BACCALAUREAT EUROPEEN 2013

PHYSIQUE

PROPOSITIONS DE SOLUTIONS

BACCALAUREAT EUROPEEN 2013 : PHYSIQUE

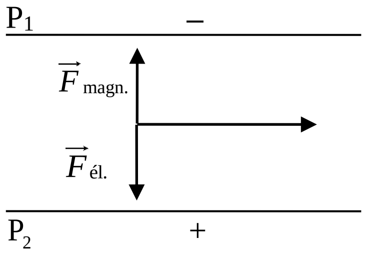
Question 1		
	Page 1/2	**Barème**
a)		
i. $v=\sqrt{\dfrac{G\cdot M}{r}}=\sqrt{\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6{,}42\cdot10^{23}}{3{,}40\cdot10^{6}+0{,}38\cdot10^{6}}}=3{,}37\cdot10^{3}\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$		3 points
ii. Soit première méthode : $E_{\text{méc}}=\dfrac{1}{2}m\cdot v^{2}-\dfrac{G\cdot M\cdot m}{r}$ L'énergie mécanique du MRO reste constante sur l'orbite. Son énergie potentielle est maximale à l'apoastre (point le plus éloigné de l'astre), son énergie cinétique et donc sa vitesse y sont minimales. Soit deuxième méthode : deuxième loi de Kepler (loi des aires)		2 points
b)		
i. $r=R_{\text{M}}+h=\dfrac{G\cdot M_{\text{M}}}{v^{2}}=\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6{,}42\cdot10^{23}}{\left(3{,}41\cdot10^{3}\right)^{2}}=3{,}68\cdot10^{6}\ \text{m}$ $h=r-R_{\text{M}}=3{,}68\cdot10^{6}-3{,}40\cdot10^{6}=0{,}28\cdot10^{6}\ \text{m}=2{,}8\cdot10^{2}\ \text{km}$		3 points
ii. $v=\dfrac{2\pi r}{T}\Leftrightarrow T=\dfrac{2\pi r}{v}=\dfrac{2\pi\cdot3{,}68\cdot10^{6}}{3{,}41\cdot10^{3}}=6{,}78\cdot10^{3}\ \text{s}$		2 points
iii. $\left(E_{\text{méc}}\right)_{\text{init.}}=\dfrac{2500\cdot3{,}89^{2}\cdot10^{6}}{2}-\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6{,}42\cdot10^{23}\cdot2500}{(3{,}40\cdot10^{6}+0{,}38\cdot10^{6})}=-9{,}41\cdot10^{9}\ \text{J}$ $\left(E_{\text{méc}}\right)_{\text{fin.}}=\dfrac{2500\cdot3{,}41^{2}\cdot10^{6}}{2}-\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6{,}42\cdot10^{23}\cdot2500}{3{,}68\cdot10^{6}}=-14{,}56\cdot10^{9}\ \text{J}$ $\Delta E_{\text{méc}}=-14{,}56\cdot10^{9}-\left(-9{,}41\cdot10^{9}\right)=-5{,}15\cdot10^{9}\ \text{J}$		4 points
c)		
i. $g_{\text{M}}=\dfrac{G\cdot M_{\text{M}}}{R_{\text{M}}^{2}}=\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6{,}42\cdot10^{23}}{(3{,}40\cdot10^{6})^{2}}=3{,}70\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^{2}}$		3 points
ii. $m\cdot g_{\text{T}}\cdot h_{\text{T}}=\dfrac{m\cdot v^{2}}{2}$ et $m\cdot g_{\text{M}}\cdot h_{\text{M}}=\dfrac{m\cdot v^{2}}{2}\Rightarrow\dfrac{h_{\text{M}}}{h_{\text{T}}}=\dfrac{g_{\text{T}}}{g_{\text{M}}}$ $\Rightarrow h_{\text{M}}=h_{\text{T}}\cdot\dfrac{g_{\text{T}}}{g_{\text{M}}}=0{,}50\cdot\dfrac{9{,}81}{3{,}70}=1{,}33\ \text{m}$		3 points

Question 1		
	Page 2/2	**Barème**
d) **i.** $\left(E_\mathrm{p}+E_\mathrm{k}\right)_\infty = \frac{m\cdot v_\mathrm{lib.}^2}{2} - \frac{G\cdot M_\mathrm{M}\cdot m}{r} \Leftrightarrow 0 = \frac{m\cdot v_\mathrm{lib.}^2}{2} - \frac{G\cdot M_\mathrm{M}\cdot m}{r}$ $\Rightarrow v_\mathrm{lib.} = \sqrt{\frac{2G\cdot M_\mathrm{M}}{r}}$		3 points
ii. $v_\mathrm{lib.} = \sqrt{\frac{2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 6{,}42\cdot 10^{23}}{3{,}40\cdot 10^{6}}} = 5{,}02\cdot 10^{3}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$		2 points

Question 2

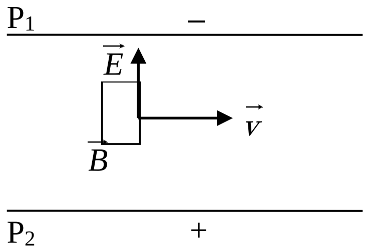
	Page 1/2	Barème

a) **i.** 1.



2 points

2. La force électrique s'exerce vers la plaque positive P_2, la force magnétique doit, pour la compenser s'exercer vers la plaque négative P_1. En utilisant, par exemple, la règle des trois doigts de la main gauche (règle de Fleming) ; pouce : sens opposé au mouvement des ions négatifs ; index : sens de $\vec{F}_{\text{magn.}}$; majeur : sens de $\vec{B}$ $\Rightarrow \vec{B}$ sort du plan du schéma :



2 points

ii. Pour que le mouvement des ions soit rectiligne uniforme, il faut que

$$F_{\text{électrostatique}} = F_{\text{Lorentz}} \Rightarrow \cancel{e}E = \cancel{e}vB \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

3 points

iii. On remarque en **a) ii.** que la vitesse est indépendante de la masse des ions. — *1 point*

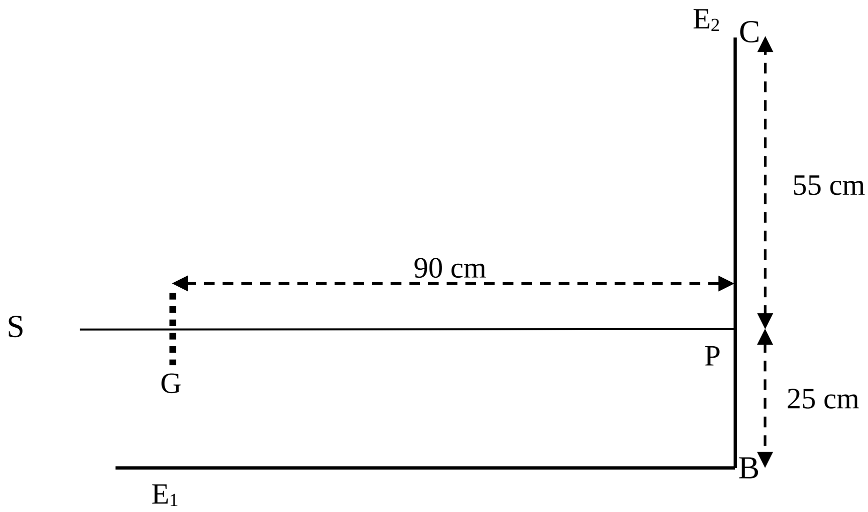
iv. $v = \frac{E}{B} = \frac{2{,}00 \cdot 10^4}{0{,}200} = 1{,}00 \cdot 10^5 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ — *1 point*

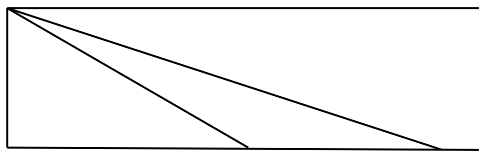
b) **i.** Si $v' < v$, la force magnétique est plus faible que la force électrostatique et les ions sont déviés vers la plaque positive P_2.

3 points

Question 2		
	Page 2/2	**Barème**
ii. $F = F_{\text{élec.}} - F_{\text{magn.}} \Rightarrow F = e \cdot E - e \cdot v' \cdot B = e \cdot \left(E - v' \cdot B\right)$ $F = m \cdot a \Rightarrow a = \dfrac{F}{m} = \left(E - v' \cdot B\right) \cdot \dfrac{e}{m}$		3 points
c) **i.** Il n'y a plus que la force de Lorentz qui agit : $F = q \cdot v \cdot B$ toujours perpendiculaire à $v \Rightarrow F_t = m \cdot \dfrac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow \dfrac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ 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
ii. $F_{\text{cp}} = F_{\text{magn.}} \Rightarrow \dfrac{m \cdot v^2}{r} = e \cdot v \cdot B \Rightarrow r = \dfrac{m \cdot v}{e \cdot B}$		4 points
iii. $r_1 = \dfrac{m_1 \cdot v}{e \cdot B}, \quad r_2 = \dfrac{m_2 \cdot v}{e \cdot B} \Rightarrow \dfrac{r_2}{r_1} = \dfrac{m_2 \cdot v}{e \cdot B} \bigg/ \dfrac{m_1 \cdot v}{e \cdot B} = \dfrac{m_2}{m_1}$		2 points
iv. $\dfrac{r_2}{r_1} = \dfrac{m_2}{m_1} = \dfrac{37}{35} = 1{,}06$		2 points

Question 3		
	Page 1/2	**Barème**
a) **i.**	Les particules du milieu oscillent autour de leur position d'équilibre perpendiculairement à la direction de propagation de l'onde.	1 point
ii.	$y = 0,30\sin(2\pi(0,50t - 0,25x)) = A\sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}))$ • $A = 0,30 \text{ m} \Rightarrow$ distance crête-creux $= 2 \cdot 0,30 = 0,60$ m • $T = \frac{1}{0,50} = 2,0 \text{ s}$ • $\lambda = \frac{1}{0,25} = 4,0 \text{ m}$ • $V = \frac{\lambda}{T} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$	4 points
iii.	$0,20 = 0,30 \cdot \sin\left(2\pi \cdot 0,50 \cdot t\right) \Rightarrow t = \frac{\text{Arcsin}\left(\frac{2}{3}\right)}{2\pi \cdot 0,50} = 0,23 \text{ s}$	3 points
iv.	$\lambda = V \cdot T = 1,5 \cdot 2,0 = 3,0 \text{ m}$ $y = A\sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})) = 0,30\sin(2\pi(\frac{t}{2,0} - \frac{x}{3,0}))$	3 points
b) **i.**	Un nœud de vibration est un point dont l'amplitude de vibration est nulle (point fixe) suite à une interférence destructive. Un ventre de vibration est un point dont l'amplitude de vibration est maximale suite à une interférence constructive.	2 points
ii.	La distance entre le nœud (à la surface de l'eau) et le ventre de vibration (au goulot) pour le fondamental vaut $\lambda / 4$. $\frac{\lambda}{4} = 0,10 \Rightarrow \lambda = 0,40 \text{ m} \Rightarrow f = \frac{V_{\text{son}}}{\lambda} = \frac{350}{0,40} = 875 \text{ Hz}$	4 points
iii.	Pour diviser la fréquence par deux, il suffit de multiplier la longueur d'onde par deux, donc de multiplier la distance entre le nœud et le ventre par deux. La colonne d'air dans la bouteille doit donc valoir 20 cm.	2 points
c) **i.**	$l = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2l = 2 \cdot 0,70 = 1,40 \text{ m}$ et $f_0 = \frac{V}{\lambda} = \frac{350}{1,40} = 250 \text{ Hz}$	3 points
ii.	$l = k \cdot \frac{\lambda_k}{2} \Rightarrow \lambda_k = \frac{2l}{k} \Rightarrow f_k = \frac{V}{\lambda_k} = k\frac{V}{2l} = k \cdot f_0$ où k est un entier. Il peut produire les fréquences qui sont des multiples entiers de 250 Hz, soit 500 Hz aisément.	3 points

Question 4		
	Page 1/3	**Barème**
a) **i.** 1. Angle CGP : $\tan \mathrm{CGP} = \frac{0,55}{0,90} = 0,611 \Rightarrow \mathrm{CGP} = 31,4°$ Angle BGP : $\tan \mathrm{BGP} = \frac{0,25}{0,90} = 0,278 \Rightarrow \mathrm{BGP} = 15,5°$ Pas du réseau : $a = \frac{1}{400} \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m} = 2,50 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m}$ Déviation des ordres : $\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{a}$ Déviation de l'ordre 2 : $\sin \alpha_2 = \frac{2 \cdot 5,10 \cdot 10^{-7}}{2,50 \cdot 10^{-6}} = 0,408 \Rightarrow \alpha_2 = 24,1°$ L'ordre 2 n'est donc visible qu'entre P et C et pas entre P et B 		3 points
2. $\sin \alpha_{k_{\max}} = \frac{k_{\max} \cdot \lambda}{a} = 1 \Rightarrow k_{\max} = \frac{a}{\lambda} = \frac{2,50 \cdot 10^{-6}}{5,10 \cdot 10^{-7}} = 4$ L'un d'entre eux est visible sur E_2, donc 3 ordres au maximum sur E_1.		3 points

Question 4		
	Page 2/3	**Barème**
ii. 1. $\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{3 \cdot 10^{8}}{7{,}50 \cdot 10^{14}} = 4{,}00 \cdot 10^{-7}\ \text{m}$		2 points
2.  $\sin\alpha_2 = \dfrac{2\lambda}{a} = \dfrac{2 \cdot 4{,}00 \cdot 10^{-7}}{2{,}50 \cdot 10^{-6}} = 0{,}320 \Rightarrow \alpha_2 = 18{,}66°$ $\tan\alpha_2 = \dfrac{0{,}25}{x_2} \Rightarrow x_2 = \dfrac{0{,}25}{\tan(18{,}66°)} = 0{,}740\ \text{m}$ $\sin\alpha_3 = \dfrac{3\lambda}{a} = \dfrac{3 \cdot 4{,}00 \cdot 10^{-7}}{2{,}50 \cdot 10^{-6}} = 0{,}480 \Rightarrow \alpha_3 = 28{,}69°$ $\tan\alpha_3 = \dfrac{0{,}25}{x_3} \Rightarrow x_3 = \dfrac{0{,}25}{\tan(28{,}69°)} = 0{,}457\ \text{m}$ Distance sur E_1 : $d = x_2 - x_3 = 0{,}740 - 0{,}457 = 0{,}283\ \text{m}$		4 points

Question 4		
	Page 3/3	**Barème**
iii. $(\sin\alpha_2)_{\max(600\ \text{nm})} = \frac{2\cdot\lambda}{a} = \frac{2\cdot 6\cdot 10^{-7}}{2{,}50\cdot 10^{-6}} = 0{,}480$ $(\sin\alpha_3)_{\min(500\ \text{nm})} = \frac{3\cdot\lambda}{a} = \frac{3\cdot 5\cdot 10^{-7}}{2{,}50\cdot 10^{-6}} = 0{,}600$ $(\alpha_2)_{\max} < (\alpha_3)_{\min}$, donc pas de recouvrement.		4 points
iv. $n = \frac{c}{V_{\text{matériau}}} = \frac{\lambda_{\text{air}}\cdot f}{\lambda_{\text{matériau}}\cdot f} > 1 \Rightarrow \lambda_{\text{matériau}} < \lambda_{\text{air}}$ Comme $(\sin\alpha_k)_{\text{matériau}} = \frac{k\cdot\lambda_{\text{matériau}}}{a} < (\sin\alpha_k)_{\text{air}} = \frac{k\cdot\lambda_{\text{air}}}{a}$, il ne peut y avoir moins de maxima.		3 points
b) **i.** Pas d'énergie en P s'il y a interférence destructive en ce point, donc si la différence des chemins parcourus par les deux ondes valent $(2k+1)\frac{\lambda}{2}$ où $k = 0,1,2,...$		2 points
ii. On a $\sin\alpha_k = \frac{k\cdot\lambda}{d}$ pour qu'il y ait interférence constructive. De plus, $\tan\alpha_k = \frac{x_k}{L}$ Puisque α_k est petit (< 0,1 rad), $\tan\alpha_k = \sin\alpha_k \Rightarrow \frac{x_k}{L} = \frac{k\cdot\lambda}{d} \Rightarrow x_k = \frac{k\cdot\lambda\cdot L}{d}$		4 points

Question 5

	Page 1/2	Barème

a) Un photon IR possède l'énergie la plus basse tandis qu'un photon UV a l'énergie la plus élevée. Puisque l'énergie d'un photon est égale à la variation d'énergie de l'électron entre deux niveaux, la transition a fourni un photon IR, la b un photon dans le visible et la c un photon UV.

3 points

b)

$$f = \frac{\Delta E}{h} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{\Delta E}{h} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E}$$

La longueur d'onde la plus courte correspond donc à la variation la plus grande d'énergie.

La transition C correspond à la longueur d'onde de 103 nm, la transition A à 122 nm et la transition B à 656 nm.

3 points

c)

Variation d'énergie lors de la transition $3 \to 2$:

$$\Delta E = E_3 - E_2 = \left(-\frac{13,6}{3^2} - (-\frac{13,6}{2^2}) \right) = 1,89 \text{ eV} = 1,89 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 3,02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Quantité de mouvement du photon : $p = \frac{h}{\lambda}$. Or $\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} \Rightarrow p = \frac{h \cdot \Delta E}{h \cdot c} = \frac{\Delta E}{c}$.

$$p = \frac{3,02 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 10^8} = 1,01 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4 points

d)

L'énergie du photon émis lors d'une transition est égale à la variation d'énergie entre les deux niveaux.

L'énergie d'un photon à 750 nm vaut

$$E_{750\text{nm}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7,50 \cdot 10^{-7}} = 2,65 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{2,65 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,66 \text{ eV}$$

Celle d'un photon à 400 nm vaut

$$E_{400\text{nm}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,00 \cdot 10^{-7}} = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{2,65 \cdot 10^{-19}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 3,11 \text{ eV}$$

Il faut donc trouver les variations d'énergies comprises entre $1,66$ eV et $3,11$ eV.

Les transitions possibles sont donc :

-1,56→-3,70 (2,14) ;-2,47→-5,51 (3,04) ;-2,67→-5,51 (2,84) ;-3,70→-5,51 (1,81)

5 points

Question 5		
	Page 2/2	**Barème**
e) Pour que l'effet photoélectrique puisse avoir lieu, il faut que l'énergie du photon soit supérieure ou égale au travail d'extraction : $E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{5,89 \cdot 10^{-7} \cdot 1,60 \cdot 10^{19}} = 2,11 \text{ eV} < 2,24 \text{ eV}$ Il n'y a donc pas d'effet possible.		5 points
f) $h \cdot f_{\text{max}} = W_{\text{extraction}} + (E_{\text{k}})_{\text{max}}$ $\frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{min}}} = W_{\text{extraction}} + e \cdot U_{\text{arrêt}}$ $h = \frac{\lambda_{\text{min}}}{c} \cdot (W_{\text{extraction}} + e \cdot U_{\text{arrêt}})$ $h = \frac{4,90 \cdot 10^{-7}}{3,00 \cdot 10^{8}}(0,71 + 1,75) \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 6,43 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$		5 points

Question 6		
	Page 1/1	**Barème**
a) **i.** $^{241}_{95}\text{Am} \rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} + {}^{4}_{2}\text{He}$		3 points
ii. $E = h\cdot f$ et $\lambda \cdot f = c \Rightarrow \lambda = \frac{h\cdot c}{E} = \frac{6,63\cdot 10^{-34}\cdot 3,00\cdot 10^{8}}{60\cdot 10^{3}\cdot 1,60\cdot 10^{-19}} = 2,07\cdot 10^{-11}\,\text{m}$		3 points
b) **i.** L'énergie de liaison est l'énergie à fournir pour séparer complètement les protons et les neutrons du noyau (les rendre indépendant).		3 points
ii. $\Delta m = \left(95\ m_{\text{p}} + 146\ m_{\text{n}} + 95\ m_{\text{électron}}\right) - \left(m_{\text{atome}}\right) = 1,951636\ \text{u}$ $E = \Delta m \cdot c^2 = 1,951636 \cdot 931,5 = 1,82\cdot 10^{3}\ \text{MeV}$		4 points
c) **i.** $n = \frac{0,25\cdot 10^{-9}}{241\cdot 1,66\cdot 10^{-27}} = 6,25\cdot 10^{14}$ atomes		3 points
ii. $A_0 = \lambda \cdot N_0 = \frac{N_0 \ln 2}{T_{1/2}} = \frac{6,25\cdot 10^{14}\cdot 0,693}{433\cdot 365\cdot 24\cdot 3600} = 3,17\cdot 10^{4}\ \text{Bq} \approx 32\ \text{kBq}$		4 points
iii. $A = A_0 \cdot e^{-\lambda\cdot t} = A_0 \cdot e^{-\frac{t\cdot \ln 2}{T_{1/2}}} = 3,17\cdot 10^{4}\cdot e^{\frac{-50\cdot \ln 2}{433}} = 2,93\cdot 10^{4}\ \text{Bq}$		2 points
iv. $2\cdot 10^{4} = 3,17\cdot 10^{4}\cdot e^{\frac{-\ln 2}{433}\cdot t} \Rightarrow t = 288\ \text{ans}$		3 points