

© International Baccalaureate Organization 2023

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2023

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2023

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

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

3 mai 2023

**Zone A** matin | **Zone B** après-midi | **Zone C** matin

Numéro de session du candidat

2 heures 15 minutes

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Instructions destinées aux candidats**

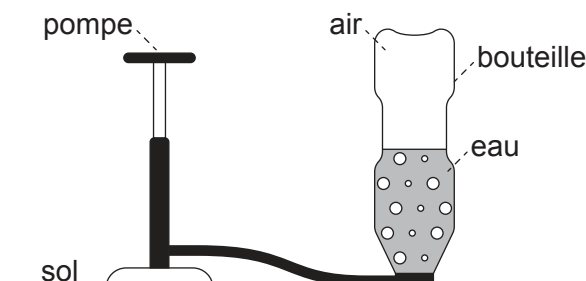
- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du **recueil de données de physique** est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[90 points]**.



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

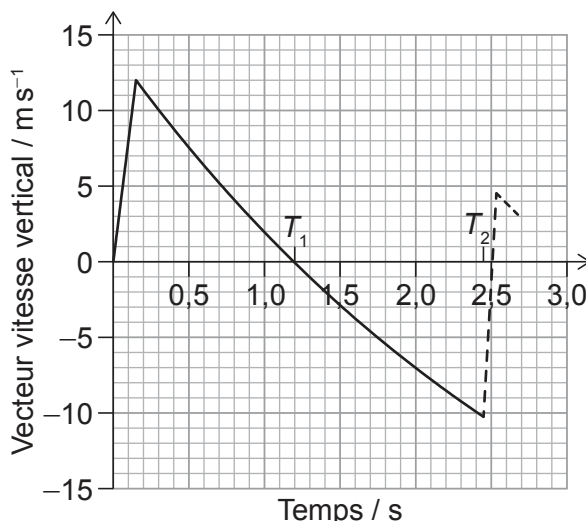
1. Une fusée jouet est fabriquée à partir d'une bouteille en plastique qui contient de l'eau.

De l'air est pompé dans la bouteille en plastique jusqu'à ce que la pression à l'intérieur pousse de l'eau et de l'air hors de la bouteille. La bouteille se déplace alors verticalement.



Le mélange d'air et d'eau est appelé le propulseur.

La variation, en fonction du temps, du vecteur vitesse vertical de la bouteille est montrée.



La bouteille atteint son point le plus haut au temps  $T_1$  sur le graphique et retourne au sol au temps  $T_2$ . La bouteille rebondit alors. Le mouvement de la bouteille après le rebondissement est montré comme une ligne en tirets.

(a) Estimez, en utilisant le graphique, la hauteur maximum de la bouteille.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP02

**(Suite de la question 1)**

- (b) Estimez l'accélération de la bouteille lorsqu'elle est à sa hauteur maximum. [2]

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

- (c) La bouteille rebondit lorsqu'elle retourne au sol.

- (i) Calculez la fraction de l'énergie cinétique de la bouteille qui reste après le rebondissement. [2]

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

- (ii) La masse de la bouteille est 27 g et elle est en contact avec le sol pendant 85 ms.

Déterminez la force moyenne exercée par le sol sur la bouteille. Donnez votre réponse avec un nombre approprié de chiffres significatifs. [3]

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

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



24EP03

**Tournez la page**

**(Suite de la question 1)**

- (d) La hauteur maximum atteinte par la bouteille est plus grande avec un mélange d'air et d'eau qu'avec seulement de l'air sous haute pression dans la bouteille.

Supposez que la vitesse à laquelle le propulseur quitte la bouteille est la même dans les deux cas.

Expliquez pourquoi la bouteille atteint une hauteur maximum plus grande avec un mélange d'air et d'eau.

[2]

.....

.....

.....

.....

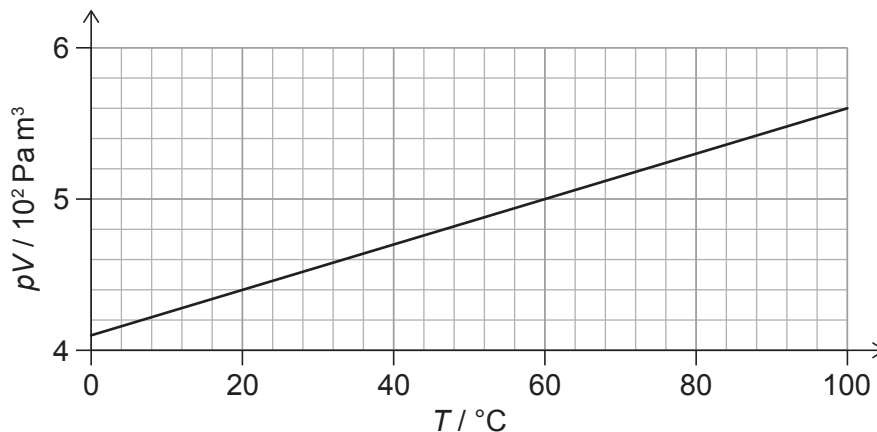


24EP04

2. La pression  $p$ , volume  $V$  et la température  $T$  sont mesurés pour une masse fixe de gaz.  $T$  est mesurée en degrés Celsius.

Le graphique montre la variation de  $pV$  en fonction de  $T$ .

La masse d'une molécule du gaz est  $4,7 \times 10^{-26}$  kg.



- (a) Exprimez l'unité pour  $pV$  en unités fondamentales du SI. [1]

.....  
.....

- (b) Déduisez, en utilisant le graphique, si le gaz agit comme un gaz parfait. [3]

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

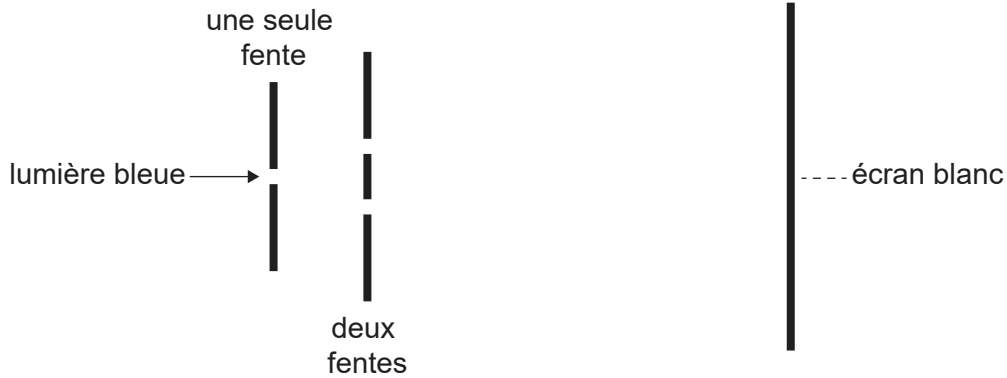
- (c) Calculez, en g, la masse du gaz. [3]

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



3. Une lumière bleue d'une longueur d'onde  $\lambda$  est incidente sur deux fentes. La lumière venant des deux fentes tombe sur un écran. Un élève mesure que la distance entre neuf franges consécutives sur l'écran est 15 cm.

La séparation des deux fentes est  $60 \mu\text{m}$  ; les deux fentes sont à 2,5 m de l'écran.



- (a) Expliquez les franges vues sur l'écran.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Calculez  $\lambda$  en nm.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 3)**

- (ii) L'élève rapproche l'écran des deux fentes et répète les mesures. Les instruments utilisés pour prendre les mesures sont les mêmes.

Discutez l'effet que ce rapprochement a sur l'incertitude relative dans la valeur de  $\lambda$ . [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) L'élève change la source de lumière pour une source émettant deux couleurs :
- lumière bleue d'une longueur d'onde  $\lambda$ , et
  - lumière rouge d'une longueur d'onde de  $1,5 \lambda$ .

Prédisez les franges que l'élève verra sur l'écran. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

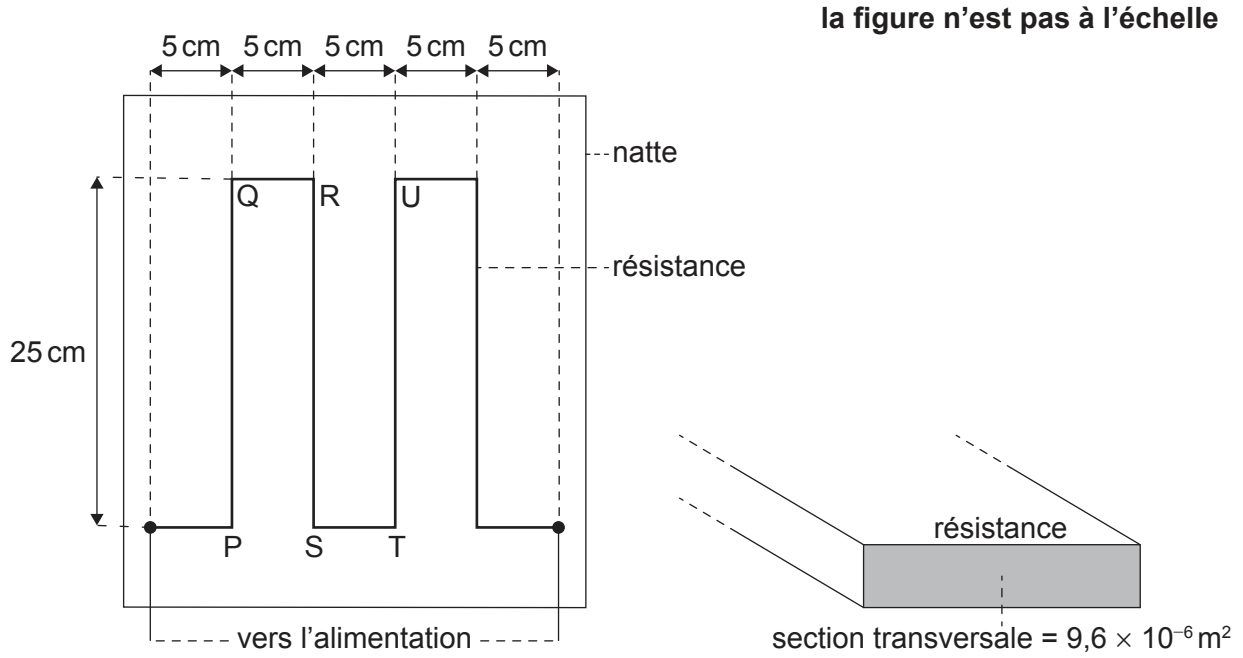
.....





4. Une natte chauffée électriquement est conçue pour maintenir au chaud un animal domestique.

Cette natte est chauffée en utilisant une résistance qui est placée à l'intérieur de la natte. Les dimensions de cette résistance sont montrées sur le schéma. Cette résistance a une résistance de  $4,2\Omega$  et une longueur totale de  $1,25\text{m}$ .



Lorsqu'il y a un courant dans la résistance, la température dans la natte change d'une température ambiante de  $20^\circ\text{C}$  pour sa température de fonctionnement à  $35^\circ\text{C}$ .

(a) Les concepteurs déclarent que l'énergie transférée par la résistance chaque seconde est 15 J.

Calculez le courant dans la résistance.

[1]

.....

.....

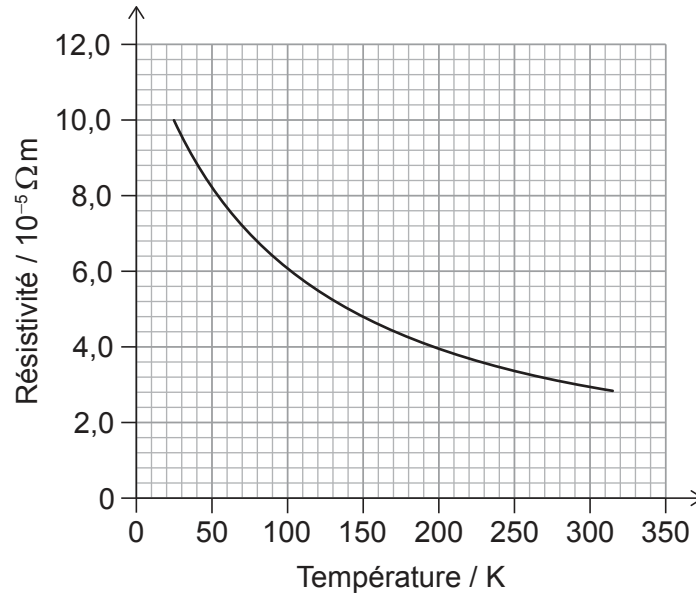
(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 4)**

- (b) Les concepteurs souhaitent fabriquer la résistance à partir de fibre de carbone.

Le graphique ci-dessous montre la variation, en fonction de la température en Kelvins, de la résistivité de la fibre de carbone.



- (i) La résistance a une section transversale de  $9,6 \times 10^{-6} m^2$ .

Montrez que la résistance faite à partir de fibre de carbone sera appropriée pour la natte. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



24EP09

Tournez la page

**(Suite de la question 4)**

- (ii) L'alimentation électrique fournie à la natte a une résistance interne négligeable.

Exprimez et expliquez la variation du courant dans la résistance à mesure que la température de la natte augmente.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Lorsqu'il y a un courant dans la résistance, des forces magnétiques agissent entre les bandes de résistance.

Pour la partie de la résistance légendée RS,

- (i) résumez la force magnétique agissant sur celle-ci à cause du courant dans PQ.

[1]

.....

.....

- (ii) exprimez et expliquez la force magnétique nette agissant sur celle-ci à cause des courants dans PQ et TU.

[2]

.....

.....

.....

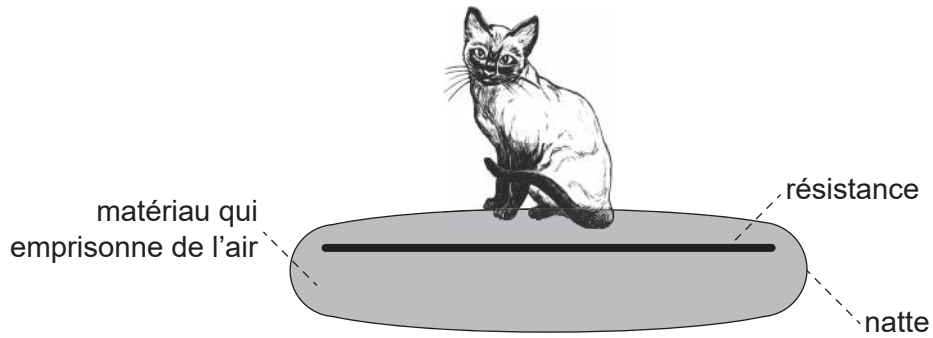
.....

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



**(Suite de la question 4)**

- (d) La conception de la natte renferme la résistance dans un matériau qui emprisonne de l'air. La conception place aussi la résistance près de la surface supérieure de la natte.



Expliquez, en référence au transfert d'énergie thermique, pourquoi la natte est conçue de cette façon.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



24EP11

Tournez la page

5. Lorsque le tritium ( ${}^3_1\text{H}$ ) se désintègre par la désintégration bêta-moins, ( $\beta^-$ ) un des produits est un isotope stable d'hélium (He).

(a) Résumez ce qu'on entend par un isotope. [1]

.....  
.....

(b) Identifiez, pour l'isotope d'hélium produit dans la désintégration du tritium, son

(i) nombre de masse. [1]

.....  
.....

(ii) nombre de protons. [1]

.....  
.....

(c) Résumez le changement de quarks qui se produit pendant cette désintégration. [1]

.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 5)**

- (d) Comparez les propriétés de la force nucléaire forte et de la force électromagnétique qui permettent au noyau de l'hélium d'être stable. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (e) Une particule bêta-moins et une particule alpha ont la même énergie cinétique initiale.

Résumez pourquoi la particule bêta-moins peut se déplacer plus loin dans l'air que la particule alpha. [2]

.....

.....

.....

.....



6. Une lune M décrit une orbite autour d'une planète P. L'intensité du champ gravitationnel à la surface de P due à P est  $g_P$ . L'intensité du champ gravitationnel à la surface de M due à M est  $g_M$ .

Pour M et P :  $\frac{\text{rayon de M}}{\text{rayon de P}} = 0,27$  et  $\frac{\text{masse of M}}{\text{masse of P}} = 0,055$

(a) Déterminez  $\frac{g_M}{g_P}$ . [2]

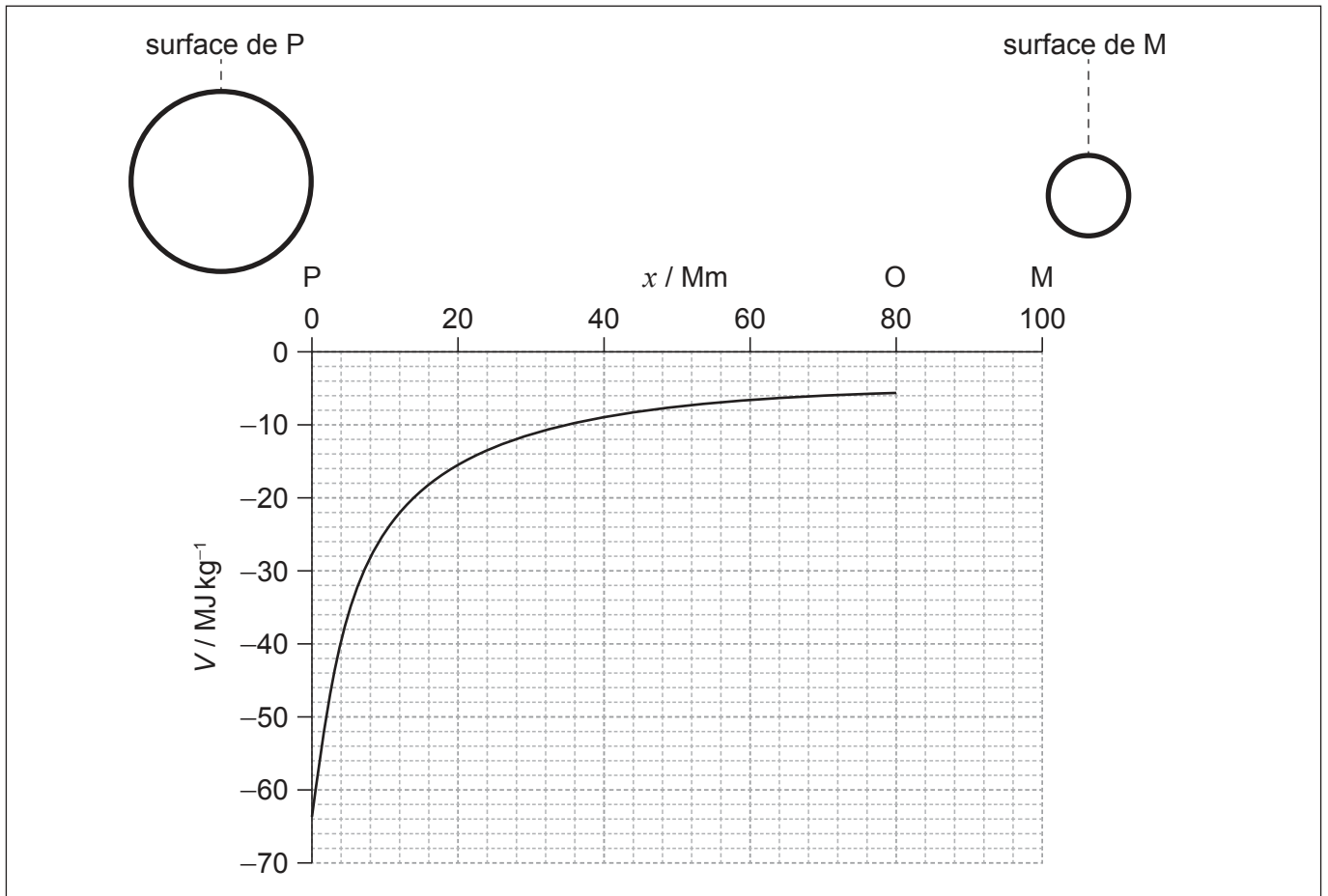
.....

.....

.....

.....

(b) Le point O se trouve sur la ligne joignant le centre de M au centre de P.



Le graphique montre la variation du potentiel gravitationnel  $V$  en fonction de la distance  $x$  de la surface de P à O.

La pente du graphique est zéro au point O.

(Suite de la question à la page suivante)



24EP14

**(Suite de la question 6)**

- (i) Exprimez et expliquez la grandeur de l'intensité du champ gravitationnel qui en résulte en O. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Résumez pourquoi le graphique entre P et O est négatif. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Montrez que le potentiel gravitationnel  $V_p$  à la surface de P dû à la masse de P est donné par  $V_p = -g_p R_p$  où  $R_p$  est le rayon de la planète. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) On peut supposer que le potentiel gravitationnel dû à la masse de M à la surface de P est négligeable.

Estimez, en utilisant le graphique, le potentiel gravitationnel à la surface de M dû à la masse de M. [2]

.....

.....

.....

.....

- (v) Dessinez sur les axes la variation du potentiel gravitationnel entre O et M. [1]



24EP15

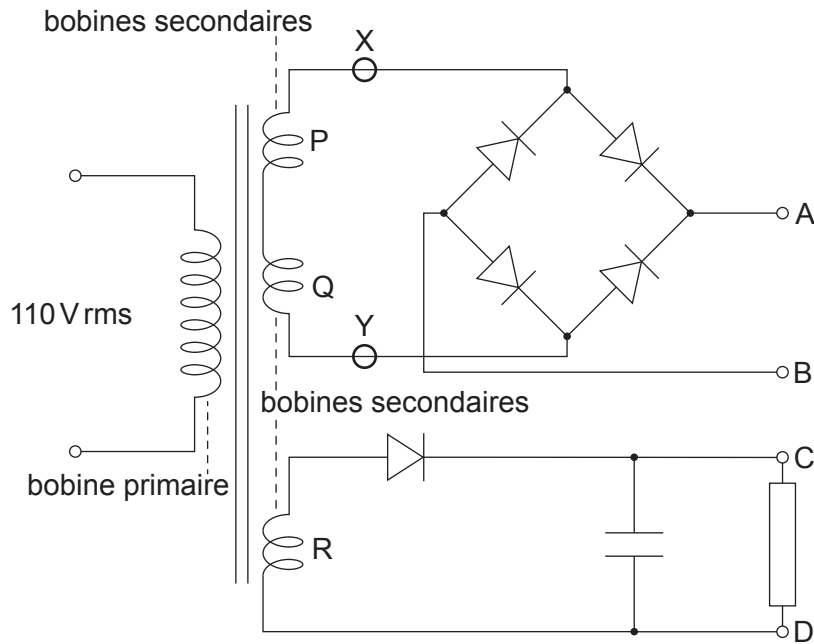
Tournez la page



7. Trois bobines secondaires identiques, P, Q et R, sont enroulées sur le noyau en fer d'un transformateur. Ces bobines forment une alimentation qui fournit deux tensions de sortie, une entre A et B et une autre entre C et D.

La bobine primaire du transformateur est connectée à une alimentation secteur à tension efficace de 110V.

La bobine primaire a 1500 spires. Chaque bobine secondaire a 75 spires.



- (a) Deux des bobines secondaires, P et Q, sont connectées en série à un pont de diode. Il n'y a pas de résistance de charge entre A et B.

X et Y sont des points dans le circuit connecté aux extrémités des bobines.

- (i) Calculez la f.é.m. maximum entre X et Y.

[2]

.....

.....

.....

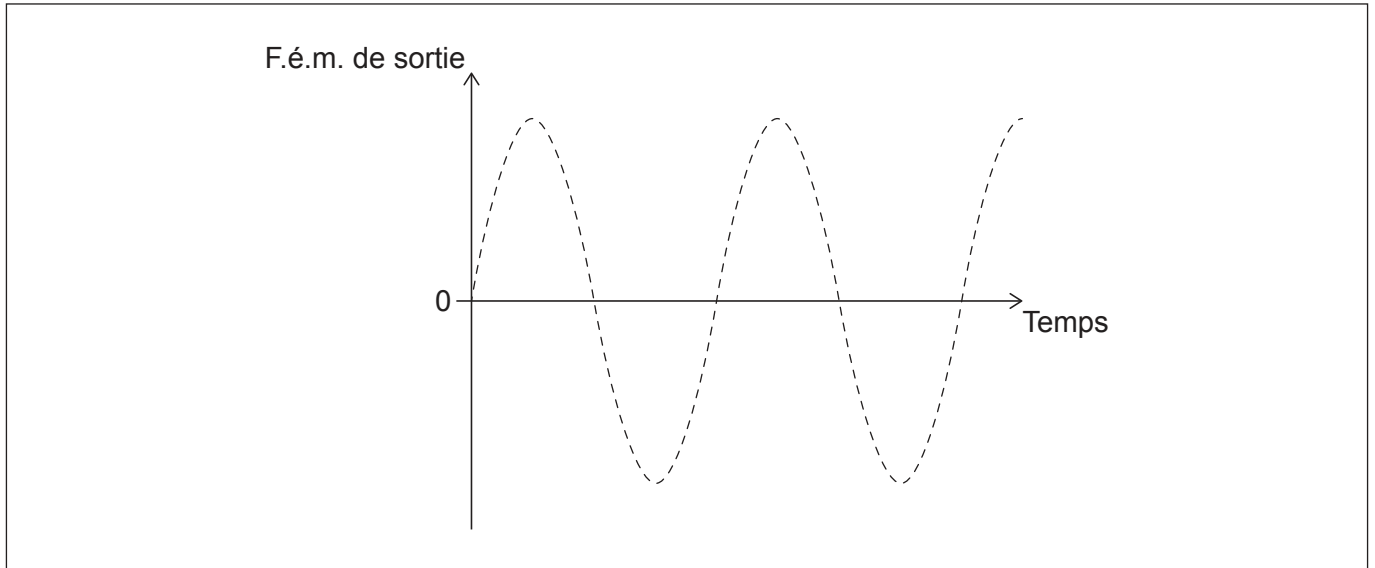
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 7)**

- (ii) Le graphique montre la variation, en fonction du temps, de la f.é.m. de sortie entre X et Y.



Dessinez, sur le graphique, la variation, en fonction du temps, de la différence de potentiel entre A et B. Vous n'avez pas besoin de mettre des nombres sur les axes. [1]

- (b) Une résistance est alors connectée entre A et B.

Exprimez et expliquez la raison pour laquelle la différence de potentiel maximum entre X et Y sera plus petite que la f.é.m. que vous avez calculée dans la réponse à la question (a)(i). [2]

.....

.....

.....

.....

**(Suite de la question à la page 19)**



24EP17

Tournez la page

Veillez ne **pas** écrire sur cette page.  
Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.

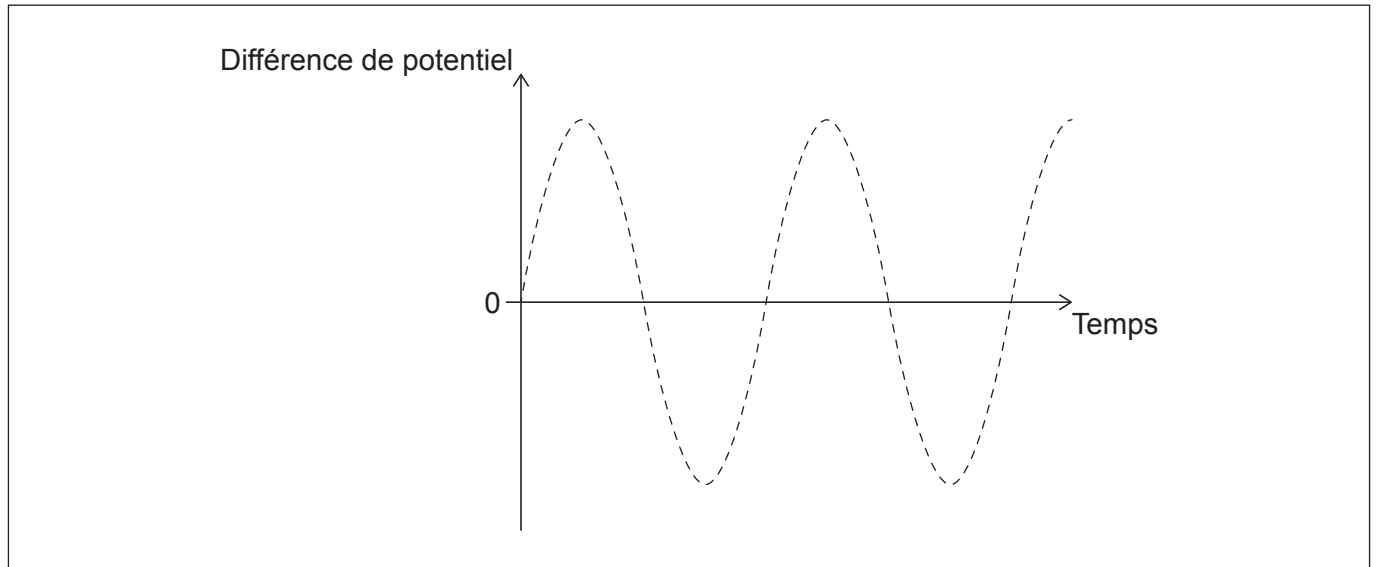


24EP18

**(Suite de la question 7)**

- (c) Une bobine R est connectée à une seule diode et à une charge qui consiste en un condensateur et une résistance.

Le graphique montre la variation, en fonction du temps, de la différence de potentiel aux bornes de la bobine R.



Représentez, sur le graphique, la différence de potentiel entre C et D. [1]

- (d) Exprimez et expliquez l'effet de l'addition d'un autre condensateur en parallèle avec le condensateur d'origine. [2]

.....

.....

.....

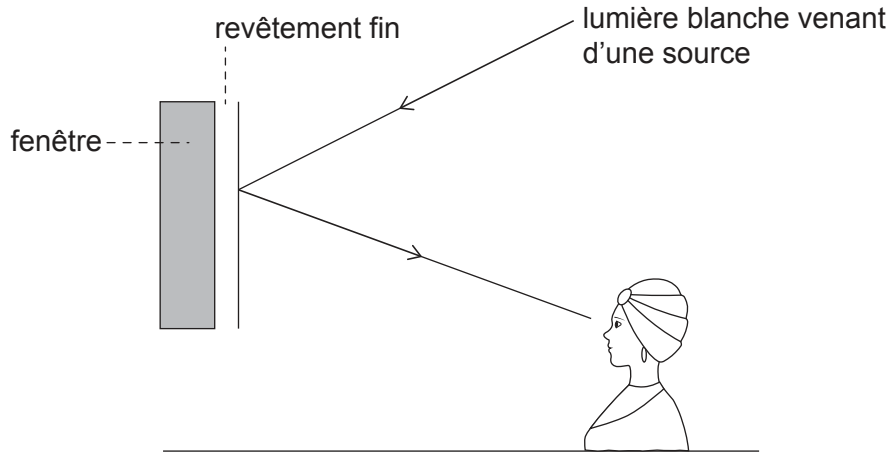
.....



8. Une fille regarde une fenêtre en verre plate verticale sur une automobile. Cette fenêtre a un revêtement transparent mince.

Une lumière blanche venant d'une source est réfléchiée vers la fille depuis le revêtement et depuis la fenêtre.

la figure n'est pas à l'échelle



- (a) Résumez pourquoi la lumière blanche réfléchiée vers la fille a une longueur d'onde qui manque. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) L'indice de réfraction du revêtement est 1,63 et l'indice de réfraction du verre est 1,52. L'épaisseur du revêtement est 143 nm.

Déterminez la longueur d'onde, en nm, qui manque dans la lumière réfléchiée vers la fille en supposant l'incidence de la lumière normale à la fenêtre. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP20

**(Suite de la question 8)**

- (c) L'automobile est conduite en s'éloignant directement de la fille à une vitesse constante de  $15 \text{ ms}^{-1}$ . Une note musicale est émise par un haut-parleur dans l'automobile.

La fréquence de la note musicale entendue par la fille est  $410 \text{ Hz}$ .

- (i) Résumez pourquoi le conducteur de l'automobile et la fille entendent des fréquences différentes pour la note musicale.

[2]

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

- (ii) La vitesse du son dans l'air est  $330 \text{ ms}^{-1}$ .

Calculez la fréquence de la note musicale émise par le haut-parleur.

[2]

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



9. Des noyaux de magnésium 27 ( $^{27}_{12}\text{Mg}$ ) se désintègrent par une désintégration bêta-moins ( $\beta^-$ ) afin de former des noyaux d'aluminium 27 (Al).

(a) Montrez, en utilisant les données, que l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de magnésium 27 est environ 2,62 MeV.

Masse d'atome de l'aluminium 27 = 26,98153 u

Masse d'atome du magnésium 27 = 26,98434 u

L'unité de masse atomique unifiée est  $931,5 \text{ MeV c}^{-2}$ . [1]

.....  
.....

(b) Un noyau de magnésium 27 peut se désintégrer selon une de deux manières :

**1ère manière :** 70 % des particules bêta sont émises avec une énergie cinétique maximum de 1,76656 MeV, accompagnées d'un photon gamma d'énergie 0,84376 MeV.

**2ième manière :** 30 % des particules bêta ont une énergie cinétique maximum de 1,59587 MeV avec un photon gamma d'énergie 1,01445 MeV.

L'état final du noyau d'aluminium 27 est le même pour les deux manières.

(i) Exprimez la conclusion qu'on peut tirer de l'existence de ces deux manières. [1]

.....  
.....

(ii) Calculez la différence entre les grandeurs des transferts d'énergie totaux dans les questions (a) et (b). [1]

.....  
.....

(iii) Expliquez comment la différence dans la question (b)(ii) se produit. [1]

.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP22

**(Suite de la question 9)**

- (c) Des petites quantités de magnésium dans un matériau peuvent être détectées en projetant des neutrons sur des noyaux de magnésium 26. Ce processus est connu comme étant une irradiation.

Le magnésium 27 est formé à cause de l'irradiation. Les produits de l'émission de particules bêta sont observés tandis que le magnésium 27 se désintègre en aluminium 27.

- (i) La plus petite masse de magnésium qu'on peut détecter avec cette technique est  $1,1 \times 10^{-8}$  kg.

Montrez que le plus petit nombre d'atomes de magnésium qui peuvent être détectés avec cette technique est environ  $10^{17}$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Un échantillon de verre est irradié avec des neutrons de telle sorte que tous les atomes de magnésium deviennent du magnésium 27. L'échantillon contient  $9,50 \times 10^{15}$  atomes de magnésium.

La constante de désintégration du magnésium 27 est  $1,22 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ .

Déterminez le nombre d'atomes d'aluminium qui se forment dans les 10,0 minutes qui suivent la fin de l'irradiation.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



24EP23

Tournez la page



**(Suite de la question 9)**

- (iii) Estimez, en W, la vitesse moyenne à laquelle l'énergie est transférée par la désintégration du magnésium 27 pendant les 10,0 minutes qui suivent la fin de l'irradiation.

[2]

.....

.....

.....

.....

**Références :**

© Organisation du Baccalauréat International 2023



24EP24