

Université Claude Bernard  Lyon 1



# Tutorat Lyon Est

Année Universitaire 2020 - 2021

## Unité d'Enseignement 6

Examens Terminaux

Correction détaillée

Maxence ANDRIEUX  
Coline LALOY-BORGNA  
Stanislas TCHINDOU

## Correction rapide

<u>Questions</u>	<u>Réponses</u>
1	D
2	B
3	D
4	D
5	E
6	E
7	D
8	D
9	BCDE
10	A
11	BD
12	C
13	AD
14	D
15	AE
16	RIEN
17	ADE
18	BC
19	ACE
20	BCE
21	ABD
22	AD
23	AE
24	ACD
25	C
26	E

### Question 1 – (QRU) : D

Soit une mole de gaz parfait subissant une transformation réversible de l'état 1 ( $p_1 = 10^5$  Pa,  $V_1 = 0,2$  L) à l'état 2 ( $p_2 = 10^6$  Pa,  $V_2 = 0,1$  L).

On note  $C_V$  (en  $J.K^{-1}$ ) la capacité thermique à volume constant (supposée constante) du gaz parfait.

On donne  $R \approx 8 J.K^{-1}.mol^{-1}$ , avec  $R$  la constante des gaz parfaits.

Quelle est la variation d'énergie interne (en joule) du gaz lorsqu'il passe de l'état 1 à l'état 2 ?

- A.  $\Delta U_{12} = 0,01 C_V$
- B.  $\Delta U_{12} = 0,1 C_V$
- C.  $\Delta U_{12} = 1 C_V$
- D.  $\Delta U_{12} = 10 C_V$
- E.  $\Delta U_{12} = 100 C_V$

Pour commencer il faut se rappeler les formules :

$$\Delta U = C_V \Delta T = \frac{3}{2} n R \Delta T$$

Ici on nous demande l'expression de  $\Delta U_{1 \rightarrow 2}$  en fonction de  $C_V$ , donc on aura :

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V (T_2 - T_1)$$

$$\text{Or } P_1 \times V_1 = n R T_1 \text{ donc } T_1 = \frac{P_1 \times V_1}{n R}$$

$$\text{Et } P_2 \times V_2 = n R T_2 \text{ donc } T_2 = \frac{P_2 \times V_2}{n R}$$

D'où :

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{P_2 \times V_2}{n R} - \frac{P_1 \times V_1}{n R} \right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{P_2 \times V_2 - P_1 \times V_1}{n R} \right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{10^6 \times 10^{-1} \times 10^{-3} - 10^5 \times 2 \times 10^{-1} \times 10^{-3}}{1 \times 8} \right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{10^6 \times 10^{-1} \times 10^{-3} - 10^5 \times 2 \times 10^{-1} \times 10^{-3}}{1 \times 8} \right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{10^2 - 2 \times 10^1}{8} \right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{100 - 20}{8} \right)$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \left( \frac{80}{8} \right) = 10 C_V$$

**A FAUX**

**B FAUX**

C FAUX

D VRAI

E FAUX

### Question 2 - (QRU) : B

Soit une transformation adiabatique réversible d'une mole de gaz parfait monoatomique d'un état d'équilibre 1 ( $p_1 = 10^6$  Pa) vers un état d'équilibre 2 ( $p_2 = 10^4$  Pa,  $V_2 = 1$  L). On admettra que le rapport  $C_p/C_v \approx 2$ , avec  $C_p$  la capacité thermique à pression constante et  $C_v$  la capacité thermique à volume constant.

Quelle est la valeur du volume  $V_1$  lorsque le gaz est dans l'état 1 ?

- A.  $V_1 = 0,01$  L
- B.  $V_1 = 0,1$  L
- C.  $V_1 = 1$  L
- D.  $V_1 = 10$  L
- E.  $V_1 = 100$  L

Dans cet exercice, on se retrouve dans le cas d'une transformation qui nous fait passer d'un état 1 à un état 2. Ici en connaissant les pressions 1 et 2 et le volume de l'état 2, on nous demande le volume initial.

Pour cela, on identifie le type de transformation : adiabatique réversible. Celle-ci doit nous faire penser à la loi de Laplace, qui nous dit que : pour ce type de transformation,  $PV^\gamma = cste$ . On a toutes les informations dans l'énoncé (à convertir en USI !) pour résoudre ce problème :

$$P_1 = 10^6 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 10^4 \text{ Pa}$$

$$V_2 = 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

On peut appliquer notre loi de Laplace :

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{P_2 V_2^2}{P_1}}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{10^4 \times (10^{-3})^2}{10^6}}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{10^{-2}}{10^6}} = \sqrt{10^{-8}} = 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,1 \text{ L.}$$

B VRAI

### Question 3 - (QRU) : D

Soit un système composé de  $n$  moles de gaz, supposé parfait. On suppose que le gaz subit une transformation isotherme mécaniquement réversible de l'état 1 ( $p_1 = 10^5$  Pa,  $V_1 = 1$  L) à l'état 2 ( $p_2 = 10^6$  Pa,  $V_2 = 0,1$  L).

Quel est, en joule, le travail  $W_{12}$  échangé lorsque le gaz passe de l'état 1 à 2 ?

- A.  $W_{12} = 0,1 \times \ln(0,1)$
- B.  $W_{12} = 10 \times \ln(10)$
- C.  $W_{12} = 10 \times \ln(100)$
- D.  $W_{12} = 100 \times \ln(10)$
- E.  $W_{12} = 100 \times \ln(100)$

Selon l'énoncé, nous avons  $n$  moles de gaz qui passent d'un état 1 à un état 2 par un transformation isotherme réversible. Pour ce type de transformation, le travail vaut :

$$W_{1 \rightarrow 2} = -nRT \times \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

En fonction de la pression, cela donne :

$$W_{1 \rightarrow 2} = nRT \times \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

On ne connaît ni  $n$  ni  $T$  mais cela ne nous pose pas de problème vu qu'ils se simplifient. Étant donné que la transformation est isotherme :

$$T = T_1 = T_2 = \frac{P_1 \times V_1}{nR} = \frac{P_2 \times V_2}{nR}$$

Ainsi, en fonction de  $P_1$  et de  $V_1$ ,

$$W_{1 \rightarrow 2} = \cancel{nR} \times \frac{P_1 \times V_1}{\cancel{nR}} \times \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = P_1 \times V_1 \times \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = 10^2 \times \ln\left(\frac{10^6}{10^5}\right)$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = 100 \times \ln(10)$$

On aurait trouvé le même résultat en prenant  $P_2$  et  $V_2$ .

**Item D VRAI**

### Question 4 - (QRU) : D

Soit un gaz parfait à la pression  $p_1 = 2 \cdot 10^5$  Pa occupant initialement un volume  $V_1 = 8$  L à la température  $T_1 = 100$  K. On comprime ce gaz de façon isotherme jusqu'à une pression  $p_2 = 2 p_1$ . Quel est alors le volume final  $V_2$  du gaz ?

On donne  $R \approx 8 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ , avec R la constante des gaz parfaits.

- A.  $V_2 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- B.  $V_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- C.  $V_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- D.  $V_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- E.  $V_2 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

Dans cet exercice, on se retrouve dans le cas d'une transformation qui nous fait passer d'un état 1 à un état 2. En connaissant les pressions 1 et 2 et le volume initial, on nous demande le volume final du gaz.

On prend des notes sur son brouillon :

Etat 1	Etat 2
$P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$P_2 = 2 P_1 = 2 \times 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
$V_1 = 8 \text{ L} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$V_2$ inconnu
$T_1$	$T_2 = T_1$

On identifie une information importante : la transformation est isotherme, ce qui signifie que T est constante. En reprenant la loi des gaz parfaits  $PV = nRT$ , on peut dire que le produit PV est constant. En effet, n et R sont des constantes dans toutes les transformations, et T ici est constante (transformation isotherme). On a donc  $PV = \text{cste}$ .

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{2 P_1}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{2} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

**D VRAI**

### Question 5 - (QRU) : E

Soit une mole de gaz parfait monoatomique subissant une transformation isobare, lui permettant de passer d'un état d'équilibre 1 ( $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ K}$ ,  $V_1 = 80 \text{ L}$ ) à un état d'équilibre 2 ( $T_2 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ K}$ ,  $V_2 = 100 \text{ L}$ ).

On admettra que le coefficient adiabatique  $\gamma \approx 2$  (en réalité il vaut  $5/3$  pour un gaz monoatomique) et que  $R \approx 8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ , avec  $R$  la constante des gaz parfaits.

Quel est la valeur, en joule, de la variation d'enthalpie de ce gaz lorsqu'il passe de l'état 1 à 2 ?

- A.  $\Delta H_{12} = 0,8$
- B.  $\Delta H_{12} = 8$
- C.  $\Delta H_{12} = 80$
- D.  $\Delta H_{12} = 800$
- E.  $\Delta H_{12} = 8000$

Selon l'énoncé, nous avons 1 mole de gaz qui passent d'un état 1 à un état 2 par une transformation isobare. Pour ce type de transformation, la variation d'enthalpie vaut :

$$dH_{1 \rightarrow 2} = C_p \times dT$$

On ne connaît pas  $C_p$ , mais on peut le retrouver avec les valeurs de l'énoncé. En effet, d'après le cours :

$$C_p = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$$

Sans apprendre cette formule, on peut la retrouver avec les inégalités  $C_p - C_v = nR$  et  $\gamma = C_p/C_v$ .

On a donc,

$$C_p = 2nR$$

Comme  $n = 1$  mole et  $R = 8 \text{ USI}$ ,

$$C_p = 16 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

Il ne nous reste plus qu'à calculer la variation d'enthalpie,

$$dH_{1 \rightarrow 2} = 16 \times (T_2 - T_1)$$

$$dH_{1 \rightarrow 2} = 16 \times 0,5 \times 10^3$$

$$dH_{1 \rightarrow 2} = 8000 \text{ J}$$

**Item E VRAI**

### Question 6 : E

Dans un premier temps, on fait subir à une mole de gaz parfait une transformation irréversible d'un état d'équilibre 1 à un état d'équilibre 2. L'entropie reçue par le système thermodynamique au cours de cette transformation est  $S^{reçue} = 100 \text{ J.K}^{-1}$ .

Dans un second temps, cette même mole de gaz parfait subit une transformation isochore entre les mêmes états d'équilibre 1 et 2 que précédemment. On donne état 1 ( $p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = 400 \text{ K}$ ) et état 2 ( $p_2 = 10^6 \text{ Pa}$ ,  $T_2 = 500 \text{ K}$ ).

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

Quelle est, en joules, l'entropie créée,  $S^{créée}$ , au cours de la transformation irréversible ?

- A.  $S^{créée} = 0$
- B.  $S^{créée} = C_v \times \ln(4/5) + 100$
- C.  $S^{créée} = C_v \times \ln(5/4) + 100$
- D.  $S^{créée} = C_v \times \ln(4/5) - 100$
- E.  $S^{créée} = C_v \times \ln(5/4) - 100$

Selon l'énoncé, nous avons 1 mole de gaz qui passe d'un état 1 à un état 2 par une transformation isochore irréversible. Pour ce type de transformation, la variation d'entropie vaut :

$$\Delta S = C_v \times \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR \times \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

La mole de gaz parfait subit une transformation irréversible, de fait :

$$S^{créée} > 0$$

Donc **Item A FAUX**.

La formule qui lie la variation d'entropie et  $S^{créée}$  est :

$$\Delta S = S^{reçue} + S^{créée}$$

On isole  $S^{créée}$  (la donnée que l'on cherche), cela donne :

$$S^{créée} = \Delta S - S^{reçue}$$

$$S^{créée} = C_v \times \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR \times \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) - S^{reçue}$$

On sait que la transformation est isochore, on peut donc supprimer le terme faisant intervenir le volume ( car  $\ln(1) = 0$  ) :

$$S^{créée} = C_v \times \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) - S^{reçue}$$

$$S^{créée} = C_v \times \ln\left(\frac{500}{400}\right) - 100$$

$$S^{créée} = C_v \times \ln\left(\frac{5}{4}\right) - 100$$



## Item E VRAI

### Question 7 – (QRU) : D

Soit une solution idéale composée d'un solvant A et d'un soluté B. On précise que le nombre de moles de soluté est égal à  $n_{\text{soluté}} = 0,001$  mole et que la masse du solvant est  $m_{\text{solvant}} = 10^{-3}$  kg. On indique également que la température d'ébullition du solvant pur est  $T_0 = 393$  K. La constante ébullioscopique du solvant est égale à  $K_{\text{eb}} = 5$  K.kg.mol<sup>-1</sup>.

Quelle est la température d'ébullition,  $T$ , du mélange AB ?

- A.  $T = 395$  K
- B.  $T = 396$  K
- C.  $T = 397$  K
- D.  $T = 398$  K
- E.  $T = 399$  K

$$\Delta T = T_{\text{eb}} - T_{\text{eb}}^0 = K_{\text{eb}} \times m_{\text{soluté}}$$

Or  $m_{\text{soluté}} = \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}}$

Et ici,  $T_{\text{eb}}^0 = T_0$

On cherche  $T_{\text{eb}}$  donc :

$$T_{\text{eb}} = K_{\text{eb}} \times \frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}} + T_0$$

$$T_{\text{eb}} = 5 \times \frac{10^{-3} \text{ mol}}{10^{-3} \text{ kg}} + 393$$

$$T_{\text{eb}} = 393 + 5 = 398 \text{ K}$$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C FAUX**

**D VRAI**

**E FAUX**

### Question 8 - (QRU) : D

A partir des trois constantes fondamentales  $c$  (célérité),  $G$  (gravitation),  $h$  (Planck), on peut définir un temps fondamental  $t$  (temps de Planck) tel que :  $t = c^\alpha G^\beta h^\gamma$

Déterminer par analyse dimensionnelle, les valeurs numériques des exposants  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .

- A.  $\alpha = 1/2$        $\beta = -1/2$        $\gamma = 1/2$
- B.  $\alpha = -1/2$        $\beta = -1/2$        $\gamma = 1/2$
- C.  $\alpha = 0$        $\beta = 1/2$        $\gamma = 1/2$
- D.  $\alpha = -5/2$        $\beta = 1/2$        $\gamma = 1/2$
- E.  $\alpha = -5/2$        $\beta = 1/2$        $\gamma = -1/2$

Cet exercice de métrologie est un classique pour lequel il faut toujours employer la même méthode.

Premièrement, on détermine les dimensions des grandeurs en jeu dans l'équation :

- Dimension de  $t$  : [T]
- Dimension de  $c$  : la célérité est une vitesse, en  $m.s^{-1}$  donc sa dimension est  $L.T^{-1}$ .
- Dimension de  $G$  :  $F = \frac{mm'}{d^2} . G \Leftrightarrow G = \frac{F.d^2}{mm'} \Leftrightarrow [G] = \frac{MLT^{-2}.L^2}{M^2} = M^{-1}.L^3.T^{-2}$
- Dimension de  $h$  :  $E = h.v \Leftrightarrow h = \frac{E}{v} \Leftrightarrow [h] = \frac{[E]}{[v]} = \frac{M.L^2.T^{-2}}{T^{-1}} = M.L^2.T^{-1}$

On a donc :

$$\begin{aligned} [t] &= [c]^\alpha [G]^\beta [h]^\gamma \\ T &= (LT^{-1})^\alpha (M^{-1}L^3T^{-2})^\beta (ML^2T^{-1})^\gamma \\ T &= L^\alpha T^{-1\alpha} . M^{-1\beta} L^{3\beta} T^{-2\beta} . M^\gamma L^{2\gamma} T^{-1\gamma} \end{aligned}$$

On regroupe par dimension :

$$T = L^{\alpha+3\beta+2\gamma} . T^{-1\alpha-2\beta-1\gamma} . M^{-1\beta+\gamma}$$

On peut donc établir le système d'équations suivant :

$$\begin{aligned} &\begin{cases} \alpha + 3\beta + 2\gamma = 0 \\ -1\alpha - 2\beta - 1\gamma = 1 \\ -1\beta + \gamma = 0 \end{cases} \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha + 3\beta + 2\gamma = 0 \\ -1\alpha - 2\beta - 1\gamma = 1 \\ \gamma = \beta \end{cases} \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha + 3\beta + 2\beta = 0 \\ -\alpha - 2\beta - \beta = 1 \\ \gamma = \beta \end{cases} \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha + 5\beta = 0 \\ -\alpha - 3\beta = 1 \\ \gamma = \beta \end{cases} \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha = -5\beta \\ -\alpha - 3\beta = 1 \\ \gamma = \beta \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha = -5\beta \\ 5\beta - 3\beta = 1 \\ \gamma = \beta \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha = -5\beta \\ 2\beta = 1 \\ \gamma = \beta \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha = -\frac{5}{2}\beta \\ \beta = \frac{1}{2} \\ \gamma = \frac{1}{2} \end{cases}$$

En résolvant ce système, on trouve la réponse **D vraie**.

### Question 9 : BCDE

La dimension

- A. D'un angle plan est L
- B. D'une pression est  $M.L^{-1}.T^{-2}$
- C. D'une année lumière est L
- D. D'une force par unité de longueur est  $M.T^{-2}$
- E. D'une dose absorbée est  $L^2.T^{-2}$

**A FAUX** Un angle plan a une unité (le radian) mais pas de dimension.

**B VRAI** Une pression représente une force sur une surface, donc :

$$[P] = \frac{[F]}{[S]}$$

$$[P] = \frac{[m\vec{a}]}{[S]}$$

$$[P] = \frac{MLT^{-2}}{L^2}$$

$$[P] = ML^{-1}T^{-2}$$

**C VRAI** Une année lumière est une distance, sa dimension est donc bien L. Elle représente la distance parcourue par la lumière en une année, soit  $9,46 \times 10^{15}$  m.

**D VRAI** La dimension d'une force par unité de longueur vaut :

$$\left[\frac{F}{L}\right] = \frac{MLT^{-2}}{L}$$

$$\left[\frac{F}{L}\right] = MT^{-2}$$

**E VRAI** La dose absorbée représente une énergie reçue par unité de masse. Sa dimension vaut donc  $L^2.T^{-2}$ .

### **Question 10 - (QRU) : A**

Du sang considéré comme un fluide newtonien s'écoule en régime laminaire avec un débit  $D_0$  à travers un capillaire de rayon  $r_0$  et de longueur  $l_0$ . Quel serait le débit  $D_1$  du sang s'il s'écoulait à travers un capillaire de rayon  $r_1 = 2r_0$  et de longueur  $l_1 = 16 l_0$ , la différence de pression entre les deux extrémités du capillaire restant la même ?

- A.  $D_0$
- B.  $2 D_0$
- C.  $4 D_0$
- D.  $16 D_0$
- E. il manque une ou plusieurs données pour réaliser le calcul

On sait que :

$$\Delta P = D \times R$$

$$D = \frac{1}{R} \times \Delta P$$

$$D = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{r^4}{l} \times \Delta P$$

$$D'où : D_0 = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{r_0^4}{l_0} \times \Delta P_0$$

$$\text{Et } D_1 = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{r_1^4}{l_1} \times \Delta P_1$$

La différence de pression reste la même aux extrémités des deux capillaires donc  $\Delta P_0 = \Delta P_1$

$$\text{Ainsi : } D_1 = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{r_1^4}{l_1} \times \Delta P_0$$

Ensuite, en remplaçant les valeurs de  $r_1$  et  $l_1$  en fonction de  $r_0$  et  $l_0$ , on a :

$$D_1 = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{(2r_0)^4}{(16l_0)} \times \Delta P_0$$

$$D_1 = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{16r_0^4}{16l_0} \times \Delta P_0$$

$$D_1 = \frac{\pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{r_0^4}{l_0} \times \Delta P_0$$

On remarque qu'on a :

$$D_1 = D_0$$

A VRAI

B FAUX

C FAUX

D FAUX

E FAUX

### Question 11 : BD

Le cœur d'un patient bat 72 fois par minute. A chaque battement un volume de 70 mL de sang est éjecté dans l'aorte de section  $4 \text{ cm}^2$ . Plus loin dans le réseau sanguin, le sang pénètre dans un réseau d'artérioles dont la section totale est de  $20 \text{ cm}^2$ . En supposant que le système ne présente pas de fuite :

- A. La vitesse du sang dans l'aorte est de  $15 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- B. La vitesse du sang dans l'aorte est de  $21 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- C. La vitesse du sang dans les artérioles est de  $2,1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- D. La vitesse du sang dans les artérioles est de  $4,2 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- E. Le calcul est impossible, la section totale des artérioles ne peut pas être supérieure à celle de l'aorte.

Ici, on est face à un exercice sur la formule de continuité du débit :  $D = S \cdot v$ .

On nous demande d'abord la vitesse dans sang dans l'aorte. Il nous faut donc sa section et le débit. La section de l'aorte est donnée dans l'énoncé :  $4 \text{ cm}^2$ , et le débit peut être calculé.

On sait que le Coeur bat 72 fois en une minute et qu'à chaque battement 70 mL sont éjectés. Donc le volume total éjecté en une minute est  $70 \times 72 \text{ mL}$  :

$$D = \frac{V}{t}$$
$$D = \frac{70 \text{ mL} \times 72}{1 \text{ min}}$$
$$D = \frac{70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \times 72}{60 \text{ s}}$$
$$D = \frac{7 \cdot 10^{-5} \times 6 \cdot 12}{6 \cdot 10}$$
$$D = \frac{7 \times 12 \cdot 10^{-5}}{10}$$
$$D = 84 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Maintenant qu'on a toutes les données, on peut calculer la Vitesse dans l'aorte :

$$D = S \cdot v$$
$$v = \frac{D}{S}$$

$$v = \frac{84 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-4}}$$

$$v = \frac{21 \times 4 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-4}}$$

$$v = 21 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 21 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}.$$

**A FAUX, B VRAI.**

Ensuite, on nous demande la vitesse du sang dans les artérioles. Pour cela, il faut utiliser le fait que vu que les vaisseaux sont montés en série, le débit dans l'aorte est le même que dans les artérioles. On peut donc dire que le débit dans les artérioles est de  $84 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . En connaissant la section totale de  $20 \text{ cm}^2$ , on peut calculer la vitesse dans les artérioles :

$$D = S \cdot v$$

$$v = \frac{D}{S}$$

$$v = \frac{84 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-4}}$$

$$v = \frac{2 \times 42 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}}$$

$$v = 42 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 4,2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}.$$

**C FAUX, D VRAI, E FAUX.**

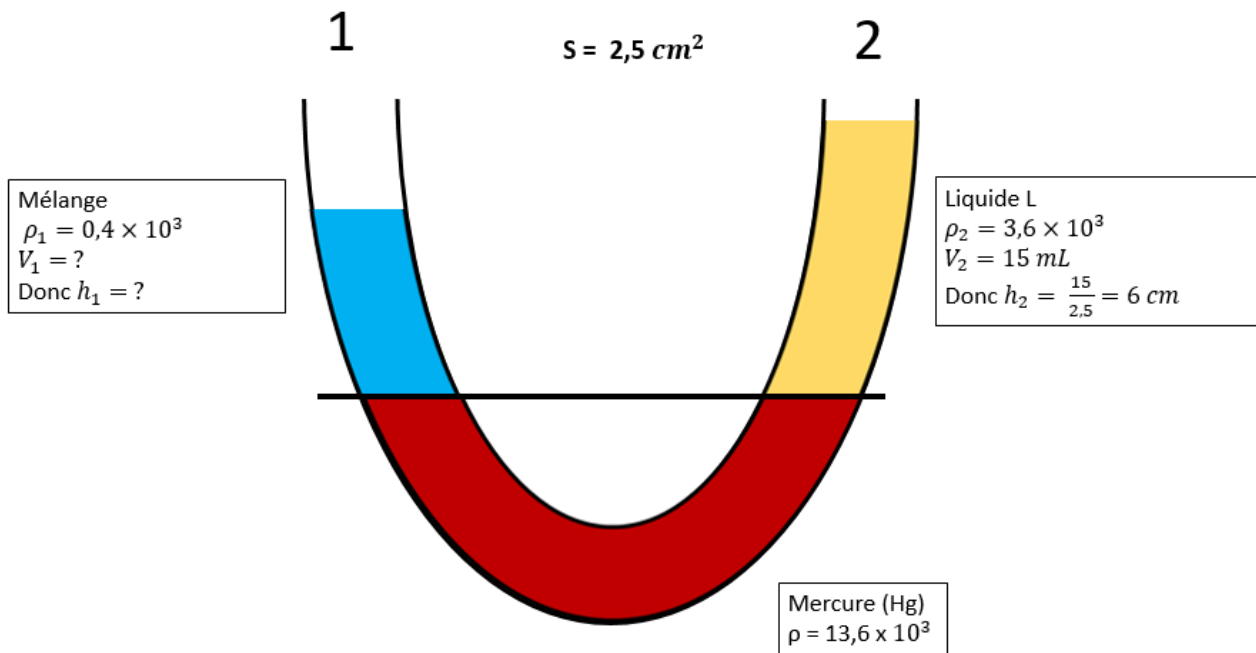
### Question 12 - (QRU) : C

Un tube en U de section  $2,5 \text{ cm}^2$  contient du mercure de densité 13,6. On pose l'hypothèse que les liquides utilisés sont non miscibles. Dans l'une des branches, on verse un volume  $V$  d'un mélange de densité 0,4. Dans l'autre branche on verse un liquide L de masse volumique  $3600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  jusqu'à ce que les deux surfaces du mercure reviennent dans le même plan horizontal. Le volume de liquide L versé est alors de 15 mL.

Quel est le volume du mélange ?

- A. 9 mL
- B. 90 mL
- C. 135 mL
- D. 270 mL
- E. Incalculable

Comme toujours face à un tube en U, on commence par se représenter schématiquement la situation :



Si les deux surfaces de mercure reviennent dans le même plan horizontal, cela nous conduit à l'inégalité suivante (après élimination par simplification de  $g$  et  $P_{atm}$ ):

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$h_1 = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1}$$

$$h_1 = \frac{3,6 \times 6}{0,4}$$

$$h_1 = 54 \text{ cm}$$

On convertit, grâce à la surface du tube, cette hauteur en volume :

$$V_1 = h_1 \times S$$

$$V_1 = 54 \times 2,5$$

$$V_1 = 135 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = 135 \text{ mL}$$

**Item C VRAI**

### Question 13 : AD

- A. L'effet Donnan contribue à la pression oncotique.
- B. L'œdème est une augmentation de volume du secteur plasmatique.
- C. Un œdème peut survenir en cas d'augmentation de la protéinémie plasmatique.
- D. Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique est supérieure à la pression oncotique.
- E. Le flux net de liquide au pôle artériel est équilibré par le flux net au niveau du pôle veineux.

**A VRAI**

**B FAUX** L'œdème est plutôt une augmentation du secteur interstitiel.

**C FAUX** L'œdème peut survenir en cas d'une diminution et non une augmentation de la protéinémie plasmatique, car au cours d'une diminution de la protéinémie plasmatique, on aura un défaut de réabsorption au niveau du pôle veineux du capillaire et donc un excès de liquide dans le secteur interstitiel.

**D VRAI** C'est ce qui permet la filtration, c'est-à-dire la sortie de liquide du capillaire vers le secteur interstitiel.

**E FAUX** le flux net de liquide au pôle artériel n'est pas totalement réabsorbé au pôle veineux, on a environ 3L qui vont vers les lymphatiques.

### Question 14: D

On trouve qu'une solution 0,1 M d'un composé X ne se dissociant pas totalement ( $\alpha=0,25$ ) développe la même pression osmotique qu'une solution de NaCl 0,1 M, sur une membrane semi-perméable opposée au solvant pur.

On prendra  $RT = 2500 \text{ SI}$  ;  $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg.m}^{-3}$  ;  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

- A. La pression osmotique vaut 50000 Pa.
- B. La pression osmotique vaut 10 atmosphères.
- C. La substance A se sépare en 3 sous-unités.
- D. La substance A se sépare en 5 sous-unités.
- E. La pression osmotique vaut 760 mmHg.

**A FAUX** Dans l'énoncé, on nous dit que la pression exercée par le composé X vaut la même que celle d'une solution de NaCl de concentration 0,1 M = 0,1 mol/L, opposé à du solvant pur ( $C=0$ ).

La pression osmotique est calculable grâce à la formule suivante :

$$\pi = RT \cdot \Delta C_{osm}$$

Il nous faut donc trouver la concentration osmolaire de la solution de NaCl :

$$C_{osm} = [1 + (p - 1) \times \alpha] \times \text{molarité}$$

Le NaCl se dissocie totalement donc  $\alpha = 1$ , et il donnera 2 ions ( $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ ) donc  $p = 2$ .

$$C_{osm} = [1 + (2 - 1) \times 1] \times 0,1$$



$$C_{osm} = [1 + 1 \times 1] \times 0,1$$

$$C_{osm} = 2 \times 0,1$$

$$C_{osm} = 0,2 \text{ osm. L}^{-1}.$$

On peut maintenant calculer la pression osmotique :

$$\pi = RT. \Delta C_{osm}$$

$$\pi = RT. (C_{osm \text{ NaCl}} - C_{osm \text{ solvant pur}})$$

$$\pi = 25.10^2 \times (0,2 - 0)$$

$$\pi = 25 \times 2 \times 10$$

$$\pi = 500 \text{ Pa.}$$

**B FAUX** Pour transformer la pression trouvée précédemment en atmosphères, il faut savoir que 1 atm =  $10^5$  Pa.

Donc  $500 \text{ Pa} = 500 \times 10^{-5} \text{ atm} = 5 \times 10^{-3} \text{ atm}$ .

Pour savoir combien de sous-unités donne la protéine, il faut raisonner à partir de sa concentration osmolaire. En effet, étant donné qu'elle exerce la même pression que la solution de NaCl, on peut dire qu'elle a la même concentration osmotique :  $C_{osm \text{ NaCl}} = C_{osm \text{ X}} = 0,2 \text{ osm/L}$ .

On peut donc utiliser la formule suivante pour retrouver le nombre d'ions créés, donc le « p » :

$$C_{osm} = [1 + (p - 1) \times \alpha] \times \text{molarité}$$

$$\frac{C_{osm}}{\text{molarité}} = 1 + (p - 1) \times \alpha$$

$$\frac{C_{osm}}{\text{molarité}} - 1 = (p - 1) \times \alpha$$

$$\frac{\frac{C_{osm}}{\text{molarité}} - 1}{\alpha} = (p - 1)$$

$$\frac{\frac{C_{osm}}{\text{molarité}} - 1}{\alpha} + 1 = p$$

On remplace par nos données :

$$p = \frac{\frac{0,2}{0,1} - 1}{\frac{1}{4}} + 1$$

$$p = \left(\frac{0,2}{0,1} - 1\right) \times 4 + 1$$

$$p = (2 - 1) \times 4 + 1$$

$$p = 4 + 1 = 5$$

Donc **C FAUX, D VRAI**.

**E FAUX** On convertit à nouveau la pression trouvée pour l'item A, mais en mmHg cette fois. Il faut donc savoir que 1 mmHg = 130 Pa.

$$500 \text{ Pa} = \frac{500}{130} \text{ mmHg} = 3,84 \text{ mmHg}.$$

### Question 15 : AE

Une membrane de dialyse sépare deux compartiments identiques, 1 et 2, de 1 L à la température de 27°C. A l'équilibre on observe une ddp  $V_1-V_2$  de 17,5 mV en valeur absolue, les concentrations à l'équilibre en mmol.L<sup>-1</sup> sont réparties selon :

1 : protéinate<sup>x-</sup> = 9, Cl<sup>-</sup> = 30, Na<sup>+</sup> = non connu

2 : protéine = 0, Na<sup>+</sup>=Cl<sup>-</sup> = non connu

On prendra  $F/RT = 40$ ,  $RT=2500$ ,  $\ln(2) = 0,7$ ,  $\ln(3) = 1,1$

- A.  $V_1-V_2$  est négatif
- B. Le protéinate en 1 porte 15 charges
- C. il y a 80 mEq.L<sup>-1</sup> de sodium en 2
- D. il y a 20 mEq.L<sup>-1</sup> de chlore en 2
- E. la différence de concentration en unités cinétiques amène une pression oncotique de 97500 Pa

On commence par faire le tableau :

On prendra protéinate<sup>x-</sup> = P<sup>x-</sup> et on se place directement à l'équilibre car les concentrations données sont les concentrations à l'équilibre :

1	2
$[P^{x-}] = 9 \text{ mmol.L}^{-1}$	$[P^{x-}] = 0$
$[Na^+] = ?$	$[Na^+] = ?$
$[Cl^-] = 30 \text{ mmol.L}^{-1}$	$[Cl^-] = ?$

Ici, on peut commencer par donner le signe de la ddp  $V_1 - V_2$  , car on connaît le signe de notre protéine.

La protéine impose sa charge dans son compartiment et comme notre protéine est chargée négativement, on sait que  $V_1 - V_2$  est négatif.

Or

$$V_1 - V_2 = \frac{RT}{zF} \times \ln\left(\frac{[X_2]}{[X_1]}\right) = -17.5 \text{ mV}$$

Ici, on va utiliser l'ion chlorure dans notre formule car c'est le seul dont on connaît au moins & des é concentrations. Ainsi :

$$-\frac{RT}{F} \times \ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = -17.5 \text{ mV}$$

$$\frac{RT}{F} \times \ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = 17.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\frac{1}{40} \times \ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = 17.5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = 17.5 \times 10^{-3} \times 40$$

$$\ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = 17.5 \times 4 \times 10^{-2}$$

$$\ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = \frac{35}{2} \times 4 \times 10^{-2}$$

$$\ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = 35 \times 2 \times 10^{-2} = 70 \times 10^{-2}$$

$$\ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = 0,7$$

Or on sait que  $\ln(2) = 0,7$  donc :

$$\ln\left(\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]}\right) = \ln 2$$

On a alors :

$$\frac{[Cl^-_2]}{[Cl^-_1]} = 2$$

$$[Cl^-_2] = 2[Cl^-_1] = 2 \times 30 \text{ mmol.l}^{-1} = 60 \text{ mmol.l}^{-1}$$

Comme on sait que  $[Cl^-_2] = [Na^+_2]$ , on peut dire que :

$$[Na^+_2] = 60 \text{ mmol.l}^{-1}$$

On est à l'équilibre donc  $[Na^+_1] \times [Cl^-_1] = [Na^+_2] \times [Cl^-_2]$  :

$$[Na^+_1] \times 30 = 60 \times 60$$

$$[Na^+_1] = \frac{3600}{30} = 120 \text{ mmol.l}^{-1}$$

Donc on aura comme tableau final :

1	2
$[P^{x-}] = 9 \text{ mmol.l}^{-1}$	$[P^{x-}] = 0$
$[Na^+] = 120 \text{ mmol.l}^{-1}$	$[Na^+] = 60 \text{ mmol.l}^{-1}$
$[Cl^-] = 30 \text{ mmol.l}^{-1}$	$[Cl^-] = 60 \text{ mmol.l}^{-1}$

**A VRAI**

**B FAUX**

**C FAUX**

**D FAUX**

**E VRAI**

$$P = \Delta C_{\text{osmol}} \times RT$$

$$P = ( [Na^+]_1 + [Cl^-]_1 + [P^{x-}]_1 - [Na^+]_2 - [Cl^-]_2 ) \times 2500$$

$$P = (120 + 30 + 9 - 60 - 60) \times 2500$$

$$P = 39 \times 2500 = 97500 \text{ Pa}$$

### Question 16 : RIEN

Dans un capillaire pulmonaire la concentration en  $O_2$  est de  $0,25 \text{ g.l}^{-1}$  de gaz. Le coefficient de diffusion de  $O_2$  à  $300 \text{ K}$  est  $D = 30.10^2 \mu\text{m}^2.s^{-1}$ . L'épaisseur de la membrane est égale à  $1 \mu\text{m}$ . On admet que la quantité d'oxygène transféré vers le sang est de  $0,1.10^{-3} \text{ g.s}^{-1}$  et que la concentration d'oxygène dans le sang est nulle avant l'échange.

Quelle est la surface d'échange du poumon ?

- A. Environ  $133 \text{ m}^2$ .
- B. Environ  $13 \text{ m}^2$ .
- C. Environ  $30 \text{ m}^2$ .
- D. Environ  $3 \text{ m}^2$ .
- E. Environ  $200 \text{ m}^2$ .

Ici, on est face à un exercice classique de Fick. Il y a deux difficultés principales : retourner la formule et convertir toutes les données de l'énoncé en USI. La formule est la suivante :

$$\frac{dm}{dt} = -D.S.\frac{dC}{dx}$$

On nous demande la surface  $S$  dans l'énoncé, donc on transforme notre formule :

$$S = -\frac{dm \times dx}{dt \times D \times dC}$$

On a toutes les données nécessaires dans l'énoncé :

- $\frac{dm}{dt} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ . On n'a pas besoin de convertir, tout est en USI
- $D = 30 \cdot 10^2 \mu\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 30 \cdot 10^2 \times (10^{-6})^2 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 30 \cdot 10^2 \times 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} = 30 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- $dx$  désigne l'épaisseur de la membrane à travers laquelle l'oxygène diffuse, elle est donnée :  
 $dx = 1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- $dC$  est le gradient de concentration entre les deux compartiments : on sait que dans le capillaire, la concentration est de 0,25 g/L, et dans le sang elle est égale à 0. On a donc :  $dC = C_{cap} - C_{sang} = 0,25 - 0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 0,25 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Nous avons maintenant toutes les informations pour résoudre le calcul :

$$S = \frac{dm \times dx}{dt \times D \times dC}$$
$$S = \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \times 10^{-6}}{30 \cdot 10^{-10} \times 0,25 \cdot 10^3}$$
$$S = \frac{10^{-4} \times 10^{-6}}{30 \cdot 10^{-10} \times \frac{1}{4} \cdot 10^3}$$
$$S = \frac{4}{30 \times 10^3}$$
$$S = \frac{4}{3 \times 10^4} = \frac{4}{3} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = \frac{4}{3} \text{ cm}^2.$$

### AUCUNE REPONSE JUSTE

*Dans la correction rapide qu'on a reçu des professeurs, c'était écrit que l'item A était juste. On a envoyé un mail au professeur pour savoir si c'était un errata ou pas et nous sommes toujours en attente d'une réponse. En attendant, on vous propose notre correction qui ne retrouve aucune réponse juste.*

### Question 17 : ADE

Concernant les ondes électromagnétiques (EM), cochez les réponses justes :

- A. Les ondes EM ont un sens de propagation transversal.
- B. Le champ électrique composant l'onde EM est d'amplitude plus faible que celle de la composante magnétique.
- C. La fréquence d'une onde EM est inversement proportionnelle à son énergie
- D. La lumière visible a une longueur d'onde comprise entre 400 et 750 nm.
- E. Les rayonnements UV ont une énergie de l'ordre de quelques eV.

**A VRAI** Quant aux ondes mécaniques, leur sens de propagation est longitudinal.

**B FAUX** Le champ électrique a une amplitude  $E_0$  valant  $c \times B_0$  (amplitude du champ magnétique). Ainsi  $E_0 > B_0$ .

**C FAUX** L'énergie vaut  $h \times \nu$  ( $\nu$  correspondant à la fréquence de l'onde). Énergie et fréquence sont donc bien proportionnelles entre elles, et inversement proportionnels à la longueur d'onde  $\lambda$ .

**D VRAI**

**E VRAI** Les rayons UV sont les ondes ayant une longueur d'onde comprise entre celle de la lumière visible (400 nm) et celle des rayons X (100 nm). Ils ont donc une énergie supérieure à celle de la lumière visible mais inférieure à celle des RX (donc quelques eV...).

### Question 18 : BC

Concernant les rayons X, cochez la (ou les) proposition(s) juste(s) :

- A. Les rayonnements X sont particuliers.
- B. Les rayonnements X peuvent être produits par rayonnement de freinage.
- C. Dans un tube à rayons X, les électrons peuvent être accélérés jusqu'à une énergie cinétique supérieure à 100 KeV.
- D. Le rendement d'un tube à rayons X baisse si la tension fixée entre l'anode et la cathode augmente.
- E. Le spectre d'un rayonnement X sortant d'un tube comporte des raies d'énergie caractéristiques du matériau composant la cathode.

**A FAUX** Les rayonnements X sont des ondes électromagnétiques et ne peuvent donc pas être particuliers.

**B VRAI** C'est même le principe du tube à rayons X : le freinage des électrons en arrivant sur l'anode produit des rayons X.

**C VRAI**

**D FAUX** Le rendement est donné par la formule suivante :  $r = KZU$ . Le rendement est proportionnel à K, Z et U la tension entre anode et cathode. Donc le rendement augmente si U augmente.

**E FAUX** Le spectre de raies d'un rayonnement X est caractéristique du matériau composant l'anticathode et non la cathode.

### Question 19 : ACE

Concernant les rayonnements gamma ( $\gamma$ ), cochez les réponses justes :

- A. L'origine des rayonnements  $\gamma$  est uniquement nucléaire.
- B. Lors d'une transformation isomérique, le nombre de masse A change.
- C. Les rayonnements  $\gamma$  sont dits indirectement ionisants.
- D. L'atténuation d'un faisceau de photons  $\gamma$  est proportionnelle au coefficient linéaire d'atténuation du matériau traversé.
- E. La couche de demi-atténuation (CDA) est l'épaisseur d'un matériau qui arrête la moitié des photons incidents.

**A VRAI** Un rayon gamma est émis par désexcitation nucléaire.

**B FAUX** Lors d'une transformation isomérique, il y a seulement émission d'un photon gamma, ce qui permet de désexciter le noyau en diminuant son énergie. A et Z ne varient donc pas.

**C VRAI** Les ionisations sont produites par des particules secondaires (électrons) mise en mouvement par les rayons gammas (c'est également le cas pour les rayons X). De fait, ils sont dits « indirectement ionisants ».

**D FAUX** La formule de l'atténuation est :

$$\phi_t = \phi_0 \times e^{-\mu x}$$

La relation entre l'atténuation et le coefficient linéaire d'atténuation est donc proportionnelle.

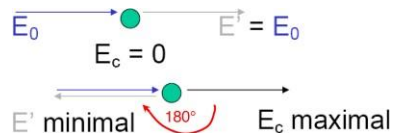
**E VRAI** Essentiel à savoir.

### Question 20 : BCE

- A. Par diffusion Compton, un électron peut absorber totalement l'énergie d'un rayonnement.
- B. La différence de longueur d'onde Compton  $\Delta\lambda$  est maximale pour un choc frontal.
- C. L'effet photoélectrique prédomine pour les faibles énergies (10 à 50 KeV).
- D. Pour créer un phénomène de matérialisation, il faut un rayonnement d'énergie supérieure à 511 KeV.
- E. Le coefficient d'atténuation massique total des 3 types d'interaction dépend du numéro atomique du matériau traversé et de l'énergie du rayonnement incident.

**A FAUX** Dans l'effet Compton, l'électron absorbe une partie et non la totalité de l'énergie du photon incident.

**B VRAI** Dans le choc frontal, on a :  $\phi = 0^\circ$  et  $\theta = 180^\circ$ , ce qui est différent d'un choc tangentiel où  $\phi = 90^\circ$  et  $\theta = 0^\circ$ )



$\Delta\lambda = \lambda'$  (longueur d'onde du photon diffusé) –  $\lambda$  (longueur d'onde du photon incident).

Pour avoir  $\Delta\lambda_{max}$ , il faut que  $\lambda' \gg \lambda$  et donc que  $E' \ll E$  car la longueur d'onde est inversement proportionnelle à l'énergie :  $E = \frac{hc}{\lambda}$ .

Or, on sait que l'énergie  $E$  du photon incident est absorbée partiellement par l'électron dans l'effet Compton ( $E_c$ ) avant de diffuser avec l'énergie restante non absorbée  $E'$  ( $E = E' + E_c$ ). Donc si  $E' \ll E$  alors  $E'$  est à son minimum et donc  $E_c$  est à son maximum.

Or  $E_c$  (c'est-à-dire l'énergie du photon incident qui est absorbée par l'électron dans l'effet Compton) est maximale quand  $\theta = 180^\circ$  et  $\phi = 0^\circ$ , autrement dit pour un choc frontal.

**C VRAI** Cf cours

**D FAUX** L'énergie nécessaire à la création de ce phénomène doit être supérieure à 1.022MeV

**E VRAI**, c'est du cours :

$\mu/\rho$  : coefficient massique total d'absorption, qui dépend de Z du milieu absorbant et de l'énergie ( $h\nu$ ) du rayonnement

### Question 21 : ABD

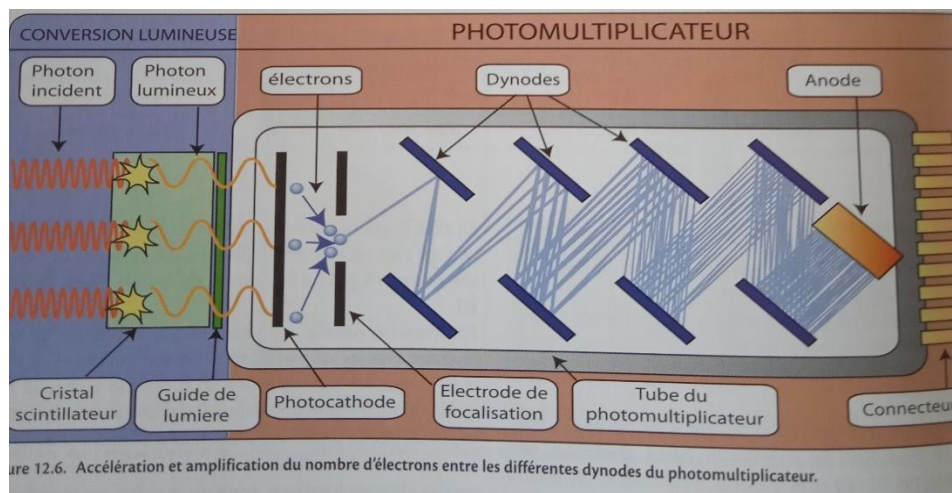
- A. En imagerie scintigraphique, on utilise le radioélément  $^{99m}\text{Tc}$  qui produit un rayonnement  $\gamma$ .
- B. Les isotopes radioactifs émetteurs de particules alpha ou beta moins peuvent être utilisés à des fins thérapeutiques et non diagnostiques.
- C. En médecine nucléaire, le détecteur d'une  $\gamma$ -caméra est composé d'un cristal scintillant qui transforme les rayons  $\gamma$  incidents en rayons X.
- D. En médecine nucléaire, le détecteur d'une  $\gamma$ -caméra peut être composé entre autres d'un photomultiplicateur qui multiplie le nombre d'électrons par un facteur de l'ordre de 1 million.
- E. En radiologie, on utilise des rayons  $\gamma$ .

**A VRAI**

**B VRAI** Et la particule bêta est plus utilisée à des fins diagnostiques.

**C FAUX** En fait le cristal scintillant transforme les rayons  $\gamma$  incidents en rayons lumineux qui vont servir pour l'acquisition de l'image.

**D VRAI** Je vous mets une image pour que vous puissiez vous représenter le phénomène :



**E FAUX** C'est plutôt les rayons X.

### Question 22 : AD

Concernant la radioactivité, cochez la (ou les) proposition(s) juste(s) :

- A. Les transformations radioactives obéissent aux lois de conservation de l'énergie.
- B. La transformation isobarique  $\beta^-$  entraîne l'émission d'un proton et d'un neutrino
- C. L'émission  $\beta^+$  ne peut se produire que pour une différence d'énergie entre le noyau initial et le noyau final supérieure à 511 KeV.
- D. Le phénomène de capture électronique entraîne souvent l'émission d'électrons Auger.
- E. Lors d'une émission  $\alpha$ , la particule  $\alpha$  emporte beaucoup moins d'énergie que le noyau de recul.



**A VRAI** Toutes les transformations radioactives obéissent à des lois de conservation, dont l'énergie : la charge électrique, le nombre baryonique, le nombre leptonique, la quantité de mouvement, l'énergie totale, et le moment cinétique total.

**B FAUX** Une transformation  $\beta^-$  entraîne l'émission d'une particule  $\beta^-$  et d'un antineutrino électronique.

**C FAUX** Il faut que la différence d'énergie soit supérieure à  $1,022 \text{ MeV}/c^2$ .

**D VRAI** C'est du cours.

**E FAUX** C'est l'inverse : la particule  $\alpha$  entraîne beaucoup plus d'énergie que le noyau de recul.

### Question 23 : AE

On mesure un débit de dose de  $100 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$  à  $10 \text{ cm}$  d'une source radioactive gamma :

- A. À un mètre de la source, la dose reçue en une heure est cent fois plus faible.
- B. À un mètre de la source, la dose reçue en une heure est mille fois plus faible.
- C. À un mètre de la source, la dose reçue en une heure est la même
- D. Si on interpose entre la source et le détecteur, placé à un mètre, un matériau dont l'épaisseur vaut une CDA pour le rayonnement considéré, on trouvera un débit de dose de  $50 \mu\text{sv}\cdot\text{h}^{-1}$ .
- E. Si on interpose entre la source et le détecteur, placé à un mètre, un matériau dont l'épaisseur vaut une CDA pour le rayonnement considéré, on trouvera un débit de dose de  $500 \mu\text{sv}\cdot\text{h}^{-1}$ .

**A VRAI** C'est la loi de l'inverse du carré de la distance. En passant de  $10 \text{ cm}$  à  $1 \text{ m}$ , on multiplie la distance par 10 et on divise donc le débit de dose (et donc la dose reçue) par 100 ( $10^2$ ).

**B FAUX** cf. A.

**C FAUX** cf. A.

**D FAUX** Deux informations importantes :

- On sépare la source et le détecteur d'un mètre  $\rightarrow$  loi de l'inverse du carré de la distance  $\rightarrow$  on divise le débit de dose par 100.
- On place une CDA (couche de demi-atténuation) entre la source et le détecteur  $\rightarrow$  on divise le débit de dose par 2.

On a alors :

$$\text{Débit de dose} = \frac{100 \times 10^{-3}}{2 \times 100} \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1}$$

$$\text{Débit de dose} = 50 \times 10^{-5} \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1}$$

$$\text{Débit de dose} = 500 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$$

**E VRAI** cf. D.

### Question 24: ACD

Concernant la dose efficace en dosimétrie, cochez la (ou les) proposition(s) juste(s) :

- A. Est exprimée en Sv.
- B. Dépend du débit de dose.
- C. Dépend du tissu considéré.
- D. Dépend du type de rayonnement considéré.
- E. Est égale au KERMA à l'équilibre.

La dose efficace dépend de la nature du rayonnement et de la radiosensibilité du tissu. Comme c'est une grandeur de radioprotection et non physique, elle s'exprime en Sv (Sievert).

**A VRAI**

**B FAUX**

**C VRAI**

**D VRAI**

**E FAUX** C'est la dose absorbée.

### Question 25 - (QRU) : C

Quelle est la période effective du césium 137 sachant que sa période radioactive est de 30 ans et que sa période biologique est de 100 jours ?

- A. 300 ans.
- B. 30 ans.
- C. Un peu moins de 100 jours.
- D. 30 ans et 100 jours.
- E. 3 ans.

Pour cet exercice, nous avons besoin d'une formule de radioactivité :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phy}}$$

On convertit nos deux périodes données dans l'énoncé en jours :

- $T_{bio} = 100$  jours
- $T_{phy} = 30$  ans =  $30 \times 365$  jours = 10950 jours.

On calcule :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{10950}$$

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{109,5}{10950} + \frac{1}{10950}$$

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{110,5}{10950}$$

$$T_{eff} = \frac{10950}{110,5} \approx \frac{11050}{110,5} \approx 100 \text{ jours.}$$

**C VRAI**

**Question 26 – (QRU) : E**

Sachant que l'activité d'une source radioactive d'azote 13 est égale à 1400 MBq, quelle est approximativement la masse d'azote 13 ?

On donne :  $T = 10 \text{ min}$  ;  $\ln(2) \approx 0,7$  ;  $N_A \approx 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A.  $2 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$
- B.  $2 \cdot 10^{-17} \text{ g}$
- C.  $2 \cdot 10^{-17} \text{ kg}$
- D.  $2 \cdot 10^{-18} \text{ g}$
- E.  $2 \cdot 10^{-11} \text{ g}$

On sait que  $A = \lambda \times N$  et que  $N = n \times N_A$ ,  $n = \frac{m}{M}$  et  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$

Avec  $T_{\frac{1}{2}} = T = \text{période radioactive}$

En combinant les formules on a donc :

$$A = \frac{\ln 2}{T} \times \frac{m}{M} \times N_A$$

$$A = \frac{\ln 2 \times m \times N_A}{T \times M}$$

$$m = \frac{A \times T \times M}{\ln 2 \times N_A}$$

La masse molaire ici est de  $M = 13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  puisqu'on étudie l'azote 13.

On peut maintenant calculer la masse :

$$m = \frac{1400 \times 10^6 \times 13 \times 10 \times 60}{0,7 \times 6 \times 10^{23}} \leftrightarrow \frac{14 \times 10^8 \times 13 \times 6 \times 10^2}{0,7 \times 6 \times 10^{23}}$$

$$m = \frac{14 \times 13 \times 6 \times 10^{10}}{7 \times 10^{-1} \times 6 \times 10^{23}}$$

$$m = \frac{14 \times 13 \times 10^{10}}{7 \times 10^{22}}$$

$$m = 2 \times 13 \times 10^{10} \times 10^{-22}$$

$$m = 26 \times 10^{-12} \text{ g} = 2,6 \times 10^{-11} \text{ g}$$

**A FAUX**

**B FAUX**

**C FAUX**

**D FAUX**

**E VRAI**