

**Physique**  
**Niveau supérieur**  
**Épreuve 2**

Vendredi 6 mai 2016 (matin)

Numéro de session du candidat

2 heures 15 minutes

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

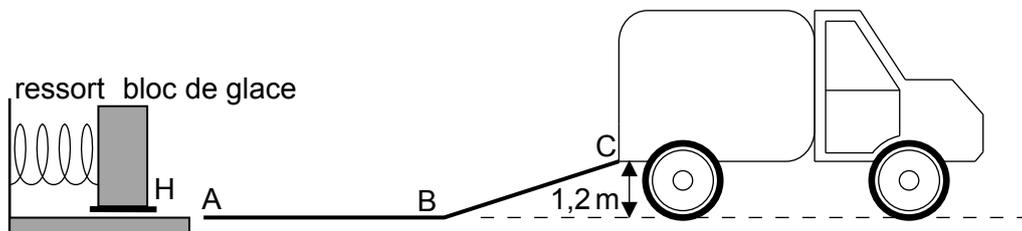
**Instructions destinées aux candidats**

- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du **recueil de données de physique** est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[95 points]**.



Répondez à **toutes** les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Une entreprise conçoit un système à ressort pour charger des blocs de glace sur un camion. Ce bloc de glace est placé sur un support H en avant du ressort et un moteur électrique comprime le ressort en poussant H vers la gauche. Lorsque le ressort est relâché, le bloc de glace est accéléré vers une rampe ABC. Lorsque le ressort est complètement décomprimé, le bloc de glace perd contact avec le ressort en A. La masse de ce bloc de glace est 55 kg.



Supposez que la surface de la rampe est sans frottement et que les masses du ressort et du support sont négligeables par rapport à la masse du bloc de glace.

- (a) (i) Le bloc arrive à C à une vitesse de  $0,90 \text{ ms}^{-1}$ . Montrez que l'énergie élastique stockée dans le ressort est 670 J.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calculez la vitesse du bloc en A.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 1)**

(b) Décrivez le mouvement du bloc

(i) de A à B en vous reportant à la première loi de Newton.

[1]

.....  
.....

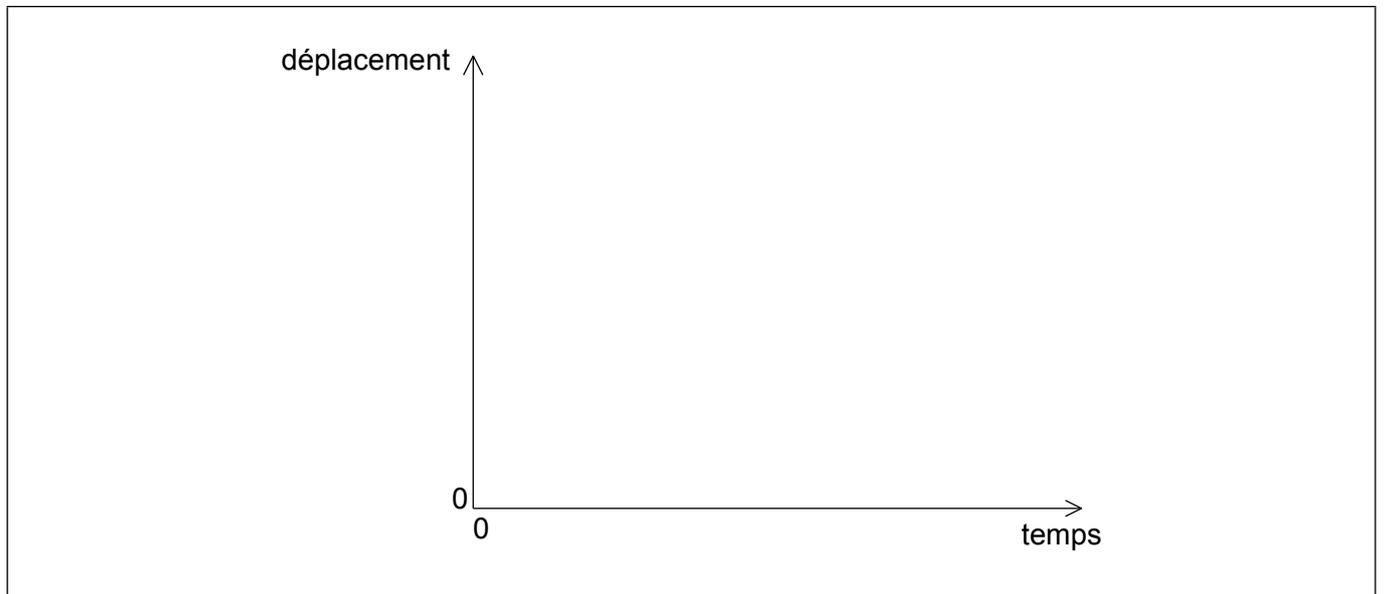
(ii) de B à C en vous reportant à la deuxième loi de Newton.

[2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) Sur les axes ci-dessous, représentez un graphique pour montrer comment le déplacement du bloc varie en fonction du temps de A à C. (Vous n'avez pas besoin de mettre des nombres sur les axes.)

[2]



**(Suite de la question à la page suivante)**



**(Suite de la question 1)**

- (d) La décompression du ressort prend 0,42s. Déterminez la force moyenne que le ressort exerce sur le bloc.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (e) Le moteur électrique est connecté à une source d'une différence de potentiel de 120V et prélève un courant de 6,8A. Le moteur prend 1,5s pour comprimer le ressort.

Estimez le rendement du moteur.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (f) Un jours particulier, les blocs de glace subissent une force de frottement parce que la section de la rampe de A à B n'est pas nettoyée correctement. Le coefficient de frottement dynamique entre les blocs de glace et la rampe AB est 0,030. La longueur de AB est 2,0m.

Déterminez si les blocs de glace seront capables d'atteindre C.

[2]

.....

.....

.....

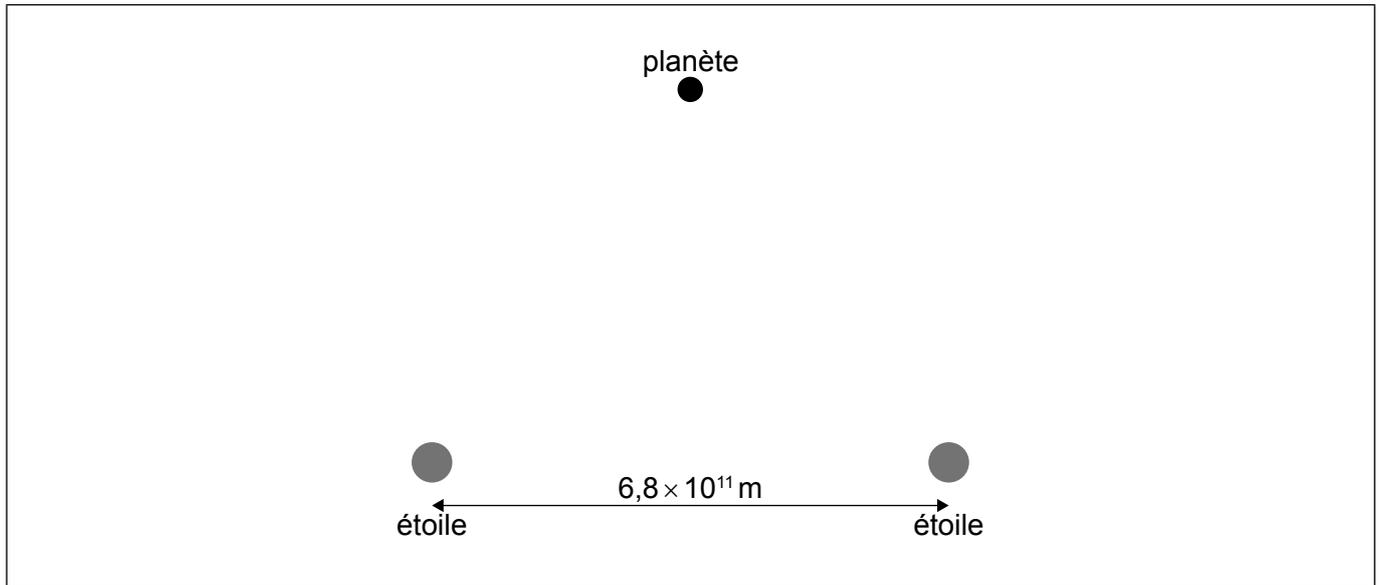
.....

.....

.....



2. Le schéma ci-dessous montre une planète proche de deux étoiles d'une masse égale  $M$ .



Chaque étoile a une masse  $M = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$ . Leurs centres sont séparés par une distance de  $6,8 \times 10^{11} \text{ m}$ . La planète est à une distance de  $6,0 \times 10^{11} \text{ m}$  de chaque étoile.

- (a) Sur le schéma ci-dessus, dessinez **deux** flèches pour montrer l'intensité du champ gravitationnel, dans la position de la planète, due à chacune de ces étoiles. [2]
- (b) Calculez la grandeur et exprimez la direction de l'intensité résultante du champ gravitationnel dans la position de la planète. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. Dans une expérience pour déterminer la chaleur latente de fusion de la glace, on fait tomber un glaçon dans de l'eau qui est contenue dans un calorimètre bien isolé d'une capacité calorifique massique négligeable. Les données suivantes sont disponibles.

- Masse du glaçon = 25 g
- Masse de l'eau = 350 g
- Température initiale du glaçon = 0 °C
- Température initiale de l'eau = 18 °C
- Température finale de l'eau = 12 °C
- Capacité calorifique massique de l'eau = 4200 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

(a) En utilisant ces données, estimez la chaleur latente de fusion de la glace. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) On répète cette expérience en utilisant la même masse de glace concassée.  
Suggérez l'effet éventuel du concassage de la glace sur

(i) la température finale de l'eau. [1]

.....

.....

(ii) le temps que l'eau prend pour atteindre sa température finale. [1]

.....

.....



Veillez ne **pas** écrire sur cette page.

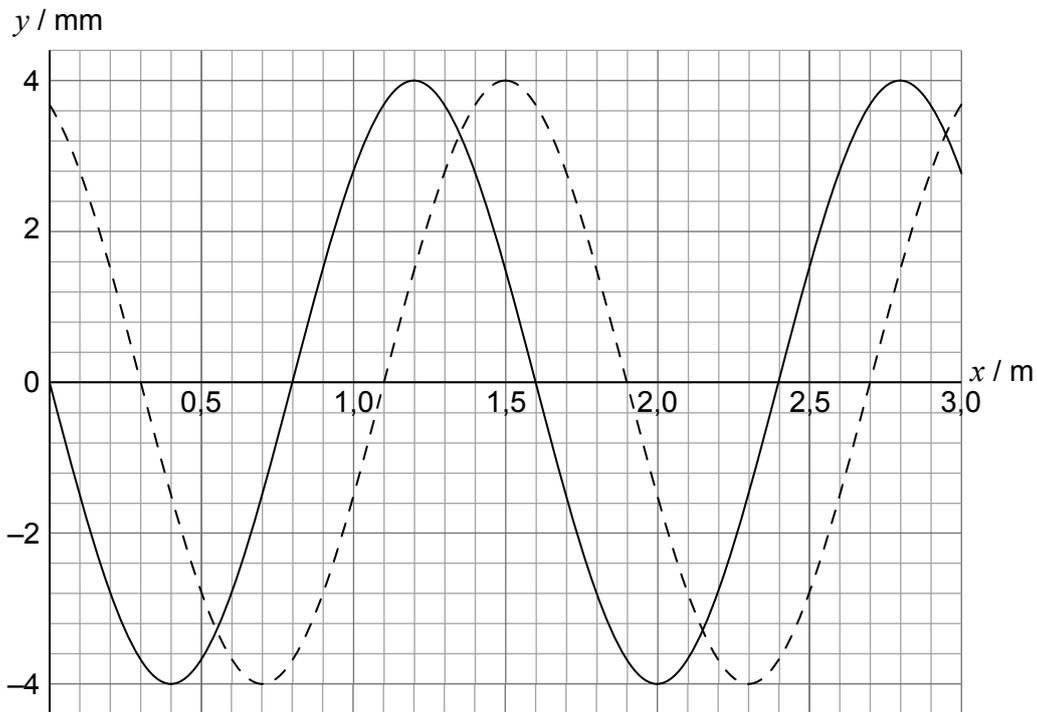
Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



24EP07

Tournez la page

4. Une onde longitudinale se propage dans un milieu de gauche à droite. Le graphique ci-dessous montre la variation en fonction de la distance  $x$  du déplacement  $y$  des particules dans ce milieu. La ligne continue et la ligne en tirets montrent le déplacement à  $t = 0$  et à  $t = 0,882$  ms, respectivement.



La période de cette onde est plus grande que 0,882 ms. Un déplacement vers la droite de la position d'équilibre est positif.

- (a) Exprimez ce qu'on entend par onde progressive longitudinale. [1]

.....  
.....

- (b) (i) Calculez la vitesse de cette onde. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 4)**

- (ii) Montrez que la fréquence angulaire des oscillations d'une particule dans le milieu est  $\omega = 1,3 \times 10^3 \text{ rad s}^{-1}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Une particule dans le milieu a sa position d'équilibre à  $x = 1,00 \text{ m}$ .

- (i) Exprimez et expliquez la direction de mouvement pour cette particule à  $t = 0$ . [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Montrez que la vitesse de cette particule à  $t = 0,882 \text{ ms}$  est  $4,9 \text{ m s}^{-1}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**(Suite de la question à la page suivante)**



**(Suite de la question 4)**

(d) L'onde progressive de la question (b) est dirigée à l'extrémité ouverte d'un tube d'une longueur de 1,20 m. L'autre extrémité de ce tube est fermée.

(i) Décrivez comment une onde stationnaire est formée.

[1]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Démontrez, en utilisant un calcul, qu'une onde stationnaire sera établie dans ce tube.

[2]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



5. (a) Résumez ce qu'on entend par vitesse de libération. [1]

.....  
.....

(b) Une sonde est lancée verticalement vers le haut depuis la surface d'une planète avec une vitesse

$$v = \frac{3}{4} v_{\text{esc}}$$

$v_{\text{esc}}$  étant la vitesse de libération de la planète. Cette planète n'a pas d'atmosphère.

Déterminez, en fonction du rayon  $R$  de la planète, la hauteur maximum par rapport à la surface de la planète atteinte par cette sonde. [3]

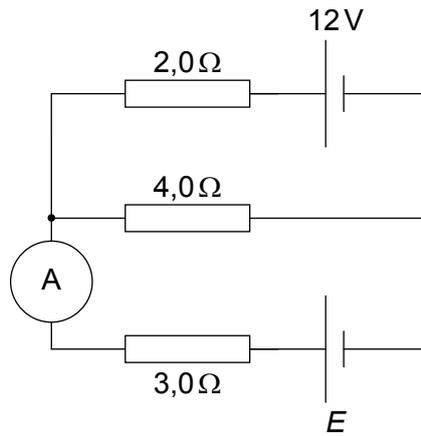
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(c) L'énergie totale d'une sonde en orbite autour d'une planète d'une masse  $M$  est  $E = -\frac{GMm}{2r}$ ,  $m$  étant la masse de la sonde et  $r$  étant le rayon de l'orbite. Une sonde en orbite basse subit une petite force de frottement. Suggérez l'effet de cette force sur la vitesse de la sonde. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



6. (a) Deux piles d'une résistance interne négligeable sont connectées dans un circuit.



La pile supérieure a une force électromotrice (f.é.m.) de 12 V. La f.é.m. de la pile inférieure n'est pas connue. L'ampèremètre idéal lit un courant nul.

Calculez la f.é.m.  $E$  de la pile inférieure.

[2]

.....

.....

.....

.....

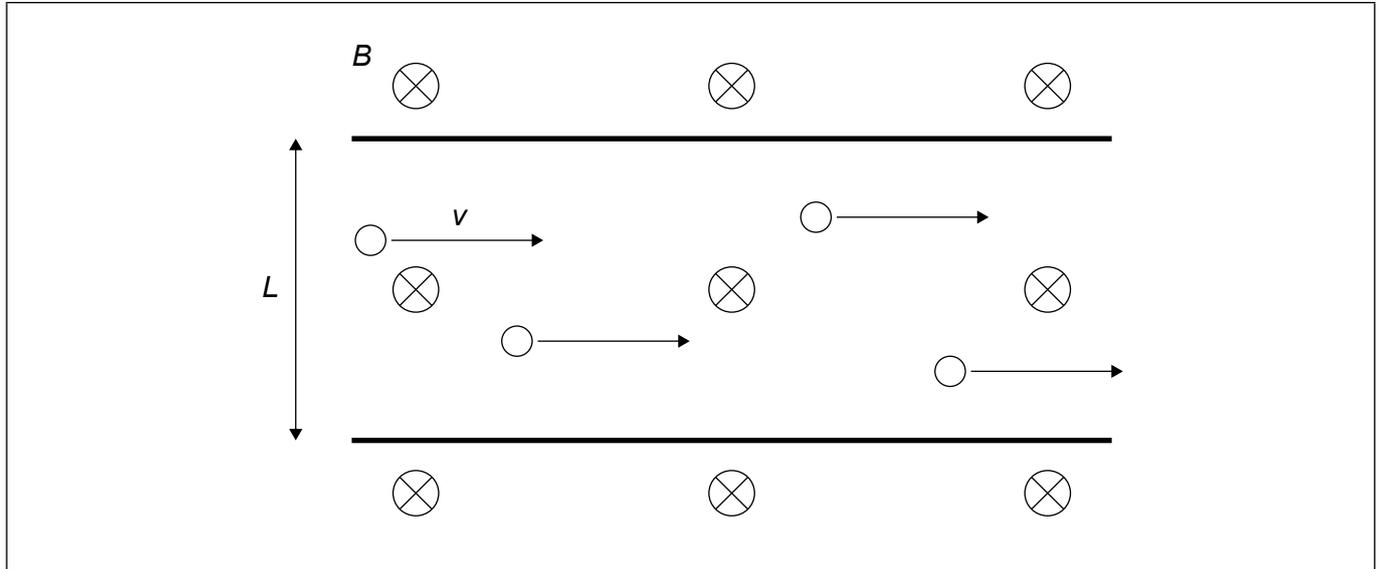
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 6)**

- (b) Le schéma ci-dessous montre des porteurs de charge se déplaçant avec une vitesse  $v$  dans un conducteur métallique d'une largeur  $L$ . Ce conducteur est exposé à un champ magnétique uniforme  $B$  qui est dirigé vers la page.



- (i) Montrez que la différence de potentiel  $V$  qui est établie sur le conducteur est donnée par  $V = vBL$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

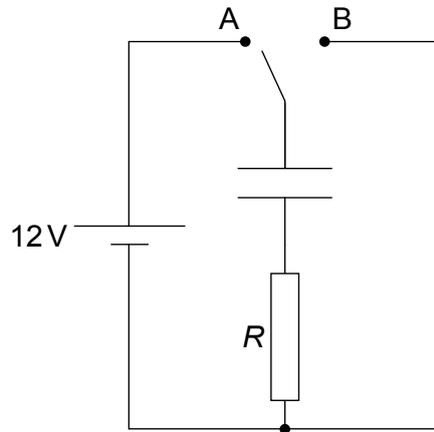
.....

- (ii) Sur le schéma, légendez la partie du conducteur où une charge négative s'accumule.

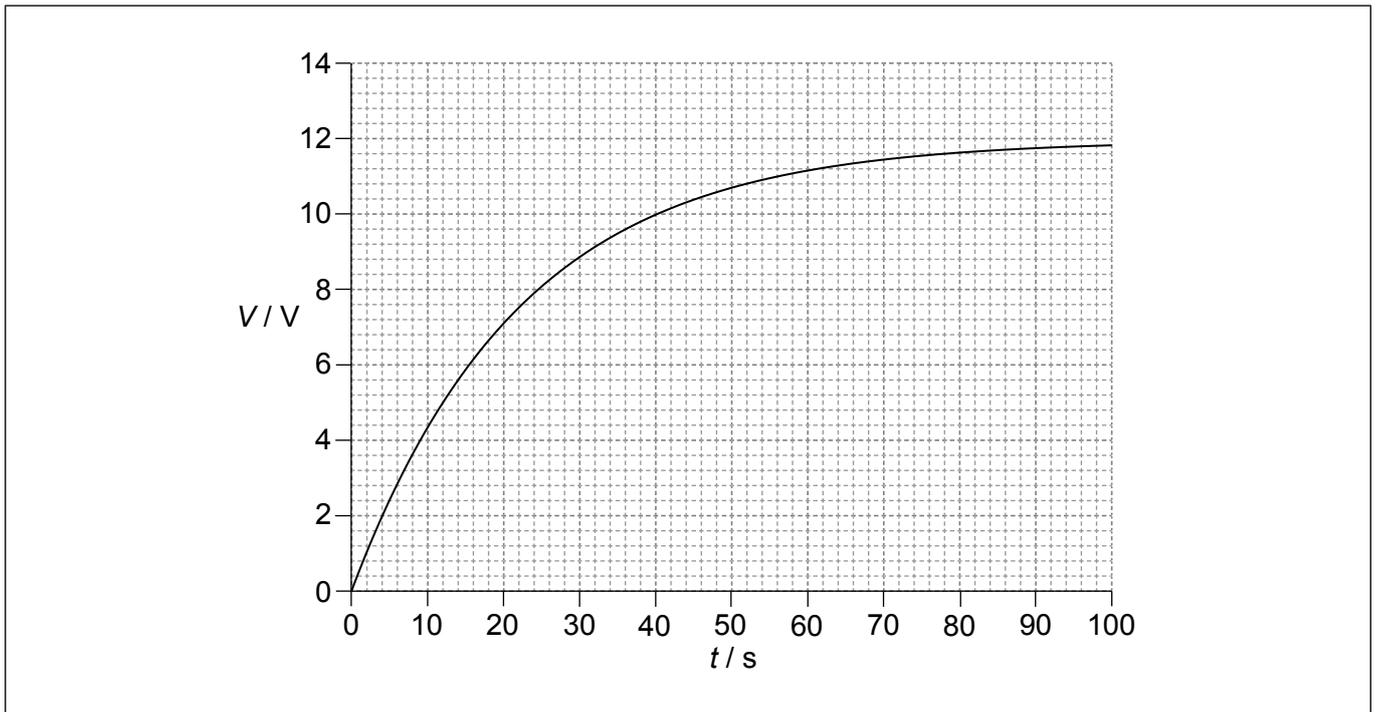
[1]



7. Un condensateur non chargé dans un vide est connecté à une pile d'une f.é.m. de 12V et d'une résistance interne négligeable. Une résistance d'une valeur  $R$  est aussi connectée.



À  $t = 0$ , on met le commutateur dans la position A. Le graphique ci-dessous montre la variation, en fonction du temps  $t$ , de la tension  $V$  aux bornes de ce condensateur. Ce condensateur a une capacité de  $4,5 \mu\text{F}$  dans un vide.



- (a) Sur les axes ci-dessus, dessinez un graphique pour montrer la variation, en fonction du temps, de la tension aux bornes de la résistance. [2]

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 7)**

- (b) (i) La constante de temps de ce circuit est 22 s. Exprimez ce qu'on entend par la constante de temps. [1]

.....  
.....

- (ii) Calculez la résistance  $R$ . [1]

.....  
.....  
.....  
.....

- (c) On insère alors un matériau diélectrique entre les plaques du condensateur complètement chargé. Exprimez l'effet éventuel sur

- (i) la différence de potentiel aux bornes du condensateur. [1]

.....  
.....  
.....

- (ii) la charge sur une des plaques du condensateur. [1]

.....  
.....  
.....

**(Suite de la question à la page suivante)**



**(Suite de la question 7)**

- (d) (i) La permittivité du matériau diélectrique dans la question (c) est le double de celle d'un vide. Calculez l'énergie stockée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) On met alors le commutateur dans le circuit dans la position B et le condensateur complètement chargé se décharge. Décrivez ce qui se passe pour l'énergie dans la question (d)(i). [1]

.....

.....



8. Dans la désintégration bêta moins ( $\beta^-$ ), un quark d se désintègre en un quark u, en un électron et en antineutrino électronique.

(a) Montrez que le nombre leptonique est conservé dans cette désintégration. [1]

.....  
.....

(b) Un noyau de phosphore-32 ( $^{32}_{15}\text{P}$ ) se désintègre par une désintégration bêta moins ( $\beta^-$ ) en un noyau de soufre-32 ( $^{32}_{16}\text{S}$ ). L'énergie de liaison par nucléon de  $^{32}_{15}\text{P}$  est 8,398 MeV et pour  $^{32}_{16}\text{S}$ , elle est de 8,450 MeV.

(i) Exprimez ce qu'on entend par l'énergie de liaison d'un noyau. [1]

.....  
.....

(ii) Déterminez l'énergie libérée dans cette désintégration. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) On a émis l'hypothèse de l'existence des quarks bien avant que leur existence n'ait été vérifiée expérimentalement. Discutez les raisons pour lesquelles les physiciens ont développé une théorie qui impliquait des quarks. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



9. Le Soleil a un rayon de  $7,0 \times 10^8$  m et il est à une distance de  $1,5 \times 10^{11}$  m de la Terre. La température en surface du Soleil est 5800 K.

(a) Montrez que l'intensité du rayonnement solaire incident sur la haute atmosphère de la Terre est environ  $1400 \text{ W m}^{-2}$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) L'albédo de l'atmosphère est 0,30. Déduisez que l'intensité moyenne sur la surface entière de la Terre est  $245 \text{ W m}^{-2}$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) Estimez la température moyenne en surface de la Terre.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 9)**

(d) La température en surface moyenne de la Terre est en fait 288 K.

Suggérez comment l'effet de serre aide à expliquer la différence entre la température estimée dans la question (c) et la température réelle de la Terre.

[2]

.....

.....

.....

.....

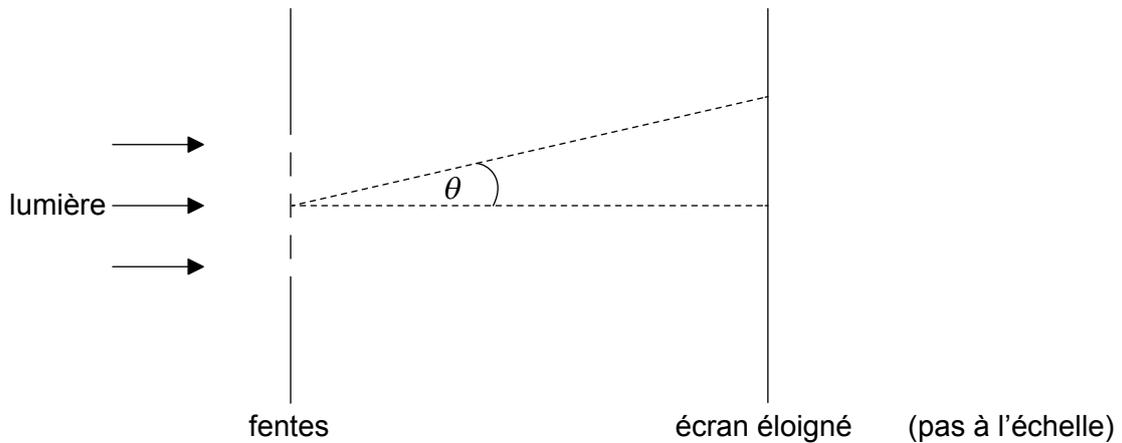
.....

.....

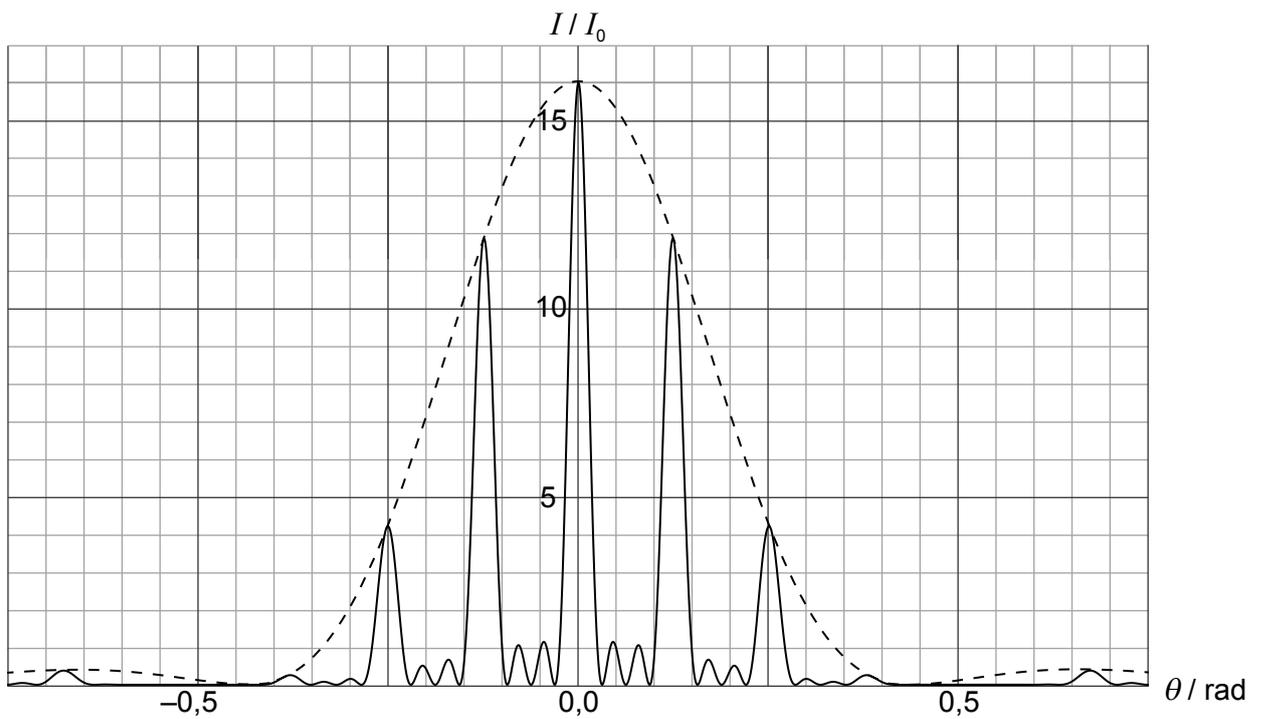
.....



10. Une lumière monochromatique est incidente normalement sur quatre fentes minces, parallèles, rectangulaires.



Le graphique ci-dessous montre la variation, en fonction de l'angle de diffraction  $\theta$ , de l'intensité de la lumière  $I$  au niveau d'un écran éloigné.



$I_0$  est l'intensité de la lumière au milieu de l'écran provenant d'une fente.

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 10)**

(a) Expliquez pourquoi l'intensité de la lumière à  $\theta = 0$  est  $16I_0$ . [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(b) La largeur de chaque fente est  $1,0\ \mu\text{m}$ . Utilisez le graphique pour

(i) estimer la longueur d'onde de la lumière. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) déterminer la séparation de **deux** fentes consécutives. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**(Suite de la question à la page suivante)**



**(Suite de la question 10)**

(c) On modifie l'agencement de manière à ce que le nombre de fentes devienne très grand. Leur séparation et leur largeur restent les mêmes.

(i) Exprimez **deux** changements apportés au graphique sur la page 20 résultant de ces modifications. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) On utilise un réseau de diffraction pour résoudre deux lignes dans le spectre du sodium dans le deuxième ordre. Ces deux lignes ont des longueurs d'onde de 588,995 nm et de 589,592 nm.

Déterminez le nombre minimum de fentes dans ce réseau qui permettront à ces deux lignes d'être résolues. [2]

.....

.....

.....

.....



11. (a) Une particule alpha avec une énergie cinétique initiale de 32 MeV est dirigée de front sur un noyau d'or-197 ( $^{197}_{79}\text{Au}$ ).

(i) Montrez que la distance d'approche la plus courte de cette particule alpha relativement au centre de ce noyau est environ  $7 \times 10^{-15}$  m. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Estimez la densité d'un noyau de  $^{197}_{79}\text{Au}$  en utilisant la réponse à la question (a)(i) comme une estimation du rayon nucléaire. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(b) On remplace le noyau de  $^{197}_{79}\text{Au}$  par un noyau de l'isotope  $^{195}_{79}\text{Au}$ . Suggérez le changement éventuel à vos réponses aux questions (a)(i) et (a)(ii). [2]

Distance d'approche minimale :

.....  
.....  
.....

Estimation de la densité nucléaire :

.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



Tournez la page

**(Suite de la question 11)**

(c) Une particule alpha est confinée au sein d'un noyau d'or. En utilisant le principe d'incertitude, estimez l'énergie cinétique, en MeV, de cette particule alpha.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

