



**PHYSIQUE**

**RESERVE**

**DUREE DE L'EXAMEN :**

3 heures (180 minutes)

**MATERIEL AUTORISE :**

Calculatrice utilisée en mathématique en mode « Press-to-test »

**REMARQUES PARTICULIERES :**

- Choisir 4 questions parmi les 6 questions données.
- Indiquer votre choix de questions en cochant d'une croix les cases appropriées du document joint à cet effet.
- Utiliser une page différente pour chaque question.

<b>Question 1</b>													
	<b>Page 1/2</b>	<b>Barème</b>											
<p><b>a)</b> Dans cette question, on estime que la Lune et la Terre sont à symétrie sphérique et on néglige l'influence gravitationnelle des autres astres. On considère que la Lune, de masse <math>M_L</math>, décrit une orbite circulaire de rayon <math>R_{orb.}</math> autour de la Terre de masse <math>M_T = k \cdot M_L</math> où <math>k = 81,3</math>.</p> <p><b>i.</b> Démontrer que le mouvement de la Lune est uniforme.</p> <p><b>ii.</b> <b>1.</b> Etablir une équation de l'énergie cinétique d'une masse <math>m</math> en mouvement circulaire uniforme autour d'une masse <math>M</math> sur une orbite de rayon <math>r</math>.</p> <p><b>2.</b> En déduire que l'énergie cinétique <math>E_k</math> de la Lune peut s'écrire</p> $E_k = \frac{G \cdot k \cdot M_L^2}{2 \cdot R_{orb.}}$ <p><b>iii.</b> Calculer la vitesse <math>v</math> de la Lune sur son orbite.</p> <p><b>b) i.</b> Démontrer l'expression donnant l'accélération de la pesanteur <math>g_L</math> au niveau du sol lunaire en fonction de sa masse <math>M_L</math> et de son rayon <math>R_L</math>, en négligeant les effets dus à la rotation de la Lune et à l'attraction terrestre.</p> <p><b>ii.</b> Calculer <math>g_L</math>.</p> <p><b>iii.</b> Afin de vérifier cette valeur, un astronaute mesure sur la Lune la période <math>T</math> d'oscillation d'un pendule simple de longueur <math>L</math> variable. Il obtient les résultats suivants :</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;"><math>L</math> (m)</th> <th style="padding: 5px;"><math>T</math> (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">0,200</td> <td style="padding: 5px;">2,1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">0,300</td> <td style="padding: 5px;">2,8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">0,400</td> <td style="padding: 5px;">3,0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">0,500</td> <td style="padding: 5px;">3,5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">0,600</td> <td style="padding: 5px;">3,8</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>1.</b> Tracer un graphique donnant <math>L</math> en fonction de <math>T^2</math>. Prendre pour échelles : 1 cm pour représenter <math>1 \text{ s}^2</math> en abscisse ; 2 cm pour représenter 0,100 m en ordonnée.</p>	$L$ (m)	$T$ (s)	0,200	2,1	0,300	2,8	0,400	3,0	0,500	3,5	0,600	3,8	<p>3 points</p> <p>3 points</p> <p>2 points</p> <p>3 points</p> <p>3 points</p> <p>2 points</p> <p>4 points</p>
$L$ (m)	$T$ (s)												
0,200	2,1												
0,300	2,8												
0,400	3,0												
0,500	3,5												
0,600	3,8												

**BACCALAUREAT EUROPEEN 2014 : PHYSIQUE – RESERVE**

<b>Question 1</b>			
		Page 2/2	Barème
2. Expliquer comment obtenir $g_L$ à partir du graphique sachant que	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g_L}}$		3 points
3. Déduire du graphique une valeur de $g_L$ .			2 points
<b><u>Données :</u></b>			
Constante de gravitation universelle		$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	
Masse de la Lune		$M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$	
Rayon de la Lune		$R_L = 1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$	
Rayon de l'orbite lunaire		$R_{\text{orb.}} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$	

Question 2

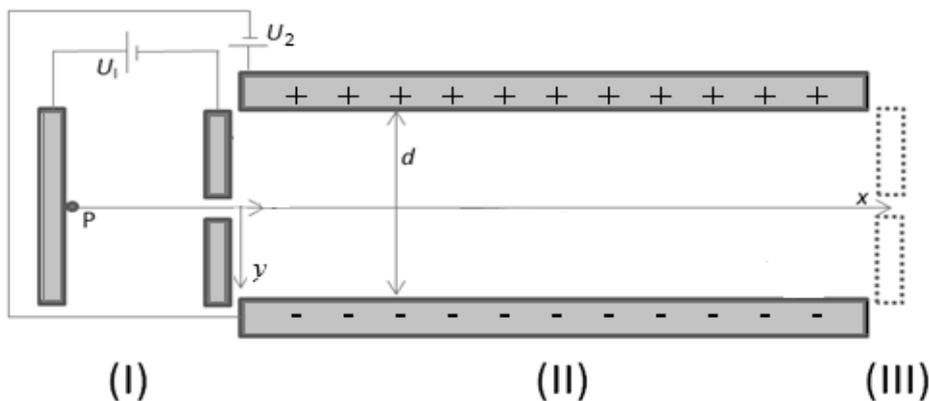
Page 1/2

Barème

Dans cette question, la force de pesanteur est négligée devant les forces électriques et magnétiques et les lois de la mécanique classique seront appliquées.

Un proton, initialement au repos, est accéléré dans la zone I (chambre d'accélération) où règne un champ électrique  $\vec{E}_1$  uniforme créée par une différence de potentiel  $U_1 = 320 \text{ V}$ .

Le proton pénètre alors, dans la zone II, en un point situé à mi-distance de deux plaques métalliques parallèles. Sa vitesse  $\vec{v}_0$  en ce point est parallèle aux plaques. Il règne dans la zone II un champ électrique  $\vec{E}_2$  occasionné par la différence de potentiel  $U_2$ . La distance  $d$  entre les plaques vaut 56 mm (voir schéma ci-dessous).



- a) i. Démontrer que la vitesse  $v_0$  du proton lorsqu'il pénètre dans la zone II vaut  $v_0 = 2,48 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . 3 points
- ii. Démontrer que la trajectoire des protons dans la zone II est donnée par 4 points
- $$y = \frac{e \cdot U_2}{2 \cdot m_p \cdot d \cdot v_0^2} \cdot x^2$$
- iii. Calculer la déviation  $y$  du proton pour  $x = 50 \text{ mm}$  dans la zone II, sachant que  $U_2 = 580 \text{ V}$ . 2 points
- iv. Expliquer, sans effectuer des calculs, comment est modifiée cette déviation lorsqu'un proton est remplacé par un noyau de deutérium (hydrogène lourd, constitué d'un proton et d'un neutron) pénétrant à la même vitesse  $\vec{v}_0$  dans la zone II. 2 points

**BACCALAUREAT EUROPEEN 2014 : PHYSIQUE – RESERVE**

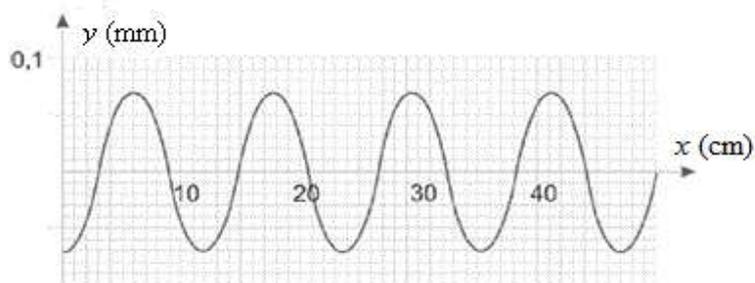
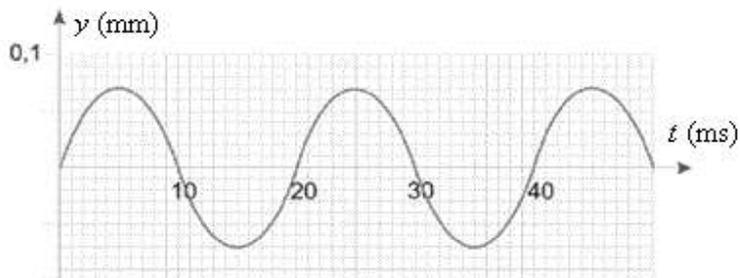
<b>Question 2</b>		
	<b>Page 2/2</b>	<b>Barème</b>
<p><b>b)</b> On porte la valeur de la différence de potentiel entre les plaques à <math>U'_2 = 3,50 \text{ kV}</math>. Le proton vient alors frapper la plaque inférieure.</p>		
<p><b>i.</b> Calculer la coordonnée <math>x_{\text{impact}}</math> du point où le proton vient frapper la plaque.</p>		3 points
<p><b>ii. 1.</b> Calculer l'augmentation d'énergie cinétique du proton entre son entrée dans la zone II et son point d'impact.</p>		2 points
<p><b>2.</b> Calculer la vitesse du proton lors de l'impact.</p>		2 points
<p>On applique dans la zone II un champ magnétique uniforme entre les plaques de telle sorte que la résultante des forces agissant sur le proton soit nulle.</p>		
<p><b>iii.</b> Déterminer la direction et le sens du champ magnétique agissant sur le proton. Justifier la réponse.</p>		3 points
<p><b>iv.</b> Calculer la valeur du champ magnétique nécessaire.</p>		2 points
<p><b>v.</b> Une petite ouverture (zone III) est placée à la sortie de la zone II à mi-distance des plaques afin d'utiliser la zone II comme sélecteur de vitesse. Indiquer ce qui se passe si le proton a une vitesse plus petite que <math>v_0</math>.</p>		2 points
<p><b><u>Données :</u></b></p>		
Masse du proton	$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	
Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	

Question 3

Page 1/2

Barème

a) Les graphiques ci-dessous représentent une onde progressive :



A partir de ceux-ci, déterminer pour cette onde :

- son amplitude  $A$  ;
- sa période  $T$  ;
- sa fréquence  $f$  ;
- sa longueur d'onde  $\lambda$  ;
- sa célérité  $v$  .

5 points

b) Une onde progressive transversale a pour équation

$$y(x,t) = 6,0 \cdot 10^{-2} \cdot \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{0,25} - \frac{x}{0,50}\right)\right)$$

dans laquelle  $x$  et  $y$  sont exprimés en m et  $t$  en s.

i. Déterminer pour cette onde :

- son amplitude  $A$  ;
- sa fréquence  $f$  ;
- sa longueur d'onde  $\lambda$  ;
- sa célérité  $v$  .

4 points

ii. Schématiser l'onde aux instants  $t = 2T$  et  $t = 2T + \frac{T}{2}$ .

4 points

Question 3		
	Page 2/2	Barème
<p>c) Des ondes radio, de fréquence <math>f = 30,0</math> kHz et de célérité <math>c = 3,00 \cdot 10^8</math> m·s<sup>-1</sup>, sont captées par un récepteur à une distance <math>d = 1\,500</math> km de l'émetteur. La puissance du signal reçu varie du fait de l'apparition d'interférences entre les ondes se propageant directement vers le récepteur et celles réfléchies par une couche de l'atmosphère.</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">Couche atmosphérique</p> <p style="text-align: center;">Altitude <math>h</math></p> <p style="text-align: center;">Emetteur                      <math>d = 1\,500</math> km                      Récepteur</p> </div>		
<p><b>i.</b> Calculer leur longueur d'onde.</p> <p><b>ii.</b> Enoncer la condition générale pour que, au niveau du récepteur, il y ait</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.</b> interférence constructive entre l'onde directe et celle réfléchie par la couche atmosphérique ;</li> <li><b>2.</b> interférence destructive entre l'onde directe et celle réfléchie par la couche atmosphérique.</li> </ol> <p><b>iii.</b> Démontrer une relation entre <math>\lambda</math>, <math>d</math> et <math>h</math> lorsqu'il y a interférence destructive.</p> <p><b>iv.</b> Déterminer l'altitude minimale <math>h_{\min.}</math> de la couche atmosphérique pour qu'apparaisse une interférence destructive.</p>		<p>2 points</p> <p>2 points</p> <p>2 points</p> <p>3 points</p> <p>3 points</p>

**BACCALAUREAT EUROPEEN 2014 : PHYSIQUE – RESERVE**

<b>Question 4</b>		
	<b>Page 1/1</b>	<b>Barème</b>
<p>Un écran plan est placé parallèlement à un réseau de diffraction plan, de pas <math>a=4,00 \mu\text{m}</math>, à une distance <math>D=2,00 \text{ m}</math> de ce dernier.</p>		
<p><b>a)</b> Dans une première expérience, un faisceau de lumière monochromatique, de longueur d'onde <math>\lambda = 630 \text{ nm}</math> dans l'air, éclaire le réseau sous incidence normale. On observe sur l'écran une figure de diffraction dont le maximum d'ordre zéro est situé au centre de l'écran.</p> <p>On désigne par <math>d_k</math> la distance séparant le maximum d'ordre <math>k</math> de celui d'ordre zéro. Observée depuis le réseau de diffraction, la direction du maximum d'ordre <math>k</math> fait un angle <math>\theta_k</math> par rapport à celle du maximum central (ordre 0).</p>		
<p><b>i.</b> Déterminer le nombre de maxima observés depuis le réseau de diffraction dans un angle, situé dans le plan des angles <math>\theta_k</math>, inférieur à <math>30^\circ</math> de la direction du maximum d'ordre 0 (sans prendre ce dernier en compte).</p>		4 points
<p><b>ii.</b> Etablir, à l'aide d'un schéma annoté, une équation donnant la longueur d'onde <math>\lambda</math> en fonction de <math>a</math>, <math>D</math>, <math>k</math> et <math>d_k</math>.</p>		4 points
<p><b>b)</b> Dans une deuxième expérience, on étudie sur l'écran la figure de diffraction d'un faisceau de lumière blanche.</p>		
<p><b>i.</b> Expliquer pour quelle raison</p>		
<p>    <b>1.</b> le maximum d'ordre 0 est blanc ;</p>		1 point
<p>    <b>2.</b> les autres maxima sont constitués de spectres.</p>		2 points
<p><b>ii.</b> Calculer la distance <math>\Delta d_2</math> qui sépare le maximum violet (<math>\lambda_{\text{violet}} = 400 \text{ nm}</math>) du maximum rouge (<math>\lambda_{\text{rouge}} = 750 \text{ nm}</math>) d'ordre 2.</p>		5 points
<p><b>iii.</b> L'extrémité violette (<math>\lambda_{\text{violet}} = 400 \text{ nm}</math>) du spectre d'ordre 3 coïncide avec une couleur de longueur d'onde <math>\lambda'</math> de l'ordre 2.</p>		
<p>    <b>1.</b> Démontrer que <math>\lambda'</math> est indépendante de <math>a</math>.</p>		3 points
<p>    <b>2.</b> Calculer <math>\lambda'</math>.</p>		2 points
<p><b>c)</b> Une troisième expérience est maintenant réalisée dans un liquide. Le réseau est éclairé avec de la lumière monochromatique de même fréquence que dans la première expérience (en <b>a</b>)). On constate que le maximum d'ordre 4 dans le liquide se situe à l'endroit où se trouvait le maximum d'ordre 3 dans l'air.</p> <p>Déterminer l'indice de réfraction <math>n</math> (relatif à l'air) du liquide.</p>		4 points

**BACCALAUREAT EUROPEEN 2014 : PHYSIQUE – RESERVE**

<b>Question 5</b>		
	<b>Page 1/2</b>	<b>Barème</b>
<p><b>a)</b> Une source de lumière est capable d'extraire des électrons de la surface d'un métal. Ce phénomène est appelé « effet photoélectrique ».</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>i.</b> Décrire, à l'aide d'un schéma, une expérience permettant de caractériser cet effet.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>ii.</b> Citer des raisons pour lesquelles l'effet photoélectrique ne peut pas être expliqué par la nature ondulatoire du rayonnement électromagnétique.</p>		<p>3 points</p> <p>3 points</p>
<p><b>b)</b> Le travail d'extraction <math>W</math> pour un certain métal vaut <math>2,07 \text{ eV}</math>.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>i.</b> Expliquer la notion de travail d'extraction.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>ii.</b> Déterminer l'intervalle de longueurs d'onde du spectre électromagnétique visible pouvant être utilisé pour que l'effet photoélectrique se produise avec ce métal.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>iii.</b> Calculer la vitesse maximale des électrons émis lorsque la longueur d'onde incidente utilisée vaut <math>\lambda = 400 \text{ nm}</math>.</p>		<p>2 points</p> <p>2 points</p> <p>3 points</p>
<p><b>c)</b> Lorsqu'un gaz monoatomique sous faible pression est excité par des décharges électriques, il se désexcite (notamment) en émettant un spectre de raies en émission.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>i.</b> Expliquer pourquoi ce spectre n'est pas continu.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>ii.</b> Expliquer deux modes d'excitation d'un atome.</p>		<p>2 points</p> <p>2 points</p>
<p><b>d)</b> Un tube d'éclairage public, en fonctionnement, contient des atomes excités de mercure. On observe, à l'aide d'un réseau, deux raies lumineuses dans le spectre visible du mercure aux longueurs d'onde <math>\lambda_1 = 436 \text{ nm}</math> et <math>\lambda_2 = 546 \text{ nm}</math>.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>i.</b> Calculer les énergies des photons correspondant à ces deux longueurs d'onde.</p>		<p>2 points</p>

<b>Question 5</b>												
	<b>Page 2/2</b>	<b>Barème</b>										
<p>Le schéma ci-dessous (non représenté à l'échelle) montre certains des niveaux d'énergie pour l'atome de mercure. Deux transitions, entre les niveaux A, B et C, produisent les photons observés en <b>d</b>).</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> <p style="margin: 0;"> <math>E/10^{-19} \text{ J}</math> </p> <p style="margin: 0;"> <span style="margin-left: 100px;">_____ A</span> </p> <p style="margin: 0;"> <span style="margin-left: 100px;">-7.94 _____ B</span> </p> <p style="margin: 0;"> <span style="margin-left: 100px;">-8.86 _____ C</span> </p> </div> <p><b>ii.</b> Redessiner le schéma ci-dessus et indiquer entre quels niveaux ont lieu les transitions produisant ces photons. Justifier la réponse. <span style="float: right;">4 points</span></p> <p><b>iii.</b> Calculer la valeur du niveau d'énergie A. <span style="float: right;">2 points</span></p> <p><b><u>Données :</u></b></p> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 45%;">Constante de Planck</td> <td><math>h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}</math></td> </tr> <tr> <td>Célérité de la lumière dans le vide</td> <td><math>c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math></td> </tr> <tr> <td>Masse de l'électron</td> <td><math>m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}</math></td> </tr> <tr> <td>Charge électrique élémentaire</td> <td><math>e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}</math></td> </tr> <tr> <td>Longueurs d'onde du spectre visible</td> <td><math>390 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{visible}} \leq 780 \text{ nm}</math></td> </tr> </table>			Constante de Planck	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Masse de l'électron	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Longueurs d'onde du spectre visible	$390 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{visible}} \leq 780 \text{ nm}$
Constante de Planck	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$											
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$											
Masse de l'électron	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$											
Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$											
Longueurs d'onde du spectre visible	$390 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{visible}} \leq 780 \text{ nm}$											

**Question 6**

**Page 1/1**

**Barème**

Le neptunium-237 ( ${}^{237}_{93}\text{Np}$ ) produit dans les piles atomiques est radioactif.

Sa désintégration donne du protactinium-233 ( ${}^{233}_{91}\text{Pa}$ ).

La période (ou demi-vie)  $T_{1/2}$  du  ${}^{237}_{93}\text{Np}$  vaut  $6,75 \cdot 10^{13}$  s.

- a) i. 1.** Ecrire l'équation de cette désintégration. 2 points
- 2.** Préciser quel est le type de désintégration observée. 2 points
- 3.** Citer trois lois de conservation qui régissent les désintégrations. 3 points
- ii. 1.** Définir la période d'un isotope radioactif. 2 points
- 2.** Donner une relation entre période et constante radioactive d'un tel isotope. 2 points
- 3.** Calculer la constante radioactive  $\lambda$  du  ${}^{237}_{93}\text{Np}$ . 1 point
- b) A l'instant  $t=0$  s, des déchets de réacteur contiennent 100 g de  ${}^{237}_{93}\text{Np}$ .**
- i.** Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux de  ${}^{237}_{93}\text{Np}$  présents à cet instant. 3 points
- ii.** L'activité  $A(t)$  d'un isotope radioactif est donnée par
- $$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda \cdot N(t) \text{ où } N(t) \text{ est le nombre de noyaux à l'instant } t.$$
- 1.** Exprimer  $A(t)$  en fonction de  $A_0$ ,  $\lambda$  et  $t$ . 3 points
- 2.** Démontrer que  $A(t)$  reste pratiquement constante pendant 50 ans. 3 points
- c) Un noyau de  ${}^{233}_{91}\text{Pa}$  est radioactif et émet un électron lors de sa désintégration.**
- i.** Expliquer d'où provient cet électron. 2 points
- ii.** Ecrire l'équation correspondant à cette désintégration. 2 points

**Données :**

Unité de masse atomique  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} / c^2$

Constante d'Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Américium
${}_{90}\text{Th}$	${}_{91}\text{Pa}$	${}_{92}\text{U}$	${}_{93}\text{Np}$	${}_{94}\text{Pu}$	${}_{95}\text{Am}$