

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2019

Série STL Spécialité Biotechnologies

Métropole – 24 juin 2019
Proposition de correction

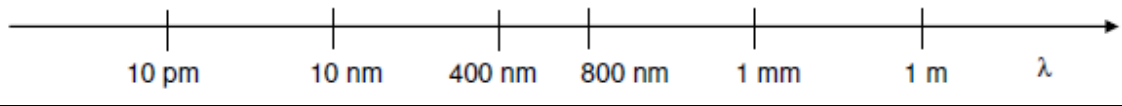
Si vous repérez une erreur, merci d'envoyer un message à :
philippe.robert1@ac-besancon.fr

Les « petites Curie » : des voitures radiologiques

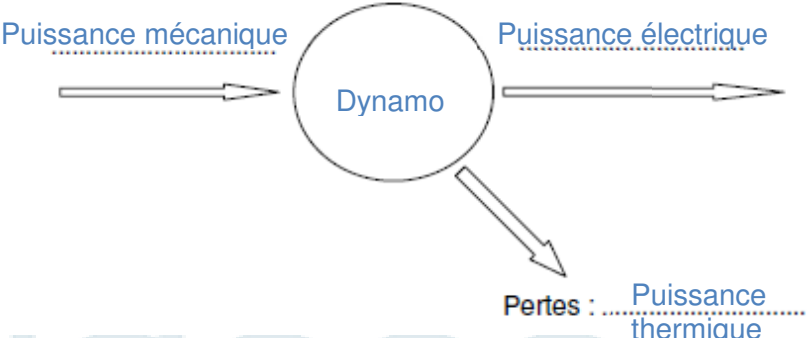


Mémoire de DU d'histoire de la médecine, Marie Curie et son engagement pendant la Grande Guerre, Maxime Leroux, 2014 <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01416186>

PARTIE A : Des rayons X pour examiner les blessés

A.1.1.1	<p>D'après le document A1, l'énergie des photons X est comprise entre 120 eV et 120 keV.</p> <p>La fréquence maximale est donc $\nu_{\max} =$</p> $\frac{E_{\max}}{h} = \frac{(120 \cdot 10^3 \times 1,60 \cdot 10^{-19}) \text{ J}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}} = 2,9 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$ <p>Ce qui est bien de l'ordre de $3 \cdot 10^{19}$ Hz.</p>							
A.1.1.2	$\lambda = \frac{c}{\nu} \approx \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{3 \cdot 10^{19} \text{ s}^{-1}} \approx 1 \cdot 10^{-11} \text{ m}$							
A.1.1.3	<p>L'énergie transportée par ce photon est :</p> $E_{\text{UVA}} = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{380 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 5,23 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ <p>Donc : $\frac{E_{\max}}{E_{\text{UVA}}} = \frac{(120 \cdot 10^3 \times 1,60 \cdot 10^{-19}) \text{ J}}{5,23 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \approx 37000$</p> <p>L'énergie des photons X est bien environ 37000 fois plus grande que celle des UVA.</p>							
A.1.1.4	<p>Les rayons X sont dangereux pour la santé car bien plus énergétiques que les UVA : il est donc nécessaire d'utiliser des moyens de protection.</p>							
A.1.2	<p>DR1 : Spectre électromagnétique (échelle non respectée et limites approximatives)</p> <table border="1" data-bbox="300 1059 1396 1189"> <tr> <td>Rayonnement gamma</td> <td>Rayonnement X</td> <td>Ultra violet</td> <td>visible</td> <td>Infra rouge</td> <td>micro-ondes</td> <td>ondes radio</td> </tr> </table>  <p>The diagram shows a horizontal axis for wavelength λ with markers at 10 pm, 10 nm, 400 nm, 800 nm, 1 mm, and 1 m. The spectrum is divided into regions: gamma (below 10 pm), X (between 10 pm and 10 nm), UV (between 10 nm and 400 nm), visible (between 400 nm and 800 nm), IR (between 800 nm and 1 mm), microwaves (between 1 mm and 1 m), and radio waves (above 1 m).</p>	Rayonnement gamma	Rayonnement X	Ultra violet	visible	Infra rouge	micro-ondes	ondes radio
Rayonnement gamma	Rayonnement X	Ultra violet	visible	Infra rouge	micro-ondes	ondes radio		
A.1.3	<p>D'après le document A1 :</p> <p>Pour $U = 100 \text{ kV}$, on a $E_c = e \cdot U = 1,60 \cdot 10^{-19} \times 100 \cdot 10^3 = 1,60 \cdot 10^{-14} \text{ J}$</p>							
A.1.4	<p>Si on considère que toute l'énergie cinétique est réémise sous forme de photon, alors ce photon aura une longueur d'onde :</p> $\lambda = \frac{h \times c}{E_c} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{1,60 \cdot 10^{-14} \text{ J}} = 1,24 \cdot 10^{-11} \text{ m} \approx 12,4 \text{ pm.}$ <p>D'après le document réponse 1, il s'agit bien de photon X.</p>							
A.2.1	<p>D'après le document A2, Les éclats d'obus apparaissent gris foncé ce qui signifie qu'ils ont absorbés plus de rayons X que les os ou les tissus mous du corps humain : les éléments chimiques qui constituent les éclats sont donc des éléments ayant un grand numéro atomique.</p>							
A.3.1	<p>La puissance du tube est : $P = U \times I = 100 \cdot 10^3 \times 300 \cdot 10^{-3} = 3,00 \cdot 10^4 \text{ W}$</p>							
A.3.2	<p>$E_{\text{cliché}} = P \times \Delta t = 3,00 \cdot 10^4 \times 2,00 = 6,00 \cdot 10^4 \text{ J}$</p>							
A.3.3	<p>D'après le document A3 : $\Delta E = m \times c_m \times \Delta T$</p> $\Delta T = \frac{\Delta E}{m \times c_m} = \frac{6,00 \cdot 10^4 \text{ J}}{1,00 \text{ kg} \times 133 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}} = 451 \text{ K}$ <p>L'élévation de température de l'anode est de 451 K (ou 451°C : puisqu'il s'agit d'une élévation de température, la valeur est la même en K et en °C).</p>							

PARTIE B : De l'électricité pour alimenter le tube à rayons X

B.1.1	D'après le document B1, les avantages de la dynamo sont : <ul style="list-style-type: none"> - La dynamo est plus légère et moins encombrante, - La dynamo est moins chère
B.1.2	D'après le document B1, les inconvénients de la dynamo sont : <ul style="list-style-type: none"> - L'augmentation de la consommation en essence, - L'obligation de faire fonctionner le moteur de la voiture pour l'utiliser.
B.2.1	D'après le document B2 : La dynamo produit une tension de 110 V et un courant de 15 A
B.2.2	$P_{\text{élec}} = U \times I = 110 \times 15 = 1,65 \cdot 10^3 \text{ W}$
B.2.3	Avec un rendement $\eta = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{méca}}} = 80 \%$ on a : $P_{\text{méca}} = \frac{P_{\text{élec}}}{0,8} = \frac{1,65 \cdot 10^3 \text{ W}}{0,8} = 2065 \text{ W}$ soit environ 2,1 kW
B.2.4	Document réponse DR2 :  <p style="text-align: center;"> $\xrightarrow{\text{Puissance mécanique}}$ Dynamo $\xrightarrow{\text{Puissance électrique}}$ \searrow Pertes : Puissance thermique </p>
B.2.5	$P_{\text{diss}} = P_{\text{méca}} - P_{\text{élec}} = 2065 - 1650 \approx 400 \text{ W}$
B.2.6	Il y a également des pertes liées aux frottements mécaniques des différentes pièces les unes contre les autres.
B.2.7.1	$\omega = 1800 \text{ tours} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{1800 \text{ tours}}{1 \text{ min}} = \frac{1800 \times 2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 188 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$
B.2.7.2	On a $P_{\text{méca}} = C \times \omega$, donc $C = \frac{P_{\text{méca}}}{\omega} = \frac{2,1 \cdot 10^3}{188} \approx 11,2 \text{ N} \cdot \text{m}$
B.2.7.3	Pour régler la vitesse de rotation du moteur de la voiture, le conducteur avait un voltmètre à disposition.
B.3.1	Pour fonctionner pendant 1h, la dynamo a besoin d'une énergie : $E_{\text{méca}} = P_{\text{méca}} \times \Delta t = 2,1 \text{ kW} \times 1\text{h} = 2,1 \text{ kW} \cdot \text{h}$. Or $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ Donc $E_{\text{méca}} = 2,1 \times 3,6 \cdot 10^6 = 7,56 \cdot 10^6 \text{ J}$ D'après les données, $E_{\text{lib}} = 4,79 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Il faut donc une masse $m = \frac{E_{\text{méca}}}{E_{\text{lib}}} = \frac{7,56 \cdot 10^6 \text{ J}}{4,79 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}} = 0,158 \text{ kg}$ d'essence. Mais comme seule 10% de l'énergie libérée sert pour la dynamo, il faut en réalité 1,58 kg d'essence pour faire fonctionner la dynamo pendant 1h. Ce qui correspond à un volume $V = \frac{m}{\rho_{\text{carburant}}} = \frac{1,58 \text{ kg}}{0,703 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}} = 2,24 \text{ L}$

B.3.2	<p>Avec un réservoir de 35,0 L : l'autonomie est de $\Delta t = \frac{V_{\text{rés}}}{V} = \frac{35,0 \text{ L}}{2,24 \text{ L}} = 15,6 \text{ h}$.</p> <p>Avec un plein, on ne peut donc pas faire fonctionner la dynamo pendant 1 journée complète.</p>
--------------	--

PARTIE C : Un moteur à essence comme source d'énergie

C.1.1	<p>Équation de combustion de l'octane :</p> $\text{C}_8\text{H}_{18} + \frac{50}{2} \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 9 \text{H}_2\text{O}$
C.1.2	<p>Pictogramme 1 : facilement inflammable Pictogramme 2 : irritant Pictogramme 3 : toxique, cancérogène Pictogramme 4 : dangereux pour l'environnement</p>
C.2.1	<p>La masse de 1L d'octane est : $m = \rho \times V = 0,703 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0,703 \text{ kg}$ Donc $n_{\text{octane}} = \frac{m}{M} = \frac{703 \text{ g}}{114 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 6,17 \text{ mol}$</p>
C.2.2	<p>D'après l'équation de combustion, 1 mol d'octane produit 8 mol de CO₂. Donc, avec 1L soit 6,17 mol d'octane : on rejette $n(\text{CO}_2) = 8 \times 6,17 \text{ mol} = 49,4 \text{ mol}$ de CO₂.</p>
C.2.3	<p>$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2)$ $m(\text{CO}_2) = 49,4 \text{ mol} \times 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 2,17 \cdot 10^3 \text{ g} = 2,17 \text{ kg}$</p>
C.2.4.1	<p>La combustion de 1L d'essence rejette 2,17 kg de CO₂ Donc la combustion de 35 L d'essence rejette $m = 35 \times 2,17 \text{ kg} = 76,0 \text{ kg}$ de CO₂.</p>
C.2.4.2	<p>Les 35,0 L d'essence permettent de parcourir 270 km et rejettent 76, kg de CO₂. Ce qui fait une masse $m = \frac{76,0 \text{ kg}}{270 \text{ km}} = 0,281 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-1} = 281 \text{ g}\cdot\text{km}^{-1}$</p>
C.2.4.3	<p>D'après le document C2, avec un tel rejet, le malus serait de 10 000 €</p>