

CURE THERMALE

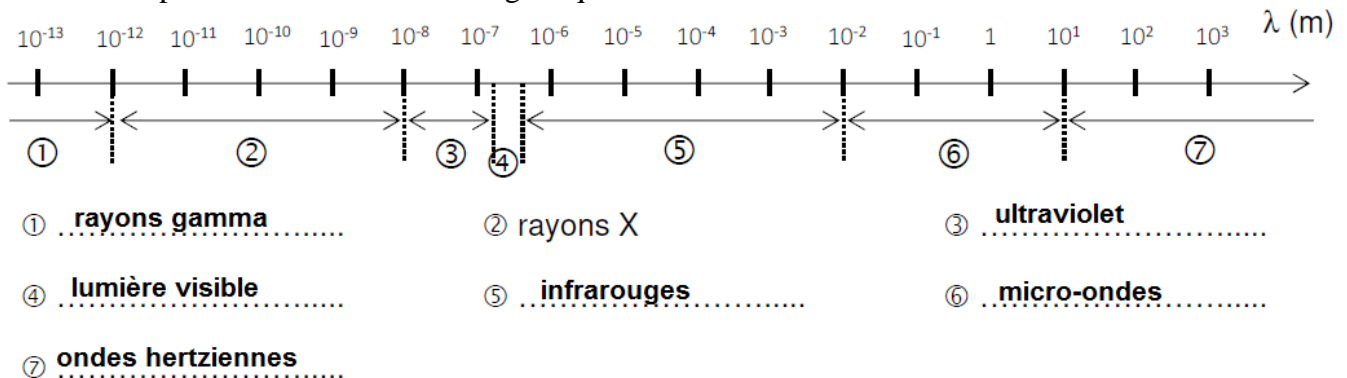
PARTIE A - La radiographie, une technique d'imagerie médicale

A.1. Ondes électromagnétiques et radiographie

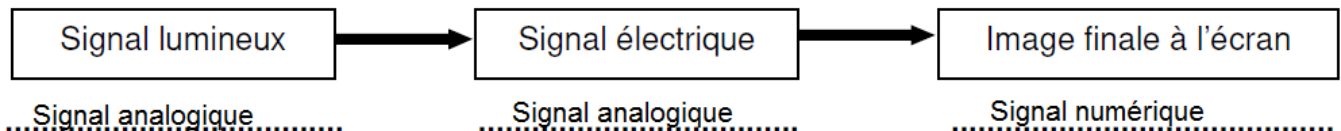
A.1.1 Structure d'une onde électromagnétique

Une onde électromagnétique est constituée d'un champ électrique et d'un champ magnétique perpendiculaires entre eux.

A.1.2 Spectre des ondes électromagnétiques



A.1.3 Chaîne de conversion simplifiée



A.1.4 Variation de contraste sur l'image obtenue.

On observe des contrastes sur l'image car la peau ou la chair absorbe moins que les os. En effet, la peau et la chair sont principalement constituées d'atomes de carbone C qui absorbe moins que les os constitués principalement d'atomes de calcium Ca. Les os vont apparaître plutôt blancs sur le cliché alors que la peau ou la chair vont apparaître plutôt sombres, d'où les contrastes sur le cliché.

A.1.5 L'appareil radiographique produit des rayons X d'énergie $E = 120$ keV.

A.1.5.1 Calcul de la fréquence ν des photons émis lors de l'examen radiographique.

On a la relation :

$$E = h\nu \quad \text{donc} \quad \nu = \frac{E}{h} = \frac{120 \times 1,6 \times 10^{-16}}{6,6 \times 10^{-34}} = 2,9 \times 10^{19} \text{ Hz}$$

A.1.5.2 Calcul de la longueur d'onde dans le vide λ des photons émis et vérifier qu'ils appartiennent au domaine des rayons X.

On a la relation :

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,0 \times 10^8}{2,9 \times 10^{19}} = 1,03 \times 10^{-11} \text{ m}$$

Cette longueur d'onde est comprise entre 10^{-12} m et 10^{-8} m donc ces photons appartiennent bien au domaine des rayons X.

A.2. Dose de rayonnement X reçue par madame K

A.2.1. Montrer que la patiente reçoit une dose D d'environ 90 μGy lors de cette radiographie
D'après le document 1, on a la relation :

$$D = \frac{E_{tot}}{m} = \frac{N_{photons} \times E_{photon} \times \Delta t}{m}$$
$$D = \frac{8 \times 10^9 \times 120 \times 1,6 \times 10^{-16} \times 10}{17} = 9,03 \times 10^{-5} \text{ Gy} = 90 \mu\text{Gy}$$

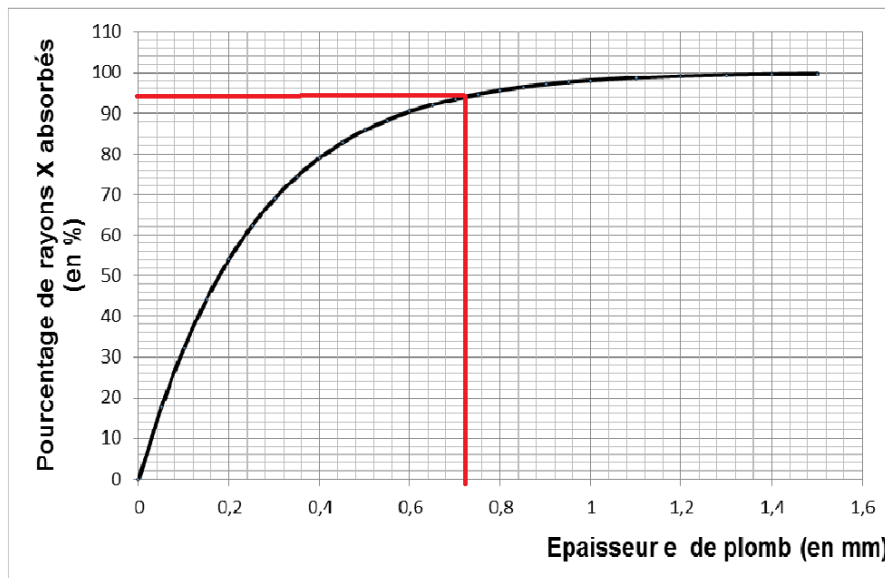
A.2.2. Calcul de la dose équivalente reçue ED respecte la limite autorisée.

D'après le document 1, pour des rayons X, $W_R = 1$ et pour une radio des poumons (thoracique) $W_P = 0,12$. De plus, on a la relation :

$$ED = D \times W_R \times W_T = 9 \times 10^{-5} \times 1 \times 0,12 = 1,08 \times 10^{-5} \text{ Sv} = 1,08 \times 10^{-2} \text{ mSv}$$

Cette dose «équivalente est inférieure à la limite autorisée qui est, pour la population, de 1 mSv.

A.3. Radioprotection du personnel médical



D'après la courbe ci-dessus, l'épaisseur du tablier en plomb devra être de 0,72 mm pour obtenir un pourcentage d'absorption de 94 %.

PARTIE B - Le trajet jusqu'au centre thermal

B.1.1 Calcul du volume V_g de gazole consommé par kilomètre parcouru.

La consommation moyenne est de 3,30 L de gazole pour 100 kilomètres parcourus. Donc pour 1 km, la consommation est de :

$$\frac{3,30}{100} = 0,033 \text{ L}$$

B.1.2 Calcul de la quantité de matière n de gazole consommé par kilomètre parcouru.

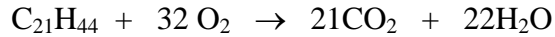
On a la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 845 \times 0,033 = 27,9 \text{ g}$$

Et on a également :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{27,9}{296} = 9,42 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

B.1.3 équation de combustion du gazole dans le dioxygène de l'air



B.1.4. Calcul de la quantité de matière $n(CO_2)$ de dioxyde de carbone rejeté pour un parcours d'un kilomètre.

D'après l'équation bilan précédente, on a la relation :

$$n(C_{21}H_{44}) = \frac{n(CO_2)}{21} \quad \text{donc} \quad n(CO_2) = 21 \times n(C_{21}H_{44}) = 21 \times 9,42 \times 10^{-2} = 1,98 \text{ mol}$$

B.1.5. Calcul de la masse de dioxyde de carbone rejetée.

On a la relation :

$$m(CO_2) = n(CO_2) \times M(CO_2) = 1,98 \times 44 = 87,1 \text{ g}$$

Cette masse est inférieure à 95 g donc la voiture de madame K satisfait l'objectif fixé par l'Union européenne en 2020 en ce qui concerne l'émission de dioxyde de carbone.

PARTIE C - Siège élévateur pour personne à mobilité réduite

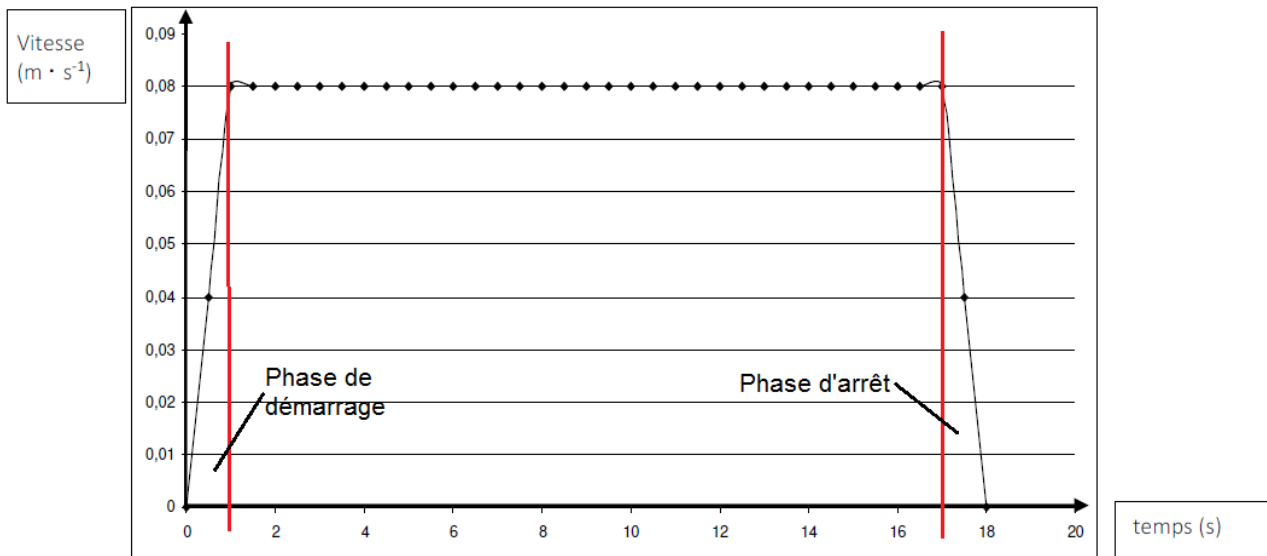
C.1.1 Calcul de la vitesse maximale v_{\max} du siège

D'après l'énoncé, le siège parcourt une distance de 1,44 m en 18 s. Donc :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1,44}{18} = 0,08 \text{ m.s}^{-1}$$

D'après le graphique, la vitesse maximale v_{\max} est de $0,08 \text{ m.s}^{-1}$. Donc, la valeur lue sur le graphe, est compatible avec les données du constructeur sur la durée de montée.

C.1.2 Identification des phases de démarrage et d'arrêt.



La phase de démarrage est comprise entre 0 et 1 s. La phase d'arrêt est comprise entre 17 et 18 s.

Entre les deux phases, la vitesse est constante donc le mouvement est uniforme. La trajectoire est une droite donc le mouvement est rectiligne.

C.1.3 Forces appliquées sur la plateforme pendant une montée.

Pendant une montée, les forces appliquées sont :

- Force de la Terre sur la plateforme : Poids de la plateforme.
- Force du moteur sur la plateforme.

C.1.4 Résultante de ces forces entre $t_1 = 1,0$ s et $t_2 = 17$ s.

Entre $t_1 = 1,0$ s et $t_2 = 17$ s, le mouvement est rectiligne uniforme donc les forces se compensent. La résultante des forces est nulle.

C.1.5 Calcul de la variation de l'énergie mécanique ΔE_m de la plateforme lors d'une seule montée du siège.

Le siège se déplace d'un point A (au niveau du sol) vers un point B.

$$\Delta E_m = E_{mB} - E_{mA} = mgz_B - mgz_A = mg(z_B - z_A) = mgh = 53 \times 9,81 \times 1,44 = 748,7 \text{ J}$$

C.1.6 Relation correcte entre l'énergie et la puissance.

Il s'agit de la première relation, c'est-à-dire :

$$E = P \times \Delta t$$

Car les joules (J) correspondent à des watt.seconde (W.s)

C.1.7 Calcul de l'énergie E fournie par la batterie lors d'une seule montée du siège.

On a la relation :

$$E = P \times \Delta t = 80 \times 18 = 1440 \text{ J}$$

C.1.8 L'énergie E fournie par la batterie est supérieure à l'énergie mécanique reçue par la plateforme car toute l'énergie de la batterie n'est pas fournie à la plateforme. En effet, il existe des pertes (engrenages, frottements, ...)

PARTIE D - Eau thermale et soins

D.1 A propos de l'eau thermale

D.1.1 Méthode de mesure du pH d'une solution.

On peut mesurer le pH d'une solution à l'aide de papier pH ou avec un pH-mètre.

D.1.2 L'eau thermale est basique car d'après l'énoncé, le pH de l'eau thermale est de 9,3. Il est donc supérieur à 7.

D.1.3 Calcul de la concentration en ions oxonium H_3O^+ dans cette eau thermale et calcul de la concentration en ions hydroxyde HO^-

On a la relation :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9,3} = 5 \times 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$$

De plus, on a également la relation suivante :

$$[H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \quad \text{donc} \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-10}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

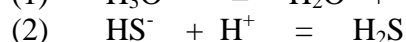
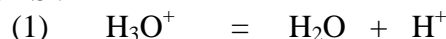
D.1.4. Les produits ménagers anticalcaires contiennent des espèces chimiques acides.

D.1.4.1 Définition d'un acide selon la théorie de Brønsted.

Un acide est une espèce capable de céder un ou plusieurs protons H^+ .

D.1.4.2. Équation chimique de la réaction entre l'ion hydrogénosulfure HS^- et l'ion oxonium H_3O^+ , espèce acide du couple H_3O^+/H_2O .

Il s'agit ici de la réaction entre une espèce acide H_3O^+ et une espèce basique HS^- . Il faut choisir le couple H_2S/HS^- .



D.1.4.3 En ajoutant un produit ménager anticalcaire avec de l'eau thermique, il peut se former du sulfure d'hydrogène qui est toxique car le produit anticalcaire est un produit acide qui contient des ions oxonium H_3O^+ . Ces ions vont réagir avec les ions hydrogénosulfure HS^- de l'eau thermique et former le sulfure d'hydrogène comme lors de la réaction précédente.

D.2. Un exemple de soin ORL : douche nasale

D.2.1. Calcul de la pression P_B au point B lorsque le robinet du dispositif est fermé.

On a la relation :

$$P_A + \rho g z_A = P_B + \rho g z_B \quad \text{donc} \quad P_B = P_A + \rho g z_A - \rho g z_B$$

$$P_B = P_A + \rho g (z_A - z_B) = 1,02 \times 10^5 + 1,01 \times 10^3 \times 9,81 \times (0,25 - 0) = 1,04 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,04 \text{ bar}$$

D.2.2. Madame K ouvre le robinet R pour effectuer son soin ORL.

D.2.2.1 Calcul débit volumique de l'eau thermique isotonique pour ce soin.

D'après la prescription, il faut que 1 L s'écoule en 4 minutes. On a la relation :

$$D_V = \frac{V}{t} = \frac{1 \times 10^{-3}}{4 \times 60} = 4,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

D.2.2.2 Calcul du diamètre de la cuve d_A au point A.

On a la relation :

$$D_V = v \times S = v \times \pi r_A^2 \quad \text{donc} \quad r_A = \sqrt{\frac{D_V}{v \times \pi}} = \sqrt{\frac{4,2 \times 10^{-6}}{5,3 \times 10^{-4} \times \pi}} = 0,05 \text{ m}$$

$$d_A = 2r_A = 2 \times 0,05 = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

D.3. Un autre soin thermal : l'aérobain

D.3.1 Calcul de l'énergie Q_P perdue par l'eau présente au départ dans le bain.

Le volume de l'eau thermique au départ est de 240 L. On a la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 1 \times 10^3 \times 240 \times 10^{-3} = 240 \text{ kg}$$

De plus, on a la relation :

$$Q_P = m \times c_{eau} \times \Delta\theta = 240 \times 4,2 \times 10^3 \times (38 - 36) = 3,53 \times 10^6 \text{ J}$$

D.3.2 Calcul de la masse m_f d'eau froide à rajouter au bain de madame K pour le refroidir.

ATTENTION : Il manque dans l'énoncé du sujet, la température de l'eau froide. La température de l'eau froide est $\theta_f = 16,8^\circ\text{C}$

On note Q_R l'énergie reçue par l'eau froide. On a l'égalité suivante :

$$Q_P = Q_R$$

$$m \times c_{eau} \times (\theta_2 - \theta_1) = m_f \times c_{eau} \times (\theta_1 - \theta_f) \quad \text{donc} \quad m \times (\theta_2 - \theta_1) = m_f \times (\theta_1 - \theta_f)$$

$$m_f = \frac{m \times (\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_1 - \theta_f)} = \frac{240 \times (38 - 36)}{(36 - 16,8)} = 25 \text{ kg}$$

D.3.3 Calcul de la durée Δt d'ouverture du robinet d'eau froide pour refroidir à 36°C l'eau du bain de madame K ?

On a :

$$D_V = 20 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{20 \times 1 \times 10^{-3}}{1 \times 60} = 3,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

On a la relation :

$$D_V = \frac{V}{\Delta t} \quad \text{or} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad \text{donc} \quad D_V = \frac{m}{\rho \times \Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{m}{D_V \times \rho} = \frac{25}{3,33 \times 10^{-4} \times 1000} = 75 \text{ s} = 1 \text{ min } 15 \text{ s}$$