

**PHYSIQUE****PROPOSITIONS DE SOLUTIONS**

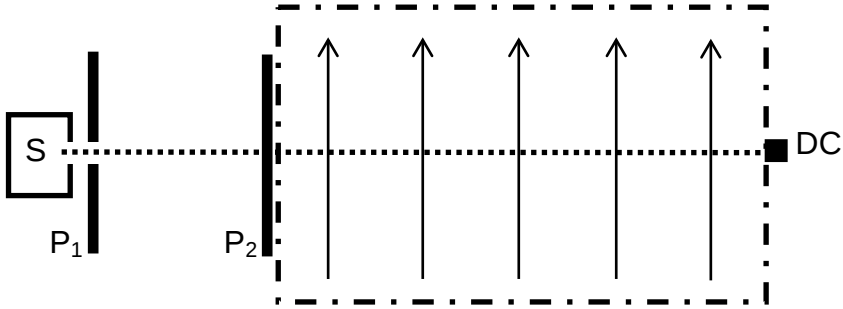
Suivant le modèle de calculatrice TI-nspire utilisé par le candidat, les résultats de ses calculs peuvent être légèrement différents des résultats obtenus dans ce document. En effet, ces calculatrices utilisent des valeurs approchées de certaines constantes préenregistrées avec un nombre très important de chiffres significatifs alors que, dans le questionnaire, il est généralement limité à trois.

Cette remarque concerne surtout la constante de gravitation universelle  $G$  (utilisée dans la question 1 - partie A) dont seuls les « trois » premiers chiffres sont connus avec certitude.

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Partie A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Barème                                                         |
| <p><b>a) i.</b> <math>F_G = G \cdot \frac{M_G \cdot M_J}{(R_G + h)^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{1,48 \times 10^{23} \times 1,9 \times 10^3}{(2,63 \times 10^6 + 500 \times 10^3)^2}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow F_G = 1,91 \times 10^3 \text{ N}</math></p> <p><b>ii.</b> La force centripète nécessaire pour maintenir JUICE sur son orbite autour de Ganymède est la force de gravitation.</p> <p style="text-align: center;"><math>F_G = F_{cp} \Rightarrow G \cdot \frac{M_G \cdot M_J}{(R_G + h)^2} = M_J \cdot \frac{v^2}{R_G + h} \Rightarrow v^2 = \frac{G \cdot M_G}{R_G + h}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_G}{R_G + h}}</math></p> <p><b>iii.</b> <math>v = \sqrt{\frac{G \cdot M_G}{R_G + h}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 1,48 \times 10^{23}}{2,63 \times 10^6 + 500 \times 10^3}} = 1,78 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math></p> <p><b>iv.</b> <math>E_{orb} = E_k + E_p = M_J \cdot \frac{v^2}{2} + (-G \cdot \frac{M_G \cdot M_J}{R_G + h}) = M_J \cdot \frac{v^2}{2} - G \cdot \frac{M_G \cdot M_J}{R_G + h}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>= \frac{1}{2} \times 1,9 \times 10^3 \cdot (1775)^2 - 6,67 \times 10^{-11} \cdot \frac{1,48 \times 10^{23} \cdot 1,9 \times 10^3}{2,63 \times 10^6 + 500 \times 10^3}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow E_{orb} = -3,0 \times 10^9 \text{ J}</math></p> | <p>3 points</p> <p>3 points</p> <p>1 point</p> <p>4 points</p> |
| <p><b>b)</b> Dans le calcul de l'énergie dissipée durant la descente de JUICE, nous ne tenons pas compte de l'énergie cinétique due à la rotation de Ganymède.</p> <p style="text-align: center;"><math>E_{(R_G + h)} = E_{orb} = -3,0 \times 10^9 \text{ J}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>E_{(R_G)} = -G \cdot \frac{M_G \cdot M_J}{R_G} = -6,67 \times 10^{-11} \cdot \frac{1,48 \times 10^{23} \times 1,9 \times 10^3}{2,63 \times 10^6} = -7,13 \times 10^9 \text{ J}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Rightarrow \Delta E_{dissip} = E_{(R_G)} - E_{(R_G + h)} = -7,13 \times 10^9 - (-3,0 \times 10^9) = -4,13 \times 10^9 \text{ J}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4 points                                                       |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Partie B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Barème   |
| <p>a) <math>E_k = E_{p\text{ él}} = q \cdot U \Rightarrow \frac{m_{N^{3+}} \cdot v^2}{2} = 3 \cdot e \cdot U \Rightarrow U = \frac{m_{N^{3+}} \cdot v^2}{6 \cdot e}</math></p> $\Rightarrow U = \frac{14,0 \times 1,66 \times 10^{-27} \times (7,8 \times 10^5)^2}{6 \times 1,60 \times 10^{-19}} = 14,7 \times 10^3 \text{ V} \approx 15 \text{ kV}$                                                                                                       | 3 points |
| <p>b) Une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique subit une force électromagnétique appelée force de Lorentz ; cette force est perpendiculaire au plan du champ magnétique et de la vitesse de la particule. Les directions de la force, du champ et de la vitesse sont liées par la règle de la main droite. En appliquant cette règle, nous voyons que le faisceau d'ions se dirige vers le détecteur DA et non vers le détecteur DB.</p> | 2 points |
| <p>c)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3 points |
| <p>d) Pour atteindre le détecteur DC, la trajectoire du faisceau d'ions doit-être une ligne droite. Donc, la résultante de la force électrique et la force de Lorentz doit être nulle.</p> $F_{\text{él}} = F_{\text{Lorentz}} \Rightarrow q \cdot E = q \cdot v \cdot B$ $\Rightarrow E = v \cdot B = 7,8 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-3} = 3,9 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 3,9 \times 10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$            | 3 points |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Partie B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Barème   |
| <p><b>e)</b> L'intensité du champ électrique est ajustée pour que le faisceau atteigne le détecteur DD. Les particules chargées ont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un mouvement rectiligne uniforme dans la direction du détecteur DD :<br/> <math display="block">s_x = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{s_x}{v} = \frac{1,4}{7,8 \times 10^5} = 1,8 \times 10^{-6} \text{ s}</math></li> <li>un mouvement rectiligne uniformément accéléré dans la direction du champ électrique <math>\vec{E}</math>, car elles sont soumises à une force électrique constante :<br/> <math display="block">F_{\text{él}} = m \cdot a = 3 \cdot e \cdot E \text{ et } s_y = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{3 \cdot e \cdot E \cdot t^2}{2 \cdot m}</math> <math display="block">\Rightarrow E = \frac{2 \cdot m \cdot s_y}{3 \cdot e \cdot t^2} \quad (\text{avec } t = 1,8 \times 10^{-6} \text{ s})</math> <math display="block">E = \frac{2 \times 14,0 \times 1,66 \times 10^{-27} \times 0,050}{3 \times 1,60 \times 10^{-19} \times (1,8 \times 10^{-6})^2} = 1,5 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 1,5 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}</math></li> </ul> | 4 points |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Partie A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Barème                          |
| <p><b>a) i.</b> <math>\lambda \approx 3,2</math> divisions <math>\Rightarrow T = 3,2 \times 5 \times 10^{-4} = 16 \times 10^{-4}</math> s</p> $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{16 \times 10^{-4}} = 625 \text{ Hz}$ <p><b>ii.</b> <math>\lambda = \frac{v_{\text{son}}}{f} = \frac{343}{625} = 0,55 \text{ m}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>3 points</p> <p>3 points</p> |
| <p><b>b)</b> Le microphone/oscilloscope détecte le premier minimum lorsque la différence de marche entre des deux ondes sonores issues des haut-parleurs A et B vaut <math>\frac{\lambda}{2}</math> :</p> $\frac{\lambda}{2} = \sqrt{L^2 + d^2} - L$ $\Rightarrow \left(\frac{\lambda}{2} + L\right)^2 = L^2 + d^2 \Leftrightarrow L^2 + L\lambda + \frac{\lambda^2}{4} = L^2 + d^2$ $\Rightarrow \lambda \cdot L = d^2 - \frac{\lambda^2}{4} \Rightarrow L = \frac{d^2 - \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2}{\lambda} = \frac{d^2}{\lambda} - \frac{\lambda}{4}$ $L = \frac{1,65^2}{0,55} - \frac{0,55}{4} = \frac{2,65}{0,55} = 4,82 \text{ m}$ | <p>5 points</p>                 |



# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Partie B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Barème                          |
| <p>iii. Pour <math>k = 3</math>, <math>x_3 \approx 9,5 \times 10^{-2}</math> m</p> $\sin \alpha = \frac{k \cdot \lambda}{d} \Rightarrow \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{k \cdot \lambda}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{3 \times 640 \times 10^{-9}}{1,5 \times 10^{-4}}\right) = 0,73^\circ$ <p><u>Alternative :</u></p> $\tan \alpha = \frac{x_3}{L} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{x_3}{L}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{9,5 \times 10^{-2}}{7,4}\right) = 0,74^\circ$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4 points                        |
| <p>b) i. Au point <math>x = 0</math>, l'angle de déviation <math>\alpha = 0</math> et la différence de marche des deux faisceaux lumineux vaut 0. On observe donc un maximum d'éclairement quelle que soit la longueur d'onde <math>\lambda</math> de la lumière : c'est le maximum d'ordre 0 :</p> $\Leftrightarrow \sin 0 = \frac{0 \cdot \lambda}{d} = 0.$ <p>ii. Pour <math>k = 1</math>, on a <math>x_1 = \frac{\lambda \cdot L}{d}</math></p> <p>Largeur du spectre du premier ordre :</p> $x_{1/750} - x_{1/400} = \frac{(750 - 400) \times 10^{-9} \cdot L}{d} = \frac{350 \times 10^{-9} \times 7,4}{0,25 \times 10^{-3}} = 1,04 \times 10^{-2} \text{ m}$ <p><u>Alternative :</u></p> $x_{1/750} = \frac{750 \times 10^{-9} \times 7,4}{2,5 \times 10^{-4}} = 1,18 \times 10^{-2} \text{ m}$ $x_{1/400} = \frac{400 \times 10^{-9} \times 7,4}{2,5 \times 10^{-4}} = 2,22 \times 10^{-2} \text{ m}$ $\Rightarrow x_{1/750} - x_{1/400} = 2,22 - 1,18 = 1,04 \times 10^{-2} \text{ m}$ | <p>2 points</p> <p>5 points</p> |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Barème   |
| <p><b>a) i.</b> Dans le modèle ondulatoire, l'onde électromagnétique peut interagir avec la surface du métal et y faire vibrer les électrons peu liés. L'énergie vibratoire transférée aux électrons pourrait leur faire quitter le métal, quel que soit la fréquence, en éclairant plus intensément et pendant un temps plus long. Mais l'expérience montre que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• il n'y a pas de retard mesurable entre l'arrivée de la lumière sur le métal et l'arrachage d'électrons.</li> <li>• si on augmente l'intensité incidente, on observe une augmentation de l'intensité du courant et donc du nombre d'électrons arrachés par unité de temps.</li> <li>• en éclairant une cellule photoélectrique avec une lumière monochromatique l'émission d'électrons ne se produit que si la fréquence de la lumière dépasse une certaine valeur appelée <i>fréquence de seuil</i>.</li> <li>• ...</li> </ul> | 3 points |
| <p><b>ii.</b> Il faut fournir une certaine énergie pour extraire un électron du métal ; quittant le métal, cet électron peut alors être capté par l'anode ce qui fait apparaître un courant électrique dans le circuit. Le « potentiel d'arrêt » est le potentiel minimum à appliquer entre les électrodes pour empêcher ces électrons libres d'atteindre l'anode ; aucun courant ne circulera donc dans le circuit.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3 points |
| <p><b>iii.</b> Pour arracher un électron de la surface métallique, il faut lui communiquer, au minimum, une énergie <math>W</math> appelée « travail d'extraction » du métal.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4 points |

| Question 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Barème   |
| <p>iv. <math>h \cdot f = E_k + W = E_k + h \cdot f_0 \Rightarrow E_k = \frac{m \cdot v_{\max}^2}{2} = e \cdot U = h \cdot f - h \cdot f_0</math></p> <p>La droite expérimentale représentée sur le graphique ci-dessous a pour équation :</p> $U = \frac{h \cdot f}{e} - \frac{h \cdot f_0}{e}$ <p>Cette équation est de la forme <math>y = m \cdot x + p</math>, où <math>p = -\frac{h \cdot f_0}{e} = -\frac{W}{e}</math></p> <p>En prolongeant la droite expérimentale jusqu'à l'axe des potentiels d'arrêt (voir graphique ci-dessous), nous obtenons la valeur de <math>p</math> : <math>p = -1,2 \text{ V}</math>. Le travail d'extraction vaut donc : <math>W = h \cdot f_0 \approx 1,2 \text{ eV}</math>.</p> <p><b><u>Alternative :</u></b></p> <p>Dans le graphique ci-dessous, la droite expérimentale doit être prolongée jusqu'à l'axe des y. La valeur approximative de l'ordonnée de ce point d'intersection est 1,2 V.</p> <p>Le travail d'extraction du métal s'obtient en calculant la différence entre l'énergie du photon hypothétique de fréquence 0 (calculée à partir de la valeur y du point d'intersection de la droite avec l'axe des y) et l'énergie du photon de fréquence <math>f_0</math>. Le travail d'extraction vaut donc : <math>W \approx 1,2 \text{ eV}</math>.</p> <div align="center"> <p>Le graphique montre une droite en pointillés sur un papier millimétré. L'axe vertical est étiqueté 'potentiel d'arrêt / V' et a des graduations de -1 à 3. L'axe horizontal est étiqueté 'fréquence / 10<sup>14</sup> Hz' et a des graduations de 0 à 10, avec une marque à 5. La droite en pointillés passe par les points (2, 0), (4, 1), (6, 2) et se prolonge jusqu'à l'axe vertical à -1,2 V.</p> </div> | 2 points |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Barème                                          |
| <p><b>b) i.</b> La plus petite longueur d'onde correspond à la désexcitation d'un électron du niveau 4 vers le niveau 1. L'énergie émise par l'ion lors de cette désexcitation sera :</p> $ \Delta E  = E_4 - E_1 = -3,40 - (-54,4) = 51,0 \text{ eV} = 51,0 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ $\Rightarrow E_4 - E_1 = h \cdot f_{\max} = h \frac{c}{\lambda_{\min}}$ $\Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{51,0 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 2,44 \times 10^{-8} = 24,4 \text{ nm}$ <p><b>ii.</b> <math>E_{\text{ionisat}} = E_{\infty} - E_1 = 0 - (-54,4) = 54,4 \text{ eV}</math></p> <p><b>iii.</b> Calculer l'énergie du niveau 6.</p> $\Delta E_{6,4} = E_6 - E_4 = \frac{h \cdot c}{\lambda_{6,4}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{658 \times 10^{-9}} = 3,02 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,89 \text{ eV}$ $\Rightarrow E_6 = E_4 + \Delta E_{6,4} = -3,40 + 1,89 = -1,51 \text{ eV}$ | <p>3 points</p> <p>2 points</p> <p>3 points</p> |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

| Question 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Barème                          |
| <p><b>a) i.</b> Les isotopes sont des variétés différentes d'un même élément chimique, dont les noyaux ont le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents, donc des masses différentes.</p> <p><b>ii.</b> Le noyau du carbone 14 (<math>^{14}_6\text{C}</math>) possède 6 protons et 8 neutrons (<math>14 - 6 = 8</math>).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>1 point</p> <p>1 point</p>   |
| <p><b>b)</b> On a :</p> $1 + 14 = 14 + A \Rightarrow A = 1 \quad \text{et} \quad 0 + 7 = 6 + Z \Rightarrow Z = 1$ $\Rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{H} : \text{La particule X est un proton } {}^1_1\text{H}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 points                        |
| <p><b>c) i.</b> <math>^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{e} \Leftrightarrow {}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + \beta^-</math></p> <p><b>ii.</b> <math>M(^{14}_6\text{C}) - 6 \cdot m_e = \{M(^{14}_7\text{N}) - 7 \cdot m_e\} + m_e + \Delta m</math></p> $\Rightarrow \Delta m = M(^{14}_6\text{C}) - M(^{14}_7\text{N}) = (14,003242 - 14,003074)$ $\Delta m = 1,68 \times 10^{-4} \text{ u} = 1,68 \times 10^{-4} \times 931,5 = 0,156 \frac{\text{MeV}}{c^2}$ $E_{k \max} = \Delta m \cdot c^2 = 1,68 \times 10^{-4} \times 1,66 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2 = 2,51 \times 10^{-14} \text{ J}$ $E_{k \max} = \Delta m \cdot c^2 = \frac{0,156 \text{ MeV}}{c^2} \cdot c^2 = 0,156 \text{ MeV}$ | <p>2 points</p> <p>4 points</p> |
| <p><b>d)</b> La demi-vie d'un radio-isotope est la durée au bout de laquelle la moitié des atomes initialement présent de cet élément se sont désintégrés.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 points                        |

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2016 : PHYSIQUE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <p><b>e)</b> Si <math>N_0</math> est le nombre d'atomes radioactifs initialement présents, le nombre <math>N</math> d'atomes qui ne sont pas encore désintégrés est donné par la relation : <math>N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}</math>.</p> <p>Après le temps <math>T_{1/2}</math>, la moitié des noyaux se sont désintégrés :</p> $\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow 2 = e^{\lambda T_{1/2}}$ $\Rightarrow \ln(2) = \lambda \cdot T_{1/2} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>3 points</p>                |
| <p><b>f) i.</b> L'activité d'un élément radioactif est donné par la relation</p> $A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln(2) \cdot t}{T_{1/2}}} \Rightarrow \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot t$ $\Rightarrow t = T_{1/2} \cdot \frac{\ln\left(\frac{A_0}{A}\right)}{\ln(2)} = 5730 \cdot \frac{\ln\left(\frac{13,6 / 60}{0,121}\right)}{\ln(2)} \approx 5200 \text{ ans}$ <p><b>ii.</b> Facteurs pouvant affecter la précision d'une datation au carbone 14 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La méthode suppose que la production de radiocarbonate dans l'atmosphère est constante, ce qui n'est pas rigoureusement vrai.</li> <li>• L'activité des échantillons est très faible.</li> <li>• L'incertitude des mesures n'est pas minime, à cause du bruit de fond</li> <li>• La proportion de carbone 14 dans l'atmosphère est très faible : <math>1,3 \times 10^{-10}</math> % du carbone total</li> <li>• ...</li> </ul> | <p>4 points</p> <p>1 point</p> |