

# Tutorat Lyon Est

Année Universitaire 2022 – 2023

## Unité d'Enseignement 6

Examen terminal 2022-2023

Correction détaillée

**Eva JOANNON**  
**Alix PEIGNON**  
**Alexandra PIOT**  
**Thomas ARNOULD**

## Correction rapide

<u>Questions</u>	<u>Réponses</u>
1	C
2	AC
3	D
4	D
5	B
6	BCDE
7	CD
8	C
9	BDE
10	C
11	ACE
12	BCDE
13	
14	B
15	BDE

### Question 1 : C

Considérons la loi de Stefan-Boltzmann dans laquelle la puissance émise  $P$ , pour une surface d'aire  $A$ , est reliée à la température environnante  $T$  tel que :

$$P = S^a A^b T^c$$

Dans cette relation  $S$  est la constante de Stefan-Boltzmann et s'exprime en  $W/(m^2K^4)$ . On veut déterminer les valeurs des exposants  $a$ ,  $b$  et  $c$ .

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A.  $a=4$  ;  $b=1$  ;  $c=1$
- B.  $a=1$  ;  $b=4$  ;  $c=1$
- C.  $a=1$  ;  $b=1$  ;  $c=4$
- D.  $a=4$  ;  $b=4$  ;  $c=1$
- E.  $a=1$  ;  $b=4$  ;  $c=4$

Pour résoudre cet exercice il faut bien connaître ses dimensions :

$$S \text{ s'exprime en } \frac{W}{m^2K^4} \text{ donc } [S] : \frac{ML^2T^{-3}}{L^2\theta^4} = MT^{-3}\theta^{-4}$$

$$[A] : L^2$$

$$[T] : \theta$$

$$[P] : ML^2T^{-3}$$

$$ML^2T^{-3} = (MT^{-3}\theta^{-4})^a (L^2)^b \theta^c$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Pour M : } a=1 \\ \text{Pour L : } 2=2b \\ \text{Pour T : } -3 = -3a \\ \text{Pour } \theta : 0 = -4a+c \end{array} \right. \quad \text{soit} \quad \left\{ \begin{array}{l} \underline{a=1} \\ \underline{b=1} \\ \underline{c=4} \end{array} \right.$$

On a qu'une seule fois M et  $T^{-3}$  dans les dimensions et il nous en faut un donc  $a = 1$

On a qu'une seule fois  $L^2$  dans les dimensions et il nous faut bien un  $L^2$  donc  $b = 1$

On a déjà  $\theta^{-4}$  puisque  $a = 1$  et il nous en faut 0 au final, on doit trouver  $\theta^4$  pour nullifier ceux qu'on a déjà donc  $c = 4$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C VRAI**

**D FAUX**

**E FAUX**

## Question 2 : AC

Parmi les affirmations suivantes, la(les)quelle(s) est(sont) correcte(s) ?

- A. La dimension d'une pression est  $ML^{-1}T^{-2}$ .
- A. L'unité de pression, dans le système international, est l'atmosphère.
- B. La dimension d'un angle solide est 1.
- B. L'unité d'angle solide, dans le système international, est le degré.
- C. La dimension d'un potentiel électrique est  $ML^2T^{-3}I$ .

**A VRAI** Soit on la connaît par cœur, soit on peut la retrouver en considérant qu'une pression  $P = \frac{\text{Force}}{\text{Surface}} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$

**B FAUX** C'est le Pascal.

**C VRAI** L'angle solide comme l'angle plan ne possèdent pas de dimension.

**D FAUX** C'est le stéradian.

**E FAUX** C'est  $ML^2T^{-3}I^{-1}$ . Un potentiel électrique s'exprime en Volt (V) qui correspond à des  $J.C^{-1}$  ( $\frac{\text{énergie}}{\text{charge électrique}}$ ). Or, une énergie a pour dimension  $ML^2T^{-2}$  et la charge électrique a pour dimension  $IT$ . Par conséquent, un potentiel électrique a une dimension de  $ML^2T^{-2} \times (IT)^{-1}$  soit  $ML^2T^{-3}I^{-1}$

### Question 3 : D

On fait subir à une mole de gaz parfait une transformation de la température  $T_1$  (état d'équilibre initial) à la température  $T_2$  (état d'équilibre final). On précise que sur cette plage de températures la capacité thermique du gaz à volume constant est de la forme :  $C_v = a/T + b$  avec  $a$  et  $b$  des constantes.

Quelle est l'expression de la variation d'énergie interne  $\Delta U$  du gaz pour cette transformation en fonction de :  $a$ ,  $b$ ,  $T_1$  et  $T_2$  ?

- A.  $\Delta U = a + b (T_2 - T_1)$
- B.  $\Delta U = \frac{a}{(T_2 - T_1)} + b(T_2 - T_1)$
- C.  $\Delta U = \frac{a}{(T_2^2 - T_1^2)} + b(T_2 - T_1)$
- D.  $\Delta U = a \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + b (T_2 - T_1)$
- E.  $\Delta U = a\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 + b (T_2 - T_1)$

Pour calculer la variation macroscopique de l'énergie interne  $\Delta U$ , on doit calculer l'intégrale de  $dU$  entre l'énergie interne initiale  $U_1$  et l'énergie interne finale  $U_2$

$$\Delta U = \int_{U_1}^{U_2} dU$$

On sait que  $dU = C_v \times dT = \left(\frac{a}{T} + b\right) \times dT$  donc on a :

$$\Delta U = \int_{U_1}^{U_2} dU = \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{a}{T} + b\right) \times dT$$

En développant, on obtient :

$$\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} a \frac{dT}{T} + b dT$$

Propriétés de linéarité des intégrales : l'intégrale d'une somme est égale à la somme des intégrales.

$$\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} a \frac{dT}{T} + \int_{T_1}^{T_2} b dT$$

La primitive de  $\frac{dx}{x}$  est la fonction logarithme népérien donc :

$$\Delta U = a(\ln(T_2) - \ln(T_1)) + b(T_2 - T_1)$$

La fonction logarithme possède une propriété qui dit que  $\ln(a) - \ln(b) = \ln\left(\frac{a}{b}\right)$  donc :

$$\Delta U = a \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + b(T_2 - T_1)$$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C FAUX**

**D VRAI**

**E FAUX**

**Question 4 : D**

On fait subir à une mole de gaz parfait une transformation isochore réversible d'un état initial ( $T_1, p_1$ ) vers un état final ( $T_2, p_2$ ). On précise que la température du gaz dans l'état initial est  $T_1 = 300$  K et que dans l'état final elle est égale à  $T_2 = 325$  K.

On note  $C_p \approx 20 \text{ J.K}^{-1}$  la capacité thermique à pression constante du gaz parfait (supposée constante) et on précise que  $R \approx 8 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ , avec  $R$  la constante des gaz parfaits.

Quelle est approximativement la variation d'entropie,  $\Delta S$ , du gaz parfait au cours de cette transformation ?

- A.  $\Delta S = 0,12 \text{ J}$
- B.  $\Delta S = 0,24 \text{ J}$
- C.  $\Delta S = 0,48 \text{ J}$
- D.  $\Delta S = 0,96 \text{ J}$
- E.  $\Delta S = 1,92 \text{ J}$

Nous sommes dans une transformation réversible donc  $S_{créée} = 0$ .  $\Delta S = S_{reçue}$ .

On ne nous donne que les températures et on nous précise que la transformation est également isochore, donc à volume constant. On va donc préférer utiliser la formule :

$$\Delta S = C_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \text{ avec } nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 0 \text{ car } \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \ln(1) = 0$$

De plus avec la relation de Mayer, on peut trouver  $C_v$  :

$$C_p - C_v = nR \Leftrightarrow C_v = C_p - nR = 20 - 8 = 12 \text{ J.K}^{-1}$$

$$\Delta S = 12 \times \ln\left(\frac{325}{300}\right) \approx 0,96 \text{ J}$$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C FAUX**

**D VRAI**

**E FAUX**

**Question 5 : B**

Dans une enceinte adiabatique indéformable, on mélange une masse d'eau liquide  $m_1 = 1 \text{ kg}$  à la température initiale  $T_1 = 300 \text{ K}$  avec une masse d'eau solide  $m_2 = 100 \text{ g}$  initialement à la température  $T_i = 250 \text{ K}$ . Après un temps suffisamment long la totalité de la glace a fondu et la température de la totalité de l'eau liquide est  $T_f = 290 \text{ K}$ .

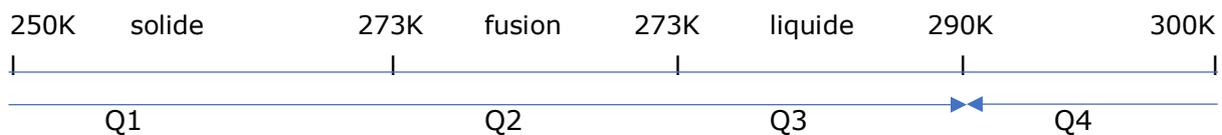
On notera  $T_0$  la température de changement d'état solide/liquide, telle que  $T_0 = 273 \text{ K}$ .

On donne  $C_{pm(s)} = 2 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$  la capacité thermique massique à pression constante de l'eau solide et  $C_{pm(l)} = 4 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$  la capacité thermique massique à pression constante de l'eau liquide.

On suppose que la transformation s'effectue à pression constante. On négligera la capacité thermique de l'enceinte.

Quelle est approximativement la valeur de l'enthalpie massique de changement d'état solide/liquide  $h_{sl}$  de l'eau ?

- A.  $h_{sl} = 240 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- B.  $h_{sl} = 280 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- C.  $h_{sl} = 320 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- D.  $h_{sl} = 360 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- E.  $h_{sl} = 400 \text{ kJ.kg}^{-1}$



Il n'y a pas de perte d'énergie :  $|Q1+Q2+Q3| = |Q4|$ .

$$Q4 = m1 \times C_{pm}(l) \times dT = 1 \times 4 \times 10 = 40 \text{ kJ}$$

$$Q1 = m2 \times C_{pm}(s) \times dT = 0,1 \times 2 \times 23 = 4,6 \text{ kJ}$$

$$Q3 = m2 \times C_{pm}(l) \times dT = 0,1 \times 4 \times 17 = 6,8 \text{ kJ}$$

$$Q2 = Q4 - Q1 - Q3 = 40 - 4,6 - 6,8 = 28,6 \text{ kJ}$$

Etant donné que :

$$Q2 = m2 \times h(sl)$$

On peut déduire la Valeur de l'enthalpie massique de changement d'état solide/liquide  $h_{sl}$  de l'eau :

$$h(sl) = \frac{Q2}{m2} = \frac{28,6}{0,1} = 286 \text{ kJ.kg}^{-1}.$$

**A FAUX**

**B VRAI**

**C FAUX**

**D FAUX**

**E FAUX**

### Question 6 : BCDE

Parmi les affirmations suivantes concernant l'atome, la(les)quelle(s) est(sont) correcte(s) ?

- A. La taille du noyau est de l'ordre de l'Angström
- B. Les particules élémentaires sont soit des fermions, soit des bosons
- C. L'électron est un lepton
- D. Les quarks se distinguent par leurs saveurs et sont chargés électriquement
- E. Les bosons sont plus lourds que les électrons

**A FAUX**, cela correspond à la taille de l'atome

**B VRAI**

**C VRAI**

**D VRAI**

**E VRAI**

### **Question 7 : CD**

Parmi les affirmations suivantes concernant le noyau atomique, la(les)quelle(s) est(sont) correcte(s) ?

- A. Tous les noyaux sont constitués de proton et de neutron
- B. Deux isobares ont le même nombre de protons
- C. L'unité de masse atomique  $u$ , représentant  $1/12^{\text{ème}}$  de la masse réelle d'un atome de  $^{12}\text{C}$  soit  $1,66 \cdot 10^{-27}$  kg, a une énergie équivalente de 1 GeV
- D. Le  $^{56}\text{Fe}$  est stable car son énergie de liaison par nucléon est de l'ordre de 8,8 MeV
- E. La fusion nucléaire provient de la désintégration des noyaux lourds.

**A FAUX** Le noyau d'hydrogène n'est constitué que d'un seul proton et zéro neutron.

**B FAUX** Deux isobares ont le même nombre de nucléons (protons+neutrons).

**C VRAI**

**D VRAI** Pour les noyaux stables,  $B/A$  est environ égale à 8 MeV

**E FAUX** C'est la fission nucléaire qui provient de la désintégration des noyaux lourds. La fusion nucléaire correspond à l'union de deux noyaux légers en un noyau plus lourd.

### **Question 8 : C**

La particule alpha ayant une masse de 4 u, quel est le défaut de masse  $\Delta M$  du noyau d'hélium ? On donne :  $m_n = 1,008665$  u et  $m_p = 1,007276$  u

- A.  $\Delta M = 0,05$  u
- B.  $\Delta M = 0,04$  u
- C.  $\Delta M = 0,03$  u
- D.  $\Delta M = 0,02$  u
- E.  $\Delta M = 0,01$  u

Pour le noyau de la particule alpha :

Neutron :  $2 \times m_n = 2 \times 1,008665$  u

Proton :  $2 \times m_p = 2 \times 1,007276$  u

On obtient donc :

$$2 \times 1,008665 u + 2 \times 1,007276 u = 4,031882 u$$
$$\Delta M = 4,031882 u - 4u = 0,03 u$$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C VRAI**

**D FAUX**

**E FAUX**

### **Question 9 : BDE**

Parmi les propositions suivantes concernant les phénomènes de désintégration radioactive, quelle(s) est (sont) celle(s) exacte(s) ?

- A. L'émission  $\beta^-$  correspond à la transformation nucléaire d'un proton en neutron.
- B. L'émission  $\beta^+$  est accompagnée de l'émission d'un neutrino.
- C. L'émission  $\beta^-$  nécessite une énergie libre supérieure à 1,022 MeV pour se produire.
- D. La capture électronique se produit lorsque le noyau a trop de protons.
- E. Lors d'une émission de particule alpha, l'énergie libérée est partagée entre l'énergie de recul du noyau et celle de la particule alpha.

**A FAUX.** La transformation  $\beta^-$  correspond à la transformation nucléaire d'un neutron en proton.

**B VRAI** Lors de cette transformation nucléaire, un proton se transforme en un neutron avec émission d'une particule  $\beta^+$  et d'un neutrino électronique  $\nu_e$ .

**C FAUX** c'est la transformation  $\beta^+$  qui nécessite une énergie  $>1,022$  MeV. D'ailleurs, Si l'énergie disponible est supérieure à 1,022 MeV, il y a compétition entre CE et  $\beta^+$

**D VRAI** Par interaction faible, un proton se transforme en un neutron par capture d'un électron du cortège électronique.

**E VRAI** Ce différentiel donnera la vitesse à laquelle la particule alpha va partir en emportant l'énergie sous forme d'énergie cinétique.

### **Question 10 : C**

On injecte de l'iode 131 à un patient pour traiter sa thyroïde, quelle est la période effective sachant que la période physique de  $^{131}\text{I}$  est de 8 jours et sa période biologique est de 4 jours ?

- A. 128 heures
- B. 92 heures
- C. 64 heures
- D. 32 heures
- E. 6 heures

On cherche la période effective :  $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{biol}} + \frac{1}{T_{phy}} \rightarrow \frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{T_{eff}} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$

$T_{eff} = \frac{8}{3}$  jours.  $\rightarrow T_{eff} = \frac{8}{3} \times 24 = 64 \text{heures}$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C VRAI**

**D FAUX**

## E FAUX

### Question 11: ACE

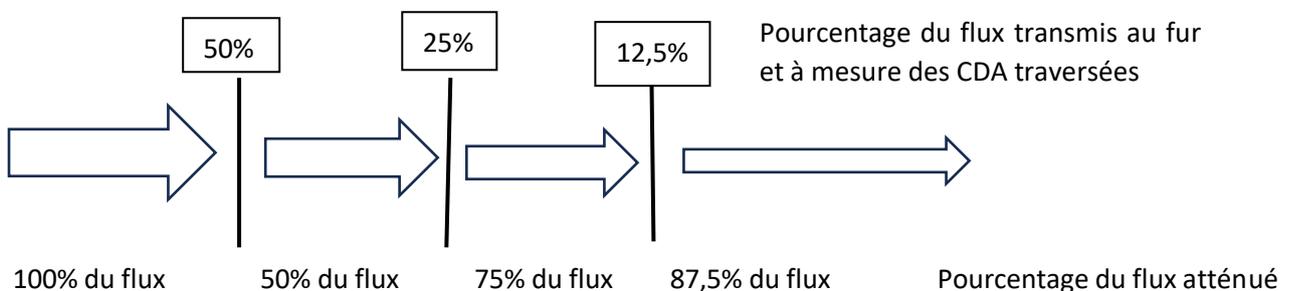
Soit une source radioactive qui émet des rayons gamma de faible énergie. On considère que 87,5% de ce flux est atténué par un écran en plomb de 6 mm d'épaisseur. Parmi les propositions suivantes, la(les)quelle(s) est (sont) exacte(s) ?

- A. La couche de demi-atténuation dépend de l'énergie des photons.
- B. La couche de demi-atténuation est proportionnelle au coefficient d'atténuation massique.
- C. Un écran en plomb de 2 cm d'épaisseur ne laissera passer que  $1/1024^{\text{ème}}$  du flux de photons.
- D. Un autre matériau de 6 mm d'épaisseur dont la couche de demi-atténuation est égale à 3 mm atténuera plus ce flux de photons qu'un écran en plomb de même épaisseur.
- E. Les photons émis par cette source sont essentiellement atténués dans la matière par effet photo-électrique.

**A VRAI** Cette distance dépend en effet de l'énergie des photons incident, ainsi que des propriétés du matériau traversé, comme sa densité. Plus l'énergie des photons est élevée, plus la demi-atténuation tend à être grande, car les photons de haute énergie ont tendance à pénétrer plus profondément dans le matériau avant d'être absorbés ou dispersés.

**B FAUX** La couche de demi-atténuation est inversement proportionnelle au coefficient d'atténuation massique. En effet, on sait que  $x_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\mu} = \frac{\ln(2)}{\mu_m \times \rho}$ . Par la logique, on comprend bien que plus le coefficient d'atténuation massique est grand, plus vite les rayons seront arrêtés donc plus la CDA sera petite.

**C VRAI** On sait que 6 mm atténue de 87,5% un flux.



Donc à la suite de la troisième CDA, nous avons 12,5% du flux qui est transmis. Cela veut dire qu'il y a eu  $100\% - 12,5\% = 87,5\%$  du flux atténué. Cela veut dire que pour atténuer un flux à 87,5%, il faut interposer trois CDA. Donc on conclut qu'une plaque de plomb de 6mm correspond à 3 CDA. On cherche alors à savoir à combien de CDA correspond 2cm de plomb.

6mm	3 CDA
2cm = 20 mm	10 CDA

On obtient donc  $20 \times 3 / 6 = 10$  CDA. 2cm de plomb correspond à 10 CDA. Maintenant, on veut savoir de combien le flux est atténué par 10 CDA ! Pour cela on utilise la formule classique  $\rightarrow \vartheta t = \frac{\vartheta^0}{2^n}$  avec n le nombre de CDA.  $\vartheta t = \frac{\vartheta^0}{2^{10}} = \vartheta t = \frac{\vartheta^0}{1024}$ . Le flux de départ est bien divisé par 1024 lorsqu'il traverse une plaque de plomb de 2cm.

**D FAUX** Plus la CDA est fine, plus le matériau est « efficace » pour atténuer le flux. Notre plaque de plomb de 6mm correspond à trois CDA, donc 2mm correspondent à 1 CDA. Ici, la CDA de l'autre matériau est de 3mm. Il atténue moins que le plomb car 6mm de sa plaque forme 2 CDA contre 3 CDA pour le plomb.

**E VRAI** « Soit une source radioactive qui émet des rayons gamma de faible énergie », qui dit faible énergie, dit effet photo électrique !

### Question 12 : BCDE

Le fluor-18 ( $^{18}\text{F}$ ) se désintègre soit par capture électronique (3,14%), soit par émission  $\beta^+$ . Dans les deux cas, il se forme de l'oxygène 18 ( $^{18}\text{O}$ ). La période du fluor-18 est d'environ 110 min.

On donne :

- la masse de l'atome de  $^{18}\text{F}$  : 18,000938 u
- la masse de l'atome de  $^{18}\text{O}$  : 17,999161 u
- L'unité de masse atomique  $m_u$  et la célérité  $c$  :  $m_u \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$  et  $\ln 2 = 0,69$

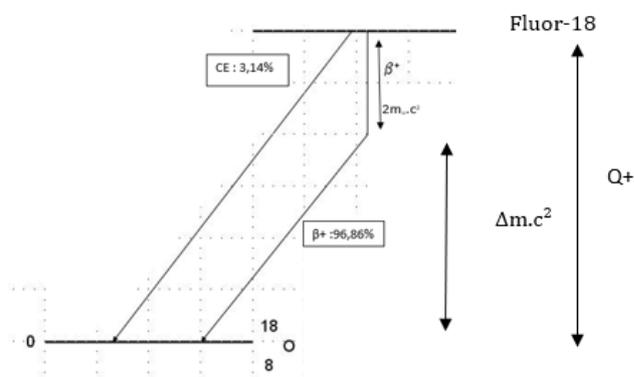
Parmi les affirmations suivantes, la(les)quelle(s) est(sont) correcte(s) ?

- A. Le fluor-18 présente un excès de neutrons par rapport aux protons, d'où l'instabilité nucléaire.
- B. La capture électronique et la désintégration  $\beta^+$  sont des réactions isobariques.
- C. Lors de la désintégration  $\beta^+$  du fluor-18, l'énergie libérée est égale à 1,66 MeV.
- D. La valeur de l'énergie cinétique maximale des particules  $\beta^+$  est égale à 0,633 MeV.
- E. La constante radioactive du fluor-18 est d'environ  $10^{-4} \text{ s}^{-1}$ .

**A FAUX** Le fluor-18 se désintègre en CE, ce qui correspond au passage d'un proton en un neutron, car il y a excès de protons et non pas de neutrons.

**B VRAI** Les transformations isobariques sont celles au cours desquelles le nombre de masse A du nucléide final est identique à celui du nucléide initial. Cela est valable pour les désintégrations  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  et la capture électronique.

**C VRAI**



L'énergie totale de la transformation totale  $\beta^+$  vaut  $\Delta m c^2$ .

$\Delta m = 18,000938 \text{ u} - 17,999161 \text{ u} \rightarrow \Delta m = 1,777 \cdot 10^{-3} \text{ u}$  donc  $\Delta m c^2 = 1,777 \cdot 10^{-3} \cdot 931,5 = 1,66 \text{ MeV}$ .

**D VRAI** L'énergie cinétique totale, elle correspond à  $Q = \Delta m \cdot c^2 - 2m_e \cdot c^2$ .

$Q = 1,66 - 2m_e \cdot c^2$  avec  $2m_e \cdot c^2 = 1,022 \text{ MeV}$  car  $m_e \cdot c^2 = 0,511 \text{ MeV}$

$Q = 1,66 - 1,022 = 0,633 \text{ MeV}$ . (Tu obtiens exactement 0,633 si tu prends  $\Delta m c^2 = 1,6552755 \text{ MeV}$ .)

**E VRAI** La constante radioactive se détermine grâce à la formule  $\ln(2) = \lambda \cdot T$ . On multiplie 110min par 60 pour le convertir en seconde.

$$\rightarrow \lambda = \ln(2)/T \rightarrow \lambda = \frac{0,69}{(110 \times 60)} = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}.$$

### Question 13 :

Deux compartiments A et B, d'un litre chacun, sont séparés par une membrane dialysante. Les deux compartiments sont à la température de 27°C. On dissout dans A du chlorure de sodium, et dans B du chlorure de sodium et une macromolécule chargée. A l'équilibre, on constate une concentration de 95 mmol.L<sup>-1</sup> de NaCl en A et 265 meq.L<sup>-1</sup> de Na<sup>+</sup> en B. On note qu'il s'exerce du côté B une pression de 250000 Pa.

On prendra  $RT = 2500$ .

Cochez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A. La concentration de Cl<sup>-</sup> en B est de 100 mmol.L<sup>-1</sup>
- B. La concentration de macromolécule en B est de 24 mmol.L<sup>-1</sup>
- C. La macromolécule porte 10 charges négatives
- D. Le différentiel de potentiel  $V_A - V_B$  au niveau de la membrane dialysante est négatif
- E. Il n'existe pas de différence de potentiel au niveau de la membrane

Cet exercice nous a posé des problèmes de correction. Nous avons contacté le Pr. Janier pour qu'il statue sur les bonnes réponses à cet exercice. Nous revenons vers vous dès que possible.

### Question 14 : B

Pour une température donnée, un tube horizontal de diamètre 8 mm est rempli avec une huile de masse volumique 900 kg.m<sup>-3</sup> et comporte deux tubes verticaux distants l'un de l'autre de 600 mm. Pour un débit de 4.10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, la différence de hauteur de l'huile entre les deux tubes verticaux est de 300 mm. On suppose que l'écoulement est laminaire ( $\pi=3$  et  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$ ).

Quelle est la valeur de la viscosité de cette huile ?

- A. 0,053 Pa.s
- B. 0,108 Pa.s
- C. 0,185 Pa.s
- D. 0,231 Pa.s
- E. 0,319 Pa.s

Pour trouver la viscosité de cette huile, on utilise la formule  $\Delta P = R \cdot D$  avec R la résistance à l'écoulement qui est égal à  $\frac{8\eta l}{\pi r^4}$  soit :

$$\Delta P = \frac{8\eta l}{\pi r^4} \cdot D$$

$$\frac{\Delta P}{D} = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$$

$$\eta = \frac{\Delta P}{D} \times \frac{\pi r^4}{8l}$$

$$\eta = \frac{\rho g \Delta h}{D} \times \frac{\pi r^4}{8l}$$

$$\eta = \frac{900 \times 10 \times 300 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-6}} \times \frac{3 \times (4 \times 10^{-3})^4}{8 \times 600 \cdot 10^{-3}}$$

$$\eta = 675 \cdot 10^6 \times \frac{1}{625 \cdot 10^7}$$

$$\eta = 0.108$$

**A FAUX**

**B VRAI**

**C FAUX**

**D FAUX**

**E FAUX**

### **Question 15 : BDE**

Soit une artère avec un débit de  $6 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ . Elle se divise en 100 artérioles supposées identiques et parallèles, de rayon  $0,4 \text{ mm}$  et de longueur  $2 \text{ cm}$ . On supposera l'écoulement laminaire. ( $\eta_{\text{sang}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ,  $\pi = 3,14$ )

Parmi les affirmations suivantes, la(les)quelle(s) est(sont) correcte(s) ?

- A. La résistance du réseau capillaire est environ  $5,5 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$
- B. La résistance du réseau capillaire est environ  $7,96 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$
- C. La perte de charge entre l'entrée et la sortie du réseau capillaire est environ  $5,5 \text{ Pa}$
- D. La perte de charge entre l'entrée et la sortie du réseau capillaire est environ  $7,96 \text{ Pa}$
- E. Si une sténose diminue le diamètre de l'artère par 2, alors pour maintenir le débit initial donné dans l'énoncé, les artérioles se vasodilataient pour augmenter leur rayon par 2

Pour calculer la résistance du réseau capillaire, on utilise la formule  $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$  en utilisant les unités internationales. On commence par calculer la résistance dans une artériole :

$$R_1 = \frac{8 \times 4 \cdot 10^{-3} \times 2 \cdot 10^{-2}}{3,14 \times (0,4 \cdot 10^{-3})^4} = 7,96 \cdot 10^9 \text{ USI}$$

Comme on souhaite calculer la résistance de tout le réseau capillaire (100 artérioles identiques donc  $R_1 = R_2 = \dots = R_{100}$ ), on utilise la formule des résistances en dérivation (= en parallèle), soit :

$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \sum \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_{100}}$$

$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} \times 100$$

$$R_{\text{tot}} = \frac{R_1}{100}$$

$$R_{tot} = \frac{7,96 \cdot 10^9}{100} = 7,96 \cdot 10^7 \text{ Pa.s.m}^{-3}$$

**A FAUX**

**B VRAI** La perte de charge se calcule grâce à la formule  $\Delta P = R_{tot} \times D$

Puisque le débit est constant (équation de continuité) et l'écoulement laminaire,

$$\Delta P = R_{tot} \times D$$

$$\Delta P = 7,96 \cdot 10^7 \times \frac{6 \cdot 10^{-6}}{60} = 7,96 \text{ Pa}$$

**C FAUX**

**D VRAI**

**E VRAI** Du côté de l'artère : Si le diamètre de l'artère est divisé par 2, la résistance au niveau de l'artère est multipliée par 16.

Du côté des artérioles : Si les artérioles se vasodilataient pour augmenter leur rayon par 2, la résistance d'une artériole est divisée par 16. Autrement dit, en notant  $R_2$  la résistance d'une artériole dans cette nouvelle situation, on a  $R_2 = \frac{8\eta l}{\pi(2r)^4} = \frac{8\eta l}{\pi \times 16r^4} = \frac{R_1}{16}$ . Donc la résistance totale du réseau artériolaire est également divisée par 16 :  $R_{tot2} = \frac{R_{tot}}{16}$ .

En résumé, pour maintenir le débit sanguin initial à travers le réseau vasculaire, malgré l'augmentation de la résistance due à la sténose, les artérioles en aval de la sténose doivent se vasodilater pour compenser la diminution du rayon de l'artère et ainsi réduire la résistance globale du système. En augmentant leur rayon, les artérioles réduisent leur résistance et permettent au débit sanguin de rester constant malgré la sténose.