

**Physique**
Niveau supérieur
Épreuve 2

Vendredi 8 mai 2015 (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).
- Section A : répondez à toutes les questions.
- Section B : répondez à deux 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]**.

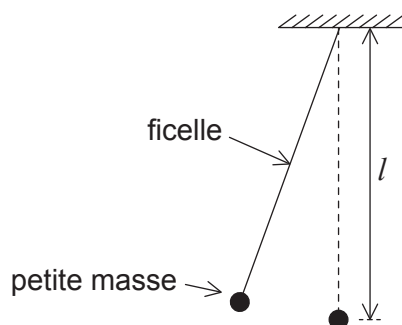


Section A

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

1. Question sur l'analyse des données.

Un simple pendule d'une longueur l consiste en une petite masse attachée à l'extrémité d'une ficelle légère.



Le temps T pris pour que la masse oscille pendant un cycle complet est donné par

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

où g est l'accélération due à la gravité.

- (a) Un élève mesure T pour une longueur l afin de déterminer la valeur de g .
Temps $T = 1,9 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$ et longueur $l = 0,880 \text{ m} \pm 0,001 \text{ m}$. Calculez l'incertitude relative sur g .

[2]

.....

.....

.....

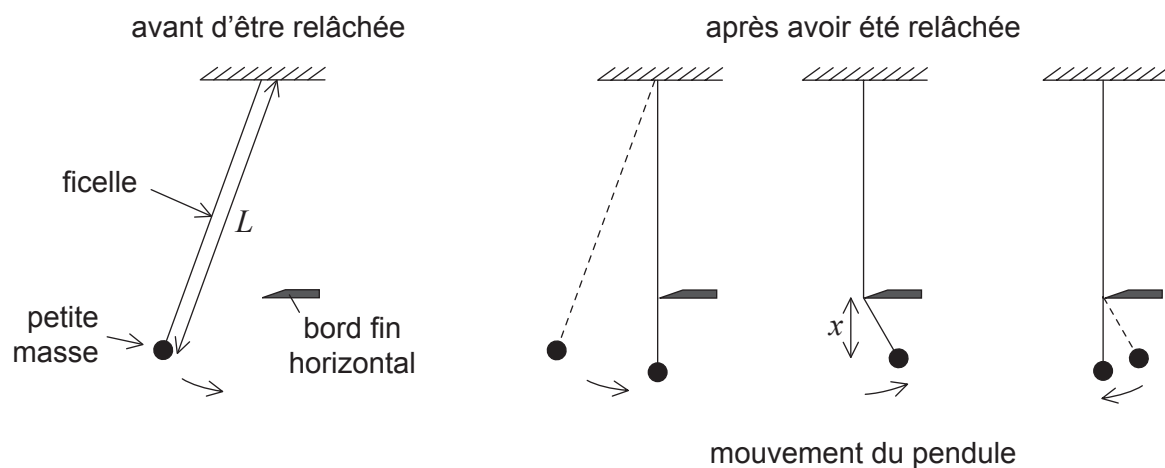
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (b) L'élève modifie le simple pendule d'une longueur L de manière à ce que, après l'avoir relâché, celui-ci oscille pendant un quart de cycle avant que la ficelle ne heurte un bord fin horizontal. Pour le demi-cycle suivant, le pendule oscille avec une longueur plus courte x . La ficelle quitte alors le bord fin horizontal pour osciller avec sa longueur initiale L .



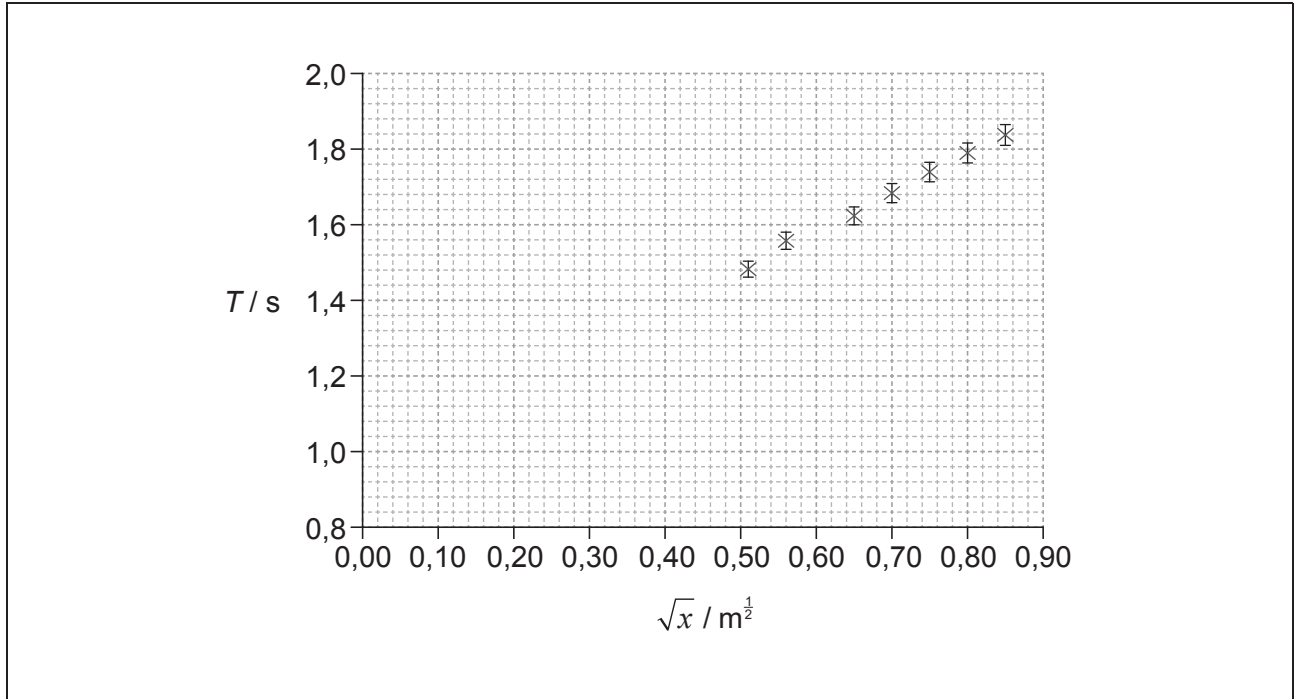
La longueur L de la ficelle est maintenue constante pendant l'expérience. La position verticale du bord fin horizontal est modifiée pour changer x .

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

Le graphique montre la variation de la période en fonction de \sqrt{x} pour les données obtenues par l'élève ainsi que les barres d'erreurs pour les points de données. L'erreur sur \sqrt{x} est trop petite pour être montrée.



- (i) Déduisez que la période pour une oscillation complète du pendule est donnée par

$$T = \frac{\pi}{\sqrt{g}} (\sqrt{L} + \sqrt{x}). \quad [1]$$

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sur le graphique, dessinez la droite de meilleur ajustement pour les données. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (iii) Déterminez la pente du graphique. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iv) Exprimez la valeur de l'intersection sur l'axe T . [1]

.....

- (v) L'équation de la droite est $y = mx + c$. Déterminez l'abscisse à l'origine sur l'axe \sqrt{x} en utilisant vos réponses aux questions (b)(iii) et (b)(iv). [2]

.....

.....

- (vi) Calculez L . [1]

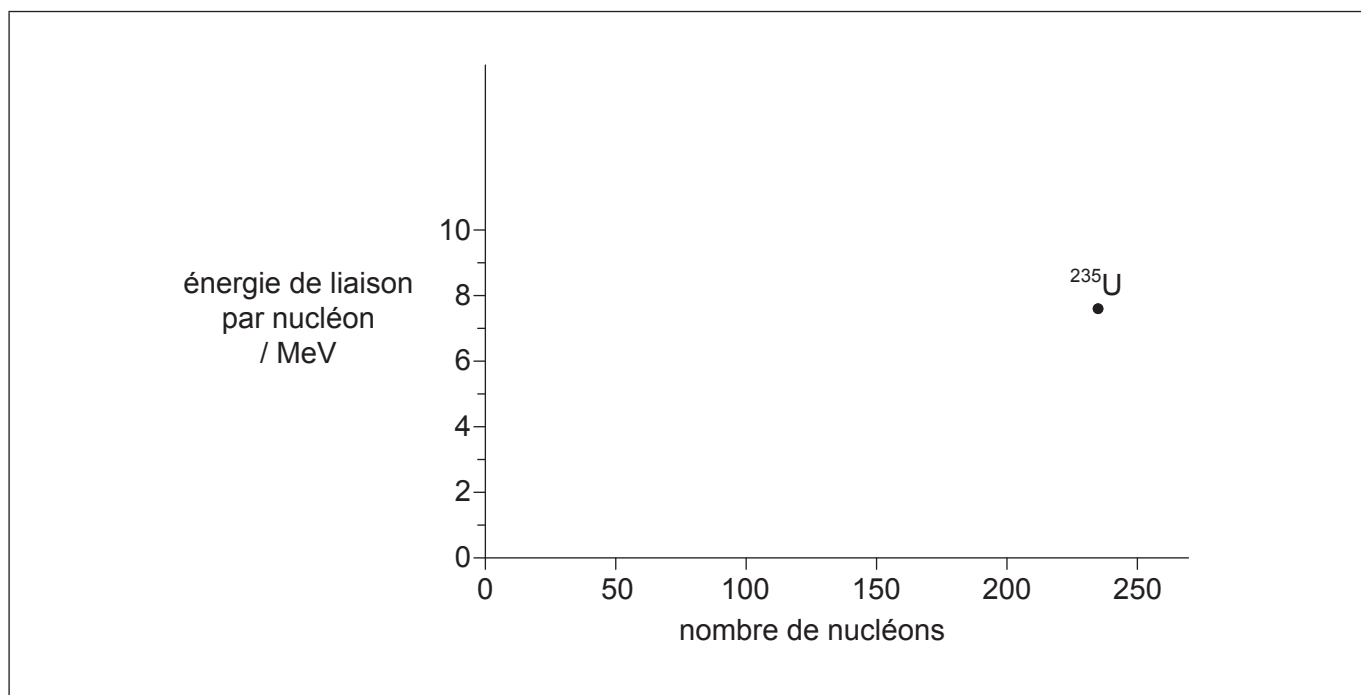
.....

.....



2. Cette question porte sur l'énergie nucléaire.

Le graphique montre la variation de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de nucléons. La position pour l'uranium 235 (^{235}U) est montrée.



(a) Exprimez ce qu'on entend par l'énergie de liaison d'un noyau.

[1]

.....

.....

(b) (i) Sur les axes, esquissez un graphique montrant la variation du nombre de nucléons en fonction de l'énergie de liaison par nucléon.

[2]

(ii) Expliquez, en référence à votre graphique, pourquoi de l'énergie est libérée pendant la fission de ^{235}U .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

(c) $^{235}_{92}\text{U}$ ($^{235}_{92}\text{U}$) peut subir une désintégration alpha pour former un isotope du thorium (Th).

(i) Exprimez l'équation nucléaire pour cette désintégration. [1]

.....

(ii) Un échantillon de roche contient une masse de 5,6 mg de ^{235}U à l'heure actuelle. La demi-vie de ^{235}U est $7,0 \times 10^8$ ans. Déterminez la masse initiale de ^{235}U si cet échantillon de roche avait été formé il y a $3,9 \times 10^9$ ans. [3]

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



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



3. Cette question porte sur l'énergie interne.

(a) Distinguez entre énergie thermique (chaleur) et température.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) (i) Mathilde augmente la température de l'eau dans une bouilloire électrique jusqu'au point d'ébullition. Une fois que l'eau bout de façon soutenue, elle mesure le changement dans la masse de la bouilloire et de son contenu sur une période de temps.

Les données suivantes sont disponibles.

Masse initiale de la bouilloire et de l'eau = 1,880 kg
Masse finale de la bouilloire et de l'eau = 1,580 kg
Temps entre les mesures de masse = 300 s
Dissipation d'énergie dans la bouilloire = 2,5 kW

Déterminez la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Résumez pourquoi votre réponse à la question (b)(i) est une surestimation de la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

[2]

.....

.....

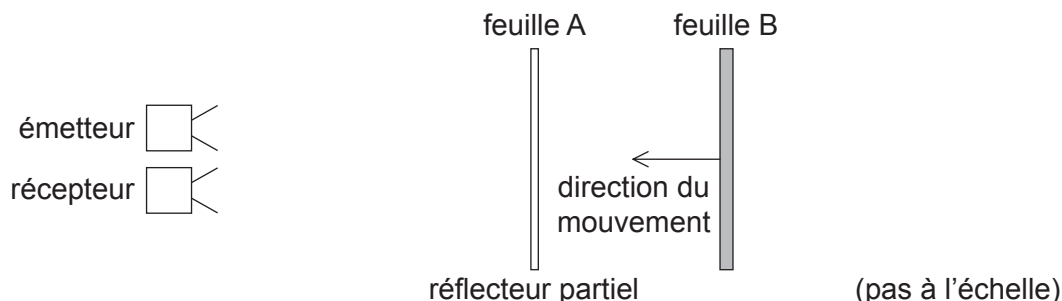
.....

.....



4. Cette question porte sur les propriétés des ondes.

Les micro-ondes provenant d'un émetteur de micro-ondes sont réfléchies depuis deux feuilles parallèles A et B. La feuille A réfléchit partiellement l'énergie des micro-ondes tout en permettant à une partie de passer à travers. Toute l'énergie des micro-ondes incidente sur la feuille B est réfléchi.



La feuille A est fixe et la feuille B est déplacée vers elle. Tandis que la feuille B bouge, l'intensité du signal détecté au récepteur passe par une série de valeurs maximum et minimum.

- (a) Résumez pourquoi un minimum dans l'intensité se produit pour certaines positions de la feuille B.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Les micro-ondes utilisées dans cette expérience ont une longueur d'onde de 32 mm. La feuille B se déplace à une vitesse constante de $0,75 \text{ m s}^{-1}$. Déterminez la fréquence à laquelle les maxima d'intensité du signal reçu varieront.

[3]

.....

.....

.....

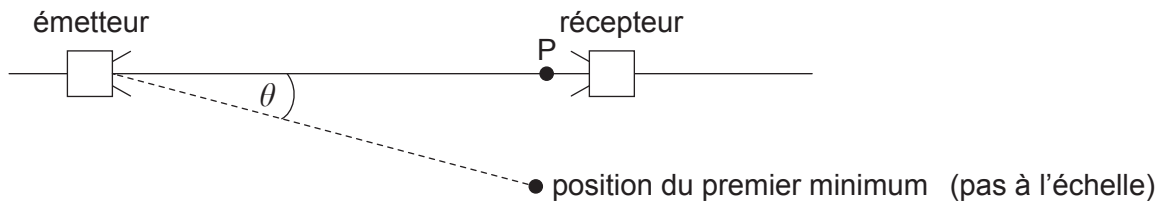
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (c) Cet appareil est réorganisé de façon à démontrer les effets de la diffraction.



Les micro-ondes sortent de l'émetteur à travers une ouverture qui agit comme une seule fente.

- (i) Résumez ce qu'on entend par diffraction. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Une intensité maximum du signal est observée en P. Lorsque le récepteur est déplacé d'un angle θ , un premier minimum est observé. La largeur de l'ouverture de l'émetteur est 60 mm. Estimez la valeur de θ . [1]

.....

.....

- (d) On peut aussi utiliser cet appareil à micro-ondes pour démontrer les effets de la polarisation. Résumez pourquoi on **ne peut pas** utiliser un récepteur et un émetteur d'ultrasons pour démontrer la polarisation. [2]

.....

.....

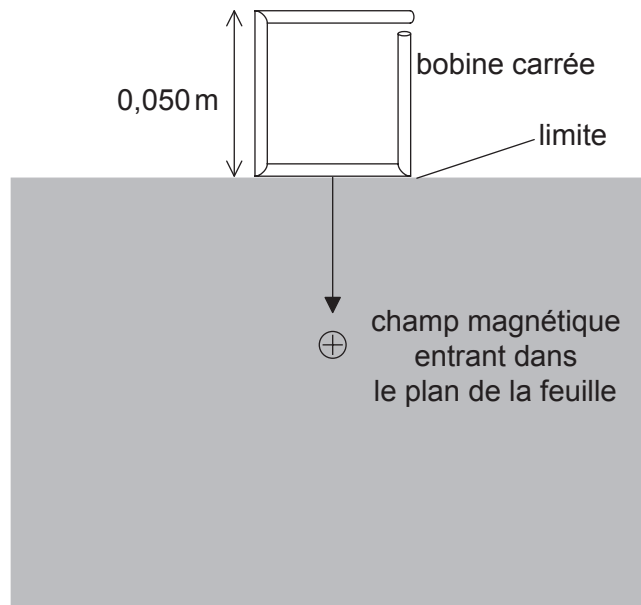
.....

.....



5. Cette question porte sur les champs magnétiques changeants.

On lâche une bobine conductrice carrée à une seule spire et celle-ci tombe verticalement depuis l'état de repos. À l'instant où elle est lâchée, cette bobine est à la limite d'une région d'un champ magnétique horizontal uniforme dirigé vers le plan de la feuille comme indiqué. Les extrémités de cette bobine ne sont pas jointes ensemble.



Chaque côté de la bobine a 0,050 m de long. Les dimensions de la région du champ magnétique sont plus grandes que celles de la bobine. L'intensité du champ magnétique est 25 mT.

- (a) Calculez la force électromotrice (f.é.m.) induite dans la bobine à l'instant juste avant que la bobine ne pénètre complètement dans le champ magnétique.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 5)

- (b) Suggérez pourquoi le temps pris pour que la bobine toute entière pénètre dans le champ magnétique augmente si la bobine est une boucle continue.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Section B

Cette section comprend quatre questions : 6, 7, 8 et 9. Répondez à **deux** questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

6. Cette question comporte **deux** parties. La **partie 1** porte sur l'énergie renouvelable. La **partie 2** porte sur le mouvement d'une fusée.

Partie 1 Énergie renouvelable

Une petite communauté côtière décide d'utiliser un parc éolien consistant en cinq éoliennes identiques pour produire une partie de son énergie. À l'endroit du site proposé, la vitesse moyenne du vent est $8,5 \text{ m s}^{-1}$ et la densité de l'air est $1,3 \text{ kg m}^{-3}$. La puissance maximum requise de ce parc éolien est 0,75 MW. Chaque éolienne a un rendement de 30 %.

- (a) (i) Déterminez le diamètre qui sera nécessaire pour les pales des éoliennes fournissent la puissance maximum de 0,75 MW.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Exprimez **une** raison pour laquelle, dans la pratique, un diamètre plus grand que votre réponse à la question (a)(i) est nécessaire.

[1]

.....

.....

- (iii) Résumez pourquoi les éoliennes individuelles ne devraient pas être placées à proximité l'une de l'autre.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6, partie 1)

- (iv) Certains membres de la communauté proposent que le parc éolien devrait être situé en mer plutôt qu'à terre. Évaluez cette proposition.

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



36EP15

Tournez la page

(Suite de la question 6, partie 1)

(b) À l'heure actuelle, une centrale thermique alimentée au charbon située à proximité produit de l'énergie pour la communauté. Moins de charbon sera brûlé dans cette centrale thermique si le parc éolien est construit.

(i) La densité d'énergie du charbon est 35 MJ kg^{-1} . Estimez la masse minimum de charbon qui peut être économisée chaque heure lorsque le parc éolien produit sa pleine puissance. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Un avantage de la réduction de la consommation de charbon est que moins de dioxyde de carbone sera relâché dans l'atmosphère. Exprimez **un** autre avantage et **un** désavantage de la construction de ce parc éolien. [2]

Avantage :

.....

.....

Désavantage :

.....

.....

(iii) Suggérez l'effet probable sur la température de la Terre d'une réduction dans la concentration des gaz à effet de serre atmosphériques. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

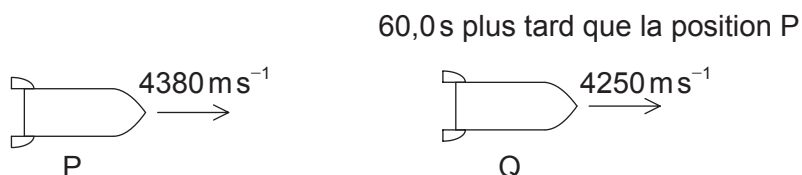
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

Partie 2 Mouvement d'une fusée

Une fusée s'éloigne d'une planète à l'intérieur du champ gravitationnel de cette planète. Lorsque cette fusée est dans la position P, à une distance de $1,30 \times 10^7 \text{ m}$ du centre de la planète, le moteur est arrêté. Dans la position P, la vitesse de cette fusée est $4,38 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$.



60 secondes plus tard, la fusée a atteint la position Q. La vitesse de la fusée dans la position Q est $4,25 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$. La résistance de l'air est négligeable.

- (c) Résumez, en référence à l'énergie de la fusée, pourquoi la vitesse de la fusée change entre P et Q.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (d) Estimez l'intensité moyenne du champ gravitationnel de la planète entre P et Q.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6, partie 2)

- (e) (i) Un objet est à une distance r du centre d'une planète. Montrez que la vitesse minimum nécessaire pour échapper au champ gravitationnel est égale à

$$\sqrt{2g'r}$$

où g' est l'intensité du champ gravitationnel à une distance r du centre d'une planète.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Discutez, en utilisant un calcul, si la fusée dans la position P peut échapper complètement au champ gravitationnel de la planète en n'utilisant plus le moteur.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (f) Une station spatiale est en orbite à une distance r du centre de la planète mentionnée en (e)(i). Un satellite est lancé depuis la station spatiale de façon à juste échapper au champ gravitationnel de la planète. Le lancement a lieu dans la même direction que la vitesse de la station spatiale. Résumez pourquoi la vitesse de lancement par rapport à la station spatiale peut être plus petite que dans votre réponse à la question (e)(i).

[1]

.....

.....

.....

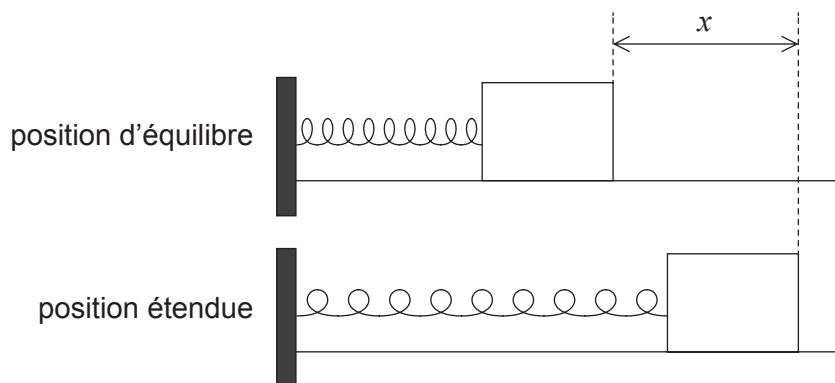
.....



7. Cette question comporte **deux** parties. La **partie 1** porte sur le mouvement harmonique simple (MHS). La **partie 2** porte sur le gaz dans un moteur.

Partie 1 Mouvement harmonique simple (MHS)

Un objet est placé sur une surface sans frottement. Cet objet est attaché par un ressort fixé à une extrémité et il oscille à l'extrémité de ce ressort avec un mouvement harmonique simple (MHS).



La tension F dans le ressort est donnée par $F = kx$, où x est l'extension du ressort et k est une constante.

- (a) Montrez que $\omega^2 = \frac{k}{m}$.

[2]

.....

.....

.....

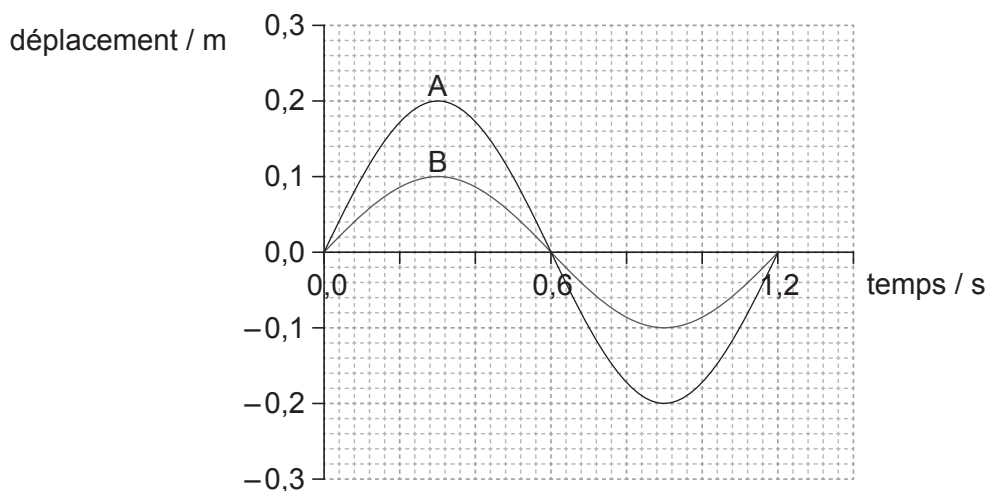
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7, partie 1)

- (b) Un cycle de la variation du déplacement en fonction du temps est montré pour deux systèmes masse-ressort séparés, A et B.



- (i) Calculez la fréquence de l'oscillation de A.

[1]

.....

.....

- (ii) Les ressorts utilisés dans A et B sont identiques. Montrez que la masse dans A est égale à la masse dans B.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Résumez comment vous utiliseriez le graphique pour confirmer que A effectue un mouvement harmonique simple.

[2]

.....

.....

.....

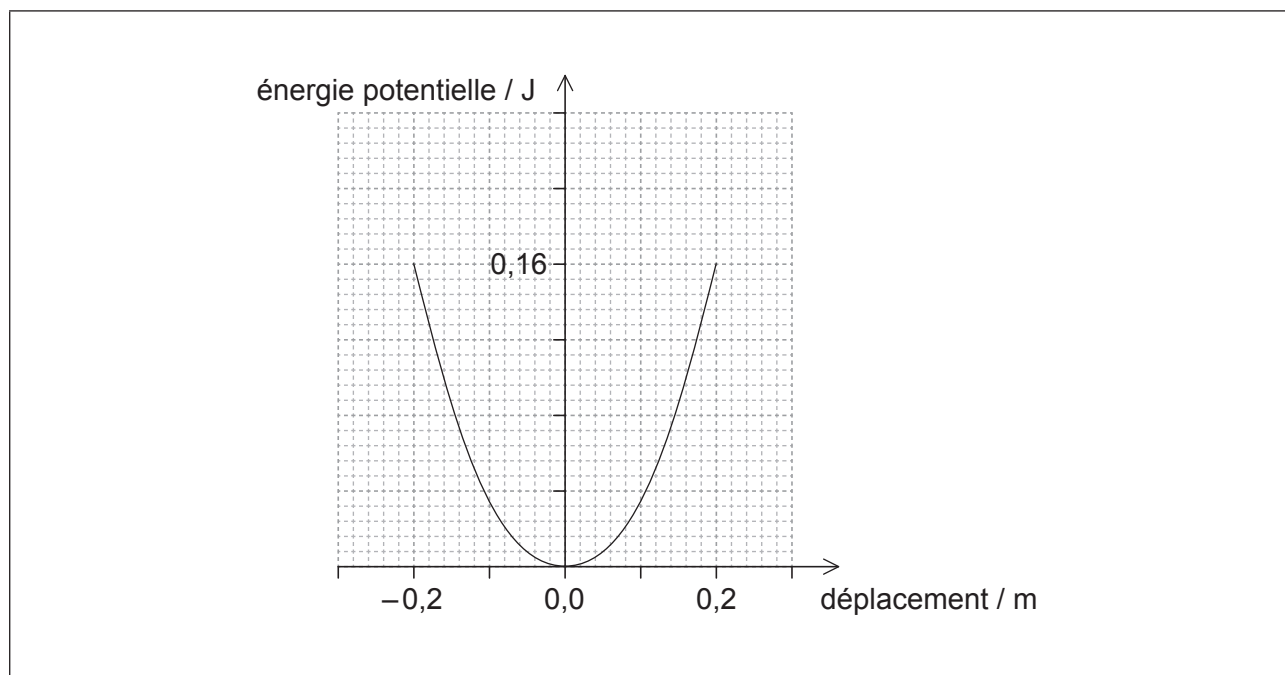
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7, partie 1)

- (c) Le graphique montre la variation de l'énergie potentielle de A en fonction du déplacement.



Sur les axes,

- (i) dessinez un graphique pour montrer la variation de l'énergie cinétique en fonction du déplacement pour la masse dans A. Légendez le A. [2]
- (ii) esquissez un graphique pour montrer la variation de l'énergie cinétique en fonction du déplacement pour la masse dans B. Légendez le B. [3]
- (d) En utilisant les données dans (b) et (c), calculez la masse dans A. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

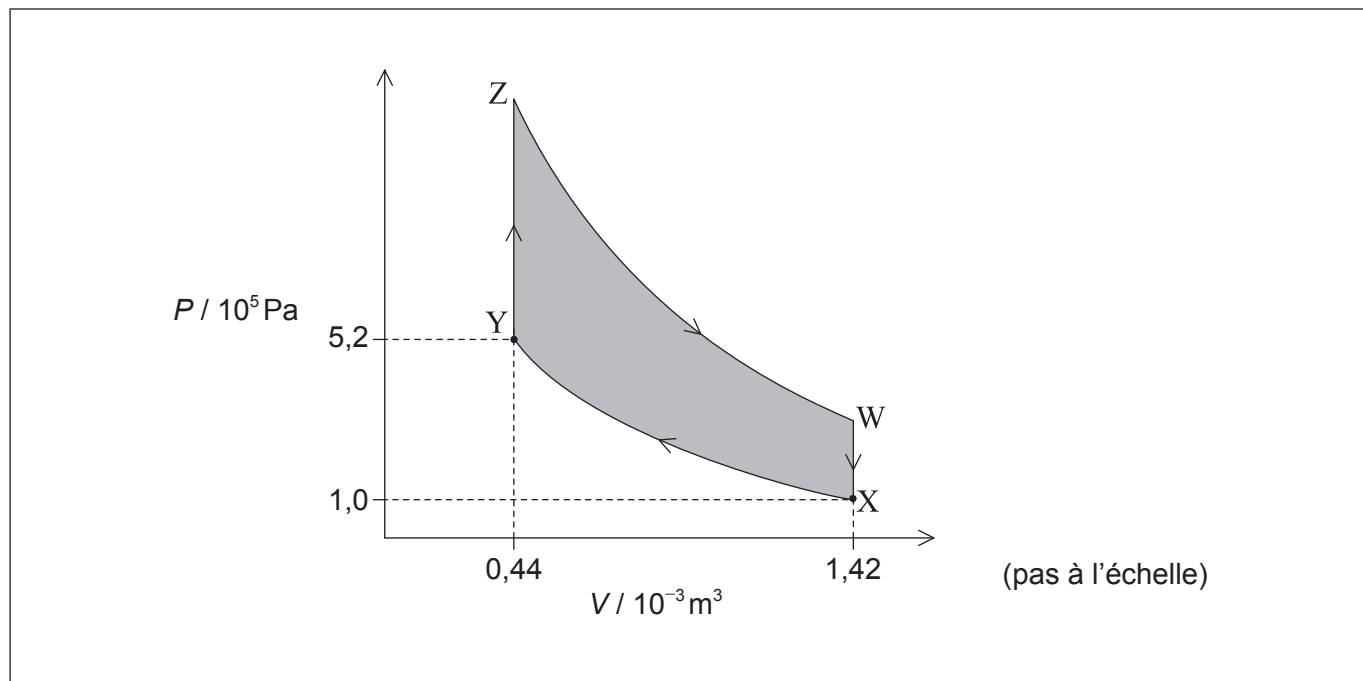
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

Partie 2 Gaz dans un moteur

On utilise une masse fixe d'un gaz parfait comme la substance de travail dans un moteur. Le graphique montre la variation, en fonction du volume V , de la pression P du fluide.



- (e) Pour l'identité du cycle, légendez avec la lettre I, un changement isochore (à volume constant).

[1]

- (f) La température au point X est 310K. Calculez la température au point Y.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7, partie 2)

- (g) La zone grisée WXYZ est 610 J. L'énergie thermique totale transférée hors du gaz dans un cycle est 1,3 kJ.

- (i) Exprimez ce qui est représenté par la zone grisée WXYZ. [1]

.....

.....

- (ii) Déterminez le rendement du cycle WXYZ. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Expliquez pourquoi l'énergie thermique totale transférée hors du gaz est dégradée. [2]

.....

.....

.....

.....

- (h) Le travail effectué sur le gaz pendant la compression adiabatique XY est 210 J. Déterminez le changement de l'énergie interne pendant le changement de X à Y. [2]

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



8. Cette question comporte **deux** parties. La **partie 1** porte sur la quantité de mouvement.
La **partie 2** porte sur un DVD.

Partie 1 Quantité de mouvement

- (a) Exprimez la loi de la conservation de la quantité de mouvement.

[2]

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

(Suite de la question à la page suivante)

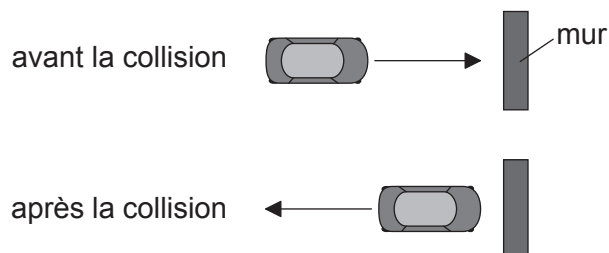


36EP25

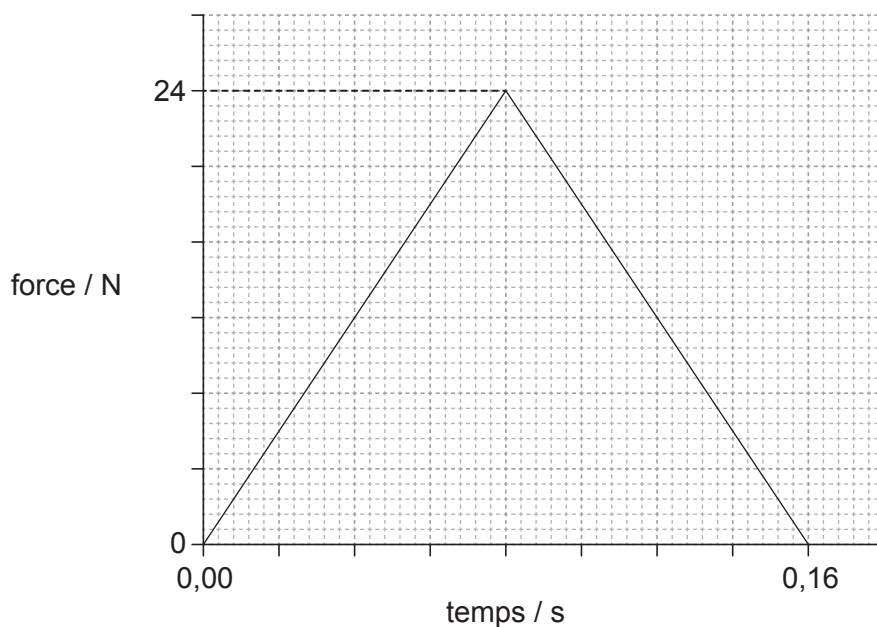
Tournez la page

(Suite de la question 8, partie 1)

- (b) Une voiture jouet entre en collision avec un mur et rebondit perpendiculairement au mur, comme cela est montré sur la vue en plan.



Le graphique montre la variation en fonction du temps de la force agissant sur la voiture à cause du mur pendant la collision.



L'énergie cinétique de la voiture est inchangée après la collision. La masse de la voiture est 0,80 kg.

- (i) Déterminez la quantité de mouvement initiale de la voiture.

[3]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 1)

- (ii) Estimez l'accélération moyenne de la voiture avant qu'elle ne rebondisse. [3]

.....

.....

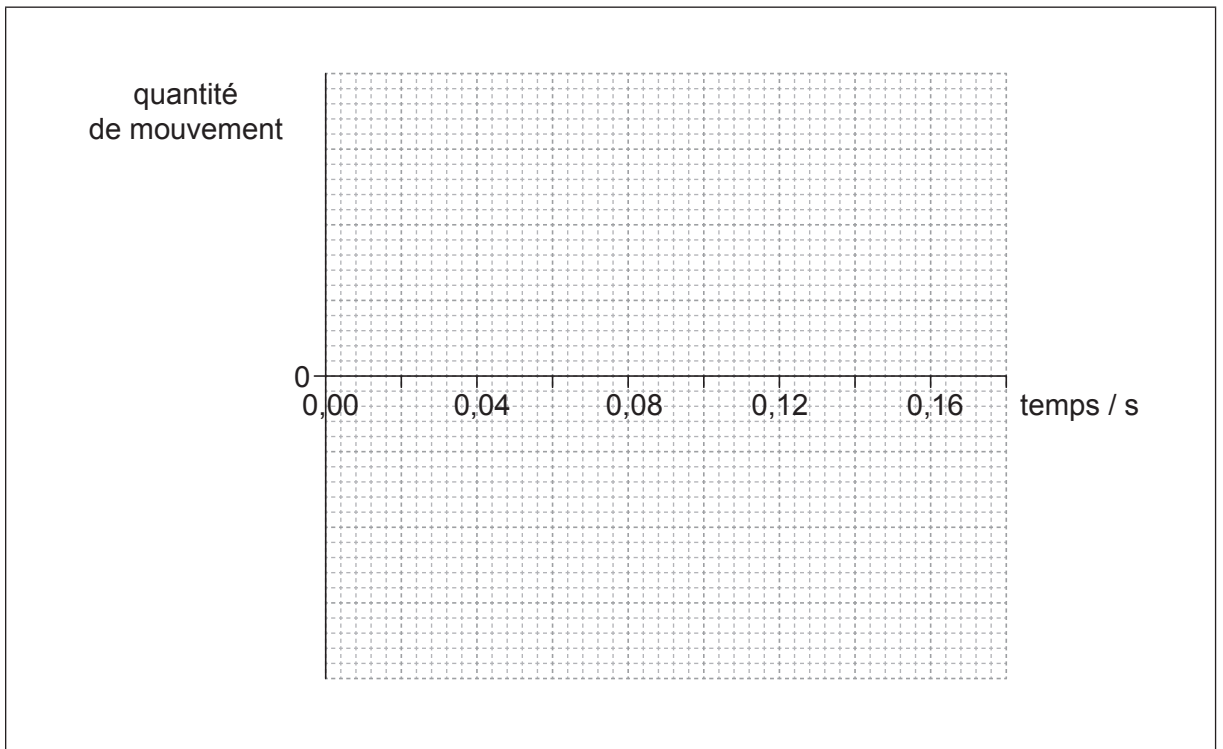
.....

.....

.....

.....

- (iii) Sur les axes, dessinez un graphique pour montrer comment la quantité de mouvement de la voiture varie pendant l'impact. Il ne vous est pas demandé de porter des valeurs sur l'axe des y . [3]



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 1)

- (c) On laisse tomber deux voitures jouets identiques A et B de la même hauteur sur un sol solide sans qu'elles ne rebondissent. La voiture A est sans protection tandis que la voiture B est dans une boîte munie d'un emballage protecteur enroulé autour du jouet. Expliquez pourquoi la voiture B est moins susceptible d'être endommagée lorsqu'on la laisse tomber.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Partie 2 DVD

- (d) En référence aux nombres binaires, expliquez ce qu'on entend par bit de poids faible.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 2)

- (e) Une lumière laser est incidente sur un DVD. Résumez comment on utilise le faisceau laser pour lire les informations sur ce DVD.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (f) Sur un DVD, la longueur moyenne d'une paire sillon-alvéole est $2,2\text{ }\mu\text{m}$. La fréquence d'échantillonnage est 48 kHz et chaque échantillon consiste en deux nombres binaires à 16 bits. La longueur totale de la piste sur le DVD est 12 km. Déterminez, en minutes, le temps de lecture total de la piste sur le DVD.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



9. Cette question comporte **deux** parties. La **partie 1** porte sur l'électrocinétique. La **partie 2** porte sur les atomes.

Partie 1 Électrocinétique

- (a) Une résistance de $24\,\Omega$ est faite à partir d'un fil conducteur.

- (i) Ce fil a un diamètre de $0,30\,\text{mm}$ et une résistivité de $1,7 \times 10^{-8}\,\Omega\text{m}$. Calculez la longueur de ce fil. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Une différence de potentiel de $12\,\text{V}$ est appliquée entre les extrémités du fil. Calculez l'accélération d'un électron libre dans le fil. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Suggérez pourquoi la vitesse moyenne de l'électron libre ne continue pas d'augmenter bien qu'il soit accéléré. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

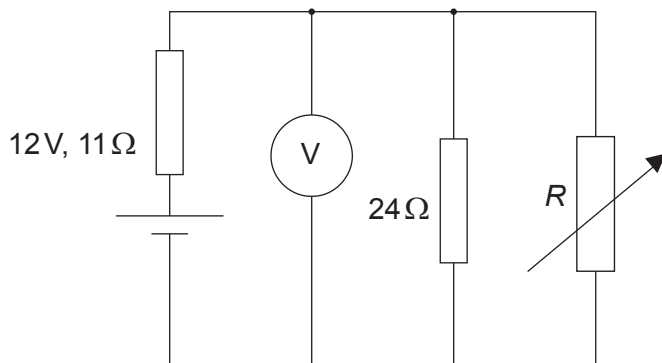
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9, partie 1)

- (b) Un circuit électrique consiste en une alimentation connectée à une résistance de $24\ \Omega$ en parallèle avec une résistance de valeur R . L'alimentation a une f.é.m. de 12 V et une résistance interne de $11\ \Omega$.



Les alimentations électriques fournissent une puissance maximum à un circuit externe lorsque la résistance de ce circuit externe est égale à la résistance interne de l'alimentation électrique.

- (i) Déterminez la valeur de R pour ce circuit à laquelle la puissance maximum est fournie au circuit externe.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calculez la lecture sur le voltmètre pour la valeur de R que vous avez déterminée dans la question (b)(i).

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9, partie 1)

- (iii) Calculez la puissance dissipée dans la résistance de $24\,\Omega$ lorsque la puissance maximum est fournie au circuit externe.

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

Partie 2 Atomes

- (c) Exprimez ce qu'on entend par la fonction d'onde d'un électron. [1]

.....

.....

- (d) Un électron est limité dans une longueur de $2,0 \times 10^{-10}$ m.

- (i) Déterminez l'incertitude sur la quantité de mouvement de cet électron. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Cet électron a une quantité de mouvement de $2,0 \times 10^{-23}$ Ns. Déterminez la longueur d'onde de De Broglie de cet électron. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

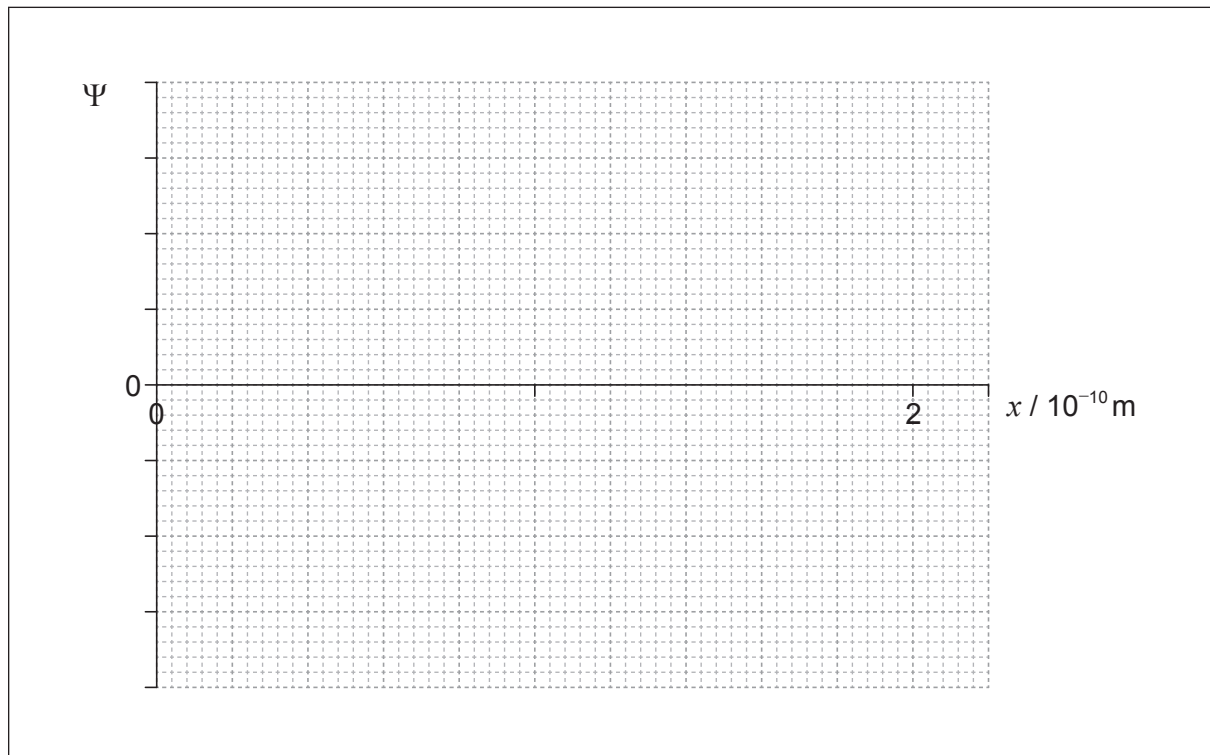
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9, partie 2)

- (iii) Sur les axes, esquissez la variation de la fonction d'onde Ψ de l'électron dans la question (d)(ii) en fonction de la distance x . Vous pouvez supposer que $\Psi=0$ quand $x=0$.

[3]



- (iv) Identifiez la caractéristique de votre graphique dans la question (d)(iii) qui donne la probabilité de trouver l'électron dans une position particulière et à un moment particulier.

[2]

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



36EP36