

Correction DST n°9

Exercice n°1 : Radioactivité (/7)

Q1. (0,5) Composition d'un noyau de polonium $^{210}_{84}\text{Po}$: $Z = 84$ donc **84 protons**,
 $N = A - Z = 210 - 84 = \mathbf{126 \text{ neutrons}}$.

Q2. (1 pt) Équation de désintégration de $^{210}_{84}\text{Po}$: $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow \text{}^A_Z\text{X} + \alpha$

La particule α est un noyau d'hélium : $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow \text{}^A_Z\text{X} + \text{}^4_2\text{He}$

Lois de Soddy :

- conservation du nombre de nucléons : $210 = A + 4 \rightarrow \mathbf{A = 206}$

- conservation du nombre de charge : $84 = Z + 2 \rightarrow \mathbf{Z = 82}$

Le noyau fils formé est $^{206}_{82}\text{Pb}$ et l'équation de désintégration est : $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + \text{}^4_2\text{He}$

Q3. (1) Le temps de demi-vie, $t_{1/2}$, d'un noyau radioactif est la durée pour laquelle une population de noyaux radioactifs a été divisée par deux. $t_{1/2} = 138$ jours

Q4. (1,5) Relation entre la constante radioactive λ et le temps de demi-vie $t_{1/2}$: (voir cours pour démo)

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138 \times 24 \times 3600} = \mathbf{5,81 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}}$$

avec $t_{1/2} = 138$ jours exprimé en secondes.

Q5. (/2) D'après le document $10 \mu\text{g}$ de Polonium sont nécessaires pour empoisonner un homme, cela correspond à un nombre de noyaux $N = N_0 / 5 = 2,86 \cdot 10^{16}$ noyaux

On applique la loi de décroissance avec N_0 le nombre initial de noyaux $= 1,43 \cdot 10^{17}$ et N le nombre de noyaux restant au temps t .

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$t = -1/\lambda \ln N/N_0 = -1/ \mathbf{5,81 \cdot 10^{-8}} \ln (2,87 \cdot 10^{16} / 1,43 \cdot 10^{17}) = 2,76 \cdot 10^7 \text{ s} = 320 \text{ jours}$$

Q6. (1) On a : $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow \text{}^{206}_{82}\text{Pb} + x \text{}^4_2\text{He} + y \text{}^0_{-1}\text{e}$ où x et y sont des entiers.

- loi de conservation du nombre de nucléons: $238 = 206 + 4 \cdot x + 0 \cdot y \rightarrow 4 \cdot x = 32$ soit $\mathbf{x = 8}$

- loi de conservation du nombre de charge : $92 = 82 + 2 \cdot x - 1 \cdot y \rightarrow y = 2 \cdot x - 10$, $\mathbf{y = 6}$

Ainsi, **8 désintégrations α** et **6 désintégrations β** sont nécessaires pour passer de l'uranium 238 au plomb 206.

Exercice n°2 : Thermodynamique (6)

Q1. (/0,5) Le transfert thermique s'effectue de la maison de température $\theta_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (source chaude) vers le grenier de température $\theta_1 < \theta_2$ (source froide).

$$\Phi = \frac{\theta_2 - \theta_1}{R} \rightarrow \Phi = \frac{20 - 5,0}{7,5 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^3 \text{ W} = \mathbf{2,0 \text{ kW}}$$

Q2. (/1) La valeur du flux thermique est égale à :

Q3. (/0,5) Pour isoler correctement, Frédéric doit choisir le matériau conduisant le moins facilement la chaleur, donc le matériau dont la conductivité thermique λ est la plus faible : **le polystyrène extrudé.**

Q4. (/0,5) D'après l'énoncé, si on colle une paroi sur le sol du grenier, la résistance totale sera la somme de la résistance du sol et de celle de la paroi : $R_{tot} = R_{sol} + R_{paroi}$.

Calculons R_{paroi} :

$$R_{paroi} = R_{tot} - R_{sol} = 6,3 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-3} = 6,3 \times 10^{-2} - 0,75 \times 10^{-2} = \mathbf{5,6 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}}.$$

Q5. (/1) La relation entre résistance thermique et conductivité thermique est : $R = \frac{e}{\lambda.S}$

Vérifions la par analyse dimensionnelle :

e est une longueur en m

S est une surface en m^2

λ est une conductivité thermique exprimée en $W.m^{-1}.K^{-1}$

R est une résistance thermique exprimée en $K.W^{-1}$

Vérifions l'unité de $\left[\frac{e}{\lambda.S} \right] = m.m^{-2}.W^{-1}.m.K = K.W^{-1}$. On retrouve bien l'unité de la résistance.

Q6. (/0,5) Épaisseur minimale du panneau du matériau :

$$R_{paroi} \geq 5,6 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1} \rightarrow \frac{e}{\lambda.S} \geq 5,6 \times 10^{-2}$$

$$e \geq 5,6 \times 10^{-2} \times \lambda \times S$$

$$e \geq 5,6 \times 10^{-2} \times 0,033 \times 80 \rightarrow e \geq 0,15 \text{ m}$$

L'épaisseur minimale du panneau doit être de 0,15 m soit **15 cm.**

Q7. (/1,5) Les trois modes de transfert thermique sont :

- Conduction : elle nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée de proche en proche, généralement dans un solide, sans déplacement de matière.
- Convection : elle nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée par des mouvements de matière, au sein d'un gaz ou d'un liquide.
- Rayonnement : elle ne nécessite pas de milieu matériel. L'énergie est transportée par des ondes électromagnétiques.

Exercice n°3 : Effet photoélectrique (/2)

Q1. Réponse C (/0,5)

Q2. Réponse C (différence entre A et C : chiffres significatifs) (/0,75)

Q3. Réponse A. (/0,5)

0,25 donné ;-)