

## PHYSIQUE

DATE : 5 juin 2019

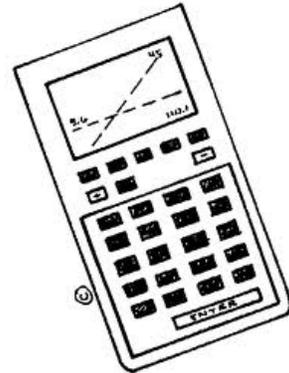
**DUREE DE L'EXAMEN :**

3 heures (180 minutes)

**MATERIEL AUTORISE :**

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

Crayon pour les graphiques



**REMARQUES PARTICULIERES :**

- Utiliser une page différente pour chaque question.
- Il est indispensable que les réponses soient accompagnées des explications nécessaires à leur élaboration.  
Les réponses doivent mettre en évidence le raisonnement qui amène aux résultats ou solutions.  
Lorsque des graphes sont utilisés pour trouver une solution, la réponse doit inclure des esquisses de ceux-ci.
- Sauf indication contraire dans la question, la totalité des points ne pourra être attribuée à une réponse correcte en l'absence du raisonnement et des explications qui permettent d'arriver aux résultats ou solutions.
- Lorsqu'une réponse est incorrecte, une partie des points pourra cependant être attribuée lorsqu'une méthode appropriée et/ou une approche correcte a été utilisée.

# BACCALAUREAT EUROPEEN 2019 : PHYSIQUE

Question 1																																						
Partie A	Page 1/4	Barème																																				
<p>TRAPPIST-1 est une étoile naine rouge ultra froide légèrement plus grande que la planète Jupiter, mais de masse beaucoup plus importante. Le 22 février 2018, les astronomes ont annoncé que le système planétaire de cette étoile est composé de sept planètes.</p> <p>Dans cette question, nous supposons que toutes les planètes se déplacent sur des orbites circulaires.</p>																																						
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Le système planétaire TRAPPIST-1</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">Planète</th> <th style="width: 20%;">Masse (masse terrestre)</th> <th style="width: 20%;">Rayon orbital (10<sup>6</sup> km)</th> <th style="width: 45%;">Période orbitale (jours terrestre)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">b</td><td style="text-align: center;">1,02</td><td style="text-align: center;">1,73</td><td style="text-align: center;">1,51</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">c</td><td style="text-align: center;">1,16</td><td style="text-align: center;">2,37</td><td style="text-align: center;">2,42</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d</td><td style="text-align: center;">0,30</td><td style="text-align: center;">3,33</td><td style="text-align: center;">4,05</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">e</td><td style="text-align: center;">0,77</td><td style="text-align: center;">4,38</td><td style="text-align: center;">6,10</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">f</td><td style="text-align: center;">0,93</td><td style="text-align: center;">5,76</td><td style="text-align: center;">9,21</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">g</td><td style="text-align: center;">1,14</td><td style="text-align: center;">7,01</td><td style="text-align: center;">12,35</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h</td><td style="text-align: center;">0,33</td><td style="text-align: center;">9,27</td><td style="text-align: center;">18,77</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Source: Wikipédia EN, Jan. 18<sup>th</sup>, 2019</p>			Le système planétaire TRAPPIST-1				Planète	Masse (masse terrestre)	Rayon orbital (10 <sup>6</sup> km)	Période orbitale (jours terrestre)	b	1,02	1,73	1,51	c	1,16	2,37	2,42	d	0,30	3,33	4,05	e	0,77	4,38	6,10	f	0,93	5,76	9,21	g	1,14	7,01	12,35	h	0,33	9,27	18,77
Le système planétaire TRAPPIST-1																																						
Planète	Masse (masse terrestre)	Rayon orbital (10 <sup>6</sup> km)	Période orbitale (jours terrestre)																																			
b	1,02	1,73	1,51																																			
c	1,16	2,37	2,42																																			
d	0,30	3,33	4,05																																			
e	0,77	4,38	6,10																																			
f	0,93	5,76	9,21																																			
g	1,14	7,01	12,35																																			
h	0,33	9,27	18,77																																			
<p><b>a)</b> La 3<sup>e</sup> loi de Kepler stipule que, pour les orbites planétaires, <math>\frac{T^2}{r^3}</math> est une constante, où <math>T</math> est la période orbitale et <math>r</math> le rayon orbital.</p> <p>Vérifier la 3<sup>e</sup> loi de Kepler en utilisant les données de 2 planètes du tableau ci-dessus.</p>		3 points																																				
<p><b>b)</b> Montrer que la vitesse orbitale de la planète « e » est égale à</p> $v_e = 5,22 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$		3 points																																				
<p><b>c)</b> Pour deux planètes quelconques en orbite à une distance <math>r_1</math> et <math>r_2</math> d'une étoile, le rapport de leurs vitesses orbitales <math>v_1</math> et <math>v_2</math> est donné par :</p> $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$ <p>Démontrer cette relation.</p>		3 points																																				
<p><b>d)</b> Une des planètes de TRAPPIST-1 possède une vitesse orbitale de <math>4,13 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math></p> <p>De quelle planète s'agit-il ?</p>		3 points																																				



Question 1		
Partie B	Page 3/4	Barème
<p>Un cyclotron est un accélérateur de particules. Il se compose de deux demi-cylindres creux <math>D_1</math> et <math>D_2</math> appelés Dés, séparés par un espacement étroit (voir la figure ci-dessous).</p> <p>Dans une expérience, des protons sont émis avec une vitesse initiale négligeable par la source <math>S</math>.</p> <p>Dans l'espacement situé entre les Dés, les protons sont accélérés par une différence de potentiel <math>U</math>. La différence de potentiel change de signe après chaque passage des protons dans cet espacement. La valeur absolue de cette différence de potentiel vaut <math>U = 1,00 \times 10^4</math> V lorsqu'un proton traverse l'espacement.</p> <p>Un champ magnétique uniforme <math>\vec{B}</math>, avec <math>B = 1,00</math> T, est présent à l'intérieur des Dés. La direction de ce champ magnétique est parallèle à l'axe des demi-cylindres.</p> <p>La trajectoire suivie par les protons dans chaque Dé est circulaire. Le rayon augmente après chaque passage dans l'espacement.</p>		

**BACCALAUREAT EUROPEEN 2019 : PHYSIQUE**

Question 1		
Partie B	Page 4/4	Barème
<p><b>a)</b> Un proton entre dans un Dé avec la vitesse <math>v</math>.</p> <p>i. Montrer que le rayon <math>R</math> de sa trajectoire est donné par :</p> $R = \frac{m_p \cdot v}{e \cdot B}$ <p>ii. Montrer, en établissant une équation permettant de calculer la durée <math>\Delta t</math> passée dans un Dé, que cette durée est indépendante de la vitesse.</p>		<p>3 points</p> <p>2 points</p>
<p><b>b)</b> i. Montrer que l'augmentation de l'énergie cinétique d'un proton à chaque passage dans l'espace situé entre les Dés vaut <math>1,00 \times 10^4</math> eV.</p> <p>ii. Calculer la valeur du rayon <math>R_1</math> de la première trajectoire circulaire.</p>		<p>2 points</p> <p>3 points</p>
<p><b>c)</b> Un proton accéléré par le cyclotron atteint son énergie maximale lorsqu'il sort du Dé après sa dernière révolution. Le rayon de la trajectoire, à la sortie du cyclotron, vaut <math>R_{\max} = 0,289</math> m.</p> <p>i. Montrer que l'énergie cinétique maximale de ce proton vaut <math>E_{\max} = 4,00</math> MeV.</p> <p>ii. Calculer le nombre de tours que doit effectuer ce proton pour que son énergie cinétique atteigne sa valeur maximale <math>E_{\max}</math>.</p>		<p>3 points</p> <p>1 point</p>

Partie B	
<b><u>Données :</u></b>	
Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \times 10^{-19}$ C
Masse du proton	$m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

## BACCALAUREAT EUROPEEN 2019 : PHYSIQUE

Question 2		
Partie A	Page 1/3	Barème
<p>La longueur des tuyaux d'orgue varie entre plusieurs mètres et quelques centimètres. Certains des tuyaux sont ouverts aux deux extrémités (« tuyaux ouverts ») et d'autres sont ouverts à une extrémité et fermés à l'autre extrémité (« tuyaux fermés »).</p> <p>L'oreille humaine peut entendre des sons de fréquences comprises entre 20 Hz et 16 000 Hz.</p>		
<p><b>a) i.</b> Pour les deux types de tuyaux, esquisser les diagrammes de l'onde fondamentale (ou premier harmonique) et du deuxième harmonique, et indiquer la position des nœuds de vibrations dans chaque cas.</p>		4 points
<p><b>ii.</b> Calculer les longueurs des deux types de tuyaux qui produisent une note fondamentale de 20 Hz.</p>		3 points
<p><b>iii.</b> Pour deux tuyaux de même longueur, l'un « ouvert » et l'autre « fermé », calculer le rapport des fréquences de leur deuxième harmonique.</p>		2 points
<p><b>b)</b> Considérons une note de fréquence 440 Hz. Si vous descendez ou montez d'une octave, la fréquence diminue de moitié ou est doublée, respectivement.</p>		
<p><b>i.</b> Calculer la fréquence d'une note qui est quatre octaves en dessous de 440 Hz, et indiquer si l'oreille humaine peut encore entendre cette note.</p>		2 points
<p><b>ii.</b> La fréquence la plus aiguë que l'on peut entendre vaut 14 080 Hz. Elle se situe plusieurs octaves au-dessus de 440 Hz.</p>		
<p>1. Calculer ce nombre d'octaves au-dessus de 440 Hz.</p>		1 point
<p>2. Le tuyau le plus court d'un orgue mesure 6,14 mm de long.</p> <p>Déterminer, en justifiant par des calculs, s'il s'agit d'un « tuyau ouvert » ou d'un « tuyau fermé », sachant que sa fréquence fondamentale est de 14 080 Hz.</p>		3 points

Partie A	
<p><b><u>Données :</u></b></p>	
<p>Célérité du son dans l'air</p>	$v_{\text{son}} = 346 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



**BACCALAUREAT EUROPEEN 2019 : PHYSIQUE**

<b>Question 2</b>		
<b>Partie B</b>	<b>Page 3/3</b>	<b>Barème</b>
<p><b>c)</b> Les élèves utilisent un autre laser et remplacent la double fente par un réseau de diffraction de 4 000 traits par centimètre. La distance <math>L = 4,00</math> m reste inchangée. Le premier maximum est observé à une distance de 0,871 m du maximum central de l'écran. L'équation du réseau de diffraction est la suivante :</p> $k \cdot \lambda = d \cdot \sin(\theta_k)$		
<p><b>i.</b> Donner la signification de <math>d</math> et <math>\theta_k</math> apparaissant dans cette équation.</p>		1 point
<p><b>ii.</b> Montrer que la longueur d'onde de la lumière laser est de 532 nm.</p>		4 points

<b>Partie B</b>	
<b><u>Données :</u></b>	
Longueur d'onde de la lumière verte	$500 \text{ nm} \leq \lambda \leq 560 \text{ nm}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



Question 4		
	Page 1/2	Barème
<p><b>a)</b> Un des isotopes de l'élément technétium est <math>{}^{99}_{43}\text{Tc}</math>.</p> <p><b>i.</b> Que signifie le terme « isotope » ?</p> <p><b>ii.</b> Quelle est la composition du noyau de cet isotope ?</p> <p><b>iii.</b> Le <math>{}^{99}_{43}\text{Tc}</math> se désintègre en <math>{}^{99}_{44}\text{Ru}</math>. Ecrire l'équation de désintégration du <math>{}^{99}_{43}\text{Tc}</math> en <math>{}^{99}_{44}\text{Ru}</math> et indiquer de quel type de désintégration il s'agit.</p> <p>Le technétium-99m est un isotope métastable qui se désintègre en <math>{}^{99}_{43}\text{Tc}</math> en émettant un rayonnement gamma. Le technétium-99m est largement utilisé en médecine nucléaire.</p> <p>Le graphique ci-dessous représente l'activité d'un échantillon de technétium-99m :</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">Désintégration gamma du technetium-99m</p> </div>		

**BACCALAUREAT EUROPEEN 2019 : PHYSIQUE**

Question 4		
	Page 2/2	Barème
<p><b>b)</b> Une des réactions de fission de l'uranium utilisée dans un réacteur nucléaire est la suivante :</p> ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ <p><b>i.</b> Expliquer comment une réaction en chaîne est produite dans un réacteur nucléaire, ainsi que le rôle d'un modérateur.</p> <p><b>ii.</b> Calculer l'énergie libérée par cette réaction.</p>	<p>4 points</p> <p>4 points</p>	
<p><b>c)</b> Dans une centrale nucléaire utilisant de l'uranium 235, diverses réactions de fission se produisent. L'énergie moyenne libérée par fission est de 210 MeV.</p> <p>Calculer la masse d'uranium 235 qui, subissant une fission, est nécessaire, par heure, pour exploiter une centrale électrique d'une puissance de 2,00 GW, en considérant que le rendement de la centrale est de 33 %.</p>	<p>4 points</p>	

**Données :**

Unité de masse atomique	$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} / c^2 = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Charge électrique élémentaire	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masse du neutron	$m_n = 1,008\,665 \text{ u}$
Masse atomique de ${}_{36}^{92}\text{Kr}$	91,926 156 u
Masse atomique de ${}_{56}^{141}\text{Ba}$	140,914 411 u
Masse atomique de ${}_{92}^{235}\text{U}$	235,043 930 u