# PHYSIQUE

## PROPOSITIONS DE SOLUTIONS

| Question 1 | | |
|---|---|---|
| | **Page 1/2** | **Barème** |
| **a) i. 1.** Force centripète = Force de gravitation<br>$m\cdot a_{\text{cp.}} = F_{\text{grav.}}$<br>$M_{\text{P}}\cdot\omega^2\cdot r = \dfrac{G\cdot M\cdot M_{\text{P}}}{r^2}$<br>$\dfrac{4\pi^2}{T^2} = \dfrac{G\cdot M}{r^3} \quad\Rightarrow\quad T^2 = \dfrac{4\pi^2\cdot r^3}{G\cdot M}$ | | 3 points |
| **2.** $r = \sqrt[3]{\dfrac{T^2\cdot G\cdot M}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\dfrac{(289\cdot 24\cdot 3\ 600)^2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot(0{,}97\cdot 1{,}99\cdot 10^{30})}{4\pi^2}}$<br>$r = 1{,}27\cdot 10^{11}\ \text{m}$ | | 3 points |
| **3.** $v = \dfrac{2\pi\cdot r}{T} = \dfrac{2\pi\cdot 1{,}27\cdot 10^{11}}{289\cdot 86\ 400} = 3{,}20\cdot 10^4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | | 2 points |
| **ii.** $\left(\dfrac{R_{\text{P}}}{R}\right)^2 = 1 - \dfrac{I_{\min}}{I_{\text{normal}}} \quad\Rightarrow\quad R_{\text{P}} = 0{,}98\cdot 6{,}96\cdot 10^8\cdot\sqrt{1-\dfrac{0{,}9995\cdot I_{\text{normal}}}{I_{\text{normal}}}}$<br>$R_{\text{P}} \approx 1{,}53\cdot 10^7\ \text{m} = 15\ 300\ \text{km}$ | | 2 points |
| **iii.** $g = \dfrac{G\cdot M}{r^2} = \dfrac{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 13{,}8\cdot 5{,}97\cdot 10^{24}}{\left(1{,}53\cdot 10^7\right)^2} = 23{,}5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ | | 2 points |
| **iv. 1.** Vitesse (minimale) que doit posséder un corps soumis à la seule force de gravitation pour atteindre l'infini à vitesse nulle à partir d'un point situé à distance $r$ du centre de l'astre attracteur. | | 1 point |
| **iv. 2.** $\left(E_k + E_p\right)_r = \left(E_k + E_p\right)_\infty$<br>$\dfrac{1}{2}m\cdot v_{\text{libération}}^2 - \dfrac{G\cdot M\cdot m}{r} = 0 + 0$<br>$v_{\text{libération}} = \sqrt{\dfrac{2\cdot G\cdot M}{r}}$ | | 2 points |
| **iv. 3.** $v_{\text{libération}} = \sqrt{\dfrac{2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 13{,}8\cdot 5{,}97\cdot 10^{24}}{1{,}53\cdot 10^7}} = 2{,}68\cdot 10^4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | | 1 point |
| **b) i.** $E = E_k + E_p = \dfrac{m\cdot v^2}{2} - \dfrac{G\cdot m\cdot M}{r} = \dfrac{G\cdot m\cdot M}{2r} - \dfrac{G\cdot m\cdot M}{r} = -\dfrac{G\cdot m\cdot M}{2r}$ | | 3 points |
| **ii.** $E = -\dfrac{G\cdot M\cdot m}{2r} = -\dfrac{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 13{,}8\cdot 5{,}97\cdot 10^{24}\cdot 1\ 500}{2\cdot(1{,}53+0{,}13)\cdot 10^7} = -2{,}48\cdot 10^{11}\ \text{J}$ | | 2 points |

| Question 1 | | |
|---|---|---|
| | **Page 2/2** | **Barème** |
| **iii.** Energie mécanique en orbite : $E_{\text{finale}} = -2,48 \cdot 10^{11}$ J<br>Energie à la surface de la planète :<br>$E_{\text{initiale}} = E_{\text{p}} + E_{\text{k}} = -\dfrac{G \cdot M \cdot m}{r} + 0$<br>$E_{\text{initiale}} = -\dfrac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 13,8 \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot 1\,500}{1,53 \cdot 10^{7}} = -5,39 \cdot 10^{11}$ J<br>Energie nécessaire :<br>$E = E_{\text{finale}} - E_{\text{initiale}} = -2,48 \cdot 10^{11} - (-5,39 \cdot 10^{11}) = 2,91 \cdot 10^{11}$ J | | 4 points |

## Question 2

| | Page 1/2 | Barème |
|---|---|---|

**a)**

**i.** $\Delta E_\text{k} = W_{\vec{F}_\text{él.}} \Rightarrow \dfrac{m\cdot v^2}{2} - 0 = e\cdot U_\text{A} \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{2\cdot e\cdot U_\text{A}}{m}}$

2 points

**ii.** Force de Lorentz : $\vec{F}_\text{Lorentz}$ toujours perpendiculaire à $\vec{v}$.

$F_t = m\cdot\dfrac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow \dfrac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ la vitesse est constante en mesure.

$F_n = F = m\cdot v^2/r \Rightarrow m\cdot v^2/r = q\cdot v\cdot B \Rightarrow r = m\cdot v/q\cdot B = \text{constante}$.

Le rayon est constant et la vitesse est uniforme, le mouvement est bien circulaire uniforme.

2 points

**iii.** $F_\text{centripète} = F_\text{Lorentz} \Rightarrow \dfrac{m\cdot v^{\cancel{2}}}{R} = e\cdot\cancel{v}\cdot B \Rightarrow \dfrac{e}{m} = \dfrac{v}{B\cdot R}$

En introduisant l'expression de $v$ trouvée **a) i.**, on obtient :

$$\frac{e}{m} = \frac{\sqrt{\dfrac{2\cdot e\cdot U_\text{A}}{m}}}{B\cdot R} \Rightarrow \frac{e^{\cancel{2}}}{m^{\cancel{2}}} = \frac{2\cdot\cancel{e}\cdot U_\text{A}}{B^2\cdot R^2\cdot\cancel{m}} \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{2\cdot U_\text{A}}{B^2\cdot R^2}$$

5 points

**iv.** $\dfrac{e}{m} = \dfrac{2\cdot 2\ 000}{\left(1{,}52\cdot 10^{-3}\right)^2\cdot(0{,}100)^2} = 1{,}73\cdot 10^{11}\ \text{C}\cdot\text{kg}^{-1}$

2 points

**b)**

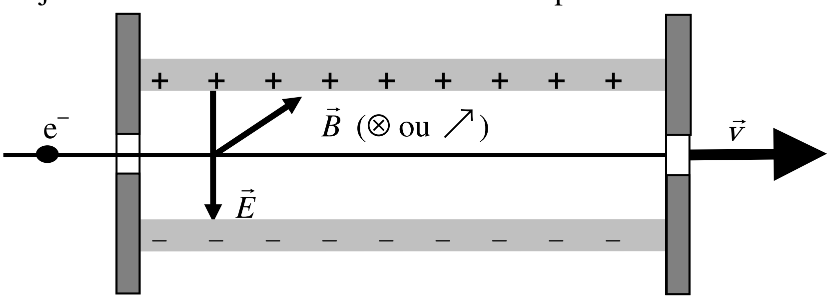
**i.** Le champ électrique $\vec{E}$ est perpendiculaire aux plaques donc vertical et orienté vers le bas (de la plaque + vers la plaque -). Il s'exerce sur des électrons (charge électrique négative). Donc la force électrique est orientée vers la plaque positive.
La force magnétique (de Lorentz) doit compenser la force électrique pour que le mouvement des électrons soit rectiligne uniforme. Elle doit être verticale et orientée vers la plaque négative.

Pour obtenir cette force, il faut qu'un champ magnétique $\vec{B}$ s'exerce sur les électrons. Pour en déterminer le sens, on peut utiliser, par exemple, la règle des trois doigts de la main gauche (règle de Fleming) :

pouce : sens opposé au mouvement des électrons ; index : sens de $\vec{F}$ ;

majeur : sens de $\vec{B} \Rightarrow \vec{B}$ s'enfonce dans le plan du schéma : $\otimes$

4 points



<table>
<tr><th colspan="3">Question 2</th></tr>
<tr><th></th><th>Page 2/2</th><th>Barème</th></tr>
<tr><td colspan="2">

**ii.** $F_{\text{électrostatique}} = F_{\text{magnétique}} \Leftrightarrow e \cdot E = e \cdot v \cdot B \Rightarrow v = \dfrac{E}{B}$

**iii.** Mouvement horizontal (projeté parallèlement aux plaques) est uniforme :

$x = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \dfrac{x}{v} \qquad (1)$

Mouvement vertical (projeté perpendiculairement aux plaques) est uniformément varié :

$a_y = \dfrac{e \cdot E}{m} = \dfrac{e \cdot U}{m \cdot d} \Rightarrow y = \dfrac{e \cdot U}{2 \cdot m \cdot d} \cdot (\Delta t)^2 \qquad (2)$

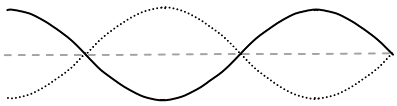
Introduisant (1) dans (2), on a :

$y = \dfrac{e \cdot U}{2 \cdot m \cdot d \cdot v^2} \cdot x^2$

**iv.** $y = \dfrac{e \cdot U}{2 \cdot m \cdot d \cdot v^2} \cdot x^2 \Rightarrow \dfrac{e}{m} = \dfrac{2 \cdot y \cdot d \cdot v^2}{U \cdot x^2}$

$\dfrac{e}{m} = \dfrac{2 \cdot 2{,}00 \cdot 10^{-2} \cdot 6{,}00 \cdot 10^{-2} \cdot (3{,}00 \cdot 10^7)^2}{1\,240 \cdot (1{,}00 \cdot 10^{-1})^2} = 1{,}74 \cdot 10^{11}\ \mathrm{C \cdot kg^{-1}}$

</td><td>2 points<br><br>5 points<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>3 points</td></tr>
</table>

| **Question 3** | | |
|---|---|---|
| | **Page 1/1** | **Barème** |
| **a)** **i.** Un régime stationnaire d'ondes résulte de la superposition de deux ondes de même fréquence et de même amplitude se propageant en sens opposés. | | 3 points |
| **ii.** On a un ventre du côté haut-parleur et un nœud du côté extrémité fermée du tube. Or la distance entre un ventre et un nœud vaut un nombre impair $(2n+1)$ de quarts de longueur d'onde $\left(\frac{\lambda}{4}\right)$ :<br>$L=(2n+1)\cdot\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda=\frac{4L}{2n+1}$ avec $n=0,1,2,...$ | | 3 points |
| **iii.** $L=(2n+1)\cdot\frac{\lambda_n}{4}=(2n+1)\cdot\frac{v}{4\cdot f_n} \Leftrightarrow f_n=(2n+1)\cdot\frac{v}{4\cdot L}$<br>Pour la fréquence fondamentale, $n=0$ et $f_0=\frac{v}{4\cdot L}=\frac{343}{4\cdot 1{,}70}=50{,}4\ \text{Hz}$ | | 2 points |
| **iv.** $f_n=(2n+1)\cdot\frac{v}{4\cdot L} \Rightarrow 252=(2n+1)\cdot 50{,}4 \Rightarrow 2n+1=\frac{252}{50{,}4}=5$<br>$L$ contient 5 fois $\frac{\lambda}{4}$.<br> | | 4 points |
| **v.** La distance entre deux nœuds consécutifs est égale à $\frac{\lambda}{2}=0{,}310\ \text{m}$.<br>$\lambda=0{,}620\ \text{m}$ et $\lambda\cdot f=v_{\text{gaz}}$ donc $v_{\text{gaz}}=0{,}620\cdot 430=267\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$<br>Il s'agit de dioxyde de carbone. | | 3 points |
| **b)** **i.** $y(x,t)=A\cdot\sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\right) \Rightarrow T=0{,}003\ \text{s}$ et $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0{,}003}=333\ \text{Hz}$ | | 2 points |
| **ii.** $y(x,t)=A\cdot\sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\right) \Rightarrow \lambda=1{,}00\ \text{m}$ | | 2 points |
| **iii.** $v=\lambda\cdot f=1\cdot 333=333\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | | 2 points |
| **iv.** $v(x,t)=\frac{\partial y(x,t)}{\partial t}=0{,}02\cdot\frac{2\pi}{0{,}003}\cdot\cos\left(2\pi\left(\frac{t}{0{,}003}-x\right)\right)$<br>$v_{\max}=2\cdot 10^{-2}\cdot\frac{2\pi}{3\cdot 10^{-3}}=41{,}9\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | | 4 points |

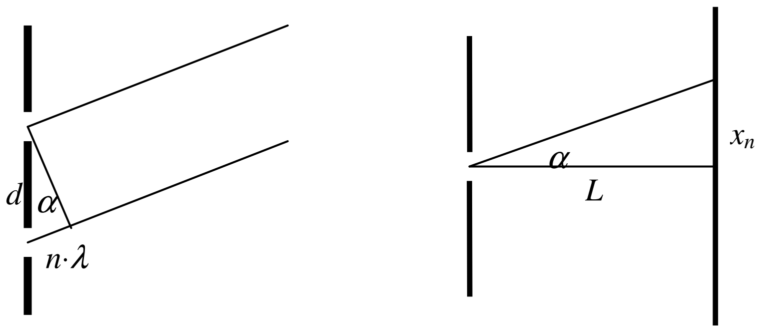
# BACCALAUREAT EUROPEEN 2014 : PHYSIQUE

## Question 4

| | Page 1/2 | Barème |
|---|---|---|

**a)** Deux sources sont cohérentes lorsqu'elles émettent des ondes (de même fréquence et) telles que le déphasage entre ces dernières reste constant (dans le temps).
Dans l'expérience des deux fentes de Young, on utilise une source unique S éclairant les deux fines fentes qui jouent le rôle de sources secondaires (principe de Huygens) $S_1$ et $S_2$. Ces dernières émettent des ondes de même fréquence (celle de la source initiale) et de manière telle que le déphasage entre elles reste constant ($SS_1$ et $SS_2$ sont constants). Elles sont donc cohérentes. — **3 points**

**b)** — **6 points**




Si la distance $L$ est très grande par rapport à la distance $d$, les ondes provenant de chacune des fentes et qui interférent en un point de l'écran sont quasi parallèles. La différence $\delta$ de chemins parcourus par les deux ondes est telle que $\delta \approx d \cdot \sin\alpha$ (1ère approximation).
Pour qu'il y ait interférence constructive en un point de l'écran, $\delta$ doit valoir un nombre entier $n$ de longueur d'onde $\lambda$ : $n \cdot \lambda \approx d \cdot \sin\alpha$.
On a $\frac{n \cdot \lambda}{d} = \sin\alpha$ et $\tan\alpha = \frac{x_n}{L}$.
De plus, l'angle $\alpha$ est, en général, petit ($\alpha \ll 0{,}2$ rad) car, dans le cas des fentes de Young, $\delta \ll d$ ; on peut assimiler $\sin\alpha$ à $\tan\alpha$ (2de approximation).
On a $\frac{n \cdot \lambda}{d} \approx \frac{x_n}{L} \Rightarrow x_n \approx n \cdot \frac{\lambda \cdot L}{d}$.
La distance entre deux maxima successifs vaut

$$\Delta x = x_{n+1} - x_n = (n+1) \cdot \frac{\lambda \cdot L}{d} - n \cdot \frac{\lambda \cdot L}{d} = \frac{\lambda \cdot L}{d}$$

**c)** **i.** **1.** La distance $\Delta x$ est doublée puisqu'elle est proportionnelle à $L$. — **1 point**

**2.** La distance $\Delta x$ est divisée par deux puisqu'elle est inversement proportionnelle à $d$. — **1 point**

**ii.** Elle n'est pas modifiée, les deux effets se compensant. — **1 point**

**d)** — **2 points**

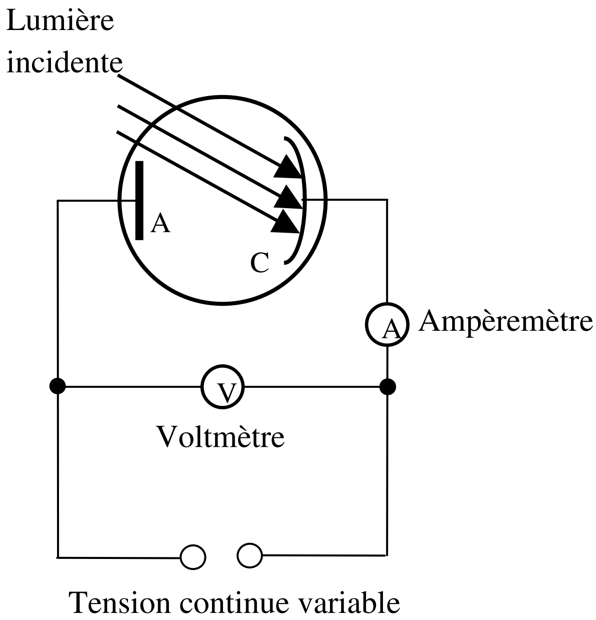
$$x_{i+10} - x_i = (i + 10 - i) \cdot \frac{\lambda \cdot L}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{(x_{i+10} - x_i) \cdot d}{10 \cdot L} = \frac{9{,}2 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 3}$$

$\lambda = 6{,}13 \cdot 10^{-7}$ m ($= 613$ nm)

| Question 4 | | |
|---|---|---|
| | **Page 2/2** | **Barème** |
| **e)** **i.** $\tan\alpha = \frac{x_n}{L} = \frac{1{,}39/2}{1{,}20} = 0{,}5792 \Rightarrow \alpha = 30{,}1°$ | | 2 points |
| **ii.** $\sin\alpha = \frac{n\cdot\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{d}{n}\cdot\sin\alpha$ où $n$ est un entier strtictement positif<br>$\lambda = \frac{1\cdot 10^{-3}/400}{2}\cdot\sin 30{,}1°$<br>$= 6{,}27\cdot 10^{-7}$ m ( $= 627$ nm) | | 3 points |
| **iii.** $\sin\alpha = \frac{n\cdot\lambda}{d} < 1 \Rightarrow n_{\max} < \frac{d}{\lambda} = \frac{1\cdot 10^{-3}/400}{6{,}27\cdot 10^{-7}} = 3{,}99 \Rightarrow n_{\max} = 3$<br>Il y a $2\cdot 3+1 = 7$ maxima. | | 3 points |
| **iv.** Angle $\alpha$ sous lequel est vue la moitié de la largeur de l'écran :<br>$\tan\alpha = \frac{\text{largeur}/2}{L} = \frac{1{,}50/2}{1{,}20} = 0{,}625 \Rightarrow \alpha = 32{,}0°$<br>$\sin\alpha_n = n\cdot\frac{\lambda}{d}$ et $\alpha_n \le \alpha$<br>$\Rightarrow n \le \frac{d}{\lambda}\cdot\sin\alpha = \frac{1\cdot 10^{-3}/400}{6{,}27\cdot 10^{-7}}\cdot\sin 32{,}0° = 2{,}11$<br>$\Rightarrow n = 2$<br>Il y a $2\cdot 2+1 = 5$ maxima. | | 3 points |

| Question 5 | | |
|---|---|---|
| | **Page 1/2** | **Barème** |

**a) i.** — 3 points




**ii.** — 3 points

$$h \cdot f_{\text{seuil}} = W_{\text{extraction}} \Rightarrow f_{\text{seuil}} = \frac{W_{\text{extraction}}}{h} = \frac{3{,}59 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 8{,}66 \cdot 10^{14}\ \text{Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{8{,}66 \cdot 10^{14}} = 3{,}46 \cdot 10^{-7}\ \text{m}\ (= 346\ \text{nm})$$

**iii.** — 3 points

$$h \cdot f = W_{\text{extraction}} + e \cdot U$$

$$f = \frac{(3{,}59 + 2{,}32) \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 1{,}43 \cdot 10^{15}\,\text{Hz}$$

**iv.** — 4 points

$$E = n \cdot h \cdot f$$

En 1 s : $E = 33{,}7 \cdot 10^{-3}$ J

$$33{,}7 \cdot 10^{-3} = n \cdot 6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{15}$$

$$n_{\text{photons}} = \frac{33{,}7 \cdot 10^{-3}}{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{15}} = 3{,}18 \cdot 10^{16}\ \text{photons}$$

**v.** — 4 points

Nombre d'électrons arrachés en 1 s à la cathode :

$$n_{\text{électrons}} = 0{,}0075 \cdot 3{,}18 \cdot 10^{16} = 2{,}39 \cdot 10^{14}$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{e \cdot n}{1} = 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}38 \cdot 10^{14} = 3{,}81 \cdot 10^{-5}\ \text{A} = 38{,}1\ \mu\text{A}$$

| Question 5 | | |
|---|---|---|
| | **Page 2/2** | **Barème** |
| **b) i.** <br> **1.** L'électron se déplace sur des orbites circulaires, de rayons $r_n$ bien déterminés, chacune caractérisée par une énergie bien déterminée, sans rayonner d'énergie (états stationnaires). <br> **2.** Règle de quantification : $m_e \cdot r_n \cdot v_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$ avec $n = 1, 2, 3, ...$ <br> **3.** Il y a émission d'un rayonnement uniquement lorsque l'électron passe d'une orbite permise d'énergie $E_n$ à une autre orbite permise d'énergie inférieure $E_m$ ; la fréquence de ce rayonnement est donnée par : <br> $h \cdot f = E_n - E_m$ | | 2 points |
| **ii.** $F_{\text{centripète}} = F_{\text{Coulomb}} \Rightarrow \frac{m_e \cdot v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$ <br> Utilisant la règle de quantification, on a : <br> $\frac{m_e}{r_n} \cdot \left( \frac{n \cdot h}{2\,\pi \cdot r_n \cdot m_e} \right)^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2} \Rightarrow \frac{m_e \cdot n^2 \cdot h^2}{4\pi^2 \cdot r_n^3 \cdot m_e^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2} \Rightarrow \frac{n^2 \cdot h^2}{\pi \cdot r_n \cdot m_e} = \frac{e^2}{\varepsilon_0}$ <br> $\Rightarrow r_n = \frac{n^2 \cdot h^2 \cdot \varepsilon_0}{\pi \cdot m_e \cdot e^2}$ | | 3 points |
| **iii.** $r_n = \frac{n^2 \cdot h^2 \cdot \varepsilon_0}{\pi \cdot m_e \cdot e^2}$ <br> $n = \sqrt{\frac{\pi \cdot r_n \cdot m_e \cdot e^2}{h^2 \cdot \varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{\pi \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-9} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot \left(1{,}60 \cdot 10^{-19}\right)^2}{\left(6{,}63 \cdot 10^{-34}\right)^2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}}} = 4{,}33$ <br> $n$ doit être supérieur ou égal à 5. | | 3 points |

| **Question 6** | | |
|---|---|---|
| | **Page 1/1** | **Barème** |
| **a)** L'eau peut jouer le rôle de modérateur servant à ralentir les neutrons. | | 2 points |
| **b)** **i.** $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{7,04 \cdot 10^{8}} = \frac{\ln 2}{7,04 \cdot 10^{8} \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600} = 3,12 \cdot 10^{-17}\ \mathrm{s}^{-1}$ | | 2 points |
| **ii.** $\frac{m_{^{235}\mathrm{U}}}{m_{\mathrm{U}}} = 0,0072 \Rightarrow m_{^{235}\mathrm{U}} = 0,0072 \cdot m_{\mathrm{U}} = 0,0072 \cdot 1,00 = 0,0072\ \mathrm{kg}$ <br> $N_{^{235}\mathrm{U}} = \frac{0,0072}{235 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,85 \cdot 10^{22}$ <br> $A = \lambda \cdot N = 3,12 \cdot 10^{-17} \cdot 1,85 \cdot 10^{22} = 5,8 \cdot 10^{5}\ \mathrm{Bq}$ | | 5 points |
| **iii.** $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$ <br> $t = \frac{1}{3,12 \cdot 10^{-17}} \cdot \ln\left(\frac{2,4 \cdot 10^{6}}{5,8 \cdot 10^{5}}\right)$ <br> $= 4,6 \cdot 10^{16}\,\mathrm{s} \approx 1,5 \cdot 10^{9}\,\mathrm{ans}$ | | 4 points |
| **c)** **i.** $235 + 1 = 140 + 94 + x \Rightarrow x = 2$ <br> $92 + 0 = Z + 37 + x \cdot 0 \Rightarrow Z = 55$ <br> $(\Rightarrow {}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{140}_{55}\mathrm{Cs} + {}^{94}_{37}\mathrm{Rb} + 2\ {}^{1}_{0}\mathrm{n})$ | | 3 points |
| **ii.** $\Delta m = \left(m\left({}^{140}_{55}\mathrm{Cs}\right) + m\left({}^{94}_{37}\mathrm{Rb}\right) + 2 \cdot m(\mathrm{n})\right) - \left(m\left({}^{235}_{92}\mathrm{U}\right) + m(\mathrm{n})\right)$ <br> $\Delta m = (139,9173 + 93,9264 + 1,0087) - (235,0439) = -0,1915\ \mathrm{u}$ <br> $E = -\Delta m \cdot c^2 = 0,1915 \cdot 931,5 = 178\ \mathrm{MeV}$ | | 5 points |
| **d)** Nombre de noyaux ayant subi la fission : $N = \frac{1,00 \cdot 10^{4}}{235 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 2,56 \cdot 10^{28}$ <br> $E = N \cdot 200 \cdot 10^{6} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 2,56 \cdot 10^{28} \cdot 200 \cdot 10^{6} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 8,19 \cdot 10^{17}\ \mathrm{J}$ | | 4 points |