



PHYSIQUE

DATE : 5 juin 2015

DUREE DE L'EXAMEN :

3 heures (180 minutes)

MATERIEL AUTORISE :

- Calculatrice TI-Nspire en mode « Press-to-test ».

REMARQUE PARTICULIERE :

- Utiliser une page différente pour chaque question.

BACCALAUREAT EUROPEEN 2015 : PHYSIQUE

Question 1		
Partie A	Page 1/3	Barème
<p>En 1969, Apollo 11 fut le premier vol spatial à débarquer des humains sur la Lune. Les astronautes Neil Armstrong et Edwin Aldrin passèrent près de deux heures hors du module lunaire et ils collectèrent 22 kg de matériaux lunaires afin de les ramener sur Terre.</p>		
<p>a) Avant l'alunissage, leur vaisseau spatial fut placé en orbite circulaire à une altitude de 100 km au-dessus de la surface lunaire.</p>		
<p style="padding-left: 20px;">i. Utilisant les lois de Newton, démontrer une équation reliant la vitesse v du vaisseau spatial, la masse M de la Lune, la constante de gravitation universelle G et le rayon r de l'orbite.</p>		3 points
<p style="padding-left: 20px;">ii. Calculer l'énergie cinétique du vaisseau spatial, sachant que sa masse valait $4,67 \times 10^4$ kg.</p>		2 points
<p>b) i. Démontrer que l'accélération de la pesanteur g_L, à la surface de la Lune, est donnée par l'équation</p>		2 points
$g_L = \frac{G \cdot M}{R^2}$		
<p>où R est le rayon de la Lune.</p>		
<p style="padding-left: 20px;">ii. Calculer le poids sur la Lune des matériaux lunaires ramenés sur Terre par la mission Apollo 11.</p>		2 points
<p>c) i. Expliquer ce qu'est la vitesse de libération.</p>		2 points
<p style="padding-left: 20px;">ii. Utilisant le principe de conservation de l'énergie mécanique, démontrer une équation donnant la vitesse de libération v_{lib} depuis la surface de la Lune.</p>		3 points
<p style="padding-left: 20px;">iii. Calculer la vitesse de libération v_{lib} depuis la surface de la Lune.</p>		1 point

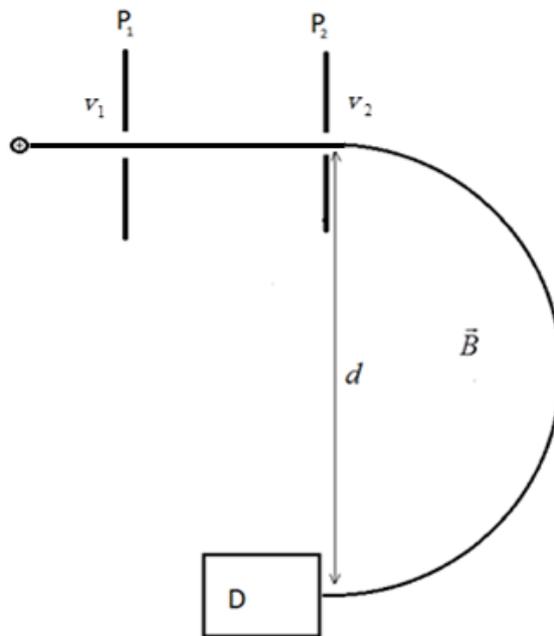
Question 1

Partie B

Page 2/3

Barème

Des ions $^{12}\text{C}^+$ ont en arrivant à la plaque P_1 une énergie de 65,0 keV par ion. Ils sont alors ralentis par le champ électrique régnant entre les plaques P_1 et P_2 . Passant au travers d'un trou dans la plaque P_2 , ces ions décélérés pénètrent dans une région où un champ magnétique uniforme \vec{B} , perpendiculaire au plan de la figure ci-dessous, les force à suivre une trajectoire semi-circulaire de diamètre $d = 96,0$ cm pour atteindre le détecteur D.



- i. Sachant que la masse m d'un ion $^{12}\text{C}^+$ vaut 12,0 u, calculer la vitesse initiale v_1 de cet ion. 2 points
 - ii. Quels sont la direction et le sens du champ électrique régnant entre les plaques P_1 et P_2 ? Justifier la réponse. 1 point
 - iii. Quel est le sens du champ \vec{B} ? Justifier votre réponse. 2 points
 - iv. Démontrer que la vitesse v_2 des ions qui atteignent le détecteur D est donnée par 3 points
- $$v_2 = \frac{e \cdot B \cdot d}{2m}$$
- v. Expliquer pourquoi la valeur de la vitesse des ions ne change pas au cours de leur mouvement dans le champ magnétique. 2 points
 - vi. Déterminer la différence de potentiel entre les plaques P_1 et P_2 , sachant que $B = 0,147$ T. 5 points

BACCALAUREAT EUROPEEN 2015 : PHYSIQUE

Question 1

Partie A et partie B

Page 3/3

Données :

Constante de gravitation universelle $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Rayon de la Lune $R = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$

Masse de la Lune $M = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$

Unité de masse atomique $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Charge électrique élémentaire $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

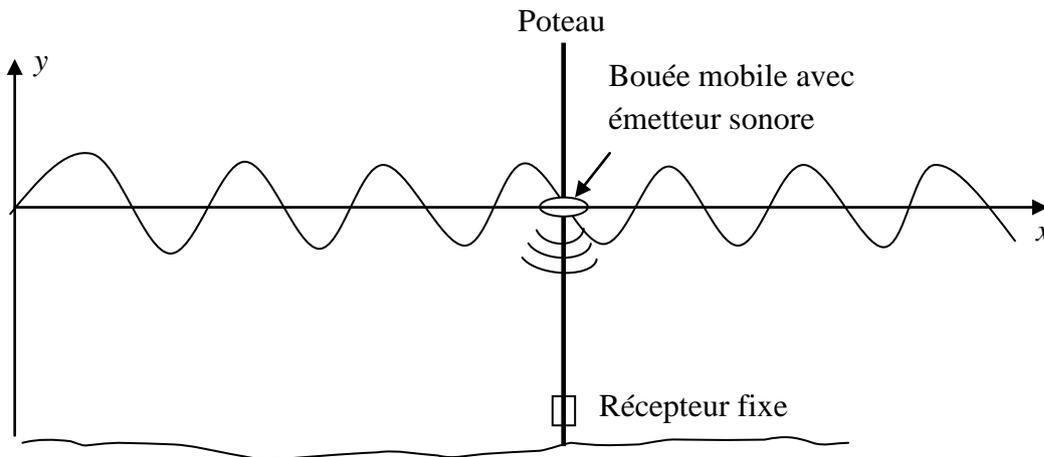
Question 2

Partie A

Page 1/3

Barème

Un physicien a inventé un dispositif pour enregistrer le mouvement d'un point de la surface de la mer lorsqu'une vague le met en oscillation. Ce dispositif consiste en une bouée attachée à un long poteau vertical fixé au fond marin sous la bouée. La bouée peut coulisser librement vers le haut et vers le bas lors du passage de la vague. Un émetteur attaché sous la bouée émet des ondes sonores détectées par un récepteur fixé au poteau à une certaine profondeur.



La vague est décrite par l'équation

$$y(x, t) = 1,40 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3,00}t - \frac{\pi}{9,00}x\right)$$

où y et x sont exprimés en mètres et t en secondes.

- i. Déterminer l'amplitude A , la longueur d'onde λ , la période T et la fréquence f de l'onde. 3 points
- ii. Calculer la distance totale parcourue par la bouée pendant la durée $\frac{19}{2}T$. 2 points
- iii. Démontrer que la vitesse maximale de la bouée est $v_{\max} = A \cdot 2\pi \cdot f$. 3 points
- iv. Un bateau à moteur se déplace sur une crête de l'onde dans le sens de propagation de cette dernière.
Calculer la durée nécessaire pour que le bateau parcoure 120 m. 2 points
- v. Expliquer pourquoi la fréquence enregistrée par le récepteur est différente de celle du son émis par la bouée.
Préciser la position et le sens du déplacement de la bouée correspondant à la fréquence perçue la plus basse. 4 points

Question 2

Partie B

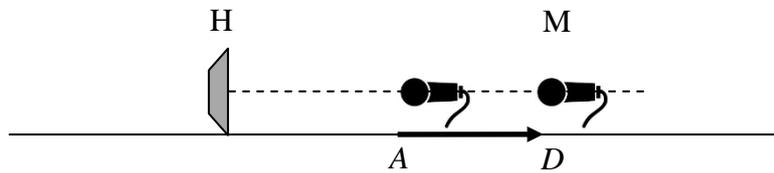
Page 2/3

Barème

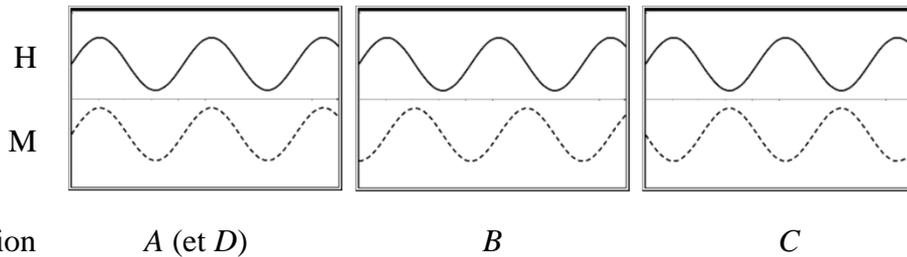
Une étudiante compare deux méthodes pour calculer la valeur de la célérité du son dans l'air. Elle utilise des haut-parleurs, un micro et un oscilloscope.

- a) Dans une première expérience, un haut-parleur (H) émettant un son de fréquence 5,0 kHz est utilisé. Le micro (M) est placé en face du haut-parleur. Le haut-parleur et le micro sont connectés aux deux canaux de l'oscilloscope. Quand le micro est éloigné en ligne droite du haut-parleur, la différence de phase entre les deux signaux change.

La figure ci-dessous représente deux positions consécutives, A et D, où les signaux sont en phase. La distance entre A et D vaut 6,9 cm.



Les figures ci-dessous montrent les signaux sur les deux canaux pour les positions A, B, C et D. Les positions B et C se situent entre A et D.



Position A (et D)

B

C

- i. Expliquer pourquoi le déphasage entre les deux signaux change.
- ii. Calculer la distance entre A et C. Justifier la réponse.
- iii. Calculer la célérité du son.

3 points

2 points

4 points

Question 2

Partie B

Page 3/3

Barème

- b) Dans la seconde expérience, deux haut-parleurs identiques H_1 et H_2 sont utilisés. Ils émettent des sons de fréquence 5,0 kHz. Les signaux émis par les deux haut-parleurs restent en phase tout au long de l'expérience.



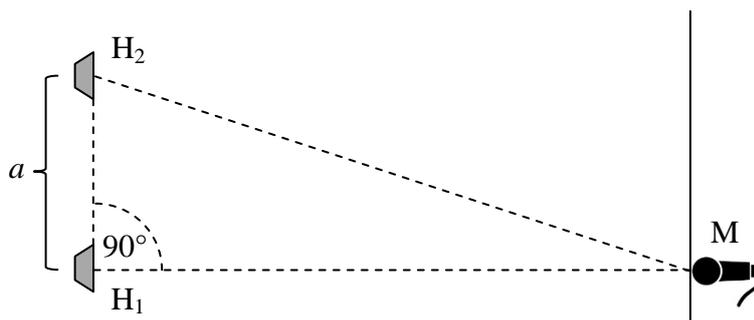
Les centres des haut-parleurs H_1 et H_2 sont séparés de $a = 53$ cm. Les distances entre le micro M et chacun des deux haut-parleurs sont initialement les mêmes. Dans cette position, le micro perçoit alors une intensité maximale (ordre 0). Quand le micro est déplacé sur une parallèle à la droite joignant les deux haut-parleurs, l'intensité du signal perçu diminue puis augmente alternativement.

- i. Expliquer cette variation de l'intensité perçue par le micro.

3 points

La distance entre la droite reliant les haut-parleurs et la droite le long de laquelle le micro est déplacé vaut $d = 2,00$ m.

La position du micro lorsqu'il perçoit le maximum de premier ordre forme un triangle rectangle avec les deux haut-parleurs (voir figure ci-dessous).



- ii. Calculer la célérité du son.

4 points

BACCALAUREAT EUROPEEN 2015 : PHYSIQUE

Question 3		
	Page 1/2	Barème
<p>a) Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène dans le modèle de Bohr sont représentés sur la figure ci-dessous.</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> <p style="margin: 0;"> E_n 0,00 eV ————— $n = \infty$ - 0,85 eV ————— $n = 4$ - 1,51 eV ————— $n = 3$ - 3,40 eV ————— $n = 2$ - 13,60 eV ————— $n = 1$ </p> </div>		
<p>i. Citer deux méthodes permettant d'amener cet atome d'un niveau d'énergie à un niveau d'énergie plus élevé.</p>		2 points
<p>ii. Calculer la longueur d'onde λ_{photon} du photon émis lorsque l'électron passe du niveau $n = 3$ au niveau $n = 2$.</p>		4 points
<p>iii. Qu'est-ce que l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ?</p>		1 point
<p>iv. Déterminer l'énergie d'ionisation (en joules) de l'atome d'hydrogène à l'aide de la figure ci-dessus.</p>		1 point

BACCALAUREAT EUROPEEN 2015 : PHYSIQUE

Question 3																
	Page 2/2	Barème														
<p>b) Lorsque de la lumière rouge illumine une plaque de zinc chargée négativement, la plaque garde sa charge électrique. Quand de la lumière ultraviolette est utilisée, la plaque se décharge rapidement.</p> <p>i. Imaginons que cette expérience soit refaite avec du platine à la place du zinc. Le platine perdra-t-il sa charge si de la lumière rouge est utilisée ? Justifier la réponse.</p> <p>ii. Calculer la fréquence seuil du césium.</p> <p>Dans une cellule photoélectrique, des photons peuvent provoquer l'émission d'électrons à partir d'une électrode recouverte de césium. Il n'y a pas de différence de potentiel établie entre les deux électrodes de la cellule. La vitesse maximale de ces électrons vaut $v_{\max} = 5,17 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.</p> <p>iii. Déterminer la longueur d'onde dans le vide de ces photons.</p> <p>Des photons de 450 nm de longueur d'onde dans le vide éclairent une cellule photoélectrique. Sa cathode est recouverte de césium. La puissance de la lumière éclairant la cathode vaut $P = 5,00 \times 10^{-3} \text{ W}$. Le nombre d'électrons émis par seconde par la cathode est égal à 0,10 % du nombre de photons illuminant par seconde la cathode de la cellule.</p> <p>iv. Calculer le courant de saturation de la cellule dans cette situation.</p>	<p>2 points</p> <p>2 points</p> <p>4 points</p> <p>4 points</p>															
<p><u>Données :</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Charge électrique élémentaire</td> <td style="padding: 5px;">$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Célérité de la lumière dans le vide</td> <td style="padding: 5px;">$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Masse de l'électron</td> <td style="padding: 5px;">$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Constante de Planck</td> <td style="padding: 5px;">$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Travail d'extraction du césium</td> <td style="padding: 5px;">1,94 eV</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Travail d'extraction du zinc</td> <td style="padding: 5px;">4,31 eV</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Travail d'extraction du platine</td> <td style="padding: 5px;">6,35 eV</td> </tr> </table>			Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$	Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Masse de l'électron	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$	Constante de Planck	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	Travail d'extraction du césium	1,94 eV	Travail d'extraction du zinc	4,31 eV	Travail d'extraction du platine	6,35 eV
Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$															
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$															
Masse de l'électron	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$															
Constante de Planck	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$															
Travail d'extraction du césium	1,94 eV															
Travail d'extraction du zinc	4,31 eV															
Travail d'extraction du platine	6,35 eV															

BACCALAUREAT EUROPEEN 2015 : PHYSIQUE

Question 4		
	Page 1/1	Barème
<p>L'isotope radioactif technétium-99 dans un état excité ($^{99}_{43}\text{Tc}^m$ ou Tc-99m) peut être utilisé en médecine pour déterminer le volume sanguin d'un patient. Le Tc-99m émet des rayons gamma et a une demi-vie $T_{1/2} = 6,0$ h .</p>		
<p>a) Que se passe-t-il dans un noyau qui émet des rayons gamma ?</p>		1 point
<p>b) Un échantillon de Tc-99m de masse valant $7,7 \times 10^{-14}$ kg est injecté dans le système circulatoire d'un patient.</p>		
<p>i. Calculer le nombre d'atomes de Tc-99 injectés.</p>		2 points
<p>ii. Combien d'atomes de Tc-99m se déséxcitent-ils durant la première seconde après l'injection ?</p>		3 points
<p>iii. Montrer que l'activité à l'injection vaut 15 MBq .</p>		1 point
<p>c) Après 1,0 h, l'échantillon injecté s'est réparti uniformément dans le sang du patient.</p>		
<p>i. Combien existe-t-il encore d'atomes de Tc-99m, 1,0 h après l'injection ?</p>		3 points
<p>ii. Montrer que l'activité du Tc-99m, 1,0 h après l'injection, vaut 13 MBq .</p>		2 points
<p>d) 1,0 h après l'injection, 20 cm³ de sang sont prélevés au patient. L'activité de cet échantillon vaut 55 kBq .</p> <p>Calculer le volume sanguin du patient.</p>		4 points
<p>e) Les isotopes à usage médical ne sont produits mondialement qu'en quelques laboratoires. Par conséquent, dans certains cas, un délai trop important apparaît entre l'embarquement de l'isotope et sa réception à l'hôpital. C'est pourquoi les hôpitaux ne commandent pas du $^{99}_{43}\text{Tc}^m$, mais du molybdène ($^{99}_{42}\text{Mo}$).</p> <p>Le $^{99}_{42}\text{Mo}$ se désintègre en $^{99}_{43}\text{Tc}^m$ avec une demi-vie de 66 h. La quantité de technétium désirée est extraite, à l'hôpital, du mélange Mo-Tc par techniques chimiques.</p>		
<p>i Ecrire l'équation de désintégration du $^{99}_{42}\text{Mo}$ en $^{99}_{43}\text{Tc}^m$.</p>		2 points
<p>ii. Expliquer pourquoi il est préférable, pour un hôpital éloigné du laboratoire fabriquant les isotopes, de commander du Mo à la place du Tc.</p>		2 points
<p><u>Donnée :</u></p>		
<p>Unité de masse atomique</p>	<p>$1 u = 1,66 \times 10^{-27}$ kg</p>	