



22126520

**PHYSIQUE**
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 2

Jeudi 10 mai 2012 (après-midi)

2 heures 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

Code de l'examen

2	2	1	2	–	6	5	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

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 [95 points].



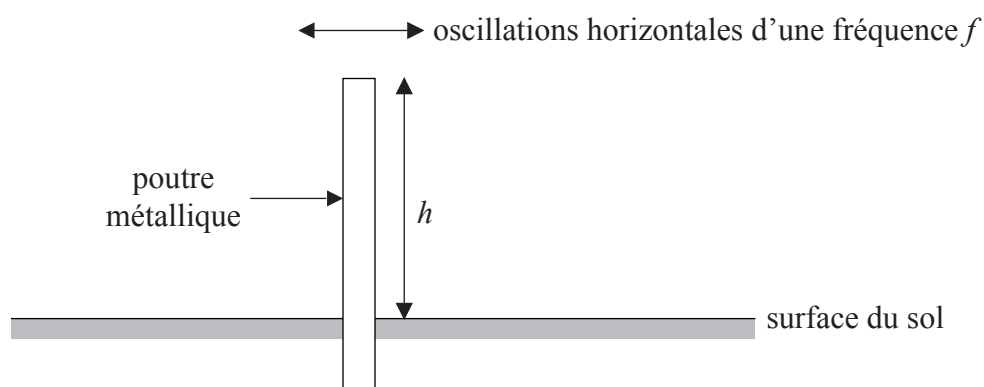
0140

SECTION A

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

A1. Question sur l'analyse des données.

On utilise souvent des poutres métalliques dans les bâtiments qui ont été construits de façon à résister aux tremblements de terre. Afin de faciliter la conception de ces bâtiments, on effectue des expériences pour mesurer comment la fréquence naturelle f des oscillations horizontales des poutres métalliques varie en fonction de leurs dimensions. Lors d'une expérience, on mesure f pour des poutres supportées verticalement ayant la même surface de section transversale mais avec des hauteurs h différentes.

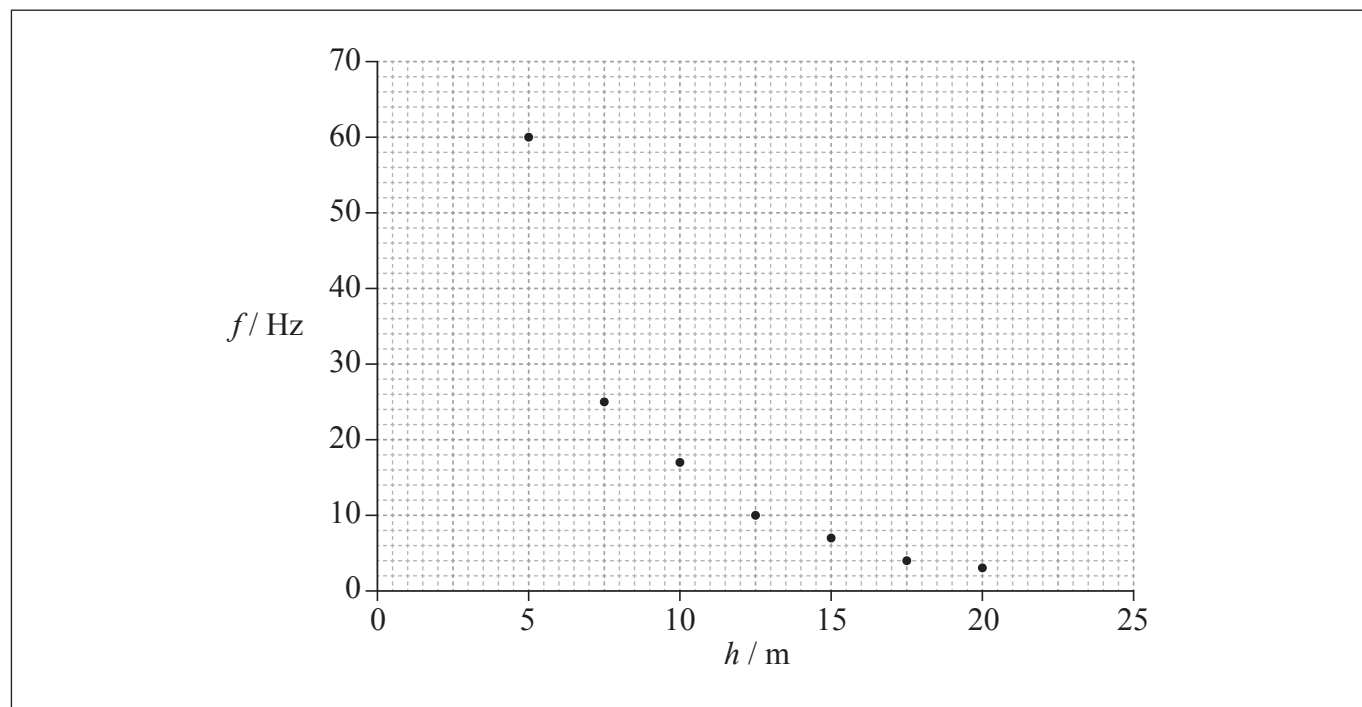


(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A1)

Le graphique ci-dessous montre les données reportées pour cette expérience. Les incertitudes dans ces données ne sont pas montrées.



(a) Dessinez une droite de meilleur ajustement pour ces données. [1]

(b) On émet l'hypothèse que la fréquence f est inversement proportionnelle à la hauteur h .

En choisissant **deux** points bien séparés sur la droite de meilleur ajustement que vous avez dessinée en (a), montrez que cette hypothèse est incorrecte. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

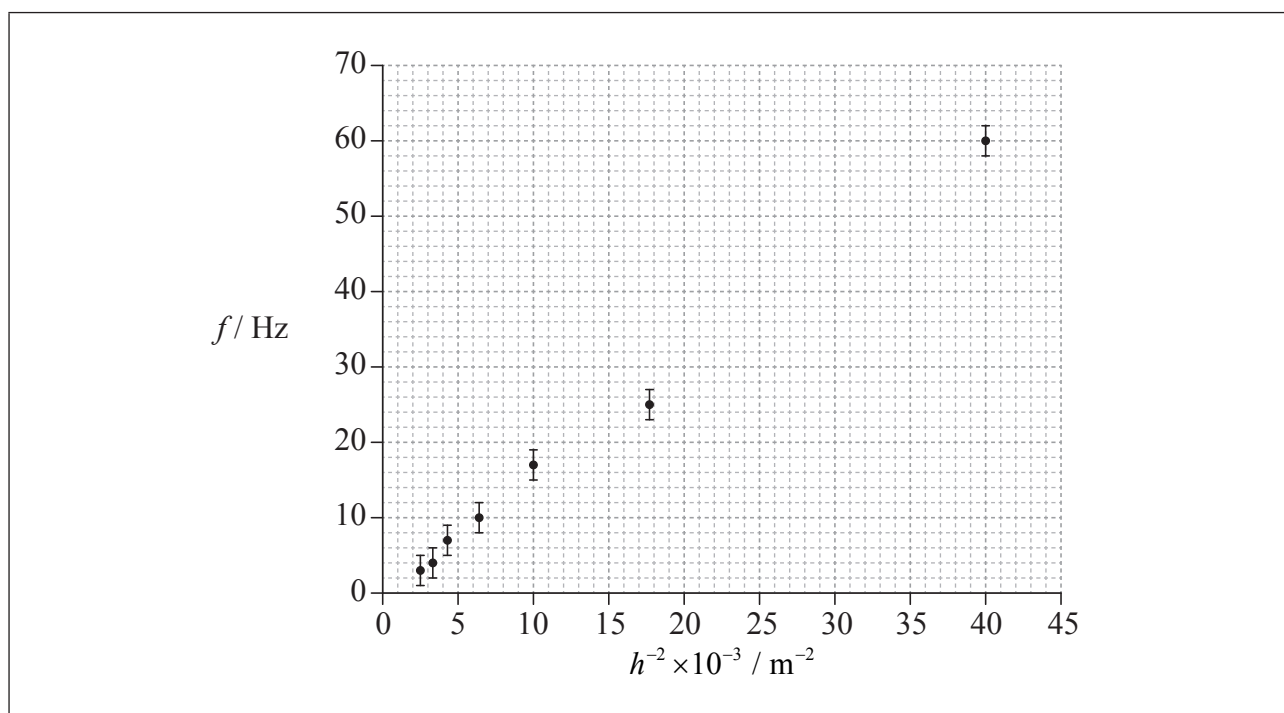


(Suite de la question A1)

- (c) Une autre suggestion est que le rapport entre f et h est sous la forme indiquée ci-dessous, où k est une constante.

$$f = \frac{k}{h^2}$$

Le graphique ci-dessous montre une représentation graphique de f en fonction de h^{-2} .



Les incertitudes dans h^{-2} sont trop petites pour être montrées.

- (i) Dessinez une droite de meilleur ajustement pour ces données qui soit compatible avec le rapport $f = \frac{k}{h^2}$. [2]
- (ii) En utilisant le graphique, déterminez la constante k . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A1)

- (d) Exprimez **une** raison pour laquelle les résultats de cette expérience ne pourraient pas être utilisés pour prédire la fréquence naturelle de l'oscillation pour les poutres d'une hauteur de 50 m.

[1]

.....
.....



A2. Cette question porte sur la cinématique.

(a) Exprimez la différence entre vitesse moyenne et vitesse instantanée.

[2]

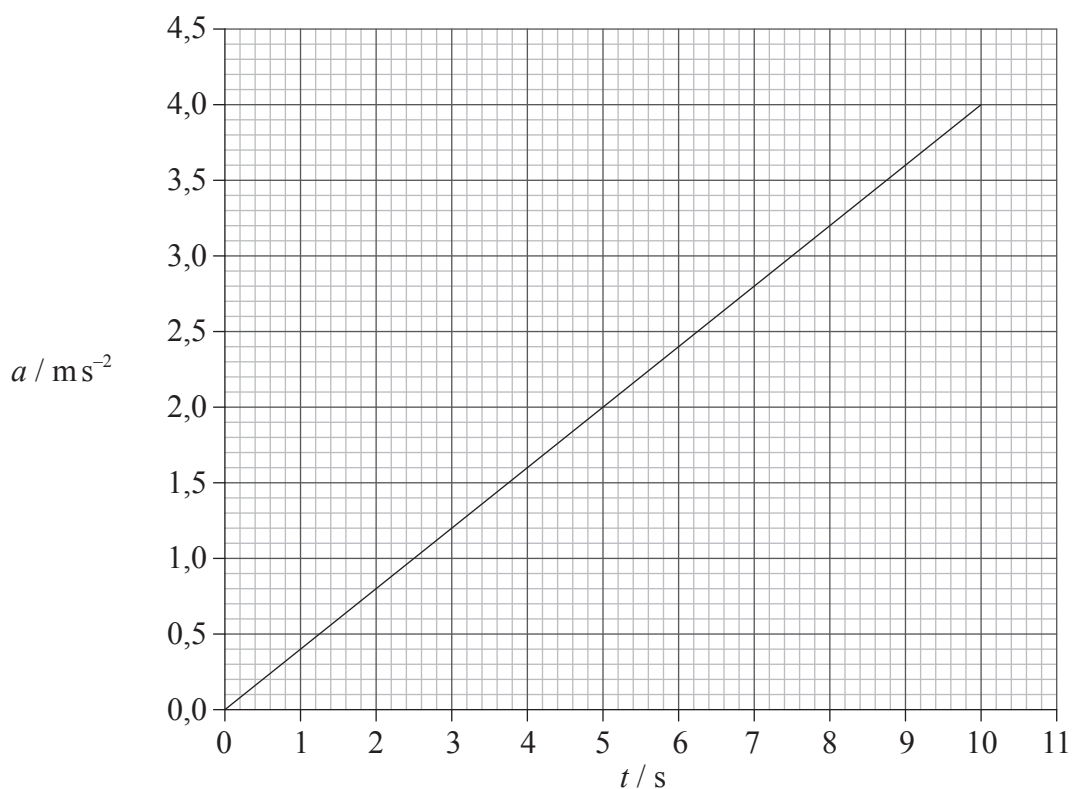
.....

.....

.....

.....

(b) Le graphique ci-dessous montre comment l'accélération a d'une particule varie en fonction du temps t .



Au temps $t=0$, la vitesse instantanée de cette particule est nulle.

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (i) Calculez la vitesse instantanée de cette particule lorsque $t = 7,5$ s. [2]

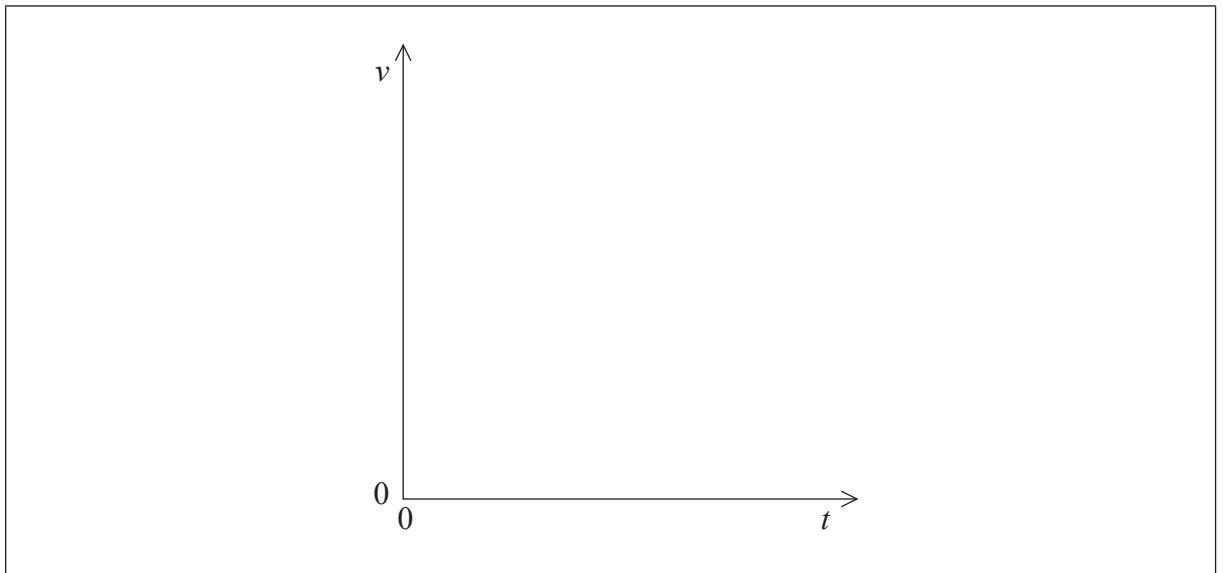
.....

.....

.....

.....

- (ii) En utilisant les axes ci-dessous, esquissez un graphique pour montrer comment la vitesse instantanée v de cette particule varie en fonction de t . [1]



A3. Cette question porte sur les réactions nucléaires.

- (a) Le nucléide U-235 est un isotope d'uranium. Un noyau de U-235 subit une désintégration radioactive en un noyau de thorium-231 (Th-231). Le nombre de protons de l'uranium est 92.

- (i) Exprimez ce qu'on entend par les termes nucléide et isotope.

[2]

Nucléide :

Isotope :

- (ii) Une des particules produites lors de la désintégration d'un noyau de U-235 est un photon gamma. Exprimez le nom d'une autre particule qui est aussi produite.

[1]

.....

- (b) Les noyaux filles de U-235 subissent une désintégration radioactive jusqu'à ce qu'un isotope stable de plomb finisse par être atteint.

Expliquez pourquoi les noyaux de U-235 sont instables alors que les noyaux du plomb sont stables.

[3]

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



A4. Cette question porte sur les gaz parfaits et la chaleur massique.

(a) Exprimez **deux** suppositions du modèle cinétique d'un gaz parfait.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) L'argon se comporte comme un gaz parfait pour une grande gamme de températures et de pressions. Une mole d'argon est confinée dans un cylindre par un piston se déplaçant librement.

(i) Définissez ce qu'on entend par le terme *une mole d'argon*.

[1]

.....

.....

(ii) La température de l'argon est 300 K. Le piston est fixé et l'argon est chauffé à un volume constant de manière à ce que son énergie interne augmente de 620 J. La température de l'argon est alors de 350 K.

Déterminez la chaleur massique de l'argon en $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ dans la condition d'un volume constant. (Le poids moléculaire de l'argon est 40)

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



A5. Cette question porte sur le potentiel électrique.

- (a) Définissez ce qu'on entend par *potentiel électrique* à un certain point dans un champ électrique. [3]

.....

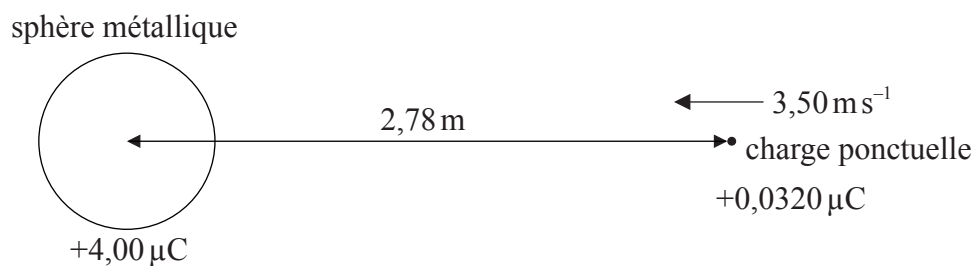
.....

.....

.....

.....

- (b) Une charge ponctuelle positive se déplace vers une petite sphère métallique chargée le long d'une trajectoire radiale.



Dans la position montrée sur le schéma, cette charge ponctuelle a une vitesse de $3,50 \text{ m s}^{-1}$ et elle se trouve à une distance de $2,78 \text{ m}$ du centre de la sphère métallique. La charge sur la sphère est $+4,00 \mu\text{C}$.

- (i) Exprimez la direction du vecteur vitesse de cette charge ponctuelle par rapport à une surface équipotentielle due à la sphère métallique. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A5)

- (ii) Montrez que le potentiel électrique V dû à la sphère chargée à une distance de 2,78 m de son centre est $1,29 \times 10^4 \text{ V}$. [1]

.....

.....

.....

- (iii) Le potentiel électrique à la surface de la sphère est $7,20 \times 10^4 \text{ V}$. La charge ponctuelle a une charge de $+0,0320 \mu\text{C}$ et sa masse est $1,20 \times 10^{-4} \text{ kg}$. Déterminez si la charge ponctuelle entrera en collision avec la sphère métallique. [4]

.....

.....

.....

.....

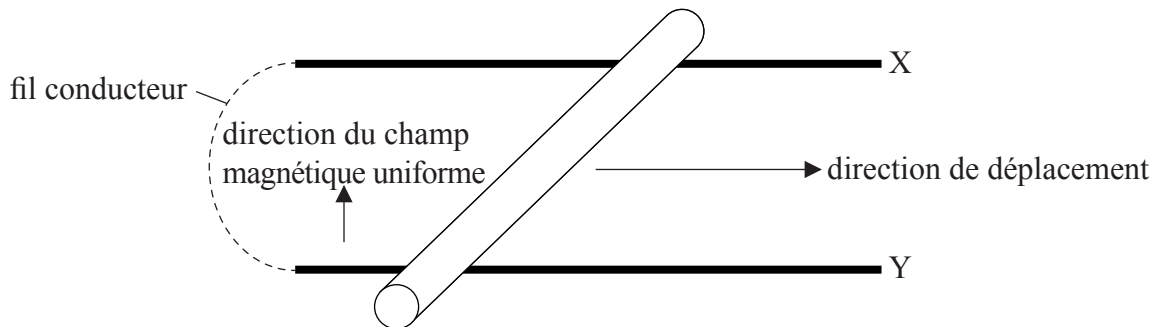
.....

.....



A6. Cette question porte sur la force électromotrice (f.é.m.) induite.

- (a) Une tige faite d'un matériau conducteur se trouve dans une région de champ magnétique uniforme. Elle est déplacée horizontalement le long de deux rails conducteurs parallèles X et Y. Les autres extrémités de ces rails sont reliées par un fil conducteur mince.



La vitesse de cette tige est constante et elle est aussi perpendiculaire à la direction du champ magnétique uniforme.

- (i) Décrivez, en référence aux forces agissant sur les électrons de conduction dans la tige, comment une f.é.m. est induite dans la tige. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Une f.é.m. induite est produite par une vitesse de changement de flux. Exprimez ce qu'on entend par vitesse de changement de flux dans cette situation. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A6)

(b) La longueur de la tige en (a) est 1,2 m et sa vitesse est $6,2 \text{ m s}^{-1}$. La f.é.m. induite est 15 mV.

(i) Déterminez la grandeur de l'intensité du champ magnétique à travers laquelle la tige se déplace. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Expliquez comment la loi de Lenz se rapporte à la situation décrite en (a). [2]

.....

.....

.....

.....



SECTION B

Cette section comprend quatre questions : B1, B2, B3 et B4. Répondez à **deux** questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

B1. Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur les champs, la différence de potentiel électrique et les circuits électriques. La **Partie 2** porte sur les cycles thermodynamiques.

Partie 1 Champs, différence de potentiel électrique et circuits électriques

- (a) La grandeur de l'intensité du champ gravitationnel g est définie à partir de l'équation indiquée ci-dessous.

$$g = \frac{F_g}{m}$$

La grandeur de l'intensité du champ électrique E est définie à partir de l'équation indiquée ci-dessous.

$$E = \frac{F_E}{q}$$

Pour chacune de ces équations de définition, exprimez la signification des symboles

- (i) F_g .

[1]

- (ii) F_E .

[1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

(iii) m .

[1]

.....

.....

(iv) q .

[1]

.....

.....

- (b) Dans un modèle simple de l'atome d'hydrogène, l'électron est considéré comme étant sur une orbite circulaire autour du proton. La grandeur de l'intensité du champ électrique due au proton, au niveau de l'électron, est E_p . La grandeur de l'intensité du champ gravitationnel due au proton, au niveau de l'électron, est g_p .

Déterminez l'ordre de grandeur du rapport indiqué ci-dessous.

[3]

$$\frac{E_p}{g_p}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

- (c) Des atomes d'hydrogène ionisés sont accélérés depuis l'état de repos dans le vide entre deux plaques conductrices parallèles verticales. La différence de potentiel entre ces plaques est V . Par suite de cette accélération, chaque ion acquiert une énergie de $1,9 \times 10^{-18} \text{ J}$.

Calculez la valeur de V .

[2]

.....

.....

.....

- (d) Les plaques en (c) sont remplacées par une pile qui a une f.é.m. de $12,0 \text{ V}$ et une résistance interne de $5,00 \Omega$. Une résistance de résistance R est connectée en série avec cette pile. L'énergie transférée par la pile à un électron tandis qu'il se déplace à travers la résistance est $1,44 \times 10^{-18} \text{ J}$.

- (i) Définissez ce qu'est la *résistance* d'une résistance.

[1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

- (ii) Montrez que la valeur de R est $15,0\,\Omega$. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Calculez la puissance totale fournie par la pile. [1]

.....

.....

.....

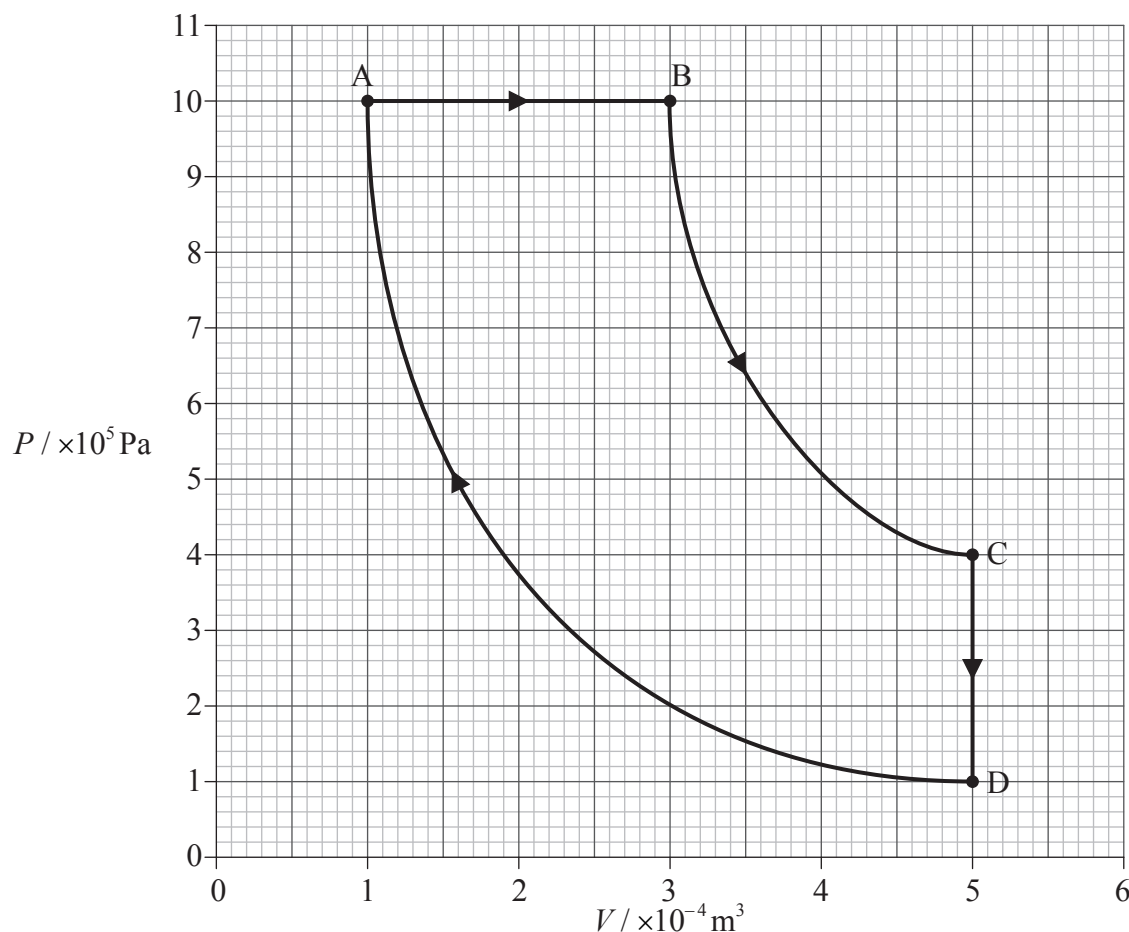
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

Partie 2 Cycles thermodynamiques

- (a) Un gaz subit un cycle thermodynamique. Le diagramme P – V pour ce cycle est représenté ci-dessous.



Dans les changements de l'état B à C et D à A, ce gaz se comporte comme un gaz parfait et les changements d'état sont adiabatiques.

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 2)

- (i) Exprimez les circonstances dans lesquelles le comportement d'un gaz se rapproche du comportement d'un gaz parfait. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Exprimez ce qu'on entend par un changement d'état adiabatique. [1]

.....

.....

- (b) En référence au premier principe de thermodynamique, expliquez, pour le changement de l'état A à B, pourquoi une énergie est transférée de l'environnement au gaz. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 2)

(c) Estimez le travail total effectué dans le cycle.

[3]

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



B2. Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur l'énergie solaire et les modèles climatiques. La **Partie 2** porte sur le stockage numérique des données.

Partie 1 Énergie solaire et modèles climatiques

- (a) Distinguez, en termes des changements d'énergie impliqués, entre un panneau solaire de chauffage et une cellule photovoltaïque. [2]

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

- (b) Exprimez une utilisation domestique appropriée pour

- (i) un panneau solaire de chauffage. [1]

.....
.....

- (ii) une cellule photovoltaïque. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 1)

- (c) La puissance rayonnante du Soleil est $3,90 \times 10^{26} \text{ W}$. Le rayon moyen de l'orbite de la Terre autour du Soleil est $1,50 \times 10^{11} \text{ m}$. L'albédo de l'atmosphère est 0,300 et on peut supposer qu'aucune énergie n'est absorbée par l'atmosphère.

Montrez que l'intensité incidente sur un panneau solaire de chauffage à la surface de la Terre lorsque le Soleil est juste au-dessus est 966 W m^{-2} .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Montrez, en utilisant votre réponse à (c), que l'intensité moyenne incidente sur la surface de la Terre est 242 W m^{-2} .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 1)

- (e) En supposant que la surface de la Terre se comporte comme un corps noir et qu'aucune énergie n'est absorbée par l'atmosphère, utilisez votre réponse à (d) pour montrer que la température moyenne de la surface de la Terre est prédite comme étant 256 K. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (f) Résumez, en référence à l'effet de serre, pourquoi la température de surface moyenne de la Terre est supérieure à 256 K. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

Partie 2 Stockage numérique des données

- (a) Exprimez **deux** implications sociales de la capacité toujours croissante de stocker des données. [2]

1.

2.

- (b) Un dispositif de transfert de charge (CCD) permet à de grandes quantités de données photographiques d'être saisies et stockées.

- (i) Décrivez ce qu'on entend par un pixel. [1]

.....
.....

- (ii) Résumez comment l'image sur un CCD est numérisée. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 2)

- (c) Le CCD utilisé dans un appareil photo particulier a une surface de $7,4 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ et contient 10 mégapixels. Le grossissement de ce CCD est $7,0 \times 10^{-3}$. Deux petits points sur un objet qui est photographié par cet appareil photo sont séparés de $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}$. Déterminez si les images des points sur le CCD sont résolues.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



- B3.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur la cinématique et la mécanique. La **Partie 2** porte sur la résolution et sur l'effet Doppler.

Partie 1 Cinématique et mécanique

- (a) Définissez la *quantité de mouvement*. [1]

.....

.....

- (b) Exprimez, en termes de quantité de mouvement, la deuxième loi de Newton sur le mouvement. [1]

.....

.....

- (c) Montrez, en utilisant votre réponse à (b), comment l'impulsion d'une force F est liée au changement de quantité de mouvement Δp qu'elle produit. [1]

.....

.....

.....

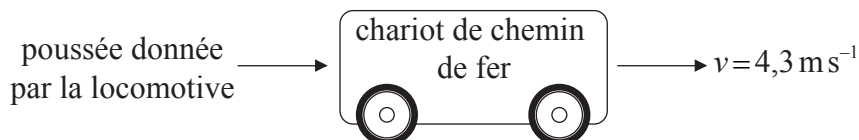
.....

(Suite de la question à la page suivante)



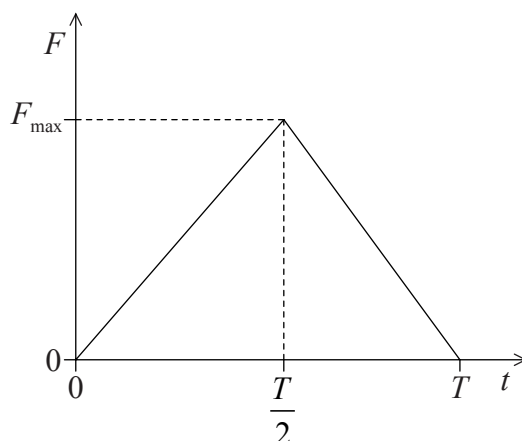
(Suite de la question B3, partie 1)

- (d) Un chariot de chemin de fer sur une voie droite horizontale est initialement au repos. Ce chariot reçoit une poussée rapide horizontale donnée par une locomotive de sorte qu'il roule alors le long de la voie.



La locomotive est en contact avec le chariot pendant un temps $T=0,54\text{ s}$ et la vitesse initiale du chariot après la poussée est $4,3\text{ m s}^{-1}$. La masse du chariot est $2,2 \times 10^3\text{ kg}$.

Par suite de la poussée, une force d'une grandeur F est exercée par la locomotive sur le chariot. L'esquisse ci-dessous montre comment F varie en fonction du temps de contact t .



- (i) Déterminez le grandeur de la force maximum F_{max} exercée par la locomotive sur le chariot.

[4]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 1)

- (ii) Après le contact avec la locomotive ($t=0,54\text{ s}$) le chariot se déplace sur une distance de 15 m le long de la voie. Après s'être déplacé sur cette distance, la vitesse du chariot est $2,8\text{ m s}^{-1}$. En supposant une accélération uniforme, calculez le temps pris par le chariot pour se déplacer sur 15 m . [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Calculez la vitesse moyenne à laquelle l'énergie cinétique du chariot est dissipée tandis qu'il se déplace le long de la voie. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) Lorsque la vitesse du chariot est de $2,8\text{ m s}^{-1}$, il entre en collision avec un chariot immobile d'une masse de $3,0 \times 10^3\text{ kg}$. Les deux chariots se déplacent ensemble à une vitesse V . Montrez que la vitesse $V=1,2\text{ m s}^{-1}$. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 1)

- (v) Résumez les transformations d'énergie qui ont lieu pendant la collision des deux chariots. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3)

Partie 2 Résolution et effet Doppler

- (a) On peut utiliser les radiotélescopes pour repérer des galaxies éloignées. La capacité de ces télescopes de résoudre les images de galaxies est augmentée en utilisant deux télescopes séparés par une grande distance D . Ces télescopes se comportent comme un seul radiotélescope avec un diamètre d'antenne parabolique égal à D .

Les images de deux galaxies éloignées G_1 et G_2 sont juste résolues par les deux télescopes.

- (i) Exprimez le phénomène qui limite la capacité des radiotélescopes de résoudre les images. [1]

.....

- (ii) Exprimez le critère de Rayleigh pour que les images de G_1 et de G_2 soient juste résolues. [1]

.....

- (iii) Déterminez, en utilisant les données ci-dessous, la séparation d de G_1 et de G_2 . [3]

Distance effective de G_1 et de G_2 de la Terre $= 2,2 \times 10^{25} \text{ m}$

Séparation D $= 4,0 \times 10^3 \text{ m}$

Longueur d'onde des ondes radioélectriques reçues de G_1 et de G_2 $= 0,14 \text{ m}$

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 2)

- (b) À cause de l'effet Doppler, la lumière provenant de galaxies éloignées est souvent décalée vers le rouge.

- (i) Décrivez, en référence à l'effet Doppler, ce qu'on entend par décalage vers le rouge. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La fréquence d'une ligne spectrale particulière mesurée dans le laboratoire est $4,57 \times 10^{14}$ Hz. La même ligne dans le spectre d'une galaxie éloignée a une fréquence qui est plus basse que la valeur de laboratoire de $6,40 \times 10^{11}$ Hz. Déterminez la vitesse avec laquelle cette galaxie s'éloigne de la Terre. [2]

.....

.....

.....

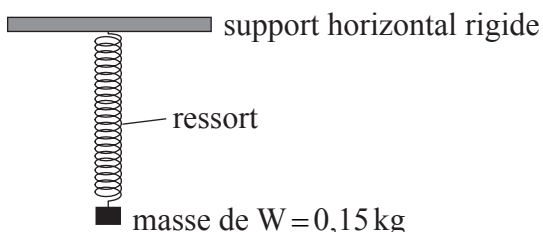
.....



- B4.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur le mouvement harmonique simple et les ondes. La **Partie 2** porte sur les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

Partie 1 Mouvement harmonique simple et ondes

- (a) Une extrémité d'un ressort léger est attachée à un support horizontal rigide.



Un objet W d'une masse de $0,15\text{ kg}$ est suspendu à l'autre extrémité du ressort. L'allongement x du ressort est proportionnel à la force F causant l'allongement. La force par unité d'allongement du ressort k est 18 N m^{-1} .

Un élève tire W vers le bas de manière à ce que l'allongement du ressort augmente de $0,040\text{ m}$. L'élève relâche W et, en conséquence, W effectue un mouvement harmonique simple (MHS).

- (i) Exprimez ce qu'on entend par l'expression « W effectue un MHS ». [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Déterminez l'accélération maximum de W . [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B4, partie 1)

(iii) Déterminez la période d'oscillation du ressort.

[3]

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

(b) W en (a) est plongé dans un pot d'huile. Suite à cette immersion, les oscillations de W subissent un amortissement critique. Décrivez ce qu'on entend par amortissement critique.

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B4, partie 1)

- (c) Un ressort, tel qu'en (a), est étiré horizontalement et une onde longitudinale se propage vers la droite dans ce ressort.

- (i) Décrivez, en termes de la propagation de l'énergie, ce qu'on entend par une onde se propageant longitudinalement. [2]

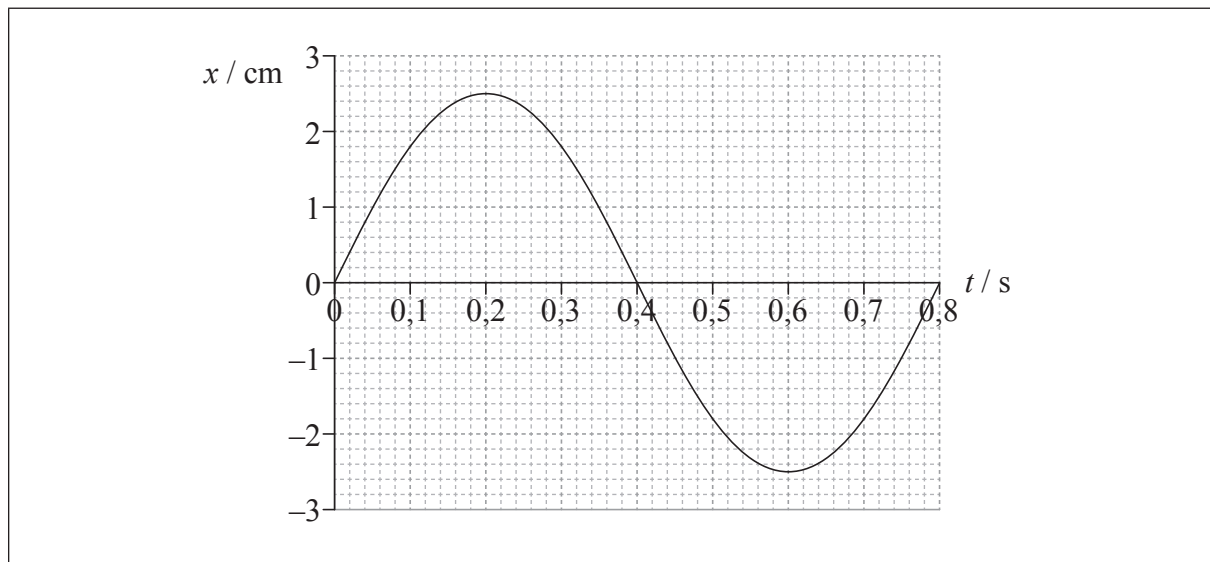
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B4, partie 1)

- (ii) Le graphique ci-dessous montre comment le déplacement x d'une spire C du ressort varie en fonction du temps t .



La vitesse de cette onde est $3,0 \text{ cm s}^{-1}$. Déterminez la longueur d'onde de cette onde. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Dessinez, sur le graphique en (c)(ii), le déplacement d'une spire du ressort qui est à $1,8 \text{ cm}$ de C dans la direction de propagation de l'onde, et expliquez votre réponse. [2]

.....

.....

.....

.....

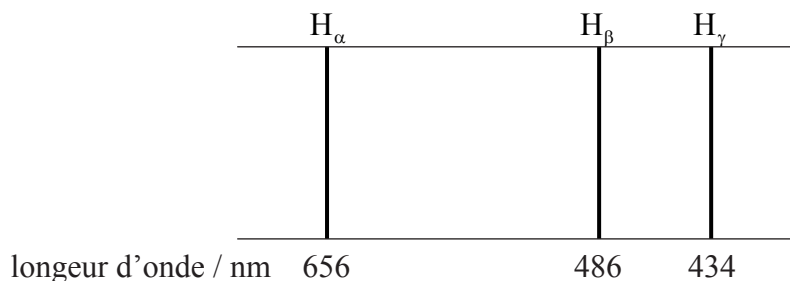
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B4)

Partie 2 Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

- (a) Le diagramme représente les trois lignes spectrales principales dans la région visible du spectre de l'hydrogène atomique.



L'électron dans l'atome d'hydrogène ne peut occuper que certains niveaux d'énergie permis.

- (i) Résumez comment ces lignes spectrales fournissent une preuve de l'existence de ces niveaux d'énergie. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Déterminez la différence d'énergie entre les **deux** niveaux à partir desquels les transitions électroniques donnent lieu aux lignes spectrales H_α et H_γ respectivement. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B4, partie 2)

- (b) L'existence de niveaux d'énergie atomique peut être comprise en appliquant l'hypothèse de Louis de Broglie à un électron limité à se déplacer dans une seule dimension dans une boîte d'une longueur L .

- (i) Exprimez l'hypothèse de Louis de Broglie telle qu'elle s'applique à un électron. [1]

.....

.....

- (ii) Montrez que l'énergie E_n de l'électron dans la boîte est donnée par l'équation

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8m_e L^2}$$

dans laquelle $n=1, 2, 3, \dots$, h est la constante de Planck et m_e est la masse de l'électron. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) La grandeur de la plus faible énergie qu'un électron dans l'atome d'hydrogène puisse avoir est $2,2 \times 10^{-18}$ J. Estimez, en utilisant l'équation en (b)(ii), le rayon de l'atome d'hydrogène. [1]

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.

