PHYSIQUE

PROPOSITIONS DE SOLUTIONS – RESERVE

<table>
<tr><th colspan="3">Question 1</th></tr>
<tr><th></th><th>Page 1/2</th><th>Barème</th></tr>
<tr><td colspan="2">

a) **i.** La résultante des forces est la force d’attraction universelle ; portée par le rayon-vecteur, elle est centripète. Il en va de même pour le vecteur accélération instantanée en vertu de la relation fondamentale de dynamique. Le vecteur accélération instantanée est perpendiculaire au vecteur vitesse instantanée, tangent à la trajectoire circulaire. Le vecteur vitesse instantanée ne peut varier en mesure. Le mouvement est donc uniforme.

</td><td>3 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

ii. **1.** $F_{\text{cp.}} = F_{\text{grav.}}$

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \iff m \cdot v^2 = \text{G} \cdot \frac{m \cdot M}{r} \iff \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{\text{G} \cdot m \cdot M}{2 \cdot r}$$

$$E_{\text{k}} = \frac{G \cdot m \cdot M}{2 \cdot r}$$

</td><td>3 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

2. Puisque $r = R_{\text{orb.}}$, $m = M_{\text{L}}$ et $M = M_{\text{T}} = k \cdot M_L$, $E_{\text{k}} = \dfrac{G \cdot k \cdot M_{\text{L}}^2}{2 \cdot R_{\text{orb.}}}$

</td><td>2 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

iii. $$\frac{M_{\text{L}} \cdot v^2}{2} = \frac{G \cdot M_{\text{T}} \cdot M_{\text{L}}}{2 \cdot R_{\text{orb.}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{\text{T}}}{R_{\text{orb.}}}} = \sqrt{\frac{G \cdot k \cdot M_{\text{L}}}{R_{\text{orb.}}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 81,3 \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{384 \cdot 10^{6}}} = 1,02 \cdot 10^{3}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

</td><td>3 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

b) **i.** $$m \cdot a = F_{\text{grav.}} \Rightarrow m \cdot g_{\text{L}} = \frac{G \cdot m \cdot M_{\text{L}}}{R_{\text{L}}^2} \Rightarrow g_{\text{L}} = \frac{G \cdot M_{\text{L}}}{R_{\text{L}}^2}$$

</td><td>3 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

ii. $$g_{\text{L}} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{\left(1,74 \cdot 10^{6}\right)^2} = 1,62\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

</td><td>2 points</td></tr>
</table>

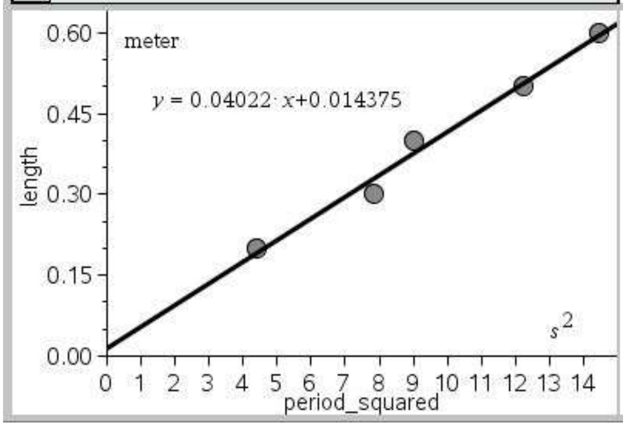
Question 1

	Page 2/2	Barème

iii. 1. — 4 points

	A period	B period_squared	C length
=		=period^2	
1	2.1	4.41	0.2
2	2.8	7.84	0.3
3	3	9	0.4
4	3.5	12.25	0.5
5	3.8	14.44	0.6

C6

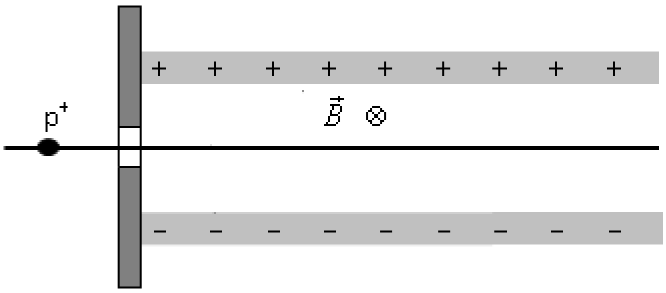


2. $T = 2\pi \cdot \sqrt{\dfrac{L}{g_L}} \;\Rightarrow\; L = \dfrac{g_L}{4\pi^2} \cdot T^2$ — 3 points

Les points de mesure doivent se placer sur une droite de pente $\dfrac{g_L}{4\pi^2}$.

3. $\text{pente} = 0{,}040 \Rightarrow g_L = \text{pente} \cdot 4\pi^2 = 0{,}040 \cdot 4\pi^2 = 1{,}6\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ — 2 points

Question 2		
	Page 1/2	**Barème**
a) **i.** $\Delta E_\mathrm{k} = W_{\vec{F}_\text{él.}} \Rightarrow \frac{m_\mathrm{p} \cdot v_0^2}{2} - 0 = e \cdot U_1 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_1}{m_\mathrm{p}}}$ $v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 320}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 2,48 \cdot 10^5 \ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$		3 points
ii. Mouvement horizontal (projeté parallèlement aux plaques) est uniforme : $x = v_0 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{x}{v_0} \qquad (1)$ Mouvement vertical (projeté perpendiculairement aux plaques) est uniformément varié : $a_y = \frac{e \cdot E}{m_\mathrm{p}} = \frac{e \cdot U_2}{m_\mathrm{p} \cdot d} \Rightarrow y = \frac{1}{2} \cdot a_y \cdot (\Delta t)^2 = \frac{e \cdot U_2}{2 \cdot m_\mathrm{p} \cdot d} \cdot (\Delta t)^2 \qquad (2)$ Introduisant (1) dans (2), on obtient : $y = \frac{e \cdot U_2}{2 \cdot m_\mathrm{p} \cdot d \cdot v_0^2} \cdot x^2$		4 points
iii. $y = \frac{e \cdot U_2 \cdot x^2}{2 \cdot m_\mathrm{p} \cdot d \cdot v_0^2} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 580 \cdot 0,050^2}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 0,056 \cdot (2,48 \cdot 10^5)^2} = 0,020 \ \mathrm{m}$		2 points
iv. Le deuton a une masse valant quasi deux fois celle du proton. Les autres grandeurs n'étant pas modifiées, la déviation y est quasi divisée par deux.		2 points
b) **i.** $y_\text{impact} = \frac{0,056}{2} = 0,028 \ \mathrm{m} \Rightarrow x_\text{impact} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot y_\text{impact} \cdot m_\mathrm{p} \cdot d}{e \cdot U_2'}}$ $x_\text{impact} = 2,48 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,028 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 0,056}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 3,5 \cdot 10^3}} = 0,024 \ \mathrm{m}$		3 points
ii. **1.** $W_{\vec{F}_\text{él.}} = e \cdot \frac{U_2'}{d} \cdot \frac{d}{2} = \Delta E_k$ $\Delta E_\mathrm{k} = \frac{e \cdot U_2'}{2} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 3,50 \cdot 10^5}{2} = 2,80 \cdot 10^{-16} \ \mathrm{J}$		2 points
2. $\frac{2}{m} \cdot \Delta E_\mathrm{k} = v^2 - v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta E_\mathrm{k}}{m} + v_0^2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,80 \cdot 10^{-16}}{1,67 \cdot 10^{-27}} + (2,48 \cdot 10^5)^2}$ $v = 6,30 \cdot 10^5 \ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$		2 points

Question 2		
	Page 2/2	**Barème**
iii. La force électrique s'exerçant sur un proton (charge électrique positive) est orientée vers la plaque négative. 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 positive. Pour obtenir cette force, il faut qu'un champ magnétique $\vec{B}$ s'exerce sur le proton. Pour en déterminer le sens, on peut utiliser, par exemple, la règle des trois doigts de la main gauche (règle de Fleming) : pouce : sens de la vitesse du proton ; index : sens de $\vec{F}_{\text{Lorentz}}$; majeur : sens de $\vec{B}$ **:** $\vec{B}$ s'enfonce dans le plan du schéma : $\otimes$ 		3 points
iv. $F_{\text{él.}} = F_{\text{magn.}} \Rightarrow \dfrac{e \cdot U_2'}{d} = B \cdot e \cdot v_0 \Rightarrow B = \dfrac{U_2'}{d \cdot v_0} = \dfrac{3{,}50 \cdot 10^3}{0{,}056 \cdot 2{,}48 \cdot 10^5} = 0{,}25\ \text{T}$		2 points
v. Si un proton a une vitesse plus faible que v_0, la force magnétique est plus faible que la force électrique et il est dévié vers la plaque négative.		2 points

Question 3

	Page 1/2	Barème

a)

- $A = 0,07\ \text{mm}$ (lu sur graphique)
- $T = 20\ \text{ms}$ (lu sur graphique)
- $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50\ \text{Hz}$
- $\lambda = 12\ \text{cm}$ (lu sur graphique)
- $v = \lambda \cdot f = 0{,}12 \cdot 50 = 6\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

5 points

b)

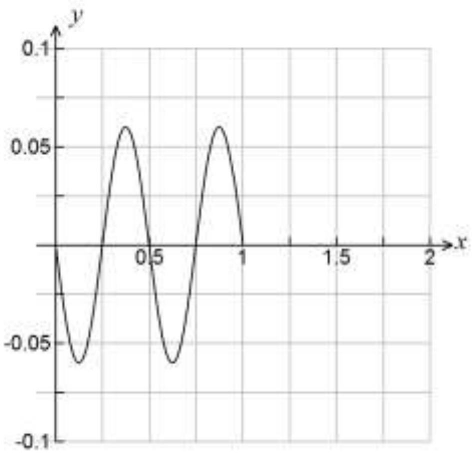
i. $y(x,t) = A \cdot \sin\left(2\pi\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x}{\lambda}\right)\right) = 6{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(2\pi\left(\dfrac{t}{0{,}25} - \dfrac{x}{0{,}50}\right)\right)$

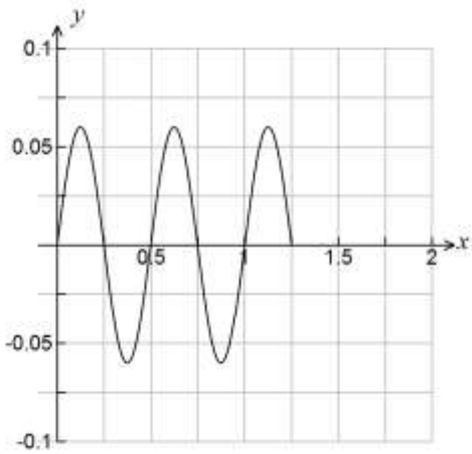
4 points

- $A = 6{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{m}$
- $T = 0{,}25\ \text{s} \Rightarrow f = \dfrac{1}{0{,}25} = 4{,}0\ \text{Hz}$
- $\lambda = 0{,}50\ \text{m}$
- $v = \lambda \cdot f = 0{,}50 \cdot 4{,}0 = 2{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

ii.

4 points



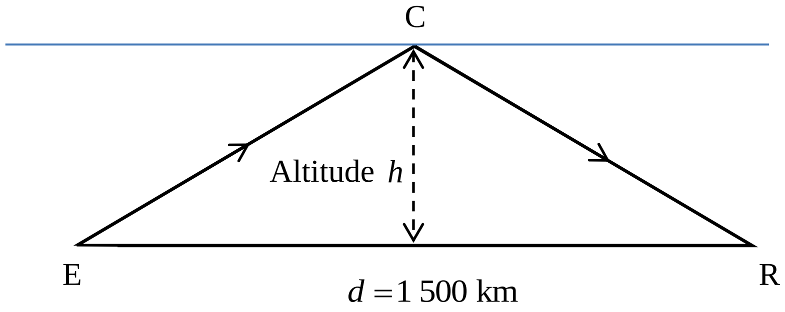


<table>
<tr><th colspan="3">Question 3</th></tr>
<tr><td></td><td>Page 2/2</td><td>Barème</td></tr>
<tr><td colspan="2">

c)

i. $\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{3,00 \cdot 10^8}{3,00 \cdot 10^4} = 1,00 \cdot 10^4 \text{ m}$

ii.



1. La différence de chemins parcourus par les deux ondes doit valoir un nombre pair de demi-longueur d'onde : $|EC| + |CR| - |ER| = 2n \cdot \dfrac{\lambda}{2}$

2. La différence de chemins parcourus par les deux ondes doit valoir un nombre impair de demi-longueur d'onde : $|EC| + |CR| - |ER| = (2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{2}$

iii. $2 \cdot |EC| - d = (2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{2} \quad \Rightarrow \quad |EC| = \dfrac{d}{2} + (2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{4}$

$h^2 = \left((2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{4} + \dfrac{d}{2} \right)^2 - \left(\dfrac{d}{2} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad h^2 = \left((2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{4} \right)^2 + (2n+1) \cdot \dfrac{\lambda \cdot d}{4}$

$h^2 = (2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{4} \cdot \left((2n+1) \cdot \dfrac{\lambda}{4} + d \right)$

iv. h est minimum pour $n = 0$.

$h_{\text{min.}} = \sqrt{\dfrac{\lambda}{4} \cdot \left(\dfrac{\lambda}{4} + d \right)} = \sqrt{\dfrac{1,00 \cdot 10^4}{4} \left(\dfrac{1,00 \cdot 10^4}{4} + 1,50 \cdot 10^6 \right)}$

$h_{\text{min.}} = 61,3 \cdot 10^3 \text{ m} = 61,3 \text{ km}$

</td><td>2 points

2 points

2 points

3 points

3 points</td></tr>
</table>

Question 4

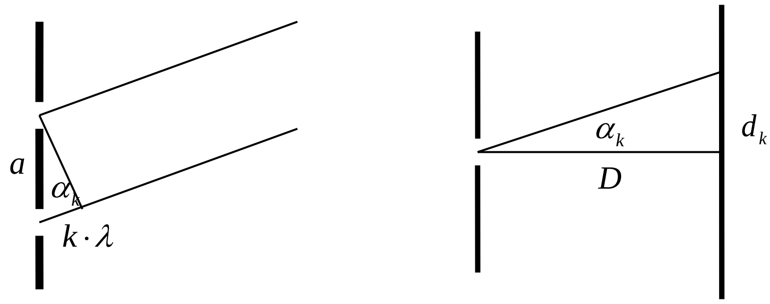
	Page 1/1	Barème

a)

i. $\sin\alpha_k = \dfrac{k\cdot\lambda}{a} \le \sin 30° = 0{,}500 \;\Rightarrow\; k \le \dfrac{0{,}500\cdot a}{\lambda} = \dfrac{0{,}500\cdot 4{,}00\cdot 10^{-6}}{6{,}30\cdot 10^{-7}} = 3{,}17$ — 4 points

soit 3 maxima (ordres 1, 2 et 3) dans l'intervalle $]\,0°, 30°\,[$.

ii. — 4 points



$$\sin\alpha_k = \frac{k\cdot\lambda}{a} \text{ et } \sin\alpha_k = \frac{d_k}{\sqrt{D^2+d_k^2}} \;\Rightarrow\; \lambda = \frac{a}{k}\cdot\frac{d_k}{\sqrt{D^2+d_k^2}}$$

b)

i. **1.** Il y a interférence constructive quelle que soit la longueur d'onde. — 1 point

2. $\sin\alpha_k = \dfrac{k\cdot\lambda}{a} \;\Rightarrow\; \sin\alpha_k$ est proportionnel à la longueur d'onde. — 2 points

L'angle α_k, pour chaque valeur donnée de k, croît avec λ.

ii. $\sin\alpha_k = \dfrac{k\cdot\lambda}{a} \;\Rightarrow\; \left(\sin\alpha_2\right)_{750\text{ nm}} = \dfrac{2\cdot 750\cdot 10^{-9}}{4{,}00\cdot 10^{-6}} = 0{,}375 \Rightarrow \left(\alpha_2\right)_{750\text{ nm}} = 22{,}02°$ — 5 points

$$\tan\alpha_2 = \frac{d_2}{D} \;\Rightarrow\; \left(d_2\right)_{750\text{ nm}} = D\cdot\tan\left(\alpha_2\right)_{750\text{ nm}} = 2{,}00\cdot\tan 20{,}02° = 0{,}809\text{ m}$$

$$\left(\sin\alpha_2\right)_{400\text{ nm}} = \frac{2\cdot 400\cdot 10^{-9}}{4{,}00\cdot 10^{-6}} = 0{,}200 \Rightarrow \left(\alpha_2\right)_{400\text{ nm}} = 11{,}54°$$

$$\left(d_2\right)_{400\text{ nm}} = D\cdot\tan\left(\alpha_2\right)_{400\text{ nm}} = 2{,}00\cdot\tan 11{,}54° = 0{,}408\text{ m}$$

$$\Delta d_2 = 0{,}809 - 0{,}408 = 0{,}401\text{ m}$$

iii. **1.** $(\alpha_3)_\lambda = (\alpha_2)_{\lambda'} \;\Rightarrow\; \sin(\alpha_3)_\lambda = \sin(\alpha_2)_{\lambda'} \;\Rightarrow\; \dfrac{3\lambda}{a} = \dfrac{2\lambda'}{a} \;\Rightarrow\; 3\lambda = 2\lambda'$ — 3 points

et, ceci, quel que soit le pas a.

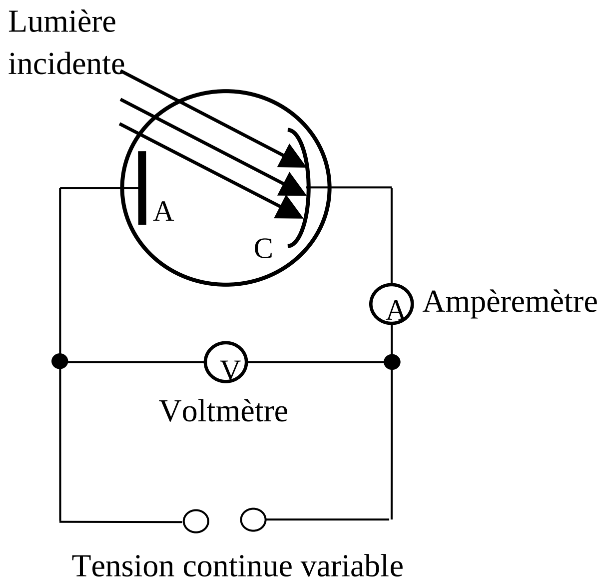
2. $3\lambda = 2\lambda' \;\Rightarrow\; \lambda' = \dfrac{3}{2}\lambda = \dfrac{3}{2}\cdot 400 = 600\text{ nm}$ — 2 points

c) — 4 points

$$\sin(\alpha_4)_{\text{liq.}} = \frac{4\lambda_{\text{liq.}}}{a} = \sin(\alpha_3)_{\text{air}} = \frac{3\lambda_{\text{air}}}{a} \;\Rightarrow\; \lambda_{\text{air}} = \frac{4\lambda_{\text{liq.}}}{3} \;\Rightarrow\; n_{\text{liq.}} = \frac{v_{\text{air}}}{v_{\text{liq.}}} = \frac{\lambda_{\text{air}}}{\lambda_{\text{liq.}}} = \frac{4}{3}$$

Question 5		
	Page 1/2	**Barème**

a) i. — 3 points



La lumière incidente, de longueur d'onde inférieure au seuil photoélectrique, arrache des électrons à la photocathode C, par effet photoélectrique. Ils sont accélérés vers l'anode A par une tension continue variable appliquée entre la cathode et l'anode et mesurée à l'aide d'un voltmètre. Ces électrons constituent le courant photoélectrique qui est mesuré par un ampèremètre très sensible (microampèremètre).

ii. L'énergie des photoélectrons est indépendante de l'intensité lumineuse.
L'émission n'a pas lieu, quelle que soit cette intensité lumineuse, pour une fréquence inférieure à la fréquence seuil, caractéristique du métal émetteur.
L'émission est instantanée ; pas d'accumulation d'énergie possible. — 3 points

b) i. Le travail d'extraction est l'énergie minimale requise pour extraire un électron d'un atome de la surface du métal par effet photoélectrique. — 2 points

ii. $W_{\text{extraction}} = h \cdot f_{\text{seuil}} = \dfrac{h \cdot c}{\lambda_{\text{seuil}}} \Rightarrow \lambda_{\text{seuil}} = \dfrac{h \cdot c}{W_{\text{extraction}}} = \dfrac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{2,07 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} \approx 600 \text{ nm}$ — 2 points

L'effet photoélectrique a lieu dans l'intervalle $390 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{visible}} \leq 600 \text{ nm}$.

iii. $\dfrac{h \cdot c}{\lambda} = W_{\text{extr.}} + \dfrac{m_{\text{e}} \cdot v_{\text{max.}}^2}{2} \Rightarrow v_{\text{max.}} = \sqrt{\left(\dfrac{h \cdot c}{\lambda} - W_{\text{extr.}}\right) \cdot \dfrac{2}{m_{\text{e}}}}$ — 3 points

$$v_{\text{max.}} = \sqrt{\left(\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{400 \cdot 10^{-9}} - 2,07 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}\right) \cdot \frac{2}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 6,04 \cdot 10^{5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

c) i. Les niveaux d'énergie des électrons sont discontinus (discrets) ; les variations d'énergie lors d'une désexcitation le sont également. Or l'énergie d'un photon correspond à cette variation d'énergie de l'électron, lors de sa désexcitation. Le spectre n'est donc pas continu ; il n'y a de rayonnement que pour certaines fréquences ou longueurs d'onde (spectre de raies). — 2 points

ii. Il est possible d'exciter les électrons soit par chocs, soit par un rayonnement adéquat. — 2 points

<table>
<tr><th colspan="3">Question 5</th></tr>
<tr><th></th><th>Page 2/2</th><th>Barème</th></tr>
<tr><td colspan="2">

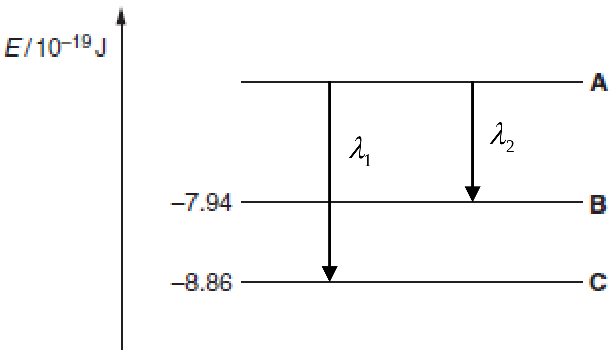
d)

i. $E_1 = \dfrac{h \cdot c}{\lambda_1} = \dfrac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{436 \cdot 10^{-9}} = 4{,}56 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$

$E_2 = \dfrac{h \cdot c}{\lambda_2} = \dfrac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{546 \cdot 10^{-9}} = 3{,}64 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$

</td><td>2 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

ii.



La différence d'énergie entre B et C ($((-7{,}94-(-8{,}86)) \cdot 10^{-19} = 0{,}92 \cdot 10^{-19}$ J) ne correspond à aucune des deux énergies calculées en **d) i.**
De plus, la plus grande différence d'énergie (entre A et C) correspond à la fréquence la plus élevée, donc à la longueur d'onde observée la plus courte.

</td><td>4 points</td></tr>
<tr><td colspan="2">

iii. $E_1 = E_\text{A} - E_\text{C} \Rightarrow E_\text{A} = E_\text{C} + E_1 = (-8{,}86 + 4{,}56) \cdot 10^{-19} = -4{,}30 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$
ou
$E_2 = E_\text{A} - E_\text{B} \Rightarrow E_\text{A} = E_\text{B} + E_2 = (-7{,}94 + 3{,}64) \cdot 10^{-19} = -4{,}30 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$

</td><td>2 points</td></tr>
</table>

BACCALAUREAT EUROPEEN 2014 : PHYSIQUE – RESERVE

Question 6				
			Page 1/1	**Barème**
a)	**i.**	**1.**	$^{237}_{93}\text{Np} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{233}_{91}\text{Pa}$	2 points
		2.	Désintégration avec émission d'une particule $\alpha \equiv {}^{4}_{2}\text{He}$ (hélion ou noyau d'hélium) car, en passant du noyau père au noyau fils, A diminue de quatre unités et Z de deux unités.	2 points
		3.	conservation du nombre de nucléons (nombre de masse A), conservation de la charge électrique (nombre atomique Z), conservation de l'énergie totale, et/ou conservation de la quantité de mouvement totale.	3 points
	ii.	**1.**	Durée nécessaire pour que le nombre de noyaux de l'isotope considéré soit réduit de moitié.	2 points
		2.	$\lambda = \dfrac{\ln 2}{T_{1/2}}$	2 points
		3.	$\lambda = \dfrac{\ln 2}{6,75\cdot10^{13}} = 1,03\cdot10^{-14}\ \text{s}^{-1}$	1 point
b)	**i.**		masse d'1 noyau de $^{237}_{93}\text{Np} \approx 237\ \text{u} = 237\cdot1,66\cdot10^{-27} = 3,93\cdot10^{-25}\ \text{kg}$ Nombre de noyaux : $N_0 = \dfrac{0,100}{3,93\cdot10^{-25}} = 2,54\cdot10^{23}$	3 points
	ii.	**1.**	$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda\cdot t}$	3 points
		2.	$A(50\ \text{ans}) = A_0 \cdot e^{-1{,}03\cdot10^{-14}\cdot50\cdot365{,}25\cdot86400} = A_0 \cdot e^{-1{,}63\cdot10^{-5}} = 0{,}99998\cdot A_0$	3 points
c)	**i.**		Un neutron du noyau se désintègre en un proton, restant lié au noyau, un électron libéré à grande vitesse (et un antineutrino).	2 points
	ii.		$^{233}_{91}\text{Pa} \rightarrow {}^{233}_{92}\text{U} + {}^{0}_{-1}\text{e}\ (+\, {}^{0}_{0}\overline{\nu})$	2 points