



Association pour l'Accès Santé Université Paris Cité  
A2SUP

Annales Corrigées 2025-2026

Tome **Tutorat**  
2021 - 2025

**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](http://www.a2sup.fr)

**Revente interdite**



## Table des matières

<b>Mot des Respo' Annales et VP Tuto</b>	<b>4</b>
<b>Mot des RM</b>	<b>5</b>
<b>UE11 2019-2020 Tuto 2</b>	<b>6</b>
Sujet . . . . .	7
Correction . . . . .	11
<b>UE11 2021-2022 Tuto 2</b>	<b>22</b>
Sujet . . . . .	23
Correction . . . . .	27
<b>UE11 2022-2023 Tuto 2</b>	<b>42</b>
Sujet . . . . .	43
Correction . . . . .	49
<b>UE11 2023-2024 Tuto 2</b>	<b>67</b>
Sujet . . . . .	68
Correction . . . . .	74
<b>UE11 2024-2025 Tuto 2</b>	<b>93</b>
Sujet . . . . .	94
Correction . . . . .	101

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  $\LaTeX$ iseurs, 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).

## BONJOUUUUUR (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<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xiseurs 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.

**IMPORTANT +++ :** 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  
❤️

# TUTO 2 – 2019-2020



UE11



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2019-2020

## SUJET

### Examen Blanc n°2 PASS

## UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

#### A 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 **4** pages numérotées de **1 à 4** et comporte **20** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

#### Question 1

On s'intéresse à un photon d'énergie 200 keV. Concernant sa longueur d'onde et sa fréquence, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- Il a une longueur d'onde de l'ordre de  $600 \cdot 10^{-14} m$
- Il a une longueur d'onde de l'ordre de  $600 \cdot 10^{-11} m$
- Il a une fréquence de l'ordre de  $5 \cdot 10^{16} Hz$
- Il a une fréquence de l'ordre de  $5 \cdot 10^{19} Hz$
- Aucune des propositions précédentes n'est exacte

#### Question 2

Suite à l'absorption d'un rayonnement électromagnétique, un atome X possède une lacune sur sa couche K. Les énergies de liaisons des électrons des différentes couches de cet atome X sont les suivantes :

- Couche K :  $W_K = 100 keV$
- Couche L :  $W_L = 25 keV$
- Couche M :  $W_M = 11 keV$

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- L'énergie de l'une des raies de fluorescence peut être de 75 keV
- L'énergie de l'une des raies de fluorescence peut être est de 89 keV
- L'énergie cinétique d'un électron Auger peut être de 64 keV
- L'énergie cinétique d'un électron Auger peut être de 89 keV
- Aucune des propositions précédentes n'est exacte

#### Question 3

Concernant l'effet Auger, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- Il correspond à l'éjection d'un électron d'une couche périphérique à la suite de la désexcitation d'un atome
- Il correspond à l'éjection d'un électron d'une couche profonde à la suite de la désexcitation d'un atome
- Le spectre énergétique des électrons Auger est à un spectre continu
- L'effet Auger est un mécanisme d'absorption d'énergie par la structure électronique d'un atome
- L'effet Auger et le phénomène de fluorescence sont deux mécanismes en compétition

**Question 4**

Un radionucléide X se désintègre pour donner un noyau Y par une émission  $\beta^-$ , l'énergie cinétique maximale de la particule émise est égale à 666 keV. Calculer  $M(X) - M(Y)$  la différence des masses des noyaux père et fils et  $M_{at}(X) - M_{at}(Y)$  la différence de masses atomiques des noyaux père et fils. Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A.  $M(X) - M(Y) = 1,177 \text{ MeV}/c^2$
- B.  $M(X) - M(Y) = 666 \text{ keV}/c^2$
- C.  $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 1,688 \text{ MeV}/c^2$
- D.  $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 666 \text{ keV}/c^2$
- E. Aucune réponse n'est exacte

**Enoncé commun aux questions 5 et 6**

Un noyau père de molybdène  $^{99}_{42}\text{Mo}$  de période radioactive  $T_{Mo} = 70h$  se désintègre par émission  $\beta^-$  en un noyau fils de Technétium métastable  $^{99m}_{43}\text{Tc}$  lui-même radioactif qui va à son tour se désintégrer en un noyau de Technétium stable  $^{99}_{43}\text{Tc}$  selon une période  $T_{mTc} = 7h$ . On suppose qu'à l'instant initiale, il n'y a que du Molybdène.

**Question 5**

A partir de quel moment  $t_m$  l'activité du Technétium métastable  $^{99m}_{43}\text{Tc}$  est maximale ? Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A.  $t_m = 23 \text{ heures}$
- B.  $t_m = 13 \text{ heures}$
- C.  $t_m = 12 \text{ jours}$
- D.  $t_m$  est le moment où l'on a atteint un équilibre de régime
- E.  $t_m$  est le moment où l'activité du père et du fils sont égales

**Question 6**

Calculer le rapport de l'activité du Technétium métastable sur l'activité du molybdène lorsqu'un équilibre est atteint.

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A.  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = 0,9$
- B.  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = 1,1$
- C.  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = 2$
- D. Un équilibre de régime est atteint
- E. Un équilibre séculaire est atteint

**Question 7**

Concernant les interactions entre les rayonnements ionisants et la matière, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique est proportionnelle à la masse volumique du milieu
- B. La probabilité d'interaction par effet Compton est proportionnelle au carré du numéro atomique de l'élément traversé
- C. La probabilité d'interaction par création de paires est inversement proportionnelle à l'énergie du photon
- D. En cas de choc tangentiel, l'énergie du photoélectron est nulle
- E. L'effet Compton et l'effet photoélectrique ont comme point commun l'émission systématique d'un photon de fluorescence

**Question 8**

Concernant la création de paires, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A. Lors de l'interaction du photon avec le champ gravitationnel du noyau, il y a matérialisation d'un électron et d'un positon
- B. Lors de la réaction d'annihilation, il y a émission à  $180^\circ$  de deux positons
- C. Le photon incident doit avoir une énergie minimale de 2044 keV
- D. La création de paires peut entraîner l'émission d'un électron Auger
- E. Elle est très utilisée dans le domaine de l'imagerie

**Question 9**

Un photon incident d'énergie 1,022 MeV interagit avec la matière par effet Compton de façon à ce qu'un choc frontal ait lieu.

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A. Le photon rétrodiffusé est émis dans le sens opposé au photon incident
- B. L'énergie du photon rétrodiffusé est de 409 keV
- C. L'énergie du photon rétrodiffusé est de 204 keV
- D. L'énergie de l'électron Compton est de 613 keV
- E. L'énergie de l'électron Compton est maximale

**Question 10**

Des photons X sont utilisés pour un examen des structures osseuses de l'hallux. Le coefficient linéique d'atténuation de l'os pour ces photons est de  $2,1 \text{ cm}^{-1}$  et la largeur de l'os de l'hallux est de 2 cm.

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A. Le coefficient linéique d'atténuation dépend de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique
- B. La couche de demi-atténuation est l'épaisseur de matériaux qui diminue de moitié l'énergie d'un photon incident
- C. La proportion de photons incidents qui traversent l'hallux vaut  $1/2$
- D. La proportion de photons incidents qui traversent l'hallux vaut  $1/64$
- E. Si l'hallux était 2 fois plus épais, cela diviserait par 4 le nombre de photons transmis

**Question 11**

Concernant l'équilibre acido-basique plasmatique, indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Le diabète peut causer une alcalose métabolique
- B. Le diabète peut engendrer une compensation par augmentation de la ventilation pulmonaire
- C. Des vomissements peuvent causer une alcalose métabolique
- D. Des vomissements peuvent engendrer une compensation en augmentant la ventilation pulmonaire
- E. Dans une pathologie respiratoire pure, la concentration plasmatique en bicarbonates est normale

**Question 12**

Soient deux patients avec des troubles acido-basiques plasmatiques. Ils ont une composante métabolique normale, et le patient B présente une anémie contrairement au patient A.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Si les deux patients sont en acidose avec la même concentration de bicarbonates, A a un pH inférieur à B
- B. Si les deux patients sont en acidose avec un même pH, A a une concentration de bicarbonates inférieure à B
- C. Si les deux patients sont en alcalose avec la même concentration de bicarbonates, A a un pH inférieur à B
- D. Si les deux patients sont en alcalose avec un même pH, A a une concentration en bicarbonates inférieure à B
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

**Question 13**

Vous recevez un patient en réanimation, avec une constante métabolique de 28 mM et un pH plasmatique de 7,5. Son taux d'hémoglobine est normal.

Indiquez la réponse exacte :

- A. Ce patient a une alcalose respiratoire pure
- B. Ce patient a une alcalose métabolique pure
- C. Ce patient a une alcalose mixte
- D. Ce patient a une alcalose respiratoire en compensation
- E. Ce patient a une alcalose métabolique en compensation

**Question 14**

On considère une solution biologique (solvant = eau). On cherche à définir la concentration d'un soluté donné S dans cette solution.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La concentration pondérale de S correspond au quotient de la masse d'une mole de soluté sur le volume de la solution
- B. L'osmolalité correspond au quotient du nombre de moles d'unité cinétique sur la masse de solvant
- C. Si on dissout totalement 1 mole de S dans 2L d'eau, et si S est du chlorure de sodium, l'osmolarité de la solution obtenue sera 1 Osmol/L
- D. La concentration équivalente s'utilise uniquement pour les solutés chargés (ions)
- E. La concentration molale correspond au quotient de la concentration molaire sur la fraction aqueuse

**Question 15**

On considère le phénomène de diffusion passive, au travers d'une membrane perméable, d'un soluté S et de son solvant en solution biologique, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel perpendiculaire à celle-ci. La membrane sépare deux compartiments biologiques ouverts 1 et 2, à l'air libre, 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.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La valeur absolue du débit diffusif du soluté augmente si le gradient de concentration entre les deux compartiments augmente
- B. La valeur absolue du débit diffusif du soluté dépend du coefficient de diffusion D
- C. La mobilité mécanique molaire  $b$  est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- D. La mobilité mécanique molaire  $b$  augmente quand la température diminue
- E. Lorsque l'équilibre est atteint, la concentration de S est la même en tout point de la solution

**Question 16**

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 les surfaces sont librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 2.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. On provoque ainsi un transfert membranaire passif de type convectif d'eau et de soluté du compartiment 1 au compartiment 2
- B. Le débit convectif de soluté est aussi appelé débit de filtration
- C. La valeur absolue du débit de filtration est proportionnelle à la mobilité mécanique du solvant
- D. La valeur absolue du débit de filtration dépend de l'épaisseur de la membrane
- E. La valeur absolue du débit convectif de soluté est directement proportionnel à la concentration molale de soluté S

**Question 17**

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion i 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. 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.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Le phénomène de migration est dû aux forces Colombiennes
- B. Au cours du déplacement de la molécule, son énergie potentielle diminue
- C. La valeur absolue du débit molaire électrique dépend de la concentration molaire en soluté
- D. La valeur absolue du débit molaire électrique dépend de la valence de l'ion
- E. Le courant électrique généré par le transfert est dans le sens du flux si l'ion est un anion

**Question 18**

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.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle au gradient de la différence de potentiel V
- B. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle à la surface d'échange utile
- C. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion i ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire du soluté
- D. La conductance membranaire de l'ion i ( $g_i$ ) s'exprime en Ampère
- E. La conductance membranaire spécifique de l'ion i ( $g_i$ ) est un coefficient reliant la valeur du courant I et la différence de potentiel entre deux compartiments

**Question 19**

On considère le phénomène de Starling s'exerçant au sein d'un capillaire périphérique. Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Le phénomène de Starling conditionne les échanges tissulaires périphériques en combinant les mécanismes de diffusion et de filtration
- B. Physiologiquement, la pression oncotique augmente du pôle artériel au pôle veineux du capillaire
- C. Physiologiquement, la pression interstitielle est plus faible que la pression hydrostatique intravasculaire
- D. Des œdèmes peuvent apparaître à la suite d'une carence d'apport protéique
- E. Une défaillance cardiaque peut entraîner un état déséquilibré des échanges tissulaires périphériques par diminution de la pression veineuse

**Question 20**

On considère le phénomène de transport du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique d'un organe sain.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La vitesse du transport passif facilité du glucose augmente jusqu'à un seuil où elle atteint une valeur de transfert maximale
- B. Il existe des voies de transport transmembranaire du glucose fondées sur l'utilisation de symports
- C. Le glucose fait partie des molécules qui peuvent traverser facilement la bicouche lipidique de la membrane
- D. GLUT-1 est spécifique du L-glucose
- E. Le fructose et le galactose peuvent emprunter GLUT-2

**FIN DU SUJET**



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2019-2020

## CORRECTION

### Examen Blanc n°2 PASS

### UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

#### 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 **11** pages numérotées de **1 à 11** et comporte **20** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité  
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : 2

UE (spé) : 11

Nom :  
Prénom :  
Numéro A2SUP :

		IDENTIFICATION																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9											
Numéro A2SUP	Diz. 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 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"/>
	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 type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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"/>
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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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"/>
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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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"/>
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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	<input 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"/>
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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	<input 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"/>
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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	<input 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"/>							

## Question 1

On s'intéresse à un photon d'énergie 200 keV. Concernant sa longueur d'onde et sa fréquence, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A. Il a une longueur d'onde de l'ordre de  $600 \cdot 10^{-14} \text{ m}$

B. Il a une longueur d'onde de l'ordre de  $600 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

C. Il a une fréquence de l'ordre de  $5 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$

D. Il a une fréquence de l'ordre de  $5 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$

E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

## Question 1

✓ **Item A** → Il a une longueur d'onde de l'ordre de  $600 \cdot 10^{-14} \text{ m}$

VRAI - On utilise la formule  $\lambda = \frac{1240}{E}$ , avec  $\lambda$  en nm et  $E$  en eV (et non keV).

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{1240}{E} \\ &= \frac{1240}{200 \cdot 10^3} \\ &= 6,2 \cdot 10^{-3} \text{ nm} \\ &= 620 \cdot 10^{-5} \text{ nm} \\ &= 620 \cdot 10^{-14} \text{ m} \\ &\approx 600 \cdot 10^{-14} \text{ m}\end{aligned}$$

✗ **Item B** → Il a une longueur d'onde de l'ordre de  $600 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

FAUX - Cf. item A.

✗ **Item C** → Il a une fréquence de l'ordre de  $5 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$

FAUX - On utilise la formule suivante, de laquelle découle :

$$\begin{aligned}\nu &= \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-14}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-12}} \\ &= 0,5 \times 10^{20} \\ &= 5 \cdot 10^{19} \text{ Hz}\end{aligned}$$

✓ **Item D** → Il a une fréquence de l'ordre de  $5 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$

VRAI - Cf. item C.

✗ **Item E** → Aucune des propositions précédentes n'est exacte

FAUX - Cf. items A et D.

Réponses vraies : A et D

## Question 2

Suite à l'absorption d'un rayonnement électromagnétique, un atome X possède une lacune sur sa couche K. Les énergies de liaisons des électrons des différentes couches de cet atome X sont les suivantes :

— Couche K :  $W_K = 100 \text{ keV}$

— Couche L :  $W_L = 25 \text{ keV}$

— Couche M :  $W_M = 11 \text{ keV}$

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A. L'énergie de l'une des raies de fluorescence peut être de 75 keV

B. L'énergie de l'une des raies de fluorescence peut être est de 89 keV

C. L'énergie cinétique d'un électron Auger peut être de 64 keV

D. L'énergie cinétique d'un électron Auger peut être de 89 keV

E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

## Question 2

✓ **Item A** → L'énergie de l'une des raies de fluorescence peut être de 75 keV

VRAI - Un photon de fluorescence peut ici être dû au passage d'un électron de la couche L vers la couche K ou de la couche M vers la couche K. La formule à utiliser est  $E = W_L - W_J$ .  
Donc si on a un passage d'électron de la couche L vers la couche K :

$$E = W_K - W_L = 100 - 25 = 75 \text{ keV}$$

Et pour le passage d'un électron de la couche M vers la couche K :  $E = W_K - W_M = 100 - 11 = 89 \text{ keV}$ .

✓ **Item B** → L'énergie de l'une des raies de fluorescence peut être est de 89 keV

VRAI - Cf. item A.

✓ **Item C** → L'énergie cinétique d'un électron Auger peut être de 64 keV

VRAI - Un électron Auger peut être éjecté à la suite du passage d'un électron d'une couche supérieure à une couche inférieure (où il y a une lacune). Ici, avec les données, on ne peut calculer que le cas où un électron de la couche M est éjecté à la suite du passage d'un électron de la couche L vers la couche K.

$$E = (W_K - W_L) - W_M = (100 - 25) - 11 = 64 \text{ keV}$$

✗ **Item D** → L'énergie cinétique d'un électron Auger peut être de 89 keV

FAUX - Cf. item C.

✗ **Item E** → Aucune des propositions précédentes n'est exacte

FAUX - Cf. items A B et C.

Réponses vraies : A, B et C

## Question 3

Concernant l'effet Auger, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A. Il correspond à l'éjection d'un électron d'une couche périphérique à la suite de la désexcitation d'un atome
- B. Il correspond à l'éjection d'un électron d'une couche profonde à la suite de la désexcitation d'un atome
- C. Le spectre énergétique des électrons Auger est à un spectre continu
- D. L'effet Auger est un mécanisme d'absorption d'énergie par la structure électronique d'un atome
- E. L'effet Auger et le phénomène de fluorescence sont deux mécanismes en compétition

## Question 3

✓ **Item A** → Il correspond à l'éjection d'un électron d'une couche périphérique à la suite de la ...

VRAI - C'est sa définition.

✗ **Item B** → Il correspond à l'éjection d'un électron d'une couche profonde à la suite de la ...

FAUX - L'électron est éjecté par l'énergie dégagée lors d'une désexcitation, il n'y a pas de photon impliqué dans cette ionisation.

✗ **Item C** → Le spectre énergétique des électrons Auger est à un spectre continu

FAUX - C'est un spectre de raies.

✗ **Item D** → L'effet Auger est un mécanisme d'absorption d'énergie par la structure électronique ...

FAUX - C'est un mécanisme d'émission d'énergie.

✓ **Item E** → L'effet Auger et le phénomène de fluorescence sont deux mécanismes en compétition

VRAI - Ce sont les deux mécanismes d'émission d'énergie du cortège électronique.

Réponses vraies : A et E

## Question 4

Un radionucléide X se désintègre pour donner un noyau Y par une émission  $\beta^-$ , l'énergie cinétique maximale de la particule émise est égale à 666 keV. Calculer  $M(X) - M(Y)$  la différence des masses des noyaux père et fils et  $M_{at}(X) - M_{at}(Y)$  la différence de masses atomiques des noyaux père et fils. Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A.  $M(X) - M(Y) = 1,177 \text{ MeV}/c^2$

B.  $M(X) - M(Y) = 666 \text{ keV}/c^2$

C.  $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 1,688 \text{ MeV}/c^2$

D.  $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 666 \text{ keV}/c^2$

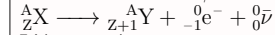
E. Aucune réponse n'est exacte

## Question 4

✓ **Item A** →  $M(X) - M(Y) = 1,177 \text{ MeV}/c^2$

VRAI - L'énergie cinétique maximale de la particule émise est égale à l'énergie totale libérée au cours de la réaction.

Pour une émission  $\beta^-$  :



L'énergie émise vaut :

$$Q = E_{c,max} \\ = M(X)c^2 - (M(Y)c^2 + m_e c^2)$$

Donc,

$$E_{c,max} = M(X)c^2 - (M(Y)c^2 + m_e c^2) \\ \Leftrightarrow (M(X) - (M(Y) + m_e))c^2 = E_{c,max} \\ \Leftrightarrow M(X) - M(Y) = \frac{E_{c,max} + m_e c^2}{c^2}$$

✗ **Item B** →  $M(X) - M(Y) = 666 \text{ keV}/c^2$

FAUX - Cf. item A.

✗ **Item C** →  $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 1,688 \text{ MeV}/c^2$

FAUX - On sait que  $M_{at}(X) = M(X) + Zm_e$  et  $M_{at}(Y) = M(Y) + (Z+1)m_e$ . Ainsi :

$$M_{at}(X) - M_{at}(Y) = M(X) + Zm_e - M(Y) - (Z+1)m_e \\ = M(X) - M(Y) - m_e \\ = \frac{E_{c,max}}{c^2} \\ = 666 \text{ keV}/c^2$$

✓ **Item D** →  $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 666 \text{ keV}/c^2$

VRAI - Cf. item C.

✗ **Item E** → Aucune réponse n'est exacte

FAUX - Cf. items A et D.

Réponses vraies : A et D

## Enoncé commun aux questions 5 et 6

Un noyau père de molybdène  ${}^{99}_{42}\text{Mo}$  de période radioactive  $T_{Mo} = 70h$  se désintègre par émission  $\beta^-$  en un noyau fils de Technétium métastable  ${}^{99m}_{43}\text{Tc}$  lui-même radioactif qui va à son tour se désintégrer en un noyau de Technétium stable  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  selon une période  $T_{mTc} = 7h$ . On suppose qu'à l'instant initiale, il n'y a que du Molybdène.

## Question 5

A partir de quel moment  $t_m$  l'activité du Technétium métastable  $^{99m}_{43}\text{Tc}$  est maximale ? Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A.  $t_m = 23$  heures

B.  $t_m = 13$  heures

C.  $t_m = 12$  jours

D.  $t_m$  est le moment où l'on a atteint un équilibre de régime

E.  $t_m$  est le moment où l'activité du père et du fils sont égales

## Question 5

## ? Items A, B et C

L'item vrai est l'item A.  $t_m = \frac{\ln(\lambda_{mTc}) - \ln(\lambda_{Mo})}{\lambda_{mTc} - \lambda_{Mo}}$ . La constante radioactive est  $\lambda = \frac{\ln(2)}{T} = \frac{0,7}{T}$ . Ainsi, en sachant que  $T_{Mo} = 70h$  et  $T_{mTc} = 7h$ , on a :

$$\begin{aligned} t_m &= \frac{\ln(\lambda_{mTc}) - \ln(\lambda_{Mo})}{\lambda_{mTc} - \lambda_{Mo}} \\ &= \frac{\ln\left(\frac{0,7}{7}\right) - \ln\left(\frac{0,7}{70}\right)}{\frac{0,7}{7} - \frac{0,7}{70}} \\ &= \frac{\ln\left(\frac{0,7}{7} \times \frac{70}{0,7}\right)}{\frac{7}{70} - \frac{0,7}{70}} \\ &= \frac{\ln\left(\frac{70}{7}\right)}{\frac{7-0,7}{70}} \\ &= \frac{\ln(10)}{\frac{6,3}{70}} \\ &= \frac{2,3}{\frac{6,3}{70}} \\ &= \frac{2,3 \times 70}{6,3} \\ &= \frac{161}{6,3} \\ &\approx 25 \text{ heures} \end{aligned}$$

**X** Item D →  $t_m$  est le moment où l'on a atteint un équilibre de régime

FAUX - L'équilibre de régime est une situation où du fait de la désintégration plus rapide du fils que du père on aura un rapport constant entre les activités du père et du fils avec une décroissance de l'activité, les courbes de décroissances de leur radioactivité seront parallèles. En équilibre de régime les activités du père et du fils ne sont pas égales celle du fils est toujours supérieure.

**✓** Item E →  $t_m$  est le moment où l'activité du père et du fils sont égales

VRAI - Cf. item D.

Réponses vraies : A et E

## Question 6

Calculer le rapport de l'activité du Technétium métastable sur l'activité du molybdène lorsqu'un équilibre est atteint.

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A.  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = 0,9$

B.  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = 1,1$

C.  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = 2$

D. Un équilibre de régime est atteint

E. Un équilibre séculaire est atteint

## Question 6

## ? Items A, B et C

L'item vrai est l'item B :  $\frac{A_{mTc}}{A_{Mo}} = \frac{T_{Mo}}{T_{Mo} - T_{mTc}} = \frac{70}{70-7} = \frac{70}{63} = \frac{10}{9} \approx 1,1$

**✓** Item D → Un équilibre de régime est atteint

VRAI - On est en équilibre de régime lorsque le rapport des activités du père et du fils est constant et supérieur à 1, on observe ce cas lorsque  $T_1 > T_2$ .

**X** Item E → Un équilibre séculaire est atteint

FAUX - On est en équilibre séculaire lorsque  $T_1 \gg T_2$ , on a alors un rapport des activités très proche de 1.

Réponses vraies : B et D

## Question 7

Concernant les interactions entre les rayonnements ionisants et la matière, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique est proportionnelle à la masse volumique du milieu

B. La probabilité d'interaction par effet Compton est proportionnelle au carré du numéro atomique de l'élément traversé

C. La probabilité d'interaction par création de paires est inversement proportionnelle à l'énergie du photon

D. En cas de choc tangentiel, l'énergie du photoélectron est nulle

E. L'effet Compton et l'effet photoélectrique ont comme point commun l'émission systématique d'un photon de fluorescence

## Question 7

**✓** Item A → La probabilité d'interaction par effet photoélectrique est proportionnelle à la masse ...

VRAI -  $\tau = C_i \times \rho \times \frac{Z^3}{E^3}$  avec  $C_i$  une constante (mnémotechnique : « Cirrhose »).

✗ **Item B** → La probabilité d'interaction par effet Compton est proportionnelle au carré du ...

FAUX -  $\sigma = B \times \frac{Z}{E}$  avec B une constante (mnémotechnique : « Compton fait la BiZE »).

✗ **Item C** → La probabilité d'interaction par création de paires est inversement proportionnelle ...

FAUX -  $\pi = C \times Z$  avec C une constante (mnémotechnique : « Il Perd (paire) une CaZe »). Notons qu'elle est nulle pour les valeurs d'énergie inférieure à 1,022 MeV.

✗ **Item D** → En cas de choc tangentiel, l'énergie du photoélectron est nulle

FAUX - le photoélectron concerne l'effet photoélectrique, c'est l'énergie de l'électron Compton qui est nulle.

✗ **Item E** → L'effet Compton et l'effet photoélectrique ont comme point commun l'émission ...

FAUX - L'effet Compton n'entraîne pas nécessairement de lacune sur le cortège électronique, donc pas de fluorescence possible.

Réponse vraie : A

#### Question 8

Concernant la création de paires, indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

- A. Lors de l'interaction du photon avec le champ gravitationnel du noyau, il y a matérialisation d'un électron et d'un positon
- B. Lors de la réaction d'annihilation, il y a émission à 180° de deux positons
- C. Le photon incident doit avoir une énergie minimale de 2044 keV

**D. La création de paires peut entraîner l'émission d'un électron Auger**

- E. Elle est très utilisée dans le domaine de l'imagerie

#### Question 8

✗ **Item A** → Lors de l'interaction du photon avec le champ gravitationnel du noyau, il y a ...

FAUX - La création de paires survient par interaction entre un photon et le champ électrostatique du noyau.

✗ **Item B** → Lors de la réaction d'annihilation, il y a émission à 180° de deux positons

FAUX - La réaction d'annihilation entraîne l'émission à 180° de 2 photons.

✗ **Item C** → Le photon incident doit avoir une énergie minimale de 2044 keV

FAUX - L'énergie minimale requise est celle de 2 électrons de 511 keV soit 1,022 MeV.

✓ **Item D** → La création de paires peut entraîner l'émission d'un électron Auger

VRAI - Lors de la réaction d'annihilation, le positon interagit avec un électron qui peut être dans une couche profonde. Cela peut créer une lacune électronique, puis un réarrangement du cortex électronique, à l'origine d'une émission d'un électron Auger/photon de fluorescence.

✗ **Item E** → Elle est très utilisée dans le domaine de l'imagerie

FAUX - La création de paires est utilisée en radiothérapie, mais pas en imagerie.

Réponse vraie : D

#### Question 9

Un photon incident d'énergie 1,022 MeV interagit avec la matière par effet Compton de façon à ce qu'un choc frontal ait lieu.

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

**A. Le photon rétrodiffusé est émis dans le sens opposé au photon incident**

B. L'énergie du photon rétrodiffusé est de 409 keV

**C. L'énergie du photon rétrodiffusé est de 204 keV**

D. L'énergie de l'électron Compton est de 613 keV

E. L'énergie de l'électron Compton est maximale

#### Question 9

✓ **Item A** → Le photon rétrodiffusé est émis dans le sens opposé au photon incident

VRAI - Lors du choc frontal, le photon incident cède un maximum d'énergie à l'électron et fait demi-tour.

✗ **Item B** → L'énergie du photon rétrodiffusé est de 409 keV

FAUX - Soit l'énergie  $E'$  du photon rétrodiffusé pour un photon incident d'énergie  $E$  :

$$E' = \frac{E}{1 + \frac{E(1-\cos(\theta))}{m_e c^2}}$$

Pour un choc frontal ( $\theta = 180^\circ$ ) :

$$\begin{aligned} E' &= \frac{E}{1 + \frac{2E}{m_e c^2}} \\ &= \frac{1022}{1 + \frac{2044}{511}} \\ &= \frac{1022}{1 + 4} \\ &= \frac{1022}{5} = 204 \text{ keV} \end{aligned}$$

✓ **Item C** → L'énergie du photon rétrodiffusé est de 204 keV

VRAI - Cf. item A.

✗ **Item D** → L'énergie de l'électron Compton est de 613 keV

FAUX - L'énergie ne se perd jamais, donc l'énergie cinétique de l'électron vaut  $E_{cin} = E - E' = 1022 - 204 = 818 \text{ keV}$ .

✓ **Item E** → L'énergie de l'électron Compton est maximale

VRAI - La quantité d'énergie cédée à l'électron Compton est maximale en cas de choc frontal, et nulle en cas de choc tangentiel.

Réponses vraies : A, C et E

#### Question 10

Des photons X sont utilisés pour un examen des structures osseuses de l'hallux. Le coefficient linéique d'atténuation de l'os pour ces photons est de  $2,1 \text{ cm}^{-1}$  et la largeur de l'os de l'hallux est de 2 cm.

Indiquez la (ou les) proposition(s) exacte(s) :

A. Le coefficient linéique d'atténuation dépend de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique

B. La couche de demi-atténuation est l'épaisseur de matériaux qui diminue de moitié l'énergie d'un photon incident

C. La proportion de photons incidents qui traversent l'hallux vaut 1/2

D. La proportion de photons incidents qui traversent l'hallux vaut 1/64

E. Si l'hallux était 2 fois plus épais, cela diviserait par 4 le nombre de photons transmis

#### Question 10

✓ **Item A** → Le coefficient linéique d'atténuation dépend de la longueur d'onde du rayonnement ...

VRAI - Les photons de haute énergie (longueur d'onde plus courte) sont moins atténués donc ont un coefficient linéique d'atténuation plus faible.

✗ **Item B** → La couche de demi-atténuation est l'épaisseur de matériaux qui diminue de moitié ...

FAUX - La CDA est l'épaisseur qui divise par 2 le nombre de photons transmis. Après 1 CDA, on retrouve 2 fois moins de photons, mais ils ont la même énergie qu'au départ.

✗ **Item C** → La proportion de photons incidents qui traversent l'hallux vaut 1/2

FAUX - On calcule la valeur d'une CDA :  $CDA = \frac{\ln(2)}{\mu} = \frac{0,7}{2,1} = 1/3 \text{ cm}$

L'hallux a une largeur de 6 CDA ( $6 \times \frac{1}{3} = 2 \text{ cm}$ ) donc  $N(l = 6CDA) = \frac{N_0}{2^6} = 1/64 N_0$ .

✓ **Item D** → La proportion de photons incidents qui traversent l'hallux vaut 1/64

VRAI - Cf. item C.

✗ **Item E** → Si l'hallux était 2 fois plus épais, cela diviserait par 4 le nombre de photons transmis

FAUX - Doubler l'épaisseur revient à ajouter 6 CDA supplémentaire, donc à diviser une nouvelle fois le nombre de photons transmis par 64.

Réponses vraies : A et D

#### Question 11

Concernant l'équilibre acido-basique plasmatique, indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

A. Le diabète peut causer une alcalose métabolique

B. Le diabète peut engendrer une compensation par augmentation de la ventilation pulmonaire

C. Des vomissements peuvent causer une alcalose métabolique

D. Des vomissements peuvent engendrer une compensation en augmentant la ventilation pulmonaire

E. Dans une pathologie respiratoire pure, la concentration plasmatique en bicarbonates est normale

#### Question 11

✗ **Item A** → Le diabète peut causer une alcalose métabolique

FAUX - Le diabète peut causer une acidose métabolique.

✓ **Item B** → Le diabète peut engendrer une compensation par augmentation de la ventilation ...

VRAI - Voir item A, une acidose métabolique peut être compensée par augmentation de la ventilation pulmonaire afin d'éliminer plus de  $\text{CO}_2$ .

✓ **Item C** → Des vomissements peuvent causer une alcalose métabolique

VRAI - Des vomissements correspondent à une perte d'acides (gastriques), et peuvent donc engendrer une alcalose métabolique.

✗ **Item D** → Des vomissements peuvent engendrer une compensation en augmentant la ...

FAUX - Une alcalose métabolique est compensable par un ralentissement de la ventilation pulmonaire afin d'augmenter le  $\text{pCO}_2$  et de rétablir un pH plus acide.

✗ **Item E** → Dans une pathologie respiratoire pure, la concentration plasmatique en bicarbonates ...

FAUX - Dans une pathologie pure, soit la  $\text{pCO}_2$  est normale (métabolique pure), soit la composante métabolique m est normale (respiratoire pure, ne pas confondre m et la concentration en bicarbonates).

Réponses vraies : B et C

## Question 12

Soient deux patients avec des troubles acido-basiques plasmatiques. Ils ont une composante métabolique normale, et le patient B présente une anémie contrairement au patient A.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Si les deux patients sont en acidose avec la même concentration de bicarbonates, A a un pH inférieur à B
- B. Si les deux patients sont en acidose avec un même pH, A a une concentration de bicarbonates inférieure à B

C. Si les deux patients sont en alcalose avec la même concentration de bicarbonates, A a un pH inférieur à B

D. Si les deux patients sont en alcalose avec un même pH, A a une concentration en bicarbonates inférieure à B

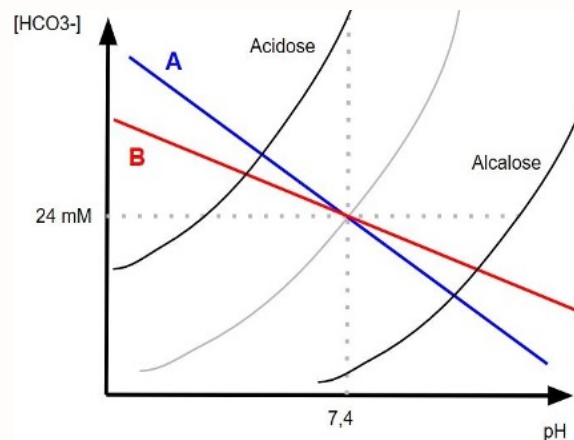
E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

## Question 12

**✗ Item A** → Si les deux patients sont en acidose avec la même concentration de bicarbonates, A ...  
FAUX - Cf. item C.

**✗ Item B** → Si les deux patients sont en acidose avec un même pH, A a une concentration de ...  
FAUX - Cf. item C.

**✓ Item C** → Si les deux patients sont en alcalose avec la même concentration de bicarbonates, ...  
VRAI - On s'aide du graphique :



**✓ Item D** → Si les deux patients sont en alcalose avec un même pH, A a une concentration en ...  
VRAI - Selon le graphique item C.

**✗ Item E** → Aucune des propositions précédentes n'est exacte  
FAUX - Cf. item C et D.

Réponses vraies : C et D

## Question 13

Vous recevez un patient en réanimation, avec une constante métabolique de 28 mM et un pH plasmatique de 7,5. Son taux d'hémoglobine est normal.

Indiquez la réponse exacte :

- A. Ce patient a une alcalose respiratoire pure
- B. Ce patient a une alcalose métabolique pure

**C. Ce patient a une alcalose mixte**

- D. Ce patient a une alcalose respiratoire en compensation
- E. Ce patient a une alcalose métabolique en compensation

## Question 13

**✗ Item A** → Ce patient a une alcalose respiratoire pure

FAUX - C'est impossible d'office, puisqu'on connaît m qui est anormal.

**✗ Item B** → Ce patient a une alcalose métabolique pure

FAUX - Cf. item C.

**✓ Item C** → Ce patient a une alcalose mixte

VRAI - Il nous manque la  $pCO_2$  pour conclure sur la nature du trouble :

On a  $[HCO_3^-] = m + s(7,4 - pH)$  et  $[HCO_3^-] = a \times pCO_2 \cdot 10^{pH-pK}$ . Ainsi, on peut écrire  $m + s(7,4 - pH) = a \times pCO_2 \cdot 10^{pH-pK}$ . On isole la valeur recherchée qui est la seule inconnue : la  $pCO_2$ .

$$pCO_2 = \frac{m + s(7,4 - pH)}{a \cdot 10^{pH-pK}}$$

Et en remplaçant par les valeurs de l'énoncé, on obtient :

$$pCO_2 = \frac{28 + 30(7,4 - 7,5)}{0,03 \cdot 10^{7,5-6,1}} = \frac{28 - 3}{0,03 \times 25} = \frac{1}{0,03} = 33 \text{ mmHg}$$

On a alors une  $pCO_2$  diminuée, et un m augmenté : c'est une alcalose mixte!

**✗ Item D** → Ce patient a une alcalose respiratoire en compensation

FAUX - C'est impossible d'office, puisqu'on a un m augmenté dans le cadre d'une alcalose. Si c'était une compensation métabolique, m serait inférieur à la normale.

**✗ Item E** → Ce patient a une alcalose métabolique en compensation

FAUX - Cf. item C.

Réponse vraie : C

## Question 14

On considère une solution biologique (solvant = eau). On cherche à définir la concentration d'un soluté donné S dans cette solution.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La concentration pondérale de S correspond au quotient de la masse d'une mole de soluté sur le volume de la solution
- B. L'osmolalité correspond au quotient du nombre de moles d'unité cinétique sur la masse de solvant
- C. Si on dissout totalement 1 mole de S dans 2L d'eau, et si S est du chlorure de sodium, l'osmolarité de la solution obtenue sera 1 Osmol/L
- D. La concentration équivalente s'utilise uniquement pour les solutés chargés (ions)
- E. La concentration molaire correspond au quotient de la concentration molaire sur la fraction aqueuse

## Question 14

**✗ Item A** → La concentration pondérale de S correspond au quotient de la masse d'une mole de ...

FAUX - La concentration pondérale de S correspond au quotient de la masse de soluté sur le volume de la solution.

**✓ Item B** → L'osmolalité correspond au quotient du nombre de moles d'unité cinétique sur la ...

VRAI - L'osmolalité correspond au quotient du nombre de moles d'unité cinétique sur la masse de solvant.

**✓ Item C** → Si on dissout totalement 1 mole de S dans 2L d'eau, et si S est du chlorure de ...

VRAI - Le chlorure de sodium est composé de deux éléments, donc deux osmoles. On introduit ce soluté dans deux litres d'eau, donc dans 1 osmole pour 1L.

**✓ Item D** → La concentration équivalente s'utilise uniquement pour les solutés chargés (ions)

VRAI - La concentration équivalente peut aussi s'utiliser pour les solutés non chargés, comme une solution de glucose.

**✓ Item E** → La concentration molaire correspond au quotient de la concentration molaire sur la ...

VRAI - La concentration molaire correspond au quotient de la masse de soluté sur la masse de solvant.

Réponses vraies : B, C, D et E

## Question 15

On considère le phénomène de diffusion passive, au travers d'une membrane perméable, d'un soluté S et de son solvant en solution biologique, avec débit conservatif au sein de la membrane et mouvement unidirectionnel perpendiculaire à celle-ci. La membrane sépare deux compartiments biologiques ouverts 1 et 2, à l'air libre, 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.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La valeur absolue du débit diffusif du soluté augmente si le gradient de concentration entre les deux compartiments augmente
- B. La valeur absolue du débit diffusif du soluté dépend du coefficient de diffusion D
- C. La mobilité mécanique molaire b est inversement proportionnelle au coefficient de friction molaire
- D. La mobilité mécanique molaire b augmente quand la température diminue
- E. Lorsque l'équilibre est atteint, la concentration de S est la même en tout point de la solution

## Question 15

**✓ Item A** → La valeur absolue du débit diffusif du soluté augmente si le gradient de concentration ...

VRAI -  $J_{ds} = -RTbS \text{ grad}(c)$  avec c la concentration molaire en soluté.

**✓ Item B** → La valeur absolue du débit diffusif du soluté dépend du coefficient de diffusion D

VRAI -  $D = RTb$ , donc D est proportionnel au débit diffusif du soluté.

**✓ Item C** → La mobilité mécanique molaire b est inversement proportionnelle au coefficient de ...

VRAI -  $b = \frac{1}{Nf}$  avec N la constante d'Avogadro, et f le coefficient de friction moléculaire et ( $N \times f$ ) le coefficient de friction molaire.

**✗ Item D** → La mobilité mécanique molaire b augmente quand la température diminue

FAUX - Le coefficient mécanique molaire b augmente quand la température augmente.

**✓ Item E** → Lorsque l'équilibre est atteint, la concentration de S est la même en tout point de ...

VRAI - L'équilibre est marquée par l'absence de gradient de concentration, puisque le soluté est réparti de manière homogène. Imaginez un verre d'eau avec du sucre, si vous ne remuez pas, le sucre se répartira de manière homogène dans l'eau, au bout d'un temps suffisamment long.

Réponses vraies : A, B, C et E

## Question 16

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 les surfaces sont librement en contact avec l'air ambiant. On exerce une pression hydrostatique forte sur le compartiment 2.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. On provoque ainsi un transfert membranaire passif de type convectif d'eau et de soluté du compartiment 1 au compartiment 2
- B. Le débit convectif de soluté est aussi appelé débit de filtration
- C. La valeur absolue du débit de filtration est proportionnelle à la mobilité mécanique du solvant
- D. La valeur absolue du débit de filtration dépend de l'épaisseur de la membrane
- E. La valeur absolue du débit convectif de soluté est directement proportionnel à la concentration molaire de soluté S

## Question 16

✗ **Item A** → On provoque ainsi un transfert membranaire passif de type convectif d'eau et de...

FAUX - Le transfert se fait du compartiment 2 au compartiment 1.

✗ **Item B** → Le débit convectif de soluté est aussi appelé débit de filtration

FAUX - Le débit convectif de solvant est aussi appelé débit de filtration.

✓ **Item C** → La valeur absolue du débit de filtration est proportionnelle à la mobilité mécanique...

VRAI -  $J_F = -b_{H_2O} S \text{grad}(P)$  avec  $b_{H_2O}$  la mobilité mécanique du solvant.

✓ **Item D** → La valeur absolue du débit de filtration dépend de l'épaisseur de la membrane

VRAI -  $|J_F| = b_{H_2O} S \frac{\Delta P}{e}$  avec  $e$  l'épaisseur de la membrane.

✗ **Item E** → La valeur absolue du débit convectif de soluté est directement proportionnel à la...

FAUX - La valeur absolue du débit convectif de soluté est proportionnel à la concentration molaire de soluté S.

Réponses vraies : C et D

## Question 17

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion  $i$  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. 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.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Le phénomène de migration est dû aux forces Colombiennes
- B. Au cours du déplacement de la molécule, son énergie potentielle diminue
- C. La valeur absolue du débit molaire électrique dépend de la concentration molaire en soluté
- D. La valeur absolue du débit molaire électrique dépend de la valence de l'ion
- E. Le courant électrique généré par le transfert est dans le sens du flux si l'ion est un anion

## Question 17

✓ **Item A** → Le phénomène de migration est dû aux forces Colombiennes

VRAI - La migration électrique est due aux forces électriques, donc aux forces de Coulomb.

✓ **Item B** → Au cours du déplacement de la molécule, son énergie potentielle diminue

VRAI - Le déplacement de la molécule ne s'effectue qu'au prix d'une diminution de son énergie potentielle.

✓ **Item C** → La valeur absolue du débit molaire électrique dépend de la concentration molaire...

VRAI -  $J_{ei} = -z_i F b_i S c_i \text{grad}(V)$ . Cette formule montre que le débit molaire électrique dépend de la concentration molaire en soluté.

✓ **Item D** → La valeur absolue du débit molaire électrique dépend de la valence de l'ion

VRAI - Cf. item C.

✗ **Item E** → Le courant électrique généré par le transfert est dans le sens du flux si l'ion est un anion

FAUX - S'il s'agit d'un cation, le courant électrique est dans le sens du flux ; s'il s'agit d'un anion, le courant électrique est dans le sens opposé au flux.

Rappel : formule du courant électrique  $I = ZFJ$ .

Réponses vraies : A, B, C et D

## Question 18

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.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion  $i$  ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle au gradient de la différence de potentiel  $V$
- B. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion  $i$  ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle à la surface d'échange utile
- C. La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion  $i$  ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire du soluté
- D. La conductance membranaire de l'ion  $i$  ( $g_i$ ) s'exprime en Ampère
- E. La conductance membranaire spécifique de l'ion  $i$  ( $g_i$ ) est un coefficient reliant la valeur du courant  $I$  et la différence de potentiel entre deux compartiments

## Question 18

- ✓ **Item A** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion  $i$  ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle au ...  
VRAI -  $J_{ei} = -uScgrad(V)$ . On voit bien que le débit molaire électrique est proportionnel au gradient de la différence de potentiel  $V$ .
- ✓ **Item B** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion  $i$  ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle à ...  
VRAI - Cf. item A.
- ✓ **Item C** → La valeur absolue du débit molaire électrique de l'ion  $i$  ( $J_{ei}$ ) est proportionnelle à ...  
VRAI -  $J_{ei} = -z_i F b_i S c_i grad(V)$ . On voit bien que le débit molaire électrique est proportionnel à la mobilité mécanique molaire du soluté.
- ✗ **Item D** → La conductance membranaire de l'ion  $i$  ( $g_i$ ) s'exprime en Ampère  
FAUX - Elle s'exprime en Siemens.
- ✓ **Item E** → La conductance membranaire spécifique de l'ion  $i$  ( $g_i$ ) est un coefficient reliant la ...  
VRAI -  $I = g_i(V - V_{i,eq})$ . La conductance membranaire spécifique de l'ion  $i$  est un coefficient reliant la valeur du courant  $I$  et la différence de potentiel entre deux compartiments.

Réponses vraies : A, B, C et E

## Question 19

On considère le phénomène de Starling s'exerçant au sein d'un capillaire périphérique. Les cellules et le capillaire sont séparés par un espace appelé interstitium.

Indiquer la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. Le phénomène de Starling conditionne les échanges tissulaires périphériques en combinant les mécanismes de diffusion et de filtration
- B. Physiologiquement, la pression oncotique augmente du pôle artériel au pôle veineux du capillaire
- C. Physiologiquement, la pression interstitielle est plus faible que la pression hydrostatique intravasculaire
- D. Des œdèmes peuvent apparaître à la suite d'une carence d'apport protéique
- E. Une défaillance cardiaque peut entraîner un état déséquilibré des échanges tissulaires périphériques par diminution de la pression veineuse

## Question 19

- ✓ **Item A** → Le phénomène de Starling conditionne les échanges tissulaires périphériques en ...  
VRAI - Starling = diffusion + convection/filtration.
- ✗ **Item B** → Physiologiquement, la pression oncotique augmente du pôle artériel au pôle veineux ...  
FAUX - La pression oncotique reste constante tout le long du capillaire.
- ✓ **Item C** → Physiologiquement, la pression interstitielle est plus faible que la pression ...  
VRAI - Il existe une pression hydrostatique de filtration aux deux pôles artériel et veineux, signifiant que la pression intravasculaire est supérieure à la pression interstitielle.
- ✓ **Item D** → Des œdèmes peuvent apparaître à la suite d'une carence d'apport protéique  
VRAI - Cette carence d'apport protéique entraîne une diminution de la pression oncotique et donc une diminution du rappel d'eau de l'interstitium vers le capillaire (c'est le cas, par exemple, chez les patients dénutris).
- ✗ **Item E** → Une défaillance cardiaque peut entraîner un état déséquilibré des échanges tissulaires ...  
FAUX - La pression veineuse augmente en cas de défaillance cardiaque.

Réponses vraies : A, C et D

**Question 20**

On considère le phénomène de transport du glucose, s'exerçant au sein d'une membrane d'un tissu périphérique d'un organe sain.

Indiquez la (ou les) réponse(s) exacte(s) :

- A. La vitesse du transport passif facilité du glucose augmente jusqu'à un seuil où elle atteint une valeur de transfert maximale
- B. Il existe des voies de transport transmembranaire du glucose fondées sur l'utilisation de symports
- C. Le glucose fait partie des molécules qui peuvent traverser facilement la bicouche lipidique de la membrane
- D. GLUT-1 est spécifique du L-glucose
- E. Le fructose et le galactose peuvent emprunter GLUT-2

**Question 20**

✓ **Item A** → *La vitesse du transport passif facilité du glucose augmente jusqu'à un seuil où elle ...*

VRAI - C'est un phénomène saturable.

✓ **Item B** → *Il existe des voies de transport transmembranaire du glucose fondées sur l'utilisation ...*

VRAI - Comme SGLT-1.

✗ **Item C** → *Le glucose fait partie des molécules qui peuvent traverser facilement la bicouche ...*

FAUX - Il peut en fait passer de façon très lente et en quantités extrêmement faibles, marginales, via la diffusion simple mais son passage transmembranaire est physiologiquement sous la dépendance de transporteurs (famille des GLUT ou des SGLT).

✗ **Item D** → *GLUT-1 est spécifique du L-glucose*

FAUX - C'est le D-glucose.

✓ **Item E** → *Le fructose et le galactose peuvent emprunter GLUT-2*

VRAI - C'est l'une des caractéristiques de GLUT-2.

Réponses vraies : **A, B et E**

# TUTO 2 – 2021-2022



UE11



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2021-2022

## SUJET

### Examen Blanc n°2 PASS

## UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

#### A 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 **4 pages** numérotées de **1 à 4** et comporte **22 questions**.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

#### Question 1

Concernant la formule des niveaux d'énergie des électrons dans le modèle de Bohr, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- L'énergie est principalement exprimée en eV
- L'énergie est principalement exprimée en Joules
- L'énergie est proportionnelle au numéro de la couche de l'électron
- Le niveau d'énergie est toujours négatif
- Le niveau d'énergie de l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état excité est inférieur à celui de l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état stable

#### Question 2

Concernant la notion d'activité, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- L'activité d'un radioélément correspond au nombre de noyaux se désintégrant par unité de distance
- L'activité ne s'exprime qu'en Becquerel
- Elle dépend de la période du radioélément
- Elle peut s'exprimer en secondes
- L'activité est une fonction exponentielle du temps

#### Question 3

Le Radium  $^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre en Radon  $^{222}_{86}\text{Rn}$  par émission alpha, quelle est l'énergie cinétique  $Q$  de la particule alpha émise lors de cette transformation radioactive ?

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

Données :  $M(^{226}_{88}\text{Ra}) = 225,9771 \text{ u.m.a}$  ;  $M(^{222}_{86}\text{Rn}) = 221,9703 \text{ u.m.a}$  ;  $M(\text{He}) = 4,0015 \text{ u.m.a}$  ;  $1 \text{ u.m.a} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

- $Q = 4,93695 \text{ MeV}$
- $Q = 0,0053 \text{ MeV}$
- $Q = 47,7 \times 10^{13} \text{ MeV}$
- La désintégration du Radium 226 en Radon 222 donne lieu à un spectre continu
- L'émission alpha est une transformation isobarique

#### Question 4

Concernant les particules alpha, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- L'émission alpha implique l'éjection de particules non chargées
- Tout comme la capture électronique, l'émission alpha est un processus qui n'est pas isobarique
- L'émission alpha possède un spectre de raies
- Les particules alpha déposent toute leur énergie cinétique dans le tissu où elles sont émises
- L'émission alpha implique un réarrangement électronique

**Question 5**

Le Cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  se désintègre en  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ .

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

- A. Le cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  se désintègre en  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  grâce une transition  $\beta^+$
- B. Le cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  se désintègre en  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  selon une transition  $\beta^-$
- C. La réaction permet de libérer un noyau d'hélium
- D. La réaction permet de libérer un neutrino
- E. La réaction est isobarique

**Question 6**

Un atome de Zinc ( $Z = 30$ ) absorbe un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde égale à  $0,0716 \text{ nm}$ . À la suite de cette absorption, l'atome de Zinc va émettre un électron Auger provenant de la couche M d'énergie cinétique  $E_{c1}$ , et d'autres électrons d'énergie cinétique  $E_{c2} = 9,18 \text{ keV}$  ou bien d'énergie cinétique  $E_{c3} = 10,88 \text{ keV}$ .

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

- A. Le niveau d'énergie de la couche K est  $E_K = 12240 \text{ keV}$
- B. Les électrons d'Auger issus de la couche M ont une énergie cinétique  $E_{c1}$  égale à  $7,82 \text{ eV}$
- C. L'électron d'énergie  $E_{c2}$  est un photoélectron
- D. L'électron d'énergie  $E_{c3}$  est un électron d'Auger
- E. Aucune de ces réponses n'est exacte

**Question 7**

Concernant l'effet création de paires, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Lors d'une création de paires, l'énergie excédentaire est partagée entre l'électron et le positon sous forme d'énergie thermique
- B. L'énergie du photon incident doit être au moins équivalente à la masse au repos de 2 électrons c'est à dire  $1,022 \text{ MeV}$
- C. Le spectre observé après une création de paires est un spectre continu
- D. La probabilité d'interaction par création de paires suit la formule  $\pi = CZ$
- E. La création de paires est un effet marginal car elle nécessite des énergies qui sont rarement utilisées en imagerie

**Question 8**

Soit une source radioactive isotrope d'iode 131 d'activité  $A_0$  à l'instant  $t_0$  et de période radioactive  $T = 8j$ . Le comptage à l'aide d'un détecteur placé à  $10 \text{ cm}$  de la source donne  $8 \times 10^4$  coups par seconde à  $t_0$ . Concernant la valeur du comptage à  $2 \text{ m}$  de la source et  $8$  semaines plus tard.

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

- A.  $2,44 \times 10^2$  cps
- B.  $4 \times 10^2$  cps
- C.  $1,56$  cps
- D.  $0,64$  cps
- E.  $1,81 \times 10^2$  cps

**Question 9**

Concernant les particules alpha et leurs interactions, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La distance moyenne d'ionisation est proportionnelle à la DLI
- B. Les particules  $\alpha$  sont lourdes, directement ionisantes et chargées
- C.  $TLE \approx S_{rad}$
- D. Les particules  $\alpha$  sont très peu déviées, parcourent de grandes distances et transmettent beaucoup d'énergie au milieu, d'où leur nocivité
- E. La courbe de Bragg nous informe sur l'évolution de la DLI le long du parcours. Cette dernière augmente au début du parcours pour s'atténuer par décroissance exponentielle

**Question 10**

Des archéologues ont ramené de leur expédition d'énormes échantillons de pierres de l'île de Tuvalu. Au laboratoire, ils ont remarqué que des particules légères étaient émises de celles-ci en créant au total  $178$  paires d'ions dont  $60$  paires par  $\mu\text{m}$  avec un transfert linéique d'énergie de  $3000 \text{ eV}/\mu\text{m}$ . Ces particules ont un parcours moyen  $\bar{R} \approx 2,3 \mu\text{m}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) des est (sont) exacte(s) ?

- A. Pour une particule légère  $\beta$ , la longueur du parcours est plus grande que celle de la trajectoire
- B. Le ralentissement des particules légères, comme les particules lourdes, se fait par collision et radiation
- C. L'énergie de la particule émise est égale à  $0,0089 \text{ MeV}$
- D. L'énergie de la particule est égale à  $6,9 \text{ keV}$
- E. La masse volumique des échantillons de pierres est de  $19,3 \text{ g.cm}^{-3}$

**Question 11**

Concernant le coefficient linéique d'atténuation  $\mu$ , parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Il correspond à la probabilité d'interaction d'un photon par unité de longueur
- B. La décroissance de l'intensité d'un faisceau de photons peut s'écrire de la façon suivante  $N(x) = N_0 e^{-\frac{\mu}{\rho} \rho x}$
- C. Il s'exprime en  $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$
- D.  $\mu$  dépend de l'état du milieu atténuant
- E.  $\mu$  a la même valeur pour le plomb que pour l'eau

**Question 12**

Concernant les différentes particules ionisantes, parmi les propositions exactes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

- A. Les particules  $\alpha$  sont directement ionisantes comme les électrons
- B. Les photons  $\gamma$  sont directement ionisants
- C. La particule alpha suit une trajectoire rectiligne comme les électrons
- D. Le pouvoir de ralentissement d'une particule est noté :  $S = S_{coll} + S_{rad}$
- E. Le pouvoir de ralentissement S correspond à une quantité d'énergie perdue par unité de temps et de distance

**Question 13**

Concernant l'effet Compton, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'effet Compton résulte de l'interaction d'un photon incident avec un électron libre ou peu lié
- B. Lors d'un choc tangentiel, l'énergie cinétique du photon diffusé est nulle
- C. Lors d'un choc frontal le photon est rétrodiffusé
- D. La probabilité d'interaction par effet Compton  $\sigma$  diminue lorsque l'énergie du rayonnement augmente
- E. La désexcitation du milieu se fait par émission d'un électron Auger ou émission d'un rayonnement de fluorescence X qui permet d'observer un spectre continu

**Question 14**

Concernant les systèmes tampons, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La normale d'ions  $H^+$  dans l'organisme est de 40 mmol/L
- B. Une solution normale contient potentiellement sous forme libre ou libérable une mole d'ions  $H^+$  par litre
- C. Un système tampon est un mélange d'un acide fort avec une base forte
- D. Il existe une relation linéaire entre la concentration en sels de protéines et le pH dans le corps
- E. Une fistule pancréatique peut induire une acidose métabolique

**Question 15**

Un patient se trouve en réanimation avec un pH sanguin de 7 et avec une concentration de bicarbonates plasmatique de 38 mmol/L. La droite tampon du sang a une pente de valeur absolue égale à 35  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{pH}^{-1}$ .

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

- 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 métabolique pure
- D. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte
- E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exacte

**Question 16**

Un patient a un pH sanguin de 7,5 et avec une concentration de bicarbonates plasmatique de 30 mmol/L. La droite tampon a une pente de valeur absolue égale à 30  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{pH}^{-1}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

Aide au calcul :  $10^{1.4} \approx 25$

- A. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure
- B. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose respiratoire pure
- C. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose mixte
- D. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique partiellement compensée
- E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exactes

**Question 17**

Vous recevez un patient ayant un pH plasmatique de 7.4 ; une composante métabolique de 25,3 mmol/L ; et son taux d'hémoglobine est normal. La droite tampon a une pente de valeur absolue égale à 30  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{pH}^{-1}$ .

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

Aide au calcul :  $10^{1.3} \approx 20$

- A. La  $PCO_2$  est égale à 39 mmHg environ
- B. La  $PCO_2$  est égale à 42 mmHg environ
- C. Il s'agit d'une acidose respiratoire compensée
- D. Le patient est probablement en hyperventilation
- E. Une des causes possibles de ce trouble est l'abus de barbituriques

**Question 18**

Un patient se présente aux urgences, vous réalisez ses gaz du sang dont les résultats sont les suivants :  $pH = 7,2$  ;  $[HCO_3^-] = 27,2 \text{ mmol/L}$ . Malheureusement et par omission, le laboratoire a oublié de vous indiquer la  $PCO_2$ . Pour vous aider, on donne également la pente de sa droite tampon  $s = 31 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{pH}^{-1}$ .

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

Aide au calcul :  $10^{1,1} \approx 13$

- A. La composante métabolique  $m = 21 \text{ mmol/L}$
- B. Sa  $PCO_2$  est égale à 45 mmHg
- C. Ce patient a une acidose mixte
- D. Le patient pourrait être en insuffisance respiratoire
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

**Question 19**

Vous recevez un patient dans votre service dont le pH plasmatique est de 7,41 ; la  $PCO_2$  de 30 mmHg et dont le taux d'hémoglobine est normal.

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

Aide au calcul :  $10^{1,31} \approx 20$

- A. La  $PCO_2$  est inférieure à la norme, on peut donc affirmer la présence d'une alcalose respiratoire
- B. Le pH est augmenté, le patient a donc une alcalose respiratoire non compensée
- C. La constante métabolique de ce patient est d'environ 24 mmol/L
- D. La constante métabolique de ce patient est d'environ 18,7 mmol/L
- E. Une des causes possibles de ce trouble est l'hypoventilation secondaire à une paralysie des muscles respiratoires

**Question 20**

Concernant le modèle de Young, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le modèle de Young est caractéristique du matériau
- B. La loi de Hooke peut s'écrire ainsi :  $\Delta L = \gamma \cdot L_0 \cdot \frac{F}{S}$
- C. Un corps est d'autant plus élastique que son module d'Young est grand
- D. La tension superficielle est définie comme  $F/l$
- E. La tension superficielle est inversement proportionnelle au module d'Young

**Question 21**

Concernant la contrainte de cisaillement et la tension superficielle, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La contrainte de cisaillement est minimale au contact des cellules endothéliales
- B. On définit la tension superficielle pour le cœur comme  $T = \frac{e \times P \times R_1}{2}$
- C. Pour diminuer la tension après dilatation, le cœur va s'hypertrophier
- D. Une diminution de la contrainte de cisaillement induit une vasodilatation
- E. La contrainte de cisaillement correspond à  $\Delta v / \Delta x$

**Question 22**

En essayant de reproduire les mouvements du chef cuisinier sur une vidéo YouTube, Irene s'est malheureusement coupé l'artère humérale. En voyant ce désastre (lac sanguin), sa mère appelle le Samu. Arrivés, les urgentistes mesurent la fréquence cardiaque d'Irene qui est à 130 bpm avec un volume d'éjection à chaque battement de 35 mL, contre une FC de 60 bpm et un volume d'éjection de 70 mL au repos.

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

- A. Le débit cardiaque a augmenté et s'approche de 273 L/h dans l'ambulance
- B. Lors d'une hémorragie, on observe une augmentation de la  $P_{TM}$  et donc une diminution du diamètre des vaisseaux
- C. Lors d'un malaise vagal ou d'une vasoplégie, on observe une diminution de la tension musculaire active
- D. La courbe pression-volume présente les phases de remplissage, de contraction isovolumique, d'éjection ventriculaire et de relâchement isovolumique avec comme surface sous la courbe le travail cardiaque
- E. À la suite d'une chute de la  $P_{TM}$  lors d'une hémorragie, on a une augmentation de la  $T_a$  afin de garder une perfusion normale (limiter la perte de sang)

**FIN DU SUJET**



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2021-2022

# CORRECTION

## Examen Blanc n°2 PASS

### UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

**A 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 **22** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité  
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : 2 UE (spé) : 11

Nom :  
Prénom :  
Numéro A2SUP :

IDENTIFICATION

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Diz. Mil.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Mil.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cent.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diz. 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"/>	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"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">M Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">M Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">J Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">J Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Date de naissance (JJ/MM)</p>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M 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"/>	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"/>	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"/>	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"/>
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																
Diz. 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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																
M 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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																

1 <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"/>	13 <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"/>	25 <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"/>	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"/>
2 <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"/>	14 <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"/>	26 <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"/>	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"/>
3 <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"/>	15 <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"/>	27 <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"/>	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"/>
4 <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"/>	16 <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"/>	28 <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"/>	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"/>
5 <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"/>	17 <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"/>	29 <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"/>	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"/>
6 <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"/>	18 <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"/>	30 <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"/>	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"/>
7 <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"/>	19 <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"/>	31 <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"/>	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"/>
8 <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"/>	20 <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"/>	32 <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"/>	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"/>
9 <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"/>	21 <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"/>	33 <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"/>	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"/>
10 <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"/>	22 <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"/>	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"/>	
11 <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"/>	23 <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"/>	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"/>	
12 <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"/>	24 <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"/>	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"/>	

## Question 1

Concernant la formule des niveaux d'énergie des électrons dans le modèle de Bohr, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. L'énergie est principalement exprimée en eV

B. L'énergie est principalement exprimée en Joules

C. L'énergie est proportionnelle au numéro de la couche de l'électron

D. Le niveau d'énergie est toujours négatif

E. Le niveau d'énergie de l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état excité est inférieur à celui de l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état stable

## Question 1

✓ **Item A** → L'énergie est principalement exprimée en eV

VRAI - La formule classique pour calculer le niveau d'énergie d'une couche :

$$E_n = -13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

Le niveau d'énergie est toujours négatif grâce au petit  $-13,6$  devant. On voit aussi qu'il est proportionnel au numéro atomique  $Z$  tandis qu'il est inversement proportionnel à son numéro quantique principal  $n$ . Concernant l'énergie de l'électron d'un atome excité, il se situe sur une couche supérieure à la couche  $K$  (donc  $n > 1$ ). Ainsi, avec  $Z = 1$  (et  $b = 0$  puisque non précisée), on a :

$$E = -13,6 \times \frac{1^2}{n^2}$$

On divise donc  $-13,6$  par un nombre supérieur à 1, donc on obtient un résultat supérieur à  $-13,6$  ! (Vous pouvez tester avec  $n = 2$  par exemple).

✗ **Item B** → L'énergie est principalement exprimée en Joules

FAUX - L'énergie est principalement exprimée en eV, car les énergies impliquées sont trop petites pour être exprimées en Joules.

✗ **Item C** → L'énergie est proportionnelle au numéro de la couche de l'électron

FAUX - L'énergie est inversement proportionnelle au numéro quantique principal  $n$  et non pas proportionnelle.

✓ **Item D** → Le niveau d'énergie est toujours négatif

VRAI - Le niveau d'énergie est toujours négatif grâce au petit  $-13,6$  devant.

✗ **Item E** → Le niveau d'énergie de l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état excité est inférieur ...

FAUX - L'énergie de l'électron d'un atome excité est supérieure à celle de l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état stable. Plus un système est excité, plus il a absorbé de l'énergie, donc plus son énergie est élevée.

Réponses vraies : A et D

## Question 2

Concernant la notion d'activité, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. L'activité d'un radioélément correspond au nombre de noyaux se désintégrant par unité de distance

B. L'activité ne s'exprime qu'en Becquerel

C. Elle dépend de la période du radioélément

D. Elle peut s'exprimer en secondes

E. L'activité est une fonction exponentielle du temps

## Question 2

✗ **Item A** → L'activité d'un radioélément correspond au nombre de noyaux se désintégrant par ...

FAUX - L'activité d'un radioélément correspond au nombre de noyaux se désintégrant par unité de temps  $t$  :

$$A(t) = \lambda N(t) \\ = A_0 e^{-\lambda t}$$

Elle est modélisée par une décroissance exponentielle comme vu dans vos cours et s'exprime en Becquerel (= désintégrations par seconde) et en Curie ( $1Ci = 3,7 \times 10^{10} Bq$ ). Cette décroissance est caractérisée par une constante de désintégration radioactive  $\lambda$  qui s'exprime en  $temps^{-1}$ . Comment savoir si l'activité dépend de la période de l'élément ?

On reprend la notion de demi-vie  $t_{1/2}$  : la demi-vie est le temps au bout duquel l'activité  $A_{t_{1/2}}$  atteint la moitié de sa valeur initiale  $A_0$  donc  $A_{t_{1/2}} = \frac{A_0}{2}$ . On peut donc écrire :

$$\frac{A_0}{2} = A_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

Mathématiquement, on peut isoler  $\lambda$  :

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}} \\ \Leftrightarrow \ln \frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2} \\ \Leftrightarrow -\ln(2) = -\lambda t_{1/2} \\ \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

Puisque  $A(t) = \lambda N(t)$  et  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$  donc l'activité dépend de la période !

✗ **Item B** → L'activité ne s'exprime qu'en Becquerel

FAUX - L'activité ne s'exprime pas qu'en Becquerel, elle peut aussi s'exprimer en Curie.

✓ **Item C** → Elle dépend de la période du radioélément

VRAI - L'activité dépend en effet de la période du radioélément. L'expression de l'activité est  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$  avec  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ .

**✗ Item D** → Elle peut s'exprimer en secondes

FAUX - L'activité ne s'exprime pas en secondes mais en Becquerel ou en Curie, qui sont des unités de désintégrations par seconde.

**✓ Item E** → L'activité est une fonction exponentielle du temps

VRAI - L'activité est une fonction exponentielle du temps. Elle est modélisée par une décroissance exponentielle comme vu dans vos cours et s'exprime en Becquerel (= désintégrations par seconde) et en Curie ( $1Ci = 3,7 \times 10^{10} Bq$ ).

Réponses vraies : C et E

### Question 3

Le Radium  $^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre en Radon  $^{222}_{86}\text{Rn}$  par émission alpha, quelle est l'énergie cinétique  $Q$  de la particule alpha émise lors de cette transformation radioactive ?

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

Données :  $M(^{226}_{88}\text{Ra}) = 225,9771 \text{ u.m.a}$ ;  $M(^{222}_{86}\text{Rn}) = 221,9703 \text{ u.m.a}$ ;  $M(\text{He}) = 4,0015 \text{ u.m.a}$ ;  $1 \text{ u.m.a} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

A.  $Q = 4,93695 \text{ MeV}$

B.  $Q = 0,0053 \text{ MeV}$

C.  $Q = 47,7 \times 10^{13} \text{ MeV}$

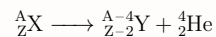
D. La désintégration du Radium 226 en Radon 222 donne lieu à un spectre continu

E. L'émission alpha est une transformation isobarique

### Question 3

**? Items A, B et C**

L'item vrai est l'item A - Rappel : désintégration alpha.



Les émissions alpha sont des transformations par partition. Ce sont les émissions  $\beta^+$  et  $\beta^-$  qui sont dites isobariques.

Comment calculer l'énergie cinétique d'une particule  $\alpha$  ?

$$\begin{aligned} Q &= [M(^{226}_{88}\text{Ra}) - M(^{222}_{86}\text{Rn}) - M(\text{He})] \times c^2 \\ &= [225,9771 - 221,9703 - 4,0015] \times 931,5 \\ &= 0,0053 \times 931,5 \\ &= 4,93695 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Au niveau énergétique, la désintégration  $\alpha$  présente un spectre de raie et non continu, signature de la différence des masses des noyaux père et fils.

**✗ Item D** → La désintégration du Radium 226 en Radon 222 donne lieu à un spectre continu

FAUX - La désintégration alpha est une transformation par partition, elle donne lieu à un spectre de raie et non continu.

**✗ Item E** → L'émission alpha est une transformation isobarique

FAUX - Ce sont les émissions  $\beta^+$  et  $\beta^-$  qui sont dites isobariques.

Réponse vraie : A

### Question 4

Concernant les particules alpha, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. L'émission alpha implique l'éjection de particules non chargées

B. Tout comme la capture électronique, l'émission alpha est un processus qui n'est pas isobarique

C. L'émission alpha possède un spectre de raies

D. Les particules alpha déposent toute leur énergie cinétique dans le tissu où elles sont émises

E. L'émission alpha implique un réarrangement électronique

### Question 4

**✗ Item A** → L'émission alpha implique l'éjection de particules non chargées

FAUX - Les émissions alpha impliquent l'émission d'un noyau hélium He chargé positivement (+2). Il est constitué de 4 nucléons : 2 neutrons et 2 protons. Leur spectre énergétique est un spectre de raie et non un spectre continu. Les particules alpha déposent toute leur énergie cinétique dans le tissu où elles sont émises c'est d'ailleurs pourquoi on utilise des émetteurs  $\alpha$  dans différentes thérapies. Les émissions  $\alpha$  n'impliquent pas de réarrangement électronique et ne sont pas des transitions isobariques mais la capture électronique est bien isobarique.

**✗ Item B** → Tout comme la capture électronique, l'émission alpha est un processus qui n'est pas ...

FAUX - Il est vrai que les émissions  $\alpha$  ne sont pas des transitions isobariques mais la capture électronique est bien isobarique.

**✓ Item C** → L'émission alpha possède un spectre de raies

VRAI - Exactement !

**✓ Item D** → Les particules alpha déposent toute leur énergie cinétique dans le tissu où elles sont ...

VRAI - C'est pourquoi on utilise des émetteurs  $\alpha$  dans différentes thérapies.

**✗ Item E** → L'émission alpha implique un réarrangement électronique

FAUX - Cf item A.

Réponses vraies : C et D

## Question 5

Le Cobalt  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  se désintègre en  ${}_{28}^{60}\text{Ni}$ .

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

A. Le cobalt  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  se désintègre en  ${}_{28}^{60}\text{Ni}$  grâce une transition  $\beta^+$

B. Le cobalt  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  se désintègre en  ${}_{28}^{60}\text{Ni}$  selon une transition  $\beta^-$

C. La réaction permet de libérer un noyau d'hélium

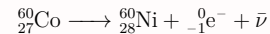
D. La réaction permet de libérer un neutrino

E. La réaction est isobarique

## Question 5

## ? Items A et B

L'item vrai est l'item B - Si on fait le bilan de la transformation, on observe que le nombre de masse ( $A = 60$ ) est intact et que le cobalt a gagné un proton (on passe de  $Z = 27$  à  $Z = 28$ ). On se trouve dans le cas d'une transition isobarique avec une émission d'une charge de charge négative, c'est alors une transformation  $\beta^-$ . Le bilan sera donc :



Dans une transformation  $\beta^-$ , un antineutrino est émis avec l'électron. L'émission de noyau d'hélium ne concerne que les transformations  $\alpha$ .

**X** **Item C** → La réaction permet de libérer un noyau d'hélium

FAUX - L'émission de noyau d'hélium ne concerne que les transformations  $\alpha$ .

**X** **Item D** → La réaction permet de libérer un neutrino

FAUX - Dans une transformation  $\beta^-$ , un antineutrino est émis avec l'électron.

**✓** **Item E** → La réaction est isobarique

VRAI - La réaction est isobarique, puisque le nombre de masse ( $A = 60$ ) est intact.

Réponses vraies : B et E

## Question 6

Un atome de Zinc ( $Z = 30$ ) absorbe un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde égale à  $0.0716 \text{ nm}$ . À la suite de cette absorption, l'atome de Zinc va émettre un électron Auger provenant de la couche M d'énergie cinétique  $E_{c1}$ , et d'autres électrons d'énergie cinétique  $E_{c2} = 9,18 \text{ keV}$  ou bien d'énergie cinétique  $E_{c3} = 10,88 \text{ keV}$ .

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

A. Le niveau d'énergie de la couche K est  $E_K = 12240 \text{ keV}$

B. Les électrons d'Auger issus de la couche M ont une énergie cinétique  $E_{c1}$  égale à  $7,82 \text{ eV}$

C. L'électron d'énergie  $E_{c2}$  est un photoélectron

D. L'électron d'énergie  $E_{c3}$  est un électron d'Auger

E. Aucune de ces réponses n'est exacte

## Question 6

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

Calculons l'énergie de liaison des électrons de la couche K, L et M, en sachant que l'énergie de liaison est donnée par la formule :

$$E_n = -13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

- $E_K = -13,6 \times \frac{(30)^2}{1^2} = -12240 \text{ eV}$  (A FAUX)

- $E_L = -13,6 \times \frac{(30)^2}{2^2} = -3060 \text{ eV}$

- $E_M = -13,6 \times \frac{(30)^2}{3^2} = -1360 \text{ eV}$

Attention ! l'énergie de liaison  $W_n$  est positive, contrairement au niveau d'énergie  $E_n$ . Maintenant, on cherche l'énergie cinétique d'un électron Auger issu de la couche M :

$$E_{c1} = (W_K - W_L) - W_M = (12,240 - 3,060) - 1,360 = 7,82 \text{ keV} \neq 7,82 \text{ eV} \quad (\text{B FAUX})$$

Deuxièmement, on traduit la longueur d'onde de notre faisceau de photons par la relation Duane-Hunt :

$$E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$$

AN :

$$E = \frac{1240}{0.0716} = 17,3 \text{ keV}$$

Finalement, on cherche les énergies de photoélectron possibles :

$$E_{c1} = E - W_n \iff E - E_{c1} = W_n = |E_n|$$

- $|E_K| = 17,3 - 12,2 = 5,1 \text{ keV}$

- $|E_L| = 17,3 - 3,06 = 14,24 \text{ keV}$

- $|E_M| = 17,3 - 1,36 = 15,94 \text{ keV}$

Aucun calcul n'est cohérent avec nos données malheureusement. Les items C et D sont donc faux.

Réponse vraie : E

## Question 7

Concernant l'effet création de paires, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Lors d'une création de paires, l'énergie excédentaire est partagée entre l'électron et le positon sous forme d'énergie thermique

B. L'énergie du photon incident doit être au moins équivalente à la masse au repos de 2 électrons c'est à dire 1,022 MeV

C. Le spectre observé après une création de paires est un spectre continu

D. La probabilité d'interaction par création de paires suit la formule  $\pi = CZ$

E. La création de paires est un effet marginal car elle nécessite des énergies qui sont rarement utilisées en imagerie

## Question 7

**X** **Item A** → Lors d'une création de paires, l'énergie excédentaire est partagée entre l'électron et ...

FAUX - L'excédent de l'énergie est partagé entre l'électron et le positon sous forme d'énergie cinétique.

**✓** **Item B** → L'énergie du photon incident doit être au moins équivalente à la masse au repos de ...

VRAI - L'effet de création de paires nécessite l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique. La finalité de cet effet est la création d'une paire d'électron et un positon qui vont s'annihiler avec d'autres électrons et positons dans le milieu. Il existe une certaine condition énergétique pour produire la création de paires : l'énergie du photon doit être égale ou supérieure à 1,022 MeV. Cette énergie doit donc être équivalente ou supérieure à la masse de deux électrons (1 électron=0,511 keV).

**X** **Item C** → Le spectre observé après une création de paires est un spectre continu

FAUX - L'effet de création de paires se caractérise d'un spectre de raies qui est dû à la désexcitation du milieu par émission de rayonnements de fluorescence. Attention, les types de spectre, c'est une question CLASSIQUE!

**✓** **Item D** → La probabilité d'interaction par création de paires suit la formule  $\pi = CZ$

VRAI - Concernant sa probabilité, il suit bien la formule  $\pi = CZ$  donc ce phénomène dépend à la fois du numéro atomique des constituants du milieu traversé et d'une certaine constante C qui s'exprime en  $\text{cm}^{-1}$ . Cette probabilité est la somme de deux composantes :

- $\pi_d$  : énergie diffusée hors du milieu (photons diffusés)
- $\pi_a$  : énergie absorbée dans le milieu (électrons)
- $\pi = \pi_a + \pi_d$

**✓** **Item E** → La création de paires est un effet marginal car elle nécessite des énergies qui sont ...

VRAI - C'est la phrase du cours!

Réponses vraies : B, D et E

## Question 8

Soit une source radioactive isotrope d'iode 131 d'activité  $A_0$  à l'instant  $t_0$  et de période radioactive  $T = 8j$ . Le comptage à l'aide d'un détecteur placé à 10 cm de la source donne  $8 \times 10^4$  coups par seconde à  $t_0$ . Concernant la valeur du comptage à 2 m de la source et 8 semaines plus tard.

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

A.  $2,44 \times 10^2$  cps

B.  $4 \times 10^2$  cps

C. 1,56 cps

D. 0,64 cps

E.  $1,81 \times 10^2$  cps

## Question 8

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

L'item vrai est l'item C - Même question qu'une question très peu réussie au tuto 1. La première chose à savoir pour résoudre ce problème est de savoir que le comptage de coups et l'activité sont proportionnels. On commence par déterminer de combien notre comptage a baissé à cause de la distance à la source. On pose  $F_1$  le nombre de coups enregistré à 10 cm et  $F_2$  le nombre de coups enregistré à 2 m (ce qu'on cherche). On commence par étudier la décroissance spatiale :

$$\begin{aligned} \frac{F_2}{F_1} &= \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \\ \Leftrightarrow F_2 &= F_1 \times \left(\frac{d_1^2}{d_2^2}\right) \\ \Leftrightarrow F_2 &= 8 \times 10^4 \times \left(\frac{0,1^2}{2^2}\right) \\ \Leftrightarrow F_2 &= 2 \times 10^2 \text{ cps} \end{aligned}$$

Ensuite, on va prendre en considération le facteur temporel, on va donc appliquer la décroissance exponentielle qui est fonction du temps passé soit 8 semaines :

$$A(t) = A_0 \times 2^{-\frac{t}{T}}$$

On a donc :

$$A(8 \text{ semaines}) = A_0 \times 2^{-\frac{8 \times 7}{8}} = A_0 \times 2^{-7} = \frac{A_0}{128}$$

Du fait que les coups et l'activité sont proportionnels, on peut écrire :

$$F_2(t = 8 \text{ semaines}) = \frac{2 \times 10^2}{128} = 1,56 \text{ cps}$$

Réponse vraie : C

## Question 9

Concernant les particules alpha et leurs interactions, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La distance moyenne d'ionisation est proportionnelle à la DLI
- B. Les particules  $\alpha$  sont lourdes, directement ionisantes et chargées**
- C.  $TLE \approx S_{rad}$
- D. Les particules  $\alpha$  sont très peu déviées, parcourent de grandes distances et transmettent beaucoup d'énergie au milieu, d'où leur nocivité
- E. La courbe de Bragg nous informe sur l'évolution de la DLI le long du parcours. Cette dernière augmente au début du parcours pour s'atténuer par décroissance exponentielle

## Question 9

**X Item A** → La distance moyenne d'ionisation est proportionnelle à la DLI

FAUX - Le retour de la distance moyenne d'ionisation ou DMI. Il s'agit de la distance moyenne entre chaque ionisation, soit l'inverse de la DLI. Cette dernière quantifie le nombre d'ionisation par unité de distance. On comprend donc l'égalité suivante :

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

**✓ Item B** → Les particules  $\alpha$  sont lourdes, directement ionisantes et chargées

VRAI - Les rayonnements directement ionisants qui sont des particules chargées qui transfèrent leur énergie ( $E_n \geq 13,6 \text{ eV}$ ) par interaction coulombienne. Ces dernières se décomposent en deux sous types :

- Particules lourdes :  $\alpha$ , protons, ions...
- Particules légères : électrons et positons

Les rayonnements indirectement ionisants qui transfèrent leur énergie à des particules chargées et par conséquent ils vont secondairement ioniser le milieu. Ce sont les rayons X,  $\gamma$ , et les n.

**X Item C** →  $TLE \approx S_{rad}$

FAUX - Du fait du poids lourd des particules alpha, elles interagissent principalement par collision et non radiation, on écrira donc l'approximation suivante :

$$TLE \approx S_{coll}$$

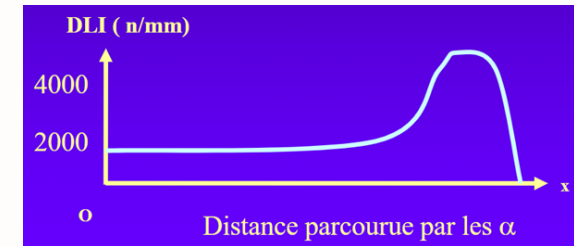
**X Item D** → Les particules  $\alpha$  sont très peu déviées, parcourent de grandes distances et...

FAUX - Les particules  $\alpha$  cèdent beaucoup d'énergie aux particules irradiées, ce qui a pour conséquence qu'elles ont un faible parcours. Elles perdent très vite leur énergie d'où leur nocivité en cas de contamination interne (radon), mais elles sont très vite arrêtées (ce qui rend la protection externe aisée).

**X Item E** → La courbe de Bragg nous informe sur l'évolution de la DLI le long du parcours. ...

FAUX - Pour votre particule alpha, moins elle va vite, plus elle aura du temps pour céder de l'énergie au milieu. Remarque : On constate que beaucoup d'ionisations ont lieu à la fin du parcours, ceci est lié au transfert linéique d'énergie qui varie en  $1/v^2$ . À la fin du chemin, la vitesse  $v$  tend vers 0, donc le transfert linéique d'énergie est très élevé. Or, la densité linéique d'ionisations est proportionnelle au transfert linéique d'énergie, donc la densité linéique d'ionisation  $y$  est également très élevée.

Rappel :



Réponse vraie : B

## Question 10

Des archéologues ont ramené de leur expédition d'énormes échantillons de pierres de l'île de Tuvalu. Au laboratoire, ils ont remarqué que des particules légères étaient émises de celles-ci en créant au total 178 paires d'ions dont 60 paires par  $\mu\text{m}$  avec un transfert linéique d'énergie de  $3000 \text{ eV}/\mu\text{m}$ . Ces particules ont un parcours moyen  $\bar{R} \approx 2,3 \mu\text{m}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) des est (sont) exacte(s) ?

- A. Pour une particule légère  $\beta$ , la longueur du parcours est plus grande que celle de la trajectoire
- B. Le ralentissement des particules légères, comme les particules lourdes, se fait par collision et radiation

**C. L'énergie de la particule émise est égale à 0,0089 MeV**

D. L'énergie de la particule est égale à 6,9 keV

**E. La masse volumique des échantillons de pierres est de  $19,3 \text{ g.cm}^{-3}$**

## Question 10

**X Item A** → Pour une particule légère  $\beta$ , la longueur du parcours est plus grande que celle de la ...

FAUX - Les particules légères sont : les positons caractéristiques des désintégrations  $\beta^+$  ainsi que électrons provenant des émetteurs  $\beta^-$ . Elles sont ralenties par collision et déviation contrairement aux particules lourdes sont ralenties par collision exclusivement.

Une particule légère, contrairement à une particule lourde, n'a pas une trajectoire rectiligne car trop légère, elle est attirée par tout. Elle aura donc une trajectoire plus importante que son parcours !

**✗ Item B** → Le ralentissement des particules légères, comme les particules lourdes, se fait par ...

FAUX - Cf item A.

**✓ Item C** → L'énergie de la particule émise est égale à 0,0089 MeV

VRAI - On s'intéresse à la DLI maintenant. On voit qu'on peut calculer l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ion puisque nous avons la DLI et TLE :

$$DLI = \frac{TLE}{\bar{W}} \iff \bar{W} = \frac{TLE}{DLI} = \frac{3000}{60} = 50 \text{ eV}$$

Avec cette nouvelle valeur, on peut maintenant calculer l'énergie de la particule grâce à :

$$\bar{W} = \frac{E_0}{n} \iff E_0 = \bar{W} \times n = 50 \times 178 = 8900 \text{ eV} = 0,0089 \text{ MeV}$$

**✗ Item D** → L'énergie de la particule est égale à 6,9 keV

FAUX - Cf item C.

**✓ Item E** → La masse volumique des échantillons de pierres est de 19,3 g.cm<sup>-3</sup>

VRAI - Next step : le calcul de masse volumique. Faites attention à ne pas mélanger les formules du parcours des particules lourdes et légères, vous trouvez le faux résultat si vous utilisez la formule du parcours des particules lourdes 😞.

$$\bar{R} = \frac{E_0}{2\rho} \iff \rho = \frac{E_0}{2\bar{R}} = \frac{0,0089}{2 \times 2,3 \times 10^{-4}} = 19,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Réponses vraies : C et E

### Question 11

Concernant le coefficient linéique d'atténuation  $\mu$ , parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Il correspond à la probabilité d'interaction d'un photon par unité de longueur

B. La décroissance de l'intensité d'un faisceau de photons peut s'écrire de la façon suivante  $N(x) = N_0 e^{-\mu x}$

C. Il s'exprime en cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>.L<sup>-1</sup>

D.  $\mu$  dépend de l'état du milieu atténuant

E.  $\mu$  a la même valeur pour le plomb que pour l'eau

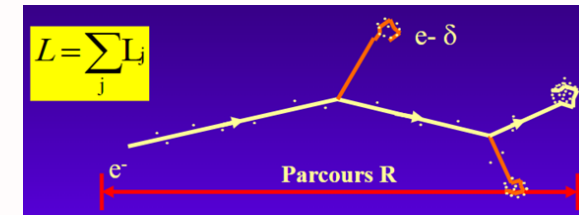
### Question 11

**✓ Item A** → Il correspond à la probabilité d'interaction d'un photon par unité de longueur

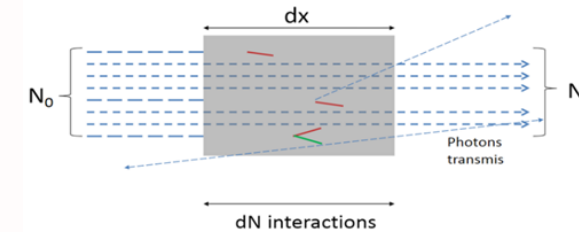
VRAI - Et son unité est le cm<sup>-1</sup>.

**✗ Item B** → La décroissance de l'intensité d'un faisceau de photons peut s'écrire de la façon ...

FAUX - Soit un faisceau de photons initial qu'on cherche à atténuer physiquement en posant un obstacle entre notre source et sa cible.



Atténuation d'un faisceau de photons



On peut modéliser cette décroissance par une décroissance exponentielle. On pose le coefficient linéique d'atténuation  $\mu$  et l'épaisseur  $x$  :

$$N(x) = N_0 e^{-\mu x}$$

On s'intéresse à  $\mu$  notre coefficient d'atténuation linéique qui s'exprime en cm<sup>-1</sup>. Dans le cours, il est précisé que  $\mu$  :

- de l'énergie du rayonnement électromagnétique ( $h\nu$ )
- du matériau (Z)

Avec ce coefficient, on peut obtenir un deuxième coefficient : celui de l'atténuation massique  $\mu/\rho$  qui s'exprime en cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> (la masse volumique est en g.cm<sup>-3</sup> tandis que  $\mu$  s'exprime en cm<sup>-1</sup> donc une simple division vous donne l'unité voulue).

$$N = N_0 e^{-\frac{\mu}{\rho}(\rho x)}$$

**✗ Item C** → Il s'exprime en cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>.L<sup>-1</sup>

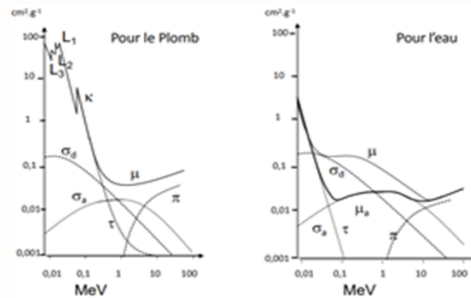
FAUX - Cf item B.

**✓ Item D** →  $\mu$  dépend de l'état du milieu atténuant

VRAI - Cf item E.

✗ **Item E** →  $\mu$  a la même valeur pour le plomb que pour l'eau

FAUX - On parle de masse volumique donc  $\mu/\rho$  dépend forcément de l'état du matériau (solide, gazeux ou liquide).



Réponses vraies : A et D

### Question 12

Concernant les différentes particules ionisantes, parmi les propositions exactes, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

A. Les particules  $\alpha$  sont directement ionisantes comme les électrons

B. Les photons  $\gamma$  sont directement ionisants

C. La particule alpha suit une trajectoire rectiligne comme les électrons

D. Le pouvoir de ralentissement d'une particule est noté :  $S = S_{coll} + S_{rad}$

E. Le pouvoir de ralentissement S correspond à une quantité d'énergie perdue par unité de temps et de distance

### Question 12

✓ **Item A** → Les particules  $\alpha$  sont directement ionisantes comme les électrons

VRAI - Jamais assez de rappels héhé :

Les rayonnements ionisants sont séparés en deux catégories

➤ **Rayonnements directement ionisants :**

Ce sont des particules chargées transférant leur E par interaction Coulombienne

Le transfert d'E dépend de leur masse :

particules lourdes (alpha, protons, ions etc..)

particules légères :  $e^-$  et positons ( $e^+$ )

➤ **Rayonnements indirectement ionisants :**

Rays neutres qui transfèrent leur E à des particules chargées qui vont secondairement ioniser le milieu : rayons X et  $\gamma$  et les n

La particule  $\alpha$  subit des ionisations et des excitations mais pas de déviations car c'est une particule lourde (imaginez un gars balèze  $\alpha$  dans une foule qui sera moins dévié/bousculé qu'un petit bonhomme  $\beta$  de 50 kg), contrairement à l'électron qui subit lui des déviations (puisque c'est une particule légère) par rayonnements de freinage notamment.

✗ **Item B** → Les photons  $\gamma$  sont directement ionisants

FAUX - Cf item A.

✗ **Item C** → La particule alpha suit une trajectoire rectiligne comme les électrons

FAUX - Cf item A.

✓ **Item D** → Le pouvoir de ralentissement d'une particule est noté :  $S = S_{coll} + S_{rad}$

VRAI - Le pouvoir de ralentissement d'une particule est effectivement noté :

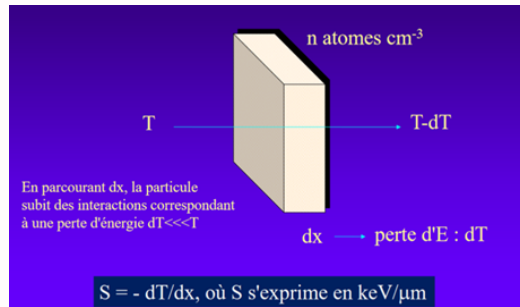
$$S = S_{coll} + S_{rad}$$

On peut faire l'approximation suivante uniquement dans le cas des particules lourdes! La perte d'énergie par freinage étant effectivement négligeable pour les particules  $\alpha$ , on pourra alors écrire :

$$TLE \approx S_{coll}$$

**✗ Item E** → Le pouvoir de ralentissement  $S$  correspond à une quantité d'énergie perdue par unité ...

FAUX - Le pouvoir de ralentissement  $S$  correspond à l'énergie perdue sur le parcours de la particule. La dimension du temps n'a pas lieu d'être dans son expression, je vous remets la diapo du cours (diapo 14 CM5) en question :



Réponses vraies : A et D

### Question 13

Concernant l'effet Compton, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. L'effet Compton résulte de l'interaction d'un photon incident avec un électron libre ou peu lié

B. Lors d'un choc tangentiel, l'énergie cinétique du photon diffusé est nulle

C. Lors d'un choc frontal le photon est rétrodiffusé

D. La probabilité d'interaction par effet Compton  $\sigma$  diminue lorsque l'énergie du rayonnement augmente

E. La désexcitation du milieu se fait par émission d'un électron Auger ou émission d'un rayonnement de fluorescence X qui permet d'observer un spectre continu

### Question 13

**✓ Item A** → L'effet Compton résulte de l'interaction d'un photon incident avec un électron libre ...

VRAI - Je vous remets cette diapo pour comprendre l'effet Compton :

**Mécanisme : interaction d'un photon incident avec un électron peu lié ou libre.**

- Le photon incident est diffusé dans une direction différente de la direction initiale et avec une énergie inférieure à l'énergie initiale
- Le transfert d'énergie est partiel, et variable
- L'électron est chassé de son orbite (électron Compton ou électron de recul)

**✗ Item B** → Lors d'un choc tangentiel, l'énergie cinétique du photon diffusé est nulle

FAUX - Le choc tangentiel est causé par « l'effleurement » d'un électron, donc il n'y a pas beaucoup de transfert d'énergie, l'électron ne gagne aucune énergie cinétique.

**✓ Item C** → Lors d'un choc frontal le photon est rétrodiffusé

VRAI - Le choc frontal produit un angle à  $180^\circ$  donc il y a une rétrodiffusion (si vous foncez dans votre frère à fond les ballons, vous allez finir sur les fesses et lui va avancer). Le photon transfère quasiment toute son énergie à l'électron, donc son énergie est basse, or l'énergie est inversement proportionnelle à la longueur d'onde donc cette dernière est élevée.

Cas particulier : choc frontal ( $\theta = 180^\circ$ )



**✓ Item D** → La probabilité d'interaction par effet Compton  $\sigma$  diminue lorsque l'énergie du ...

VRAI - Concernant la probabilité d'interaction par effet Compton, elle est modélisée de la façon suivante :

$$\sigma = B \times \frac{Z}{E}$$

avec  $B$  une constante et  $\sigma$  une grandeur en  $cm^{-1}$ .

Donc cette probabilité est bien inversement proportionnelle à l'énergie  $E$  de notre rayonnement initial! Les différentes énergies issues des différents chocs envisageables éliminent la possibilité d'avoir des électrons Comptons et photons diffusés mono-énergétiques ce qui résulte à un spectre continu.

**✗ Item E** → La désexcitation du milieu se fait par émission d'un électron Auger ou émission d'un ...

FAUX - Les électrons Compton ainsi que les photons diffusés donnent bien un spectre continu. MAIS ici on parle du spectre de la fluorescence X émise suite à la désexcitation du milieu, le rayonnement correspondant est un spectre de raies.

Réponses vraies : A, C et D

## Question 14

Concernant les systèmes tampons, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La normale d'ions  $H^+$  dans l'organisme est de 40 mmol/L  
 B. Une solution normale contient potentiellement sous forme libre ou libérable une mole d'ions  $H^+$  par litre  
 C. Un système tampon est un mélange d'un acide fort avec une base forte  
 D. Il existe une relation linéaire entre la concentration en sels de protéines et le pH dans le corps  
 E. Une fistule pancréatique peut induire une acidose métabolique

## Question 14

✓ **Item A** → La normale d'ions  $H^+$  dans l'organisme est de 40 mmol/L

VRAI - Dans un organisme, la concentration de protons est bien de 40 mmol/L.

✓ **Item B** → Une solution normale contient potentiellement sous forme libre ou libérable une ...

VRAI - Une solution normale contient potentiellement sous forme libre ou libérable une mole d'ions  $H^+$  par litre comme c'est exactement précisé dans le cours néanmoins une solution tampon est un mélange d'acide faible et une base forte associée à un sel. Il existe bien une relation linéaire entre la concentration en sels de protéines et le pH dans le corps c'est d'ailleurs de là que découle l'équation de la droite tampon  $[HCO_3^-] = m + s(7,40 - pH)$ .

✗ **Item C** → Un système tampon est un mélange d'un acide fort avec une base forte

FAUX - Cf item B.

✓ **Item D** → Il existe une relation linéaire entre la concentration en sels de protéines et le pH...

VRAI - Cf item B.

✓ **Item E** → Une fistule pancréatique peut induire une acidose métabolique

VRAI - Parlons un peu de la fistule pancréatique (oui moi de base je préfère l'anat à la biophys mais chut les Clochards vont me taper) : c'est une anomalie de communication entre le pancréas et d'autres organes, qui induit une fuite de liquide pancréatique, riche en bicarbonates, dans la cavité péritonéale ou le médiastin. Perte de bicarbonates, donc diminution de la constante métabolique m, compensée (ou non) par une diminution de la  $PCO_2$ . Chez les adultes ça se produit habituellement après une chirurgie, donc faites gaffe avec l'alcool les bgs, même si vous êtes en études de santé 😊. Je vous redonne les équations et les constantes à connaître pour pouvoir aborder les questions.

## Equations

— Concentration en bicarbonates :

$$[HCO_3^-] = m + s(7,40 - pH)$$

— Pente de la droite tampon :

$$s = 8,2 + 1,56Hb$$

— Isobare de  $PCO_2$  :

$$10^{pH - pK_a} = \frac{[HCO_3^-]}{a \times pCO_2}$$

— Constantes

- $m = 24 \text{ mmol/L}$
- $Hb = 15 \text{ g/dL}$
- $s = 31,6 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{unité de pH}^{-1}$
- $PCO_2 = 40 \text{ mmHg}$

Réponses vraies : A, B, D et E

## Question 15

Un patient se trouve en réanimation avec un pH sanguin de 7 et avec une concentration de bicarbonates plasmatique de 38 mmol/L. La droite tampon du sang a une pente de valeur absolue égale à 35 mmol.L<sup>-1</sup>.pH<sup>-1</sup>.

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

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 métabolique pure

D. Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte

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

## Question 15

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

FAUX - Cf item B.

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

VRAI - Ici on a un pH de 7, on est donc face à une acidose. Pour savoir si cette acidose est d'origine respiratoire/métabolique et si elle est compensée/partiellement compensé ou mixte, on a besoin de calculer la composante métabolique m et si elle n'est pas normale, on calcule la  $pCO_2$  pour voir si on est face à un trouble mixte, partiellement compensé ou compensé.

Calcul de la composante métabolique m :

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= m + s(7,4 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= [HCO_3^-] - s(7,4 - pH) \\ \Leftrightarrow &= 38 - 35(7,4 - 7) \\ \Leftrightarrow &= 38 - 35 \times 0,4 = 24 \text{ mM} \end{aligned}$$

Notre m étant normal on est face à une acidose respiratoire pure, seul la  $PCO_2$  est responsable de notre pH de 7.

✗ **Item C** → Ces valeurs sont compatibles avec une acidose métabolique pure

FAUX - Cf item B.

✗ **Item D** → Ces valeurs sont compatibles avec une acidose mixte

FAUX - Cf item B.

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

FAUX - Cf item B.

Réponse vraie : B

### Question 16

Un patient a un pH sanguin de 7,5 et avec une concentration de bicarbonates plasmatique de 30 mmol/L. La droite tampon a une pente de valeur absolue égale à 30 mmol.L<sup>-1</sup>.pH<sup>-1</sup>. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

Aide au calcul : 10<sup>1.4</sup> ≈ 25

A. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique pure

- B. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose respiratoire pure  
 C. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose mixte  
 D. Ces valeurs sont compatibles avec une alcalose métabolique partiellement compensé  
 E. Aucune des propositions ci-dessus n'est exactes

### Question 16

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

L'item vrai est l'item A - Ici on a un pH de 7,5 ; on est donc face à une alcalose. Comme pour la question précédente on calcule m.

Calcul de la composante métabolique m :

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= m + s(7,4 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= [HCO_3^-] - s(7,4 - pH) \\ \Leftrightarrow &= 30 - 30(7,4 - 7,5) \\ \Leftrightarrow &= 30 - 30 \times (-0,1) = 33 \text{ mM} \end{aligned}$$

Notre m étant élevé on est on doit calculer la PCO<sub>2</sub> pour voir si ce trouble est pure, mixte ou partiellement compensé.

Calcul de PCO<sub>2</sub> :

$$\begin{aligned} 10^{pH-pKa} &= \frac{[HCO_3^-]}{a \times pCO_2} \\ \Leftrightarrow pCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{a \times 10^{pH-pKa}} \\ \Leftrightarrow pCO_2 &= \frac{30}{0,03 \times 10^{7,5-6,1}} \\ \Leftrightarrow pCO_2 &= \frac{30}{0,03 \times 10^{1,4}} \\ \Leftrightarrow pCO_2 &= \frac{30}{0,03 \times 25} = 40 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

La PCO<sub>2</sub> étant normal on est face à une alcalose métabolique pure !

Réponse vraie : A

### Question 17

Vous recevez un patient ayant un pH plasmatique de 7.4 ; une composante métabolique de 25,3 mmol/L ; et son taux d'hémoglobine est normal. La droite tampon a une pente de valeur absolue égale à 30 mmol.L<sup>-1</sup>.pH<sup>-1</sup>.

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

Aide au calcul : 10<sup>1.3</sup> ≈ 20

A. La PCO<sub>2</sub> est égale à 39 mmHg environ

B. La PCO<sub>2</sub> est égale à 42 mmHg environ

- C. Il s'agit d'une acidose respiratoire compensée  
 D. Le patient est probablement en hyperventilation

E. Une des causes possibles de ce trouble est l'abus de barbituriques

### Question 17

**✗ Item A** → La PCO<sub>2</sub> est égale à 39 mmHg environ

FAUX - Cf item B.

**✓ Item B** → La PCO<sub>2</sub> est égale à 42 mmHg environ

VRAI - On va corriger ça ensemble, on a d'une part :

$$[HCO_3^-] = m + s(7,40 - pH)$$

Et d'autre part :

$$[HCO_3^-] = \alpha \times PCO_2 \times 10^{(pH-pKa)}$$

On obtient donc l'égalité suivante :

$$m + s(7,40 - pH) = \alpha \times PCO_2 \times 10^{(pH-pKa)}$$

On cherche la PCO<sub>2</sub>, il nous faut donc l'isoler, on a à présent :

$$\begin{aligned} 10^{(pH-pKa)} &= \frac{[HCO_3^-]}{a \times PCO_2} \\ \Leftrightarrow PCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{a \times 10^{(pH-pKa)}} \\ \Leftrightarrow PCO_2 &= \frac{m + s(7,40 - pH)}{a \times 10^{(pH-pKa)}} \\ \Leftrightarrow PCO_2 &= \frac{25,3 + 30(7,40 - 7,40)}{0,03 \times 10^{(7,40-6,10)}} \\ \Leftrightarrow PCO_2 &= \frac{25,3}{0,03 \times 20} \\ \Leftrightarrow PCO_2 &= \frac{25,3}{0,6} = 42,2 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

**✗ Item C** → Il s'agit d'une acidose respiratoire compensée

FAUX - Ici on ne peut pas être certain de l'origine du trouble. Le pH de 7,4 nous montre qu'il y a eu compensation complète donc on ne peut pas affirmer qu'il s'agit d'une acidose respiratoire (PCO<sub>2</sub> augmentée) compensée par une hausse des bicarbonates ou d'une alcalose métabolique (composante métabolique augmentée) compensée par une élévation de la PCO<sub>2</sub>.

❌ **Item D** → Le patient est probablement en hyperventilation

FAUX - Quand on respire moins, on rejette moins de  $CO_2$  donc une augmentation de  $PCO_2$  est probablement le résultat d'une hypoventilation.

✅ **Item E** → Une des causes possibles de ce trouble est l'abus de barbituriques

VRAI - Une des causes peut être une paralysie des muscles respiratoires, une pneumopathie étendue aiguë ou chronique, une dépression des centres respiratoires (barbituriques) et voilà 😊.

Réponses vraies : B et E

### Question 18

Un patient se présente aux urgences, vous réalisez ses gaz du sang dont les résultats sont les suivants :  $pH = 7,2$  ;  $[HCO_3^-] = 27,2 \text{ mmol/L}$ . Malheureusement et par omission, le laboratoire a oublié de vous indiquer la  $PCO_2$ . Pour vous aider, on donne également la pente de sa droite tampon  $s = 31 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot pH^{-1}$ .

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

Aide au calcul :  $10^{1,1} \approx 13$

A. La composante métabolique  $m = 21 \text{ mmol/L}$

B. Sa  $PCO_2$  est égale à 45 mmHg

C. Ce patient a une acidose mixte

D. Le patient pourrait être en insuffisance respiratoire

E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

### Question 18

✅ **Item A** → La composante métabolique  $m = 21 \text{ mmol/L}$

$$\begin{aligned} [HCO_3^-] &= m + s(7,40 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= [HCO_3^-] - s(7,40 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= 27,2 - 31(7,40 - 7,2) \\ \Leftrightarrow m &= 21 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

❌ **Item B** → Sa  $PCO_2$  est égale à 45 mmHg

$$\begin{aligned} PCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{a \times 10^{(pH - pKa)}} \\ &= \frac{27,2}{0,03 \times 10^{(7,2 - 6,1)}} \\ &= \frac{27,2}{0,03 \times 13} \\ &= 69,7 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

✅ **Item C** → Ce patient a une acidose mixte

VRAI - En effet, il a un  $pH < 7,4$  ; une  $PCO_2 > 40 \text{ mmHg}$  (acidose respiratoire) et  $m < 24 \text{ mmol/L}$  (acidose métabolique) au-delà d'une  $PCO_2$  de 45 mmHg, cela signifie que le patient n'arrive pas à maintenir sa  $PCO_2$  à sa norme de 45 mmHg, pouvant être dû au fait qu'il ait du mal à respirer. Or, on a montré que  $PCO_2$  était égale à 69,7 mmHg.

✅ **Item D** → Le patient pourrait être en insuffisance respiratoire

VRAI - Cf item C.

❌ **Item E** → Aucune des propositions précédentes n'est exacte

FAUX - Cf item A, C et D.

Réponses vraies : A, C et D

### Question 19

Vous recevez un patient dans votre service dont le pH plasmatique est de 7,41 ; la  $PCO_2$  de 30 mmHg et dont le taux d'hémoglobine est normal.

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

Aide au calcul :  $10^{1,31} \approx 20$

A. La  $PCO_2$  est inférieure à la norme, on peut donc affirmer la présence d'une alcalose respiratoire

B. Le pH est augmenté, le patient a donc une alcalose respiratoire non compensée

C. La constante métabolique de ce patient est d'environ 24 mmol/L

D. La constante métabolique de ce patient est d'environ 18,7 mmol/L

E. Une des causes possibles de ce trouble est l'hypoventilation secondaire à une paralysie des muscles respiratoires

### Question 19

❌ **Item A** → La  $PCO_2$  est inférieure à la norme, on peut donc affirmer la présence d'une alcalose ...

FAUX - L'item suppose que le critère seul d'une  $PCO_2$  diminuée suffit à affirmer la présence d'une alcalose respiratoire chez ce patient. Or, il est nécessaire de calculer la constante métabolique pour poser un diagnostic.

❌ **Item B** → Le pH est augmenté, le patient a donc une alcalose respiratoire non compensée

FAUX - Cf item D.

❌ **Item C** → La constante métabolique de ce patient est d'environ 24 mmol/L

FAUX - Cf item D.

✅ **Item D** → La constante métabolique de ce patient est d'environ 18,7 mmol/L

VRAI - On sait que :

$$[HCO_3^-] = m + s(7,40 - pH)$$

et

$$[HCO_3^-] = \alpha \times PCO_2 \times 10^{(pH-pK_a)}$$

Donc :

$$m + s(7,40 - pH) = \alpha \times PCO_2 \times 10^{(pH-pK_a)}$$

On cherche la constante métabolique, il nous faut donc isoler  $m$ , on a donc :

$$\begin{aligned} m &= \alpha \times PCO_2 \times 10^{(pH-pK_a)} - s(7,40 - pH) \\ &= 0,03 \times 30 \times 10^{(7,41-7,31)} - 31,6(7,40 - 7,41) \\ &= 18,69 \text{ mmol/L} \qquad \qquad \qquad \approx 18,7 \text{ mmol/L} < 24 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

$m < 24$  pousse à penser à une acidose métabolique, en sachant aussi que  $PCO_2 < 30$  mmHg suggère une alcalose respiratoire. Comme  $pH = 7,4$ , il s'agit d'une alcalose respiratoire compensée !

**✗ Item E** → Une des causes possibles de ce trouble est l'hypoventilation secondaire à une...

FAUX - Plus on respire, plus on rejette du  $CO_2$  donc une augmentation de  $PCO_2$  est probablement le résultat d'une hyperventilation.

Réponse vraie : D

### Question 20

Concernant le modèle de Young, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Le modèle de Young est caractéristique du matériau

B. La loi de Hooke peut s'écrire ainsi :  $\Delta L = \gamma \cdot L_0 \cdot \frac{F}{S}$

C. Un corps est d'autant plus élastique que son module d'Young est grand

D. La tension superficielle est définie comme  $F/l$

E. La tension superficielle est inversement proportionnelle au module d'Young

### Question 20

**✓ Item A** → Le modèle de Young est caractéristique du matériau

VRAI - Du cours héhé !

**✗ Item B** → La loi de Hooke peut s'écrire ainsi :  $\Delta L = \gamma \cdot L_0 \cdot \frac{F}{S}$

FAUX - La loi de Hooke relie l'allongement relatif à la force de tension exercée :

$$\Delta L = \frac{1}{\gamma} \cdot L_0 \cdot \frac{F}{S}$$

Avec :

- L'allongement relatif du vaisseau (variables visibles sur le schéma)
- $S$  la section du tube plein
- $\gamma$  son module d'Young (caractéristique du matériau variant comme l'inverse de son élasticité).

**✗ Item C** → Un corps est d'autant plus élastique que son module d'Young est grand

FAUX - En effet, si  $\gamma$  est grand, il faudra fournir une grande force pour allonger le vaisseau. La relation entre le module d'Young et l'élasticité peut être dite inversement proportionnelle : un corps sera d'autant plus élastique que son module d'Young sera petit 😊.

$$\Delta L = \frac{1}{\gamma} \cdot L_0 \cdot \frac{F}{S} \iff \frac{F}{S} = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot \gamma$$

**✓ Item D** → La tension superficielle est définie comme  $F/l$

VRAI - Dans le cas d'un vaisseau (modélisé en cylindre), on a :

$$S = l \times e$$

Avec  $e$  l'épaisseur et  $l$  la circonférence du vaisseau, soit  $l = \pi \times D$ . On peut donc en déduire la tension superficielle (force de tension rapportée à la longueur du vaisseau).

La tension superficielle (en N/m) :

$$T_s = \frac{F}{l} = \frac{\Delta L}{L_0} \gamma e$$

On peut également parler de tension pariétale, qui est une force rapportée à une surface ; on note qu'elle est proportionnelle au module de Young.

**✗ Item E** → La tension superficielle est inversement proportionnelle au module d'Young

FAUX - Cf item D.

Réponses vraies : A et D

### Question 21

Concernant la contrainte de cisaillement et la tension superficielle, parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. La contrainte de cisaillement est minimale au contact des cellules endothéliales

B. On définit la tension superficielle pour le cœur comme  $T = \frac{e \times P \times R_1}{2}$

C. Pour diminuer la tension après dilatation, le cœur va s'hypertrophier

D. Une diminution de la contrainte de cisaillement induit une vasodilatation

E. La contrainte de cisaillement correspond à  $\Delta v / \Delta x$

### Question 21

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

L'item vrai est l'item C - Parlons français, parlons tension circonférentielle et cisaillement. Prérequis : comprendre la loi de Laplace et ses approximations :

Cœur :

$$T = \frac{\Delta P \cdot R_1}{2e}$$

Notez qu'une augmentation de l'épaisseur  $e$  résulte à une tension réduite donc post dilatation le cœur s'hypertrophie (il flex ses muscles), pour gagner de l'épaisseur et réduire la tension.

Vaisseaux :

$$\Delta P = \frac{T_s}{R}$$

Maintenant, on aborde la **tension superficielle** et la **contrainte de cisaillement**. Les cellules endothéliales (celles qui forment l'intima de nos vaisseaux), sont principalement concernées par ces phénomènes. En effet, la cellule endothéliale est sensible à la tension circonférentielle "wall-stress" et à la contrainte de cisaillement "shear-stress". Ces 2 stimuli produisent le plus souvent des effets opposés.

La tension circonférentielle (Laplace) :

$$T = P \times R$$

L'augmentation de la tension circonférentielle induit la prolifération des cellules musculaires lisses et la sécrétion de médiateurs de la vasoconstriction. En cas d'hypertension artérielle (HTA), la paroi des artères s'hypertrophie, ce qui ramène la tension circonférentielle vers une valeur normale.

La contrainte de cisaillement :

$$\tau = \eta \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

Avec :

- $\eta$  la viscosité (weee la fyzik)
- $\frac{\Delta v}{\Delta x}$  le taux de cisaillement

Ce qui est important à savoir : les deux généralement s'opposent.

Une augmentation de la contrainte de cisaillement induit la vasodilatation (augmentation de NO → diminution de prostacycline et d'endothéline). Elle est maximale au contact des cellules endothéliales !

Une augmentation de la tension superficielle provoque plutôt la vasoconstriction (voir plus haut).

**Réponse vraie : C**

**Question 22**

En essayant de reproduire les mouvements du chef cuisto sur une vidéo YouTube, Irene s'est malheureusement coupé l'artère humérale. En voyant ce désastre (lac sanguin), sa mère appelle le Samu. Arrivés, les urgentistes mesurent la fréquence cardiaque d'Irene qui est à 130 bpm avec un volume d'éjection à chaque battement de 35 mL, contre une FC de 60 bpm et un volume d'éjection de 70 mL au repos.

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

**A. Le débit cardiaque a augmenté et s'approche de 273 L/h dans l'ambulance**

B. Lors d'une hémorragie, on observe une augmentation de la  $P_{TM}$  et donc une diminution du diamètre des vaisseaux

C. Lors d'un malaise vagal ou d'une vasoplégie, on observe une diminution de la tension musculaire active

D. La courbe pression-volume présente les phases de remplissage, de contraction isovolumique, d'éjection ventriculaire et de relâchement isovolumique avec comme surface sous la courbe le travail cardiaque

E. À la suite d'une chute de la  $P_{TM}$  lors d'une hémorragie, on a une augmentation de la  $T_a$  afin de garder une perfusion normale (limiter la perte de sang)

**Question 22**

✓ **Item A** → Le débit cardiaque a augmenté et s'approche de 273 L/h dans l'ambulance

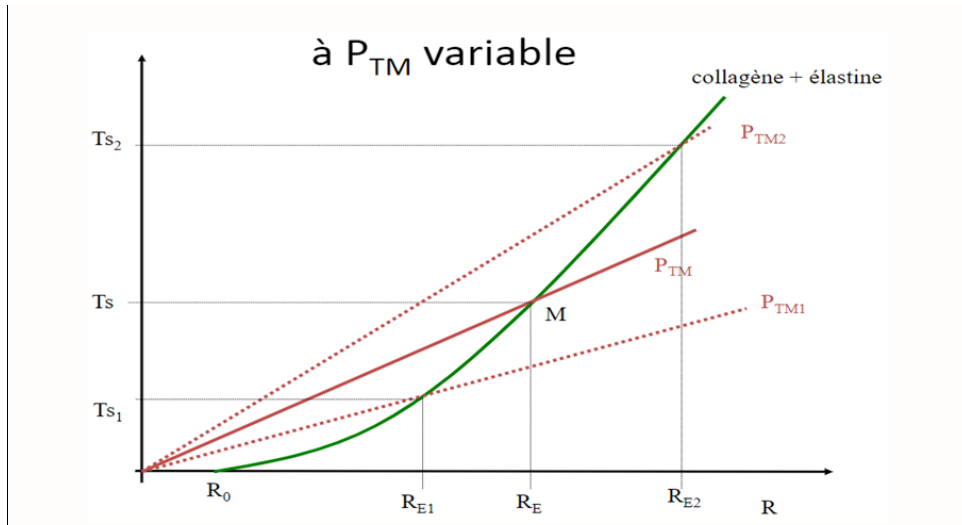
VRAI - Le débit cardiaque représente le volume de sang éjecté par unité de temps. Donc au repos, le débit est de :  $60 \times 70 = 4200 \text{ mL/min}$  contre  $130 \times 35 = 4550 \text{ mL/min}$ .

Lors de l'hémorragie ; et maintenant, ce n'est que de la conversion :

$$4550 \times 10^{-3} \times 60 = 273 \text{ L/h}$$

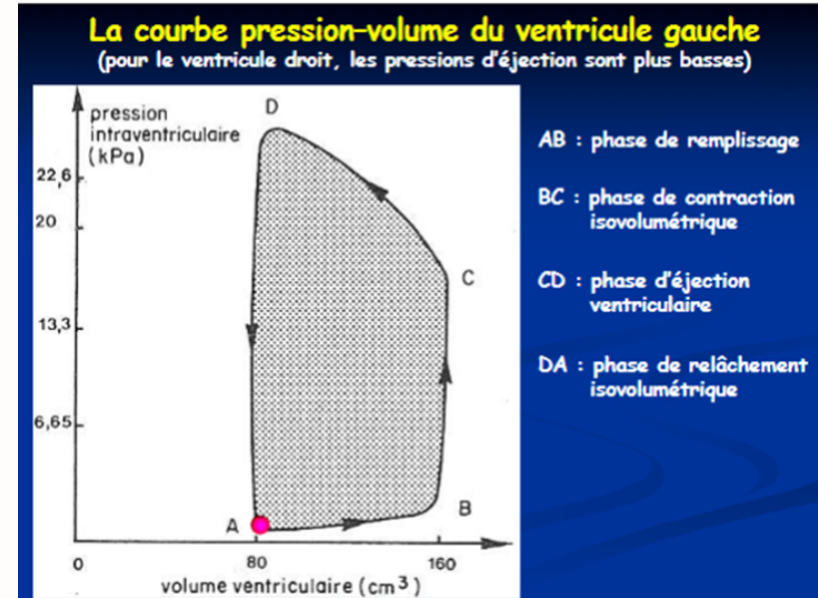
✗ **Item B** → Lors d'une hémorragie, on observe une augmentation de la  $P_{TM}$  et donc une ...

FAUX - Situons-nous en cas d'hémorragie (saignement interne) : l'artère est rompue et qui dit rupture dit ouverture → Si vous avez un trou, vous risquez de faire chuter votre pression transmurale ce qui est logique vu que la pression transmurale se base sur une différence de pression extérieure et intérieure donc une diminution de la pression transmurale va induire une vasoconstriction des artères et par conséquent la réduction du rayon. Sinon, on peut se fier au graphique :

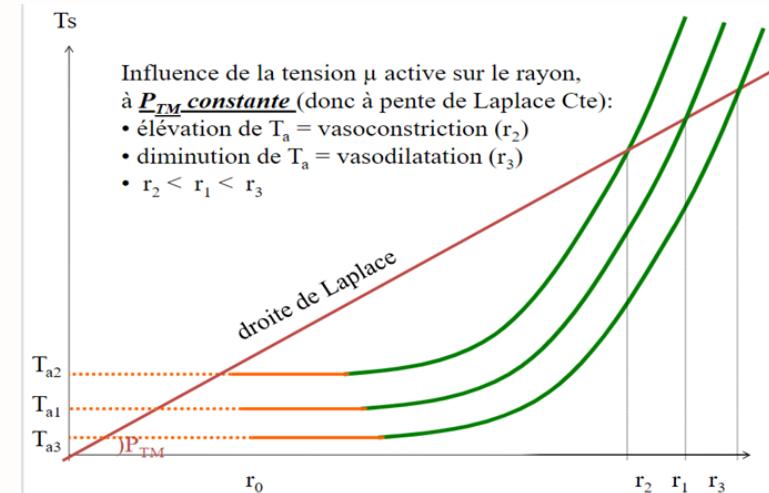


✓ **Item C** → Lors d'un malaise vagal ou d'une vasoplégie, on observe une diminution de la tension ...  
 VRAI - En cas de vasoplégie (autrement dit vasodilatation) on voit bien que la tension diminue pour une pression donnée.

✓ **Item D** → La courbe pression-volume présente les phases de remplissage, de contraction ...  
 VRAI - La puissance mécanique du cœur au repos (travail par unité de temps) est de 1,3W pour le cœur mais elle peut être multipliée d'un facteur 6 (8W) à l'effort. La courbe pression-volume présente les phases de remplissage, de contraction isovolumique, d'éjection ventriculaire et de relâchement isovolumique avec comme surface sous la courbe le travail cardiaque.



✓ **Item E** → À la suite d'une chute de la  $P_{TM}$  lors d'une hémorragie, on a une augmentation de ...  
 VRAI - On se remet dans le contexte d'hémorragie, votre rayon a diminué pour combler à la pression réduite mais dans quel but ? C'est pour augmenter T afin de garder une perfusion normale (brain be like : oxygen or death brrr).



Réponses vraies : A, C, D et E

# TUTO 2 – 2022-2023



UE11



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2022-2023

## SUJET

### Examen Blanc n°2 PASS

## UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

A 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 **32 questions**.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

On étudie la transformation du Cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  en Nickel  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ , via une transformation radioactive. On donne la masse de l'atome père  $M_{at}(\text{Co}) = 59,93382 \text{ uma}$ , et l'énergie maximum des particules émises  $E_{max} = 2,822445 \text{ MeV}$ .

#### Question 1

A propos de la masse de l'atome fils  $M_{at}(\text{Ni})$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- $M_{at}(\text{Ni}) = 59,93685 \text{ uma}$
- $M_{at}(\text{Ni}) = 59,93275 \text{ uma}$
- $M_{at}(\text{Ni}) = 59,93079 \text{ uma}$
- $M_{at}(\text{Ni}) = 59,92849 \text{ uma}$
- $M_{at}(\text{Ni}) = 59,92430 \text{ uma}$

#### Énoncé commun aux questions 2 et 3 :

On étudie un faisceau de photons pointés sur un échantillon de Cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ .

#### Question 2

On néglige la constante d'écran pour simplifier les calculs des énergies de liaison de cet atome. A propos des niveaux d'énergie et de la désexcitation du cortège électronique du Cobalt, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- $W_K = 9914,4 \text{ eV}$
- Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche L à la couche K ont une énergie de  $7435,8 \text{ eV}$
- Les photons de fluorescence issus d'un transfert de la couche L à la couche K ont une énergie de  $1830,5 \text{ eV}$
- Les électrons Auger issus de la couche M peuvent avoir une énergie cinétique de  $9914 \text{ eV}$
- Les électrons Auger issus de la couche M peuvent avoir une énergie cinétique de  $7436 \text{ eV}$

#### Question 3

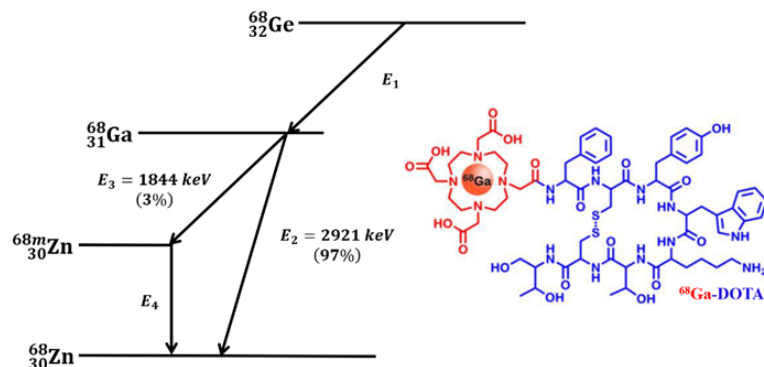
On s'intéresse à la longueur d'onde correspondant à l'énergie émise par un réarrangement électronique par rayonnement de fluorescence de la couche M vers la couche K. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- $\lambda < 10 \times 10^{-12} \text{ m}$
- $\lambda \in [1; 5] \times 10^{-11} \text{ m}$
- $\lambda \in [5; 10] \times 10^{-11} \text{ m}$
- $\lambda \in [1; 5] \times 10^{-10} \text{ m}$
- $\lambda > 5 \times 10^{-10} \text{ m}$

#### Énoncé commun aux questions 4 à 7 :

Le DOTA couplé au Gallium-68 ( ${}^{68}_{31}\text{Ga}$ ) est un radioélément utilisé en médecine nucléaire, il a de multiples indications comme l'imagerie des cancers neuroendocrines. Il est disponible en éluant avec

de l'acide chlorhydrique un générateur contenant du Germanium-68 ( $^{68}_{32}\text{Ge}$ ) fixé dans une colonne d'éluion. Le schéma de désintégration radioactive du Gallium-68 en Germanium-68 et Zinc-68 ( $^{68}_{30}\text{Zn}$ ) est décrit ci-dessous :



#### Question 4

Concernant la désintégration du Germanium-68 en Gallium-68, quelle(s) transformation(s) est (sont) possible(s) sans considérer les différentes conditions énergétiques ?

- A. Désintégration  $\alpha$
- B. Désintégration  $\beta^-$
- C. Désintégration  $\beta^+$
- D. Conversion interne
- E. Capture électronique

#### Question 5

Concernant la désintégration du Germanium-68 en Gallium-68, quelle(s) est (sont) la (les) transformation(s) possible(s) ?

Données :  $M_{at}(^{68}_{32}\text{Ge}) = 67,9280953 \text{ u.m.a}$  ;  $M_{at}(^{68}_{31}\text{Ga}) = 67,9279802 \text{ u.m.a}$

- A. Désintégration  $\alpha$
- B. Désintégration  $\beta^-$
- C. Désintégration  $\beta^+$
- D. Conversion interne
- E. Capture électronique

#### Question 6

Concernant la désintégration du Gallium-68 en Zinc-68, quelle(s) transformation(s) est (sont) possible(s), sans considérer les différentes conditions énergétiques ?

- A. Désintégration  $\alpha$
- B. Désintégration  $\beta^-$
- C. Désintégration  $\beta^+$
- D. Conversion interne
- E. Capture électronique

#### Question 7

Durant l'injection de Gallium-68 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 Gallium-68 pourriez-vous détecter ?

- A. Des positons
- B. Un rayonnement gamma à 107 keV
- C. Un rayonnement gamma à 1022 keV
- D. Un rayonnement gamma à 1077 keV
- E. Des photons X correspondant à une désexcitation du noyau

#### Question 8

Le Plutonium-238  $^{238}_{94}\text{Pu}$ , anciennement utilisé pour alimenter des pacemakers, se désintègre en Uranium-234  $^{234}_{92}\text{U}$  par émission  $\alpha$ . Dans quel intervalle se situe donc l'énergie cinétique  $Q$  de la particule  $\alpha$  émise lors de cette transformation radioactive ? Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

Données :  $M(^{238}_{94}\text{Pu}) = 238,0495582 \text{ u.m.a}$  ;  $M(^{234}_{92}\text{U}) = 234,0409503 \text{ u.m.a}$  ;  $M(^4_2\text{He}^{2+}) = 4,0026032 \text{ u.m.a}$

- A.  $Q < 1 \text{ MeV}$
- B.  $1 \text{ MeV} \leq Q < 2 \text{ MeV}$
- C.  $2 \text{ MeV} \leq Q < 4 \text{ MeV}$
- D.  $4 \text{ MeV} \leq Q < 6 \text{ MeV}$
- E.  $Q \geq 6 \text{ MeV}$

#### Énoncé commun aux questions 9 et 10 :

Un patient visite pour un bilan de surveillance d'adénocarcinome, et doit pour cela effectuer une scintigraphie par  $\gamma$  caméra avec le Gallium-67. Ce radiotracteur a une période physique de 3,3 jours et une période biologique de 25,5 jours, avec une élimination majoritairement rénale. A 14h, la radiopharmacienne lui injecte du Gallium 67 d'une activité de 130 MBq.

**Question 9**

Le patient précise qu'il part en voyage une semaine plus tard. Sachant qu'à l'aéroport, le portique de sécurité ne laisse pas passer une activité supérieure à 35 MBq. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La période effective du Gallium-67 est d'environ 3 jours
- B. La période effective du Gallium-67 est d'environ 70h
- C. Au bout d'une semaine, l'activité du Gallium-67 est encore proche de 130 MBq
- D. Au bout d'une semaine, l'activité du Gallium-67 est d'environ 32,5 MBq
- E. Le patient pourra passer le portique de sécurité de l'aéroport

**Question 10**

La radiopharmacienne doit préparer le médicament du patient 3,3 jours avant le rendez-vous (soit à environ 7h), pour avoir une activité qui vaut le double de l'activité injectée. Concernant la masse de Gallium-67 que la radiopharmacienne doit préparer à ce moment, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

Données :  $M_{mol}({}^{67}\text{Ga}) = 67 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$

- A.  $m < 0,5 \text{ ng}$
- B.  $m \in [0,5; 1[ \text{ ng}$
- C.  $m \in [1; 10[ \text{ ng}$
- D.  $m \in [10; 20] \text{ ng}$
- E.  $m > 20 \text{ ng}$

**Question 11**

On pose un compteur à une distance de 2 mètres d'une source radioactive, dont la période vaut  $T=2\text{h}$ . On mesure ainsi 512 coups (impulsions) par secondes (cps). A une distance indéterminée de la cible, à  $t = 6\text{h}$ , on mesure 16 coups par secondes. Parmi les propositions suivantes concernant la distance avec la source à la deuxième mesure, laquelle est exacte ?

- A. 1 m
- B. 2 m
- C. 3 m
- D. 4 m
- E. 5 m

**Question 12**

Parmi les propositions suivantes concernant les interactions entre les photons et la matière, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Après l'interaction par effet photoélectrique, la désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger
- B. L'effet photoélectrique prédomine dans les tissus biologiques
- C. L'effet Compton correspond à l'interaction partielle d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche profonde
- D. L'effet Compton est à l'origine d'un spectre continu responsable du contraste des images radiographiques et scintigraphiques
- E. La création de paires apparaît pour des énergies supérieures à un seuil de 1077 keV

**Question 13**

On souhaite choisir un conditionnement en plomb pour protéger le personnel d'un émetteur de photons, par transformation  $\beta^+$ . La couche de demi-atténuation du plomb pour des photons de 500 keV est de : 5 mm. Quelle épaisseur minimale  $x$  de plomb devra entourer le générateur pour limiter à 0,2% les émissions des rayonnements provenant de notre source radioactive ? (Une seule réponse exacte)

- A.  $x < 1 \text{ mm}$
- B.  $1 \text{ mm} \leq x < 1 \text{ cm}$
- C.  $1 \text{ cm} \leq x < 5 \text{ cm}$
- D.  $5 \text{ cm} \leq x < 10 \text{ cm}$
- E.  $x > 10 \text{ cm}$

**Question 14**

Parmi les propositions suivantes concernant les interactions entre les photons et la matière, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique  $\tau$  augmente avec le numéro atomique du milieu
- B. La probabilité d'interaction par effet Compton est proportionnelle au numéro atomique du milieu
- C. Il existe une probabilité très faible d'interaction par création de paires pour des énergies entre 100 et 1000 keV
- D. La couche de demi-atténuation correspond à l'inverse du coefficient linéique d'atténuation  $\mu$
- E. Le coefficient linéique d'atténuation  $\mu$  dépend uniquement de la probabilité d'interaction par effet photoélectrique et par effet Compton

**Question 15**

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

- A. La particule  $\alpha$  comporte 2 neutrons et 2 positons
- B. Le ralentissement de la particule alpha se fait principalement par rayonnement de freinage avec les noyaux du milieu traversé
- C. La DLI des particules  $\alpha$  augmente au début du parcours pour diminuer progressivement
- D. Le ralentissement des électrons de haute énergie ( $T > 100$  MeV) se fait majoritairement par collision avec les électrons du milieu
- 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**

On traite par injection intraveineuse d'oxodotrétotide marqué au Lutécium-177 (qui se désintègre par transformation  $\beta^-$ ) une tumeur du colon de 100 g. Le Lutécium-177 a les caractéristiques simplifiées suivantes : énergie moyenne par désintégration ( $E_{moy} = 0,2$  MeV) ; période physique : ( $T = 7$  j) ; parcours moyen dans l'eau : ( $R_{moy} = 0,67$  mm) ; parcours maximal dans les tissus : ( $R_{max} = 2,2$  mm) ; demi-vie d'élimination biologique : ( $T_{bio} = 4$  h). La tumeur absorbe une activité équivalente à 70% de l'activité initiale. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La période effective de Lutécium-177 est égale à la période physique
- B. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle :  $[1,5 \times 10^{-4}; 4 \times 10^{-4}]$  Gy.GBq<sup>-1</sup>
- C. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle :  $[4 \times 10^{-4}; 6,5 \times 10^{-4}]$  Gy.GBq<sup>-1</sup>
- D. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle :  $[6,5 \times 10^{-4}; 9 \times 10^{-4}]$  Gy.GBq<sup>-1</sup>
- E. La dose particulaire  $\beta$  détectée est nulle à 8 mm d'une source de Lutécium-177

**Question 17**

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur passage dans un milieu biologique. Des particules  $\alpha$  de 9,1 MeV ont un parcours R inconnu dans un milieu où l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est de 50 eV. On dénomme : TLE le transfert linéique d'énergie et DLI la Densité linéique d'ionisations qui est de 5000 paires d'ions par  $\mu\text{m}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. La particule  $\alpha$  a un TLE de 450 keV. $\mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de 20,2  $\mu\text{m}$
- B. La particule  $\alpha$  a un TLE de 350 keV. $\mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de 26  $\mu\text{m}$
- C. La particule  $\alpha$  a un TLE de 250 keV. $\mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de 36,4  $\mu\text{m}$
- D. La particule  $\alpha$  a un TLE de 150 keV. $\mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de 60,7  $\mu\text{m}$
- E. La particule  $\alpha$  a un TLE de 50 keV. $\mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de 182  $\mu\text{m}$

**Question 18**

Un patient se trouve en réanimation avec un pH sanguin de 7,23 et avec sa composante métabolique qui vaut 11,95 mM. La droite tampon du sang a une pente de valeur absolue égale à 25 mM.pH<sup>-1</sup>. On précise qu'on est à T=37°C. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Le patient possède une pCO<sub>2</sub> normale qui vaut  $pCO_2 = 30$  mmHg
- B. Le patient possède une pCO<sub>2</sub> anormale qui vaut  $pCO_2 = 42$  mmHg
- C. Le patient possède une pCO<sub>2</sub> anormale qui vaut  $pCO_2 = 40$  mmHg
- D. Le patient possède une pCO<sub>2</sub> normale qui vaut  $pCO_2 = 40$  mmHg
- E. Le patient possède une pCO<sub>2</sub> anormale qui vaut  $pCO_2 = 45$  mmHg

**Question 19**

Après avoir déterminé la pCO<sub>2</sub> du patient de la question 18, nous cherchons maintenant à caractériser son trouble et de comprendre comment peut se manifester ce trouble. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le patient souffre d'une acidose métabolique pure
- B. Le patient souffre d'une acidose respiratoire pure
- C. Ce patient pourrait avoir subi un surdosage de barbituriques
- D. Ce patient pourrait avoir une insuffisance rénale accompagnée par des vomissements
- E. Ce patient pourrait avoir un diabète ou avoir un excès d'acides fixes

**Question 20**

Les patients A et B ont le même pH sanguin de 7,6. Le patient A a une concentration en bicarbonates plasmatiques de 18 mmol.L<sup>-1</sup> et le patient B en a une de 20 mmol.L<sup>-1</sup>. On considérera que la valeur absolue de la pente de la droite tampon est égale à 30 mmol.L<sup>-1</sup>.pH<sup>-1</sup> pour les deux patients, et on précise qu'on est à une température de T=37°C. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Le patient A est en alcalose métabolique pure et le patient B est en alcalose mixte
- B. Le patient A est en alcalose respiratoire pure et le patient B est en alcalose mixte
- C. Le patient A est en alcalose mixte et le patient B est en alcalose métabolique pure
- D. Les deux patients sont en alcalose mixte
- E. Les deux patients sont en alcalose respiratoire pure

**Question 21**

Deux patients se présentent avec des troubles acido-basiques respiratoires purs. Tous deux présentent une composante métabolique normale, une  $p\text{CO}_2$  identique. Le patient A présente une anémie contrairement au patient B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. En cas d'acidose, si les deux patients ont le même pH, la concentration en bicarbonate du patient A sera inférieure à celle du patient B
- B. Si les deux patients sont en acidose, le patient A aura une concentration en bicarbonate inférieure à celle du patient B
- C. Si les deux patients sont en acidose, le patient B aura un pH supérieur à celui du patient A (donc les conséquences de l'acidose seront moins graves)
- D. Si les deux patients sont en alcalose, le patient B aura une concentration en bicarbonates supérieure à celle du patient A
- E. Si les deux patients sont en alcalose, le patient A aura un pH inférieur à celui du patient B

**Question 22**

Mme B. se présente aux urgences avec une augmentation de sa  $p\text{CO}_2$  et de sa constante métabolique. En examinant son dossier, vous vous rendez compte qu'elle souffre d'une pneumopathie, et a donc des troubles respiratoires. Son pH est inférieur à 7,40. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Elle souffre d'une acidose respiratoire pure
- B. Elle souffre d'une acidose métabolique compensée
- C. Elle souffre d'une acidose respiratoire compensée
- D. Elle souffre d'une alcalose respiratoire compensée
- E. Elle souffre d'une acidose mixte

**Question 23**

On s'intéresse au phénomène de convection d'un soluté se trouvant en solution aqueuse à travers une membrane perméable à ce soluté. Cette membrane délimite deux compartiments : les compartiments A et B. On exerce une pression hydrostatique sur le compartiment B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le soluté subit un transfert membranaire actif du compartiment B vers le compartiment A
- B. La valeur absolue du débit convectif du soluté est proportionnelle à la mobilité de l'eau
- C. La valeur absolue du débit de filtration du solvant dépend du gradient de concentration du soluté
- D. Le solvant subit un transfert membranaire convectif du compartiment A vers le compartiment B
- E. Le débit convectif du solvant dépend de la mobilité du soluté

**Question 24**

On s'intéresse au phénomène de migration électrique d'un ion se trouvant en solution aqueuse à travers une membrane perméable à cet ion. Cette membrane délimite deux compartiments : les compartiments A et B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La migration électrique peut concerner des molécules non ioniques
- B. Le débit molaire électrique de cet ion est indépendant de sa concentration
- C. En valeur absolue, le débit molaire électrique de cet ion augmente lorsque sa valence augmente
- D. Le courant électrique généré par ce transfert est inversement proportionnel à la conductance de cet ion
- E. Le courant électrique généré par ce transfert augmente lorsque la différence de potentiel électrique entre les deux compartiments diminue

**Question 25**

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 d'épaisseur  $e$  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, en 1 et en 2, totalement soluble dans le solvant, mais en quantité largement supérieure en 1 qu'en 2. Cette protéine ne peut traverser la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le solvant diffuse du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré c'est-à-dire du compartiment 1 vers le 2
- B. La pression osmotique est définie par la loi de Van't Hoff et n'est générée que par les solutés traversant la membrane
- C. Le phénomène d'osmose est compensé par une surpression dans le compartiment 1 ce qui donne donc un phénomène de filtration du compartiment 1 vers le compartiment 2
- D. Le débit diffusif du solvant ( $J_{d_{H_2O}}$ ) est proportionnel à l'épaisseur de la membrane
- E. Le débit diffusif du solvant est proportionnel à la différence de pression oncotique de part et d'autre de la membrane

**Question 26**

Parmi les propositions suivantes concernant le phénomène de Starling le long d'un capillaire chez un patient sain, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La pression hydrostatique tend à chasser le plasma hors du capillaire
- B. La pression oncotique entraîne un appel d'eau du milieu intravasculaire vers le milieu extravasculaire
- C. La pression hydrostatique permet le maintien du contenu liquidien dans le capillaire
- D. La pression transmurale diminue le long du capillaire
- E. La pression oncotique reste constante le long du capillaire

**Question 27**

On considère le phénomène de Starling, dans une situation pathologique, à l'état de dés-équilibre. Il y a alors apparition d'œdèmes tissulaires. Parmi les propositions suivantes laquelle (lesquelles) peut (peuvent) expliquer la formation d'œdèmes ?

- A. Une diminution de la pression veineuse due à une obstruction veineuse
- B. Une diminution du retour lymphatique
- C. Une diminution de la pression veineuse due à une défaillance cardiaque
- D. Un syndrome néphrotique qui conduit à une baisse de la pression oncotique
- E. Une carence d'apport protéique qui donne une augmentation de la pression oncotique

**Question 28**

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 (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La relation de Nernst fait intervenir la convection et la migration
- B. La valeur absolue du débit de diffusion est égale à la valeur absolue du débit par migration électrique
- C. La relation de Nernst exprime la valeur de différence de potentiel quand l'effet de migration et de diffusion s'annulent
- D. La relation de Nernst peut s'écrire  $V_2 - V_1 = \frac{RT}{z_i F} \ln \left( \frac{C_2}{C_1} \right)$
- E. La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) est proportionnelle à la valence de l'ion considéré

**Question 29**

On s'intéresse à la loi de Hooke, on note  $\gamma$  le module d'Young,  $L_0$  la longueur au repos d'un corps,  $\Delta L$  l'allongement du corps par rapport à sa longueur de repos, et  $S$  la section du corps. Parmi les propositions suivantes concernant la loi de Hooke et le module d'Young, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Plus le module d'Young est grand, plus le corps est élastique
- B. Dans la loi de Hooke, l'allongement d'un corps est proportionnel à la force
- C. La loi de Hooke peut s'exprimer :  $F = \gamma L_0 \frac{\Delta L}{S}$
- D. Au-delà d'une certaine élongation, le corps se casse
- E. Le corps le plus élastique est celui qui offre l'allongement le plus grand pour la plus petite force fournie

**Question 30**

On s'intéresse à la biophysique des vaisseaux et du cœur. On assimilera le cœur à une sphère de rayon  $R_c$  s'il n'est pas dilaté et  $R'_c$  en cas de dilatation. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La tension superficielle du vaisseau sanguin est proportionnelle à la pression transmurale
- B. La pression transmurale est égale au double de la tension dans le cas d'un cœur dont les parois ne sont pas dilatées (cœur de rayon  $R_c$ )
- C. Dans le cas d'un cœur dilaté, la tension est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi du cœur
- D. Dans le cas d'un cœur dilaté une augmentation de la pression transmurale entraîne une augmentation de la tension
- E. Dans le cas d'un cœur dilaté, la tension pariétale est proportionnelle à  $R'_c$

**Question 31**

On s'intéresse à la biophysique des vaisseaux et de leurs parois. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Les cellules endothéliales sont insensibles à la contrainte de cisaillement
- B. La contrainte de cisaillement est maximale à proximité de la paroi des vaisseaux
- C. L'augmentation de la contrainte de cisaillement induit la vasoconstriction
- D. L'augmentation de la tension circonférentielle induit la prolifération de cellules musculaires lisses
- E. L'augmentation de la tension circonférentielle induit la vasodilatation des vaisseaux

**Question 32**

Parmi les propositions suivantes concernant la  $P_{TM}$  (pression transmurale) et les composantes de l'élasticité d'un vaisseau, laquelle (lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A. Pour une pression transmurale donnée, le rayon d'équilibre correspond au point d'intersection de la droite de Laplace et du diagramme tension/rayon
- B. À rayon constant, une augmentation de la pression transmurale engendre une tension plus élevée
- C. Dans un modèle musculo-élastique, il y a toujours un rayon d'équilibre quelque soit la  $P_{TM}$
- D. Le modèle fibro-élastique répond à la loi de Hooke et il y existe toujours un rayon d'équilibre dans ce modèle
- E. Une altération des fibres élastiques puis des fibres de collagène favorise l'apparition d'un anévrisme

**FIN DU SUJET**



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2022-2023

# CORRECTION

## Examen Blanc n°2 PASS

### UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

**A 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 **32** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité  
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : 2 UE (spé) : 11

Nom :  
Prénom :  
Numéro A2SUP :

IDENTIFICATION

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Diz. Mil.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Mil.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cent.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diz. 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"/>	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"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">M Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">M Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">J Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">J Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Date de naissance (JJ/MM)</p>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M 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"/>	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"/>	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"/>	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"/>
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																
Diz. 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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																
M 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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																

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

On étudie la transformation du Cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  en Nickel  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ , via une transformation radioactive. On donne la masse de l'atome père  $M_{at}(\text{Co}) = 59,93382 \text{ uma}$ , et l'énergie maximum des particules émises  $E_{max} = 2,822445 \text{ MeV}$ .

**Question 1**

A propos de la masse de l'atome fils  $M_{at}(\text{Ni})$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A.  $M_{at}(\text{Ni}) = 59,93685 \text{ uma}$   
 B.  $M_{at}(\text{Ni}) = 59,93275 \text{ uma}$   
 C.  $M_{at}(\text{Ni}) = 59,93079 \text{ uma}$   
 D.  $M_{at}(\text{Ni}) = 59,92849 \text{ uma}$   
 E.  $M_{at}(\text{Ni}) = 59,92430 \text{ uma}$

**Question 1****? Items A, B, C, D et E**

Bieeeennn! Tout d'abord, déterminons de quelle type de transformation radioactive il s'agit ici. Comme l'atome fils a le même nombre de nucléons que l'atome père, mais un électron/proton en plus, on reconnaît la transformation  $\beta^-$  :



Et on se rappelle de la formule pour l'énergie libérée lors d'une transformation  $\beta^-$  :

$$\begin{aligned} E_{max} &= [M_{at}(\text{X}) - M_{at}(\text{Y})]c^2 \\ \Leftrightarrow M_{at}(\text{Y}) - M_{at}(\text{X}) &= \frac{E_{max}}{c^2} \\ \Leftrightarrow M_{at}(\text{X}) &= M_{at}(\text{Y}) - \frac{E_{max}}{c^2} \end{aligned}$$

Or, on sait que  $1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Donc :

$$\frac{E_{max}}{c^2} = 2,822445 \text{ MeV}/c^2 = \frac{2,822445}{931,5} \text{ uma}$$

Et :

$$M_{at}(\text{Ni}) = 59,93382 - \frac{2,822445}{931,5} = 59,93079 \text{ uma}$$

Et voilàà vous êtes trop forts!

**Réponse vraie : C**

**Enoncé commun aux questions 2 et 3 :**

On étudie un faisceau de photons pointés sur un échantillon de Cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ .

**Question 2**

On néglige la constante d'écran pour simplifier les calculs des énergies de liaison de cet atome. A propos des niveaux d'énergie et de la désexcitation du cortège électronique du Cobalt, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A.  $W_K = 9914,4 \text{ eV}$   
 B. Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche L à la couche K ont une énergie de 7435,8 eV  
 C. Les photons de fluorescence issus d'un transfert de la couche L à la couche K ont une énergie de 1830,5 eV  
 D. Les électrons Auger issus de la couche M peuvent avoir une énergie cinétique de 9914 eV  
 E. Les électrons Auger issus de la couche M peuvent avoir une énergie cinétique de 7436 eV

**Question 2**

✓ **Item A**  $\rightarrow W_K = 9914,4 \text{ eV}$

Aloors on connaît la formule pour calculer les énergies de liaison :

$$W_n = 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

Avec  $n = 1$  pour la couche K, on trouve, si on considère  $b = 0$  :

$$W_K = 13,6 \times 27^2 = 9914,4 \text{ eV}$$

**? Items B et C**

Tout d'abord, se rappeler de ce que sont des "photons de fluorescence". Ce sont les photons émis lorsque les électrons se désexcitent en passant sur une couche plus profonde. L'énergie des photons de fluorescence correspond donc à la différence entre les énergies de liaison des 2 couches!

Pour le passage de la couche L à K :

$$\begin{aligned} E &= W_K - W_L \\ &= 13,6 \times Z^2 - 13,6 \times \frac{Z^2}{2^2} \\ &= 13,6 \times 27^2 - 13,6 \times \frac{27^2}{4} \\ &= 7435,8 \text{ eV} \end{aligned}$$

**? Items D et E**

Et maintenant, que sont les électrons Auger! Lorsqu'un électron passe de la couche L à la K, il peut entraîner l'émission d'un photon de fluorescence comme aux items B et C, mais aussi l'éjection d'un électron d'une couche plus externe par le transfert de l'énergie du réarrangement! Ce ne sera pas forcément la couche juste au dessus (ici ce serait la M), ça peut être sur une couche encore plus externe! Mais il n'y a que 2 couches sous la M, donc un électron Auger issu de M vient forcément d'une transition L $\rightarrow$ K, ou d'une transition M $\rightarrow$ K.

Leur énergie cinétique vaudra donc :

$$\begin{aligned} E_{L \rightarrow K \rightarrow M} &= (W_K - W_L) - W_M \\ &= 13,6 \times 27^2 - 13,6 \times \frac{27^2}{4} - 13,6 \times \frac{27^2}{9} \\ &= 6634,2 \text{ eV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{M \rightarrow K \rightarrow M} &= (W_K - W_M) - W_M \\ &= 13,6 \times 27^2 - 13,6 \times \frac{27^2}{9} - 13,6 \times \frac{27^2}{9} \\ &= 7711,2 \text{ eV} \end{aligned}$$

Pour l'item D, on pouvait plus simplement se dire que ce n'est pas possible d'avoir une valeur égale à l'énergie de liaison de la couche K.

Réponses vraies : A et B

### Question 3

On s'intéresse à la longueur d'onde correspondant à l'énergie émise par un réarrangement électronique par rayonnement de fluorescence de la couche M vers la couche K. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A.  $\lambda < 10 \times 10^{-12} \text{ m}$
- B.  $\lambda \in [1; 5] \times 10^{-11} \text{ m}$
- C.  $\lambda \in [5; 10] \times 10^{-11} \text{ m}$

D.  $\lambda \in [1; 5] \times 10^{-10} \text{ m}$

E.  $\lambda > 5 \times 10^{-10} \text{ m}$

### Question 3

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

Ici on pouvait avoir (au moins) 2 raisonnements différents :

**1ère méthode** Tout recalculer et convertir soi-même :

Alors, avant de déterminer la longueur d'onde du photon qu'on désire, il faut d'abord déterminer son énergie. Pour une transition de M vers K :

$$\begin{aligned} E &= W_K - W_M \\ &= 13,6 \times 27^2 - 13,6 \times \frac{27^2}{9} \\ &= 8812,8 \text{ eV} \end{aligned}$$

Et on va convertir en J, car on veut repasser pour le SI pour trouver la longueur d'onde en mètres :

$$\begin{aligned} E &= 8812,8 \text{ eV} \\ &= 8812,8 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 1,41 \times 10^{-15} \text{ J} \end{aligned}$$

Et maintenant on peut repasser sur la longueur d'onde! On a :

$$\begin{cases} E = h\nu \\ c = \lambda\nu \iff \lambda = \frac{c}{\nu} \end{cases} \iff E = \frac{hc}{\lambda} \iff \lambda = \frac{hc}{E}$$

Et hoouoooo on se lance dans l'application numérique :

$$\lambda = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1,41 \times 10^{-15}} \approx 1,41 \times 10^{-10} \text{ m}$$

Rappel :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ , à connaître !!

**2e méthode** on pouvait également utiliser la relation de Duane-Hunt (plus simple (beaucoup)) :

$$\lambda(nm) = \frac{1240}{E(eV)}$$

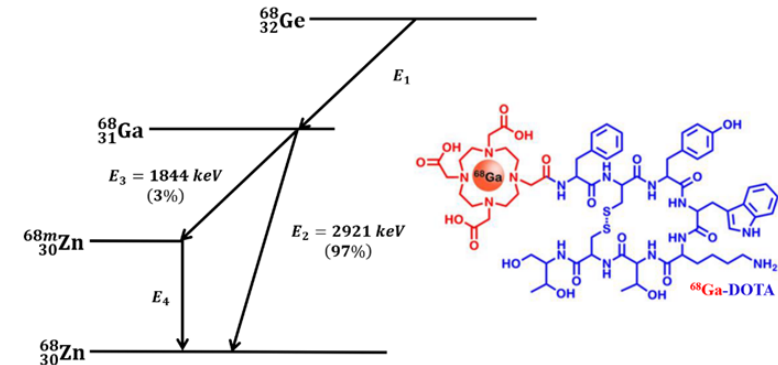
On a trouvé plus haut  $E = 8812,8 \text{ eV}$  :

$$\lambda = \frac{1240}{8812,8} \approx 0,141 \text{ nm} = 1,41 \times 10^{-10} \text{ m}$$

Réponse vraie : D

### Énoncé commun aux questions 4 à 7 :

Le DOTA couplé au Gallium-68 ( $^{68}_{31}\text{Ga}$ ) est un radioélément utilisé en médecine nucléaire, il a de multiples indications comme l'imagerie des cancers neuroendocrines. Il est disponible en éluant avec de l'acide chlorhydrique un générateur contenant du Germanium-68 ( $^{68}_{32}\text{Ge}$ ) fixé dans une colonne d'éluant. Le schéma de désintégration radioactive du Gallium-68 en Germanium-68 et Zinc-68 ( $^{68}_{30}\text{Zn}$ ) est décrit ci-dessous :



**Question 4**

Concernant la désintégration du Germanium-68 en Gallium-68, quelle(s) transformation(s) est (sont) possible(s) sans considérer les différentes conditions énergétiques ?

- A. Désintégration  $\alpha$   
 B. Désintégration  $\beta^-$

**C. Désintégration  $\beta^+$**

D. Conversion interne

**E. Capture électronique**

**Question 4****? Items A, B, C, D et E**

On a affaire à une transformation qui fait passer le  ${}^{68}_{32}\text{Ge}$  en  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$ . On voit donc que le nombre de masse A est conservé ; on sait qu'on a affaire à une transformation isobarique.

On passe d'un atome avec un numéro atomique Z à un numéro atomique Z-1 ; on a donc affaire soit à une transformation  $\beta^+$ , soit à une capture électronique.

**Réponses vraies : C et E**

**Question 5**

Concernant la désintégration du Germanium-68 en Gallium-68, quelle(s) est (sont) la (les) transformation(s) possible(s) ?

Données :  $M_{at}({}^{68}_{32}\text{Ge}) = 67,9280953 \text{ u.m.a}$  ;  $M_{at}({}^{68}_{31}\text{Ga}) = 67,9279802 \text{ u.m.a}$

- A. Désintégration  $\alpha$   
 B. Désintégration  $\beta^-$   
 C. Désintégration  $\beta^+$   
 D. Conversion interne

**E. Capture électronique**

**Question 5****? Items A, B, C, D et E**

Tout d'abord, on va déterminer le(s) type(s) de transformation(s) radioactive(s) présente(s). Ici, on a la désintégration du  ${}^{68}_{32}\text{Ge}$  en  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$ . C'est une transformation isobarique, car le nombre de masse A reste inchangé. On remarque ensuite que le nombre de protons Z a été réduit de 1, on en déduit donc que la réaction a transformé un proton en neutron. Deux réactions sont alors possibles : la transformation  $\beta^+$  et la capture électronique. Cette dernière consiste en un captage d'un électron du cortège par le noyau  ${}^A_Z\text{X}$ , ce qui donnera un noyau  ${}^A_{Z-1}\text{Y}$  en émettant un neutrino  ${}^0_0\nu$ . Pour affirmer ou non la possibilité d'avoir une émission  $\beta^+$ , il faut calculer l'énergie libérée par la réaction et valider ou non la condition énergétique de 1022 keV :

$$\begin{aligned}\Delta M &= [M_{at}(X) - M_{at}(Y)] \\ &= [M_{at}({}^{68}_{32}\text{Ge}) - M_{at}({}^{68}_{31}\text{Ga})]\end{aligned}$$

On rappelle que pour passer des u.m.a à l'énergie de masse associée, on peut utiliser la relation suivante :

$$\Delta E(\text{MeV}) = \Delta M(\text{u.m.a}) \times 931,5$$

D'où :

$$\Delta E = [67,9280953 - 67,9279802] \times 931,5 = 0,1072 \text{ MeV} = 107,2 \text{ keV}$$

La différence d'énergie correspond à l'énergie libérée lors de la transformation  $E_1$ , cette dernière est inférieure à 1022 keV ( $= 1,022 \text{ MeV} = 2m_e c^2$ ) et de ce fait, l'unique possibilité pour la désintégration du Germanium-68 est donc la capture électronique.

**Réponse vraie : E**

**Question 6**

Concernant la désintégration du Gallium-68 en Zinc-68, quelle(s) transformation(s) est (sont) possible(s), sans considérer les différentes conditions énergétiques ?

- A. Désintégration  $\alpha$   
 B. Désintégration  $\beta^-$

**C. Désintégration  $\beta^+$**

D. Conversion interne

**E. Capture électronique**

**Question 6****? Items A, B, C, D et E**

On a affaire à une transformation qui fait passer le  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$  en  ${}^{68}_{30}\text{Zn}$  (ou en  ${}^{68}_{30}\text{Zn}$ ). On voit donc que le nombre de masse A est conservé ; on sait qu'on a affaire à une transformation isobarique.

On passe d'un atome avec un numéro atomique Z à un numéro atomique Z-1 ; on a donc affaire soit à une transformation  $\beta^+$ , soit à une capture électronique.

**Réponses vraies : C et E**

**Question 7**

Durant l'injection de Gallium-68 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 Gallium-68 pourrez-vous détecter ?

- A. Des positons  
 B. Un rayonnement gamma à 107 keV  
 C. Un rayonnement gamma à 1022 keV

**D. Un rayonnement gamma à 1077 keV**

E. Des photons X correspondant à une désexcitation du noyau

## Question 7

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

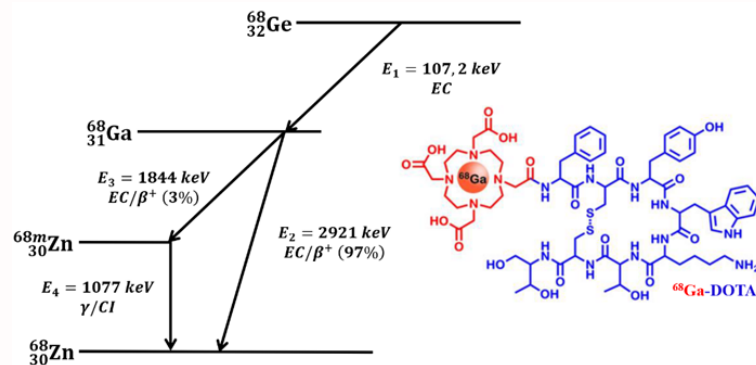
On a vu précédemment que le Germanium-68 se désintérait en Gallium-68 par capture électronique. Dans le diagramme de l'énoncé, on remarque également une deuxième transition, celle du Gallium-68 en Zinc-68. Il s'agit également d'une transition isobarique où un proton se transforme en neutron et dont l'énergie de transition est supérieure à 1022 keV. La désintégration du Gallium-68 se fait donc par transition  $\beta^+$  ou capture électronique (compétition). Cette réaction aboutit soit directement en Zinc-68 stable (en une seule étape, une seule transformation), soit passe par un état excité du Zinc-68 (le  $^{68m}_{30}\text{Zn}$ , métastable); on aura alors une ou plusieurs désexcitations secondaires nucléaires de l'énergie résiduelle par des émissions de photons  $\gamma$  ou d'électrons de conversion interne. Il y aura dans ce cas plusieurs transformations successives pour aboutir au Zinc-68 stable.

Lors de la désintégration  $\beta^+$ , on sait qu'un positon est émis, ce dernier va très vite s'annihiler en fin de parcours avec un électron dans la matière, et donner deux photons  $\gamma$  de 511 keV qui se dirigeront à  $180^\circ$  l'un de l'autre. Cependant, le positon s'annihilant très vite dans la matière (avec un parcours de quelques millimètres), 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. En revanche, on peut bien détecter les photons  $\gamma$  à 511 keV chacun.

Lorsque que la transformation aboutit au Zinc-68 métastable, un rayonnement de 1077 keV sera émis pour donner le Zinc-68 stable. On retrouve l'énergie en faisant la différence  $E_2 - E_3$  :

$$E_4 = 2921 - 1844 = 1077 \text{ keV}$$

Ce rayonnement correspond à l'émission d'un photon  $\gamma$  ou un d'électron de conversion interne par désexcitation nucléaire du  $^{68m}_{30}\text{Zn}$ . Un dernier point à noter, toutes ces transitions isobariques comme isomériques vont conduire à des ionisations d'électrons de l'atome, provoquant alors des réarrangements du cortège électroniques, d'où l'émission d'électrons Auger et de photons de fluorescence X. Attention à ne pas confondre les rayonnements d'origines nucléaires et électroniques. Ci-joint, le schéma de l'énoncé complété :



Réponse vraie : D

## Question 8

Le Plutonium-238  $^{238}_{94}\text{Pu}$ , anciennement utilisé pour alimenter des pacemakers, se désintègre en Uranium-234  $^{234}_{92}\text{U}$  par émission  $\alpha$ . Dans quel intervalle se situe donc l'énergie cinétique  $Q$  de la particule  $\alpha$  émise lors de cette transformation radioactive ? Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

Données :  $M(^{238}_{94}\text{Pu}) = 238,0495582 \text{ u.m.a}$  ;  $M(^{234}_{92}\text{U}) = 234,0409503 \text{ u.m.a}$  ;  $M(^4_2\text{He}^{2+}) = 4,0026032 \text{ u.m.a}$

- A.  $Q < 1 \text{ MeV}$
- B.  $1 \text{ MeV} \leq Q < 2 \text{ MeV}$
- C.  $2 \text{ MeV} \leq Q < 4 \text{ MeV}$

**D.  $4 \text{ MeV} \leq Q < 6 \text{ MeV}$**

E.  $Q \geq 6 \text{ MeV}$

## Question 8

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

Pour calculer l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$ , on fait la différence des énergies de masse entre l'élément père et l'élément fils, nous donnant l'énergie totale libérée par la réaction. On y soustrait également l'énergie de masse du noyau d'hélium émis, pour trouver l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  :

$$\begin{aligned} Q &= [M(^{238}_{94}\text{Pu}) - M(^{234}_{92}\text{U}) - M(^4_2\text{He}^{2+})] \times c^2 \\ &= [238,0495582 - 234,0409503 - 4,0026032] \times 931,5 \\ &= 0,0060047 \times 931,5 \\ &= 5,593 \text{ MeV} \end{aligned}$$

En bonus : ici on est face à une transition  $\alpha$ , c'est-à-dire non isobarique (contrairement aux transitions  $\beta$ ) et avec un spectre énergétique de raie correspondant à l'unique énergie cinétique de la particule  $\alpha$  ; à l'inverse des transitions  $\beta$  qui présentent un spectre d'énergie continu par répartition aléatoire de l'énergie de la réaction entre les deux particules émises.

Réponse vraie : D

## Énoncé commun aux questions 9 et 10 :

Un patient visite pour un bilan de surveillance d'adénocarcinome, et doit pour cela effectuer une scintigraphie par  $\gamma$  caméra avec le Gallium-67. Ce radiotracteur a une période physique de 3,3 jours et une période biologique de 25,5 jours, avec une élimination majoritairement rénale. A 14h, la radiopharmacienne lui injecte du Gallium 67 d'une activité de 130 MBq.

## Question 9

Le patient précise qu'il part en voyage une semaine plus tard. Sachant qu'à l'aéroport, le portique de sécurité ne laisse pas passer une activité supérieure à 35 MBq. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La période effective du Gallium-67 est d'environ 3 jours  
 B. La période effective du Gallium-67 est d'environ 70h  
 C. Au bout d'une semaine, l'activité du Gallium-67 est encore proche de 130 MBq  
 D. Au bout d'une semaine, l'activité du Gallium-67 est d'environ 32,5 MBq  
 E. Le patient pourra passer le portique de sécurité de l'aéroport

## Question 9

## ? Items A et B

On ressort notre magnifique formule de la période effective :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$$

Et on remplace avec les valeurs données dans l'énoncé :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{25,5} + \frac{1}{3,3} = 0,3 + 0,04 = 0,34$$

Donc  $T_{eff} = \frac{1}{0,34} \approx 2,9$  jours. On calcule  $T_{eff}$  en heures ce qui nous donne :  $2,9 \times 24 = 69,6$  heures donc comme dirait un tuteur on valide avec validation l'item B!

## ? Items C, D et E

On raisonne avec la période effective pour ces items, or la période correspond au temps qu'il faut pour diviser le nombre de noyaux initial par deux, on peut aussi dire qu'on divise l'activité initiale par deux puisque  $N$  et  $A$  sont proportionnels d'après la formule suivante  $A(t) = \lambda \times N(t)$ . La période effective (parce que le Gallium-67 est dans le corps du patient) est de 2,9 jours, or une semaine comprend plus de 2 périodes. Après 2 périodes, on a :

$$A(1 \text{ semaine}) < \frac{A(\text{initiale})}{2^2} = \frac{130}{4} = 32,5 \text{ MBq}$$

$$A(1 \text{ semaine}) \approx 32,5 \text{ MBq}$$

Au bout d'une semaine, l'activité sera inférieure à 32,5 MBq, on est bien sous le seuil du portique, donc notre patient pourra s'envoler gaiement vers sa destination 😊 (bon vu son état de santé ce n'est pas préférable mais prions pour que les résultats du diagnostic soient favorables pour lui...).

Réponses vraies : A, B, D et E

## Question 10

La radiopharmacienne doit préparer le médicament du patient 3,3 jours avant le rendez-vous (soit à environ 7h), pour avoir une activité qui vaut le double de l'activité injectée. Concernant la masse de Gallium-67 que la radiopharmacienne doit préparer à ce moment, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

Données :  $M_{mol}({}^{67}\text{Ga}) = 67 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$

- A.  $m < 0,5 \text{ ng}$   
 B.  $m \in [0,5; 1[ \text{ ng}$   
 C.  $m \in [1; 10[ \text{ ng}$

D.  $m \in [10; 20] \text{ ng}$

E.  $m > 20 \text{ ng}$

## Question 10

✓ Item D →  $m \in [10; 20] \text{ ng}$

La formule à utiliser pour résoudre cette question est la suivante :

$$m(t) = \frac{A(t) \times T \times M_{mol}}{\ln(2) \times N_A}$$

On passe en revue nos données :  $\ln(2) = 0,7$  (utilisez cette approximation que vous devez connaître) ; la masse molaire  $M_{mol} = 67 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ; la constante d'Avogadro donnée dans l'énoncé, et la période physique donnée dans l'énoncé aussi. Il manque l'activité ! On nous dit dans l'énoncé que la radiopharmacienne prépare le médicament le temps d'une période avant le rendez-vous (d'après mes calculs à 6h40 exactement, j'espère qu'elle s'est couchée tôt) donc l'activité de la dose qu'elle va préparer sera 2 fois plus élevée que la dose du rendez-vous, donc  $A_{preparation} = 2 \times A_{rendez-vous} = 2 \times 130 = 260 \text{ MBq}$ . Attention, on convertit en Becquerel ! Donc on a  $A = 260 \times 10^6 \text{ Bq}$ . Pour la période (on prend la période physique et non biologique ou effective puisque le Gallium-67 n'est pas encore injecté pour le moment), on l'a dans l'énoncé en jours, on convertit donc en secondes ! Soit :

$$T = 3,3 \text{ jours} = 3,3 \times 24 \times 3600 \text{ secondes}$$

C'est bon on a tout ! Calculette en main et crayon de l'autre, attaquons notre calcul :

$$m = \frac{260 \times 10^6 \times 3,3 \times 24 \times 3600 \times 67}{0,7 \times 6,02 \times 10^{23}}$$

On trouve à la fin :  $m \approx 12 \times 10^{-9} \text{ g} \approx 12 \text{ ng}$

## ? Items A, B, C et E

Alors les petits pièges auxquels j'aimerais attirer votre attention les loulous :

- On convertit les MBq en Bq ! si vous avez coché l'item A c'est très probablement ça l'erreur 😊
- On convertit la période en secondes ! C'était l'erreur de l'item B

- On lit TOUT l'énoncé, la masse demandée correspond à celle que la radiopharmacienne va préparer et non celle le jour du RDV, prendre 130 MBq vous conduit à l'item C
- Les puissances de 10 ne sont pas à négliger, et on n'oublie pas de convertir avec les sous-multiples pertinents (ou alors ceux des items), cela vaut pour l'item E qui oublie le sous-multiple de nano, or 12g est un milliard plus grand que 12 ng. Oui c'est des toutes petites doses de radionucléides, mais qui ne sont pas injectés tous seuls en général pour raisons pratiques
- Liste non exhaustive mais j'espère que ça vous a aidé! allez courage ❤️

Réponse vraie : D

### Question 11

On pose un compteur à une distance de 2 mètres d'une source radioactive, dont la période vaut  $T=2h$ . On mesure ainsi 512 coups (impulsions) par secondes (cps). A une distance indéterminée de la cible, à  $t = 6h$ , on mesure 16 coups par secondes. Parmi les propositions suivantes concernant la distance avec la source à la deuxième mesure, laquelle est exacte ?

- A. 1 m  
B. 2 m  
C. 3 m  
D. 4 m  
E. 5 m

### Question 11

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

Il faut savoir que le nombre de coups par seconde (cps) est proportionnel à l'activité radioactive. On raisonne d'abord avec la décroissance temporelle. On sait que l'activité est proportionnelle à la fluence et on peut écrire sa décroissance :  $A(t = n \times T) = A_0 \times \frac{1}{2^n}$ . On sait que  $6h = 3 \times 2h = 3T$ . On a :

$$A(t = 6h) = A_0 \times \frac{1}{2^3} = \frac{A_0}{8} = \frac{512}{8} = 64 \text{ cps}$$

Maintenant, on va décrire la variation de la fluence de manière spatiale, fluence qui varie comme l'inverse du carré de la distance ( $\frac{1}{d^2}$ ), tel que :

$$\frac{F_0}{F_1} = \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2$$

On définit après la décroissance temporelle  $F_0 = 64 \text{ cps}$ ,  $F_1 = 16 \text{ cps}$ , et  $d_0 = 2$  mètres. On voit que notre inconnue est  $d_1$ , ce qu'on demande de calculer dans les items. Donc :

$$\begin{aligned} \frac{F_0}{F_1} &= \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2 \\ \Leftrightarrow &= \left(\frac{d_1^2}{d_0^2}\right) \\ \Leftrightarrow d_1^2 &= \frac{F_0}{F_1} \times d_0^2 \\ \Leftrightarrow d_1 &= \sqrt{\frac{F_0}{F_1} \times d_0^2} \\ &= \sqrt{\frac{64}{16} \times 2^2} \\ &= \sqrt{4 \times 4} = 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Réponse vraie : D

### Question 12

Parmi les propositions suivantes concernant les interactions entre les photons et la matière, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Après l'interaction par effet photoélectrique, la désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger
- B. L'effet photoélectrique prédomine dans les tissus biologiques
- C. L'effet Compton correspond à l'interaction partielle d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche profonde
- D. L'effet Compton est à l'origine d'un spectre continu responsable du contraste des images radiographiques et scintigraphiques
- E. La création de paires apparaît pour des énergies supérieures à un seuil de 1077 keV

### Question 12

#### ? Items A, B, C et D

L'effet photoélectrique consiste en l'interaction entre un photon incident et un électron d'une couche profonde d'un atome. Le photon transmet l'intégralité de son énergie à l'électron, brisant sa liaison à l'atome et l'ionisant : on l'appelle photoélectron mais il s'agit bien d'un électron éjecté. Le transfert d'énergie est total et ne dépend pas de l'angle d'interaction contrairement à l'effet Compton qui lui correspond à l'interaction entre un photon incident et un électron d'une couche superficielle d'un atome !

C'est l'effet Compton qui prédomine dans les tissus biologiques : soit les éléments légers aux numéros atomiques faibles. L'énergie du photon diffusé dépendant de l'angle d'interaction, il est bien à l'origine d'un spectre continu mais responsable d'un flou en imagerie. Les photons étant déviés et ayant des énergies étalées sur une plage assez large, on ne pourra pas déterminer l'origine dans le corps du photon. C'est donc un problème à prendre en compte en imagerie médicale.

**✗ Item E** → La création de paires apparaît pour des énergies supérieures à un seuil de 1022 keV

La création de paires est soumise à un seuil énergétique de 1022 keV qui correspond à l'énergie de masse au repos de l'électron et du positon formés, de 511 keV chacun. Attention à ne pas confondre ce seuil avec 1077 qui est une valeur venant d'une question précédente.

Réponse vraie : A

### Question 13

On souhaite choisir un conditionnement en plomb pour protéger le personnel d'un émetteur de photons, par transformation  $\beta^+$ . La couche de demi-atténuation du plomb pour des photons de 500 keV est de : 5 mm. Quelle épaisseur minimale  $x$  de plomb devra entourer le générateur pour limiter à 0,2% les émissions des rayonnements provenant de notre source radioactive ? (Une seule réponse exacte)

- A.  $x < 1 \text{ mm}$   
 B.  $1 \text{ mm} \leq x < 1 \text{ cm}$   
 C.  $1 \text{ cm} \leq x < 5 \text{ cm}$   
 D.  $5 \text{ cm} \leq x < 10 \text{ cm}$   
 E.  $x > 10 \text{ cm}$

### Question 13

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

Pour réduire l'émission à 0,2%, il faut diviser par  $1/0,002=500$  le nombre de photons dans le flux. En repartant de la formule du cours :

$$N(n) = N_0 \times 2^{-n}$$

Avec  $n$  un entier représentant le nombre de CDA traversées par le faisceau ( $n = x/CDA$ ). On cherche alors à déterminer le nombre de CDA pour que notre faisceau soit réduit d'un facteur 500. Cela revient à résoudre l'équation :  $2^n = 500$ . Or, on peut faire l'approximation que  $2^9 = 512 \approx 500$ . Pour diviser le flux d'un facteur 500, il faudra donc environ 9 CDA de plomb, l'épaisseur minimale vaudra alors :  $9 \times 5 \text{ mm} = 4,5 \text{ cm} \in [1 - 5] \text{ cm}$ .

Réponse vraie : C

### Question 14

Parmi les propositions suivantes concernant les interactions entre les photons et la matière, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique  $\tau$  augmente avec le numéro atomique du milieu  
 B. La probabilité d'interaction par effet Compton est proportionnelle au numéro atomique du milieu  
 C. Il existe une probabilité très faible d'interaction par création de paires pour des énergies entre 100 et 1000 keV  
 D. La couche de demi-atténuation correspond à l'inverse du coefficient linéique d'atténuation  $\mu$   
 E. Le coefficient linéique d'atténuation  $\mu$  dépend uniquement de la probabilité d'interaction par effet photoélectrique et par effet Compton

### Question 14

#### ? Items A, B et C

Voici les formules de probabilité de survenue des trois types d'interaction des photons avec la matière, avec :  $B$ ,  $C_i$  et  $C$  des constantes,  $Z$  le numéro atomique de milieu traversé,  $E$  l'énergie du photon incident et  $\rho$  la masse volumique :

- Probabilité d'interaction par effet photoélectrique :  $\tau = C_i \times \rho \times \frac{Z^3}{E^3}$ . La probabilité varie avec  $Z$  et  $E$  comme dans l'effet Compton, mais dans des proportions beaucoup plus grandes (ici  $Z$  et  $E$  sont au cube).
- Probabilité d'interaction par effet Compton :  $\sigma = B \times \frac{Z}{E}$ .
- Probabilité d'interaction par création de paires :  $\pi = C \times Z$ . Elle est soumise au seuil de 1022 keV et en-dessous de celui-ci sa probabilité est nulle, la réaction n'est juste physiquement pas possible car il n'y a pas assez d'énergie à convertir pour générer le couple électron/positon.

#### ? Items D et E

Le coefficient d'atténuation linéique  $\mu$  est lié à la CDA par la relation suivante :

$$\mu = \frac{\ln(2)}{CDA}$$

Il correspond à la somme des probabilités d'interaction de tous les effets :  $\mu = \tau + \sigma + \pi$ . La CDA ne correspond pas exactement à l'inverse de  $\mu$ , c'est le même type de relation qui relie la période  $T$  et la constante de désintégration radioactive  $\lambda$  tel que :  $\lambda = \frac{\ln(2)}{T}$ .

Réponses vraies : A et B

## Question 15

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

- A. La particule  $\alpha$  comporte 2 neutrons et 2 positons
- B. Le ralentissement de la particule alpha se fait principalement par rayonnement de freinage avec les noyaux du milieu traversé
- C. La DLI des particules  $\alpha$  augmente au début du parcours pour diminuer progressivement
- D. Le ralentissement des électrons de haute énergie ( $T > 100$  MeV) se fait majoritairement par collision avec les électrons du milieu
- 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

**X** **Item A** → La particule  $\alpha$  comporte 2 neutrons et 2 positons

La particule  $\alpha$  est un noyau d'hélium, composé de 2 protons et 2 neutrons, sans électrons ni positons.

**?** **Items B et C**

Les particules  $\alpha$  sont peu déviées et ont un parcours relativement rectiligne. Les interactions avec le milieu sont essentiellement de nature coulombienne entre la particule incidente et les électrons atomiques, celles impliquant le champ coulombien des noyaux étant négligeables. Ces interactions avec le milieu se font principalement par collision, on négligera le ralentissement par rayonnement de freinage pour les particules  $\alpha$ .

**X** **Item D** → Le ralentissement des électrons de haute énergie ( $T > 100$  MeV) se fait ...

Le ralentissement des électrons de faible et moyenne énergie ( $T < 100$  MeV) se fait principalement par collisions avec les électrons du milieu par une interaction électron-électron. Les particules ne se touchent pas comme au billard mais sont suffisamment proches pour que l'énergie délivrée par l'interaction électrostatique soit conséquente et ionise les atomes du milieu. Les électrons incidents perdent une fraction importante de leur énergie cinétique en une seule collision. Pour les électrons de haute énergie ( $T > 100$  MeV) on aura une prédominance du ralentissement par freinage, ici il s'agit d'interaction électron-noyau : la force d'attraction des noyaux positifs entraîne une force qui s'exerce sur l'électron, il est alors dévié et est ralenti. Or, toute charge dont la vitesse varie, en valeur absolue ou en direction, rayonne. C'est d'ailleurs sur ce concept qu'est basé le tube à rayons X.

**✓** **Item E** → 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 :

$$E_e = E_0 - W_n = 18,6 - 13,6 = 5 \text{ eV}$$

L'électron émis aura donc une énergie cinétique de 5 eV.

Réponse vraie : E

## Question 16

On traite par injection intraveineuse d'oxodotrétotide marqué au Lutécium-177 (qui se désintègre par transformation  $\beta^-$ ) une tumeur du colon de 100 g. Le Lutécium-177 a les caractéristiques simplifiées suivantes : énergie moyenne par désintégration ( $E_{moy} = 0,2 \text{ MeV}$ ) ; période physique : ( $T = 7 \text{ j}$ ) ; parcours moyen dans l'eau : ( $R_{moy} = 0,67 \text{ mm}$ ) ; parcours maximal dans les tissus : ( $R_{max} = 2,2 \text{ mm}$ ) ; demi-vie d'élimination biologique : ( $T_{bio} = 4 \text{ h}$ ). La tumeur absorbe une activité équivalente à 70% de l'activité initiale. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La période effective de Lutécium-177 est égale à la période physique
- B. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle :  $[1,5 \times 10^{-4}; 4 \times 10^{-4}] \text{ Gy.GBq}^{-1}$
- C. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle :  $[4 \times 10^{-4}; 6,5 \times 10^{-4}] \text{ Gy.GBq}^{-1}$
- D. La dose absorbée pour 1 GBq injecté est comprise dans l'intervalle :  $[6,5 \times 10^{-4}; 9 \times 10^{-4}] \text{ Gy.GBq}^{-1}$
- E. La dose particulaire  $\beta$  détectée est nulle à 8 mm d'une source de Lutécium-177

## Question 16

**X** **Item A** → La période effective de Lutécium-177 est égale à la période physique

On redonne la formule pour calculer la période effective :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{phy}} + \frac{1}{T_{bio}}$$

En remplaçant avec les périodes en heures :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{7 \times 24} + \frac{1}{4} \approx \frac{1}{4} = 0,256 \text{ h}^{-1}$$

$$\Leftrightarrow T_{eff} = \frac{1}{0,256} \approx 3,9 \text{ h}$$

La période biologique était largement inférieure à la période physique, c'est l'élimination biologique qui prédominera, on considérera la période effective de Lutécium-177 comme égale à la période biologique : c'est elle qui conditionnera l'élimination du médicament.

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

On sait que la tumeur absorbe 70% de l'activité initiale, c'est-à-dire 70% de 1 GBq. On a donc l'activité absorbée  $A = 0,7 \times 1 \text{ GBq}$ . On connaît l'énergie moyenne par désintégration, en MeV. On commence par convertir l'énergie en joules (unités SI) :

$$0,2 \text{ MeV} = 0,2 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 3,2 \times 10^{-14} \text{ J}$$

On calcule alors la dose reçue pour une activité de 1 GBq :

$$DA = \frac{A_{absorbé} \times E_{moy/d}}{m} = \frac{0,7 \times 10^9 \times 3,2 \times 10^{-14}}{0,1} = 2,24 \times 10^{-4} \text{ Gy.GBq}^{-1}$$

✓ **Item E** → La dose particulaire  $\beta$  détectée est nulle à 8 mm d'une source de Lutétium-177

On nous donne le parcours maximal des électrons dans les tissus comme égal à 2,2 mm, on en déduit donc que la dose particulaire  $\beta$  sera nulle à 8 mm de la source radioactive de Lutétium-177.

Réponses vraies : B et E

### Question 17

Les particules chargées forment des paires d'ions le long de leur passage dans un milieu biologique. Des particules  $\alpha$  de 9,1 MeV ont un parcours  $R$  inconnu dans un milieu où l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est de 50 eV. On dénomme : TLE le transfert linéique d'énergie et DLI la Densité linéique d'ionisations qui est de 5000 paires d'ions par  $\mu\text{m}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. La particule  $\alpha$  a un TLE de  $450 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de  $20,2 \mu\text{m}$   
 B. La particule  $\alpha$  a un TLE de  $350 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de  $26 \mu\text{m}$

C. La particule  $\alpha$  a un TLE de  $250 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de  $36,4 \mu\text{m}$

- D. La particule  $\alpha$  a un TLE de  $150 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de  $60,7 \mu\text{m}$   
 E. La particule  $\alpha$  a un TLE de  $50 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  et un parcours de  $182 \mu\text{m}$

### Question 17

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

On commence par récupérer toutes les données sur notre brouillon : on nous donne l'énergie de formation d'une paire d'ions  $W$ , la DLI, l'énergie des particules alpha  $E_0$  et on cherche la longueur du parcours de la particule  $R$ , on pose :

$$DLI = \frac{\text{nb paires d'ions}}{R} \iff R = \frac{\text{nb paires d'ions}}{DLI}$$

Or, le nombre de paires d'ions est égal au rapport entre l'énergie totale  $E_0$  et l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ion  $W$  ; on n'oublie pas de noter les unités de la DLI :

$$\begin{aligned} R &= \frac{E_0}{W \times DLI} \\ &= \frac{9,1 \times 10^6}{50 \times 5000} = 36,4 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Ensuite, on calcule le transfert linéique d'énergie (TLE) :

$$TLE = \frac{T_0}{R} = \frac{9,1 \times 10^6}{36,4} = 250 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

Réponse vraie : C

### Question 18

Un patient se trouve en réanimation avec un pH sanguin de 7,23 et avec sa composante métabolique qui vaut 11,95 mM. La droite tampon du sang a une pente de valeur absolue égale à  $25 \text{ mM} \cdot \text{pH}^{-1}$ . On précise qu'on est à  $T=37^\circ\text{C}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Le patient possède une  $p\text{CO}_2$  normale qui vaut  $p\text{CO}_2 = 30 \text{ mmHg}$   
 B. Le patient possède une  $p\text{CO}_2$  anormale qui vaut  $p\text{CO}_2 = 42 \text{ mmHg}$   
 C. Le patient possède une  $p\text{CO}_2$  anormale qui vaut  $p\text{CO}_2 = 40 \text{ mmHg}$

D. Le patient possède une  $p\text{CO}_2$  normale qui vaut  $p\text{CO}_2 = 40 \text{ mmHg}$

- E. Le patient possède une  $p\text{CO}_2$  anormale qui vaut  $p\text{CO}_2 = 45 \text{ mmHg}$

### Question 18

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

Ici, nous avons un pH de 7,23, nous sommes donc en acidose. Pour déterminer la valeur de  $p\text{CO}_2$  nous devons calculer la concentration en bicarbonates, pour cela nous avons les valeurs de  $s$  et de  $m$ . Ainsi :

$$\begin{aligned} [\text{HCO}_3^-] &= m + s \times (7,40 - \text{pH}) \\ &= 11,95 + 25 \times (7,40 - 7,23) \\ &= 11,95 + 4,25 = 16,2 \text{ mM} \end{aligned}$$

Comme nous avons déterminé  $[\text{HCO}_3^-]$ , nous pouvons maintenant calculer la valeur de  $p\text{CO}_2$  :

$$\begin{aligned} p\text{CO}_2 &= \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a \times 10^{(\text{pH} - \text{p}K_a)}} \\ &= \frac{16,2}{0,03 \times 10^{(7,23 - 6,1)}} \\ &\approx 40 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Nous pouvons donc constater que le patient possède une  $p\text{CO}_2$  de 40 mmHg, ce qui correspond à la valeur physiologique de la pression en dioxyde de carbone.

Réponse vraie : D

### Question 19

Après avoir déterminé la  $p\text{CO}_2$  du patient de la question 18, nous cherchons maintenant à caractériser son trouble et de comprendre comment peut se manifester ce trouble. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Le patient souffre d'une acidose métabolique pure

- B. Le patient souffre d'une acidose respiratoire pure  
 C. Ce patient pourrait avoir subi un surdosage de barbituriques  
 D. Ce patient pourrait avoir une insuffisance rénale accompagnée par des vomissements

E. Ce patient pourrait avoir un diabète ou avoir un excès d'acides fixes

## Question 19

**? Items A et B**

Pour déterminer le trouble, nous avons toutes les données de la question 16. Le pH est de 7,23, ce qui est inférieur à 7,4, nous sommes donc en acidose. Pour déterminer si le trouble est respiratoire ou métabolique, nous devons regarder les valeurs de  $m$  et de la  $pCO_2$ .

- La  $pCO_2$  que nous avons calculée vaut 40 mmHg, ce qui correspond à sa valeur physiologique.
- $m = 11,95 \text{ mM} < 24 \text{ mM}$ , qui correspond à sa valeur physiologique, que l'on retrouverait par exemple lors d'une acidose respiratoire pure.

Nous pouvons donc constater qu'il s'agit bien d'une acidose métabolique pure, par baisse de la constante métabolique  $m$  et donc du pH.

**? Items C, D et E**

L'ingestion de barbituriques est caractéristique d'une acidose respiratoire et non métabolique, par hypoventilation liée à la dépression des centres respiratoires, ce qui va conduire à une augmentation de la  $pCO_2$  et donc à cette acidose.

Une acidose métabolique peut bien être due à une insuffisance rénale, mais pas de vomissements. Les vomissements sont plutôt caractéristiques d'une alcalose métabolique, car ils aboutissent à une perte d'acides par le tube digestif.

Une acidose métabolique peut bien être due à un diabète ou un excès d'acides fixes.

Les différentes caractéristiques des troubles sont à connaître, chers futurs professionnels de santé, en plus c'est une des parties les plus concrètes du cours.

**Réponses vraies : A et E**

## Question 20

Les patients A et B ont le même pH sanguin de 7,6. Le patient A a une concentration en bicarbonates plasmatiques de  $18 \text{ mmol.L}^{-1}$  et le patient B en a une de  $20 \text{ mmol.L}^{-1}$ . On considérera que la valeur absolue de la pente de la droite tampon est égale à  $30 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{pH}^{-1}$  pour les deux patients, et on précise qu'on est à une température de  $T=37^\circ\text{C}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

A. Le patient A est en alcalose métabolique pure et le patient B est en alcalose mixte

**B. Le patient A est en alcalose respiratoire pure et le patient B est en alcalose mixte**

C. Le patient A est en alcalose mixte et le patient B est en alcalose métabolique pure

D. Les deux patients sont en alcalose mixte

E. Les deux patients sont en alcalose respiratoire pure

## Question 20

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

Leur pH est supérieur à 7,4 donc on élimine d'office l'acidose et la compensation totale du trouble, même si on ne vous a pas piégé avec ça ici, ça permet déjà d'éliminer rapidement des items en examen !

On peut maintenant calculer leur  $pCO_2$  et leur composante métabolique pour déterminer si leur alcalose est respiratoire, métabolique, ou mixte :

**Patient A :**

- $pCO_2 = \frac{[HCO_3^-]}{a \times 10^{(pH - pK_a)}} = \frac{18}{0,03 \times 10^{(7,6 - 6,1)}} \approx 19 \text{ mmHg} < 40 \text{ mmHg}$ . Sa  $pCO_2$  est inférieure à 40, on peut éliminer la cause purement métabolique et se tourner vers une cause respiratoire ou mixte.
- $m_A = [HCO_3^-] - s \times (7,40 - pH) = 18 - 30 \times (7,40 - 7,6) = 24 \text{ mM}$ . Il est donc en alcalose respiratoire pure, car sa constante métabolique est normale !

**Patient B :**

- $pCO_2 = \frac{[HCO_3^-]}{a \times 10^{(pH - pK_a)}} = \frac{20}{0,03 \times 10^{(7,6 - 6,1)}} \approx 21 \text{ mmHg} < 40 \text{ mmHg}$ . Sa  $pCO_2$  est inférieure à 40, ce qui nous oriente vers une cause respiratoire ou mixte.
- $m_B = [HCO_3^-] - s \times (7,40 - pH) = 20 - 30 \times (7,40 - 7,6) = 26 \text{ mM}$ . Sa composante métabolique est supérieure à 24, on peut donc en conclure grâce à ces informations qu'il est en alcalose mixte.

N'hésitez pas à faire un diagramme de Davenport en parallèle de vos calculs et estimations, ça peut aider à raisonner plus facilement !

**Réponse vraie : B**

## Question 21

Deux patients se présentent avec des troubles acido-basiques respiratoires purs. Tous deux présentent une composante métabolique normale, une  $pCO_2$  identique. Le patient A présente une anémie contrairement au patient B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. En cas d'acidose, si les deux patients ont le même pH, la concentration en bicarbonate du patient A sera inférieure à celle du patient B

**B. Si les deux patients sont en acidose, le patient A aura une concentration en bicarbonate inférieure à celle du patient B**

**C. Si les deux patients sont en acidose, le patient B aura un pH supérieur à celui du patient A (donc les conséquences de l'acidose seront moins graves)**

D. Si les deux patients sont en alcalose, le patient B aura une concentration en bicarbonates supérieure à celle du patient A

E. Si les deux patients sont en alcalose, le patient A aura un pH inférieur à celui du patient B

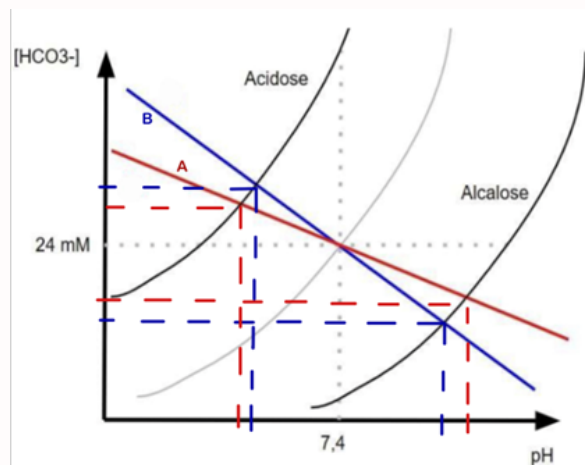
## Question 21

**X Item A** → En cas d'acidose, si les deux patients ont le même pH, la concentration en ...

Attention : on peut voir graphiquement que pour un même pH, les deux patients ne peuvent pas passer par la même isobare car leur droite tampon est différente à cause de l'anémie ; or l'énoncé nous dit qu'ils ont une  $pCO_2$  identique. Au vu des données de l'énoncé, les deux patients ne pourront jamais avoir le même pH (à part à 7,4).

L'anémie est la baisse du taux d'hémoglobine. Elle intervient dans la droite tampon du sang selon la formule suivante :  $[HCO_3^-] = m + s \times (7,40 - pH)$  avec  $s = 8,2 + 1,56 \times Hb$ . La conséquence d'une anémie sera la baisse de la pente de la droite tampon du sang : la réponse à une variation de pH sera donc moins forte. On nous informe que c'est un trouble respiratoire pur, donc on circulera seulement le long de la droite tampon pour positionner nos patients.

On peut modéliser cette situation sur un diagramme de Davenport :



**? Items B et C**

Ici, nous sommes dans le cas d'une acidose, donc on se déplace pour chaque patient le long de la droite tampon vers la gauche jusqu'à une isobare commune aux deux patients.

Pour la concentration en bicarbonate, on rapporte cette fois sur l'axe des ordonnées et on observe que la concentration en bicarbonate est plus basse chez le patient A que chez le patient B.

On peut maintenant comparer le pH entre nos 2 patients : on voit sur l'axe des abscisses que celui du patient A est inférieur à celui du patient B (C VRAI).

**? Items D et E**

On applique le même raisonnement qu'avant mais en situation ici d'alcalose, donc on se déplace pour chaque patient le long de la droite tampon vers la droite jusqu'à une isobare commune aux deux patients. On peut constater ici que c'est plutôt l'inverse qui se produit, avec un pH et

une concentration en bicarbonate plus élevées pour le patient anémique. Il est important de bien maîtriser et de retranscrire le diagramme dans les différentes situations !

On rappelle que plus le pH d'un patient sera éloigné de 7,4, plus les conséquences seront graves : on voit donc que le patient anémié sera toujours le plus affecté.

**Réponses vraies : B et C**

## Question 22

Mme B. se présente aux urgences avec une augmentation de sa  $pCO_2$  et de sa constante métabolique. En examinant son dossier, vous vous rendez compte qu'elle souffre d'une pneumopathie, et a donc des troubles respiratoires. Son pH est inférieur à 7,40. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Elle souffre d'une acidose respiratoire pure
- B. Elle souffre d'une acidose métabolique compensée
- C. Elle souffre d'une acidose respiratoire compensée
- D. Elle souffre d'une alcalose respiratoire compensée
- E. Elle souffre d'une acidose mixte

## Question 22

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

Pour aborder ce cas on va être méthodique : une  $pCO_2$  augmentée veut dire une acidose (déplacement de l'isobare vers la gauche). Sa constante métabolique augmente, donc le trouble ne peut pas être mixte (pour que ce soit mixte, on a une augmentation de la  $pCO_2$  et une diminution de la composante métabolique ou inversement). Ce n'est donc qu'un mécanisme de compensation. L'étiologie devait nous orienter, car elle souffre d'une pneumopathie.

En cas d'hypoventilation ou une pneumopathie, on a une acidose respiratoire, qui sera compensée ou non. Ainsi la patiente B souffre une acidose respiratoire compensée par élévation de sa constante métabolique.

**Réponse vraie : C**

**Question 23**

On s'intéresse au phénomène de convection d'un soluté se trouvant en solution aqueuse à travers une membrane perméable à ce soluté. Cette membrane délimite deux compartiments : les compartiments A et B. On exerce une pression hydrostatique sur le compartiment B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le soluté subit un transfert membranaire actif du compartiment B vers le compartiment A
- B. La valeur absolue du débit convectif du soluté est proportionnelle à la mobilité de l'eau**
- C. La valeur absolue du débit de filtration du solvant dépend du gradient de concentration du soluté
- D. Le solvant subit un transfert membranaire convectif du compartiment A vers le compartiment B
- E. Le débit convectif du solvant dépend de la mobilité du soluté

**Question 23****? Items A et D**

Lorsqu'on applique une pression hydrostatique sur l'un des compartiments, on provoque un transfert du soluté ET du solvant vers l'autre compartiment donc vers le compartiment A. En revanche, faites bien attention, c'est un transfert convectif (parce qu'il est dû à une pression) mais celui-ci est PASSIF. Il se fait sans perte d'énergie!

**✓ Item B** → La valeur absolue du débit convectif du soluté est proportionnelle à la mobilité de l'eau

On rappelle nos deux formules importantes pour la convection !

D'abord, le débit convectif du solvant ou le débit de filtration  $J_F$  :

$$|J_F| = | - b_{H_2O} S \text{ grad} P |$$

Où :

- $b_{H_2O}$  la mobilité de l'eau
- $S$  la surface d'échange
- $P$  la pression

Et, le débit convectif du soluté  $J_S$  :

$$J_S = C J_F = - C b_{H_2O} S \text{ grad} P$$

Où :

- $C$  la concentration molaire du soluté

**✗ Item C** → La valeur absolue du débit de filtration du solvant dépend du gradient de...

La valeur absolue du débit de filtration du solvant est proportionnelle au gradient de pression et non au gradient de concentration en soluté!

**✗ Item E** → Le débit convectif du solvant dépend de la mobilité du soluté

Le débit convectif du solvant dépend de la mobilité du solvant et non du soluté!

**Réponse vraie : B**

**Question 24**

On s'intéresse au phénomène de migration électrique d'un ion se trouvant en solution aqueuse à travers une membrane perméable à cet ion. Cette membrane délimite deux compartiments : les compartiments A et B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La migration électrique peut concerner des molécules non ioniques
- B. Le débit molaire électrique de cet ion est indépendant de sa concentration
- C. En valeur absolue, le débit molaire électrique de cet ion augmente lorsque sa valence augmente**
- D. Le courant électrique généré par ce transfert est inversement proportionnel à la conductance de cet ion
- E. Le courant électrique généré par ce transfert augmente lorsque la différence de potentiel électrique entre les deux compartiments diminue

**Question 24**

**✗ Item A** → La migration électrique peut concerner des molécules non ioniques

La migration électrique est un mode de transfert qui ne peut concerner que les ions (car ceux-ci peuvent établir des interactions coulombiennes).

**✗ Item B** → Le débit molaire électrique de cet ion est indépendant de sa concentration

On rappelle l'expression du débit molaire électrique :

$$J_{ei} = -z_i F b_i S c_i \text{ grad} V$$

Où :

- $z_i$  la valence de l'ion
- $F$  la constante de Faraday
- $b_i$  la mobilité molaire mécanique de l'ion
- $S$  la surface d'échange
- $c_i$  la concentration molaire de l'ion
- $V$  le potentiel électrique

**✓ Item C** → En valeur absolue, le débit molaire électrique de cet ion augmente lorsque sa valence...

En valeur absolue, on aura :

$$|J_{ei}| = | - z_i F b_i S c_i \text{ grad} V |$$

Donc, en valeur absolue, le débit molaire électrique d'un ion augmente avec sa valence  $z_i$ .

**? Items D et E**

On s'intéresse à présent au courant électrique généré par cette migration électrique qui vérifie la loi d'Ohm suivante :

$$I_i = g_i (V - V_{i,eq})$$

Donc le courant électrique est proportionnel ici à la conductance de l'ion et à la différence de potentiels électriques entre les deux compartiments. Donc, si la conductance ou si la différence de potentiel électrique entre les deux compartiments augmente alors le courant électrique augmentera aussi.

Réponse vraie : C

### Question 25

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 d'épaisseur  $e$  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, en 1 et en 2, totalement soluble dans le solvant, mais en quantité largement supérieure en 1 qu'en 2. Cette protéine ne peut traverser la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le solvant diffuse du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré c'est-à-dire du compartiment 1 vers le 2  
 B. La pression osmotique est définie par la loi de Van't Hoff et n'est générée que par les solutés traversant la membrane

C. Le phénomène d'osmose est compensé par une surpression dans le compartiment 1 ce qui donne donc un phénomène de filtration du compartiment 1 vers le compartiment 2

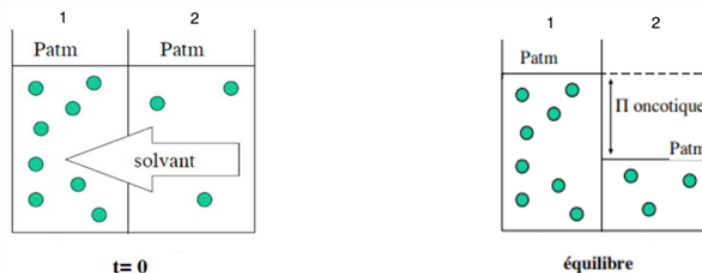
D. Le débit diffusif du solvant ( $Jd_{H_2O}$ ) est proportionnel à l'épaisseur de la membrane

E. Le débit diffusif du solvant est proportionnel à la différence de pression oncotique de part et d'autre de la membrane

### Question 25

#### ? Items A et B

Je vous mets ce schéma pour vous expliquer :



Ici, on a une quantité de protéine en 1, supérieure à la quantité dans le compartiment 2. Ainsi le solvant va diffuser du compartiment 2 vers le compartiment 1 pour égaliser les concentrations : sachant que  $C = n/V$  donc pour que  $C_1 = C_2$  sachant que  $n_1 > n_2$  il faut que  $V_1 > V_2$  or à

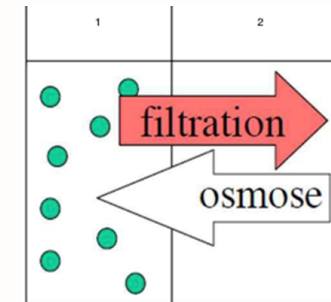
l'origine on a un même volume dans les deux compartiments on a donc une diffusion de solvant de 2 vers 1.

Le solvant diffuse du compartiment le moins concentré vers le compartiment le plus concentré. Ensuite quand le solvant diffuse de 2 vers 1 il y a une dénivellation, qui crée donc une surpression en 1 qui va contre la diffusion du solvant : c'est la pression osmotique.

La pression osmotique (on parle de pression oncotique si le soluté est une protéine) est bien définie par la loi de Van't Hoff :  $\pi = \Delta\omega RT$  (en Pa). Et cette pression osmotique n'est générée QUE par les solutés qui ne traversent pas la membrane.

✓ **Item C** → Le phénomène d'osmose est compensé par une surpression dans le compartiment 1 ...

Le phénomène d'osmose est mécaniquement compensé par une surpression en 1, liée au "poids" de la colonne d'eau, réalisant donc une filtration/convection de sens opposé. On rappelle que diffusion + filtration = osmose.



#### ? Items D et E

La formule du débit de solvant est :

$$Jd_{H_2O} = b_{H_2O} S \frac{\Delta\pi}{e}$$

On voit donc que le débit volumique du solvant  $Jd_{H_2O}$  est inversement proportionnel à l'épaisseur de la membrane ( $e$ ) et proportionnel à la différence de pression oncotique ( $\Delta\pi$ ) de part et d'autre de la membrane.

Réponses vraies : C et E

## Question 26

Parmi les propositions suivantes concernant le phénomène de Starling le long d'un capillaire chez un patient sain, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La pression hydrostatique tend à chasser le plasma hors du capillaire
- B. La pression oncotique entraîne un appel d'eau du milieu intravasculaire vers le milieu extravasculaire
- C. La pression hydrostatique permet le maintien du contenu liquidien dans le capillaire
- D. La pression transmurale diminue le long du capillaire
- E. La pression oncotique reste constante le long du capillaire

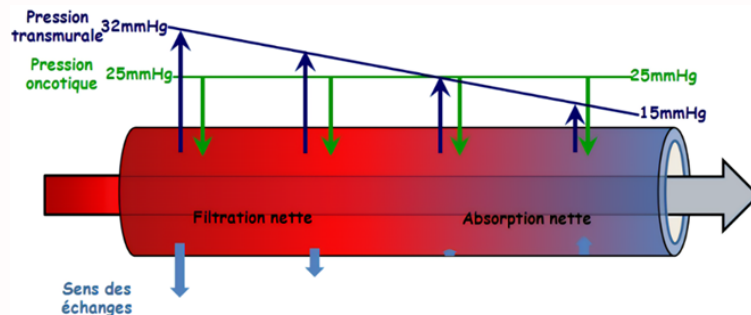
## Question 26

## ? Items A, B et C

La pression hydrostatique va chasser le plasma hors du capillaire, et donc on va pouvoir nourrir les tissus de cette manière et leur apporter notamment des nutriments et de l'oxygène (A VRAI, C FAUX). La pression oncotique va au contraire chercher à "ramener" en quelque sorte de l'eau vers le plasma → on a un appel d'eau du milieu EXTRA vasculaire vers le milieu intra-vasculaire (attention à ne pas lire trop vite 😊) pour conserver du liquide dans le capillaire (sinon on va vider notre vaisseau et par exemple aboutir à une formation d'œdèmes).

## ? Items D et E

Voici le schéma du cours qui aide à retenir les tendances :



On sait que la  $p_{H,a}$  (pression hydrostatique au pôle artériel donc au début du capillaire) est plus élevée que la  $p_{H,v}$  (pression hydrostatique au pôle veineux donc à la fin du capillaire). La pression transmurale étant définie comme la différence entre la pression hydrostatique (du côté intérieur de la paroi) et la pression interstitielle qui elle est constante (du côté extérieur de la paroi).

Comme  $p_{H,a} > p_{H,v}$ , on a  $\Delta P_a > \Delta P_v \rightarrow$  la pression transmurale diminue le long du capillaires : C'est la différence entre les pressions de part et d'autre de la paroi capillaire (comme des 2 côtés d'un mur).

La pression oncotique reste elle constante tout le long du capillaire, à cause des protéines qui ne diffusent pas à travers la membrane.

Réponses vraies : A, D et E

## Question 27

On considère le phénomène de Starling, dans une situation pathologique, à l'état de déséquilibre. Il y a alors apparition d'œdèmes tissulaires. Parmi les propositions suivantes laquelle (lesquelles) peut (peuvent) expliquer la formation d'œdèmes ?

- A. Une diminution de la pression veineuse due à une obstruction veineuse
- B. Une diminution du retour lymphatique
- C. Une diminution de la pression veineuse due à une défaillance cardiaque
- D. Un syndrome néphrotique qui conduit à une baisse de la pression oncotique
- E. Une carence d'apport protéique qui donne une augmentation de la pression oncotique

## Question 27

## ? Items A et C

Dans cette question on s'intéresse aux différentes causes qui peuvent donner un œdème. Pour la pression veineuse il s'agit d'une élévation, due à un obstruction veineuse. Ensuite une défaillance de la pompe cardiaque peut bien être en cause dans un œdème mais ça donnera une augmentation de la pression veineuse et non une diminution. Si on résume :

- Un obstacle sur l'axe veineux comme une tumeur ou une thrombose veineuse
- Une défaillance de la pompe cardiaque

Ces deux affections mènent à une élévation de la pression veineuse qui peut donner un œdème.

## ✓ Item B → Une diminution du retour lymphatique

Les affections comportant une diminution du retour lymphatique comme un obstacle tumoral ou post traumatique peuvent donner un œdème, par baisse du retour aqueux dans les veines.

## ? Items D et E

La diminution de la pression oncotique est la cause de l'œdème, par diminution de la diffusion vers le vaisseau. Les affections qui entraînent une baisse de la pression oncotique sont une carence d'apport protéique, un syndrome néphrotique (fuite massive de protéines dans les urines) ou un défaut de synthèse des protéines du fait d'une hépatopathie (cirrhose du foie par exemple) → D VRAI, E FAUX.

Une dernière situation entraînant des œdèmes donne les œdèmes lésionnels : lésions par des toxiques, des infections, des médicaments de la paroi vasculaire (fuite de protéines).

Réponses vraies : B et D

## Question 28

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 (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. La relation de Nernst fait intervenir la convection et la migration

B. La valeur absolue du débit de diffusion est égale à la valeur absolue du débit par migration électrique

C. La relation de Nernst exprime la valeur de différence de potentiel quand l'effet de migration et de diffusion s'annulent

D. La relation de Nernst peut s'écrire  $V_2 - V_1 = \frac{RT}{Z_i F} \ln \left( \frac{C_2}{C_1} \right)$

E. La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) est proportionnelle à la valence de l'ion considéré

## Question 28

## ? Items A, B et C

Tout d'abord : Nernst = diffusion + migration ; il n'y a pas de phénomène de convection.  $V_{i,eq}$  est la valeur de la différence de potentiel qui apparaît quand l'effet migration et l'effet diffusion s'annulent (à l'équilibre). Donc, à l'équilibre, quand une membrane sépare 2 milieux contenant la même espèce ionique à la concentration  $C_1$  du côté 1 et  $C_2$  du côté 2, on a :

$$\begin{aligned} \text{débit de migration électrique} & \quad \text{débit diffusif} \\ \widehat{J_{ie}} & \quad + \quad \widehat{J_{id}} = 0 \\ \Leftrightarrow J_{ie} & = -J_{id} \\ \Leftrightarrow |J_{ie}| & = |J_{id}| \end{aligned}$$

## ? Items D et E

Tout est bon dans les variables données mais il manque le - devant la première fraction ! Et d'après cette formule la valence de  $i$  ( $Z_i$ ) est au dénominateur, la différence de potentiel  $V_2 - V_1$  est donc inversement proportionnelle à la valence  $Z_i$  de l'ion.

Réponses vraies : B et C

## Question 29

On s'intéresse à la loi de Hooke, on note  $\gamma$  le module d'Young,  $L_0$  la longueur au repos d'un corps,  $\Delta L$  l'allongement du corps par rapport à sa longueur de repos, et  $S$  la section du corps. Parmi les propositions suivantes concernant la loi de Hooke et le module d'Young, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Plus le module d'Young est grand, plus le corps est élastique

B. Dans la loi de Hooke, l'allongement d'un corps est proportionnel à la force

C. La loi de Hooke peut s'exprimer :  $F = \gamma L_0 \frac{\Delta L}{S}$

D. Au-delà d'une certaine élongation, le corps se casse

E. Le corps le plus élastique est celui qui offre l'allongement le plus grand pour la plus petite force fournie

## Question 29

**X** Item A → Plus le module d'Young est grand, plus le corps est élastique

C'est l'inverse ! Un corps est d'autant plus élastique que son module d'Young est faible.

## ? Items B et C

Dans la formule de l'item,  $L_0$  et  $S$  ont été inversés, mais on voit bien dans la formule originale que  $F$  est proportionnelle à  $\Delta L$ . On vous rappelle l'expression correcte :  $F/S = \gamma \frac{\Delta L}{L_0}$  soit  $F = \gamma S \frac{\Delta L}{L_0}$ .

## ? Items D et E

C'est du cours !

Réponses vraies : B, D et E

## Question 30

On s'intéresse à la biophysique des vaisseaux et du cœur. On assimilera le cœur à une sphère de rayon  $R_c$  s'il n'est pas dilaté et  $R'_c$  en cas de dilatation. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. La tension superficielle du vaisseau sanguin est proportionnelle à la pression transmurale

B. La pression transmurale est égale au double de la tension dans le cas d'un cœur dont les parois ne sont pas dilatées (cœur de rayon  $R_c$ )

C. Dans le cas d'un cœur dilaté, la tension est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi du cœur

D. Dans le cas d'un cœur dilaté une augmentation de la pression transmurale entraîne une augmentation de la tension

E. Dans le cas d'un cœur dilaté, la tension pariétale est proportionnelle à  $R'_c$

## Question 30

✓ **Item A** → La tension superficielle du vaisseau sanguin est proportionnelle à la pression ...

On rappelle la loi de Laplace appliquée à un vaisseau sanguin :

$$T_S = P_{TM} \times R_v$$

Où :

- $T_S$  la tension superficielle du vaisseau sanguin
- $P_{TM}$  la pression transmurale (c'est-à-dire la pression de part et d'autre de la paroi)
- $R_v$  le rayon du vaisseau sanguin assimilé à un cylindre

✗ **Item B** → La pression transmurale est égale au double de la tension dans le cas d'un cœur dont ...

Lorsqu'on assimile un cœur sain à une sphère, la tension vérifie :

$$T = \frac{P_{TM} \times R_c}{2}$$

En réarrangeant un peu, on a :

$$P_{TM} = \frac{2T}{R_c}$$

### ? Items C, D et E

Lorsque le cœur s'hypertrophie, c'est-à-dire quand l'épaisseur de sa paroi augmente, la formule de la tension change un peu pour prendre en compte l'effet de l'épaisseur sur la tension :

$$T = \frac{P_{TM} \times R'_c}{2e}$$

Ici :

- $e$  est l'épaisseur de la paroi du cœur hypertrophié

Et ce qu'on peut remarquer c'est que justement lorsqu'on a une dilatation du cœur donc quand le rayon du cœur augmente (parce que skip c'est une sphère), on observera une augmentation de la tension. A ce moment-là les parois du cœur vont s'épaissir ce qui va permettre d'abaisser la valeur de la tension.

Pour répondre aux items : effectivement, la tension est inversement proportionnelle à l'épaisseur des parois. C'est ce qui permet d'observer la régulation qu'on a décrite plus haut.

La tension étant directement proportionnelle à la pression transmurale, si cette dernière augmente alors la tension augmentera aussi. Et enfin comme on a pu le voir avec la formule de la tension : la tension est proportionnelle au rayon du cœur.

**Réponses vraies : A, C, D et E**

## Question 31

On s'intéresse à la biophysique des vaisseaux et de leurs parois. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Les cellules endothéliales sont insensibles à la contrainte de cisaillement
- B. La contrainte de cisaillement est maximale à proximité de la paroi des vaisseaux**
- C. L'augmentation de la contrainte de cisaillement induit la vasoconstriction
- D. L'augmentation de la tension circonférentielle induit la prolifération de cellules musculaires lisses**
- E. L'augmentation de la tension circonférentielle induit la vasodilatation des vaisseaux

## Question 31

✗ **Item A** → Les cellules endothéliales sont insensibles à la contrainte de cisaillement

Au contraire, les cellules endothéliales sont sensibles à la contrainte de cisaillement, et à la tension circonférentielle !

### ? Items B et C

La contrainte de cisaillement est maximale au niveau des parois vasculaires où se trouvent les cellules endothéliales. Elle sera à son minimum au centre du vaisseau (forces de frottement). Et, justement une augmentation de la contrainte de cisaillement va être ressentie par les cellules endothéliales et les vaisseaux vont se dilater.

### ? Items D et E

La tension superficielle ou tension circonférentielle vérifie la formule qu'on a donné un peu plus haut :

$$T_S = P_{TM} \times R_v$$

L'augmentation de la tension superficielle induit une hypertrophie : on cherche à faire diminuer le rayon  $R_v$  pour faire diminuer la tension superficielle. Son augmentation entraîne également la prolifération de cellules musculaires lisses.

**Réponses vraies : B et D**

## Question 32

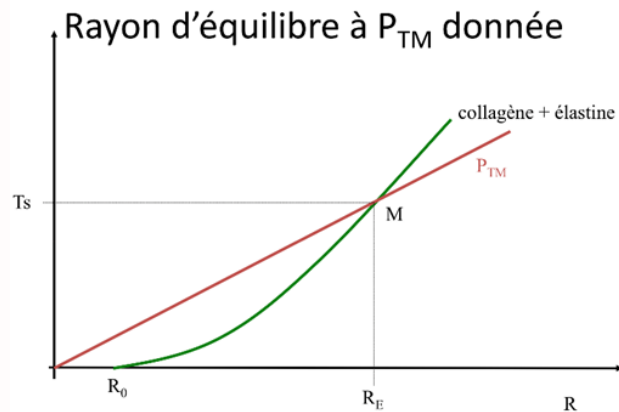
Parmi les propositions suivantes concernant la  $P_{TM}$  (pression transmurale) et les composantes de l'élasticité d'un vaisseau, laquelle (lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A. Pour une pression transmurale donnée, le rayon d'équilibre correspond au point d'intersection de la droite de Laplace et du diagramme tension/rayon**
- B. À rayon constant, une augmentation de la pression transmurale engendre une tension plus élevée**
- C. Dans un modèle musculo-élastique, il y a toujours un rayon d'équilibre quelque soit la  $P_{TM}$
- D. Le modèle fibro-élastique répond à la loi de Hooke et il y existe toujours un rayon d'équilibre dans ce modèle**
- E. Une altération des fibres élastiques puis des fibres de collagène favorise l'apparition d'un anévrisme**

Question 32

? **Items A et B**

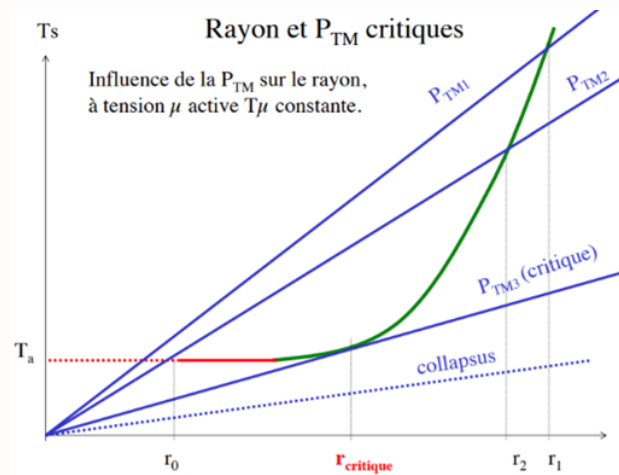
Pour l'item A, je vous remets le schéma de votre cours :



Pour l'item B, la loi de Laplace s'écrit :  $T_S = P_{TM} \times R$ . Ainsi, si le rayon (R) est constant et que  $P_{TM}$  augmente, la tension augmente aussi.

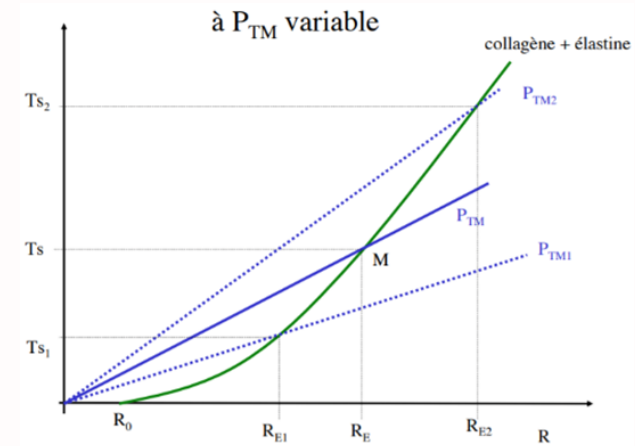
✗ **Item C** → Dans un modèle musculo-élastique, il y a toujours un rayon d'équilibre quelque soit ...

Pour le modèle musculo-élastique (élastine + collagène + muscle lisse), il n'y a pas forcément d'équilibre : en dessous d'une  $P_{TM}$  critique, il n'y a plus d'intersection entre les droites, l'artère se ferme (collapsus). Je vous mets un schéma explicatif :



✓ **Item D** → Le modèle fibro-élastique répond à la loi de Hooke et il y existe toujours un rayon ...

Le digramme tension rayon répond bien à la loi de Hooke et c'est la somme du diagramme de l'élastine et du collagène. Ici, il existe toujours un rayon équilibre quelque soit la  $P_{TM}$  :



✓ **Item E** → Une altération des fibres élastiques puis des fibres de collagène favorise l'apparition ...

C'est marqué tel quel dans votre cours alors mémorisez le bien !

Bon courage !!!! Vous allez y arriver !!! ❤️ ❤️ ❤️

Réponses vraies : A, B, D et E

# TUTO 2 – 2023-2024



UE11



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2023-2024

## SUJET

### Examen Blanc n°2 PASS

## UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

A 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 **30 questions**.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

### Enoncé commun aux questions 1 à 2

Le thallium  $^{204}_{81}\text{Ti}$  a une masse molaire  $M_{\text{noyau}}$  qui vaut  $M_{\text{noyau}} = 0,2043833 \text{ kg/mol}$ . On donne  $m_{\text{proton}} = 1,0073 \text{ uma}$  et  $m_{\text{neutron}} = 1,0087 \text{ uma}$ .

#### Question 1

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $-1,1707 \text{ uma}$
- Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $-1,278 \text{ uma}$
- Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $-0,8980 \text{ uma}$
- Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $1,1707 \text{ uma}$
- Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $1,278 \text{ uma}$

#### Question 2

On néglige la constante d'écran pour simplifier les calculs des énergies de liaison de cet atome. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche L à la couche K ont une énergie de  $66922 \text{ eV}$
- Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche L à la couche K ont une énergie de  $57008 \text{ eV}$
- Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche M à la couche L ont une énergie de  $66922 \text{ eV}$
- Les électrons Auger issus de la couche M ont forcément une énergie cinétique de  $57008 \text{ eV}$
- Les électrons Auger issus de la couche M peuvent avoir une énergie cinétique de  $69401 \text{ eV}$

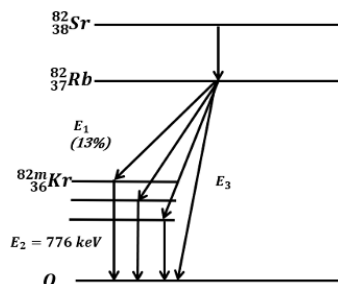
#### Question 3

L'énergie du photon absorbé par l'électron de l'atome d'oxygène qui passe de l'état fondamental à un état excité vaut  $E = 11,63 \text{ eV}$ . On donne la constante de Planck  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- La fréquence de la radiation lumineuse vaut  $\nu = 2,8 \times 10^{15} \text{ s}$
- La fréquence de la radiation lumineuse vaut  $\nu = 3,8 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$
- La fréquence de la radiation lumineuse vaut  $\nu = 4,8 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- L'onde de la radiation lumineuse peut être utilisée en tomographie par émission de positons si  $\lambda > 3 \times 10^{-4} \text{ m}$
- L'onde de la radiation lumineuse peut être utilisée en imagerie par résonance magnétique si  $\lambda > 3 \times 10^{-4} \text{ m}$

**Enoncé commun aux questions 4 et 5**

Le chlorure de Rubidium avec du Rubidium-82  $^{82}_{37}\text{Rb}$  est un radioélément utilisé en médecine nucléaire, notamment pour l'imagerie myocardique. Il est obtenu en éluant un générateur contenant du Krypton-82  $^{82}_{36}\text{Kr}$ , fixé dans une colonne d'éluant, à l'aide d'acide chlorhydrique. Le schéma de désintégration radioactive du Rubidium-82 en Krypton-82 est décrit ci-dessous :

**Question 4**

Concernant la désintégration du Rubidium en Krypton, laquelle (lesquelles) de ces propositions est (sont) exacte(s) ?

Données :  $1 \text{ uma} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $M_{at}(\text{Rb}) = 1,3602837438 \times 10^{-25} \text{ kg}$  ;  $M_{at}(\text{Kr}) = 1,3602052767 \times 10^{-25} \text{ kg}$

- A. L'énergie émise par la réaction est de 1,687 MeV
- B. L'énergie émise par la réaction est de 1687 keV
- C. L'énergie émise est de 3381 keV
- D. Le passage du Rubidium au Krypton peut se faire par une capture électronique
- E. Le passage du Rubidium au Krypton peut se faire par désintégration  $\beta^+$

**Question 5**

Concernant le passage du Krypton  $^{82m}_{36}\text{Kr}$ , à l'élément  $O$ , laquelle (lesquelles) de ces propositions est (sont) exacte(s) ?

Données : Constante de Planck  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- A. Un photon  $\gamma$  peut être émis avec  $\nu = 1,7 \times 10^{21} \text{ Hz}$
- B. Un photon  $\gamma$  peut être émis avec  $\nu = 1,9 \times 10^{20} \text{ Hz}$
- C. Un photon  $\gamma$  peut être émis avec  $\nu = 1,2 \times 10^{19} \text{ Hz}$
- D. Des positons peuvent être émis lors de cette transformation
- E. Un électron peut être émis lors de cette transformation

**Question 6**

Un laboratoire souhaite préparer un échantillon de Galium 67, ayant une demi-vie de  $T = 3,3 \text{ j}$ , qui sera utilisé pour une scintigraphie pulmonaire dans  $t = 75 \text{ h}$ . Ils obtiennent donc grâce à un cyclotron  $N_0 = 2,2 \times 10^{14}$  noyaux. On sait qu'il faudra au moins 185 MBq afin de pouvoir réaliser l'examen. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. L'échantillon contient  $A_0 = 535 \text{ MBq}$
- B. Lors de l'examen, on aura une activité de  $A(t) = 278 \text{ MBq}$
- C. Lors de l'examen, on aura une activité de  $A(t) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ Ci}$
- D. Il restera moins de  $1,1 \times 10^{14}$  noyaux lors de l'examen
- E. 1 Curie est l'activité d'1g de Radon 226

**Question 7**

Un laboratoire reçoit un échantillon de 13 g d'iode 123 de période  $T = 13,2 \text{ h}$  qui sera injecté à un patient cinq jours plus tard. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A.  $10^{-3} \text{ g} \leq m(5j) \leq 10^{-2} \text{ g}$
- B.  $10^{-2} \text{ g} \leq m(5j) \leq 10^{-1} \text{ g}$
- C.  $10^{-1} \text{ g} \leq m(5j) \leq 10 \text{ g}$
- D.  $10 \text{ g} \leq m(5j) \leq 15 \text{ g}$
- E. La masse de l'échantillon est inchangée à l'heure de l'injection

**Question 8**

Un élément radioactif présentant une activité de 2048 MBq a vu son activité être réduite de 560 en  $t = 10 \text{ j}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A.  $\lambda = \frac{\log(560) \times \log(2)}{(t \times \log(2))}$
- B.  $\lambda = 8,0 \times 10^{-7} \pm 0,1 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$
- C.  $\lambda = 0,63 \pm 0,1 \text{ s}^{-1}$
- D.  $\lambda = 3,1 \times 10^{-6} \pm 0,1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$
- E.  $\lambda = 7,3 \times 10^{-6} \pm 0,1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

**Question 9**

L'iode 125 est un radioélément utilisé couramment dans les services de médecine nucléaire dans le cadre des traitements du cancer de la prostate. Vous disposez d'un échantillon de ce radiopharmaceutique d'activité initiale  $A_0 = 2,68 \times 10^7$  Ci comportant initialement environ  $7,63 \times 10^{24}$  noyaux radioactifs. Sachant que l'iode 125 a une période biologique  $T_{bio} = 1,096 \times 10^{-2}$  an, laquelle de ces propositions est exacte ?

- A.  $T_{eff} \approx 60$  h
- B.  $T_{eff} \approx 70$  h
- C.  $T_{eff} \approx 80$  h
- D.  $T_{eff} \approx 90$  h
- E.  $T_{eff} \approx 100$  h

**Question 10**

Un laboratoire reçoit du Molybdène avec  $N(1)_0 = 10^{13}$  et d'activité initiale  $A_0 = 2,87 \times 10^7$  Bq et d'activité  $A_1$ . Le molybdène se désintègre en technétium 99m de période  $T_2 = 6$  heures et d'activité  $A_2$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A.  $t_m \leq 24$  h
- B.  $t_m \geq 24$  h
- C. Le temps lorsque  $A_1 = A_2$  est proportionnel à l'inverse de  $\ln 2$
- D. La période du Molybdène est inférieure à  $t_m$
- E. La période du technétium 99m est inférieure à celle du molybdène

**Question 11**

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

- A. L'effet Compton est un mécanisme faisant interagir un photon incident avec un électron peu lié ou libre
- B. Les électrons Compton sont mono-énergétiques
- C. Une réaction d'annihilation est une conséquence à la création de paires
- D. L'effet Compton est responsable du contraste des images radiographiques et scintigraphiques
- E. La CDA (Couche de Demi-Atténuation) mesure l'épaisseur nécessaire pour réduire de moitié l'énergie du photon incident

**Question 12**

Un photon incident de fréquence  $5 \times 10^{19}$  Hz interagit avec un électron peu lié et cause un choc frontal. Combien vaut la valeur de l'énergie de l'électron Compton ?

- A. L'énergie de l'électron Compton vaut  $9 \times 10^4$  eV
- B. L'énergie de l'électron Compton vaut  $6 \times 10^{-14}$  J
- C. L'énergie de l'électron Compton vaut  $9 \times 10^{-14}$  J
- D. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3 \times 10^4$  eV
- E. L'énergie de l'électron Compton vaut  $1 \times 10^4$  eV

**Question 13**

On place une seringue contenant un élément radioactif dans un protège seringue, dont le coefficient linéique d'atténuation est de  $0,3 \text{ mm}^{-1}$ . Quelle épaisseur  $e$  doit faire le protège seringue pour atténuer le faisceau de photons d'un facteur 30 ?

- A.  $e = 1$  CDA
- B.  $e = 10$  CDA
- C.  $e = 0,2$  cm
- D.  $e = 2,2$  cm
- E.  $e = 1,2$  cm

**Question 14**

A propos des particules, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. L'interaction entre un proton et les électrons atomiques est à caractère obligatoire
- B. La collision entre une particule  $\alpha$  et la matière est élastique
- C. Le ralentissement d'une particule lourde chargée est un phénomène discontinu
- D. Lors d'une interaction électron-électron, la déviation de trajectoire est peu importante
- E. Lors d'une interaction électron-matière, la longueur de trajectoire est supérieure au parcours

**Question 15**

Des électrons produits par effet photoélectrique sur des atomes d'hydrogène sont émis dans un milieu de densité  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Le photon incident permettant l'éjection de l'électron de la couche K de l'atome d'hydrogène a une énergie de 150 keV. Quel sera le parcours maximal de ces électrons dans le milieu ?

- A.  $R < 250$  nm
- B.  $R \in [250 - 500[$  nm
- C.  $R \in [500 - 1000[$  nm
- D.  $R \in [1000 - 1250]$  nm
- E.  $R > 1250$  nm

**Question 16**

On injecte à une patiente de 60 kg un élément radioactif X, dont la période physique est de 15 jours. L'activité mesurée à l'instant  $t = 0$  (lors de l'injection) est de 50 MBq, tandis que 6 jours plus tard, l'activité résiduelle (associée à la période  $T_{eff}$ ) dans l'organisme n'est plus que de 25 MBq. Lors d'une désintégration, l'élément X libère en moyenne 511 keV. On considère qu'à l'instant initial, 60% de l'élément X s'est fixé dans les tissus. Quelle est la dose absorbée par la patiente ?

- A.  $1,4 \times 10^{17} Gy$
- B.  $1,17 Gy$
- C.  $6,1 \mu Gy$
- D.  $1,4 \times 10^{14} Gy$
- E.  $2,2 \times 10^{-2} J \cdot kg^{-1}$

**Question 17**

Un patient se présente aux urgences en ayant un pH sanguin égal à 7,3 et une concentration sanguine en bicarbonates égale à  $30 mmol \cdot L^{-1}$ . Il possède un taux d'hémoglobines normal égal à  $15 g \cdot dL^{-1}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Sa  $pCO_2$  vaut 63 mmHg
- B. Sa  $pCO_2$  vaut 61 mmHg
- C. Il s'agit d'une acidose respiratoire pure
- D. Il s'agit d'une acidose respiratoire partiellement compensée
- E. Si la  $pCO_2$  reste constante, la composante métabolique sera égale à  $37,7 mmol \cdot L^{-1}$  pour compenser totalement le trouble respiratoire

**Question 18**

On considère un litre de mélange tampon acide carbonique bicarbonate de soude qui est identique à celui du sang artériel en conditions physiologiques. On rajoute une certaine quantité d'acide chlorhydrique. On observe que le pH de la solution est égal à 6,4. Quelle quantité X d'acide chlorhydrique a-t-on rajouté ?

- A. 10,80 mmol
- B. 12,40 mmol
- C. 9,60 mmol
- D. 14,80 mmol
- E. 16,60 mmol

**Question 19**

Les patients A et B ont tous les deux un pH de 7,3. Le patient A a une concentration de bicarbonates plasmatiques de 22 mmol/L et celle du patient B, qui souffre de diabète, est égale à 19 mmol/L. On considérera que la valeur absolue de la pente de la droite tampon est égale à  $30 mmol \cdot L^{-1} \cdot pH^{-1}$  pour les deux patients, et on précise qu'on est à une température de  $T = 37^\circ C$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Le patient A est en alcalose mixte et le patient B en alcalose métabolique pure
- B. Les deux patients sont en acidose mixte
- C. Le patient A est en acidose métabolique pure et le patient B en acidose mixte
- D. Le patient A est en acidose mixte et le patient B en acidose métabolique pure
- E. Les deux patients sont en alcalose mixte

**Question 20**

Un patient en réanimation a un pH de 7,2 avec une concentration en bicarbonates plasmatiques de  $26 mmol \cdot L^{-1}$ . Quel est le diagnostic de son trouble ?

- A. Acidose respiratoire
- B. Alcalose mixte
- C. Acidose mixte
- D. Acidose métabolique compensée
- E. Alcalose métabolique compensée

**Question 21**

On considère une solution biologique constituée d'un soluté S non ionique et de son solvant. Le solvant est l'eau. Une membrane perméable 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 de  $20^\circ C$ . 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. Le transfert au travers de cette membrane perméable se fait, par hypothèse, selon un mouvement unidirectionnel avec débit conservatif au sein de la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) :

- A. On observe alors un passage transmembranaire d'eau du compartiment A vers le compartiment B et de soluté du compartiment B au compartiment A
- B. La valeur absolue du débit convectif de solvant ou débit de filtration  $J_{F,H_2O}$  à un instant donné, est proportionnelle au gradient de pression entre A et B
- C. La valeur absolue du débit convectif de solvant  $J_{F,H_2O}$  augmente avec l'épaisseur de la membrane
- D. Le débit convectif de soluté  $J_s$  va du compartiment avec la plus haute concentration vers le compartiment avec la plus basse concentration
- E. Le transfert du point de vue de la membrane est actif

**Question 22**

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion  $i$  en solution biologique au travers d'une membrane perméable à cet ion. La membrane sépare deux compartiments A et B. Le solvant est l'eau, et 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 (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le débit molaire électrique de cet ion est indépendant de la mobilité molaire mécanique de l'eau
- B. En valeur absolue, le débit molaire électrique de l'ion  $i$  augmente lorsque sa concentration diminue
- C. En valeur absolue, le débit molaire électrique de l'ion  $i$  est proportionnel à la différence de potentiel de chaque côté de la membrane
- D. Le courant électrique généré par le transfert de l'ion augmente lorsque la conductance de cet ion diminue
- E. Si  $i$  est un cation, alors le courant électrique généré par le transfert de l'ion  $i$  va dans le sens du flux

**Question 23**

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, chez un patient sain. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La pression hydrostatique diminue le long du capillaire
- B. Au niveau de la portion veineuse du capillaire, la pression transmurale est supérieure à la pression oncotique
- C. La pression oncotique permet, au niveau du pôle artériel, un retour net d'eau vers le milieu intravasculaire
- D. L'apparition d'un œdème pourrait être due à une diminution de la pression veineuse suite à une insuffisance cardiaque
- E. L'apparition d'un œdème pourrait être due à une baisse de la pression oncotique à la suite d'un syndrome néphrotique

**Question 24**

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 (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La relation de Nernst exprime la valeur de différence de potentiel quand l'effet de migration et de convection s'annulent
- B. La valeur absolue du débit par diffusion dépend de la constante de Faraday
- C. La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) à l'équilibre est proportionnelle à la mobilité mécanique de l'ion
- D. La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) à l'équilibre est proportionnelle à  $\ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right)$
- E. La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) à l'équilibre est proportionnelle à la valence de l'ion considéré

**Question 25**

Soit le phénomène de diffusion passive d'une solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane d'épaisseur  $e$  qui sépare deux compartiments biologiques A et B de même volume initialement, et dont la surface est librement laissée en contact avec l'air ambiant. On considère comme soluté une protéine totalement soluble dans l'eau, non capable de traverser la membrane, et en quantité largement supérieur en A qu'en B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le compartiment A va augmenter de volume, suite à un mouvement d'eau du compartiment le plus concentré vers le moins concentré
- B. Le débit diffusif de solvant  $J_{H_2O}$  est proportionnel à la différence de pression osmotique de part et d'autre de la membrane
- C. Si l'épaisseur  $e$  de la membrane double, le flux de solvant  $J_{H_2O}$  est divisé par 2
- D. Si on rajoute en solution du NaCl diffusible à travers la membrane, la pression osmotique va augmenter
- E. Le phénomène de diffusion est équilibré par une convection liée à une surpression en B

**Question 26**

Concernant le transport du glucose dans un organisme humain normal. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet le passage du glucose à travers la membrane cellulaire contre son gradient de concentration sans l'apport d'énergie
- B. Les transporteurs de glucose augmentent nettement la vitesse et la sélectivité du transport par rapport à la diffusion simple, mais sont saturables
- C. Le transporteur de glucose GLUT1 est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le L-glucose ou le D-mannose
- D. Il existe une quinzaine d'isoformes des transporteurs du glucose (GLUT)
- E. Il existe également un transport actif du glucose, via les transporteurs SGLT-1 ou SGLT-2, qui fait intervenir le gradient de  $\text{Na}^+$  mis en place par la pompe à sodium

**Question 27**

On considère un vaisseau d'épaisseur  $10 \mu\text{m}$ , allongé de 45% par rapport à sa longueur habituelle et soumis à une tension superficielle de  $7,25 \times 10^{-4} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le module d'Young augmente avec la capacité élastique du vaisseau
- B. La tension superficielle augmente avec l'épaisseur du vaisseau
- C. Le module d'Young du vaisseau vaut  $50 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$
- D. Le module d'Young du vaisseau vaut  $161 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$
- E. Le module d'Young du vaisseau vaut  $32 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

**Question 28**

Parmi les propositions suivantes concernant la biophysique des vaisseaux et du cœur, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Dans le cas d'un cœur dilaté, l'hypertrophie de la paroi permet de diminuer la tension
- B. Dans le cas d'un vaisseau long et peu épais, on peut estimer la tension par la relation  $T = P \times R$  (avec R le rayon de la lumière du vaisseau)
- C. Si on dilate un vaisseau, la tension de ce vaisseau diminue
- D. Une augmentation de la contrainte de cisaillement peut être modérée par une dilatation du vaisseau
- E. La contrainte de cisaillement est maximale au niveau des cellules endothéliales car la vitesse y est maximale

**Question 29**

Concernant les différents modèles de vaisseaux, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Dans un modèle élastique, à pression transmurale constante, plus le rayon du vaisseau augmente plus la tension superficielle moyenne augmente
- B. Le syndrome de Marfan est causé par la rigidité artérielle du vieillissement
- C. Dans un modèle musculo élastique, la tension active est proportionnelle au rayon d'équilibre
- D. Dans un modèle musculo-élastique, le diagramme tension/rayon ne passe jamais par l'origine
- E. Dans un modèle fibro-élastique, le rayon critique correspond au rayon où la droite de Laplace est tangente à la loi de Hooke ce qui constitue le seuil de collapsus

**Question 30**

On compare la pression artérielle centrale d'un patient en position debout au repos à sa pression artérielle centrale à la suite d'un effort. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le travail de mise sous tension d'un muscle ne nécessite aucun travail mécanique au sens strict
- B. La puissance mécanique du muscle cardiaque est répartie équitablement entre ventricule droit et gauche
- C. L'augmentation de la fréquence cardiaque à l'effort permet d'améliorer le rendement mécanique du muscle cardiaque
- D. Lorsque l'on compare les deux pressions artérielles mesurées, l'onde de réflexion du pouls est un acteur significatif de leur différence
- E. La perte de charge peut expliquer une différence entre la pression du patient mesurée au repos et à l'effort

**FIN DU SUJET**



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2023-2024

# CORRECTION

## Examen Blanc n°2 PASS

### UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

**A 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 **19** pages numérotées de 1 à 19 et comporte **30** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité  
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : 2 UE (spé) : 11

Nom :  
Prénom :  
Numéro A2SUP :

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

1 <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"/>	13 <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"/>	25 <input type="checkbox"/> <input checked="" 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"/>	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"/>
2 <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"/>	14 <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"/>	26 <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"/>	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"/>
3 <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"/>	15 <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"/>	27 <input type="checkbox"/> <input checked="" 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"/>	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"/>
4 <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"/>	16 <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"/>	28 <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"/>	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"/>
5 <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"/>	17 <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"/>	29 <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"/>	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"/>
6 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" 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"/>	18 <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"/>	30 <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"/>	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"/>
7 <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"/>	19 <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"/>	31 <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"/>	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"/>
8 <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"/>	20 <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"/>	32 <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"/>	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"/>
9 <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"/>	21 <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"/>	33 <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"/>	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"/>
10 <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"/>	22 <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"/>	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"/>	
11 <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"/>	23 <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"/>	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"/>	
12 <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"/>	24 <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"/>	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"/>	

**Enoncé commun aux questions 1 à 2**

Le thallium  $^{204}_{81}\text{Ti}$  a une masse molaire  $M_{\text{noyau}}$  qui vaut  $M_{\text{noyau}} = 0,2043833 \text{ kg/mol}$ . On donne  $m_{\text{proton}} = 1,0073 \text{ uma}$  et  $m_{\text{neutron}} = 1,0087 \text{ uma}$ .

**Question 1**

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $-1,1707 \text{ uma}$   
**B. Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $-1,278 \text{ uma}$**   
 C. Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $-0,8980 \text{ uma}$   
 D. Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $1,1707 \text{ uma}$   
 E. Le défaut de masse du noyau de Thallium vaut environ  $1,278 \text{ uma}$

**Question 1****? Items A, B, C, D et E**

Par définition,

$$\Delta M = M_{\text{noyau}} - Zm_{\text{proton}} - (A - Z)m_{\text{neutron}}$$

Ici,  $M_{\text{noyau}} = 0,2043833 \text{ kg/mol}$ . Or,  $M_{\text{noyau}} (g \cdot \text{mol}^{-1}) = M_{\text{noyau}} (\text{uma})$ . Donc  $M_{\text{noyau}} = 204,3833 \text{ uma}$ .

Avec  $A = 204$  et  $Z = 81$ , on obtient :

$$\Delta M = 204,3833 - 81 \times 1,0073 - (204 - 81) \times 1,0087 = -1,278 \text{ uma}$$

Réponse vraie : B

**Question 2**

On néglige la constante d'écran pour simplifier les calculs des énergies de liaison de cet atome. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche L à la couche K ont une énergie de  $66922 \text{ eV}$**   
 B. Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche L à la couche K ont une énergie de  $57008 \text{ eV}$   
 C. Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche M à la couche L ont une énergie de  $66922 \text{ eV}$   
 D. Les électrons Auger issus de la couche M ont forcément une énergie cinétique de  $57008 \text{ eV}$   
**E. Les électrons Auger issus de la couche M peuvent avoir une énergie cinétique de  $69401 \text{ eV}$**

**Question 2****? Items A et B**

On s'intéresse à la différence entre les énergies de liaison des couches K et L. On a alors :

$$E = W_K - W_L$$

Or, on rappelle que :

$$W_n = 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n^2}$$

avec  $b = 0$ . La couche K correspond à la couche la plus profonde donc  $n_K = 1$ . Pour la couche L, on a  $n_L = 2$ . En remplaçant, on trouve :

$$\begin{aligned} E &= 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n_K^2} - 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n_L^2} \\ &= 13,6 \times \frac{81^2}{1^2} - 13,6 \times \frac{81^2}{2^2} \\ &= 66922 \text{ eV} \end{aligned}$$

Donc l'item A est vrai !

**X Item C** → Les photons de fluorescence issus d'un transfert d'un électron de la couche M à la ...

Même principe mais entre les couches L et M cette fois ! On s'intéresse à la différence entre les énergies de liaison des couches L et M. On a alors :

$$E = W_L - W_M$$

Cette fois-ci,  $n_M = 3$  avec toujours  $n_L = 2$ . En remplaçant, on trouve :

$$\begin{aligned} E &= 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n_L^2} - 13,6 \times \frac{(Z - b)^2}{n_M^2} \\ &= 13,6 \times \frac{81^2}{2^2} - 13,6 \times \frac{81^2}{3^2} \\ &= 12393 \text{ eV} \end{aligned}$$

Donc l'item C est faux !

**? Items D et E**

Un électron Auger issu de la couche M vient soit de la transition  $L \rightarrow K$  OU (super important) d'une transition  $M \rightarrow K$ . On a donc deux possibilités pour leur énergie cinétique dans ce cas.

$$\begin{aligned} E_{L \rightarrow K \rightarrow M} &= (W_K - W_L) - W_M \\ &= 13,6 \times \frac{81^2}{1^2} - 13,6 \times \frac{81^2}{2^2} - 13,6 \times \frac{81^2}{3^2} \\ &= 57008 \text{ eV} \end{aligned}$$

OU

$$\begin{aligned} E_{M \rightarrow K \rightarrow M} &= (W_K - W_M) - W_M \\ &= 13,6 \times \frac{81^2}{1^2} - 13,6 \times \frac{81^2}{3^2} - 13,6 \times \frac{81^2}{3^2} \\ &= 69401 \text{ eV} \end{aligned}$$

Les valeurs numériques des items D et E sont correctes. Mais, l'item D étant restreint, on ne peut que cocher la E.

**Réponses vraies : A et E**

### Question 3

L'énergie du photon absorbé par l'électron de l'atome d'oxygène qui passe de l'état fondamental à un état excité vaut  $E = 11,63$  eV. On donne la constante de Planck  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. La fréquence de la radiation lumineuse vaut  $\nu = 2,8 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$   
 B. La fréquence de la radiation lumineuse vaut  $\nu = 3,8 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$   
 C. La fréquence de la radiation lumineuse vaut  $\nu = 4,8 \times 10^{15} \text{ Hz}$   
 D. L'onde de la radiation lumineuse peut être utilisée en tomographie par émission de positons si  $\lambda > 3 \times 10^{-4} \text{ m}$

E. L'onde de la radiation lumineuse peut être utilisée en imagerie par résonance magnétique si  $\lambda > 3 \times 10^{-4} \text{ m}$

### Question 3

#### ? Items A, B et C

D'après la relation de Planck-Einstein,  $E = h\nu \iff \nu = \frac{E}{h}$  avec  $E$  en Joule. On rappelle que  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ . On obtient donc :

$$\begin{aligned} \nu &= \frac{11,63 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,626 \times 10^{-34}} \\ &= 2,8 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} = 2,8 \times 10^{15} \text{ Hz} \end{aligned}$$

Les items A, B et C sont faux !

#### ? Items D et E

Je vous fais un petit tableau concernant les domaines d'application des différentes longueurs d'ondes :

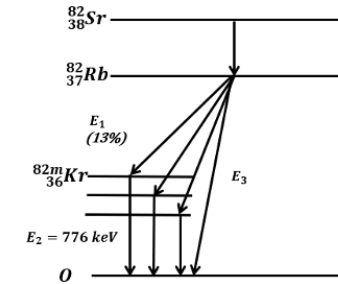
Longueur d'onde	Applications
$\lambda < 10^{-8} \text{ m}$	Imagerie médicale : - Radiographie - Scanner X scintigraphie - Tomographie par émission de positons Radiothérapie externe
$7,8 \times 10^{-7} \text{ m} < \lambda < 3,4 \times 10^{-4} \text{ m}$	Imagerie thermique Laser en médecine
$\lambda > 3,4 \times 10^{-4} \text{ m}$	IRM

L'item E est vrai ! Retenez juste que l'IRM n'est pas irradiante, ce qui explique la grande longueur d'onde (on est au-dessus de la lumière visible là).

**Réponse vraie : E**

### Enoncé commun aux questions 4 et 5

Le chlorure de Rubidium avec du Rubidium-82  $^{82}_{38}\text{Rb}$  est un radioélément utilisé en médecine nucléaire, notamment pour l'imagerie myocardique. Il est obtenu en éluant un générateur contenant du Krypton-82  $^{82}_{36}\text{Kr}$ , fixé dans une colonne d'éluion, à l'aide d'acide chlorhydrique. Le schéma de désintégration radioactive du Rubidium-82 en Krypton-82 est décrit ci-dessous :



### Question 4

Concernant la désintégration du Rubidium en Krypton, laquelle (lesquelles) de ces propositions est (sont) exacte(s) ?

Données :  $1 \text{ uma} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $M_{at}(\text{Rb}) = 1,3602837438 \times 10^{-25} \text{ kg}$  ;  $M_{at}(\text{Kr}) = 1,3602052767 \times 10^{-25} \text{ kg}$

- A. L'énergie émise par la réaction est de 1,687 MeV  
 B. L'énergie émise par la réaction est de 1687 keV

C. L'énergie émise est de 3381 keV

D. Le passage du Rubidium au Krypton peut se faire par une capture électronique

E. Le passage du Rubidium au Krypton peut se faire par désintégration  $\beta^+$

### Question 4

#### ? Items A, B et C

Quelques étapes pour répondre à ces items. Pour rappel la formule de l'énergie émise par une désintégration  $\beta^+$  (dont il faut vérifier les conditions, cf. items D et E) :

$$E_{ce^+(max)} = [M_{at}(\text{Rb}) - M_{at}(\text{Kr}) - 2m_e] \times c^2$$

Premièrement on commence par faire la différence de masse entre le Rubidium et le Krypton. On remarque alors que ces deux masses nous sont données en kg, or pour pouvoir déterminer l'énergie émise par la réaction, il faut déterminer cette différence de masse en uma. Grâce aux données (et à une règle de trois) on fait la conversion nécessaire :

$$\begin{aligned} \Delta M &= M_{at}(\text{Rb}) - M_{at}(\text{Kr}) \\ &= \frac{1,3602837438 - 1,3602052767}{1,66 \times 10^{-27}} \\ &= 4,727 \times 10^{-3} \text{ uma} \end{aligned}$$

Ensuite, pour déterminer l'énergie émise il faut se souvenir d'une des valeurs de votre cours qui est :  $1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . On obtient alors :

$$E_{\Delta M} = 4,727 \times 10^{-3} \times 931,5 = 4,403 \text{ MeV}$$

On a donc :

$$\begin{aligned} E_{ce^+(max)} &= E_{\Delta M} - 2m_e \times c^2 \\ &= 4,403 - 1,022 = 3,381 \text{ MeV} \\ &= 3381 \text{ keV} \end{aligned}$$

### ? Items D et E

Pour ces items, il faut vérifier les conditions énergétiques d'une émission  $\beta^+$ . Pour rappel, une émission  $\beta^+$  a pour condition :

$$[M_{at}(Rb) - M_{at}(Kr)] \times c^2 > 2m_e \times c^2$$

Or ici, nous avons :

$$E_{\Delta M} = 4,403 \text{ MeV} > 1,022 \text{ MeV}$$

Nous avons donc bien une émission  $\beta^+$  possible. Nous avons donc à la fois des captures électroniques et des émissions  $\beta^+$  qui ont lieu et qui sont en compétition pour permettre le passage du Rubidium au Krypton.

**Réponses vraies : C, D et E**

### Question 5

Concernant le passage du Krypton  $^{82m}_{37}\text{Kr}$ , à l'élément O, laquelle (lesquelles) de ces propositions est (sont) exacte(s) ?

Données : Constante de Planck  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

A. Un photon  $\gamma$  peut être émis avec  $\nu = 1,7 \times 10^{21} \text{ Hz}$

**B. Un photon  $\gamma$  peut être émis avec  $\nu = 1,9 \times 10^{20} \text{ Hz}$**

C. Un photon  $\gamma$  peut être émis avec  $\nu = 1,2 \times 10^{19} \text{ Hz}$

D. Des positons peuvent être émis lors de cette transformation

**E. Un électron peut être émis lors de cette transformation**

### Question 5

#### ? Items A, B et C

Pour ces items, il faut vous souvenir de la formule donnée dans votre cours (lorsque l'on admet le postulat qu'il y a eu transformation gamma avec émission de rayons  $\gamma$ ) qui est  $E_\gamma = h\nu$  que l'on peut donc transformer pour en faire  $\nu = \frac{E_\gamma}{h}$ , avec ici  $E_\gamma = E_2$ . Il faut faire très attention au fait que dans cette formule l'unité de  $E_\gamma$  est le Joule alors que dans l'exercice elle vous est donnée en keV. Il faut donc utiliser la charge élémentaire  $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Le calcul se fait alors grâce à la formule :  $\nu = \frac{E_2 \times e}{h}$ . On a donc :

$$\nu = \frac{776000 \times 1,602 \times 10^{-19}}{6,62 \times 10^{-34}} = 1,878 \times 10^{20} \text{ Hz}$$

#### ? Items D et E

Il faut bien avoir lu l'énoncé. Ici on ne s'intéresse qu'à la transformation isomérique et pas à l'ensemble de la réaction. La réaction isomérique peut être soit une transformation  $\gamma$  avec émission de rayons  $\gamma$  (cf. items B et C) soit une conversion interne avec émission d'électrons de conversion interne. Si on considère l'ensemble de la réaction, il y a effectivement émission de positons lors de la désintégration  $\beta^+$  mais lors de la transformation isomérique et donc le passage du Krypton métastable au Krypton stable, ce n'est pas le cas.

**Réponses vraies : B et E**

### Question 6

Un laboratoire souhaite préparer un échantillon de Galium 67, ayant une demi-vie de  $T = 3,3 \text{ j}$ , qui sera utilisé pour une scintigraphie pulmonaire dans  $t = 75 \text{ h}$ . Ils obtiennent donc grâce à un cyclotron  $N_0 = 2,2 \times 10^{14}$  noyaux. On sait qu'il faudra au moins 185 MBq afin de pouvoir réaliser l'examen. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. L'échantillon contient  $A_0 = 535 \text{ MBq}$

B. Lors de l'examen, on aura une activité de  $A(t) = 278 \text{ MBq}$

**C. Lors de l'examen, on aura une activité de  $A(t) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ Ci}$**

D. Il restera moins de  $1,1 \times 10^{14}$  noyaux lors de l'examen

E. 1 Curie est l'activité d'1g de Radon 226

### Question 6

**✓ Item A** → L'échantillon contient  $A_0 = 535 \text{ MBq}$

On commence par convertir nos nombres de noyaux en activité en se rappelant que :

$$A(t) = N(t) \times \lambda$$

avec  $\lambda = \frac{\ln(2)}{T}$

$$A_0 = 2,2 \times 10^{14} \times \frac{\ln(2)}{3,3 \times 24 \times 60 \times 60} = 535 \text{ MBq}$$

Ici on n'oublie pas de convertir la période en seconde afin de respecter les unités (1 Bq = 1 désintégration/s).

### ? Items B et D

On calcule ensuite l'activité au temps  $t = 75 \text{ h}$

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$A(75) = 535 \times e^{-\frac{\ln(2)}{3,3 \times 24} \times 75} = 278 \text{ MBq}$$

On est pragmatique et on pense à convertir dans les unités qui nous arrangent. Ici il est plus rapide de passer  $\lambda$  en  $\text{h}^{-1}$  (en convertissant la demi-vie en heure). On pouvait aussi tout mettre dans les unités du Système international.

On remarque dès lors que la demi-vie est égale à  $T = 79,2 \text{ h}$ . On aura donc une activité supérieure à  $A_0/2$  lors de l'examen.

### ? Items C et E

La conversion Curie  $\rightarrow$  Becquerel est à connaître.  $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$

On a donc :

$$A(75) = \frac{278 \times 10^6}{3,7 \times 10^{10}} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ Ci}$$

Enfin, 1 Ci est l'équivalent d'1g de RADIUM 226.

**Réponses vraies : A, B et C**

#### Question 7

Un laboratoire reçoit un échantillon de 13 g d'iode 123 de période  $T = 13,2 \text{ h}$  qui sera injecté à un patient cinq jours plus tard. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A.  $10^{-3} \text{ g} \leq m(5j) \leq 10^{-2} \text{ g}$

B.  $10^{-2} \text{ g} \leq m(5j) \leq 10^{-1} \text{ g}$

C.  $10^{-1} \text{ g} \leq m(5j) \leq 10 \text{ g}$

D.  $10 \text{ g} \leq m(5j) \leq 15 \text{ g}$

E. La masse de l'échantillon est inchangée à l'heure de l'injection

#### Question 7

**X Item E**  $\rightarrow$  La masse de l'échantillon est inchangée à l'heure de l'injection

On a :

$$m(t) = A(t) \times \frac{T \times M}{\ln(2) \times N_A}$$

La masse change en fonction du temps à cause de l'activité.

### ? Items A, B, C et D

On cherche la masse à 5 jours (on n'oublie pas de vérifier les unités et convertir si besoin) :

$$\begin{aligned} m(5j) &= A(5j) \times \frac{T \times M_{\text{Iode}}}{\ln(2) \times N_A} \\ &= A(5j) \times \frac{13,2 \times 3600 \times 123}{\ln(2) \times 6,022 \times 10^{23}} \end{aligned}$$

Notre inconnue dans l'équation est  $A(5j)$  que l'on déduit grâce aux valeurs initiales. D'abord on exprime le temps en fonction de la période :

$$A(5j = nT) = \frac{A(0)}{2^n}$$

1. **On cherche  $n$  :**

$$t = nT \iff n = \frac{t}{T}$$

Donc, comme 5 jours =  $24 \times 5 = 120 \text{ h}$ , on a  $120 = nT$  et donc  $n = 120/13,2 \approx 9$

2. **On cherche  $A(0)$  :**

$$A(5j = nT) = \frac{A(0)}{2^n}$$

$$m(0) = A(0) \times \frac{T \times M_{\text{Iode}}}{\ln(2) \times N_A} \iff A(0) = m(0) \times \frac{\ln(2) \times N_A}{T \times M_{\text{Iode}}}$$

$$A(0) = 13 \times \frac{\ln(2) \times 6,02 \times 10^{23}}{13,2 \times 3600 \times 123} = 9,28 \times 10^{17} \text{ Bq}$$

3. **On injecte dans l'équation :**

$$A(5j) = \frac{9,28 \times 10^{17}}{2^9} = 1,81 \times 10^{15} \text{ Bq}$$

**On finit avec la masse à 5 jours :**

$$m(5j) = 1,81 \times 10^{15} \times \frac{13,2 \times 3600 \times 123}{\ln(2) \times 6,022 \times 10^{23}} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ g}$$

**Réponse vraie : B**

## Question 8

Un élément radioactif présentant une activité de 2048 MBq a vu son activité être réduite de 560 en  $t = 10$  j. Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A.  $\lambda = \frac{\log(560) \times \log(2)}{(t \times \log(2))}$   
 B.  $\lambda = 8,0 \times 10^{-7} \pm 0,1 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$   
 C.  $\lambda = 0,63 \pm 0,1 \text{ s}^{-1}$   
 D.  $\lambda = 3,1 \times 10^{-6} \pm 0,1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$   
 E.  $\lambda = 7,3 \times 10^{-6} \pm 0,1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

## Question 8

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

On nous dit qu'on a une décroissance de 560 en 10 j. De manière mathématique cela veut dire qu'on a au bout de 10 j :

$$A(10j) = \frac{A_0}{560}$$

Or on sait que :

$$\frac{A_0}{2^n} = \frac{A_0}{560}$$

On déduit que :

$$\begin{aligned} \frac{1}{2^n} &= \frac{1}{560} \\ \Leftrightarrow 2^n &= 560 \\ \Leftrightarrow \log(2^n) &= \log(560) \\ \Leftrightarrow n \log(2) &= \log(560) \\ \Leftrightarrow n &= \frac{\log(560)}{\log(2)} \end{aligned}$$

Or :

$$n = \frac{t}{T}$$

Donc :

$$\begin{aligned} \frac{t}{T} &= \frac{\log(560)}{\log(2)} \\ \Leftrightarrow \lambda &= \frac{\log(560) \times \ln(2)}{\log(2) \times t} \quad \text{car } T = \ln(2)/\lambda \\ \lambda &= \frac{\log(560) \times \ln(2)}{\log(2) \times 10 \times 24 \times 3600} \\ \lambda &= 7,3 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

On pouvait aussi faire beaucoup plus rapide et plus simple. Si vous aviez compris cette formule :  $A(t) = A_0 \times e^{-\lambda \times t}$ . Ici  $e^{-\lambda \times t}$  représente la décroissance.

On avait donc :

$$\begin{aligned} e^{-\lambda \times t} &= \frac{1}{560} \\ \Leftrightarrow -\lambda \times t &= \ln(1/560) \\ \Leftrightarrow \lambda &= \frac{\ln(560)}{t} \end{aligned}$$

Réponse vraie : E

## Question 9

L'iode 125 est un radioélément utilisé couramment dans les services de médecine nucléaire dans le cadre des traitements du cancer de la prostate. Vous disposez d'un échantillon de ce radiopharmaceutique d'activité initiale  $A_0 = 2,68 \times 10^7$  Ci comportant initialement environ  $7,63 \times 10^{24}$  noyaux radioactifs. Sachant que l'iode 125 a une période biologique  $T_{bio} = 1,096 \times 10^{-2}$  an, laquelle de ces propositions est exacte ?

- A.  $T_{eff} \approx 60 \text{ h}$   
 B.  $T_{eff} \approx 70 \text{ h}$   
 C.  $T_{eff} \approx 80 \text{ h}$

D.  $T_{eff} \approx 90 \text{ h}$

E.  $T_{eff} \approx 100 \text{ h}$

## Question 9

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

Hmmm beaucoup de chiffres à première vue mais pas de panique, il n'y a rien que vous ne sachiez pas faire c'est promis! Pour cette question, on cherche à nous faire calculer la période effective  $T_{eff}$ , définie par les 2 composantes  $T_{bio}$  et  $T_{phy}$  telles que :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$$

Ici, j'ai eu la gentillesse de vous donner la période biologique  $T_{bio} = 1,096 \times 10^{-2}$  an mais il nous reste à déterminer la période physique  $T_{phy}$  avant de pouvoir continuer!

Dans l'énoncé, on nous donne l'activité et le nombre initial de noyaux à l'état initial présent dans notre radiopharmaceutique. Ces deux données doivent vous orienter vers une formule du cours à maîtriser sur le bout des doigts :

$$A(t) = \lambda \times N(t)$$

avec  $A(t)$  l'activité à un instant  $t$  en Becquerels (Bq),  $\lambda$  la constante de désintégration en  $\text{s}^{-1}$  et  $N(t)$  le nombre de noyaux radioactifs à un instant  $t$ . On sait que  $\lambda$  et la période  $T_{phy}$  sont inversement proportionnelles tel que :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{phy}}$$

En réinjectant cette expression dans la formule ci-dessous, on a :

$$A(t) = \frac{\ln(2)}{T_{phy}} \times N(t) \iff T_{phy} = \frac{\ln(2) \times N(t)}{A(t)}$$

Or, pour que ce soit plus drôle, je vous ai donné l'activité en Curie (Ci) et non en Bq! Il est donc primordial de convertir notre activité en Bq pour pouvoir continuer au risque de rater toute la question donc soyez vigilants +++. Sachant que  $1 Ci = 3,7 \times 10^{10} Bq$ . Ainsi, on a :

$$T_{phy} = \frac{\ln(2) \times 7,63 \times 10^{24}}{2,68 \times 10^7 \times 3,7 \times 10^{10}} = 5333514,51 s \approx 1481,53 h$$

On a toutes les cartes en main pour pouvoir déterminer la  $T_{eff}$ ! Pour tomber sur le résultat juste, faites attention à ce que les périodes biologiques et physiques soient dans les mêmes unités et à effectuer les conversions nécessaires! Conformément aux items, on va convertir nos périodes en heures pour que ce soit plus facile de trancher!

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{1,096 \times 10^{-2} \times 365 \times 24} + \frac{1}{1481,53}$$

$$\iff T_{eff} = \frac{1}{\frac{1}{1,096 \times 10^{-2} \times 365 \times 24} + \frac{1}{1481,53}} \approx 90,17 h$$

Voilà la fin de cette question assez laborieuse! Faites bien attention sur les unités car l'erreur peut être fatale 😊.

**Réponse vraie : D**

#### Question 10

Un laboratoire reçoit du Molybdène avec  $N(1)_0 = 10^{13}$  et d'activité initiale  $A_0 = 2,87 \times 10^7 Bq$  et d'activité  $A_1$ . Le molybdène se désintègre en technétium 99m de période  $T_2 = 6$  heures et d'activité  $A_2$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A.  $t_m \leq 24 h$

B.  $t_m \geq 24 h$

C. Le temps lorsque  $A_1 = A_2$  est proportionnel à l'inverse de  $\ln 2$

D. La période du Molybdène est inférieure à  $t_m$

E. La période du technétium 99m est inférieure à celle du molybdène

#### Question 10

✓ **Item C** → Le temps lorsque  $A_1 = A_2$  est proportionnel à l'inverse de  $\ln 2$

D'après le cours :

$$A_1(t_m) = A_2(t_m) \quad \text{et} \quad t_m = \frac{1}{\ln(2)} \times \frac{T_1 \times T_2}{T_1 - T_2} \times \ln\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$$

Pour pouvoir utiliser cette formule, il faut forcément être dans le cas d'un équilibre de régime. On vérifie ça en calculant  $T_1$  plus bas (et on valide l'item si c'est possible bien sûr)!

#### ? Items A, B, D et E

En se servant de la formule précédente et des valeurs des périodes, on obtient :

$$t_m = \frac{1}{\ln 2} \times \frac{T_1 \times T_2}{T_1 - T_2} \times \ln\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$$

On cherche  $T_1$  (la notation n'est pas très rigoureuse mais bref c'est pour que vous différenciez père et fils) :

$$A(1)_0 = \lambda_1 \times N(1)_0 = \frac{\ln 2}{T_1} \times N(1)_0$$

$$\text{Donc } T_1 = \frac{\ln 2 \times N(1)_0}{A(1)_0} = \frac{\ln 2 \times 10^{13}}{2,87 \times 10^7 \times 3600} \approx 67 h$$

On voit bien que  $T_1 > T_2$ , donc  $\lambda_2 > \lambda_1$ , il s'agit bien d'un équilibre de régime. Ici, on a décidé de convertir en heures (d'où le 3600 au dénominateur car sinon le résultat serait en secondes). Il ne nous reste plus qu'à injecter dans l'équation finale :

$$t_m = \frac{1}{\ln 2} \times \frac{67 \times 6}{67 - 6} \times \ln\left(\frac{67}{6}\right) = 22,9 h$$

**Réponses vraies : A, C et E**

#### Question 11

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

A. L'effet Compton est un mécanisme faisant interagir un photon incident avec un électron peu lié ou libre

B. Les électrons Compton sont mono-énergétiques

C. Une réaction d'annihilation est une conséquence à la création de paires

D. L'effet Compton est responsable du contraste des images radiographiques et scintigraphiques

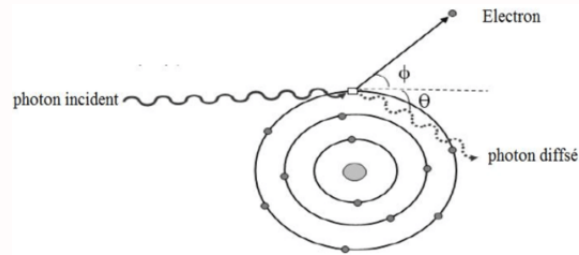
E. La CDA (Couche de Demi-Atténuation) mesure l'épaisseur nécessaire pour réduire de moitié l'énergie du photon incident

## Question 11

## ? Items A, B et D

Oui c'est ça!!! Et si tu n'as pas trouvé ça, il n'y a pas de soucis, ça le fera la prochaine fois! Rappelle-toi qu'un photon incident, avec une certaine énergie ( $E = h\nu$ ), interagit avec un électron atomique peu lié ou libre, du milieu.

Il y a un transfert d'une partie de l'énergie du photon incident. Le photon est ensuite diffusé dans une direction  $\theta$  avec une énergie  $h\nu' < h\nu$ . Le photon incident est diffusé dans une direction différente de la direction initiale et avec une énergie inférieure à l'énergie initiale. L'électron cible est expulsé dans une direction  $\varphi$ , il est chassé de son orbite, c'est l'électron Compton (le fameux, l'unique). Comme ici :



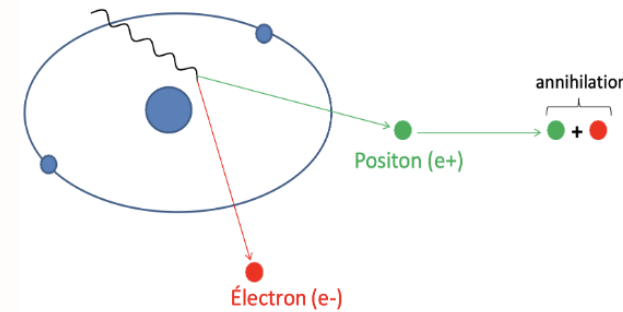
Cependant, les photons diffusés et les électrons Compton ne sont pas mono-énergétiques. On aura un spectre continu.

(Petit + : Quand un photon incident interagit avec des électrons (diffusion Compton), une partie de l'énergie du photon va à l'électron. L'énergie transférée dépend de l'angle de diffusion (donc ici  $\theta$  qui peut varier) entre le photon incident et celui diffusé. À cause de cela, le spectre des photons diffusés est continu, car différents angles entraînent différentes quantités d'énergie transférée, plutôt que des niveaux d'énergie spécifiques!!!).

C'est d'ailleurs pour cette raison que c'est un effet qui dégrade la qualité des images (on verra aussi flou que moi sans mes lunettes, par exemple). Il est prédominant dans l'eau et les tissus biologiques, contrairement à l'effet photoélectrique qui est un effet prédominant dans les systèmes de détection des photons ( $Z$  élevé). Ce dernier est en plus responsable du contraste des images radiographiques et scintigraphiques (on voit bien en HD).

## ✓ Item C → Une réaction d'annihilation est une conséquence à la création de paires

C'est plus que vrai!!! On n'oublie pas mon/ma P1 préférée, le mécanisme et les conséquences qui résultent de la création de paires. Un photon, en interagissant avec le champ électrostatique d'un noyau, peut se matérialiser en un électron et un positon. Pour que cela se produise, l'énergie du photon doit être au moins équivalente à la masse au repos de deux électrons, soit 1,022 MeV. L'énergie excédentaire est partagée entre l'électron et le positon sous forme d'énergie cinétique.



CM 4 – Diapo 10, Pr François Rouzet

Lorsque l'électron et le positon, créés par la matérialisation d'un photon, perdent leur énergie, cela cause des ionisations et excitations dans le milieu. Le milieu se calme en émettant un rayonnement de fluorescence et des électrons Auger. Lorsque l'énergie du positon diminue, une réaction d'annihilation se produit, émettant deux photons opposés à  $180^\circ$  avec une énergie de 511 keV, symbolisant la disparition complète des deux particules.

## ✗ Item E → La CDA (Couche de Demi-Atténuation) mesure l'épaisseur nécessaire pour réduire...

Et noon! La CDA (Couche de Demi-Atténuation) ne fait pas référence à l'énergie du photon. Elle représente plutôt l'épaisseur du matériau nécessaire pour atténuer de moitié le flux de photons incidents.

Réponses vraies : A et C

## Question 12

Un photon incident de fréquence  $5 \times 10^{19}$  Hz interagit avec un électron peu lié et cause un choc frontal. Combien vaut la valeur de l'énergie de l'électron Compton ?

A. L'énergie de l'électron Compton vaut  $9 \times 10^4$  eV

B. L'énergie de l'électron Compton vaut  $6 \times 10^{-14}$  J

C. L'énergie de l'électron Compton vaut  $9 \times 10^{-14}$  J

D. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3 \times 10^4$  eV

E. L'énergie de l'électron Compton vaut  $1 \times 10^4$  eV

## Question 12

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

On commence par calculer l'énergie du photon incident grâce à la formule

$$\begin{aligned} E &= h\nu \\ &= 6,626 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{19} \\ &= 3,313 \times 10^{-14} \text{ J} \end{aligned}$$

Pour avoir une formule cohérente par la suite, nous devons convertir les J en eV ( $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ ) :

$$\begin{aligned} E &= 3,313 \times 10^{-14} \text{ J} \\ &= \frac{3,313 \times 10^{-14}}{1,602 \times 10^{-19}} \text{ eV} \\ &= 2,07 \times 10^5 \text{ eV} \end{aligned}$$

On va donc pouvoir calculer l'énergie de l'électron Compton grâce à la formule suivante qui est spécifique au choc frontal :

$$\begin{aligned} E_c &= E - \frac{E}{1 + \frac{2 \times E}{m_0 c^2}} \\ &= 2,07 \times 10^5 - \frac{2,07 \times 10^5}{1 + \frac{2 \times 2,07 \times 10^5}{511 \times 10^3}} \\ &= 9 \times 10^4 \text{ eV} \\ &= 1,4 \times 10^{-14} \text{ J} \end{aligned}$$

Réponse vraie : A

## Question 13

On place une seringue contenant un élément radioactif dans un protège seringue, dont le coefficient linéique d'atténuation est de  $0,3 \text{ mm}^{-1}$ . Quelle épaisseur  $e$  doit faire le protège seringue pour atténuer le faisceau de photons d'un facteur 30 ?

- A.  $e = 1 \text{ CDA}$
- B.  $e = 10 \text{ CDA}$
- C.  $e = 0,2 \text{ cm}$
- D.  $e = 2,2 \text{ cm}$

E.  $e = 1,2 \text{ cm}$

## Question 13

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

On vous donne ici le coefficient linéique d'atténuation  $\mu = 0,3 \text{ mm}^{-1}$ . On veut atténuer le faisceau d'un facteur 30. On sait qu'une couche de demi-atténuation (CDA) est l'épaisseur de matériau nécessaire pour atténuer la moitié des photons incidents. On va d'abord chercher combien de CDA sont nécessaires pour atténuer ce faisceau d'un facteur 30. Pour  $x = n \times \text{CDA}$  et  $N$  le nombre de photons du faisceau, on peut écrire :

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

Si on atténue le faisceau d'un facteur 30, on a :

$$N = \frac{N_0}{30}$$

D'où,

$$2^n = 30$$

Là, soit on est au courant que  $2^5 = 32$ , soit on va le calculer grâce au logarithme :

$$n = \log_2(30) = \frac{\log 30}{\log 2} \approx 5$$

Maintenant, on sait que le protège seringue doit avoir une épaisseur de 5 CDA pour pouvoir atténuer le faisceau d'un facteur 30. On va donc devoir calculer la valeur de la CDA pour connaître l'épaisseur nécessaire.

$$\begin{aligned} \text{CDA} &= \frac{\ln 2}{\mu} \\ &= \frac{\ln 2}{0,3} \\ &= 2,31 \text{ mm} \end{aligned}$$

On fait bien attention à l'unité! Le porte seringue doit avoir une épaisseur  $e$  de 5 CDA donc :

$$e = 5 \text{ CDA} = 5 \times 2,31 \text{ mm} = 11,55 \text{ mm} \approx 1,2 \text{ cm}$$

Réponse vraie : E

## Question 14

A propos des particules, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. L'interaction entre un proton et les électrons atomiques est à caractère obligatoire

- B. La collision entre une particule  $\alpha$  et la matière est élastique
- C. Le ralentissement d'une particule lourde chargée est un phénomène discontinu
- D. Lors d'une interaction électron-électron, la déviation de trajectoire est peu importante

E. Lors d'une interaction électron-matière, la longueur de trajectoire est supérieure au parcours

## Question 14

## ? Items A, B et C

Les 3 premiers items concernent les particules chargées lourdes : les protons et les particules alpha.

Les interactions entre les particules chargées lourdes et la matière sont à caractère obligatoire, et de nature majoritairement coulombienne! La collision est inélastique, ce qui signifie que l'état initial est différent de l'état final.

Le ralentissement de cette particule lourde chargée est assimilable à un phénomène continu, il correspond à un grand nombre d'interactions de très faible énergie entre la particule incidente et les électrons de la matière.

### ? Items D et E

On s'intéresse ici aux particules chargées légères : électron et positon. Lors d'une interaction entre deux électrons, ces deux particules ont la même masse, ce qui a pour conséquences deux phénomènes : une déviation de trajectoire très importante, et une grande perte d'énergie cinétique.

Le parcours d'un électron dans la matière n'est pas linéaire, ce qui fait qu'au final la longueur totale de la trajectoire  $L$  est supérieure au parcours  $R$  ! Si on court en faisant des zigzags, à la fin, on aura parcouru une distance supérieure à quelqu'un qui fait le même trajet en ligne droite.

Réponses vraies : A et E

### Question 15

Des électrons produits par effet photoélectrique sur des atomes d'hydrogène sont émis dans un milieu de densité  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Le photon incident permettant l'éjection de l'électron de la couche K de l'atome d'hydrogène a une énergie de 150 keV. Quel sera le parcours maximal de ces électrons dans le milieu ?

- A.  $R < 250 \text{ nm}$
- B.  $R \in [250 - 500] \text{ nm}$
- C.  $R \in [500 - 1000] \text{ nm}$
- D.  $R \in [1000 - 1250] \text{ nm}$

E.  $R > 1250 \text{ nm}$

### Question 15

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

Tout d'abord, on va devoir calculer l'énergie qu'on va appeler  $T$  des électrons produits par l'effet photoélectrique. Les photons, d'une énergie 150 keV, vont éjecter les électrons de la couche K des atomes d'hydrogène, qui ont une énergie de liaison  $W_K = 13,6 \text{ eV}$  (constante à connaître). Pour avoir l'énergie cinétique des électrons, on a donc juste à soustraire l'énergie de liaison à l'énergie des photons incidents. Ici, on voit que l'énergie de liaison est très négligeable par rapport à l'énergie incidente, donc on va se permettre d'approximer  $T = 150 \text{ keV}$ .

On rappelle maintenant la formule du cours, qui lie l'énergie, le parcours et la masse volumique du milieu :

$$R(\text{cm}) = \frac{T(\text{MeV})}{2 \times \rho(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})}$$

On a donc tous les éléments pour calculer le parcours maximal de ces électrons :

$$R = \frac{0,15}{2 \times 1000 \times 10^3 \times 10^{-6}} = \frac{0,15}{2} = 7,5 \times 10^{-2} \text{ cm} = 750000 \text{ nm}$$

Soit,

$$R > 1250 \text{ nm}$$

Réponse vraie : E

### Question 16

On injecte à une patiente de 60 kg un élément radioactif X, dont la période physique est de 15 jours. L'activité mesurée à l'instant  $t = 0$  (lors de l'injection) est de 50 MBq, tandis que 6 jours plus tard, l'activité résiduelle (associée à la période  $T_{eff}$ ) dans l'organisme n'est plus que de 25 MBq. Lors d'une désintégration, l'élément X libère en moyenne 511 keV. On considère qu'à l'instant initial, 60% de l'élément X s'est fixé dans les tissus. Quelle est la dose absorbée par la patiente ?

- A.  $1,4 \times 10^{17} \text{ Gy}$
- B.  $1,17 \text{ Gy}$
- C.  $6,1 \mu \text{ Gy}$
- D.  $1,4 \times 10^{14} \text{ Gy}$

E.  $2,2 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

### Question 16

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

On cherche la dose absorbée, on va donc se servir de la formule suivante :

$$DA = A_0 \times \frac{E_{moy} \times F_0 \times T_{eff}}{M \times \ln 2}$$

On voit qu'il nous manque la période effective  $T_{eff}$  de l'élément X, on va donc la calculer :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$$

L'énoncé nous donne directement la période physique, qui est de 15 jours. Il nous indique qu'au bout de 6 jours, l'activité dans l'organisme a diminué de moitié (50 à 25 MBq) : la période biologique est donc de 6 jours.

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{6} = \frac{7}{30}$$

$$\Leftrightarrow T_{eff} = \frac{30}{7} \approx 4,28 \text{ jours}$$

On peut maintenant s'attaquer au calcul, en vérifiant bien nos unités avant :

$$\begin{aligned} [DA] &= [A_0 \times \frac{E_{moy} \times F_0 \times T_{eff}}{M \times \ln 2}] \\ &= \text{Bq}(\text{s}^{-1}) \times \frac{\text{J} \times \text{s}}{\text{kg}} \\ &= \text{Gy}(\text{J}/\text{kg}) \end{aligned}$$

On peut reprendre, en pensant bien que  $1 \text{ J} = 6,24 \times 10^{18} \text{ eV}$  et  $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$  :

$$\begin{aligned} DA &= 50 \times 10^6 \times \frac{511 \times 10^3}{6,24 \times 10^{18}} \times 0,6 \times \frac{4,28 \times 24 \times 3600}{60 \times \ln 2} \\ &= 2,2 \times 10^{-2} \text{ Gy} \end{aligned}$$

Réponse vraie : E

## Question 17

Un patient se présente aux urgences en ayant un pH sanguin égal à 7,3 et une concentration sanguine en bicarbonates égale à  $30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Il possède un taux d'hémoglobines normal égal à  $15 \text{ g} \cdot \text{dL}^{-1}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Sa  $p\text{CO}_2$  vaut 63 mmHg  
 B. Sa  $p\text{CO}_2$  vaut 61 mmHg  
 C. Il s'agit d'une acidose respiratoire pure  
 D. Il s'agit d'une acidose respiratoire partiellement compensée  
 E. Si la  $p\text{CO}_2$  reste constante, la composante métabolique sera égale à  $37,7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  pour compenser totalement le trouble respiratoire

## Question 17

## ? Items A et B

C'est parti ! On commence par trouver notre  $p\text{CO}_2$  : on utilise la relation d'Henderson Hasselbalch avec le couple  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  (once again la preuve que la chimie est toujours utile !)

$$pH = pK_a + \log \left( \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \right)$$

Ici le  $pK_a$  vaut 6,1 (il est donné dans votre cours) et il nous faut exprimer  $\text{H}_2\text{CO}_3$  avec  $p\text{CO}_2$ , ici pareil tout est donné dans votre cours :  $\text{H}_2\text{CO}_3 = a \times p\text{CO}_2$  avec  $a = 0,03$ . On obtient l'équation ci-dessous que l'on manipule pour exprimer  $p\text{CO}_2$  :

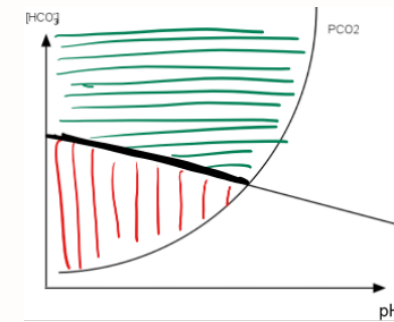
$$\begin{aligned} pH &= 6,1 + \log \left( \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a \times p\text{CO}_2} \right) \\ \Leftrightarrow pH - 6,1 &= \log \left( \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a \times p\text{CO}_2} \right) \\ \Leftrightarrow 10^{(pH-6,1)} &= \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a \times p\text{CO}_2} \\ \Leftrightarrow p\text{CO}_2 &= \frac{[\text{HCO}_3^-]}{a \times 10^{(pH-6,1)}} \end{aligned}$$

Et c'est parti on peut passer à l'application numérique :

$$\begin{aligned} p\text{CO}_2 &= \frac{30}{0,03 \times 10^{1,2}} \\ &= 63 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

## ? Items C et D

À présent, il nous faut trouver la nature du trouble : avec une baisse de pH, on sait qu'il s'agit d'une acidose. Comme on a une valeur élevée de  $p\text{CO}_2$ , on sait que l'acidose a une composante respiratoire. On peut donc se situer dans le cas d'une acidose respiratoire pure (on reste sur la droite tampon mais la  $p\text{CO}_2$  augmente), d'une acidose respiratoire partiellement compensée (on est resté sur la droite tampon dans un premier temps puis on a changé de droite tampon vers le haut) ou d'une acidose mixte (non seulement on a une augmentation de la  $p\text{CO}_2$  mais on a également changé de droite tampon vers le bas). Je vous ai représenté les différentes zones au brouillon.



La partie hachurée verticalement correspond aux acidoses mixtes et celle horizontalement aux acidoses respiratoires partiellement compensées. La ligne en gras sur la droite tampon est celle des acidoses respiratoires pures.

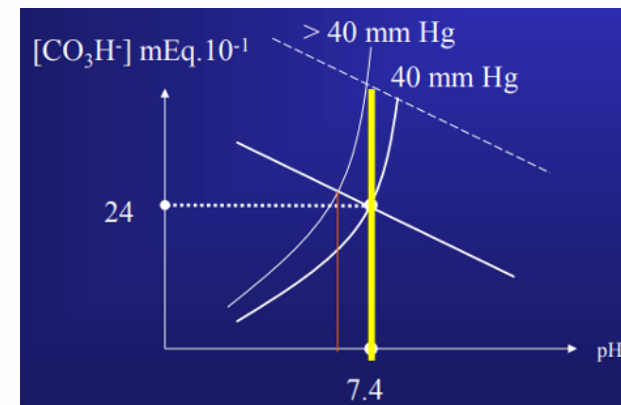
Pour savoir où on se trouve, il nous faut calculer la valeur de  $m$  via l'équation de la droite tampon qui vous est donnée dans le cours :

$$\begin{aligned} [\text{HCO}_3^-] &= m + s \times (7,40 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= [\text{HCO}_3^-] - s \times (7,40 - pH) \\ \Leftrightarrow m &= 30 - 31,6 \times (7,40 - 7,3) \\ \Leftrightarrow m &= 26,84 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

On voit que la composante métabolique  $m$  est au-dessus de la valeur normale, étant de  $24 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , mais le pH n'est pas revenu à la valeur normale de 7,4. S'il s'agissait d'une acidose métabolique également, on aurait  $m > 24 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  donc c'est forcément une acidose respiratoire partiellement compensée !

✓ **Item E** → Si la  $p\text{CO}_2$  reste constante, la composante métabolique sera égale à  $37,7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ...

Pour retrouver la composante métabolique lorsque le trouble est compensé, je vous conseille de visualiser, on se situe dans ce cas de figure de votre cours



Pr. Eric Vicaut – CM 7 diapo 52

On a remonté le long de l'isobare (dans le cas de la question, celle de  $pCO_2 = 63 \text{ mmHg}$ ) pour retourner à un  $pH = 7,4$ . Pour déterminer la valeur de  $[HCO_3^-]$  pour un  $pH$  de 7,4 et une  $pCO_2$  égale à 63 mmHg, on reprend l'équation que l'on a utilisée pour les items A et B (je ne vous refais pas toute la manipulation) :

$$10^{(pH-6,1)} = \frac{[HCO_3^-]}{a \times pCO_2}$$

$$\Leftrightarrow [HCO_3^-] = 10^{(7,4-6,1)} \times 0,03 \times 63$$

$$[HCO_3^-] = 37,7 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

Or, on sait que pour un trouble totalement compensé,  $[HCO_3^-] = m$  (car  $s \times (7,40 - pH) = 0$ ). Donc  $m = 37,7 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ . Et hop! On est bons pour cette question!

**Réponses vraies : A, D et E**

### Question 18

On considère un litre de mélange tampon acide carbonique bicarbonate de soude qui est identique à celui du sang artériel en conditions physiologiques. On rajoute une certaine quantité d'acide chlorhydrique. On observe que le  $pH$  de la solution est égal à 6,4. Quelle quantité  $X$  d'acide chlorhydrique a-t-on rajouté?

A. 10,80 mmol

B. 12,40 mmol

C. 9,60 mmol

D. 14,80 mmol

E. 16,60 mmol

### Question 18

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

Ok question très compliquée, mais vous allez y arriver! Pour cette question il faut se rappeler que dans le sang artériel :

$$- [HCO_3^-] = 24 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

$$- [H_2CO_3] = 1,2 \text{ mmol} \cdot L^{-1}, \text{ car } pCO_2 \times \alpha = 40 \times 0,03 = 1,2 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

Ensuite on fait un peu de chimie, en identifiant le couple  $H_2CO_3/HCO_3^-$  ( $HCO_3^- + H^+ = H_2CO_3$ ). A l'instant initial, on ajoute de l'acide chlorhydrique, donc :

$$- \text{À } t = 0, HCO_3^- + X = H_2CO_3$$

$$- \text{À } t = t_f, HCO_3^- - X = H_2CO_3 + X$$

Comme on connaît le  $pH$  de la solution, on peut maintenant utiliser la relation de Henderson-Hasselbach qui est :

$$pH = pKa + \log \left( \frac{[Base]}{[Acide]} \right)$$

$$= pKa + \log \left( \frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X} \right)$$

$$\Leftrightarrow pH - pKa = \log \left( \frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X} \right)$$

$$\Leftrightarrow 6,4 - 6,1 = \log \left( \frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X} \right)$$

$$\Leftrightarrow 0,3 = \log \left( \frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X} \right)$$

$$\Leftrightarrow 10^{0,3} = \frac{[HCO_3^-] - X}{[H_2CO_3] + X}$$

$$\Leftrightarrow X = \frac{[HCO_3^-] - 10^{0,3} \times [H_2CO_3]}{10^{0,3} + 1} = \frac{24 - 10^{0,3} \times 1,2}{10^{0,3} + 1}$$

$$= 7,21 \text{ mM}$$

Nous avons donc rajouté une quantité  $X = 10,80$  mmol d'acide chlorhydrique. Vous êtes trop forts! Courage pour vos examens, les bgs!!

**Réponse vraie : A**

### Question 19

Les patients A et B ont tous les deux un  $pH$  de 7,3. Le patient A a une concentration de bicarbonates plasmatiques de 22 mmol/L et celle du patient B, qui souffre de diabète, est égale à 19 mmol/L. On considérera que la valeur absolue de la pente de la droite tampon est égale à  $30 \text{ mmol} \cdot L^{-1} \cdot pH^{-1}$  pour les deux patients, et on précise qu'on est à une température de  $T = 37^\circ C$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte?

A. Le patient A est en alcalose mixte et le patient B en alcalose métabolique pure

B. Les deux patients sont en acidose mixte

C. Le patient A est en acidose métabolique pure et le patient B en acidose mixte

**D. Le patient A est en acidose mixte et le patient B en acidose métabolique pure**

E. Les deux patients sont en alcalose mixte

## Question 19

## ? Items A, B, C, D, E

On sait que le pH est inférieur à 7,4, les deux patients sont donc atteints d'acidose et on peut éliminer les items A et E. De plus, on rappelle que pour une température de 37°C,  $\alpha = 0,03 \text{ mmol/L/mmHg}$  et  $pK_a = 6,1$ . On considère la pente de la droite tampon égale à 30.

Réponse vraie : D

## Question 20

Un patient en réanimation a un pH de 7,2 avec une concentration en bicarbonates plasmatiques de  $26 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Quel est le diagnostic de son trouble ?

- A. Acidose respiratoire  
 B. Alcalose mixte  
 C. Acidose mixte  
 D. Acidose métabolique compensée  
 E. Alcalose métabolique compensée

## Question 20

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

On sait que  $pH = 7,2$  et  $[HCO_3^-] = 26 \text{ mmol/L}$ . Pour rappel,  $s = 31,6 \text{ mmol/L/pH}$ , et  $\alpha = 0,03 \text{ mmol/L/mmHg}$ . Le pH est inférieur à 7,38, donc il s'agit ici d'une acidose, maintenant il faut faire les calculs :

$$\begin{aligned} m &= [HCO_3^-] - s(7,4 - pH) \\ &= 26 - 31,6 \times (7,4 - 7,2) \\ &= 19,68 \text{ mmol/L} \end{aligned}$$

Il reste le calcul de la  $pCO_2$  pour trancher :

$$\begin{aligned} pCO_2 &= \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times 10^{pH-6,1}} \\ &= \frac{26}{0,03 \times 10^{7,2-6,1}} \\ &= 68,8 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

$m = 19,68 < 24 \text{ mmol/L}$  et  $pCO_2 = 68,8 > 40 \text{ mmHg}$ . Ici, il s'agit d'une acidose respiratoire mixte, car la  $pCO_2$  est très élevée et la composante métabolique est très petite donc elle ne compense pas la  $pCO_2$ , au contraire les deux mènent vers une acidose ! C'est un peu compliqué, mais c'est un bon entraînement pour le jour J. Courage 🍀 !

Réponse vraie : C

## Question 21

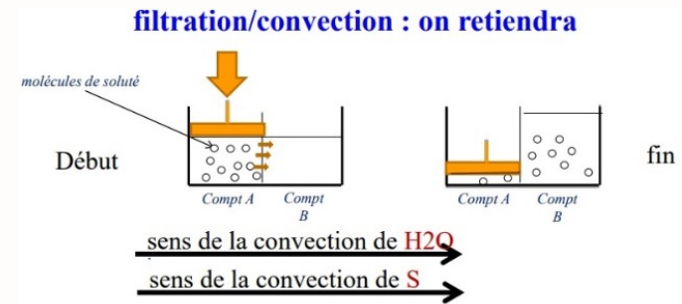
On considère une solution biologique constituée d'un soluté S non ionique et de son solvant. Le solvant est l'eau. Une membrane perméable sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La température de la solution est de 20°C. Lors 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. Le transfert au travers de cette membrane perméable se fait, par hypothèse, selon un mouvement unidirectionnel avec débit conservatif au sein de la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) :

- A. On observe alors un passage transmembranaire d'eau du compartiment A vers le compartiment B et de soluté du compartiment B au compartiment A  
 B. La valeur absolue du débit convectif de solvant ou débit de filtration  $J_{F,H_2O}$  à un instant donné, est proportionnelle au gradient de pression entre A et B  
 C. La valeur absolue du débit convectif de solvant  $J_{F,H_2O}$  augmente avec l'épaisseur de la membrane  
 D. Le débit convectif de soluté  $J_s$  va du compartiment avec la plus haute concentration vers le compartiment avec la plus basse concentration  
 E. Le transfert du point de vue de la membrane est actif

## Question 21

✗ Item A → On observe alors un passage transmembranaire d'eau du compartiment A vers le ...

Il s'agit d'un phénomène de convection ! Dans la convection, le soluté et le solvant vont dans le même sens : dans le sens inverse du gradient de pression (le gradient va dans le sens de la plus petite pression à la plus grande pression) donc de la zone de la plus grande pression à la plus petite pression c'est-à-dire, dans notre cas, de A vers B. Je vous remets cette diapo du cours pour mieux visualiser !



Cf Diapo 30 - CM8 – Pr Pascal Merlet

## ? Items B et C

Tout d'abord on va rappeler la formule de la valeur absolue du débit convectif d'un solvant :

$$J_F = -b_{H_2O} S \text{grad}P$$

Avec  $\text{grad}P$ , la fonction gradient de P qui correspond de manière très simplifiée à la différence de pression entre les deux compartiments.

La valeur absolue du débit convectif d'un solvant aussi appelé débit de filtration, possède une autre expression :

$$J_f = b_{H_2O} S \frac{\Delta P}{e}$$

On voit bien que lorsque l'épaisseur augmente, le débit convectif diminue et qu'ils évoluent donc en sens inverse.

**✗ Item D** → Le débit convectif de soluté  $J_s$  va du compartiment avec la plus haute concentration ...

Le débit convectif de soluté correspond à  $J_s = -b_{H_2O} \times grad(P) \times C$ , on voit bien que le débit ne dépend pas du gradient de concentration mais du gradient de pression (idem que pour le débit convectif de solvant). Il faut quand même voir qu'il dépend de la concentration molaire du soluté mais pas d'un gradient ou d'une différence de concentration (attention ++ à différencier avec la diffusion).

**✗ Item E** → Le transfert du point de vue de la membrane est actif

Que nenni! Pour les phénomènes de diffusion et de convection, comme ici, on a affaire à un transport passif. Concrètement, ça signifie que les molécules seront déplacées du milieu le plus concentré à celui qui l'est le moins SANS consommation d'énergie. Il n'y a pas de consommation d'énergie pour rendre cette convection possible, et c'est bien l'existence d'un gradient de pression transmembranaire qui est responsable du phénomène. Faites attention à ne pas vous faire avoir entre gradient de pression et gradient de concentration surtout +++. Ainsi, on ne peut pas prétendre à un transport actif dans ces conditions.

Réponse vraie : B

### Question 22

On considère le phénomène de migration électrique d'un ion  $i$  en solution biologique au travers d'une membrane perméable à cet ion. La membrane sépare deux compartiments A et B. Le solvant est l'eau, et 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 (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Le débit molaire électrique de cet ion est indépendant de la mobilité molaire mécanique de l'eau

B. En valeur absolue, le débit molaire électrique de l'ion  $i$  augmente lorsque sa concentration diminue

C. En valeur absolue, le débit molaire électrique de l'ion  $i$  est proportionnel à la différence de potentiel de chaque côté de la membrane

D. Le courant électrique généré par le transfert de l'ion augmente lorsque la conductance de cet ion diminue

E. Si  $i$  est un cation, alors le courant électrique généré par le transfert de l'ion  $i$  va dans le sens du flux

### Question 22

#### ? Items A, B et C

Notre énoncé nous informe simplement qu'on a une situation de migration. Dès qu'on a un ion en solution, on sait que la charge de l'ion va l'entraîner d'un côté ou d'un autre de la membrane. Le débit (ou flux) molaire électrique est déterminé selon la formule suivante (à connaître +++):

$$J_{ei} = -z_i F b_i S c_i grad(V)$$

Un coup d'œil à la formule et on sait répondre aux items, et indiquer qui dépend de quoi. Le débit molaire dépend de la mobilité mécanique de l'ion mais pas de celle de l'eau (A VRAI). En valeur absolue, lorsque  $c_i$  augmente,  $J_{ei}$  augmente aussi (B FAUX). Et enfin  $J_{ei}$  est directement proportionnel au gradient de potentiel  $gradV$  de part et d'autre de la membrane (C VRAI).

#### ? Items D et E

Notre ion qui traverse la membrane génère un courant électrique I. On connaît deux formules qui permettent de déterminer I (aussi à connaître by heart):

$$I = z F J_{ei} = g_i (V - V_{ieq})$$

La première formule nous fait remarquer que selon le signe de  $z$  (la valence de l'ion, soit + pour cation et - pour anion), I est ou non du même signe que  $J_{ei}$ . Dans le cas d'un cation,  $z$  est positif donc I est ou non du même signe que  $J_{ei}$  et donc le courant va bien dans le sens du flux. La deuxième formule nous fait remarquer que lorsque la conductance  $g_i$  diminue, le courant I diminue également (et n'augmente pas : D FAUX). That's all ❤️.

Réponses vraies : A, C et E

### Question 23

On considère le phénomène de Starling, s'exerçant au sein d'un capillaire sanguin périphérique, chez un patient sain. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. La pression hydrostatique diminue le long du capillaire

B. Au niveau de la portion veineuse du capillaire, la pression transmurale est supérieure à la pression oncotique

C. La pression oncotique permet, au niveau du pôle artériel, un retour net d'eau vers le milieu intravasculaire

D. L'apparition d'un œdème pourrait être due à une diminution de la pression veineuse suite à une insuffisance cardiaque

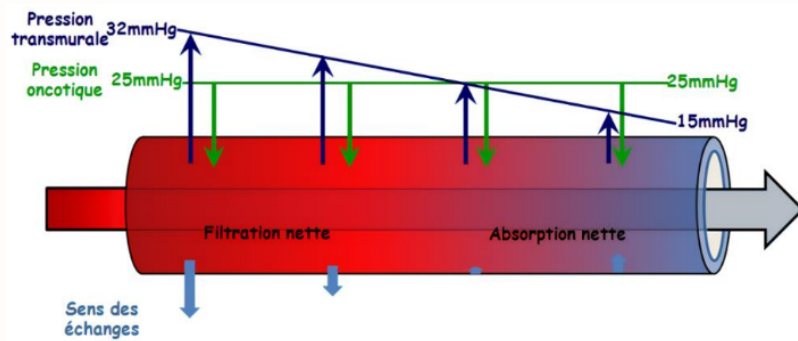
E. L'apparition d'un œdème pourrait être due à une baisse de la pression oncotique à la suite d'un syndrome néphrotique

### Question 23

#### ? Items A, B, et C

Starling, alors. Dans nos capillaires, l'eau est soumise à 2 principales forces qui s'opposent, la pression hydrostatique qui tend à chasser l'eau vers le milieu interstitiel, et la pression oncotique qui tend plutôt à ramener l'eau vers le vaisseau.

Au pôle artériel, hydrostatique > oncotique, donc sortie nette d'eau (c'est la filtration). Mais la pression hydrostatique diminue le long du vaisseau, et au pôle veineux on a plutôt oncotique > hydrostatique, donc on a un retour d'eau vers le capillaire. Tout cela est magnifiquement illustré dans le merveilleux schéma que je vous mets ci-dessous :



Pr. Pascal Merlet – CM 9 diapo 15

La pression transmurale c'est juste la différence entre la pression hydrostatique (à l'intérieur du capillaire) et la pression interstitielle (à l'extérieur). La pression interstitielle ne change pas, les variations de pression transmurale traduisent simplement les variations de pression hydrostatique.

### ? Items D et E

Un œdème, qu'est-ce que c'est ? C'est un excès d'eau dans l'espace interstitiel. Donc quand la sortie d'eau > retour d'eau. Il peut être notamment dû :

- à une diminution de la pression oncotique (baisse de l'osmolarité via une diminution d'apport protéique, une fuite protéique = syndrome néphrotique, ou un défaut de synthèse protéique).
- à une augmentation de la pression hydrostatique (défaut cardiaque, compression ou obstruction veineuse).
- à une diminution du retour lymphatique.

Réponses vraies : A et E

### Question 24

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 (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- La relation de Nernst exprime la valeur de différence de potentiel quand l'effet de migration et de convection s'annulent
- La valeur absolue du débit par diffusion dépend de la constante de Faraday
- La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) à l'équilibre est proportionnelle à la mobilité mécanique de l'ion
- La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) à l'équilibre est proportionnelle à  $\ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right)$
- La différence de potentiel ( $V_2 - V_1$ ) à l'équilibre est proportionnelle à la valence de l'ion considéré

### Question 24

#### ? Items A et B

On retient dans ce long énoncé que on s'intéresse à la relation de Nernst. Nernst nous dit que notre ion peut se déplacer selon sa concentration (c'est le phénomène de Diffusion) ou bien selon sa charge (phénomène de Migration). Lorsque ces deux phénomènes se compensent, il apparaît alors une différence de potentiel entre les deux compartiments.

La convection ça n'a rien à voir : c'est lorsqu'une pression est appliquée à un des compartiments (A FAUX).

On se rappelle par ailleurs la formule du débit par diffusion qui vaut  $J_d = -RTbS \text{grad}C$  et qui ne fait donc pas intervenir la constante de Faraday  $F$ . C'est le flux par migration qui fait intervenir cette constante (B FAUX).

#### ? Items C, D et E

Notre différence de potentiel à l'équilibre de Nernst est exprimée par la formule (super importante) suivante :

$$V_2 - V_1 = -\frac{RT}{z_i F} \ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right)$$

Hop, plus qu'à (in)valider les items en suivant la formule, c'est parti !

- ( $V_2 - V_1$ ) ne dépend pas de la mobilité mécanique de l'ion (ni de l'eau) : C FAUX.
- ( $V_2 - V_1$ ) est bien proportionnelle à  $\ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right)$  : D VRAI.
- ( $V_2 - V_1$ ) est inversement proportionnelle à la valence  $z_i$  (piège méchant, sorry) : E FAUX.

Réponse vraie : D

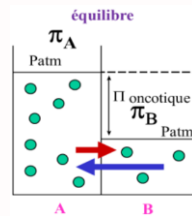
**Question 25**

Soit le phénomène de diffusion passive d'une solution biologique (solvant = eau) au travers d'une membrane d'épaisseur  $e$  qui sépare deux compartiments biologiques A et B de même volume initialement, et dont la surface est librement laissée en contact avec l'air ambiant. On considère comme soluté une protéine totalement soluble dans l'eau, non capable de traverser la membrane, et en quantité largement supérieure en A qu'en B. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le compartiment A va augmenter de volume, suite à un mouvement d'eau du compartiment le plus concentré vers le moins concentré
- B. Le débit diffusif de solvant  $J_{H_2O}$  est proportionnel à la différence de pression osmotique de part et d'autre de la membrane
- C. Si l'épaisseur  $e$  de la membrane double, le flux de solvant  $J_{H_2O}$  est divisé par 2
- D. Si on rajoute en solution du NaCl diffusible à travers la membrane, la pression osmotique va augmenter
- E. Le phénomène de diffusion est équilibré par une convection liée à une surpression en B

**Question 25****? Items A, B et C**

Que se passe-t-il dans notre solution ? Un schéma sympatoche tout droit sorti du cours pour vous aider :



Pr. Pascal Merlet – CM9 diapo 7

La pression osmotique (oncotique si on considère des protéines) est liée à l'osmolarité dans chaque compartiment. Mais le soluté ne pouvant pas traverser la membrane, c'est le solvant qui va diffuser pour équilibrer les concentrations. Ce flux de solvant suit la formule suivante (eh oui, à connaître elle aussi) :

$$J_{H_2O} = b_{H_2O} S \frac{\Delta\pi}{e}$$

Sachant que  $\Delta\pi$  suit le gradient de concentration du soluté,  $J_{H_2O}$  va de la concentration la moins élevée vers la plus élevée (logique, pour équilibrer les concentration) : A FAUX.

Cependant  $J_{H_2O}$  est bien dépendant de  $\Delta\pi$  (B VRAI), et on remarque que l'épaisseur  $e$  étant au dénominateur, si  $e$  double alors  $J_{H_2O}$  est bien divisé par 2 (C VRAI).

**? Items D et E**

La pression osmotique dépend uniquement des solutés ne traversant PAS la membrane (différence d'osmolarité efficace). Donc si le NaCl traverse la membrane, il n'intervient pas dans la pression osmotique (qui est liée directement à l'osmolarité).

Le flux de solvant crée bien une surpression, mais dans le compartiment qui a reçu de l'eau (ici : compartiment A), qui va effectivement induire une filtration/convection dans le sens inverse et équilibrer la diffusion.

Réponses vraies : B et C

**Question 26**

Concernant le transport du glucose dans un organisme humain normal. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le transport facilité du glucose permet le passage du glucose à travers la membrane cellulaire contre son gradient de concentration sans l'apport d'énergie
- B. Les transporteurs de glucose augmentent nettement la vitesse et la sélectivité du transport par rapport à la diffusion simple, mais sont saturables
- C. Le transporteur de glucose GLUT1 est beaucoup plus spécifique pour le D-glucose que pour le L-glucose ou le D-mannose
- D. Il existe une quinzaine d'isoformes des transporteurs du glucose (GLUT)
- E. Il existe également un transport actif du glucose, via les transporteurs SGLT-1 ou SGLT-2, qui fait intervenir le gradient de  $Na^+$  mis en place par la pompe à sodium

**Question 26****? Items A, B, C et D**

Les transporteurs de glucose permettent effectivement de faire passer du glucose à travers la membrane cellulaire, mais sont des transporteurs passifs. Ils se font donc selon le gradient de concentration, sans apport d'énergie. Ils permettent d'augmenter nettement le rendement du transport (vitesse +, sélectivité +) par rapport à la diffusion simple, MAIS ils sont stéréosélectifs. En l'occurrence le transporteur GLUT1 est bien plus efficace pour la forme D du glucose que pour la forme L, et également plus efficace pour le glucose que pour le mannose ou le galactose. Il en existe bien une quinzaine d'isoformes (GLUT1, GLUT2, etc)

✓ **Item E** → Il existe également un transport actif du glucose, via les transporteurs SGLT-1 ou ...

EH oui ! On l'oublie parfois mais il y a aussi un transport actif du glucose, via les transporteurs SGLT (Sodium Glucose co-transporteur), présents particulièrement dans l'épithélium du tube intestinal (entérocytes) et du tubule rénal (néphrons). C'est bien ce transport actif qui permet le transport du glucose contre son gradient de concentration (ça vous manquait la biocell, n'est-ce pas ?). Voilà vous avez vu, cette partie c'est de l'eau ? Bisous et courage !

Réponses vraies : B, C, D et E

**Question 27**

On considère un vaisseau d'épaisseur  $10 \mu\text{m}$ , allongé de 45% par rapport à sa longueur habituelle et soumis à une tension superficielle de  $7,25 \times 10^{-4} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Le module d'Young augmente avec la capacité élastique du vaisseau

B. La tension superficielle augmente avec l'épaisseur du vaisseau

C. Le module d'Young du vaisseau vaut  $50 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

D. Le module d'Young du vaisseau vaut  $161 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

E. Le module d'Young du vaisseau vaut  $32 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

**Question 27****? Item A et B**

Les termes « tension superficielle » et « module d'Young » doivent tout de suite vous faire penser à la loi de Hooke et à ses différentes expressions. Pour le module d'Young, c'est du cours, plus le vaisseau est élastique plus le module d'Young est faible. L'item A est donc faux car le module d'Young DIMINUE lorsque la capacité élastique du vaisseau augmente. Pour l'item B, il faut premièrement se rappeler ce qu'est la tension superficielle. N'hésitez pas à vous aider des unités, surtout qu'ici, on vous donne l'unité dans la consigne. Il s'agit donc de Newton par mètre donc une force sur une distance. En effet, la tension superficielle s'exprime par  $F/l$ ;  $F$  étant la force appliquée et  $l$  la circonférence du vaisseau. L'expression de cette tension superficielle avec la loi de Hooke vous est donnée dans le cours :  $F/l = \gamma \times e \times \frac{\Delta L}{L_0}$

On peut constater que tension superficielle et épaisseur du vaisseau notée  $e$  sont effectivement proportionnelles. La tension superficielle augmente bien avec l'épaisseur du vaisseau.

**? Items C, D et E**

Hop hop, on vous donne pleins de valeurs dans l'énoncé et il nous faut retrouver la valeur du module d'Young noté  $\gamma$ . Je vous conseille de réécrire ou du moins de surligner toutes les valeurs qu'on vous donne afin de ne pas oublier une info (ce serait trop bête!). Ici on vous donne : l'épaisseur  $e$ , la tension superficielle  $F/l$ , et l'allongement  $\frac{\Delta L}{L_0}$ . Si vous regardez la formule donnée un peu plus haut on a tout ce qu'il nous faut pour exprimer  $\gamma$ . C'est parti :

$$F/l = \gamma \times e \times \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$\iff \gamma = \frac{F}{l \times e \times \frac{\Delta L}{L_0}}$$

Passons à l'application numérique :

$$\gamma = \frac{7,25 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-6} \times 1,45} = 50 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$$

Réponses vraies : B et C

**Question 28**

Parmi les propositions suivantes concernant la biophysique des vaisseaux et du cœur, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. Dans le cas d'un cœur dilaté, l'hypertrophie de la paroi permet de diminuer la tension

B. Dans le cas d'un vaisseau long et peu épais, on peut estimer la tension par la relation  $T = P \times R$  (avec  $R$  le rayon de la lumière du vaisseau)

C. Si on dilate un vaisseau, la tension de ce vaisseau diminue

D. Une augmentation de la contrainte de cisaillement peut être modérée par une dilatation du vaisseau

E. La contrainte de cisaillement est maximale au niveau des cellules endothéliales car la vitesse y est maximale

**Question 28**

**✓ Item A** → Dans le cas d'un cœur dilaté, l'hypertrophie de la paroi permet de diminuer la tension

Pour répondre, il nous faut reprendre le modèle du cœur dilaté qui vous est donnée dans votre cours. On y assimile le cœur à une sphère où les deux rayons de courbures sont égaux. On n'oublie pas de prendre en compte l'épaisseur du cœur et on obtient la version de la loi de Laplace pour le cœur dilaté qui est donnée dans le cours :  $T = \frac{P \times R}{2e}$ . Vous voyez bien que la tension est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi. Par conséquent si on hypertrophie le cœur (= augmenter l'épaisseur de la paroi), la tension diminue.

**? Items B et C**

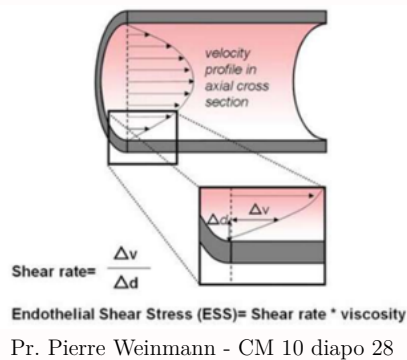
On reprend du début avec la loi de Laplace  $P = T \times \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ . Comme on est dans le cas d'un vaisseau on peut assimiler un des deux rayons de courbure à l'infini et estimer que  $\frac{1}{R} = 0$ . On obtient donc la loi de Laplace appliquée à un vaisseau :

$$P = T/R \iff T = P \times R$$

L'item B est donc vrai et on voit que la tension est proportionnelle au rayon donc une augmentation du rayon (dilatation) cause une augmentation de la tension.

### ? Items D et E

Et on termine cette question par la contrainte de cisaillement. La contrainte de cisaillement  $\tau$  est provoquée par l'écoulement du sang dans les vaisseaux. Elle est exprimée par  $\tau = \eta \times \frac{\Delta v}{\Delta d}$ .



Une dilatation du vaisseau permet d'augmenter  $\Delta d$  et donc de diminuer la contrainte de cisaillement. La contrainte de cisaillement est effectivement maximale au niveau des cellules endothéliales mais la vitesse  $v$  est minimale et non maximale.

Réponses vraies : A, B et D

### Question 29

Concernant les différents modèles de vaisseaux, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. Dans un modèle élastique, à pression transmurale constante, plus le rayon du vaisseau augmente plus la tension superficielle moyenne augmente

B. Le syndrome de Marfan est causé par la rigidité artérielle du vieillissement

C. Dans un modèle musculo élastique, la tension active est proportionnelle au rayon d'équilibre

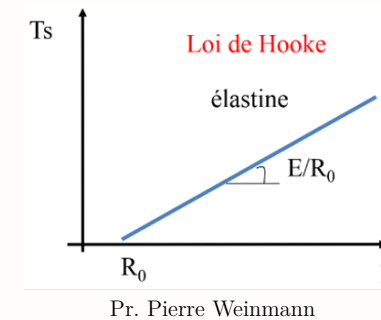
D. Dans un modèle musculo-élastique, le diagramme tension/rayon ne passe jamais par l'origine

E. Dans un modèle fibro-élastique, le rayon critique correspond au rayon où la droite de Laplace est tangente à la loi de Hooke ce qui constitue le seuil de collapsus

### Question 29

✓ **Item A** → Dans un modèle élastique, à pression transmurale constante, plus le rayon du ...

Cet item (comme beaucoup de ceux qui vont suivre) relève du cours, si l'information ne te dit rien, pas de stress mais je te conseille de relire les caractéristiques des différents modèles! La loi de Hooke te permet de répondre ici, on y voit clairement que la tension superficielle et le rayon varient dans le même sens dans un modèle élastique. Je te la montre juste en dessous pour que tu puisses t'en rendre compte par toi-même!



✗ **Item B** → Le syndrome de Marfan est causé par la rigidité artérielle du vieillissement

Pas du tout!! Le syndrome de Marfan est une maladie génétique, la rigidité artérielle du vieillissement mène plutôt à l'hypertension orthostatique (la chute de tension lorsqu'on se lève).

✗ **Item C** → Dans un modèle musculo élastique, la tension active est proportionnelle au rayon ...

Dans le modèle musculo-élastique, une tension musculaire (logique) s'ajoute. Elle n'est jamais nulle d'où la dénomination tension active. Lorsque celle-ci varie, le rayon d'équilibre varie quant à lui dans le sens inverse. Ainsi, une élévation de la  $T_a$  (soit une élévation de la contraction des cellules musculaires lisses) suppose une diminution du diamètre du vaisseau (= diminution du rayon d'équilibre).

PS : Les spécificités des différents modèles peuvent très bien se retenir en apprenant les différents diagrammes, je te conseille de les revoir +++.

✓ **Item D** → Dans un modèle musculo-élastique, le diagramme tension/rayon ne passe jamais par ...

C'est totalement vrai! Comme précisé juste avant, la présence d'une fibre musculaire ajoute toujours une tension musculaire de base non nulle, faisant que le diagramme tension rayon ne passe jamais par l'origine et compliquant l'équilibre. Ici le rayon à l'équilibre se trouve à l'intersection (la plus à droite car plus stable) entre le diagramme tension-rayon et la droite de Laplace.

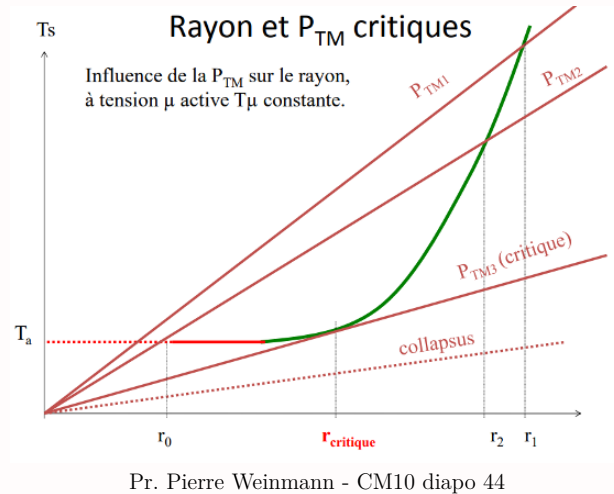
✗ **Item E** → Dans un modèle fibro-élastique, le rayon critique correspond au rayon où la droite ...

Déjà qu'est-ce que le rayon critique? C'est un rayon que l'on détermine notamment lors d'une baisse de pression artérielle (donc baisse de  $P_{TM}$ ) et où la droite de Laplace est tangente au digramme tension-rayon.

En pathologie, pour une pression qui baisserait trop, on constate qu'il n'y a plus de rayon d'équilibre, les parois de l'artère « s'effondrent » et donc l'artère se ferme.

C'est une situation de collapsus qui cause un défaut d'irrigation des organes !

Cependant, cela s'applique seulement lorsqu'on introduit la notion de  $P_{TM}$  dans notre modèle ! Dans le modèle fibro-élastique, il n'y a pas encore l'inclusion de la droite de Laplace. Je te remets cette diapo du cours pour que tu puisses visualiser la situation :



Réponses vraies : A et D

### Question 30

On compare la pression artérielle centrale d'un patient en position debout au repos à sa pression artérielle centrale à la suite d'un effort. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Le travail de mise sous tension d'un muscle ne nécessite aucun travail mécanique au sens strict
- B. La puissance mécanique du muscle cardiaque est répartie équitablement entre ventricule droit et gauche
- C. L'augmentation de la fréquence cardiaque à l'effort permet d'améliorer le rendement mécanique du muscle cardiaque
- D. Lorsque l'on compare les deux pressions artérielles mesurées, l'onde de réflexion du pouls est un acteur significatif de leur différence
- E. La perte de charge peut expliquer une différence entre la pression du patient mesurée au repos et à l'effort

### Question 30

#### ? Items A et C

On va reprendre les notions un par un : le travail de mise sous tension, c'est le travail nécessaire pour maintenir un muscle sous tension, SANS travail mécanique accompli (en gros c'est comme

si on laissait un moteur de voiture allumé sans bouger quoi). Le rendement mécanique, c'est le rapport entre le travail fourni et l'énergie totale requise lors d'une contraction cardiaque :

$$\text{Rendement mécanique} = \frac{\int P \times dV}{\int P \times dV + \int T \times dt}$$

A l'effort, l'augmentation de  $dV$  (le volume éjecté) permet d'augmenter ce dernier, mais augmenter la fréquence cardiaque n'influe en rien ce rendement, puisqu'il se calcule sur une contraction cardiaque précisément.

**✗ Item B** → La puissance mécanique du muscle cardiaque est répartie équitablement entre ...

Absolument pas!!! Le ventricule droit est beaucoup plus petit que le gauche, expliquant la forte différence de puissance mécanique. Au repos par exemple, le cours cite 1,1 W à gauche, pour 0,2 W à droite.

#### ? Items D et E

Même méthode, on reprend les termes un par un ! L'onde de réflexion du pouls, c'est la réflexion de l'onde générée par les contractions du cœur, qui va avoir beaucoup d'influence sur la pression artérielle mesurée si on s'éloigne du cœur car les propriétés des vaisseaux changent (plus de rigidité, dérivation...). Cependant, on est ici proche du cœur dans les deux cas, ce qui ne peut pas expliquer la potentielle différence de pression artérielle entre les deux cas. Pour ce qui est de la perte de charge, c'est le même problème, elle aurait induit une différence significative si on avait comparé une mesure proche et éloignée du cœur. Ici dans les deux cas, on quantifie la pression artérielle centrale, donc elle ne joue pas un rôle déterminant dans la différence de pression.

Réponse vraie : A

# TUTO 2 – 2024-2025



UE11



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2024-2025

## SUJET

### Examen Blanc n°2 PASS

## UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

A 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 **27** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.

#### Question 1

Le Radium  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  a été utilisé par le passé pour traiter des cancers. Il possède une masse molaire  $M_{\text{noyau}} = 0,2260254 \text{ kg/mol}$ . Concernant le défaut de masse  $\Delta M$  du noyau de Radium, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

Données :  $m_{\text{proton}} = 1,0073 \text{ uma}$  et  $m_{\text{neutron}} = 1,0087 \text{ uma}$

- $\Delta M = -1,8176 \text{ uma}$
- $\Delta M = -1,7476 \text{ uma}$
- $\Delta M = -m_{\text{proton}}$
- $\Delta M = 1,7476 \text{ uma}$
- $\Delta M = 1,8176 \text{ uma}$

#### Question 2

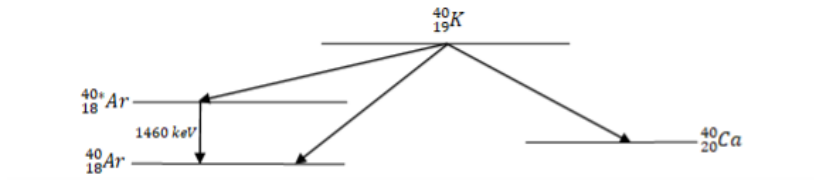
Dans le cadre du traitement d'une tumeur cancéreuse, un isotope radioactif émet un rayonnement avec une énergie de  $5,86 \text{ MeV}$ .

Concernant ces rayonnements, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- La longueur d'onde de ce rayonnement est  $\lambda = 3,4 \times 10^{-4} \text{ nm}$
- La longueur d'onde de ce rayonnement est  $\lambda = 21,1 \text{ nm}$
- La longueur d'onde de ce rayonnement est  $\lambda = 2,12 \times 10^{-4} \text{ nm}$
- Ce rayonnement peut correspondre à un rayonnement gamma
- Ce rayonnement fait partie des ultraviolets

**Énoncé commun aux questions 3, 5 et 6 :**

Le schéma de désintégration radioactive du Potassium 40 est décrit ci-dessous :



On donne les masses atomiques suivantes :

- $M_{at}(^{40}\text{Ar}) = 39,9623837 \text{ uma}$  ;
- $M_{at}(^{40}\text{K}) = 39,96399848 \text{ uma}$  ;
- $M_{at}(^{40}\text{Ca}) = 39,96259098 \text{ uma}$

**Question 3**

Concernant les transformations(s) radioactive(s) pouvant survenir au cours de ces désintégrations, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Désintégration  $\alpha$
- B. Désintégration  $\beta^+$
- C. Désintégration  $\beta^-$
- D. Capture électronique
- E. Émission gamma

**Question 4**

Concernant la désintégration  $\alpha$ , laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A.  $^{238}_{92}\text{U} + ^4_2\text{He} \longrightarrow ^{242}_{94}\text{Pu}$  est un exemple de désintégration  $\alpha$
- B. Lors d'une désintégration  $\alpha$ , un atome d'hélium  $^4_2\text{He}$  est éjecté du noyau père
- C. L'énergie libérée au cours d'une transformation  $\alpha$  est de l'ordre de quelques  $\text{MeV}$
- D. L'énergie libérée est répartie aléatoirement entre l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  et l'énergie de recul du noyau
- E. On utilise la désintégration  $\alpha$  en radiothérapie interne vectorisée

Lors de la capture électronique d'un atome de potassium ( $^{40}\text{K}$ ), un électron de la couche  $K$  est capturé par le noyau. On observe ensuite un réarrangement électronique par fluorescence, lorsqu'un électron de la couche  $L$  tombe pour combler la place laissée vacante dans la couche  $K$  de l'atome d'argon ( $^{40}\text{Ar}$ ).

- Énergie de la couche  $K$  :  $E_K = -3,2 \text{ keV}$
- Énergie de la couche  $L$  :  $E_L = -0,3 \text{ keV}$

**Question 5**

Concernant l'énergie du photon  $X$  émis, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A.  $E_X = 2,9 \text{ keV}$
- B.  $E_X = -2,9 \text{ keV}$
- C.  $E_X = -3,5 \text{ keV}$
- D.  $E_X = 3,5 \text{ keV}$
- E.  $E_X = 4,64 \times 10^{-16} \text{ J}$

**Question 6**

Concernant l'énergie maximale de la particule émise lors du passage du potassium au calcium, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A.  $E_{max} = 1,3 \text{ eV}$
- B.  $E_{max} = 4,4 \text{ keV}$
- C.  $E_{max} = 4,4 \times 10^{-3} \text{ MeV}$
- D.  $E_{max} = 1,3 \text{ MeV}$
- E.  $E_{max} = 7,0 \times 10^{-22} \text{ J}$

**Énoncé commun aux questions 7 et 8 :**

Dans le but de poser le diagnostic d'un patient, on demande à un laboratoire de préparer du "biophysium" avec  $N_0 = 7,3 \times 10^{13}$  noyaux ; ayant pour demi-vie  $T = 4j$  l'examen a lieu 13h après la préparation de l'échantillon.

**Question 7**

Concernant l'activité du biophysium à injecter au patient lors de l'examen, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A.  $A = 133 \text{ MBq}$
- B.  $A = 160 \text{ MBq}$
- C.  $A = 3,59 \times 10^{-3} \text{ Ci}$
- D.  $A = 4,33 \times 10^{-3} \text{ Ci}$
- E.  $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^6 \text{ MBq}$

**Question 8**

Concernant la masse  $m$  de biophysique sachant que le nombre de masse vaut 87 et que  $N_{Av} = 6,02 \times 10^{23}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A.  $m = \frac{A \times M}{\lambda \times N_{Av}}$
- B.  $m = \frac{A \times M \times \lambda}{N_{Av}}$
- C. À  $t = 13h$ , on a  $m = 5,5 \times 10^{-20} g$
- D. À  $t = 13h$ , on a  $m = 9,6 \times 10^{-9} g$
- E. À  $t = 13h$ , on a  $m = 9,6 ng$

**Question 9**

On étudie la désintégration d'un atome de  $X$  avec une constante  $\lambda_1 = 0,176 j^{-1}$  en  $Y$  avec une constante  $\lambda_2 = 0,387 j^{-1}$  qui se désintègre en  $Z$ .

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

- A.  $t_m = \frac{\ln \lambda_1 - \ln \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$
- B.  $t_m = \frac{\ln \lambda_2 - \ln \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$
- C.  $t_m = 3,7 j$
- D. On est dans le cas d'un équilibre séculaire
- E. On est dans le cas d'un équilibre de régime

**Question 10**

Un photon incident de fréquence  $8,7 \times 10^{19} Hz$  interagit avec un électron peu lié et cause un choc frontal.

Parmi les propositions suivantes laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ? Données :  $h = 6,62 \times 10^{-34} J \cdot s$

- A. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3,37 \times 10^{-14} J$
- B. L'énergie de l'électron Compton vaut  $5,76 \times 10^{-14} J$
- C. L'énergie de l'électron Compton vaut  $211 keV$
- D. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3,6 MeV$
- E. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3,2 MeV$

**Question 11**

Un faisceau de rayons  $\gamma$  mono-énergétiques traverse un matériau homogène. Le débit de dose initiale du faisceau est  $I_0 = 1,0 Gy/min$ . Après avoir traversé une épaisseur  $x = 3,0 cm$  du matériau, le débit de dose est réduit à  $I = 0,25 Gy/min$ .

Combien vaut la CDA ? (Une seule réponse exacte)

- A.  $0,9 cm$
- B.  $1,5 cm$
- C.  $2,0 cm$
- D.  $2,4 cm$
- E.  $3,0 cm$

**Question 12**

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

- A. L'effet photoélectrique est prédominant dans les systèmes de détection des photons
- B. Lorsque le numéro atomique passe de 14 à 28, la probabilité d'interaction par effet photoélectrique est multipliée par 8
- C. Lors d'un choc tangentiel, l'électron Compton possède une énergie cinétique nulle
- D. Un positon avec une forte énergie cinétique a peu de chance de provoquer une réaction d'annihilation
- E. La création de paires, contrairement à l'effet Compton, nécessite un seuil énergétique pour avoir lieu

**Question 13**

Une particule  $\alpha$  émet des rayonnements d'énergie  $E = 6,5 MeV$  dans un tissu biologique homogène. La particule interagit avec les électrons du milieu. On appelle  $R$  le parcours de la particule et  $L$  sa trajectoire. Dans ce milieu, la densité linéique d'ionisation est  $DLI = 196\,000$  paires d'ions/ $\mu m$ . L'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est  $W = 33 eV$ .

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

- A. Le TLE de la particule est d'environ  $6,5 MeV/\mu m$
- B. Le parcours  $R$  de la particule dans le milieu est d'environ  $3,3 \mu m$
- C. Si le DLI augmente, le parcours  $R$  diminue proportionnellement
- D. Le TLE est directement proportionnel à la DLI et à  $W$
- E. Pour une particule alpha, le parcours  $R$  et la trajectoire  $L$  sont identiques

**Question 14**

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

- A. Le ralentissement des particules lourdes est dû à des interactions à forte énergie et ponctuelles
- B. Une énergie cinétique de translation d'une particule chargée de  $9\text{ eV}$  se situe dans la zone d'ionisation de l'atome d'hydrogène
- C. Chez les particules lourdes, le transfert linéique d'énergie peut être assimilé au freinage par collision
- D. Le ralentissement des particules légères se fait principalement par freinage
- E. Le parcours d'une particule chargée lourde correspond à la longueur de sa trajectoire

**Question 15**

Un patient se présente dans une unité de médecine interne à l'hôpital pour une scintigraphie suite à la découverte d'une tumeur à l'os de masse  $m = 100\text{ g}$ . Cette scintigraphie nécessite un élément radioactif noté  $X$ . Cet élément  $X$  découvert récemment est caractérisé par  $T_{phy} = 3\text{ j}$  et  $T_{bio} = 20\text{ h}$ . Cet élément libère une énergie moyenne de  $1\text{ MeV}$  lors de sa désintégration en noyau fils.

Après une injection qui dure  $2\text{ min}$ ,  $10\%$  de l'activité injectée est directement éliminée par le corps et ne se fixe pas à la tumeur osseuse (on considère que le reste de l'activité injectée se fixe totalement et instantanément à la tumeur juste après l'injection).

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

- A. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a  $DA = 234\text{ Gy}$
- B. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a  $DA = 1,46\text{ Gy}$
- C. Pour une activité fixée de  $2\text{ GBq}$ , on a  $DA = 234\text{ Gy}$
- D. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a un débit de dose  $= 1,95\text{ Gy/s}$
- E. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a un débit de dose  $= 1,95\text{ Gy/min}$

**Question 16**

Un radioélément de période physique  $T = 4,0$  jours émet des rayonnements alpha d'énergie  $E = 5,5\text{ MeV}$ , avec un parcours maximal dans les tissus biologiques de  $50\text{ microns}$ . Ce radioélément est fixé chimiquement sur un vecteur permettant de cibler une tumeur, et la fixation est immédiate et totale. L'activité initiale est  $A_0 = 10\text{ MBq}$ . Quelle est l'énergie totale déposée  $E_{\text{déposée}}$  sur la tumeur après 20 jours ? (Une seule réponse exacte)

- A.  $E_{\text{déposée}} = 1,3 \cdot 10^{-13}\text{ J}$
- B.  $E_{\text{déposée}} = 1,5 \cdot 10^{-12}\text{ J}$
- C.  $E_{\text{déposée}} = 1,4 \cdot 10^{-7}\text{ J}$
- D.  $E_{\text{déposée}} = 0,1\text{ J}$
- E.  $E_{\text{déposée}} = 14\text{ J}$

**Question 17**

On considère la solution aqueuse 1 composée d'acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ) de  $pH = 7$  et de concentration  $[\text{H}_2\text{CO}_3] = 5\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Concernant le  $pH$  des solutions et les systèmes tampons, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Une solution est dite normale lorsqu'elle contient potentiellement sous forme libre ou libérable une mole d'ions  $\text{H}^+$  par litre
- B.  $pH = \log[\text{H}^+]$  permet de définir l'acidité réelle d'une solution
- C. Un système tampon est un mélange d'un acide faible et d'un sel de ce même acide avec une base faible
- D. Dans la solution 1, la concentration en  $[\text{HCO}_3^-]$  vaut  $39,7\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- E. Dans la solution 1, la concentration en  $[\text{HCO}_3^-]$  vaut  $2,77\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

**Question 18**

Un patient en réanimation a un  $pH$  de  $7,2$  avec une concentration  $[\text{H}_2\text{CO}_3]$  qui vaut  $2,4\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Quel est le diagnostic de son trouble ? (Une seule réponse exacte)

- A. Acidose métabolique pure
- B. Acidose respiratoire pure
- C. Acidose mixte
- D. Alcalose respiratoire partiellement compensée
- E. Acidose métabolique partiellement compensée

**Question 19**

On considère deux patients ayant le même  $pH$  et la même  $p\text{CO}_2$ . Le patient 1 a un taux d'hémoglobine  $[\text{Hb}] = 10\text{ g/dL}$ . Le patient 2 quant à lui à un taux d'hémoglobine  $[\text{Hb}] = 15\text{ g/dL}$ .

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

- A. La pente de la droite tampon  $s$  est plus élevée pour le patient 2 que pour le patient 1
- B. Pour une même variation de  $p\text{CO}_2$ , le  $pH$  varie de façon égale entre les deux patients
- C. La concentration en bicarbonates est identique chez les deux patients
- D. La variation du  $pH$  ( $\Delta pH$ ) en réponse à une augmentation de la  $p\text{CO}_2$  est moins importante chez le patient 1
- E. Le système tampon du patient 1 est moins efficace pour maintenir l'homéostasie acido-basique

**Question 20**

Les patients A et B ont le même  $pH$  sanguin de 7,8. Le patient A a une concentration en bicarbonates plasmatiques de  $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  et le patient B en a une de  $22 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On considérera que la pente de la droite tampon est normale et identique pour les deux patients, et on précise qu'on est à une température de  $T = 37^\circ\text{C}$ .

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ? (Une seule réponse exacte)

- A. Le patient A est en alcalose mixte et le patient B en alcalose métabolique pure
- B. Le patient A est en alcalose métabolique partiellement compensée et le patient B est en alcalose mixte
- C. Les patients A et B sont en alcalose mixte
- D. Le patient A est en alcalose respiratoire partiellement compensée et le patient B est en alcalose mixte
- E. Le patient A est en alcalose respiratoire pure et le patient B est en alcalose métabolique partiellement compensée

**Question 21**

Une patiente se rend à l'hôpital suite à des symptômes de confusion, d'épuisement et de difficultés respiratoires. Elle a des antécédents d'insuffisance rénale chronique et a récemment été hospitalisée pour une pneumopathie sévère. Ses examens révèlent les constantes suivantes :  $pH = 7,28$ ,  $[\text{HCO}_3^-] = 12 \text{ mmol/L}$  et  $p\text{CO}_2 = 60 \text{ mmHg}$ .  $s = 30 \text{ mmol/L}$ /unité de  $pH$ , normale.

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

- A. La patiente présente une acidose respiratoire pure due à sa pneumopathie
- B. L'acidose métabolique de la patiente est principalement liée à sa pneumopathie
- C. La patiente présente une acidose mixte
- D. Les données cliniques ne donnent aucune indication sur la pathologie
- E. On pourrait observer des constantes similaires chez un patient prenant des barbituriques et ayant la diarrhée

**Question 22**

On considère une solution biologique constituée d'un soluté S non ionique et de son solvant. Le solvant est l'eau. Une membrane perméable sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La concentration en soluté est plus élevée dans le compartiment B que dans le compartiment A. La température de la solution est de  $20^\circ\text{C}$ . Le transfert au travers de cette membrane perméable se fait avec débit conservatif au sein de la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. On observe un passage transmembranaire d'eau du compartiment A vers le compartiment B
- B. La valeur absolue du débit diffusif du soluté est proportionnelle au gradient de pression entre A et B
- C. La valeur absolue du débit diffusif du soluté est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau
- D. Si on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A, le solvant ira dans le sens opposé au soluté issu du débit diffusif
- E. Si on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A, la valeur absolue du débit convectif du solvant sera proportionnelle au volume molaire d'eau

**Question 23**

Un ion  $\text{Na}^+$  migre à travers une membrane sous l'effet d'un gradient électrochimique.

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

Données :  $\Delta V = -90 \text{ mV}$  ;  $\text{grad}(V) = -18 \cdot 10^6 \text{ V/m}$  ;  $[\text{Na}_{int}^+] = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mmol/L}$  ;  $[\text{Na}_{ext}^+] = 14,5 \cdot 10^{-3} \text{ mmol/L}$  ;  $S = 0,5 \text{ cm}^2$  ;  $b = 5,5 \cdot 10^{-8} \text{ USI}$  ;  $F = 96500 \text{ C/mol}$

- A. On peut calculer le flux migratoire en utilisant toutes les données de l'énoncé
- B. Le flux migratoire des ions  $\text{Na}^+$  s'inverse quand le gradient électrique devient nul
- C. La valeur absolue du flux migratoire est  $J_{ei} = 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol/s}$
- D. Si la surface de la membrane est multipliée par 2, le flux migratoire l'est aussi
- E. Une augmentation de  $\text{grad}(V)$  augmente le flux migratoire de manière proportionnelle

**Question 24**

On considère deux compartiments séparés par une membrane semi-perméable ne laissant passer que l'eau. Le compartiment 1 (sang) contient une solution de protéines avec une concentration en albumine de  $50 \text{ g/L}$ , tandis que le compartiment 2 contient une solution sans albumine. La membrane ne laisse passer que l'eau.

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

**Données** : Poids moléculaire de l'albumine :  $65 \text{ kDa}$ , ( $1 \text{ Da} = 1 \text{ g/mol}$ ) ;  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;  $T = 310 \text{ K}$  ( $37^\circ\text{C}$ )

- A. La pression oncotique générée par les protéines est de  $3,1 \text{ mmHg}$
- B. La pression oncotique générée par les protéines est de  $1,96 \text{ kPa}$
- C. La pression oncotique dépend directement de la concentration massique des protéines
- D. La diffusion de l'eau à travers la membrane semi-perméable s'arrête lorsque les concentrations de protéines sont égales dans les deux compartiments
- E. Si la concentration en albumine est doublée dans le compartiment 1, la pression oncotique sera également doublée

**Question 25**

Concernant le phénomène de Starling et les œdèmes, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. La pression hydrostatique diminue le long du capillaire
- B. La pression oncotique du liquide interstitiel est supérieure à celle du capillaire
- C. Une thrombose veineuse peut être responsable d'un œdème
- D. L'albuminémie, une carence en albumine dans le sang, peut entraîner un œdème
- E. La lésion d'un capillaire pourrait être responsable de la formation d'un œdème

**Question 26**

On considère une cellule électrochimique composée de deux compartiments contenant la même espèce ionique, mais à des concentrations différentes :

- Compartiment 1 : concentration en ions  $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$ ,
- Compartiment 2 : concentration en ions  $C_2 = 0,01 \text{ mol/L}$ .

Ces deux compartiments sont séparés par une membrane semi-perméable.

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

**Données** :  $T = 298 \text{ K}$  ;  $z = 1$  ;  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;  $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

- A. La relation de Nernst fait intervenir la convection et la diffusion
- B. La différence de potentiel  $V_2 - V_1$  est proportionnelle à la valence de l'ion considéré
- C. La différence de potentiel  $V_2 - V_1$  est proportionnelle à la température
- D. Le potentiel est positif ( $E > 0$ )
- E. Le potentiel est négatif ( $E < 0$ )

**Question 27**

Concernant le transport du glucose, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Le glucose est une protéine qui passe par transport facilité
- B. Le transport facilité du glucose est un phénomène saturable
- C. Le transporteur GLUT1 nécessite plus de 2000 fois plus de D-glucose pour un transport équivalent au L-glucose
- D. Le transporteur actif SGLT-1 est présent dans l'épithélium du tube digestif
- E. Le transporteur GLUT5 transporte spécifiquement du fructose

**Question 28**

Un vaisseau sanguin de section  $S = 0,3 \text{ cm}^2$  subit un allongement tel que sa longueur initiale augmente de 25%. On rajoute que le module de Young de la paroi du vaisseau est de  $\gamma = 5 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ .

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

- A. Plus un matériau est déformable, plus son module de Young sera petit
- B. La loi de Hook exprime la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'un vaisseau
- C. La force de tension appliquée est de  $3,75 \text{ N}$
- D. La force de tension appliquée est de  $18,75 \text{ N}$
- E. Avec l'âge, la valeur du module de Young a tendance à augmenter

**Question 29**

Un alvéole pulmonaire est modélisé comme une sphère. Si son rayon est de  $0,1 \text{ mm}$  et sa tension superficielle est initialement  $T = 0,02 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Après sécrétion de surfactant, la tension superficielle diminue de moitié.

Concernant Laplace, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Avant sécrétion de surfactant, la différence de pression est  $\Delta P = 200 \text{ Pa}$
- B. Avant sécrétion de surfactant, la différence de pression est  $\Delta P = 400 \text{ Pa}$
- C. Après sécrétion de surfactant,  $\Delta P$  est réduit de 50%
- D. Plus le cœur est dilaté, plus à pression égale, la tension est augmentée. Le cœur s'adapte en hypertrophiant ses parois, ce qui ramène la tension à une valeur plus basse
- E. La loi de Laplace peut s'appliquer directement à une interface rigide non déformable, comme un solide mouillé, pour décrire les forces capillaires

**Question 30**

Concernant le rendement mécanique, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. Il est de l'ordre de 10% au repos
- B. Il est de l'ordre de 3% au repos
- C. Il est de l'ordre de 50% à l'effort
- D. Il est de l'ordre de 30% à l'effort
- E. Il est de l'ordre de 15% à l'effort



Association pour l'Accès Santé – Université Paris Cité  
Année Universitaire 2024-2025

# CORRECTION

## Examen Blanc n°2 PASS

### UE 11 : Biophysique



Durée de l'épreuve : **1h30**

**A 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 **27** questions.  
Merci de vérifier au début de l'épreuve que le sujet est complet.



Université Paris Cité  
A2SUP - Tutorat

Tuto n° : 2 UE (spé) : 11

Nom :  
Prénom :  
Numéro A2SUP :

IDENTIFICATION

<p>Numéro A2SUP ↓</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td>Diz. Mil.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Mil.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cent.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diz. 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"/>	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"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td>M Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>M Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>J Unit.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>J Diz.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Date de naissance (JJ/MM)</p>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M 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"/>	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"/>	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"/>	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"/>
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																
Diz. 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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																
M 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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																
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"/>																																																																																																																

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

## Question 1

Le Radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  a été utilisé par le passé pour traiter des cancers. Il possède une masse molaire  $M_{\text{noyau}} = 0,2260254 \text{ kg/mol}$ . Concernant le défaut de masse  $\Delta M$  du noyau de Radium, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

Données :  $m_{\text{proton}} = 1,0073 \text{ uma}$  et  $m_{\text{neutron}} = 1,0087 \text{ uma}$

A.  $\Delta M = -1,8176 \text{ uma}$

B.  $\Delta M = -1,7476 \text{ uma}$

C.  $\Delta M = -m_{\text{proton}}$

D.  $\Delta M = 1,7476 \text{ uma}$

E.  $\Delta M = 1,8176 \text{ uma}$

## Question 1

✓ **Item A** →  $\Delta M = -1,8176 \text{ uma}$

Rappelons qu'un défaut de masse, c'est la différence entre la masse d'un noyau et la somme de ses constituants (protons et neutrons). On a donc la formule suivante :

$$\Delta M = M_{\text{noyau}} - (Z \times m_{\text{proton}} + (A - Z) \times m_{\text{neutron}})$$

Avec  $Z$ , le numéro atomique et  $A$ , la masse molaire atomique.  $Z$  correspond au nombre de protons, et  $A - Z$  au nombre de neutrons. On nous donne  $M_{\text{noyau}} = 0,2260254 \text{ kg/mol}$  soit  $226,0254 \text{ g/mol}$ . Pour rappel :

$$M_{\text{noyau}}(\text{g/mol}) = M_{\text{noyau}}(\text{uma})$$

$$M_{\text{noyau}} = 226,0254 \text{ uma}$$

Ainsi :

$$\Delta M = 226,0254 - 88 \times 1,0073 - (226 - 88) \times 1,0087$$

$$\Delta M = -1,8176 \text{ uma}$$

⚠ **A retenir +++**

Un défaut de masse est toujours **NÉGATIF**.

Réponse vraie : A

## Question 2

Dans le cadre du traitement d'une tumeur cancéreuse, un isotope radioactif émet un rayonnement avec une énergie de  $5,86 \text{ MeV}$ .

Concernant ces rayonnements, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. La longueur d'onde de ce rayonnement est  $\lambda = 3,4 \times 10^{-4} \text{ nm}$

B. La longueur d'onde de ce rayonnement est  $\lambda = 21,1 \text{ nm}$

C. La longueur d'onde de ce rayonnement est  $\lambda = 2,12 \times 10^{-4} \text{ nm}$

D. Ce rayonnement peut correspondre à un rayonnement gamma

E. Ce rayonnement fait partie des ultraviolets

## Question 2

? **Item A, B et C**

Pour calculer la longueur d'onde on utilise la formule :

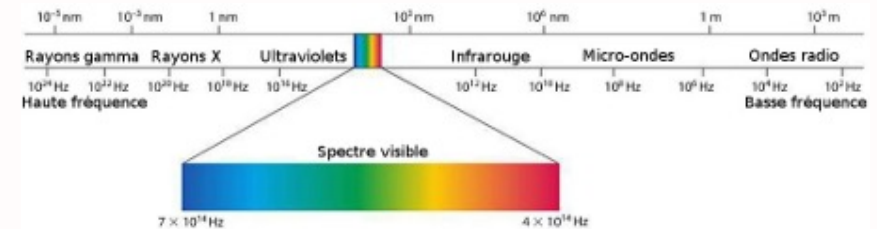
$$E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} \quad (\text{Attention aux unités!})$$

On trouve donc :

$$\lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{5,86 \times 10^6} = 2,12 \times 10^{-4} \text{ nm}$$

? **Item D et E**

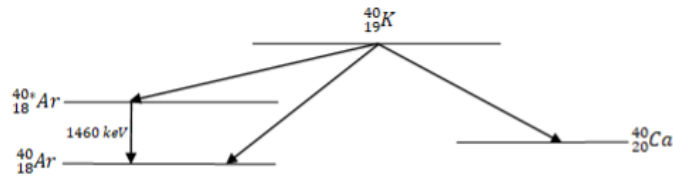
La longueur d'onde de ce rayonnement est de l'ordre  $10^{-4} \text{ nm}$  et donc appartient au domaine des rayons gamma.



Réponses vraies : C et D

**Énoncé commun aux questions 3, 5 et 6 :**

Le schéma de désintégration radioactive du Potassium 40 est décrit ci-dessous :



On donne les masses atomiques suivantes :

- $M_{at}(^{40}\text{Ar}) = 39,9623837 \text{ uma}$  ;
- $M_{at}(^{40}\text{K}) = 39,96399848 \text{ uma}$  ;
- $M_{at}(^{40}\text{Ca}) = 39,96259098 \text{ uma}$

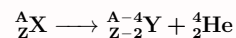
**Question 3**

Concernant les transformations(s) radioactive(s) pouvant survenir au cours de ces désintégrations, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte ?

- A. Désintégration  $\alpha$
- B. Désintégration  $\beta^+$**
- C. Désintégration  $\beta^-$
- D. Capture électronique
- E. Émission gamma

**Question 3****? Item A et E**

Lors d'une désintégration alpha le noyau père éjecte une particule alpha (**noyau d'Hélium**) selon l'équation :



Pour savoir si une émission alpha est possible on regarde les deux éléments fils des transformations :  $^{40}_{20}\text{Ca}$  et  $^{40}_{18}\text{Ar}$ . On remarque qu'ils ont le même nombre massique A et ne diffèrent que par le nombre atomique Z, une **désintégration alpha n'est donc pas possible**.

D'autre part, on voit sur le schéma qu'une des désintégrations forme l'**Argon métastable**, qui peut se stabiliser en émettant de l'énergie sous forme d'un **RAYONNEMENT gamma** !

**? Item B, C et D**

D'abord, on voit que l'élément fils  $^{40}_{18}\text{Ar}$  a un proton de moins que l'élément père (le numéro atomique Z a diminué d'une unité). Cela peut être la conséquence de deux transformations radioactives :

- Une capture électronique.
- Une désintégration  $\beta^+$  (transformation d'un proton en neutron avec émission d'un positon et d'un neutrino).

MAIS la désintégration  $\beta^+$  a une condition énergétique de  $1,022 \text{ MeV}$ . On doit donc VÉRIFIER LA CONDITION :

$$[M_{at}(^{40}\text{K}) - M_{at}(^{40}\text{Ar})] \cdot c^2 > 1,022 \text{ MeV}$$

AN :

$$[39,96399848 - 39,9623837] \times 931,5 = 1,504 \text{ MeV} > 1,022 \text{ MeV}$$

**LA CONDITION ÉNERGÉTIQUE EST DONC VÉRIFIÉE !**

**😊 Petit tips :**

Pour aller plus vite à l'examen, on regarde l'énergie dégagée par l'Argon métastable  $^{40m}\text{Ar}$  qui est de  **$1460 \text{ keV}$** , cet Argon métastable est un produit de la désintégration donc l'énergie qu'il dégage est inférieure à l'énergie totale de la désintégration du potassium.

On remarque que cette énergie de  $1460 \text{ keV}$  est SUPÉRIEURE à  $1,022 \text{ MeV}$ , on peut en déduire que l'énergie totale de la désintégration est supérieure à  $1,022 \text{ MeV}$  et donc la condition énergétique est vérifiée **sans passer par le calcul !**

Une désintégration  $\beta^+$  est donc possible et sera en **COMPÉTITION** avec la capture électronique.

Et la  $\beta^-$  ? Pour la désintégration  $\beta^-$ , un neutron est transformé en un proton avec émission d'un électron (particule  $\beta^-$ ) et d'un antineutrino  $\bar{\nu}$  ce qui fait que le numéro atomique Z augmente d'une unité. Cela correspond bien au  $^{40}_{20}\text{Ca}$ .

**Réponses vraies : B, C, D et E**

**Question 4**

Concernant la désintégration  $\alpha$ , laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A.  $^{238}_{92}\text{U} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{242}_{94}\text{Pu}$  est un exemple de désintégration  $\alpha$
- B. Lors d'une désintégration  $\alpha$ , un atome d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  est éjecté du noyau père

**C. L'énergie libérée au cours d'une transformation  $\alpha$  est de l'ordre de quelques  $\text{MeV}$**

D. L'énergie libérée est répartie aléatoirement entre l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  et l'énergie de recul du noyau

**E. On utilise la désintégration  $\alpha$  en radiothérapie interne vectorisée**

**Question 4**

**✗ Item A**  $\rightarrow {}^{238}_{92}\text{U} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{242}_{94}\text{Pu}$  est un exemple de désintégration  $\alpha$

Pas vraiment non, une désintégration qui consiste à fusionner 2 noyaux, on voit rarement ça. D'ailleurs, en direct de mon interview avec ChatGPT 🤖, je vous transmets ses connaissances : cette réaction correspond à une **FUSION NUCLÉAIRE** ! En général, la fusion nucléaire se fait entre un noyau léger et un noyau d'hélium dans des conditions extrêmes. Pour l'uranium, qui est lourd, c'est quasi impossible. C'était l'instant culture gé 🧠, ne retenez pas la fusion nucléaire et retournez kiffer votre désintégration  $\alpha$  !

✗ **Item B** → Lors d'une désintégration  $\alpha$ , un atome d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  est éjecté du noyau père

Le piège est un peu abusé. Je me souviens m'être dit ça quand je suis tombé dedans l'an dernier, alors j'ai voulu partager mes pensées avec vous! C'est un **noyau** d'Hélium qui est éjecté, car il ne possède pas d'électron, contrairement à un atome d'Hélium.

✓ **Item C** → L'énergie libérée au cours d'une transformation  $\alpha$  est de l'ordre de quelques MeV

Un petit item agréable ça fait toujours du bien.

✗ **Item D** → L'énergie libérée est répartie aléatoirement entre l'énergie cinétique de la particule...

Il fallait se souvenir que la désintégration  $\alpha$  émettait un **SPECTRE DE RAIES**! Et qui dit spectre de raies dit pas de répartition aléatoire, **caractéristique du spectre continu**. En fait, dans une désintégration  $\alpha$ , l'énergie de recul du noyau est **considérée comme nulle**, et la totalité de l'énergie libérée se convertit en **énergie cinétique** de la particule  $\alpha$ !

✓ **Item E** → On utilise la désintégration  $\alpha$  en radiothérapie interne vectorisée

Exactement! Super utile dans le **traitement des cancers**, car les particules  $\alpha$  ont une portée courte. Le traitement est à la fois plus précis et moins dangereux!

**Réponses vraies : C et E**

Lors de la capture électronique d'un atome de potassium ( ${}^{40}\text{K}$ ), un électron de la couche  $K$  est capturé par le noyau. On observe ensuite un réarrangement électronique par fluorescence, lorsqu'un électron de la couche  $L$  tombe pour combler la place laissée vacante dans la couche  $K$  de l'atome d'argon ( ${}^{40}\text{Ar}$ ).

- Énergie de la couche  $K$  :  $E_K = -3.2 \text{ keV}$
- Énergie de la couche  $L$  :  $E_L = -0.3 \text{ keV}$

#### Question 5

Concernant l'énergie du photon  $X$  émis, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A.  $E_X = 2,9 \text{ keV}$

B.  $E_X = -2,9 \text{ keV}$

C.  $E_X = -3,5 \text{ keV}$

D.  $E_X = 3,5 \text{ keV}$

E.  $E_X = 4,64 \times 10^{-16} \text{ J}$

#### Question 5

? **Item A, B, C et D**

ALOOOORS, pour cette question on va d'abord sortir notre cours :

#### Energie libérée lors de la capture électronique

- Energie libérée emportée par le neutrino:

$$Q = \text{Mat}(A, Z) c^2 - \text{Mat}(A, Z-1) c^2 - W$$

- L'électron capturé est éjecté de la couche  $K$  ou  $L$ , d'où un réarrangement électronique:
  - Fluorescence
  - Effet Auger

Diapo n°29 du CM2 "Rayonnements (2)" - Pr. Fabien Hyafil

On peut voir en bas que l'électron capturé est éjecté ce qui crée un **réarrangement électronique**. Ici on vous donne l'énergie de 2 couches ( $K$  et  $L$ ) et on vous explicite que c'est un **rayon X**, il faut donc appliquer les connaissances utilisées en FLUORESCENCE, on a donc :

$$E_{ij} = E_j - E_i = |E_i - E_j| = E_L - E_K = -0,3 - (-3,2) = 2,9 \text{ keV}$$

✓ **Item E** →  $E_X = 4,64 \times 10^{-16} \text{ J}$

Bon c'est jamais fun mais faut toujours se rappeler des conversions les chefs. Pour rappel :

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Ici, on fait  $2900 \times 1,6 \times 10^{-19} = 4,64 \times 10^{-16} \text{ J}$

**Réponses vraies : A et E**

#### Question 6

Concernant l'énergie maximale de la particule émise lors du passage du potassium au calcium, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A.  $E_{max} = 1,3 \text{ eV}$

B.  $E_{max} = 4,4 \text{ keV}$

C.  $E_{max} = 4,4 \times 10^{-3} \text{ MeV}$

D.  $E_{max} = 1,3 \text{ MeV}$

E.  $E_{max} = 7,0 \times 10^{-22} \text{ J}$

## Question 6

## ? Item A, B, C et D

Piège piégeux, on passe du potassium au calcium, on gagne 1 proton c'est donc une *beta-* qui a pour formule :

$$E_{c,e^-}(max) = [M_{at}(X) - M_{at}(Y)] c^2$$

☞ On convertit les masses en *kg* ( $1 \text{ uma} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ) et on se rappelle de la célérité  $c = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  et on oublie surtout pas le carré pour la célérité :

$$E_{max} = 1,66 \times 10^{-27} \times (39,96399848 - 39,96259098) \cdot (3 \times 10^8)^2$$

$$E_{max} = 2,1 \times 10^{-13} \text{ J}$$

✗ Item E  $\rightarrow E_{max} = 7,0 \times 10^{-22} \text{ J}$

☞ Encore cette fichue conversion *eV* et Joule donc on recommence :

$$\frac{2,1 \times 10^{-13}}{1,6 \times 10^{-19}} = 1,3 \times 10^6 \text{ eV} = 1,3 \text{ MeV}$$

Réponse vraie : D

## Énoncé commun aux questions 7 et 8 :

Dans le but de poser le diagnostic d'un patient, on demande à un laboratoire de préparer du "biophysium" avec  $N_0 = 7,3 \times 10^{13}$  noyaux ; ayant pour demi-vie  $T = 4j$  l'examen a lieu 13h après la préparation de l'échantillon.

## Question 7

Concernant l'activité du biophysium à injecter au patient lors de l'examen, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A.  $A = 133 \text{ MBq}$

B.  $A = 160 \text{ MBq}$

C.  $A = 3,59 \times 10^{-3} \text{ Ci}$

D.  $A = 4,33 \times 10^{-3} \text{ Ci}$

E.  $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^6 \text{ MBq}$

## Question 7

## ? Item A et B

Alors là on a un calcul d'activité :

$$A = A_0 \times e^{-\lambda \times t}$$

$$A = \lambda \times N_0 \times e^{-\lambda \times t}$$

Or :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{4 \times 24 \times 60 \times 60} = 2,00 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Mais aussi  $t = 13 \times 60 \times 60 = 46\,800 \text{ s}$

Finalement, on obtient :

$$A = 2,00 \cdot 10^{-6} \times 7,3 \cdot 10^{13} e^{-2,00 \cdot 10^{-6} \times 46\,800}$$

$$= 133 \times 10^6 \text{ Bq}$$

$$= 133 \text{ MBq}$$

⚠ Mettez bien le signe - dans l'exponentielle!!!

## ? Item C, D et E

Maintenant tout est une question de conversion et de cours 📖.

🍷 Rappel Curie :

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Correspond à l'activité de 1g de Radium 226.

On a alors :

$$A = \frac{133 \times 10^6}{3,7 \times 10^{10}}$$

$$= 3,59 \times 10^{-3} \text{ Ci}$$

Réponses vraies : A et C

## Question 8

Concernant la masse  $m$  de biophysique sachant que le nombre de masse vaut 87 et que  $N_{Av} = 6,02 \times 10^{23}$ . Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A.  $m = \frac{A \times M}{\lambda \times N_{av}}$

B.  $m = \frac{A \times M \times \lambda}{N_{av}}$

C. À  $t = 13h$ , on a  $m = 5,5 \times 10^{-20} g$

D. À  $t = 13h$ , on a  $m = 9,6 \times 10^{-9} g$

E. À  $t = 13h$ , on a  $m = 9,6 ng$

## Question 8

## ? Item A, B, C, D et E

OUI OUI ON CORRIGE TOUT D'UN COUP.

On commence par la formule, désolé c'est du par cœur.

$$m = \frac{A \times M}{\lambda \times N_{av}} \text{ avec la masse molaire } M = A$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{133 \cdot 10^6 \times 87}{2,00 \cdot 10^{-6} \times 6,02 \cdot 10^{23}} \\ &= 9,6 \times 10^{-9} g \\ &= 9,6 ng \end{aligned}$$

Réponses vraies : A, D et E

## Question 9

On étudie la désintégration d'un atome de  $X$  avec une constante  $\lambda_1 = 0,176 j^{-1}$  en  $Y$  avec une constante  $\lambda_2 = 0,387 j^{-1}$  qui se désintègre en  $Z$ .

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

A.  $t_m = \frac{\ln \lambda_1 - \ln \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$

B.  $t_m = \frac{\ln \lambda_2 - \ln \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$

C.  $t_m = 3,7 j$

D. On est dans le cas d'un équilibre séculaire

E. On est dans le cas d'un équilibre de régime

## Question 9

## ? Item A, B et C

$$t_m = \frac{\ln \lambda_2 - \ln \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$t_m = \frac{\ln(0,387) - \ln(0,176)}{0,387 - 0,176}$$

$$t_m = 3,7 \text{ jours}$$

## ? Item D et E

Ici on a bien  $\lambda_2 > \lambda_1$ , mais la différence n'est pas énorme entre les deux donc on est bien sur un ÉQUILIBRE DE RÉGIME!!

Réponses vraies : B, C et E

## Question 10

Un photon incident de fréquence  $8,7 \times 10^{19} Hz$  interagit avec un électron peu lié et cause un choc frontal.

Parmi les propositions suivantes laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ? Données :  $h = 6,62 \times 10^{-34} J \cdot s$

A. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3,37 \times 10^{-14} J$

B. L'énergie de l'électron Compton vaut  $5,76 \times 10^{-14} J$

C. L'énergie de l'électron Compton vaut  $211 keV$

D. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3,6 MeV$

E. L'énergie de l'électron Compton vaut  $3,2 MeV$

## Question 10

## ? Item A, B, C, D et E

On calcule tout d'abord l'énergie du **photon incident** (et non de l'électron Compton)

$$E = h\nu$$

$$E = 6,62 \cdot 10^{-34} \times 8,7 \cdot 10^{19}$$

$$E = 5,76 \times 10^{-14} J$$

On peut donc calculer l'énergie de l'électron Compton :

$$E' = E - \frac{E}{1 + \frac{2E}{mc^2}}$$

$$E' = 5,76 \cdot 10^{-14} - \frac{5,76 \cdot 10^{-14}}{1 + \frac{2 \times 5,76 \cdot 10^{-14}}{511 \cdot 10^3 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}} \quad \text{On convertit les 511 keV en J.}$$

$$E' = 3,37 \times 10^{-14} J$$

🔗 Convertissons maintenant en eV !!!

$$E' = \frac{3,37 \times 10^{-14}}{1,6 \times 10^{-19}}$$

$$E' = 210\,625 \text{ eV} \approx \mathbf{211 \text{ keV}}$$

Réponses vraies : A et C

### Question 11

Un faisceau de rayons  $\gamma$  mono-énergétiques traverse un matériau homogène. Le débit de dose initiale du faisceau est  $I_0 = 1,0 \text{ Gy/min}$ . Après avoir traversé une épaisseur  $x = 3,0 \text{ cm}$  du matériau, le débit de dose est réduit à  $I = 0,25 \text{ Gy/min}$ . Combien vaut la CDA ? (Une seule réponse exacte)

- A. 0,9 cm  
 B. 1,5 cm  
 C. 2,0 cm  
 D. 2,4 cm  
 E. 3,0 cm

### Question 11

✓ **Item B** → 1,5 cm

On nous demande de **trouver la CDA à partir du débit de dose**, ce n'est pas nécessairement ce à quoi on est habitué mais on peut s'en sortir.

On regarde les unités, le débit de dose correspond à la **dose absorbée (DA) par unité de temps** or celle-ci décroît de façon exponentielle. En effet, la DA est liée à l'activité qui décroît exponentiellement donc elle aussi. On fait la même implication pour le débit de dose.

Le débit de dose décroît de manière exponentielle, **on va donc pouvoir utiliser la loi d'atténuation exponentielle**.

La formule est :  $N = N_0 \times e^{-\mu x}$  avec  $\mu$  le coefficient d'atténuation,  $\mu = \frac{\ln 2}{CDA}$ .

Plutôt qu'un nombre initial de noyau on a un débit de dose mais le **principe est le même**, on

remplace juste  $N_0$  par  $I_0$  :

$$I = I_0 \times e^{-\mu x}$$

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu x}$$

$$\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\mu x$$

$$\mu = -\frac{\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)}{x}$$

$$= -\frac{\ln\left(\frac{0,25}{1,0}\right)}{3,0}$$

$$= -\frac{\ln(0,25)}{3,0} = \frac{\ln(4)}{3,0}$$

$$\mu \approx 0,46 \text{ cm}^{-1}$$

On en déduit la CDA :

$$CDA = \frac{\ln 2}{0,46}$$

$$CDA = \mathbf{1,5 \text{ cm}}$$

Réponse vraie : B

### Question 12

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

- A. L'effet photoélectrique est prédominant dans les systèmes de détection des photons  
 B. Lorsque le numéro atomique passe de 14 à 28, la probabilité d'interaction par effet photoélectrique est multipliée par 8  
 C. Lors d'un choc tangentiel, l'électron Compton possède une énergie cinétique nulle  
 D. Un positon avec une forte énergie cinétique a peu de chance de provoquer une réaction d'annihilation  
 E. La création de paires, contrairement à l'effet Compton, nécessite un seuil énergétique pour avoir lieu

### Question 12

✓ **Item A** → L'effet photoélectrique est prédominant dans les systèmes de détection des photons

C'est ça ! Alors le système de détection des photons peut vous sembler bizarre, mais c'est simplement l'appareil utilisé en imagerie pour capter les photons !

💡 Pour rappel, l'effet photoélectrique est responsable du **contraste des images**, c'est donc cet effet qui doit être **prédominant pour avoir une bonne qualité image**.

✓ **Item B** → Lorsque le numéro atomique passe de 14 à 28, la probabilité d'interaction par effet ...

Yesss ! Bon globalement il fallait juste retenir que le numéro atomique DOUBLE quand on passe de 14 à 28. Si on reprend la formule de la probabilité chez l'effet photoélectrique, on obtient une multiplication globale de 8 :

$$\begin{aligned}\tau &= Ci \times \rho \times \frac{Z_2^3}{E^3} \\ &= Ci \times \rho \times \frac{(Z \times 2)^3}{E^3} \\ &= Ci \times \rho \times \frac{Z_1^3}{E^3} \times 8\end{aligned}$$

✓ **Item C** → Lors d'un choc tangentiel, l'électron Compton possède une énergie cinétique nulle

Effectivement, c'est une partie du cours qui s'explique par la groooooosse formule de l'énergie de l'électron Compton, que vous devez connaître :

$$E_c = E - \frac{E}{1 + \frac{E}{mc^2}(1 - \cos(\theta))}$$

🧠 Lorsque le choc est **TANGENTIEL**,  $\theta = 0$  et donc l'énergie cinétique, par application de la formule, est également nulle.

✓ **Item D** → Un positon avec une forte énergie cinétique a peu de chance de provoquer une ...

Pourquoi cela ? Car lorsque le positon va trop vite, il a **moins de chance d'interagir** avec les particules alentours. C'est comme si vous voulez accoster quelqu'un qui est en voiture : s'il est sur une autoroute, il a moins de chance de s'arrêter que s'il va à 30 km/h sur une route de ville 🚗 !

✓ **Item E** → La création de paires, contrairement à l'effet Compton, nécessite un seuil énergétique ...

A, B, C, D et E [emoji chokbar de bz], tout est bon !! En effet, la création de paires nécessite une valeur de 1,022 MeV pour avoir lieu, cela correspond à l'énergie libérée lors de la réaction d'annihilation du positon. L'effet Compton, quant à lui, n'a pas de valeur seuil et peut avoir lieu avec tout type d'énergie selon le cours.

**Réponses vraies : A, B, C, D et E**

### Question 13

Une particule  $\alpha$  émet des rayonnements d'énergie  $E = 6,5 \text{ MeV}$  dans un tissu biologique homogène. La particule interagit avec les électrons du milieu. On appelle  $R$  le parcours de la particule et  $L$  sa trajectoire. Dans ce milieu, la densité linéique d'ionisation est  $DLI = 196\,000$  paires d'ions/ $\mu\text{m}$ . L'énergie moyenne de formation d'une paire d'ions est  $W = 33 \text{ eV}$ .

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

A. Le TLE de la particule est d'environ  $6,5 \text{ MeV}/\mu\text{m}$

B. Le parcours  $R$  de la particule dans le milieu est d'environ  $3,3 \mu\text{m}$

C. Si le DLI augmente, le parcours  $R$  diminue proportionnellement

D. Le TLE est directement proportionnel à la DLI et à  $W$

E. Pour une particule alpha, le parcours  $R$  et la trajectoire  $L$  sont identiques

### Question 13

✓ **Item A** → Le TLE de la particule est d'environ  $6,5 \text{ MeV}/\mu\text{m}$

$$TLE = DLI \times W$$

Si tu n'a pas les formules en tête tu peux raisonner avec les unités : TLE = Transfert linéique d'Énergie, exprimé en unité d'énergie/unité de longueur (exemple :  $\text{MeV}/\mu\text{m}$ ).

$$\begin{aligned}TLE &= 196\,000 \times 33 \\ &= 6\,468\,000 \text{ eV}/\mu\text{m} \\ &\approx 6,5 \text{ MeV}/\mu\text{m}\end{aligned}$$

✗ **Item B** → Le parcours  $R$  de la particule dans le milieu est d'environ  $3,3 \mu\text{m}$

Le parcours est donné par la formule :

$$R = \frac{E}{TLE}$$

En faisant l'application numérique on obtient :

$$R \approx \frac{6,5}{6,5} \approx 1 \mu\text{m}$$

✓ **Item C** → Si le DLI augmente, le parcours  $R$  diminue proportionnellement

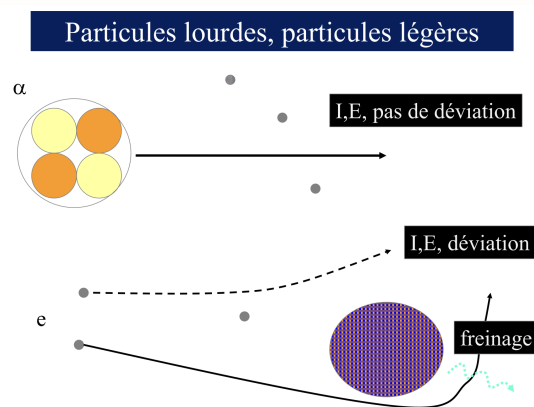
Si la DLI augmente le TLE augmente aussi (cf. formule item A). Si le TLE augmente,  $R$  diminue (cf. formule item B). Ainsi, **une augmentation de la DLI entraîne bien une diminution proportionnelle du parcours !**

✓ **Item D** → Le TLE est directement proportionnel à la DLI et à  $W$

C'est tout à fait ça !

✓ **Item E** → Pour une particule alpha, le parcours  $R$  et la trajectoire  $L$  sont identiques

En effet, les particules  $\alpha$  sont des **particules lourdes**. Ces dernières ont donc des trajectoires rectilignes tel que  $R = L$ .



Diapo n°7 du CM5 "Interactions des particules chargées avec la matière" - Pr Jérôme Clerc

Réponses vraies : A, C, D et E

#### Question 14

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

- A. Le ralentissement des particules lourdes est dû à des interactions à forte énergie et ponctuelles  
 B. Une énergie cinétique de translation d'une particule chargée de  $9\text{ eV}$  se situe dans la zone d'ionisation de l'atome d'hydrogène

C. Chez les particules lourdes, le transfert linéique d'énergie peut être assimilé au freinage par collision

D. Le ralentissement des particules légères se fait principalement par freinage

E. Le parcours d'une particule chargée lourde correspond à la longueur de sa trajectoire

#### Question 14

✗ **Item A** → Le ralentissement des particules lourdes est dû à des interactions à forte énergie et ...

Le ralentissement des particules lourdes est assimilable à un **phénomène continu** car il est provoqué par un très grand nombre d'interactions à très faible énergie. C'est un phénomène de **nature statistique**.

✗ **Item B** → Une énergie cinétique de translation d'une particule chargée de  $9\text{ eV}$  se situe dans ...

Nope! La valeur donnée dans le cours est de  $13,6\text{ eV}$  : si l'énergie de translation est **inférieure à cette valeur**, nous sommes dans une zone **d'excitation**. Dans le cas contraire, c'est une **zone d'ionisation**.

✓ **Item C** → Chez les particules lourdes, le transfert linéique d'énergie peut être assimilé au ...

La perte d'énergie  $S_{rad}$  par freinage est **négligeable chez les particules lourdes**, qui interagissent principalement par collision avec la matière. Cette collision va entraîner l'excitation ou l'ionisation des atomes adjacents (cf. item B).

✗ **Item D** → Le ralentissement des particules légères se fait principalement par freinage

Attention, autant pour les particules lourdes on peut résumer le ralentissement aux collisions, autant pour les particules légères, on parle de ralentissement par freinage ET par collision. Les 2 phénomènes sont indissociables et toujours présents chez les particules légères (⚠ leur contribution varie cependant en fonction de l'énergie de la particule).

✓ **Item E** → Le parcours d'une particule chargée lourde correspond à la longueur de sa trajectoire

Contrairement aux particules légères qui sont déviées de leur route en permanence, les particules lourdes **suivent la même direction** sur toute la trajectoire, ce qui revient à dire que son parcours  $R$  est égal à la longueur de sa trajectoire  $L$ .

Réponses vraies : C et E

#### Question 15

Un patient se présente dans une unité de médecine interne à l'hôpital pour une scintigraphie suite à la découverte d'une tumeur à l'os de masse  $m = 100\text{ g}$ . Cette scintigraphie nécessite un élément radioactif noté  $X$ . Cet élément  $X$  découvert récemment est caractérisé par  $T_{phy} = 3\text{ j}$  et  $T_{bio} = 20\text{ h}$ . Cet élément libère une énergie moyenne de  $1\text{ MeV}$  lors de sa désintégration en noyau fils.

Après une injection qui dure  $2\text{ min}$ , 10% de l'activité injectée est directement éliminée par le corps et ne se fixe pas à la tumeur osseuse (on considère que le reste de l'activité injectée se fixe totalement et instantanément à la tumeur juste après l'injection).

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

A. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a  $DA = 234\text{ Gy}$

B. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a  $DA = 1,46\text{ Gy}$

C. Pour une activité fixée de  $2\text{ GBq}$ , on a  $DA = 234\text{ Gy}$

D. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a un débit de dose =  $1,95\text{ Gy/s}$

E. Pour une activité injectée de  $2\text{ GBq}$ , on a un débit de dose =  $1,95\text{ Gy/min}$

#### Question 15

? **Items A et B**

Avant de commencer tout calculs, on déduit de l'énoncé que :

☢  $m_{tumeur} = 0,1\text{ kg}$  (bien convertir en kg!)

☢  $E_{moy} = 1\text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-19} \times 10^6$  (pour convertir en Joule)

☢  $F_0 = 0,9$  (car seulement 10% de l'activité ne se fixe pas sur la tumeur, rq : il s'agit ici d'un pourcentage...)

☢ Calcul de  $T_{eff}$  grace à la formule  $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{phy}} + \frac{1}{T_{bio}}$  donc  $T_{eff} = 56348\text{ s}$

Et on nous donne une activité injectée de  $A_0 = 2\text{GBq} = 2 \cdot 10^9\text{ Bq}$ .

Il ne nous reste plus qu'à appliquer la formule donnée dans l'énoncé en faisant très attention aux conversions d'unités :

$$DA = \frac{E_{\text{moy}} \times A_0 \times F_0 \times T_{\text{eff}}}{m \times \ln(2)}$$

$$DA = \frac{1 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^9 \times 0,9 \times 56348\text{s}}{0,1 \times \ln(2)}$$

On obtient finalement  $DA = 234\text{ Gy}$  pour  $A_0 = 2\text{GBq}$ .

⚠ **BIEN convertir les unités !**

❌ **Item C** → Pour une activité fixée de  $2\text{GBq}$ , on a  $DA = 234\text{ Gy}$

Item pour vous faire comprendre le lien entre  $A_0$  et  $F_0$  dans la formule. L'**activité fixée** correspond à l'activité qui s'est fixée à la tumeur qui est différente de l'**activité injecté initialement** dont une partie a été éliminée en cours de route. D'où la fraction  $F_0$  qui nous permet de pondérer l'activité injectée. 💡 En gros l'activité fixée, c'est  $A_0 \times F_0$  dans la formule avec  $A_0$  l'activité injectée.

### ? Items D et E

Retenez qu'un débit est **une grandeur par unité de temps** (comme la vitesse), notre grandeur ici est la **DA**.

Or, on a déjà calculé notre DA pour une activité injectée  $A_0 = 2\text{GBq}$  qui est égale à  $234\text{ Gy}$ . De plus dans l'énoncé, on nous dit que le temps d'injection est de  $t_{\text{injection}} = 2\text{ min} = 120\text{ s}$  (et que l'on considère que la fixation se fait instantanément après injection).

Finalement, on a plus qu'à faire :

$$\text{Debit}(DA) = \frac{dDA}{dt}$$

Soit,

$$\text{Debit}(DA) = \frac{DA}{t_{\text{injection}}}$$

AN :

$$\text{Debit}(DA) = \frac{234}{120} = 1,95\text{ Gy/s}$$

⚠ **BIEN faire attention aux unités !!**

Réponses vraies : A et D

### Question 16

Un radioélément de période physique  $T = 4,0$  jours émet des rayonnements alpha d'énergie  $E = 5,5\text{ MeV}$ , avec un parcours maximal dans les tissus biologiques de  $50\text{ microns}$ . Ce radioélément est fixé chimiquement sur un vecteur permettant de cibler une tumeur, et la fixation est immédiate et totale. L'activité initiale est  $A_0 = 10\text{ MBq}$ . Quelle est l'énergie totale déposée  $E_{\text{déposée}}$  sur la tumeur après 20 jours ? (Une seule réponse exacte)

- A.  $E_{\text{déposée}} = 1,3 \cdot 10^{-13}\text{ J}$   
 B.  $E_{\text{déposée}} = 1,5 \cdot 10^{-12}\text{ J}$   
 C.  $E_{\text{déposée}} = 1,4 \cdot 10^{-7}\text{ J}$

D.  $E_{\text{déposée}} = 0,1\text{ J}$

E.  $E_{\text{déposée}} = 14\text{ J}$

### Question 16

✅ **Item D** →  $E_{\text{déposée}} = 0,1\text{ J}$

L'énergie déposée correspond à l'**énergie fixée sur la tumeur par désintégration de l'ensemble des noyaux fixés** ( $N_d$ ). Ceci se traduit par :

$$E_{\text{déposée}} = E_{\text{moy}/d} \times N_d$$

$E_{\text{moy}/d}$  est l'énergie déposée par la désintégration d'un seul noyau soit  $5,5\text{ MeV}$ .

On nous dit dans l'énoncé que la fixation est totale ainsi,  $N_0 = N_d$ .

On commence donc par calculer le nombre de noyau présent sur la tumeur après 20 jours.

$$N(t) = \frac{N_0}{2^n} \text{ et } N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$$

$$\Leftrightarrow N(t) = \frac{A_0 \times T}{\ln 2 \times 2^n}$$

$$N(20j) = \frac{10 \cdot 10^6 \times 345600}{\ln(2) \times 2^5} = 1,6 \cdot 10^{11}$$

On peut donc calculer l'énergie déposée au bout de 20 jours :

$$E_{\text{déposée}} = E_{\text{moy}/d} \times N(20j) = 5,5 \times 1,6 \cdot 10^{11} = 8,8 \cdot 10^{11}\text{ MeV}$$

On convertit en Joule

$$= 8,8 \cdot 10^{17} \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 14,08 \cdot 10^{-2}\text{ J}$$

$$E_{\text{déposée}} \approx 0,1\text{ J}$$

**⚠ Les conversions et notations :**

- $n$  correspond au nombre de périodes écoulées :  
 $20j = 5 \times 4j = 5T$
- $T = 4j = 4 \times 24 \times 3600 = 345600 \text{ s}$
- $A_0 = 10MBq = 10 \cdot 10^6 Bq$
- $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

Réponse vraie : D

**Question 17**

On considère la solution aqueuse 1 composée d'acide carbonique ( $H_2CO_3/HCO_3^-$ ) de  $pH = 7$  et de concentration  $[H_2CO_3] = 5 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ .

Concernant le  $pH$  des solutions et les systèmes tampons, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. Une solution est dite normale lorsqu'elle contient potentiellement sous forme libre ou libérable une mole d'ions  $H^+$  par litre

- B.  $pH = \log[H^+]$  permet de définir l'acidité réelle d'une solution  
 C. Un système tampon est un mélange d'un acide faible et d'un sel de ce même acide avec une base faible

D. Dans la solution 1, la concentration en  $[HCO_3^-]$  vaut  $39,7 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

E. Dans la solution 1, la concentration en  $[HCO_3^-]$  vaut  $2,77 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$

**Question 17**

✓ **Item A** → Une solution est dite normale lorsqu'elle contient potentiellement sous forme libre...

C'est exactement la définition du cours, c'est une petite info à garder dans le coin de la tête!

✗ **Item B** →  $pH = \log[H^+]$  permet de définir l'acidité réelle d'une solution

Bon la team chimie 🧪 j'espère que vous n'êtes pas tombés dans le piège... C'était bien sûr  $-\log[H^+]$ , on rappelle que le  $pH$  diminue lorsque  $[H^+]$  augmente.

✗ **Item C** → Un système tampon est un mélange d'un acide faible et d'un sel de ce même acide...

Pas loin, c'était une **base forte** (car elle permet de mieux tamponner l'acidité du sang)!

? **Items D et E**

Mais qui vois là-je? C'est notre bonne vieille **formule d'Henderson-Hasselbach** qui va nous aider à répondre à cet item! Aller c'est cadeau je vous la donne :

$$pH = pK + \log \left( \frac{[Base]}{[Acide]} \right)$$

Regardez, si on jongle un peu avec la formule, on peut isoler la concentration de base qu'on doit calculer :

$$\log \left( \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \right) = pH - pK$$

$$\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = 10^{pH-pK}$$

$$[HCO_3^-] = 10^{pH-pK} \times [H_2CO_3]$$

Toutes les valeurs sont connues, vous devez bien savoir que le  $pK$  du couple de l'acide carbonique vaut 6,1 :

$$[HCO_3^-] = 10^{7-6,1} \times 5 = 39,7 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

Réponses vraies : A et D

**Question 18**

Un patient en réanimation a un  $pH$  de 7,2 avec une concentration  $[H_2CO_3]$  qui vaut  $2,4 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ .

Quel est le diagnostic de son trouble? (Une seule réponse exacte)

A. Acidose métabolique pure

B. Acidose respiratoire pure

C. Acidose mixte

D. Alcalose respiratoire partiellement compensée

E. Acidose métabolique partiellement compensée

**Question 18**

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

Ok check up des infos qu'on a ✓ :

- On est sur une **acidose** car le  $pH$  est inférieur à 7,4.
- Pour rappel :  $s = 31,6 \text{ mmol/L/pH}$  et  $\alpha = 0,03 \text{ mmol/L/mmHg}$ .

Maintenant, déterminons la **composante métabolique** et la  $pCO_2$  pour étayer le diagnostic :

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

Petit problème, nous n'avons pas encore  $[HCO_3^-]$ . On va donc utiliser la loi de HH comme dans la question précédente :

$$pH = pK + \log \left( \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \right)$$

$$[HCO_3^-] = 10^{pH-pK} \times [H_2CO_3]$$

$$[HCO_3^-] = 10^{7,2-6,1} \times 2,4 = 30,2 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

On réutilise cette valeur pour trouver la composante métabolique :

$$m = 30,2 - 31,6 \times (7,4 - 7,2)$$

$$m = 23,88 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$

La composante métabolique est considérée comme normale car similaire à **24 mmol/L**, passons à la  $pCO_2$  :

$$\begin{aligned} [H_2CO_3] &= \alpha \times pCO_2 \\ pCO_2 &= \frac{[H_2CO_3]}{\alpha} = \frac{2,4}{0,03} \\ &= 80 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

La valeur de  $pCO_2$  est bien supérieure à la limite de **40 mmHg**, le patient est donc en **ACIDOSE RESPIRATOIRE**. Cette acidose n'est pas mixte, car la composante métabolique est normale. Elle n'est pas non plus compensée, car la composante métabolique n'augmente pas en réponse à la chute du  $pH$ . Il ne nous reste qu'une option : **l'acidose respiratoire pure!**

Réponse vraie : B

### Question 19

On considère deux patients ayant le même  $pH$  et la même  $pCO_2$ . Le patient 1 a un taux d'hémoglobine  $[Hb] = 10 \text{ g/dL}$ . Le patient 2 quant à lui à un taux d'hémoglobine  $[Hb] = 15 \text{ g/dL}$ .

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

- A. La pente de la droite tampon  $s$  est plus élevée pour le patient 2 que pour le patient 1
- B. Pour une même variation de  $pCO_2$ , le  $pH$  varie de façon égale entre les deux patients
- C. La concentration en bicarbonates est identique chez les deux patients
- D. La variation du  $pH$  ( $\Delta pH$ ) en réponse à une augmentation de la  $pCO_2$  est moins importante chez le patient 1
- E. Le système tampon du patient 1 est moins efficace pour maintenir l'homéostasie acido-basique

### Question 19

✓ **Item A** → La pente de la droite tampon  $s$  est plus élevée pour le patient 2 que pour le patient 1

On cherche la pente de la droite tampon  $s$  pour nos 2 patients.

On peut d'ores et déjà dire que le patient 1 est anémique et le patient 2 à un taux d'hémoglobine normale donc sa pente  $s_2 = 31,6 \text{ mmol/L}$ . Le patient 1 étant anémique et la pente évoluant dans le même sens que  $[Hb]$ , sa pente  $s_1$  est inférieure à la normale. Ainsi, sans aucun calcul on peut valider l'item ✓.

On peut aussi faire le calcul pour chaque patients :

$$s = 8,2 + 1,56[Hb]$$

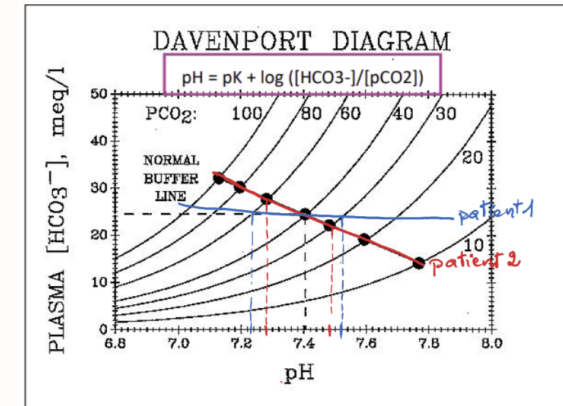
✎ Pour le patient 1 :  $s_1 = 8,2 + 1,56 \times 10 = 23,8 \text{ mmol/L/unité de pH}$

✎ Pour le patient 2 :  $s_2 = 8,2 + 1,56 \times 15 = 31,6 \text{ mmol/L/unité de pH}$

$s_2 > s_1$  : on arrive à la même conclusion.

### ? Item B et D

Non aux deux ! La variation n'est donc pas égale entre les deux patient. Plus que ça, elle est **plus importante** chez le patient 1. Le patient 1 étant anémique, la droite tampon du sang est plus horizontale que la normale d'où cette représentation sur le diagramme de Davenport :



Pour une même  $pCO_2$  :

- ✎ Quand elle augmente, le  $pH$  du patient 1 diminue plus que celui du patient 2
- ✎ Quand elle diminue, le  $pH$  du patient 1 augmente plus que celui du patient 2

✓ **Item C** → La concentration en bicarbonates est identique chez les deux patients

Yes! Je vais t'expliquer pourquoi. Encore une fois on n'a pas besoin de faire de calcul, on va raisonner juste avec les formules et les données de l'énoncé. On a deux formules qui nous permettent de trouver  $[HCO_3^-]$  mais une seule qui la lie avec la  $pCO_2$  ET le  $pH$  :

$$pH = pKa + \log \left( \frac{[HCO_3^-]}{\alpha \times pCO_2} \right)$$

On réécrit la formule pour avoir la concentration en bicarbonates :

$$[HCO_3^-] = \alpha \times pCO_2 \times 10^{pH - pK}$$

D'après l'énoncé ils ont tous deux le même  $pH$  et la même  $pCO_2$  ainsi, leur  $[HCO_3^-]$  est également identique.

✓ **Item E** → Le système tampon du patient 1 est moins efficace pour maintenir l'homéostasie ...

Sans surprise! La capacité tampon dépend de  $s$ . Chez le patient 1, celle-ci est plus faible, son système tampon est par conséquent moins efficace.

Réponses vraies : A, C et E

## Question 20

Les patients A et B ont le même  $pH$  sanguin de 7,8. Le patient A a une concentration en bicarbonates plasmatiques de  $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  et le patient B en a une de  $22 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On considérera que la pente de la droite tampon est normale et identique pour les deux patients, et on précise qu'on est à une température de  $T = 37^\circ\text{C}$ .

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ? (Une seule réponse exacte)

- A. Le patient A est en alcalose mixte et le patient B en alcalose métabolique pure  
 B. Le patient A est en alcalose métabolique partiellement compensée et le patient B est en alcalose mixte  
 C. Les patients A et B sont en alcalose mixte

**D. Le patient A est en alcalose respiratoire partiellement compensée et le patient B est en alcalose mixte**

- E. Le patient A est en alcalose respiratoire pure et le patient B est en alcalose métabolique partiellement compensée

## Question 20

✓ **Item D** → Le patient A est en alcalose respiratoire partiellement compensée et le patient B est ...

Patient A :

On est visiblement sur une alcalose qui n'est pas complètement compensée, on déduit déjà ça du diagnostic avant calcul. Déterminons maintenant nos 2 outils préférés pour le diagnostic : la composante métabolique et  $pCO_2$ .

$$\begin{aligned} m &= [\text{HCO}_3^-] - s(7,4 - pH) \\ &= 10 - 31,6 \times (7,4 - 7,8) \\ m &= 22,64 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

On est apparemment sur une alcalose compensée car notre  $m$  est inférieur à  $24 \text{ mmol/L}$ .

Passons à la  $pCO_2$  :

$$\begin{aligned} pH &= 6,1 + \log \left( \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha \times pCO_2} \right) \\ pCO_2 &= \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\alpha \times 10^{pH-6,1}} \\ pCO_2 &= \frac{10}{0,03 \times 10^{7,8-6,1}} = 6,65 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Ok, alors là on a une valeur de  $pCO_2$  hyper basse, qui est en dessous de la valeur seuil de **40 mmHg**. Le diagnostic est tout fait : on est sur un cas typique d'**alcalose respiratoire partiellement compensée**!

Patient B : On est là aussi sur une alcalose pas complètement compensée.

$$m = 22 - s(7,4 - 7,8) = 34,64 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Aïeéé, bien au-delà du seuil, ça pue l'**alcalose métabolique**.

$$pCO_2 = \frac{22}{0,03 \times 10^{7,8-6,1}} = 14,63 \text{ mmHg}$$

Ici aussi, on est toujours en dessous du seuil :  $pCO_2 < 40 \text{ mmHg}$ . On a donc aussi une alcalose respiratoire. Le diagnostic final est une alcalose mixte!

**Réponse vraie : D**

## Question 21

Une patiente se rend à l'hôpital suite à des symptômes de confusion, d'épuisement et de difficultés respiratoires. Elle a des antécédents d'insuffisance rénale chronique et a récemment été hospitalisée pour une pneumopathie sévère. Ses examens révèlent les constantes suivantes :  $pH = 7,28$ ,  $[\text{HCO}_3^-] = 12 \text{ mmol/L}$  et  $pCO_2 = 60 \text{ mmHg}$ .  $s = 30 \text{ mmol/L/unité de } pH$ , normale.

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

- A. La patiente présente une acidose respiratoire pure due à sa pneumopathie  
 B. L'acidose métabolique de la patiente est principalement liée à sa pneumopathie

**C. La patiente présente une acidose mixte**

- D. Les données cliniques ne donnent aucune indication sur la pathologie

**E. On pourrait observer des constantes similaires chez un patient prenant des barbituriques et ayant la diarrhée**

## Question 21

✗ **Item A** → La patiente présente une acidose respiratoire pure due à sa pneumopathie

On va commencer par déterminer le trouble dont elle souffre. Deux possibilités, on peut se baser sur les signes cliniques ou passer par les calculs habituels.

- **Méthode 1 :**

On nous dit qu'elle a des difficultés respiratoire et à souffert d'une pneumopathie. Ces signes sont associés à une acidose respiratoire.

Notre patiente a également des antécédents d'insuffisance rénale (IR). Qui dit IR dit acidose métabolique.

On a bien un  $pH$  cohérent ( $< 7,4$ ). On peut donc suggérer très très très fortement que la patiente présente d'une **acidose mixte**.

- **Méthode 2 (plus rigoureuse) :**

On fait les choses de façon systématique :

On calcul la constante métabolique  $m$  :

$$\begin{aligned} m &= [\text{HCO}_3^-] - s \times (7,4 - pH) \\ &= 12 - 30 \times (7,4 - 7,28) \\ m &= 8,4 \text{ mM} \end{aligned}$$

🏠  $pH < 7,4 \Rightarrow$  Acidose

🏠  $pCO_2 > 40 \text{ mmHg} \Rightarrow$  Acidose respiratoire ou compensation d'une alcalose métabolique

🏠  $m < 24 \text{ mM} \Rightarrow$  Acidose métabolique ou compensation d'une alcalose respiratoire

La patiente n'est pas en alcalose on peut donc éliminer tout de suite les hypothèses barrées. Les mécanismes en jeu **ne se compensent pas**. Ils entraînent tous une acidose, il s'agit donc d'un **trouble mixte**.

✗ **Item B** → L'acidose métabolique de la patiente est principalement liée à sa pneumopathie

Comme dit à l'item A, une pneumopathie à surtout des conséquences respiratoires et non métaboliques. L'acidose métabolique observée pourrait être davantage liée à son **insuffisance rénale chronique**, car ses reins ne parviennent probablement pas à gérer les acides.

✓ **Item C** → La patiente présente une acidose mixte

Yay! C'est précisément ce qu'on a déterminé dans l'item A!

✗ **Item D** → Les données cliniques ne donnent aucune indication sur la pathologie

Bah alors? Bien sûr que non! Les **données cliniques sont très importantes** et donnent des indications fondamentales sur le trouble (cf. correction item A).

✓ **Item E** → On pourrait observer des constantes similaires chez un patient prenant des...

C'est la vérité vraie! Les barbituriques 🧴 provoquent une dépression des centres respiratoires et donc une augmentation de la  $pCO_2$ . Ils sont donc associés à une **acidose respiratoire**.

Il peut y avoir des **fuites de bases** en raison d'une diarrhée conduisant à une baisse de la constante métabolique. Cela se traduit par une **acidose métabolique**.

On est donc dans le même schéma que celui de notre patiente. Il serait donc **tout à fait possible d'observer des constantes similaires**.

Réponses vraies : C et E

### Question 22

On considère une solution biologique constituée d'un soluté S non ionique et de son solvant. Le solvant est l'eau. Une membrane perméable sépare deux compartiments A et B contenant la solution et dont la surface est librement en contact avec l'air ambiant. La concentration en soluté est plus élevée dans le compartiment B que dans le compartiment A. La température de la solution est de  $20^\circ C$ . Le transfert au travers de cette membrane perméable se fait avec débit conservatif au sein de la membrane. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

A. On observe un passage transmembranaire d'eau du compartiment A vers le compartiment B

B. La valeur absolue du débit diffusif du soluté est proportionnelle au gradient de pression entre A et B

C. La valeur absolue du débit diffusif du soluté est proportionnelle à la mobilité mécanique molaire de l'eau

D. Si on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A, le solvant ira dans le sens opposé au soluté issu du débit diffusif

E. Si on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A, la valeur absolue du débit convectif du solvant sera proportionnelle au volume molaire d'eau

### Question 22

✓ **Item A** → On observe un passage transmembranaire d'eau du compartiment A vers le...

Le soluté diffuse du compartiment le plus concentré vers le moins concentré (membrane perméable) mais on observera également un passage d'eau vers le compartiment le plus concentré (phénomène d'osmose).

? **Item B et C**

Attention, je vous remets la formule du débit diffusif :

$$|J_d| = RT \times b \times S \times \text{grad}(c)$$

Le débit diffusif dépend de la mobilité mécanique molaire du soluté, de la température, de la surface et du gradient de concentration mais **pas du gradient de pression**, ce sont 2 choses différentes! Le gradient de pression intervient lorsqu'une force externe rentre en jeu, c'est-à-dire dans les **débâts convectifs**.

✓ **Item D** → Si on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A, le...

On rentre à présent dans le contexte d'une filtration par CONVECTION. Une force pressante s'exerce sur le compartiment A, et on comprend instinctivement que le volume du compartiment A va **se déplacer vers B**. C'est comme si on appuie sur une seringue plongée dans un verre : le volume du verre augmente, celui de la seringue diminue. Ici, le débit convectif va donc **s'orienter de A vers B**.

Ainsi, on a 2 phénomènes : une **convection de A vers B**, et une **diffusion, plus légère, de B vers A**. Dans une convection, le solvant ET le soluté iront dans le même sens, et donc dans le sens opposé au soluté issu du débit de diffusion.

✗ **Item E** → Si on exerce une pression hydrostatique extérieure forte sur le compartiment A, la...

Quoi de mieux que de vous donner la formule du débit convectif pour y voir plus clair ?

$$|J_f| = b_{H_2O} \times S \times \text{grad}(P) = b_{H_2O} \times S \times \frac{\Delta P}{e}$$

J'aurais beau vous expliquer toutes les lettres de la formule (que vous pouvez retrouver dans votre cours ☺), le volume molaire de l'eau **n'y est pas...** En revanche, la seule fois où le volume molaire apparaît dans votre cours, c'est pour le **débit volumique** :  $Q_f = J_f \times V_{H_2O}$ .

Réponses vraies : A, C et D

### Question 23

Un ion  $Na^+$  migre à travers une membrane sous l'effet d'un gradient électrochimique. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

Données :  $\Delta V = -90 mV$ ;  $\text{grad}(V) = -18 \cdot 10^6 V/m$ ;  $[Na_{int}^+] = 1,2 \cdot 10^{-3} mmol/L$ ;  $[Na_{ext}^+] = 14,5 \cdot 10^{-3} mmol/L$ ;  $S = 0,5 cm^2$ ;  $b = 5,5 \cdot 10^{-8} USI$ ;  $F = 96500 C/mol$

A. On peut calculer le flux migratoire en utilisant toutes les données de l'énoncé

B. Le flux migratoire des ions  $Na^+$  s'inverse quand le gradient électrique devient nul

C. La valeur absolue du flux migratoire est  $J_{ei} = 5,7 \cdot 10^{-6} mol/s$

D. Si la surface de la membrane est multipliée par 2, le flux migratoire l'est aussi

E. Une augmentation de  $\text{grad}(V)$  augmente le flux migratoire de manière proportionnelle

## Question 23

✗ **Item A** → On peut calculer le flux migratoire en utilisant toutes les données de...

Hehe, double piège dans cet item! On a 2 données qui n'entre pas en compte dans le calcul, la différence de potentiel ( $\Delta V$ ) et la concentration extérieure. Je te rappelle que la formule du flux migratoire aka le débit molaire électrique :

$$J_{ei} = -z_i \times F \times b \times S \times c_{int} \times \text{grad}(V)$$

Ou,

$$J_{ei} = -z_i \times F \times b \times S \times c_{int} \times \frac{dV}{dx}$$

On n'a pas dans la même formule le gradient et la différence de pression et on ne considère que la concentration intérieure de soluté.

🌐 Le deuxième piège porte sur les unités. Les concentrations ne sont pas en unité du système international ( $\text{mol}/\text{m}^3$ ) et la surface  $S$  non plus.

✓ **Item B** → Le flux migratoire des ions  $\text{Na}^+$  s'inverse quand le gradient électrique devient nul

Par définition, dans la migration d'une particule chargée, c'est le gradient électrique qui donne le sens du flux. On a  $\Delta V < 0$ , le gradient électrique de  $\text{Na}^+$  va vers l'intérieur tandis que le gradient de concentration va vers l'extérieur.

S'il n'y a plus de gradient électrique, alors c'est le gradient de concentration qui détermine le flux (ici, vers l'extérieur).

👉 En d'autres termes,  $\Delta V$  étant négatif, si on n'a plus de gradient électrique, les ions  $\text{Na}^+$  vont se diriger **massivement vers l'intérieur de la cellule** pour équilibrer le potentiel. Donc juste avec le gradient de concentration on aura bien un mouvement **vers l'extérieur** car la concentration en  $\text{Na}^+$  sera alors plus élevée à l'intérieur.

✓ **Item C** → La valeur absolue du flux migratoire est  $J_{ei} = 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol/s}$

Il s'agit juste d'une application numérique de la formule donnée pour l'item A :

$$J_{ei} = -1 \times 96500 \times 5,5 \cdot 10^{-8} \times 0,5 \cdot 10^{-4} \times 1,2 \cdot 10^{-6} \times (-18 \cdot 10^6)$$

$$J_{ei} = 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol/s}$$

✓ **Item D** → Si la surface de la membrane est multipliée par 2, le flux migratoire l'est aussi

Yes! D'après la formule de la correction de l'item A, **la surface est proportionnelle au flux**, ainsi, si elle double, le flux aussi.

✓ **Item E** → Une augmentation de  $\text{grad}(V)$  augmente le flux migratoire de manière proportionnelle

Eh oui! C'est un 4 à la suite! (comme dans questions pour un champion 😊)

Réponses vraies : B, C, D et E

## Question 24

On considère deux compartiments séparés par une membrane semi-perméable ne laissant passer que l'eau. Le compartiment 1 (sang) contient une solution de protéines avec une concentration en albumine de  $50 \text{ g/L}$ , tandis que le compartiment 2 contient une solution sans albumine. La membrane ne laisse passer que l'eau.

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

Données : Poids moléculaire de l'albumine :  $65 \text{ kDa}$ , ( $1 \text{ Da} = 1 \text{ g/mol}$ );  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $T = 310 \text{ K}$  ( $37^\circ \text{C}$ )

A. La pression oncotique générée par les protéines est de  $3,1 \text{ mmHg}$

B. La pression oncotique générée par les protéines est de  $1,96 \text{ kPa}$

C. La pression oncotique dépend directement de la concentration massique des protéines

D. La diffusion de l'eau à travers la membrane semi-perméable s'arrête lorsque les concentrations de protéines sont égales dans les deux compartiments

E. Si la concentration en albumine est doublée dans le compartiment 1, la pression oncotique sera également doublée

## Question 24

? **Items A, B et C**

Pour calculer la pression oncotique on utilise la formule :

$$\pi = \Delta\omega \cdot R \cdot T$$

Avec  $\Delta\omega$  la différence de concentration **molaire**, donc la pression oncotique dépend de cette concentration et non pas directement de la concentration massique.

Comme la molarité n'est pas donnée dans l'énoncé, on doit la calculer à partir de la concentration massique :

$$C = \frac{C_m}{M}$$

AN :

$$C = \frac{50}{65 \times 10^3} = 7,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Comme la concentration de l'albumine est nulle dans le compartiment 2 :

$$\Delta\omega = 7,6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Maintenant on peut calculer la pression oncotique :

$$\pi = 7,6 \times 10^{-4} \times 10^3 \times 8,314 \times 310$$

$$\pi = 1,96 \text{ kPa}$$

On sait que  $760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ Pa}$

Donc :

$$\pi = 14,82 \text{ mmHg}$$

### ? Items D et E

Dans l'énoncé, on nous précise que le compartiment 1 est le sang (capillaire sanguin), donc la diffusion de l'eau ne s'arrête pas lorsque les concentrations sont égales entre les deux compartiments mais plutôt **lorsque la pression oncotique s'équilibre avec la pression hydrostatique**. Si on revient à la formule de la pression oncotique  $\pi = \Delta\omega \cdot R \cdot T$  on voit que **doubler la concentration de l'albumine va faire doubler la pression oncotique!**

Réponses vraies : B et E

#### Question 25

Concernant le phénomène de Starling et les œdèmes, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. La pression hydrostatique diminue le long du capillaire

B. La pression oncotique du liquide interstitiel est supérieure à celle du capillaire

C. Une thrombose veineuse peut être responsable d'un œdème

D. L'albuminémie, une carence en albumine dans le sang, peut entraîner un œdème

E. La lésion d'un capillaire pourrait être responsable de la formation d'un œdème

#### Question 25

✓ **Item A** → La pression hydrostatique diminue le long du capillaire

C'est exactement ça! La **pression hydrostatique** est plus élevée au pôle artériel qu'au pôle veineux. On assiste à une **décroissance linéaire de la pression hydrostatique** le long du capillaire!

A l'inverse, la **pression oncotique** reste théoriquement la même tout le long du capillaire car lorsque le patient est sain, le volume des compartiments reste identique 🩸.

✗ **Item B** → La pression oncotique du liquide interstitiel est supérieure à celle du capillaire

Eh non! La **pression oncotique des capillaires est supérieure** mais cela ne veut pas dire que l'eau se déplace des capillaires au compartiment interstitiel, au contraire! Il faut voir ça comme une **équibration des concentrations** : les protéines sanguines sont plus nombreuses dans le capillaire, et pour compenser ce déséquilibre, du liquide interstitiel va venir dans le capillaire pour « diluer » les protéines et **diminuer leur concentration**.

✓ **Item C** → Une thrombose veineuse peut être responsable d'un œdème

Question digne d'un futur médecin ça 🩺. Une thrombose est une pathologie qui **obstrue les voies veineuses**, ce qui **augmente la pression dans le pôle veineux**. Par conséquent, davantage de protéines et de liquide va **s'échapper vers le milieu interstitiel**, ce qui à l'excès peut provoquer un **œdème dans les membres inférieurs!**

✓ **Item D** → L'albuminémie, une carence en albumine dans le sang, peut entraîner un œdème

Si la concentration en albumine diminue dans les capillaires, cela signifie que le déplacement de liquide interstitiel n'est plus aussi utile qu'avant, et que **le retour de l'eau filtré diminue**. En revanche, la **pression interstitielle augmente**, ce qui provoque **l'apparition d'œdèmes**.

✓ **Item E** → La lésion d'un capillaire pourrait être responsable de la formation d'un œdème

Lorsqu'un capillaire est endommagé, sa **perméabilité augmente** 📈, permettant à des protéines et à du liquide de **s'échapper dans l'espace interstitiel**. Cela entraîne une accumulation de liquide dans les tissus environnants, formant ainsi un **œdème**.

Réponses vraies : A, C, D et E

#### Question 26

On considère une cellule électrochimique composée de deux compartiments contenant la même espèce ionique, mais à des concentrations différentes :

• Compartiment 1 : concentration en ions  $C_1 = 0,1 \text{ mol/L}$ ,

• Compartiment 2 : concentration en ions  $C_2 = 0,01 \text{ mol/L}$ .

Ces deux compartiments sont séparés par une membrane semi-perméable.

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

Données :  $T = 298 \text{ K}$ ;  $z = 1$ ;  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

A. La relation de Nernst fait intervenir la convection et la diffusion

B. La différence de potentiel  $V_2 - V_1$  est proportionnelle à la valence de l'ion considéré

C. La différence de potentiel  $V_2 - V_1$  est proportionnelle à la température

D. Le potentiel est positif ( $E > 0$ )

E. Le potentiel est négatif ( $E < 0$ )

#### Question 26

✗ **Item A** → La relation de Nernst fait intervenir la convection et la diffusion

L'équation de Nernst fait intervenir la diffusion et la **migration!** 💡 C'est l'équation de Starling qui fait intervenir la diffusion et la convection.

### ? Items B et C

Pour répondre à ceux deux items, rappelons-nous de la relation de Nernst :

$$E = V_2 - V_1 = -\frac{RT}{zF} \ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right)$$

Comme vous le voyez, notre différence de potentiel est **proportionnelle** à la **température** mais **inversement proportionnelle** à la **valence de l'ion** considéré.

### ? Items D et E

Nous venons de voir la formule, passons maintenant à l'application numérique!

$$\begin{aligned} E &= -\frac{8,314 \times 298}{1 \times 96485} \ln\left(\frac{0,01}{0,1}\right) \\ &= 0,059 \text{ V} > 0 \end{aligned}$$

Le potentiel est positif ( $E > 0$ ), ce qui signifie que les ions tendent à se déplacer spontanément du compartiment 1 (où  $C_1$  est plus élevé) vers le compartiment 2 (où  $C_2$  est plus faible). Vous pouvez par ailleurs le déterminer à partir des valeurs de  $C_1$  et  $C_2$  dans l'énoncé 😊.

Réponses vraies : C et D

### Question 27

Concernant le transport du glucose, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. Le glucose est une protéine qui passe par transport facilité

B. Le transport facilité du glucose est un phénomène saturable

C. Le transporteur GLUT1 nécessite plus de 2000 fois plus de D-glucose pour un transport équivalent au L-glucose

D. Le transporteur actif SGLT-1 est présent dans l'épithélium du tube digestif

E. Le transporteur GLUT5 transporte spécifiquement du fructose

### Question 27

❌ **Item A** → Le glucose est une protéine qui passe par transport facilité

Wow les gars, vos cours de bioch! Le glucose n'est pas une protéine, c'est un sucre 🍬!

✅ **Item B** → Le transport facilité du glucose est un phénomène saturable

Exactement! Le transporteur facilité du glucose **augmente la vitesse et la sélectivité** du transport mais il instaure une valeur **seuil maximale** de transport! Il est donc saturable mais reste bien plus efficace que la diffusion passive.

❌ **Item C** → Le transporteur GLUT1 nécessite plus de 2000 fois plus de D-glucose pour un...

Vous l'avez bien compris, GLUT1 est stéréospécifique? Mais il faut bien comprendre qu'il fait passer beaucoup plus facilement le D-glucose que le L-glucose, donc on a besoin de **plus de 2000 fois plus de L-glucose pour un équivalent D-glucose** et pas l'inverse!

✅ **Item D** → Le transporteur actif SGLT-1 est présent dans l'épithélium du tube digestif

Eh oui! Ultra important à savoir, c'est ce **transporteur actif** (c'est-à-dire qui consomme de l'ATP) qui permet la digestion du glucose et son utilisation dans le métabolisme cellulaire! D'ailleurs, SGLT-1/2 est aussi présent dans le tubule rénal (petite révision sur le chapitre du rein en SMR gratos 😊).

✅ **Item E** → Le transporteur GLUT5 transporte spécifiquement du fructose

Bon là c'est des items qu'on n'aime pas trop mais c'est du cours pur et dur (du par cœur en biophy, on souffle 😊).

Réponses vraies : B, D et E

### Question 28

Un vaisseau sanguin de section  $S = 0,3 \text{ cm}^2$  subit un allongement tel que sa longueur initiale augmente de 25%. On rajoute que le module de Young de la paroi du vaisseau est de  $\gamma = 5 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ .

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

A. Plus un matériau est déformable, plus son module de Young sera petit

B. La loi de Hook exprime la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'un vaisseau

C. La force de tension appliquée est de 3,75 N

D. La force de tension appliquée est de 18,75 N

E. Avec l'âge, la valeur du module de Young a tendance à augmenter

### Question 28

✅ **Item A** → Plus un matériau est déformable, plus son module de Young sera petit

Exact! Le module de Young varie comme l'inverse de l'élasticité du matériau qu'il caractérise. Il exprime la rigidité du matériau.

❌ **Item B** → La loi de Hook exprime la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'un...

Non! C'est le rôle de la loi de Laplace. Elle exprime ce qu'on appelle la pression transmurale, c'est-à-dire la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'un vaisseau. Pour un vaisseau avec une paroi mince, la tension de la paroi T est proportionnelle à la pression transmurale P et au rayon R. Son expression est la suivante :

$$\Delta P = \frac{T}{R}$$

Avec T la tension appliquée aux parois du vaisseau et R le rayon de celui-ci.

? **Items C et D**

Oui, ici c'est une application de formule. D'abord on nous dit que le vaisseau s'allonge de 25% de sa taille, son allongement relatif est donc de 0,25. Puis on calcule :

$$F = \gamma \times S \times \frac{\Delta L}{L_0} = 5 \times 10^5 \times 0,3 \times 10^{-4} \times 0,25 = 3,75 \text{ N}$$

Attention, on n'oublie pas de vérifier que les unités du module de Young soient bien en SI, tout comme la section que l'on convertit alors en  $\text{m}^2$ !

✅ **Item E** → Avec l'âge, la valeur du module de Young a tendance à augmenter

Exactement!!! Il faut sacher (hihi) que nos artères ont tendance à se rigidifier avec l'âge. On vous dit dans le cours qu' "un corps est d'autant plus élastique que son module d'Young est faible!". Ainsi, si l'on a un corps qui est cette fois-ci rigide, on aura alors une valeur du module de Young qui sera plus haute, et c'est ce qui se passe avec l'âge!!

Réponses vraies : A, C et E

## Question 29

Un alvéole pulmonaire est modélisé comme une sphère. Si son rayon est de  $0,1 \text{ mm}$  et sa tension superficielle est initialement  $T = 0,02 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Après sécrétion de surfactant, la tension superficielle diminue de moitié.

Concernant Laplace, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. Avant sécrétion de surfactant, la différence de pression est  $\Delta P = 200 \text{ Pa}$

B. Avant sécrétion de surfactant, la différence de pression est  $\Delta P = 400 \text{ Pa}$

C. Après sécrétion de surfactant,  $\Delta P$  est réduit de 50%

D. Plus le cœur est dilaté, plus à pression égale, la tension est augmentée. Le cœur s'adapte en hypertrophiant ses parois, ce qui ramène la tension à une valeur plus basse

E. La loi de Laplace peut s'appliquer directement à une interface rigide non déformable, comme un solide mouillé, pour décrire les forces capillaires

## Question 29

## ? Items A, B et C

Avant la sécrétion de surfactant :

$$\Delta P = \frac{2T}{R} = \frac{2 \times 0,02}{0,0001} = 400 \text{ Pa}$$

Après la sécrétion (tension superficielle divisée par 2) :

$$\Delta P = 2 \frac{T}{R} = \frac{2 \times \frac{0,02}{2}}{0,0001} = 200 \text{ Pa}$$

La réduction est effectivement de 50%.

✓ **Item D** → Plus le cœur est dilaté, plus à pression égale, la tension est augmentée. Le cœur ...

Vrai, mot pour mot votre cours!

✗ **Item E** → La loi de Laplace peut s'appliquer directement à une interface rigide non déformable, ...

La loi de Laplace ne s'applique pas directement aux interfaces rigides, car elle est **définie pour des interfaces déformables** (comme les membranes ou les bulles). Les forces capillaires sur un solide mouillé relèvent d'autres considérations, comme la **loi de Young**.

Réponses vraies : B, C et D

## Question 30

Concernant le rendement mécanique, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

A. Il est de l'ordre de 10% au repos

B. Il est de l'ordre de 3% au repos

C. Il est de l'ordre de 50% à l'effort

D. Il est de l'ordre de 30% à l'effort

E. Il est de l'ordre de 15% à l'effort

## Question 30

## ? Item B et E

Dernière diapo de votre cours ✨ :

Au cours d'une contraction cardiaque, l'énergie totale requise vaut :

$$\int P \cdot dV + \alpha \int T \cdot dt$$

Comme le travail fourni vaut :

$$\int P \cdot dV$$

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

*Diapo n°60 du CM10 "Biophysique des Parois Vasculaires" - Pr. Pierre Weinmann*

Réponses vraies : B et E