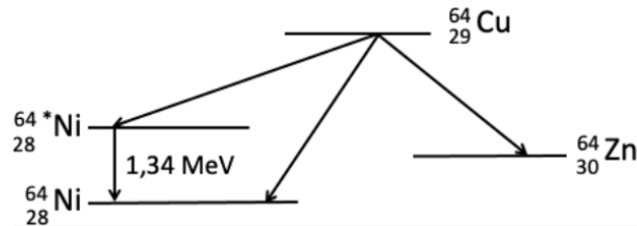
Tuto n° : _____ UE (spé) : 11
 Nom : _____
 Prénom : _____
 Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION																							
Numéro A2SUP ↓	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle	M Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		M Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Cent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		J Unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		J Diz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Date de naissance (JJ/MM)										

1	13	25	37
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	14	26	38
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	15	27	39
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	16	28	40
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	17	29	41
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	18	30	42
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	19	31	43
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	20	32	44
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	21	33	45
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	22	34	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
11	23	35	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
12	24	36	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Énoncé commun aux questions 1 à 5.

Le Cuivre-64 est un radio-isotope utilisé pour l'imagerie nucléaire. Le schéma de désintégration radioactive du Cuivre 64 est décrit ci-dessous.



On donne les masses atomiques suivantes :

- Cuivre-64 = 63,9297642 uma
- Nickel-64 = 63,9279660 uma
- Zinc-64 = 63,9291422 uma

On considèrera la constante d'écran b comme nulle.

Question 1

Quelle(s) sont la ou les transformation(s) radioactive(s) pouvant survenir au cours de ces désintégrations ?

A. Désintégration alpha

B. Désintégration bêta-moins

C. Désintégration bêta-plus

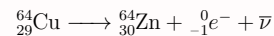
D. Émission gamma

E. Capture électronique

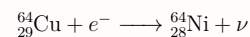
Question 1**? Items A, B, C, D et E**

D'abord on s'intéresse au 3 transformations du Cuivre, il peut :

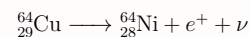
1. Gagner un proton (par transformation d'un neutron du noyau en proton) pour former le Zinc selon une transformation β^- qui libère un électron et un antineutrino selon l'équation :



2. Capturer un électron selon l'équation :

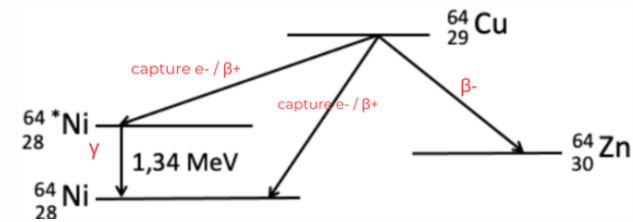


3. Perdre un proton en le transformant en neutron selon une réaction β^+ (en compétition avec la capture électronique) pour former le Nickel :



4. L'émission gamma est forcément due à la capture électronique ou la réaction β^+ , elle libère 1,34 MeV > 1,022 MeV, ce qui valide les conditions de la réaction β^+ !

Petit schéma récapitulatif :



Et enfin on remarque que les transformations du diagramme sont des transformations isobariques (β^+ , β^- et capture électronique) ou isomériques (émission γ) la désintégration alpha n'est donc pas possible !

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 2

Quelle(s) seront la ou les longueurs d'ondes des émissions X émises après réarrangement des couches électroniques qui pourront être détectées lors de la désintégration du Cuivre-64 en Nickel-64 ?

A. 0,13 nm

B. 0,43 nm

C. 0,47 nm

D. 0,84 nm

E. 0,98 nm

Question 2**? Items A, B, C, D et E**

On s'intéresse aux émissions X qui vont être émises suite au réarrangement électronique qui est lui-même consécutif à la capture électronique. Effectivement, cette dernière va entraîner un déficit en électron sur une couche (K ou L), ce qui entraîne une instabilité et un atome ça n'aime pas l'instabilité ! En conséquent, des électrons de couches plus externes vont venir combler cette lacune. Ce transfert d'électron d'une couche à une autre va alors libérer une certaine quantité d'énergie : il y a donc émission d'un rayonnement !

Pour calculer l'énergie libérée par les différentes transitions, on commence par calculer les énergies de liaisons de couches K, L et M. On se rappelle la formule : $W_n = 13,6 \times (Z - b)^2 n^2$.

On considère $b = 0$ et $Z = 28$ pour l'atome de Nickel, ainsi pour la couche K ($n = 1$), on a :

$$W_K = 13,6 \times 28^2 = 10662,4 \text{ eV}$$

— Pour la couche L : $W_L = \frac{W_K}{4} = 2665,6 \text{ eV}$

— Pour la couche M : $W_M = \frac{W_K}{9} = 1184,71 \text{ eV}$

A présent, on calcule l'énergie libérée par les différentes transitions à partir de ces couches :

- $E_{L \rightarrow K} = 10662,4 - 2665,6 = 7996,8 \text{ eV}$
- $E_{M \rightarrow L} = 2665,6 - 1184,71 = 1480,89 \text{ eV}$
- $E_{M \rightarrow K} = 10662,4 - 1184,71 = 9477,69 \text{ eV}$

Enfin, on calcule les longueurs d'ondes associées à chacune de ces énergies :

- $\lambda_{L \rightarrow K} = \frac{1240}{7996,8} = 0,155 \text{ nm}$
- $\lambda_{M \rightarrow L} = 0,837 \text{ nm}$
- $\lambda_{M \rightarrow K} = 0,13 \text{ nm}$

Réponses vraies : A et D

Question 3

Dans quel intervalle sera l'énergie maximale de la particule émise lors de la désintégration du Cuivre-64 en Zinc-64 ? (Une seule réponse exacte).

- A. < 555 keV
- B. 555-560 keV
- C. 560-565 keV
- D. 565-570 keV

E. > 570 keV

Question 3

? Items A, B, C, D, E

Pour trouver l'énergie maximale de la particule émise on sait que :

$$E = \Delta M \times c^2$$

Donc :

$$E = (M_{(20}\text{Cu})} - M_{(30}\text{Zn})) \times c^2$$

On n'oublie pas de convertir les uma en MeV/c^2 pour obtenir une énergie en MeV :

$$1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

AN :

$$\begin{aligned} E &= (63,9297642 - 63,9291422) \times c^2 \times 931,5/c^2 \\ &= 0,579 \text{ MeV} \\ &= 579 \text{ keV} \end{aligned}$$

Réponse vraie : E

Question 4

Quelle sera l'énergie cinétique d'un électron Auger provenant de la couche M du Nickel-64 émis après réarrangement d'un électron de la couche L à la couche K ? (Une seule réponse exacte).

- A. 1,18 keV
- B. 2,66 keV
- C. 6,82 keV
- D. 8,00 keV
- E. 10,66 keV

C. 6,82 keV

Question 4

? Items A, B, C, D et E

On récapitule ce que vous dit l'énoncé : un électron passe de la couche L à K, entraînant une libération d'énergie (puisqu'il passe sur une couche de niveau énergétique plus bas. Une partie de cette énergie va alors être captée par un électron de la couche M et servir à l'arracher de sa couche tandis que l'énergie restante sera convertie en énergie cinétique pour cet électron.

On a donc :

$$\begin{aligned} Ec &= (W_K - W_L) - W_M \\ &= 7996,8 - 1184,71 \\ &= 6812 \text{ eV} \\ &= 6,81 \text{ keV} \end{aligned}$$

Réponse vraie : C

Question 5

Une molécule radiomarquée au Cuivre-64 ciblant les cellules cancéreuses prostatiques a été injectée à un patient. Vous placez à une distance de quarante centimètres du patient des détecteurs à cristaux scintillants détectant uniquement les rayonnements avec une énergie supérieure à 50 keV. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des photons X avec une énergie de 94,8 keV
- B. Des photons avec une énergie de 511 keV
- C. Des positons avec une énergie de 653 keV

- D. Des photons Compton avec une énergie de 1,23 MeV
- E. Des photons gamma avec une énergie de 1,34 MeV

Question 5

? Items A, B et C

D'abord c'est quoi des cristaux scintillants ? C'est un milieu capable d'émettre un rayonnement de fluorescence après interaction avec un photon incident. Comme vous l'avez compris, ils interagissent uniquement avec des photons donc on peut directement invalider l'item C. Maintenant on s'intéresse à l'énergie du photon.

On a vu dans la première question qu'une transformation β^+ est possible pour transformer le Cuivre en Nickel, cette transformation émet un positon qui va vite s'annihiler en réagissant avec un électron. Cette annihilation produit 2 photons γ d'énergie 511 keV. On peut donc invalider l'item A et valider l'item B.

? Items D et E

On a vu dans la première question que la déséxcitation du Nickel émet une énergie de $E = 1,34$ MeV qui est trop élevée et ne peut pas être due à un photon X! Cette énergie correspond à un photon γ .

Le photon incident peut provoquer un effet Compton. Son énergie se répartit aléatoirement entre l'énergie cinétique de l'électron et du photon Compton. Selon l'angle formé, on peut donc très bien retrouver une énergie de $E = 1,23$ MeV.

Réponses vraies : B, D et E

Énoncé commun aux questions 6 et 7.

On considère une source de Technétium-99m (période radioactive est de 6 heures) dont l'activité à $T = 0$ est de 1 MégaBecquerel (MBq).

Question 6

Quelle sera l'activité de la source radioactive au bout de 3 heures ? (Une seule réponse exacte).

- A. 303 kBq
- B. 500 kBq
- C. 667 kBq

D. 707 kBq

- E. 1000 kBq

Question 6

? Items A, B, C, D et E

On nous demande de calculer l'activité d'une source radioactive en fonction du temps en nous donnant la période radioactive de l'élément. On utilise donc la formule : $A(t) = A_0 \times 2^{-t/T}$

Avec $A_0 = 10^6$ Bq, $T = 6h$ et $t = 3h$

Soit $A(3) = 10^6 \times 2^{-3/6} = 10^6 \times 2^{-1/2} = \frac{10^6}{\sqrt{2}} = 7,07 \times 10^5$ Bq = 707 kBq

Réponse vraie : D

Question 7

Parmi les propositions suivantes concernant le Technétium-99m, laquelle est exacte ? (Une seule réponse exacte).

- A. La constante radioactive du Technétium-99m est $4,6 \cdot 10^{-4}$ secondes
- B. La période radioactive du Technétium-99m sera modifiée à la suite de sa complexation à l'oxygène sous forme de $99m\text{-TcO}_4$
- C. La période radioactive sera modifiée après ionisation de l'atome de Technétium-99m

D. La période radioactive est caractéristique d'un radionucléide

- E. La période radioactive dépend du type de rayonnement émis

Question 7

✗ Item A → La constante radioactive du Technétium-99m est $4,6 \cdot 10^{-4}$ secondes

On connaît la relation entre période et constante radioactive : $T = \ln(2)/\lambda$ Alors on a :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T} = \frac{\ln(2)}{6 \times 60 \times 60} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

? Items B, C, D et E

La période radioactive est une grandeur statistique spécifique et mesurée à chaque noyau radioactif. C'est la probabilité d'un noyau radioactif de se transformer en une seconde. Le nuage électronique qui l'entoure n'a pas ou peu d'impact sur cette désintégration. Ainsi l'état d'ionisation ou la structure moléculaire du radioélément, qui sont des modifications du nuage électronique, n'ont pas d'effet sur sa période radioactive.

Il ne faut pas confondre avec la période biologique ou la période effective que l'on calcule pour un isotope donné dans un organisme donné. La période radioactive correspond à la période physique du radioélément.

On l'a dit, c'est une grandeur statistique mesurant la vitesse de désintégration d'un noyau radioactif. En tant que telle la période radioactive comprend toutes les transformations possibles pour ce noyau, elle n'est pas spécifique du type de transformation.

Réponse vraie : D

Question 8

Le Technétium-99m est disponible à partir de générateurs contenant l'élément père le Molybdène (période radioactive = 67 heures). Après plusieurs jours, alors que l'activité du Molybdène et celle du Technétium-99m sont en équilibre de régime, l'activité du Molybdène dans le générateur est de 2 GigaBecquerels. Quelle activité de Technétium-99m peut-on récupérer si l'on élué complètement le générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. 1,6 GBq
- B. 1,8 GBq
- C. 2,0 GBq
- D. 2,2 GBq**
- E. 2,4 GBq

Question 8

? Items A, B, C, D et E

On a un équilibre de régime, cela veut dire que $T_1 > T_2$. Le rapport des activités est constant et vaut : $\frac{A_2(t)}{A_1(t)} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$

On cherche la valeur de l'activité de Technétium-99m, donc de A_2 .

$$\begin{aligned} A_2 &= \frac{T_1}{T_1 - T_2} \times A_1 \\ &= \frac{67}{67 - 6} \times 2 \\ &= 2.2 \text{ GBq} \end{aligned}$$

Réponse vraie : D

Question 9

Un soignant est exposé au rayonnement d'une seringue contenant un émetteur de positons et située à une distance de 10 centimètres (on considèrera la seringue comme une source ponctuelle). A quelle distance de la source doit-il se placer pour réduire cette exposition d'un facteur 100 ? (Une seule réponse exacte).

- A. 20 cm
- B. 33 cm
- C. 50 cm
- D. 1 mètre**
- E. 10 mètres

Question 9

? Items A, B, C, D et E

On cherche la distance à laquelle notre fluence énergétique est réduite d'un facteur 100 par rapport la fluence à 10 cm qu'on note d_1 . Premièrement, qu'est-ce que la fluence ? La fluence est la quantité d'énergie par unité de surface. Ainsi, $F = \frac{dE}{dS}$. On en déduit que la fluence décroît avec le carré de la distance à la source. On a donc :

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

Or, dans l'énoncé on nous dit que l'exposition à d_2 (la distance qu'on cherche) est réduite d'un facteur 100. On a donc :

$$\begin{aligned} 100 &= \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \\ \Leftrightarrow \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^1 &= \sqrt{100} \\ \Leftrightarrow d_2 &= \sqrt{100} \times d_1 \\ &= 10 \times d_1 \\ &= 10 \times 10 \\ &= 100 \text{ cm} = 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Réponse vraie : D

Question 10

On considère l'interaction d'un photon avec un électron du cortège électronique par effet Compton. L'énergie du photon incident est de 140 keV et celle du photon diffusé de 100 keV. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ? (On négligera l'énergie de liaison de l'électron).

- A. L'énergie cinétique de l'électron Compton est de 100 keV
- B. L'électron Compton va terminer sa course dans le milieu par l'émission de photons d'annihilation
- C. La direction du photon diffusé est identique à celle du photon incident
- D. Le retour de l'atome à l'état fondamental peut s'accompagner de l'émission d'électrons Auger**
- E. Le retour de l'atome à l'état fondamental peut s'accompagner de l'émission d'un rayonnement de fluorescence**

Question 10

? Items A et C

Pour calculer l'énergie cinétique de l'électron Compton, l'énoncé vous donne la valeur de l'énergie du photon incident, $h\nu = 140 \text{ keV}$. Sachant que cette énergie se répartit entre l'électron Compton et le photon diffusé ($h\nu'$), on note :

$$E_c = h\nu - h\nu' = 140 - 100 = 40 \text{ keV}$$

Quant au photon diffusé, il peut être dévié dans n'importe direction. En effet, si la direction du photon diffusé était identique à celle du photon incident, l'électron Compton aurait une énergie nulle.

? Items B, D et E

Pour les conséquences de l'effet Compton, on peut retrouver une désexcitation du milieu par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électrons Auger. Mais pas de photons d'annihilation, que l'on va plutôt retrouver pour les positons.

Réponses vraies : D et E

Question 11

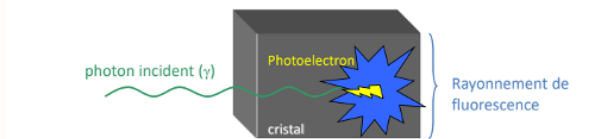
Parmi les propositions suivantes concernant la scintigraphie, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La technique consiste en la détection de photons émis par un agent d'imagerie
- B. Le milieu de détection est composé d'un matériau dont le numéro atomique est faible
- C. Le cristal a pour fonction de convertir un photon incident en un rayonnement de fluorescence
- D. Le photomultiplicateur transforme le signal lumineux provenant du cristal en un signal électrique proportionnel mais amplifié
- E. La spectrométrie d'un radioélément résulte de l'interaction de photons par effet photoélectrique et par diffusion Compton

Question 11**? Items A, B et C**

Pour répondre à cet item il fallait s'appuyer sur le cours! Dans le cours on nous dit que la scintigraphie est réalisée par le biais d'un cristal scintillant. Ce cristal va émettre un rayonnement de fluorescence après interaction avec un photon incident.

Cristal scintillant = milieu capable d'émettre un rayonnement de fluorescence après interaction avec un photon incident



Diapo n°41 du CM4 du Pr François Rouzet

Pour être détecté le photon interagit avec le milieu de détection donc plus Z est élevé plus il peut y avoir des interactions qui permettent la formation de photoélectrons. Donc l'item B est faux car le numéro atomique Z doit être élevé et non faible.

✓ Item D → Le photomultiplicateur transforme le signal lumineux provenant du cristal en un ...

La formation de photoélectrons et donc de réarrangements électroniques (fluorescence++) vont être détectés puis retranscrits en signal électronique amplifié par un photomultiplicateur.

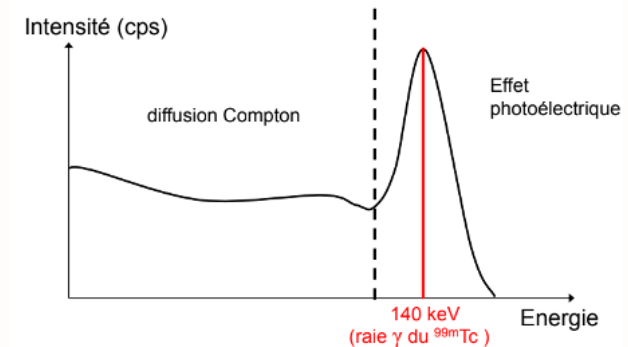
Mais c'est quoi un photomultiplicateur ??? C'est un tube qui transforme le signal lumineux provenant du cristal en un signal électrique amplifié.

✓ Item E → La spectrométrie d'un radioélément résulte de l'interaction de photons par effet ...

Yes c'est exactement la définition de la scintigraphie. Je vous remets la diapo du cours :

La spectrométrie

Exemple : spectre du ^{99m}Tc



Diapo n°43 du CM4 du Pr François Rouzet

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 12

Une particule chargée lourde (PCL) contient z charges élémentaires et se déplace à la vitesse v , dans un tissu biologique où elle interagit avec un électron d'un atome du milieu (e^{at}) et de masse $m(e)$. On appelle facteur d'impact (b) la distance entre la trajectoire de la PCL et e^{at} est donné par la formule $T = \frac{[ze^2]^2}{2m(e) \times b^2 \times v^2}$.

Parmi les propositions suivantes laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exactes ?

- A. La PCL suit grossièrement une trajectoire initiale rectiligne dans la matière
- B. Le ralentissement de la PCL correspond essentiellement à des interactions entre la PCL et les noyaux des atomes du milieu traversé
- C. L'énergie élémentaire transférée (T) à l' e^{at} augmente avec la vitesse de la PCL
- D. Plus la distance b est petite, plus le transfert d'énergie est élevé
- E. Un T de 10 eV pourra induire une ionisation

Question 12

? Items A et B

Les particules lourdes n'ont pas de déviation (elles sont lourdes donc dites-vous qu'elles ne peuvent pas se faire bousculer rien ne les arrête) leur trajectoire est donc rectiligne. Elles sont essentiellement ralenties par des interactions coulombiennes avec les particules incidentes et les électrons du voisinage.

? Item C et D

Alors pour ces items on va reprendre la formule du transfert élémentaire donnée dans l'énoncé :

$$T = \frac{[ze^2]^2}{2m(e) \times b^2 \times v^2}$$

On voit que si la vitesse augmente l'énergie transférée diminue donc l'item C est faux. Au contraire, plus la distance b est petite plus le transfert est élevé car b est au dénominateur donc item D est vrai.

✗ Item E → Un T de 10 eV pourra induire une ionisation

Enfin, on finit avec le seuil d'ionisation qui est $E > 13,6$ eV or un T de 10 eV se trouve en dessous de ce seuil et donc dans un état excité seulement, il n'y aura pas d'ionisation.

Réponses vraies : A et D

Question 13

Une PCL crée 8000 paires d'ions sur une distance parcourue de 2 microns, dans un milieu où l'énergie moyenne de création d'une paire d'ions vaut 30 eV. Le transfert linéique d'énergie (TLE) vaut (une seule réponse exacte) :

A. 110 keV / micron

B. 120 keV / micron

C. 130 keV / micron

D. 140 keV / micron

E. 150 keV / micron

Question 13

? Items A, B, C, D et E

Pour calculer la TLE on utilise la formule :

$$DLI = \frac{TLE}{W} = \frac{n_{\text{paires d'ions}}}{D}$$

$$\Leftrightarrow TLE = DLE \times W = \frac{n_{\text{paires d'ions}}}{D} \times W$$

AN :

$$TLE = \frac{8000}{2 \times 10^{-6}} \times 30 \times 10^{-3}$$

$$= 120 \text{ keV}/\mu\text{m}$$

Réponse vraie : B

Question 14

Le traitement des métastases du cancer de la prostate peut faire appel à l'administration d'une molécule radiomarquée avec du Lutécium-177 (Lu-177) ciblant un antigène membranaire spécifique des cellules de prostate (PSMA). Le Lu-177 se désintègre par transition bêta-moins ($E_{max} = 0,5$ MeV) en Hafnium-177 avec une période physique de 6,6 jours. Après administration intraveineuse de 8 GBq de PSMA-Lu-177, le médicament radiopharmaceutique (RPM) est éliminé par voie rénale avec une demi-vie d'élimination biologique de 40 heures. La radioactivité encore présente dans l'organisme 3,9 jours après l'injection est comprise dans l'intervalle (une seule réponse exacte) :

A. < 0,3 GBq

B. 0,3 - 0,6 GBq

C. 0,6 - 0,9 GBq

D. 0,9 - 1,2 GBq

E. > 1,2 GBq

Question 14

? Items A, B, C, D et E

La formule de l'activité d'un radioélément (ici l'Hafnium-177) en fonction du temps est :

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

De plus, on sait que $\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{eff}}$ et $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$. D'après l'énoncé, on a $T_{phy} = 6,6j = 6,6 \times 24h$ et $T_{bio} = 40h$. On a donc :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{31}{990}$$

$$\Leftrightarrow T_{eff} = \frac{990}{31} \approx 31,935h$$

$$\Leftrightarrow \lambda = 0,022h^{-1}$$

Maintenant qu'on a tous les éléments, on peut faire une AN grâce à la première formule en prenant $A_0 = 8 \text{ GBq}$ et $t = 3,9 \times 24h$, on a :

$$A(t = 3,9 \times 24h) = 8 \times e^{-0,022 \times 3,9 \times 24} \\ = 1,02 \text{ GBq}$$

On en déduit donc que la radioactivité encore présente dans l'organisme 3,9 jours après l'injection est comprise dans l'intervalle $[0,9-1,2] \text{ GBq}$.

Pour cette question, il fallait bien faire attention à convertir les jours en heures afin d'harmoniser les unités 😊.

Réponse vraie : D

Énoncé commun aux questions 15 et 16.

Un préparateur en radiopharmacie manipule une activité de 3 MB de Radium 223, un émetteur alpha de numéro atomique $Z = 88$ qui se désintègre vers le Plomb 207 stable avec une période de 11,4 jours. L'énergie moyenne des particules alpha est de 5 MeV et le transfert linéique d'énergie moyen à 150 keV par micron. Pour se protéger du rayonnement, il utilise un écran en plexiglas dont le pouvoir de ralentissement linéique total pour les particules alpha est de 150 keV/ μM . On donne $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Question 15

Quelle est l'épaisseur minimale d'écran de plexiglas nécessaire pour protéger totalement le préparateur de l'exposition externe aux particules alpha ? (une seule réponse exacte).

- A. 0,003 mm
B. 0,025 mm

C. 0,035 mm

- D. 0,25 mm
E. 3,5 mm

Question 15

? Items A, B, C, D et E

Vous avez un énoncé avec BEAUCOUP de données dans tous les sens. Mais en vous rappelant vos formules, vous vous rendez compte que seules 2 sont réellement nécessaires. Déjà, la formule utilisée ici est : $R = T_0/TLE$ avec $T_0 = 5 \text{ MeV}$ car c'est EN MOYENNE l'énergie de départ des particules α . On a donc :

$$R = \frac{5 \times 10^3}{150} \approx 33 \mu\text{m} \approx 0,033 \text{ mm}$$

L'épaisseur minimale d'écran de plexiglas nécessaire pour protéger totalement le préparateur de l'exposition externe aux particules alpha est donc de 0.035mm soit presque 0.033 mm. Les 0.002mm sont juste là pour être SÛR que le préparateur est vraiment bien protégé.

Réponse vraie : C

Question 16

Suite à une erreur de manipulation, le préparateur se contamine accidentellement avec 1% de l'activité qui se répartit immédiatement et de façon homogène dans tout l'organisme. L'énergie déposée dans l'organisme liée aux émissions alpha immédiatement après la contamination est comprise dans l'intervalle (une seule réponse exacte) :

A. $< 10^{-9} \text{ J/s}$

B. $[10^{-9}; 10^{-7}] \text{ J/s}$

C. $[10^{-7}; 10^{-5}] \text{ J/s}$

D. $[10^{-5}; 10^{-3}] \text{ J/s}$

E. $> 10^{-3} \text{ J/s}$

Question 16

? Items A, B, C, D, E

La formule de l'énergie déposée est :

$$E_{\text{déposée}} = E_{\text{moy}} \times N_d = E_{\text{moy}} \times A_0 \times \text{Fix}(t)$$

Maintenant, il vous suffit de repêcher les différentes données qui vous intéressent dans l'énoncé, soit $E_{\text{moy}} = 5 \text{ MeV}$, $A_0 = 3 \text{ MBq}$ et $\text{Fix}(t) = 1\%$.

$$E_{\text{déposée}} = 5 \times 10^6 \times 3 \times 10^6 \times 0,01 = 1,5 \times 10^{11} \text{ eV/s}$$

Pour être en concordance avec les unités de la question, on n'oublie pas de convertir notre résultat, ainsi on a :

$$E_{\text{déposée}} = 1,5 \times 10^{11} \times 1,6 \times 10^{-19} = 2,4 \times 10^{-8} \text{ J/s}$$

Réponse vraie : B

Question 17

Un sujet anémique a une concentration d'hémoglobine plus faible que la normale. On s'intéresse aux conséquences sur le pH sanguin des troubles respiratoires purs chez ce patient en utilisant les notions présentées lors du cours. Indiquer parmi les propositions suivantes laquelle est vraie ? (Une seule réponse exacte).

- A. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure
B. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves mais pas celles d'une alcalose respiratoire pure

C. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront plus graves

- D. Par rapport à un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale, les conséquences d'une acidose respiratoire pure seront moins graves
E. Les conséquences des troubles respiratoires purs seront exactement les mêmes que pour un sujet qui a une concentration d'hémoglobine normale

Question 17

? Items A, B, C, D et E

Au premier abord c'est facile de se perdre dans tous ces items, le mieux est de procéder par élimination pour être sûr de ne rien omettre, alors revoyons ensemble ce détail du cours... Dans cette question on cherche à comprendre l'impact d'une baisse d'Hb sur la gravité des troubles respiratoires de notre patient.

Pour ce faire on doit se baser sur la formule du cours qui intègre l'Hb, celle de la concentration en bicarbonates (bicarbonates qui vont permettre de rétablir un pH normal dans le cas d'un trouble respiratoire) :

$$[HCO_3^-] = m + s(7,40 - pH)$$

Sachant que :

$$s = 8,2 + 1,56Hb$$

Si vous variez la quantité d'Hb vous aurez une variation de la quantité de bicarbonates et donc une compensation métabolique différente par rapport à un patient sans anémie (Item E éliminé). Mais les conséquences seront aggravées? Améliorées? Et quels troubles respiratoires sont concernés : l'alcalose ou l'acidose? Revoyons les 2 cas rapidement :

Cas de Naomie A.

Tout d'abord prenons Naomie A., patiente anémique atteinte d'acidose respiratoire : sa pCO_2 est augmentée → pour neutraliser son pH sanguin il faut qu'il y ait une compensation métabolique en augmentant les bicarbonates. Or, si Naomie a moins d'Hb, la pente de la droite tampon s est diminuée et donc la concentration en bicarbonate est diminuée :

$$[HCO_3^-]_{Naomie} < [HCO_3^-]_{patient \text{ à concentration Hb normale}}$$

Ainsi Naomie produira moins de bicarbonates qu'un sujet avec une concentration en Hb normale, et aura plus de mal à compenser son trouble respiratoire. (Items B et D éliminés)

Cas de Mario L.

Maintenant prenons Mario L. patient anémique cette fois-ci atteint d'alcalose respiratoire : sa pCO_2 est beaucoup trop basse → pour neutraliser son pH sanguin il faut diminuer la concentration en bicarbonates. Or, qui dit diminution d'Hb dit diminution de s (jusque-là tout va bien on a des diminutions) mais ici $(7,40 - pH) < 0$ donc une diminution de s induit une diminution de bicarbonate moins forte que pour un patient non anémique :

$$[HCO_3^-]_{Mario} > [HCO_3^-]_{patient \text{ à concentration Hb normale}}$$

Mario aura plus de mal à réduire sa concentration en bicarbonates pour compenser une alcalose respiratoire à cause de son anémie (Item A éliminé). Ainsi, on a bien vu qu'une diminution de la concentration d'Hb agit sur les conséquences des deux types de troubles respiratoires purs par rapport à un patient normal.

Réponse vraie : C

Question 18

Un patient est en acidose respiratoire pure. Son pH artériel est égal à 7,10. La pente de la droite tampon chez ce sujet est égale à 31 millimoles/litre par unité pH. Calculer la valeur de la pCO_2 artérielle du patient et indiquer parmi les propositions suivantes laquelle est vraie? (Une seule réponse exacte).

- A. pCO_2 entre 38 et 42 mmHg
- B. pCO_2 entre 58 et 62 mmHg
- C. pCO_2 entre 68 et 72 mmHg
- D. pCO_2 entre 98 et 102 mmHg

E. pCO_2 entre 108 et 112 mmHg

Question 18

? Items A, B, C, D et E

Petit calcul de pCO_2 : l'énoncé nous donne $pH_a = 7,10$. On sait que :

$$pCO_2 = \frac{[HCO_3^-]}{a \times 10^{pH - pK_a}}$$

Et on sait que :

$$[HCO_3^-] = m + s \times (7,40 - pH)$$

Donc,

$$\begin{aligned} pCO_2 &= \frac{m + s \times (7,40 - pH)}{a \times 10^{pH - pK_a}} \\ &= \frac{24 + 31 \times (7,40 - 7,10)}{0,03 \times 10^{(7,10 - 6,1)}} \\ &= 111 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Réponse vraie : E

Question 19

Le pH artériel d'un patient est à 7,51. Sa pCO_2 artérielle est égale à 40 mmHg. Parmi les propositions suivantes, laquelle est vraie? (Une seule réponse exacte).

- A. Il s'agit d'une alcalose mixte
- B. Ce trouble est la conséquence d'une hyperventilation

C. Ce trouble est la conséquence de vomissements abondants

- D. Il s'agit d'une acidose métabolique
- E. Il s'agit d'une alcalose partiellement compensée

Question 19

? Items A, D et E

Vous l'attendiez, la voilà : la meilleure partie rien que pour vous (après tous ces électrons qui se percutent...). Voyons voir... on vous donne : $pH_a = 7,51$ et $pCO_2 = 40$ mmHg. D'emblée, d'après le $pH > 7,40$ vous décrivez une alcalose (Item D éliminé). Mais de quel type?

Ici, la pCO_2 est normale, calculons la constante métabolique (qui nous permettra de confirmer l'origine du trouble) mais pour cela on a besoin de déterminer la concentration en bicarbonates :

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= a \times pCO_2 \times 10^{pH-pK_a} \\ &= 0,03 \times 40 \times 10^{7,51-6,1} \\ &\approx 30,8 \text{ mM} \end{aligned}$$

Déterminons m :

$$\begin{aligned} m &= [HCO_3^-] - s \times (7,40 - pH) \\ &= 30,8 - 31,6 \times (7,40 - 7,51) \\ &\approx 34,3 \text{ mM} \end{aligned}$$

Oulaa c'est trop ($m > 24$ mM), ce qui explique le pH sanguin alcalin. On a donc ici une alcalose métabolique pure. (NB : si elle avait été "mixte" la pCO_2 serait inférieure à 40 mmHg, et si elle avait été compensée par la respiration la pCO_2 serait également augmentée pour apporter plus d'acidité au sang et neutraliser le pH).

? Item B et C

Mais quelle est la cause de cette alcalose métabolique? Vous trouverez toutes les étiologies dans les dernières diapos de votre cours.

→ Pour rappel, une augmentation de m peut être observée dans le cas : de perfusion de bicarbonates, de vomissements et d'aspirations gastriques (dans ces deux derniers cas on perd de l'acide gastrique sans compenser par une perte de bicarbonates donc on a une constante métabolique anormalement élevée).

Réponse vraie : C

Question 20

Vous recevez deux mesures de gaz du sang correspondant à 2 temps différents pour un patient en réanimation. Aucune injection ni transfusion n'a été faite chez ce patient. (On considérera $\log(2) = 0,3$).

- Temps T1 : un pH égal à 7,40 et une concentration de bicarbonates plasmatiques égale à 18 millimoles/litre.
- Temps T2 : un pH égal à 7,30 et une concentration de bicarbonates plasmatiques égale à 24 millimoles/litre.

Parmi les propositions suivantes, laquelle est vraie ? (Une seule réponse exacte).

- A. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus basse que la normale, et la pCO_2 du patient est passée de 40 mmHg à 60 mmHg entre T1 et T2
- B. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus haute que la normale, et la pCO_2 du patient est passée de 40 mmHg à 60 mmHg entre T1 et T2
- C. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus basse que la normale et la pCO_2 du patient est passée de 30 mmHg à 50 mmHg entre T1 et T2

D. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus haute que la normale et la pCO_2 du patient est passée de 30 mmHg à 50 mmHg entre T1 et T2

- E. La pente de la droite tampon du sang de ce patient est plus haute que la normale et la pCO_2 du patient est passée de 30 mmHg à 60 mmHg entre T1 et T2

Question 20

? Items A, B, C, D et E

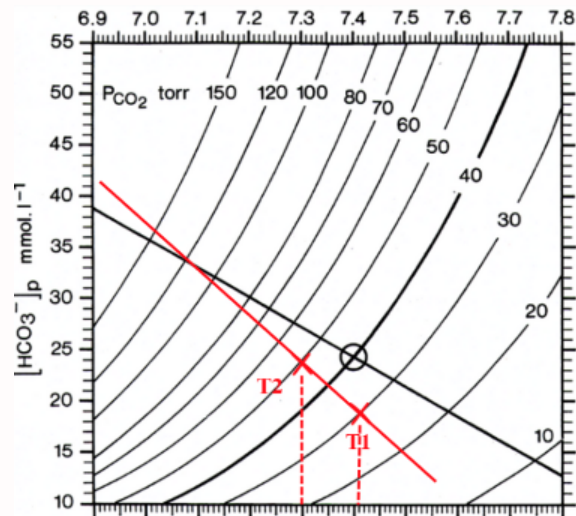
On calcule d'abord la pCO_2 :

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= a \times pCO_2 \times 10^{pH-pK} \\ \Leftrightarrow pCO_2(T1) &= \frac{[HCO_3^-]_{T1}}{a \times 10^{pH-pK}} \\ &= \frac{18}{0,03 \times 10^{(7,4-6,1)}} = 30 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Et

$$pCO_2(T2) = \frac{24}{0,03 \times 10^{(7,3-6,1)}} = 50 \text{ mmHg}$$

Maintenant on s'intéresse à la pente, si on représente les données de l'énoncé sur le diagramme de Davenport, on remarquera que la pente du patient est plus abrupte que pour un individu sain. Et là, je sais que c'est un peu piège, mais il fallait comprendre que la valeur absolue de la pente pour le patient est plus haute que celle de l'individu sain. Je vous mets un petit schéma 😊 :



Réponse vraie : D

Question 21

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, afin de créer un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La diffusion est définie comme le nombre de moles par unité de temps traversant de façon passive la surface utile de la membrane, sous l'influence du phénomène de l'agitation thermique
- B. Le soluté S diffusera du côté où sa concentration est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- C. Le solvant (eau) diffusera du côté où la concentration du soluté S est la plus élevée vers le côté où elle est la plus faible, jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent de part et d'autre de la membrane
- D. La valeur absolue du débit volumique diffusif du solvant (D_{d,H_2O}) est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- E. Le débit volumique diffusif du solvant (D_{d,H_2O}) devient nul lorsque l'égalité des osmolalités dans chaque compartiment est atteinte

Question 21

? Items A, B et C

D'après votre cours, la diffusion est bien un transport passif car il n'y a pas de force qui s'exerce sur la molécule considérée. De plus, on nous dit dans l'énoncé que le passage du soluté de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de transporteurs.

Maintenant, si on introduit du soluté dans un compartiment A, ce dernier diffusera vers le compartiment B afin d'équilibrer les concentrations de soluté entre A et B. En parallèle, le solvant (ici l'eau) diffusera dans l'autre sens, donc de B vers A. En effet, l'eau va essayer de diminuer la concentration du soluté en A tout en augmentant la concentration de soluté en B. Les diffusions du soluté et d'eau se font donc en même temps et se compensent l'une l'autre.

? Items D et E

Tout d'abord, rappelons-nous la formule du débit volumique diffusif du solvant : $Q_{H_2O} = J_{d,H_2O} \times V_{H_2O}$ avec $J_{d,H_2O} = RTb_{H_2O} \times S \times grad(c_{osm})$.

On voit donc facilement que D_{d,H_2O} est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau (b_{H_2O}). Lors d'une égalité des osmolalités dans chaque compartiment, $grad(c_{osm}) = 0$ donc $Q_{H_2O} = 0$.

Réponses vraies : A, B, D et E

Question 22

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de soluté du compartiment 2 vers le compartiment 1
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant, ou débit de filtration (J_{F,H_2O}), augmente quand la valeur absolue de la différence de pression entre les compartiments 1 et 2 augmente
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la différence des concentrations molaires du soluté entre les compartiments 1 et 2
- D. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) dépend de la mobilité mécanique molaire du solvant
- E. La valeur absolue du débit convectif de solvant (J_{F,H_2O}) augmente quand la surface utile de la membrane d'échange augmente

Question 22

✗ Item A → On provoque ainsi un transfert convectif transmembranaire d'eau et de soluté du ...

Pour cet item, il fallait bien visualiser l'expérience. On est bien d'accord que si vous appuyer sur le compartiment 1, c'est-à-dire que vous exercez une pression hydrostatique forte, tout ce qui se trouve en 1 ira en 2 vu qu'il y a moins de place en 1. Ainsi, le soluté ET le solvant se déplacent de 1 en 2.

? Items B, C, D et E

Encore une fois, on commence par se remémorer la formule du débit convectif de solvant :

$$J_{F,H_2O} = -b_{H_2O} \times S \times grad(P)$$

Attention à ne pas oublier le "-" dans l'équation!! Cependant, comme on prend la valeur absolue, on pouvait en faire abstraction pour cette question. De plus, le débit convectif de solvant dépend bien de la différence de pression et non de la différence de concentration molaire. C'est le débit convectif de soluté qui dépend de la concentration molaire du soluté : $J_S = J_F \times C$.

Ce sont des pièges pas très sympa mais vous devez vraiment bien maîtriser ces équations pour le concours. Courage! ❤️

Réponses vraies : B, D et E

Question 23

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i (J_{ei}) en solution biologique au travers d'une membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

A. La valeur absolue de J_{ei} est d'autant plus élevée que le gradient de concentration en ion i de part et d'autre de la membrane est important

B. Le mouvement transmembranaire des ions i génère un courant I_i dont l'intensité est d'autant plus importante que la valence de l'ion i est élevée

C. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la valeur du courant I_i et de V

D. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la mobilité mécanique molaire de l'ion i

E. La conductance membranaire spécifique de l'ion i (g_i) dépend de la concentration molaire de l'ion i

Question 23

? Items A et B

On ne perd pas les bonnes habitudes les chéris! Qu'est-ce qu'on fait ??? On se souvient de la formule du débit molaire électrique de i !!! Bref, revenons à nos moutons : $J_{ei} = -z_i \times F \times b_i \times S \times c_i \times grad(V)$.

On peut donc facilement s'apercevoir que J_{ei} dépend différence de potentiel électrique de l'ion de part et d'autre de la membrane et non de la différence de concentration. Je sais que ce sont des détails, mais il faut les connaître. La formule du courant est $I_i = z_i \times F \times J_{ei}$ avec z_i la valence de l'ion i . Ainsi si la valeur de z_i augmente, la valeur de I_i augmente aussi.

? Items C, D et E

La conductance membranaire spécifique de l'ion i a pour formule : $g_i = \frac{I_i}{V - V_{ieq}}$. Ce n'est pas exactement la formule de votre cours, j'ai juste isolé g_i puisque c'est ce qu'y nous intéresse ici.

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 24

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, et dont on sait qu'il régit les échanges tissulaires (du côté artériel : apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire ; du côté veineux : extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. Dans certaines situations pathologiques, le phénomène entre en état de déséquilibre. Il peut y avoir alors apparition d'œdèmes tissulaires liés à l'augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel.

Quelles sont les hypothèses qui peuvent expliquer l'apparition de tels œdèmes périphériques ? (Une ou plusieurs réponses exactes).

A. Une élévation de la pression veineuse en rapport avec une défaillance (insuffisance) cardiaque

B. Un obstacle situé sur la circulation veineuse d'aval

C. Une baisse de la pression oncotique circulante liée à une altération de la fonction hépatique sévère responsable d'un déficit de la synthèse protéique

D. Une baisse de la fonction de drainage du système lymphatique local (comme après une résection des ganglions axillaires par exemple)

E. Une altération de la membrane d'échange responsable d'une augmentation de la perméabilité membranaire du réseau capillaire (œdème lésionnel)

Question 24

? Items A, B, C, D et E

Tout ça pour dire : "Qu'est ce qui provoque l'entrée d'eau ++ dans l'interstitium?". Rassurez-vous face à ces pavés, ce ne sont que des choses que vous connaissez. Surlignez les points importants pour ne pas vous perdre : "Starling", "œdème tissulaire" = "augmentation locale du volume du compartiment liquidien interstitiel" et c'est tout 😊.

Petit rappel sur ce qui va augmenter l'entrée d'eau dans le milieu interstitiel :

- L'augmentation de la pression veineuse au-delà de la pression oncotique qui entraîne une sortie d'eau du vaisseau supérieure à l'entrée d'eau ;
- La diminution de la pression oncotique qui limite la recapture d'eau en provenance du milieu interstitiel (NB : cette pression oncotique est générée par la concentration en protéines dans le milieu sanguin) ;
- Les lésions membranaires qui facilitent les fuites plasmatiques vers l'interstitium ;
- Un dysfonctionnement lymphatique car dans une situation physiologique, le système lymphatique permet de récupérer l'excès de liquide interstitiel et le retourner aux vaisseaux.

Réponses vraies : A, B, C, D et E

Question 25

On teste la résistance de la membrane des globules rouges d'un sujet normal. On prélève ses globules rouges et soumet des sous-populations de ses globules rouges à des solutions aqueuses contenant des concentrations variables de chlorure de sodium (NaCl). On note que l'osmolarité normale du globule rouge est d'environ 310 mOsm/L, ce qui est proche de celle d'une solution de NaCl à 0,9% (soit 9 grammes/litre), souvent appelée "sérum physiologique" ou "sérum salé isotonique".

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Une solution de NaCl d'osmolarité inférieure à 250 mOsm/L est dite hypertonique
- B. Pour une solution de NaCl d'osmolarité supérieure à 400 mOsm/L, on peut observer un gonflement du globule rouge
- C. Pour une solution de NaCl d'osmolarité inférieure à 250 mOsm/L, on peut observer un mouvement d'eau vers l'intérieur du globule rouge
- D. Pour une solution de NaCl d'osmolarité inférieure à 250 mOsm/L, on peut observer un phénomène d'hémolyse
- E. L'urée diffuse librement à travers la membrane globulaire et, ainsi, n'intervient pas dans ces phénomènes d'osmolarité efficace

Question 25

? Items A et E

Puisque l'osmolarité normale d'un globule rouge est d'environ 310 mOsm/L, toute solution ayant une osmolarité supérieure à cette valeur est qualifiée d'hypertonique, tandis que celle ayant une osmolarité inférieure est dite hypotonique. Ainsi, comme 250 < 310, la solution de NaCl est hypotonique. Contrairement au NaCl et au glucose, l'urée diffuse librement dans la membrane, ne participe pas au phénomène osmotique et donc à l'osmolarité efficace.

? Items B, C et D

Un phénomène d'osmose se produit ici : le solvant diffuse vers le milieu le plus concentré pour équilibrer les concentrations de solutés non diffusibles de chaque côté de la membrane du globule rouge (GR). Dans une solution hypotonique, les GR sont plus concentrés que leur environnement, ainsi, le solvant diffuse vers l'intérieur des GR, augmentant leur volume jusqu'à rupture des membranes, phénomène appelé hémolyse. À l'inverse, dans une solution hypertonique, les GR étant

moins concentrés que leur environnement, le solvant diffuse alors vers l'extérieur, ce qui diminue leur volume et entraîne leur rétraction.

Réponses vraies : C, D et E

Question 26

Une membrane dialysante sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 de même volume initialement et dont la surface est librement laissée en contact avec l'air ambiant. On injecte alors comme soluté une même protéine totalement soluble en 1 et 2 mais en quantité très supérieure en 1 qu'en 2. Cette protéine ne peut traverser la membrane. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. On observe un mouvement résultant de diffusion transmembranaire d'eau du compartiment 2 vers le compartiment 1
- B. On observe un mouvement de convection transmembranaire d'eau du compartiment 2 vers le compartiment 1
- C. On observe que la hauteur du compartiment 1 devient progressivement supérieure à la hauteur du compartiment 2
- D. A l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la différence des concentrations osmolaires de la protéine de part et d'autre de la membrane
- E. A l'équilibre, la différence de pression oncotique entre 1 et 2 est proportionnelle à la température de la solution

Question 26

? Items A, B et C

Pour équilibrer les concentrations de part et d'autre de la membrane, un mouvement de diffusion transmembranaire de l'eau se crée du compartiment le moins concentré vers le compartiment le plus concentré pour 'diluer' ce dernier. Le mouvement d'eau se fait donc du compartiment 2 au compartiment 1, et par conséquent la hauteur du compartiment 1 devient supérieure à celle du compartiment 2.

? Items D et E

La pression osmotique (ou oncotique) est définie par la loi de Van't Hoff : $\Pi = \Delta\omega RT$. Elle est donc proportionnelle à la différence de concentrations osmolaires ($\Delta\omega$), à la température de la solution et à la constante des gaz parfaits.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 27

On considère le phénomène du transport transmembranaire du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique.

Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

A. Le transport facilité du glucose lui permet de franchir la membrane cellulaire du côté où la concentration est la plus faible vers celui où elle est la plus forte

B. Le transport du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (ou GLUT 1) est saturable

C. Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour le L-glucose que pour le D-glucose

D. L'entrée du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 nécessite une dépense d'énergie au niveau de la membrane cellulaire

E. Le symport Na^+ /glucose (SGLT-1 ou SGLT-2) permet le transport transmembranaire de glucose contre le gradient de concentration transmembranaire

Question 27**? Items A, B, C, D et E**

Le transport facilité du glucose permet le passage passif du glucose depuis le côté où sa concentration est la plus élevée vers celui où elle est plus faible. Ce phénomène se produit sans apport d'énergie, car il suit le gradient de concentration au niveau de la membrane cytoplasmique contrairement au symport Na^+ /glucose (SGLT-1 ou SGLT-2) qui permet le transport du glucose contre son gradient.

La diffusion facilitée par un transporteur de glucose (ici GLUT1) augmente considérablement la vitesse et la sélectivité du transport par rapport à la diffusion simple, mais atteint une limite maximale de transport, ce qui signifie qu'elle est saturable. Enfin, GLUT1 présente une spécificité bien plus élevée pour le D-glucose que pour le L-glucose, nécessitant en effet 2000 fois plus de L-glucose pour obtenir un transport équivalent. Pensez à 1D (One direction).

Réponses vraies : B et E

Question 28

Au cours d'une insuffisance cardiaque, le ventricule gauche se dilate et il sera assimilé à une sphère dans tout le raisonnement. Par rapport à l'état initial, la pression moyenne en fin de diastole (remplissage), passe de 10 à 20 mmHg, le rayon de 50 à 75 mm et l'épaisseur de la paroi de 10 à 15 mm.

Par rapport à l'état initial, quel est le pourcentage d'augmentation de la tension pariétale du ventricule gauche ? (Une seule réponse exacte).

A. 30%

B. 50%

C. 75%

D. 100%

E. 120%

Question 28**? Items A, B, C, D et E**

Petit calcul, on se rappelle la formule de la Loi de Laplace pour le cœur : $T_1 = P_1 \times R_1 2e_1$
Si $P_2 = 2P_1$, $R_2 = 1,5R_1$ et $e_2 = 1,5e_1$, alors on a :

$$T_2 = \frac{2P_1 \times 1,5R_1}{2 \times 1,5e_1}$$

$$\Leftrightarrow T_2 = \frac{P_1 \times R_1}{2e_1} \times \frac{2 \times 1,5}{1,5}$$

Donc $T_2 = 2T_1$, soit une augmentation de 100%.

Réponse vraie : D

Question 29

Parmi les propositions suivantes concernant la contrainte de cisaillement s'exerçant à la surface d'un vaisseau sanguin, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Elle augmente avec la viscosité

B. Elle augmente avec la pression sanguine

C. Elle augmente avec le gradient de vitesse du sang

D. Sa diminution déclenche la sécrétion de facteurs de croissance et la prolifération cellulaire

E. Elle augmente lorsque la température du sang baisse

Question 29**? Items A, C et D**

La contrainte de cisaillement τ c'est la force générée sous l'effet de la vitesse du flux sanguin dans les vaisseaux. Également nommé "shear stress", sa formule est :

$$\tau = \eta \times \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

La contrainte de cisaillement augmente bien en fonction de la viscosité (notée η) et du gradient de vitesse du sang. En revanche dans votre cours on retrouve bien que l'augmentation de la contrainte de cisaillement induit la sécrétion de facteurs de croissance.

Petite explication du pourquoi du comment :

Cette contrainte modifie l'architecture des cellules endothéliales qui s'allongent vers le sens du flux. Mais lors d'une modification durable du débit sanguin, le risque est le déchirement de ces cellules, on va alors observer un remodelage du vaisseau qui va s'épaissir pour conserver une contrainte de cisaillement constante. D'où la sécrétion de facteurs de croissance...

? Items B et E

Pour ces items il fallait faire preuve d'un peu plus de réflexion en appliquant hypothétiquement ces phénomènes sur les vaisseaux et déterminer leur impact sur la contrainte τ :

La diminution de la température engendre une vasoconstriction qui sera compensée par une augmentation de la contrainte de cisaillement (imaginez les vaisseaux qui ont plus de difficulté à se déformer). Maintenant que vous avez l'image en tête, c'est à peu près la même chose pour la pression : élévation de la pression → augmentation des forces de cisaillements → vasodilatation (pour détendre les cellules musculaires lisses et atténuer l'excès de pression).

Réponses vraies : A, B, C et E

Question 30

Le rendement mécanique d'une contraction du cœur vaut 3% au repos. Parmi les facteurs suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) permettant d'augmenter son rendement jusqu'à un facteur 5 à l'effort ?

A. La diminution de l'énergie de mise en tension du myocarde

B. L'augmentation de la fréquence cardiaque

C. L'augmentation du volume de sang éjecté à chaque contraction

D. La baisse du pH artériel

E. L'augmentation de la pression développée par le ventricule lors de sa contraction

Question 30

? Items A, B, C, D et E

La formule du rendement mécanique d'UNE contraction du cœur est :

$$R = \frac{\int P \times dV}{\int P \times dV + \alpha \int T \times dt}$$

Avec $(\alpha \int T \times dt)$ le travail de mise en tension du myocarde AKA l'énergie nécessaire à la mise en tension ; dV le volume de sang éjecté ; et P la pression développée par le ventricule. On peut donc voir que la fréquence cardiaque et le pH artériel n'interviennent pas dans le rendement mécanique d'une contraction du cœur.

Réponses vraies : A, C et E

SESSION 2 – 2023-2024



UE11

Université Paris Cité
Faculté de Santé
Année Universitaire 2023-2024

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2023-2024
Durée de l'épreuve : **1h30**
(Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

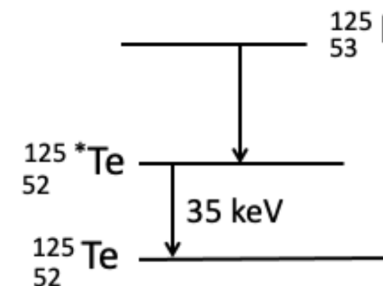
RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 5 pages numérotées de 1 à 5 et comporte 27 questions.
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

Question 1

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) théoriquement possibles au cours de la désintégration de l'iode ($^{125}_{53}\text{I}$) en Tellurium ($^{125}_{52}\text{Te}$) décrite dans le schéma ci-dessous ?



- A. Désintégration alpha
B. Désintégration β^-
C. Désintégration β^+
D. Emission gamma
E. Capture électronique

Question 2

Quelle sera l'énergie libérée lors de la désintégration de l'iode ($^{125}_{53}$) en tellurium ($^{125}_{52}$) ? (Une seule proposition exacte)

On donne :

- Masse iode ($^{125}_{53}$) = 124,9046242 uma
- Masse tellurium ($^{125}_{52}$) = 124,9044307 uma

- A. < 100 keV
B. 100 – 150 keV
C. 150 – 200 keV
D. 200 – 250 keV
E. > 250 keV

Question 3

On détecte l'émission d'un rayonnement suite au réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche K du Tellurium ($^{125}_{52}$). Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle. (Une seule proposition exacte)

- A. < 1 nm
- B. $1 - 20$ nm
- C. $20 - 40$ nm
- D. $40 - 60$ nm
- E. > 60 nm

Question 4

Dans quel intervalle sera l'énergie cinétique d'un électron Auger émis de la couche N du Tellurium ($^{125}_{52}$) après le réarrangement d'un électron de la couche L à la couche K ? (Une seule proposition exacte)

- A. < 26 keV
- B. $26 - 30$ keV
- C. $30 - 34$ keV
- D. $34 - 38$ keV
- E. > 38 keV

Question 5

Vous incubez un prélèvement de tissu avec un traceur radiomarké à l'iode-125 puis sectionnez des coupes de 50 microns que vous placez au contact d'un film radiographique permettant de détecter les rayonnements et les particules avec une énergie > 10 keV. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter avec ce film radiographique ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des électrons β^-
- C. Des positons
- D. Des photons gamma
- E. Des photons X

Énoncé commun aux questions 6 à 9.

On considère une source ponctuelle de Cuivre-64 (émetteur de positons, période radioactive = 12 heures) dont l'activité à $T = 0$ est 1000 Mégabecquerels (MBq).

Question 6

Quelle sera l'activité de cette source 48 heures plus tard ? (Une seule proposition exacte)

- A. < 100 MBq
- B. $100 - 250$ MBq
- C. $251-500$ MBq
- D. $501 - 750$ MBq
- E. > 750 MBq

Question 7

Cette source est placée dans une enceinte plombée dont l'épaisseur est de 5 centimètres et qui permet de réduire l'intensité du rayonnement émis par la source d'un facteur 1000. Quelle est la couche de demi-atténuation (CDA) du plomb pour ce rayonnement ? (Une seule proposition exacte)

- A. < 1 millimètres
- B. $1 - 10$ millimètres
- C. $11 - 20$ millimètres
- D. $21 - 100$ millimètres
- E. 100 millimètres

Question 8

Le radiopharmaceutique marqué au Cuivre-64 permet de réaliser des images en Tomographie par Émission de Positons (TEP). Quelles sont les interactions possibles entre les photons émis et le cristal scintillant ?

- A. Effet photo-électrique
- B. Effet Compton
- C. Création de paires
- D. Transformation β^-
- E. Conversion interne

Question 9

A propos de la création de paires (ou matérialisation), indiquer la ou les réponse(s) exacte(s) :

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche périphérique
- B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un positon
- C. Il est à l'origine de la création d'un électron
- D. Il est à l'origine de la création d'un positon
- E. La condition énergétique est que l'énergie des photons incidents soit $> 13,6$ eV

Question 10

Concernant le coefficient linéique d'atténuation, indiquer la ou les réponse(s) exacte(s) ?

- A. Il exprime la probabilité d'interaction d'un photon incident par unité de longueur du milieu atténuant
- B. Il dépend de l'énergie du rayonnement électromagnétique incident
- C. Il est indépendant de la masse volumique du milieu
- D. Il rend compte de l'atténuation d'un faisceau de particules chargées dans la matière
- E. Il s'exprime en grammes/cm³

Question 11

Un radioélément émetteur alpha de période physique 2,0 jours émet des rayonnements alpha d'énergie $E = 4,3$ MeV. Une activité de 100 MBq est administrée et se fixe instantanément à hauteur de 10% dans un organe de 1 kg. On supposera que la concentration radioactive alpha est homogène dans tout l'organe et que la radioactivité ne disparaît par la suite que par décroissance physique (cas d'une embolisation).

On rappelle que la Dose absorbée (Gy) = Nombre total de désintégrations dans l'organe \times énergie moyenne par désintégrations / masse de l'organe (kg).

Dans quel intervalle de valeurs se situe la dose absorbée dans l'organe après désintégration du radioélément ? (Une seule proposition exacte)

- A. $< 0,01$ Gy
- B. $0,01 - 0,1$ Gy
- C. $0,1 - 1,0$ Gy
- D. $1,0 - 10$ Gy
- E. > 10 Gy

Question 12

On veut traiter par radiothérapie interne vectorisée une tumeur hépatique (carcinome hépato-cellulaire) de masse 100 g par injection intra-artérielle hépatique sélective de microsphères de verre contenant de l'Yttrium-90 (90-Y). Le schéma de désintégration simplifié de l'90-Y montre qu'il s'agit d'une transition β^- majoritaire d'intensité maximale 2284 keV et de période physique 64 heures. L'énergie moyenne des électrons émis vaut environ 40% de l'énergie maximale de la transition.

Dans quel intervalle de valeurs se situe l'activité à injecter sous forme de microsphères d'90-Y pour irradier cette tumeur à hauteur de 200 Gy ? (Une seule proposition exacte)

- A. < 100 MBq
- B. $100 - 500$ MBq
- C. $500 - 1000$ MBq
- D. $1 - 10$ GBq
- E. 10 GBq

Question 13

Un malade sous respiration artificielle est trop peu ventilé. Au moment où vous l'examinez, il présente un trouble pur de l'équilibre acido-basique qu'il ne compense pas. Indiquer la réponse compatible avec cette situation. (Une seule proposition exacte)

- A. Il a un pH $< 7,4$ et une concentration des bicarbonates plasmatiques inférieure à 24 mmol/L
- B. Il a un pH $> 7,4$ et une concentration des bicarbonates plasmatiques inférieure à 24 mmol/L
- C. Il a un pH $< 7,4$ et une concentration des bicarbonates plasmatiques supérieure à 24 mmol/L
- D. Il a un pH $> 7,4$ et une concentration des bicarbonates plasmatiques supérieures à 24 mmol/L
- E. Il a un pH $= 7,4$ et une concentration des bicarbonates plasmatiques inférieure à 24 mmol/L

Question 14

On mesure chez un patient une PCO₂ plus élevée que la normale, un pH = 7,3 et une concentration des bicarbonates plasmatiques égale à 24 mmoles/l.

Dans un 2ème temps, la PCO₂ de ce patient augmente encore et on mesure chez ce patient un pH = 7,2 et une concentration des bicarbonates plasmatiques égale à 26 mmoles/l. Indiquer la réponse exacte :

- A. Ce patient est en acidose pure avec un taux d'hémoglobine normal
- B. Ce patient est en acidose pure avec un taux d'hémoglobine abaissé
- C. Ce patient est en acidose pure avec un taux d'hémoglobine augmenté
- D. Ce patient est en acidose mixte avec un taux d'hémoglobine abaissé
- E. Ce patient est en acidose mixte avec un taux d'hémoglobine normal

Question 15

Un malade présente un pH = 7,3 et une pCO₂ = 30 mmHg.

Indiquez la proposition exacte :

- A. Ce patient est en acidose pure
- B. Ce patient est en acidose mixte
- C. Ce patient est en acidose complètement compensée
- D. Ce patient est en acidose partiellement compensée
- E. Ce patient est en alcalose mixte

Question 16

Trois patients ont la même valeur de $pH = 7,1$. On considérera que la pente de la droite tampon de ces patients est égale à 30 mmoles par litre et par unité de pH.

- La concentration de bicarbonates plasmatiques du patient A est égale à 14 mmol/L
- La concentration de bicarbonates plasmatiques du patient B est égale à 20 mmol/L
- La concentration de bicarbonates plasmatiques du patient C est égale à 36 mmol/L

Indiquer la proposition exacte :

- A. Le patient A présente une acidose partiellement compensée
- B. Les patients A et B présentent une acidose mixte
- C. Les patients B et C présentent une acidose mixte
- D. Le patient C présente une alcalose partiellement compensée
- E. Les patients A et C présentent une acidose mixte

Question 17

On considère une solution biologique (solvant = eau), contenant un soluté S donné. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La concentration molale de S est égale au nombre de mole de soluté divisé par le produit du nombre de mole d'eau par la masse molaire de l'eau
- B. La concentration massique de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution
- C. La concentration molaire de S est égale au nombre de moles du soluté divisé par le volume de la solution
- D. Si S est l'anion chlore (Cl^-), sa concentration peut s'exprimer en mEq/L (milliéquivalents/litre)
- E. Si la solution contient 1 mole de chlorure de calcium ($CaCl_2$) dont on obtient la complète dissolution, l'osmolarité de la solution sera de 2 osmol/L

Question 18

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, afin de créer un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le débit diffusif du soluté (J_{AS}) est proportionnel au gradient des concentrations molales du soluté s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. Le débit diffusif du soluté (J_{AS}) est proportionnel à la mobilité mécanique molaire du soluté
- C. Le débit diffusif du soluté (J_{AS}) est proportionnel à la température de la solution
- D. Le débit diffusif du soluté (J_{AS}) est inversement proportionnel à l'épaisseur de la membrane
- E. Le débit diffusif du soluté (J_{AS}) est proportionnel à la surface utile d'échange de la membrane

Question 19

On s'intéresse aux forces de "résistance" qui interviennent lors d'un phénomène de diffusion passive d'un soluté en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques. Le soluté est une molécule de forme sphérique. Le solvant est l'eau. Soit b_S , la mobilité mécanique molaire du soluté, quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. b_S est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- B. b_S diminue quand la viscosité du soluté augmente
- C. b_S est d'autant plus élevée que le diamètre de la molécule du soluté est grand
- D. b_S augmente lorsque la température de la solution biologique augmente significativement
- E. Si le soluté est un ion, b_S augmente quand la valence augmente

Question 20

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) est proportionnel au gradient de pression s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. Le débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) est proportionnel à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- C. Le débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) est proportionnel à la surface utile d'échange de la membrane
- D. Le débit convectif de soluté (J_{FS}) est proportionnel à la concentration molaire du soluté
- E. Dans une solution idéale, on a $J_{FS} > J_{F,H_2O}$

Question 21

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i (J_{ei}) en solution biologique au travers d'une membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est proportionnel au gradient de potentiel électrique s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est proportionnel à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- C. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est inversement proportionnel à la valence de l'ion i
- D. Le débit molaire électrique (J_{ei}) dépend de la constante de Faraday (F)
- E. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est proportionnel à la concentration molaire de l'ion i

Question 22

Une membrane non chargée sépare deux compartiments biologiques, C_1 et C_2 , contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience, créant ainsi une différence de potentiel $V_2 - V_1$. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique. On considère la situation lorsque l'équilibre est atteint (relation de Nernst). Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue du débit par convection égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- B. La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- C. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est inversement proportionnelle à la valence de l'ion i
- D. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle au logarithme népérien du rapport des concentrations (C_2/C_1) de part et d'autre de la membrane
- E. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre dépend de la température de la solution biologique

Question 23

Le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, régit les échanges tissulaires (du côté artériel : apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire ; du côté veineux : extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. On s'intéresse au phénomène de Starling au niveau des capillaires musculaires périphériques dans les conditions normales et chez un sujet sain (pas d'anomalie de concentration plasmatique en protéines) et au repos (pression artérielle et débit cardiaque constants). Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le flux liquidien net sortant au pôle artériel du capillaire dépend principalement de la pression hydrostatique
- B. Le flux liquidien net entrant au pôle veineux dépend principalement de la pression hydrostatique
- C. Globalement, le flux net sortant de liquide au niveau du pôle artériel du capillaire est en majorité équilibré par le flux net entrant de liquide au niveau du pôle veineux
- D. Au pôle veineux du capillaire, la pression oncotique plasmatique est inférieure à la pression hydrostatique
- E. Au pôle veineux du capillaire, la pression interstitielle est toujours supérieure à la pression veineuse

Question 24

On considère le phénomène du transport transmembranaire du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire du côté où la concentration est la forte, vers celui où elle est la plus faible
- B. Le transport du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (ou GLUT 1) n'est pas saturable, il fonctionne quelle que soit la concentration en glucose
- C. Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour le glucose que pour le galactose ou le fructose
- D. Le transport facilité du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 est de type passif
- E. Le symport Na^+ /glucose (SGLT-1 ou SGLT-2) permet le transport transmembranaire de glucose contre le gradient de concentration transmembranaire

Question 25

Parmi les propositions suivantes concernant la tension de la paroi du ventricule gauche, quelle est (quelles sont) celle(s) exacte(s) ?

- A. La loi de Hook intervient dans sa détermination
- B. On peut assimiler le ventricule gauche à un cylindre
- C. Il est indispensable de connaître le volume du ventricule gauche pour la déterminer
- D. L'épaisseur de la paroi du ventricule gauche doit être connue pour la déterminer
- E. La fréquence cardiaque n'intervient pas dans sa détermination

Question 26

Parmi les facteurs suivants, quel(s) est celui (ceux) qui augmente(nt) la contrainte de cisaillement au sein d'un vaisseau sanguin ?

- A. L'augmentation de la vitesse de circulation du sang
- B. L'augmentation de la température du sang (fièvre)
- C. La diminution du nombre de globules rouges (anémie)
- D. L'augmentation de la pression dans le vaisseau
- E. La réduction du diamètre du vaisseau

Question 27

Parmi les propositions suivantes concernant le rayon d'équilibre d'une artère musculo-élastique, quelle est (quelles sont) celle(s) exacte(s) ?

- A. Il diminue lorsque le tonus des cellules musculaires lisses augmente
- B. Il augmente si la pression artérielle baisse
- C. Il peut varier très rapidement sous l'action du système sympathique et parasympathique
- D. Quelle que soit la pression artérielle, l'artère reste ouverte
- E. Il ne dépend pas de la présence de fibres de collagène dans la paroi de l'artère



Université Paris Cité
 Faculté de Santé
 Année Universitaire 2023-2024

Examen PASS
UE 11
Biophysique
Session 2 2023-2024
 Durée de l'épreuve : **1h30**
 (Temps majoré 2h)

À LIRE AVANT DE COMMENCER L'ÉPREUVE

Vérifiez que les informations saisies sur votre grille QCM sont correctes : nom, prénom et numéro étudiant.

Les correcteurs liquides ou en ruban de type Blanco, Tipp-Ex, et autres sont interdits car chaque question comporte une ligne de droit au remords.

Seule l'utilisation du stylo à bille noir est autorisée pour cocher les grilles.

INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

- Les questions sans réponse seront considérées comme nulles.
- Une grille QCM est à remplir pour l'ensemble de l'épreuve.
- Veiller à remplir complètement toute la surface des cases choisies.
- Ne pas gratter, ne pas raturer, ne pas mettre de croix ni aucun autre signe.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (Décret n°92-657 du 13 juillet 1992). Tout signe distinctif porté sur la grille QCM pouvant indiquer sa provenance constitue une fraude.
- Les calculatrices **sont autorisées**
- Aucun candidat n'est admis à quitter la salle d'examen avant la fin de l'épreuve.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES À L'ÉPREUVE

INFORMATIONS SUR L'ÉPREUVE

Le sujet contient 14 pages numérotées de 1 à 14 et comporte 27 questions.
 Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité
 A2SUP - Tutorat

Tuto n° : _____ UE (spé) : 11

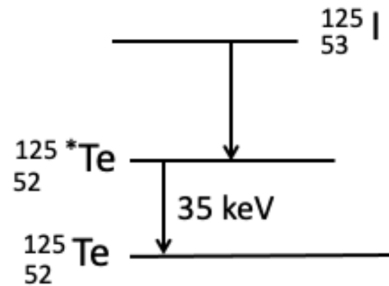
Nom : _____
 Prénom : _____
 Numéro A2SUP : _____

IDENTIFICATION																							
Numéro A2SUP ↓	Diz. Mil.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Contrôle	M Unit.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Mil.												M Diz.										
	Cent.												J Unit.										
	Diz.												J Diz.										
	Unit.												Date de naissance (JJ/MM)										

1	13	25	37
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	14	26	38
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	15	27	39
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	16	28	40
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	17	29	41
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	18	30	42
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	19	31	43
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	20	32	44
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	21	33	45
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	22	34	
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
11	23	35	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
12	24	36	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A B C D E <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Question 1

Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) théoriquement possibles au cours de la désintégration de l'iode ($^{125}_{53}\text{I}$) en Tellurium ($^{125}_{52}\text{Te}$) décrite dans le schéma ci-dessous ?



- A. Désintégration alpha
 B. Désintégration β^-
 C. Désintégration β^+
 D. Emission gamma
 E. Capture électronique

Question 1

? Items A, B, C, D et E

La désintégration α se produit lorsqu'un noyau éjecte une particule alpha (constituée de 2 protons et 2 neutrons), ce qui diminue le nombre de masse de 4 unités et le nombre atomique de 2 unités. Ici, le nombre de masse reste le même (125), donc la désintégration alpha n'est pas impliquée.

La désintégration β^- se produit lorsqu'un neutron se transforme en proton, émettant un électron (particule β^-) et un antineutrino. Cela augmenterait le nombre atomique de 1, mais ici le nombre atomique diminue de 1 (il passe de 53 à 52). Ce n'est donc pas une désintégration β^- .

On sait que l'iode perd un proton, cela peut se faire via deux transformations : la capture électronique ou par désintégration β^+ .

Selon le diagramme, le Tellurium métastable se désexcite en émettant une énergie de 35 keV qui peut être un photon γ .

Réponses vraies : C, D et E

Question 2

Quelle sera l'énergie libérée lors de la désintégration de l'iode ($^{125}_{53}$) en tellurium ($^{125}_{52}$) ? (Une seule proposition exacte)

On donne :

- Masse iode ($^{125}_{53}$) = 124,9046242 uma
- Masse tellurium ($^{125}_{52}$) = 124,9044307 uma

- A. < 100 keV
 B. 100 – 150 keV
 C. 150 – 200 keV
 D. 200 – 250 keV
 E. > 250 keV

Question 2

? Items A, B, C, D et E

D'après la question 1 on a vu que la transformation était une capture électronique. Pour calculer l'énergie libérée lors de cette transformation on utilise la formule du cours :

$$Q = [M_{at}(X) - M_{at}(Y)] \times 931,5$$

On remplace avec les données de l'énoncé avec la conversion :

$$1 \text{ uma} = (931,5 \text{ MeV})/c^2$$

Donc on a :

$$Q = [124,9046242 - 124,9044307] \times 931,5 = 180,2 \text{ keV}$$

On voit bien que $180,2 \text{ keV} > 35 \text{ keV}$ et que la condition énergétique pour une capture électronique est respectée.

Réponse vraie : C

Question 3

On détecte l'émission d'un rayonnement suite au réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche K du Tellurium ($^{125}_{52}$). Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis ? On considérera la constante d'écran b comme nulle. (Une seule proposition exacte)

- A. < 1 nm
 B. 1 – 20 nm
 C. 20 – 40 nm
 D. 40 – 60 nm
 E. > 60 nm

Question 3

? Items A, B, C, D et E

Pour calculer la longueur d'onde du rayonnement émis il faut calculer l'énergie de ce réarrangement. Pour cela il faut calculer W_K et W_L . On sait que $W_n = 13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{n^2}$. On aura donc :

$$W_K = 13,6 \times \frac{(52-b)^2}{1^2} = 3,67 \times 10^4 \text{ eV} = 36,7 \text{ keV}$$

Maintenant,

$$W_L = 13,6 \times \frac{(Z-b)^2}{2^2} = \frac{W_K}{4} = \frac{36,7}{4} = 9,18 \text{ keV}$$

On va donc pouvoir calculer

$$E_{L \rightarrow K} = 36,7 - 9,18 = 27,5 \text{ keV}$$

Pour convertir cette énergie en longueur d'onde, on va utiliser la formule Duane-Hunt :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{1240}{E} \\ &= \frac{1240}{27500} \\ &= 0,05 \text{ nm} \\ &< 0,1 \text{ nm} \end{aligned}$$

Réponse vraie : A

Question 4

Dans quel intervalle sera l'énergie cinétique d'un électron Auger émis de la couche N du Tellurium (125 ; 52) après le réarrangement d'un électron de la couche L à la couche K ? (Une seule proposition exacte)

A. < 26 keV

- B. 26 – 30 keV
C. 30 – 34 keV
D. 34 – 38 keV
E. > 38 keV

? Items A, B, C, D et E

On cherche à calculer l'énergie cinétique d'un électron Auger émis de la couche N. Pour cela on va reprendre la formule du cours :

$$E_{K \rightarrow L \rightarrow N} = (W_K - W_L) - W_N$$

Sachant que $W_K = 36,7 \text{ keV}$ et que la couche N est la 4ème couche (donc $n = 4$), on peut calculer W_n comme ceci :

$$W_N = \frac{W_K}{n^2} = \frac{36,7}{4^2} = 2,29 \text{ keV}$$

On applique la même formule pour W_L et on obtient environ 9,18 keV :

$$E_{K \rightarrow L \rightarrow N} = (W_K - W_L) - W_N = (36,7 - 9,18) - 2,29 = 25,2 \text{ keV} < 26 \text{ keV}$$

Réponse vraie : A

Question 5

Vous incubez un prélèvement de tissu avec un traceur radiomarké à l'iode-125 puis sectionnez des coupes de 50 microns que vous placez au contact d'un film radiographique permettant de détecter les rayonnements et les particules avec une énergie > 10 keV. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter avec ce film radiographique ?

A. Des électrons Auger

- B. Des électrons β^-
C. Des positons

D. Des photons gamma

E. Des photons X

Question 5

? Items B et C

On a vu dans la question 1 que l'iode se transforme en tellurium selon une capture électronique ce qui exclut la possibilité d'émettre des électrons β^- ou des positons.

? Items A, D et E

La transformation correspond à la capture par le noyau d'un électron d'une couche profonde (couche K ou L). À la suite de ce phénomène, un réarrangement électronique va se produire pour combler la lacune sur la couche profonde. L'énergie de désexcitation donnera lieu soit à des émissions de photons de fluorescence X, soit à l'émission d'électrons Auger.

À la suite de la capture électronique, l'iode ${}^{125}_{53}\text{I}$ se transforme en Tellurium métastable ${}^{125m}_{52}\text{T}$. Ce dernier est instable et va donc se désexciter en ${}^{125}_{52}\text{T}$ par émission des photons γ ou des électrons de conversion interne.

Réponses vraies : A, D et E

Énoncé commun aux questions 6 à 9.

On considère une source ponctuelle de Cuivre-64 (émetteur de positons, période radioactive = 12 heures) dont l'activité à $T = 0$ est 1000 Mégabecquerels (MBq).

Question 6

Quelle sera l'activité de cette source 48 heures plus tard ? (Une seule proposition exacte)

A. < 100 MBq

B. 100 – 250 MBq

C. 251-500 MBq

D. 501 – 750 MBq

E. > 750 MBq

Question 6**? Items A, B, C, D et E**

Pour calculer l'activité de cette source au temps $t=48$ h, on a deux possibilités :

Première méthode

Pour la première, on utilise la formule :

$$A(nT) = \frac{A_0}{2^n}$$

Avec $t = 48$ heures et $T = 12$ heures, on a :

$$n = \frac{t}{T} = \frac{48}{12} = 4$$

Ainsi,

$$A(4 \times 12) = \frac{1000}{2^4} = \frac{1000}{16} = 62,5 \text{ MBq}$$

Deuxième méthode

Pour la seconde (moins rapide), on utilise la formule :

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

À partir de la période on peut déterminer la valeur de λ :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\ln(2)}{T} \\ &= \frac{\ln(2)}{12 \times 3600} \\ &\approx 1,6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

On peut maintenant revenir sur notre formule de l'activité :

$$\begin{aligned} A(t = 48h) &= A_0 \times e^{-\lambda t} \\ &= 1000 \times 10^6 \times e^{-1,6 \times 10^{-5} \times 48 \times 3600} \\ &= 62988695 \text{ Bq} \\ &\approx 63 \text{ MBq} \end{aligned}$$

L'activité de la source ponctuelle de Cuivre-64 au temps $t = 48$ heures est de 63 MBq.

Réponse vraie : A

Question 7

Cette source est placée dans une enceinte plombée dont l'épaisseur est de 5 centimètres et qui permet de réduire l'intensité du rayonnement émis par la source d'un facteur 1000. Quelle est la couche de demi-atténuation (CDA) du plomb pour ce rayonnement ? (Une seule proposition exacte)

A. < 1 millimètres

B. 1 – 10 millimètres

C. 11 – 20 millimètres

D. 21 – 100 millimètres

E. 100 millimètres

Question 7**? Items A, B, C, D et E**

D'après l'énoncé, on sait que lorsque l'épaisseur $x = 5$ cm, l'intensité de rayonnement émis est réduite d'un facteur 1000. On peut formuler cette situation comme ceci :

$$I(5\text{cm}) = \frac{I_0}{1000}$$

On sait que pour $x = n \times CDA$, on peut écrire :

$$I(n \times CDA) = \frac{I_0}{2^n}$$

Ici, on nous demande de déterminer la couche de demi-atténuation (CDA) du plomb, pour se faire, on cherche à déterminer n :

$$2^n = 1000$$

Soit on sait que $2^{10} \approx 1000$, et dans ce cas la solution est rapide. Soit on n'avait pas cette approximation, et dans ce cas, on s'en sort en isolant n :

$$\begin{aligned} n &= \frac{\ln(1000)}{\ln(2)} \approx 10 \\ \Leftrightarrow CDA &= \frac{x}{n} = \frac{50}{10} = 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

On en déduit alors que la couche de demi-atténuation CDA est égale à 5 mm.

Réponse vraie : B

Question 8

Le radiopharmaceutique marqué au Cuivre-64 permet de réaliser des images en Tomographie par Émission de Positons (TEP). Quelles sont les interactions possibles entre les photons émis et le cristal scintillant ?

- A. Effet photo-électrique
 B. Effet Compton
 C. Création de paires
 D. Transformation β^-
 E. Conversion interne

Question 8

? Items A et B

L'effet photoélectrique et l'effet Compton concerne tous deux l'interaction entre un photon incident et un électron (d'une couche profonde pour l'effet photoélectrique et peu lié ou libre pour l'effet Compton).

- L'effet photoélectrique prédomine dans les systèmes de détection des photons (Z élevé), il est responsable du contraste des images radiographiques et scintigraphiques.
- L'effet Compton prédomine dans l'eau et les tissus biologiques, il responsable de la dégradation de la qualité des images (flou).

Ces deux processus sont donc possibles en TEP avec Cuivre-64.

✗ Item C → Création de paires

La création de paires est accompagnée d'une condition d'énergie élevée (1,022 MeV), elle se produit bien lors de l'interaction d'un photon avec la source or dans le cas de la TEP au Cuivre-64 l'énergie n'est pas suffisante.

✗ Item D → Transformation β^-

La transformation β^- ne concerne pas une interaction possible entre les photons émis et le cristal scintillant. Elle concerne directement la source radioactive où l'on va avoir désintégration radioactive avec la transformation d'un neutron en proton et la libération d'un électron et d'un antineutrino.

✗ Item E → Conversion interne

La conversion interne est la transmission d'énergie à un électron du cortège électronique lors de la désintégration du noyau. Ici, on parle d'interactions entre les photons émis et le cristal scintillant ce qui ne correspond pas à la conversion interne.

Réponses vraies : A et B

Question 9

A propos de la création de paires (ou matérialisation), indiquer la ou les réponse(s) exacte(s) :

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche périphérique
 B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un positon

- C. Il est à l'origine de la création d'un électron
 D. Il est à l'origine de la création d'un positon

- E. La condition énergétique est que l'énergie des photons incidents soit $> 13,6$ eV

Question 9

✗ Item A → Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une...

Ce type d'interaction correspond à l'effet Compton. Dans le cas de la création de paires, il y a interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau.

✗ Item B → L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un positon

Attention à lire attentivement jusqu'au bout, l'énergie du photon incident se partage entre un électron et un positon.

? Items C et D

C'est bien ça, la création de paires aboutit en la création d'un positon et d'un électron.

✗ Item E → La condition énergétique est que l'énergie des photons incidents soit $> 13,6$ eV

Et non, la création de paires a bien une contrainte énergétique mais elle est de 1,022 MeV correspondant à la masse au repos de 2 électrons.

Réponses vraies : C et D

Question 10

Concernant le coefficient linéique d'atténuation, indiquer la ou les réponse(s) exacte(s) ?

- A. Il exprime la probabilité d'interaction d'un photon incident par unité de longueur du milieu atténuant

- B. Il dépend de l'énergie du rayonnement électromagnétique incident

- C. Il est indépendant de la masse volumique du milieu

- D. Il rend compte de l'atténuation d'un faisceau de particules chargées dans la matière

- E. Il s'exprime en grammes/cm³

Question 10

? Items A, B, C, D et E

Le coefficient linéique d'atténuation représente la probabilité de l'interaction du rayonnement avec le matériau par unité de longueur.

Il est exprimé en unités d'inverse de la longueur (généralement en cm^{-1}) et dépend à la fois de la nature du matériau (sa masse volumique et sa densité) et de l'énergie du rayonnement incident. Il rend compte de l'atténuation des particules chargées par effet photoélectrique, effet Compton et création des paires :

$$\mu = \tau + \sigma + \pi$$

Réponses vraies : A, B et D

Question 11

Un radioélément émetteur alpha de période physique 2,0 jours émet des rayonnements alpha d'énergie $E = 4,3 \text{ MeV}$. Une activité de 100 MBq est administrée et se fixe instantanément à hauteur de 10% dans un organe de 1 kg. On supposera que la concentration radioactive alpha est homogène dans tout l'organe et que la radioactivité ne disparaît par la suite que par décroissance physique (cas d'une embolisation).

On rappelle que la Dose absorbée (Gy) = Nombre total de désintégrations dans l'organe \times énergie moyenne par désintégrations / masse de l'organe (kg).

Dans quel intervalle de valeurs se situe la dose absorbée dans l'organe après désintégration du radioélément ? (Une seule proposition exacte)

- A. < 0,01 Gy
- B. 0,01 - 0,1 Gy
- C. 0,1 - 1,0 Gy

D. 1,0 - 10 Gy

E. > 10 Gy

Question 11

? Items A, B, C, D et E

Pour calculer la dose absorbée on nous rappelle dans l'énoncé que :

$$DA = \frac{N_T \times E_{moy,d}}{M}$$

Et on sait que : $A = \lambda \cdot N$

Donc : $N = \frac{1}{\lambda} \times A = \frac{T_{eff}}{\ln(2)} \times A$. Ainsi, on peut écrire :

$$DA = \frac{A \times T_{eff} \times E_{moy,d}}{M \times \ln(2)}$$

Pour l'activité, on calcule d'abord l'activité fixée (10% de l'activité administrée) donc :

$$\begin{aligned} A &= A_0 \times 10\% = 100 \times 10\% = 10 \text{ MBq} \\ \Rightarrow DA &= \frac{10 \times 10^6 \times 2 \times 24 \times 3600 \times 4,3 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19}}{1 \times \ln(2)} \\ &= 1,7 \text{ Gy} \end{aligned}$$

On n'oublie pas de convertir les jours en secondes et les eV en joules !

Réponse vraie : D

Question 12

On veut traiter par radiothérapie interne vectorisée une tumeur hépatique (carcinome hépato-cellulaire) de masse 100 g par injection intra-artérielle hépatique sélective de microsphères de verre contenant de l'Yttrium-90 (90-Y). Le schéma de désintégration simplifié de l'90-Y montre qu'il s'agit d'une transition β^- majoritaire d'intensité maximale 2284 keV et de période physique 64 heures. L'énergie moyenne des électrons émis vaut environ 40% de l'énergie maximale de la transition.

Dans quel intervalle de valeurs se situe l'activité à injecter sous forme de microsphères d'90-Y pour irradier cette tumeur à hauteur de 200 Gy ? (Une seule proposition exacte)

A. < 100 MBq

B. 100 - 500 MBq

C. 500 - 1000 MBq

D. 1 - 10 GBq

E. 10 GBq

Question 12

? Items A, B, C, D et E

On nous donne la dose absorbée et on cherche à trouver l'activité à injecter. C'est donc le raisonnement dans le sens contraire à celui de la question précédente. On reprend donc la formule suivante :

$$DA = \frac{A_0 \times T_{eff} \times E_{moy,d} \times F_0}{M \times \ln(2)}$$

Pour trouver l'activité, il suffit de la retourner : $A_0 = \frac{DA \times M \times \ln(2)}{T_{eff} \times E_{moy,d} \times F_0}$. De plus, on nous précise dans l'énoncé que :

$$\begin{aligned} E_{moy,d} &= 0,4 \times E_{max} \\ &= 0,4 \times 2284 = 913,6 \text{ keV} \end{aligned}$$

Dernière petite chose à prendre en compte est la période. A la question précédente, on vous disait que la radioactivité ne disparaît [...] que par décroissance physique (cas d'une embolisation). Or une injection intra-artérielle hépatique EST une embolisation (oui, le terme est un peu technique). C'est pourquoi, on a : $T_{eff} = T_{phy} = 64h$.

On peut donc calculer l'activité à injecter :

$$A_0 = \frac{200 \times 100 \times 10^{-3} \times \ln(2)}{64 \times 3600 \times 913,6 \times 10^3 \times 1,6 \times 10^{-19}}$$

$$= 4,12 \times 10^8 \text{ Bq}$$

$$\approx 412 \text{ MBq}$$

On n'oublie pas de convertir la masse en Kg, l'énergie en joules et le temps en secondes! Courage, vous est les meilleur(e)s!

Réponse vraie : B

Question 13

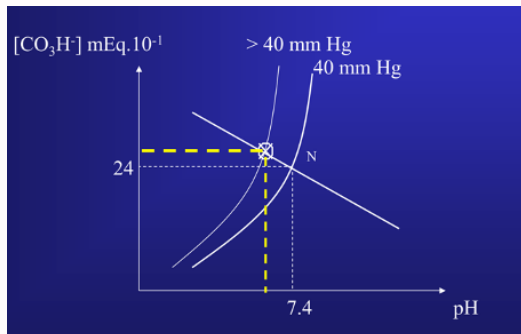
Un malade sous respiration artificielle est trop peu ventilé. Au moment où vous l'examinez, il présente un trouble pur de l'équilibre acido-basique qu'il ne compense pas. Indiquer la réponse compatible avec cette situation. (Une seule proposition exacte)

- A. Il a un pH < 7,4 et une concentration des bicarbonates plasmatiques inférieure à 24 mmol/L
- B. Il a un pH > 7,4 et une concentration des bicarbonates plasmatiques inférieure à 24 mmol/L
- C. Il a un pH < 7,4 et une concentration des bicarbonates plasmatiques supérieure à 24 mmol/L**
- D. Il a un pH > 7,4 et une concentration des bicarbonates plasmatiques supérieures à 24 mmol/L
- E. Il a un pH = 7,4 et une concentration des bicarbonates plasmatiques inférieure à 24 mmol/L

Question 13

? **Items A, B, C, D et E**

Pour commencer, on nous dit que le patient est trop peu ventilé, c'est-à-dire qu'il est en hypoventilation. Lorsqu'une personne se trouve dans cette situation, le CO₂ s'accumule dans ses poumons, ce qui entraîne une augmentation de l'isobare P(CO₂). De plus, on vous précise que c'est un trouble pur donc on sait que la composante métabolique "m" n'a pas changé. On se trouve donc dans une situation d'acidose respiratoire pure :



Diapo n°72 du CM7 (Equilibre acido-basique) du Pr. Eric Vicaut

Ainsi, on peut voir que le pH a diminué et la concentration des bicarbonates plasmatiques est supérieure à 24 mmol/L.

Réponse vraie : C

Question 14

On mesure chez un patient une PCO₂ plus élevée que la normale, un pH = 7,3 et une concentration des bicarbonates plasmatiques égale à 24 mmoles/l.

Dans un 2ème temps, la PCO₂ de ce patient augmente encore et on mesure chez ce patient un pH = 7,2 et une concentration des bicarbonates plasmatiques égale à 26 mmoles/l. Indiquer la réponse exacte :

- A. Ce patient est en acidose pure avec un taux d'hémoglobine normal
- B. Ce patient est en acidose pure avec un taux d'hémoglobine abaissé
- C. Ce patient est en acidose pure avec un taux d'hémoglobine augmenté
- D. Ce patient est en acidose mixte avec un taux d'hémoglobine abaissé**
- E. Ce patient est en acidose mixte avec un taux d'hémoglobine normal

D. Ce patient est en acidose mixte avec un taux d'hémoglobine abaissé

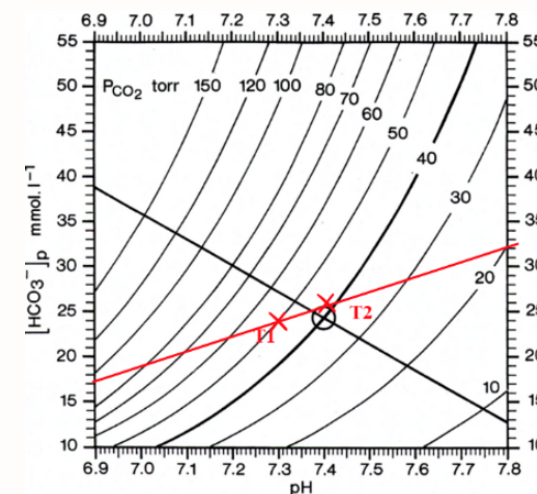
E. Ce patient est en acidose mixte avec un taux d'hémoglobine normal

Question 14

? **Items A, B, C, D et E**

On sait que pH < 7,4, que la PCO₂ est plus élevée que la normale, et que les bicarbonates sont normales. On pourrait penser à une acidose respiratoire pure en observant seulement une variation de la PCO₂ MAIS l'énoncé nous indique que dans un deuxième temps la PCO₂ a continué d'augmenter, ainsi que les bicarbonates sans que cela n'ait permis de compenser l'acidose. Bien au contraire, le pH est d'autant plus bas. On ne peut donc que supposer qu'il y a également un problème métabolique en plus du trouble respiratoire. On parlera alors d'acidose mixte.

La concentration de bicarbonates augmente en t₂, ce qui témoigne d'une compensation métabolique. Concernant le taux d'hémoglobine, on s'intéresse à la pente de la droite tampon :



On voit que la pente de la droite du patient est inférieure à la normale, on peut en déduire que le taux d'hémoglobine du patient est abaissé (patient anémique).

Réponse vraie : D

Question 15

Un malade présente un $pH = 7,3$ et une $pCO_2 = 30$ mmHg. Indiquez la proposition exacte :

- A. Ce patient est en acidose pure
- B. Ce patient est en acidose mixte
- C. Ce patient est en acidose complètement compensée

D. Ce patient est en acidose partiellement compensée

- E. Ce patient est en alcalose mixte

Question 15

? Items A, B, C, D et E

On sait que $pH = 7,3$ et $pCO_2 = 30$ mmHg. Le patient est en acidose ($pH < 7,4$). Reste à déterminer s'il s'agit d'une acidose pure ou en cours de compensation. On cherchera donc à calculer la $[HCO_3^-]$:

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= \alpha \times pCO_2 \times 10^{(pH-6,1)} \\ &= 0,03 \times 30 \times 10^{(7,3-6,1)} \\ &= 14,2 \end{aligned}$$

D'autre part :

$$\begin{aligned} m &= [HCO_3^-] - s(7,40 - pH) \\ &= 14,2 - 30 \times (7,40 - 7,3) \\ &= 11,2 \end{aligned}$$

On a donc à la fois $pCO_2 < 40$ mmHg et $m < 24$. Il s'agit d'une acidose métabolique avec une compensation respiratoire partielle parce que la valeur du pH n'a pas encore atteint 7,4.

Réponse vraie : D

Question 16

Trois patients ont la même valeur de $pH = 7,1$. On considérera que la pente de la droite tampon de ces patients est égale à 30 mmoles par litre et par unité de pH.

- La concentration de bicarbonates plasmatiques du patient A est égale à 14 mmol/L
- La concentration de bicarbonates plasmatiques du patient B est égale à 20 mmol/L
- La concentration de bicarbonates plasmatiques du patient C est égale à 36 mmol/L

Indiquer la proposition exacte :

- A. Le patient A présente une acidose partiellement compensée

B. Les patients A et B présentent une acidose mixte

- C. Les patients B et C présentent une acidose mixte
- D. Le patient C présente une alcalose partiellement compensée
- E. Les patients A et C présentent une acidose mixte

Question 16

? Items A, B, C, D et E

Pour commencer, on nous dit que les trois patients ont un $pH = 7,1$, ils sont donc tous en acidose. Deuxièmement, nous devons calculer les composantes métaboliques des trois patients grâce à la formule :

$$m = [HCO_3^-] - s \times (7,4 - pH)$$

Ainsi, nous avons :

- Patient A : $m = 14 - 30 \times (7,4 - 7,1) = 5$ mmol/L
- Patient B : $m = 20 - 30 \times (7,4 - 7,1) = 11$ mmol/L
- Patient C : $m = 36 - 30 \times (7,4 - 7,1) = 27$ mmol/L

Troisièmement, nous devons chercher la PCO_2 des trois patients. La formule à utiliser est :

$$PCO_2 = \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{(pH-6,1)}}$$

Ainsi, nous avons :

- Patient A : $PCO_2 = 46,7$ mmHg
- Patient B : $PCO_2 = 66,7$ mmHg
- Patient C : $PCO_2 = 120$ mmHg

Maintenant que nous avons tous les éléments nécessaires, nous pouvons finir de compléter nos diagrammes de Davenport et faire nos diagnostics. Ainsi, nous observons que le patient A est en acidose mixte; le patient B en acidose mixte aussi; et le patient C en acidoses respiratoires compensée.

Réponse vraie : B

Question 17

On considère une solution biologique (solvant = eau), contenant un soluté S donné. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La concentration molale de S est égale au nombre de mole de soluté divisé par le produit du nombre de mole d'eau par la masse molaire de l'eau
- B. La concentration massique de S peut s'exprimer en grammes par litre de solution
- C. La concentration molaire de S est égale au nombre de moles du soluté divisé par le volume de la solution
- D. Si S est l'anion chlore (Cl^-), sa concentration peut s'exprimer en mEq/L (milliéquivalents/litre)
- E. Si la solution contient 1 mole de chlorure de calcium ($CaCl_2$) dont on obtient la complète dissolution, l'osmolarité de la solution sera de 2 osmol/L

Question 17

? Items A, B, C, D et E

La concentration molale du soluté est le nombre de moles du soluté par unité de masse du solvant : $C_{mll} = \frac{n_S}{m_{\text{solvant}}}$. Sachant que le solvant est l'eau, $n_{H_2O} = m_{H_2O} M_{H_2O}$, donc $m_{H_2O} = n_{H_2O} \times M_{H_2O}$. Ainsi :

$$C_{mll} = \frac{n_S}{n_{H_2O} \times m_{H_2O}}$$

La concentration massique ou pondérale est la masse du soluté par le volume de la solution, elle peut donc s'exprimer en g/L.

La concentration molaire du soluté est bien le nombre de moles du soluté par le volume de la solution : $C_{molaire} = \frac{n}{V}$.

La concentration d'un ion Cl⁻ ou équivalente est le nombre de charge par le volume de la solution, elle peut donc s'exprimer en Eq/L ou encore en mEq/L.

Si une solution contient 1 mole de chlorure de calcium (CaCl₂) dont on obtient la complète dissolution, l'osmolarité de la solution sera de 3 osmoles (car la dissolution du CaCl₂ donne un ion Ca²⁺ et deux ions Cl⁻, ce qui fait 3 osmoles).

Réponses vraies : A, B, C et D

Question 18

On considère le phénomène de diffusion passive d'un soluté S et de son solvant en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques dans lesquels on introduit le soluté S à des concentrations différentes de part et d'autre de la membrane, afin de créer un gradient de concentration transmembranaire. Le solvant est l'eau. Le passage du soluté (ou du solvant) de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnel au gradient des concentrations molales du soluté s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. Le débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnel à la mobilité mécanique molaire du soluté
- C. Le débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnel à la température de la solution
- D. Le débit diffusif du soluté (J_{dS}) est inversement proportionnel à l'épaisseur de la membrane
- E. Le débit diffusif du soluté (J_{dS}) est proportionnel à la surface utile d'échange de la membrane

Question 18

? Items A, B, C, D et E

La formule du débit diffusif du soluté est :

$$J_{dS} = -R \times T \times b \times S \times \frac{\Delta C}{e}$$

Ainsi, on voit facilement que le débit diffusif du soluté est proportionnel à la constante des gaz parfaits, à la température, à la mobilité mécanique molaire du soluté, à la surface d'échange et à la concentration molale du soluté de part et d'autre de la membrane ; et est inversement proportionnel à l'épaisseur de la membrane.

Réponses vraies : A, B, C, D et E

Question 19

On s'intéresse aux forces de "résistance" qui interviennent lors d'un phénomène de diffusion passive d'un soluté en solution biologique au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques. Le soluté est une molécule de forme sphérique. Le solvant est l'eau. Soit b_S , la mobilité mécanique molaire du soluté, quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. b_S est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- B. b_S diminue quand la viscosité du soluté augmente

C. b_S est d'autant plus élevée que le diamètre de la molécule du soluté est grand

D. b_S augmente lorsque la température de la solution biologique augmente significativement

E. Si le soluté est un ion, b_S augmente quand la valence augmente

Question 19

? Items A, B, C, D et E

La mobilité mécanique molaire du soluté (b_S) est définie comme l'inverse du coefficient de friction molaire : $b_S = 1/f = \frac{1}{6\pi\eta r}$.

La mobilité mécanique augmente avec l'augmentation de la température et diminue quand le diamètre de la molécule est plus grand (c'est une phrase de votre cours). La valence d'un ion n'influence pas directement sa mobilité mécanique mais sa conductance (g). En effet, plus la valence d'un ion est élevée, plus sa conductance le sera aussi !

Réponses vraies : A, B et D

Question 20

On considère le phénomène de convection d'un soluté S en solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane perméable, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques 1 et 2 dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 1. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) est proportionnel au gradient de pression s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. Le débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) est proportionnel à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- C. Le débit convectif du solvant (J_{F,H_2O}) est proportionnel à la surface utile d'échange de la membrane
- D. Le débit convectif de soluté (J_{FS}) est proportionnel à la concentration molaire du soluté
- E. Dans une solution idéale, on a $J_{FS} > J_{F,H_2O}$

Question 20

? Items A, B et C

On commence par se rappeler de la formule du débit convectif du solvant :

$$J_{F,H_2O} = -b_{H_2O} \times S \times \text{grad}(P)$$

On voit donc que le débit convectif du solvant est proportionnel à la mobilité mécanique molaire de l'eau, à la surface utile et au gradient de pression s'exerçant de part et d'autre de la membrane.

? Item D et E

La formule du débit convectif de soluté est : $J_{FS} = J_{F,H_2O} \times C$ avec C la concentration molaire du soluté.

Il faut aussi savoir que les concentrations de soluté sont, dans la grande majorité des cas, très faibles (inférieur à 1). DONC le débit convectif de soluté sera généralement plus faible que le débit convectif du solvant.

Réponses vraies : A, B, C et D

Question 21

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i (J_{ei}) en solution biologique au travers d'une membrane perméable, non chargée électriquement, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel. La membrane sépare deux compartiments biologiques contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est proportionnel au gradient de potentiel électrique s'exerçant de part et d'autre de la membrane
- B. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est proportionnel à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- C. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est inversement proportionnel à la valence de l'ion i
- D. Le débit molaire électrique (J_{ei}) dépend de la constante de Faraday (F)
- E. Le débit molaire électrique (J_{ei}) est proportionnel à la concentration molaire de l'ion i

Question 21

? Items A, B, C, D et E

Le débit molaire électrique est donné par la relation : $J_{ei} = -z_i \times F \times b_s \times S \times C \times \text{grad}(V)$.

Il est donc proportionnel au gradient du potentiel ($\text{grad}(V)$), à la valence de l'ion, à la constante de Faraday F , à la mobilité mécanique du soluté b_s et à la concentration molaire de l'ion i .

Réponses vraies : A, D et E

Question 22

Une membrane non chargée sépare deux compartiments biologiques, C_1 et C_2 , contenant des quantités d'ions i très différentes au départ de l'expérience, créant ainsi une différence de potentiel $V_2 - V_1$. Le solvant est l'eau. Le passage de l'ion de part et d'autre de la membrane ne dépend pas de la présence d'un transporteur spécifique. On considère la situation lorsque l'équilibre est atteint (relation de Nernst). Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. La valeur absolue du débit par convection égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- B. La valeur absolue du débit par diffusion égale alors la valeur absolue du débit par migration électrique
- C. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est inversement proportionnelle à la valence de l'ion i
- D. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre est proportionnelle au logarithme népérien du rapport des concentrations (C_2/C_1) de part et d'autre de la membrane
- E. La différence de potentiel ($V_2 - V_1$) à l'équilibre dépend de la température de la solution biologique

Question 22

? Items A et B

La relation de Nernst est une situation d'équilibre qui apparaît lorsque l'effet migration et l'effet diffusion s'annulent. En effet, la relation de Nernst dérive de l'équation :

$$J_i = \left[z_i \times F \times b_i \times S \times C_i \times \frac{dV}{dx} \right] + \left[-R \times T \times b_i \times S \times \frac{dC_i}{dx} \right] = 0$$

Cette équation un poil barbare n'est pas à connaître, vous devez juste retenir la relation de Nernst finale (celle qui est plus bas dans la correction).

? Items C, D et E

La relation de Nernst correspond à la valeur de la ddp qui apparaît à l'équilibre quand une membrane sépare 2 milieux contenant la même espèce ionique. Sa formule est :

$$V_2 - V_1 = -\frac{R \times T}{z_i \times F} \times \ln \left(\frac{C_2}{C_1} \right)$$

Ainsi, on remarque que différence de potentiel est proportionnel à la constante des gaz parfaits, à la température et au logarithme népérien du rapport des concentrations de part et d'autre de la membrane ; et est inversement proportionnel à la valence de l'ion i et à la constante de Faraday.

Réponses vraies : B, C, D et E

Question 23

Le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, régit les échanges tissulaires (du côté artériel : apport local des nutriments nécessaires au métabolisme cellulaire ; du côté veineux : extraction des déchets issus du métabolisme cellulaire). Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium. On s'intéresse au phénomène de Starling au niveau des capillaires musculaires périphériques dans les conditions normales et chez un sujet sain (pas d'anomalie de concentration plasmatique en protéines) et au repos (pression artérielle et débit cardiaque constants). Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

A. Le flux liquidien net sortant au pôle artériel du capillaire dépend principalement de la pression hydrostatique

B. Le flux liquidien net entrant au pôle veineux dépend principalement de la pression hydrostatique

C. Globalement, le flux net sortant de liquide au niveau du pôle artériel du capillaire est en majorité équilibré par le flux net entrant de liquide au niveau du pôle veineux

D. Au pôle veineux du capillaire, la pression oncotique plasmatique est inférieure à la pression hydrostatique

E. Au pôle veineux du capillaire, la pression interstitielle est toujours supérieure à la pression veineuse

Question 23

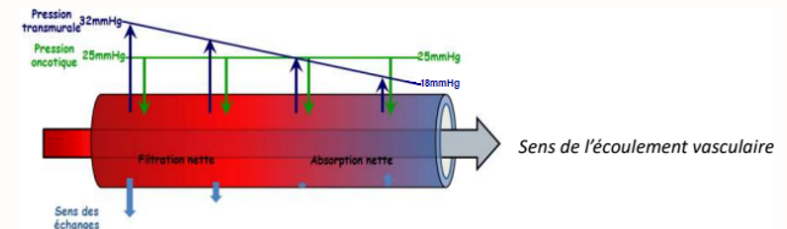
? Items A, B et D

Pour pouvoir répondre à ces items, il faut comprendre le mécanisme de Starling. En effet, 2 pressions principales s'exercent sur un vaisseau sanguin : la pression hydrostatique et la pression oncotique. Le flux liquidien net quant à lui va suivre le sens de la pression la plus grande.

La pression hydrostatique, qui est une pression sortante, va être très grande au début, c'est-à-dire au pôle artériel, puis diminuer en se rapprochant du pôle veineux. Ainsi, elle passe de 32 mmHg à 18 mmHg.

La pression oncotique, qui est une pression entrante, va être constante sur toute la longueur du vaisseau à 25mmHg. Son rôle va être de maintenir le contenu liquidien dans le vaisseau.

Voici un petit schéma pour que vous puissiez mieux visualiser :



Diapo n°13 du CM9 du Pr Pascal Merlet et du Dr Laetitia Vercellino

? Items C et E

Il faut savoir qu'en situation dite "normale", seulement 90% de l'eau filtrée au pôle artériel est réabsorbée au niveau du pôle veineux. Les 10% restant sont récupérés et évacués par la circulation lymphatique qui draine le secteur interstitiel. La pression interstitielle est la force exercée par le fluide qui se trouve entre les cellules et les capillaires dans les tissus corporels, jouant un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre hydrique. Elle peut influencer la migration des nutriments et des déchets entre les vaisseaux sanguins et les cellules.

Ainsi, si au pôle veineux la pression interstitielle est supérieure à la pression veineuse, l'eau n'entrerait pas dans le vaisseau sanguin mais resterait dans le secteur interstitiel. Ceci n'est absolument physiologique donc on ne peut pas dire que c'est TOUJOURS le cas.

Réponses vraies : A et C

Question 24

On considère le phénomène du transport transmembranaire du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique. Quelles sont la ou les proposition(s) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet à ce sucre de franchir la membrane cellulaire du côté où la concentration est la forte, vers celui où elle est la plus faible
- B. Le transport du glucose s'effectuant par l'intermédiaire du transporteur du glucose de type 1 (ou GLUT 1) n'est pas saturable, il fonctionne quelle que soit la concentration en glucose
- C. Le transport facilité s'effectuant via le GLUT 1 est beaucoup plus spécifique pour le glucose que pour le galactose ou le fructose
- D. Le transport facilité du glucose dans la cellule s'effectuant via le GLUT 1 est de type passif
- E. Le symport Na^+ /glucose (SGLT-1 ou SGLT-2) permet le transport transmembranaire de glucose contre le gradient de concentration transmembranaire

Question 24

? Items A, B, C, D et E

Le transport facilité du glucose par GLUT-1, est un transport passif qui permet au glucose de traverser la membrane cellulaire du côté où sa concentration est la plus forte vers celui où elle est plus faible, sans dépense d'énergie (suivant le gradient de concentration du glucose).

GLUT-1 est spécifique pour le glucose et présente une affinité beaucoup plus forte pour le glucose que pour d'autres sucres. Le transport du glucose via GLUT-1 est saturable. Comme tous les transporteurs facilitant la diffusion, GLUT-1 fonctionne jusqu'à atteindre une saturation quand tous les sites de liaison sont occupés. Sa capacité de transport est donc limitée par la concentration de glucose.

Le symport Na^+ /glucose (SGLT-1 ou SGLT-2) utilise le gradient de concentration du sodium pour transporter le glucose contre son gradient de concentration. Ce type de transport est actif secondaire (ou transport couplé), car il utilise l'énergie du gradient de sodium pour déplacer le glucose à l'encontre de son propre gradient de concentration.

Réponses vraies : A, C, D et E

Question 25

Parmi les propositions suivantes concernant la tension de la paroi du ventricule gauche, quelle est (quelles sont) celle(s) exacte(s) ?

- A. La loi de Hook intervient dans sa détermination
- B. On peut assimiler le ventricule gauche à un cylindre
- C. Il est indispensable de connaître le volume du ventricule gauche pour la déterminer
- D. L'épaisseur de la paroi du ventricule gauche doit être connue pour la déterminer
- E. La fréquence cardiaque n'intervient pas dans sa détermination

Question 25

? Items A, C, D et E

Attention à ne pas confondre la loi de Hook et la loi de Laplace. Ici on nous parle de tension donc c'est la loi Laplace qui intervient dans sa détermination. En effet si on reprend la formule pour le ventricule gauche qui a une certaine épaisseur on a :

$$T = \frac{P \times R_1}{2e}$$

On voit que pour déterminer la tension de la paroi il faut connaître l'épaisseur e donc l'item D est correct, et il faut également connaître le rayon (et pas le volume) du ventricule.

La fréquence cardiaque n'apparaît pas dans la formule. Je vous remets la diapo du cours :

Cependant, le ventricule a une certaine épaisseur e , qui diminue la tension et dans ce cas :


$$T = \frac{P R_1}{2} \quad \text{pour une bulle}$$

Mais

$$T = \frac{P R_1}{2e} \quad \text{pour le cœur}$$

Plus le cœur est dilaté, plus à pression égale, la tension est augmentée. Le cœur s'adapte en hypertrophiant ses parois (e^*), ce qui ramène la tension à une valeur plus basse.

En réalité, assimiler le cœur à une sphère est une approximation très grossière.



Diapo n°21 du CM10 du Pr Pierre Weinmann

X Items B → On peut assimiler le ventricule gauche à un cylindre

Attention, on peut assimiler le cœur à une sphère même si c'est une approximation grossière. Ce sont les vaisseaux qu'on peut assimiler à des cylindres.

Réponses vraies : D et E

Question 26

Parmi les facteurs suivants, quel(s) est celui (ceux) qui augmente(nt) la contrainte de cisaillement au sein d'un vaisseau sanguin ?

- A. L'augmentation de la vitesse de circulation du sang
- B. L'augmentation de la température du sang (fièvre)
- C. La diminution du nombre de globules rouges (anémie)
- D. L'augmentation de la pression dans le vaisseau
- E. La réduction du diamètre du vaisseau

Question 26

? Items A, B, C, D et E

Pour répondre on reprend la formule de la contrainte de cisaillement :

$$\tau = \eta \times \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

On voit à partir de la formule que la contrainte de cisaillement dépend de la viscosité du sang η , de la vitesse de celui-ci ainsi que le diamètre du vaisseau. On remarque que Δx est au dénominateur donc la contrainte de cisaillement est inversement proportionnelle au diamètre du vaisseau. Donc une réduction de son diamètre va augmenter la contrainte de cisaillement. En revanche l'augmentation de la température ou de la pression n'ont pas d'effets directs sur τ . Une diminution du nombre de globule rouge va engendrer une diminution de la viscosité sanguine et donc une diminution de la contrainte de cisaillement.

Réponses vraies : A et E

Question 27

Parmi les propositions suivantes concernant le rayon d'équilibre d'une artère musculo-élastique, quelle est (quelles sont) celle(s) exacte(s) ?

A. Il diminue lorsque le tonus des cellules musculaires lisses augmente

B. Il augmente si la pression artérielle baisse

C. Il peut varier très rapidement sous l'action du système sympathique et parasympathique

D. Quelle que soit la pression artérielle, l'artère reste ouverte

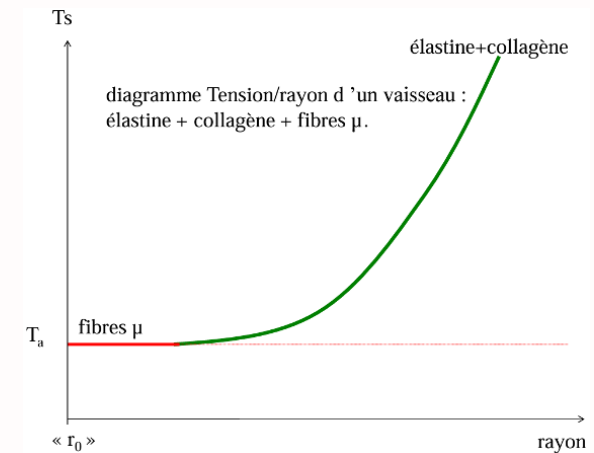
E. Il ne dépend pas de la présence de fibres de collagène dans la paroi de l'artère

Question 27

? Items A, B, C, D et E

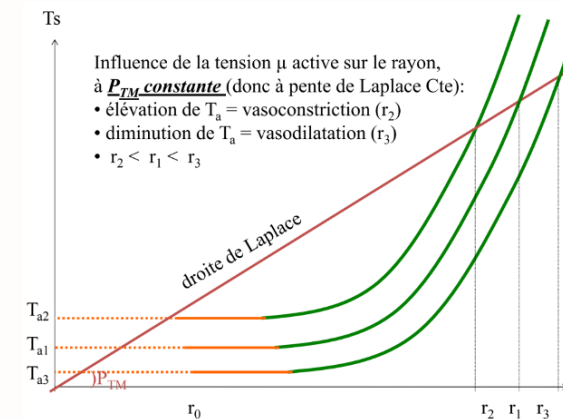
Reprenons le modèle musculo-élastique d'une artère. La présence de fibres musculaires surajoute une tension musculaire de base T_a , que l'on supposera tout d'abord constante (pas de modulation vasoactive).

Le diagramme Tension/rayon d'un vaisseau dépend des propriétés du vaisseau, et donc de la présence du collagène et des fibres élastines, comme représenté ci-dessous :



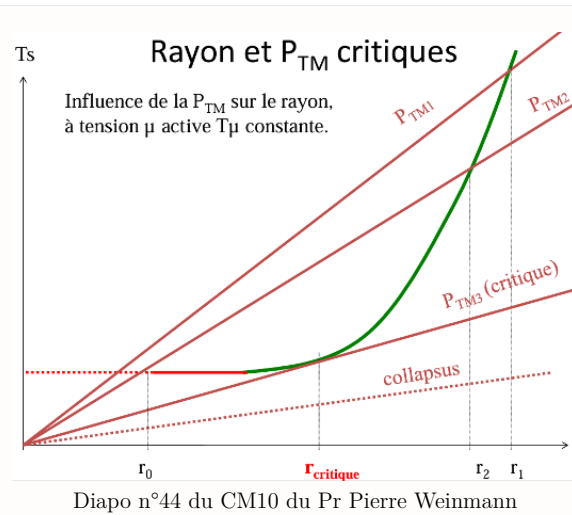
Diapo n°42 du CM10 du Pr Pierre Weinmann

Lorsque le tonus musculaire T_a augmente la courbe est décalée vers le haut et le rayon d'équilibre est atteint plus vite (donc sa valeur diminue). On peut le voir sur la diapo ci-dessous : un passage de T_{a1} à T_{a2} (avec $T_{a2} > T_{a1}$) entraîne une vasoconstriction et donc une diminution du rayon $r_2 < r_1$.



Diapo n°46 du CM10 du Pr Pierre Weinmann

La diminution de la pression entraîne la diminution de la pente de la droite de Laplace, ce qui fait que la courbe croise la droite de Laplace plus vite, et donc le rayon d'équilibre diminue.



Sur le diagramme ci-dessus : pour $P_{TM2} < P_{TM1}$ on a $r_2 < r_1$, ce qui montre bien une diminution du rayon d'équilibre. On voit bien aussi qu'il existe une P_{TM3} critique au-dessous de laquelle l'artère va se collapsus.

Réponses vraies : A et C

