



22136523

**PHYSIQUE**
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 2

Lundi 6 mai 2013 (matin)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

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

Code de l'examen

2	2	1	3	–	6	5	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---

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 une question.
- 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 [50 points].



0124

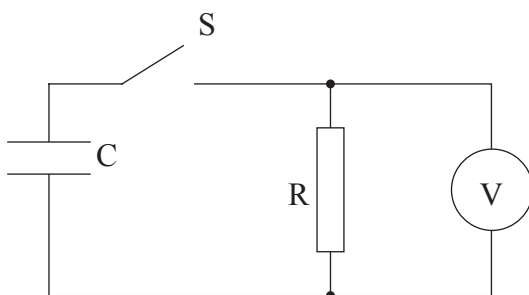
SECTION A

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

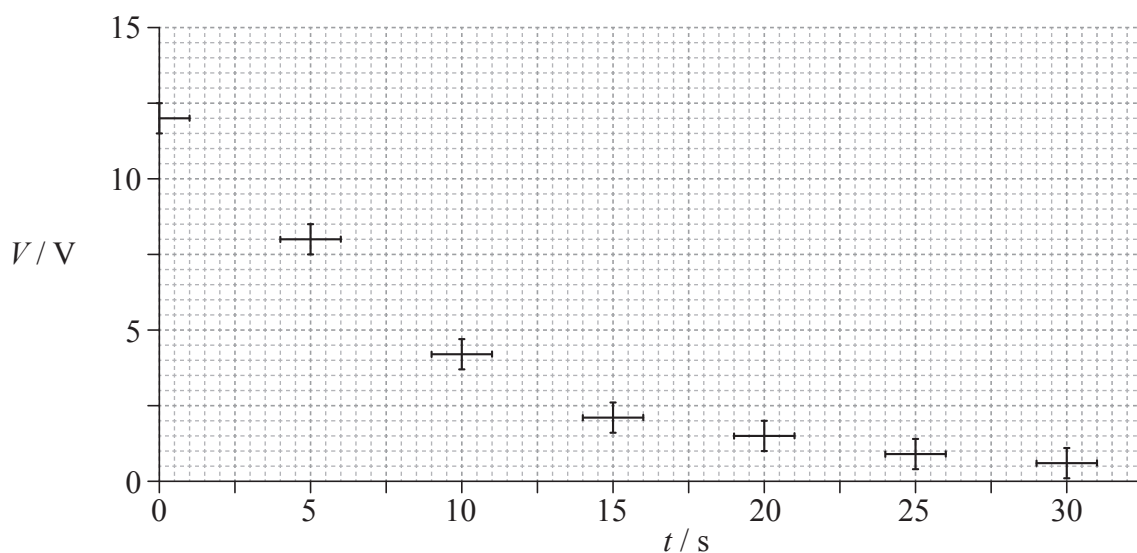
A1. Question sur l'analyse des données.

Un condensateur est un dispositif qu'on peut utiliser pour stocker une charge électrique.

- (a) Une expérience a été entreprise pour rechercher une des propriétés d'un condensateur placé dans un circuit. On a connecté un condensateur C via un commutateur S à une résistance R et à un voltmètre V .



La différence de potentiel initiale aux bornes de C était 12 V . On a fermé le commutateur S et on a mesuré la différence de potentiel V aux bornes de R à divers moments t . Les données recueillies, de même que les barres d'erreurs, sont portées sur le graphique ci-dessous.



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A1)

- (i) Sur le graphique précédant, dessinez une courbe de meilleur ajustement pour ces données en commençant à partir de $t=0$. [2]
- (ii) On a émis l'hypothèse que la décroissance de la différence de potentiel aux bornes du condensateur était exponentielle. Déterminez, en utilisant le graphique, si cette hypothèse est vraie **ou** pas. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) La constante de temps τ du circuit est définie comme le temps qu'il faudrait au condensateur pour se décharger s'il continuait à se décharger à son régime initial. Utilisez le graphique de la question (a) pour calculer

- (i) le taux de désintégration initial de la différence de potentiel V . [2]

.....

.....

- (ii) la constante de temps τ . [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A1)

- (c) La constante de temps $\tau = RC$, où R est la résistance et C est une propriété appelée capacité. La résistance efficace dans le circuit est $10\text{ M}\Omega$. Calculez la capacité C . [1]

.....

.....

.....

A2. Cette question porte sur la cinématique.

- (a) Fiona fait tomber une pierre verticalement dans un puits d'eau depuis l'état de repos. Elle entend le plouf de la pierre qui heurte l'eau 1,6 s après que la pierre a quitté sa main. Estimez

- (i) la distance entre la main de Fiona et la surface de l'eau. [1]

.....

.....

- (ii) la vitesse à laquelle la pierre heurte l'eau. [2]

.....

.....

.....

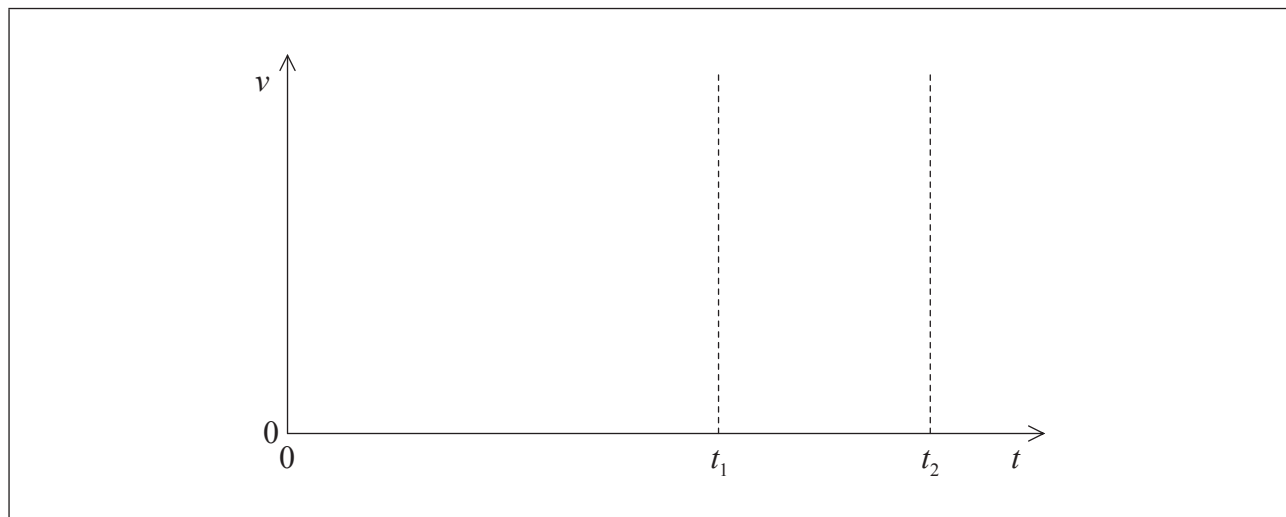
.....

(Suite de la question à la page suivante)

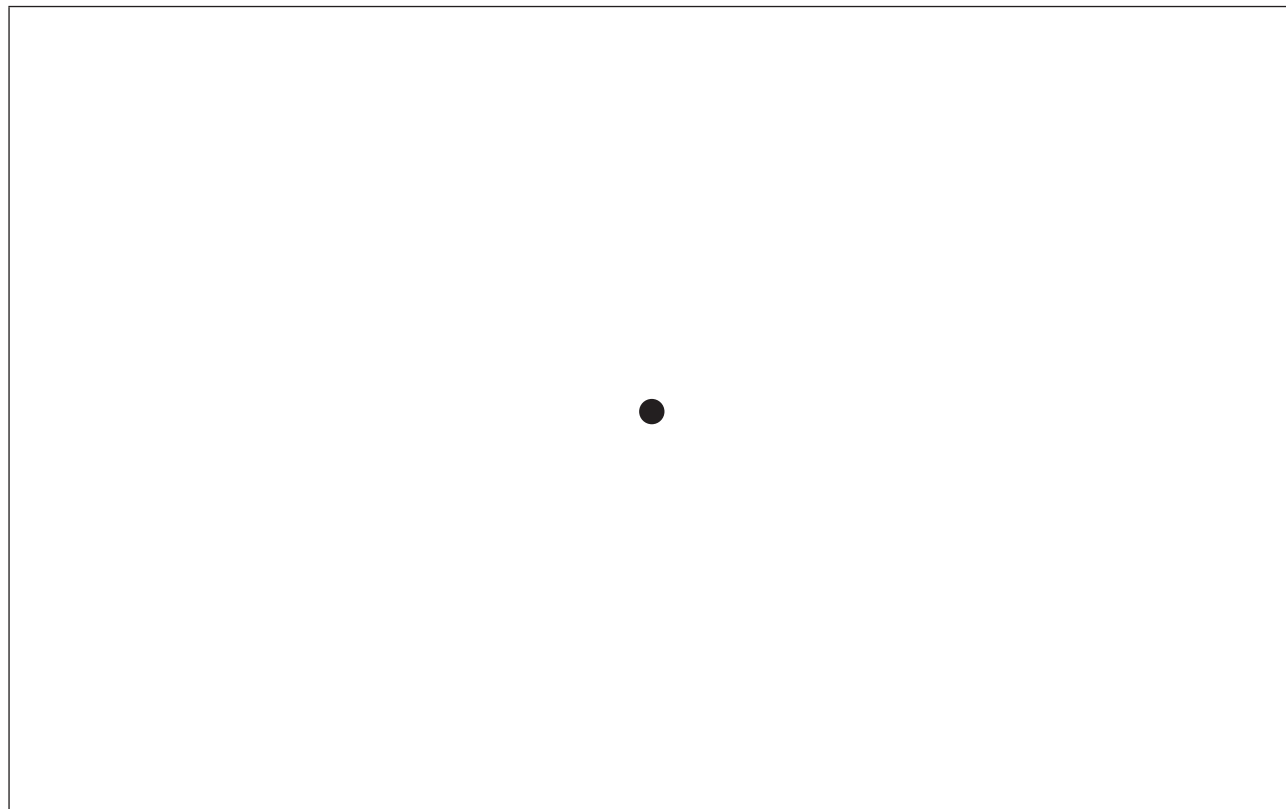


(Suite de la question A2)

- (b) Après que la pierre dans la question (a) a heurté la surface de l'eau, elle atteint rapidement une vitesse limite tandis qu'elle tombe à travers l'eau. La pierre quitte la main de Fiona au moment $t=0$. Elle heurte la surface de l'eau au moment t_1 et elle arrive à l'état de repos au fond de l'eau au moment t_2 . En utilisant les axes ci-dessous, esquissez un graphique pour montrer comment la vitesse v de la pierre varie depuis le moment $t=0$ jusqu'à juste avant que $t=t_2$. (Il n'est pas nécessaire d'ajouter de valeurs quelconques aux axes.) [3]



- (c) Dessinez et légendez un diagramme des forces représentant les forces agissant sur la pierre tandis qu'elle tombe à travers l'eau à sa vitesse limite. [2]



A3. Cette question porte sur la production d'énergie.

- (a) La centrale thermique alimentée au charbon de Drax a une puissance de production de 4,0 GW. Le rendement de cette centrale est de 40%. Le pouvoir calorifique du charbon utilisé est 24 MJ kg^{-1} . Estimez la masse minimum de charbon qui est brûlée chaque année (1 année = $3,2 \times 10^7 \text{ s}$). [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Discutez **un** avantage et **un** désavantage de l'utilisation de la production d'énergie nucléaire par rapport à l'utilisation de la production d'énergie au charbon. [4]

Avantage :

.....

.....

.....

.....

Désavantage :

.....

.....

.....

.....



SECTION B

Cette section comprend trois questions : B1, B2 et B3. Répondez à **une** question. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

B1. Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur les réactions nucléaires et la désintégration radioactive. La **Partie 2** porte sur les concepts thermiques.

Partie 1 Réactions nucléaires et désintégration radioactive

(a) L'isotope tritium (hydrogène-3) a une demi-vie radioactive de 12 jours.

(i) Exprimez ce qu'on entend par le terme isotope.

[1]

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

(ii) Définissez *demi-vie radioactive*.

[1]

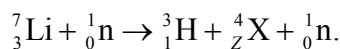
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

- (b) Le tritium peut être produit en bombardant des noyaux de l'isotope lithium-7 avec des neutrons à haute énergie. L'équation de réaction pour cette interaction est



- (i) Identifiez le nombre de protons Z de X. [1]

$Z =$

- (ii) Utilisez les données ci-dessous pour montrer que l'énergie minimum qu'un neutron doit avoir pour déclencher la réaction dans la question (b)(i) est environ 2,5 MeV. [2]

Masse au repos du noyau de lithium-7 = 7,0160 u
 Masse au repos du noyau de tritium = 3,0161 u
 Masse au repos du noyau de X = 4,0026 u

.....

- (c) En supposant que le noyau de lithium-7 dans la question (b) est au repos, suggérez pourquoi, en termes de conservation de la quantité de mouvement, le neutron déclenchant la réaction doit avoir une énergie supérieure à 2,5 MeV. [2]

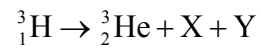
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

- (d) Un noyau de tritium se désintègre en un noyau d'hélium-3. Identifiez les particules X et Y dans l'équation de réaction nucléaire pour cette désintégration. [2]



X :

Y :

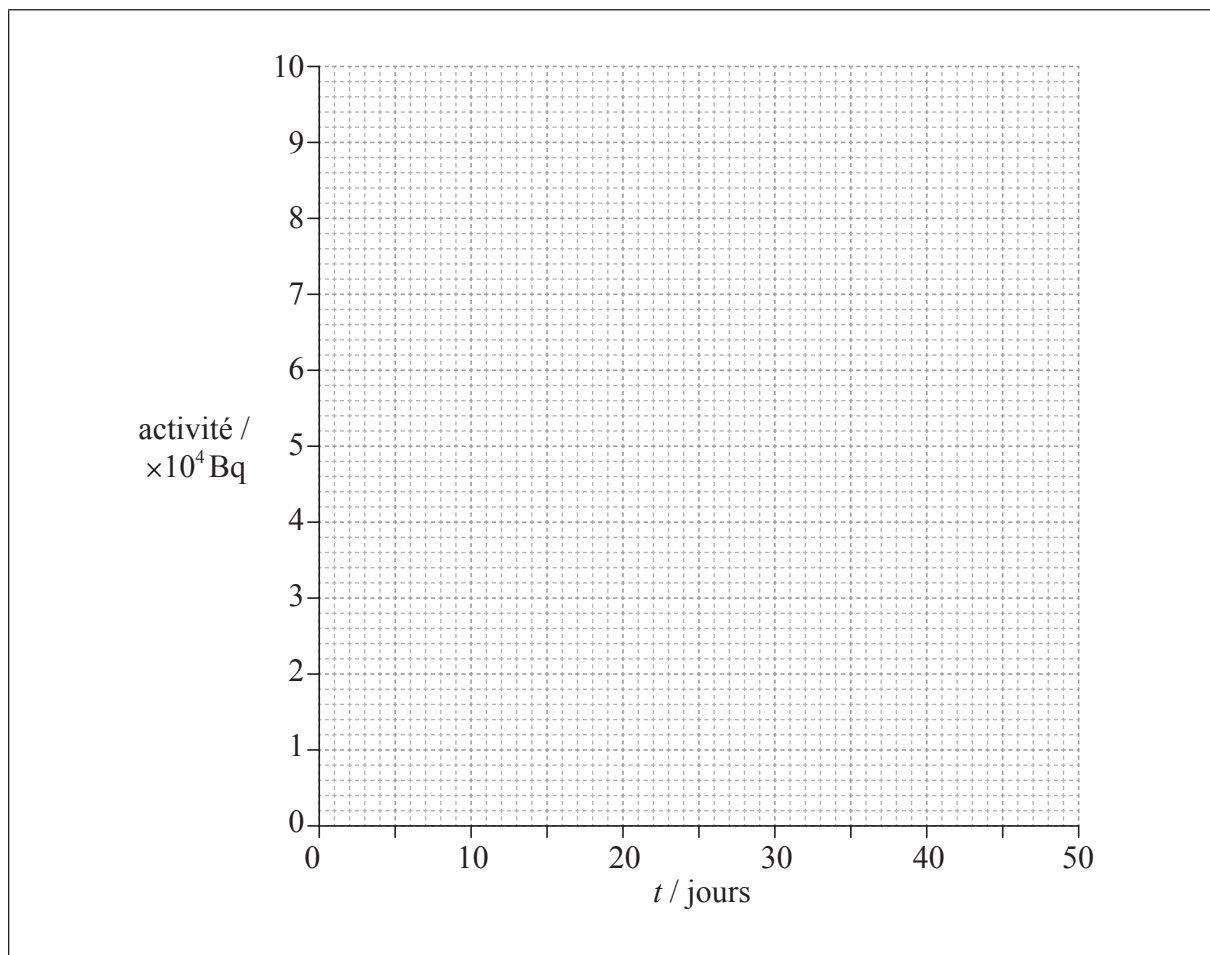
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

- (e) Un échantillon de tritium a une activité de $8,0 \times 10^4 \text{ Bq}$ à un moment $t=0$. La demi-vie du tritium est de 12 jours.

- (i) En utilisant les axes ci-dessous, construisez un graphique pour montrer comment l'activité de cet échantillon varie en fonction du temps depuis $t=0$ à $t=48$ jours. [2]



- (ii) Utilisez le graphique ci-dessus pour déterminer l'activité de cet échantillon après 30 jours. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 1)

- (iii) L'activité d'un échantillon radioactif est proportionnelle au nombre d'atomes dans cet échantillon. L'échantillon de tritium consiste initialement en $1,2 \times 10^{11}$ atomes de tritium. Déterminez, en utilisant votre réponse à la question (e)(ii), le nombre d'atomes de tritium restant après 30 jours.

[2]

.....

.....

.....

.....

Partie 2 Concepts thermiques

- (a) Distinguez entre énergie interne et énergie thermique (chaleur).

[2]

Énergie interne :

.....

.....

.....

Énergie thermique :

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 2)

- (b) Un thermoplongeur de 300 W est placé dans un b cher contenant 0,25 kg d’eau à une température de 18 C. Ce thermoplongeur est branché pendant 120 s, après quoi la température de l’eau est 45 C. La capacité thermique du b cher est négligeable et la chaleur massique de l’eau est $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- (i) Estimez le changement de l’énergie interne de l’eau.

[2]

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

- (ii) Déterminez le taux avec lequel l’énergie thermique est transférée de l’eau au milieu extérieur pendant le temps où le thermoplongeur est branché

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 2)

- (c) L'eau dans la question (b) est encore chauffée jusqu'à ce qu'elle commence à bouillir à une température constante. Elle est bouillie pendant 500 s mesurées à partir du moment où elle commence à bouillir. La masse d'eau restant après ce temps est 0,20 kg.

- (i) Estimez, en utilisant la réponse à la question (b)(ii) la chaleur latente de vaporisation de l'eau. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Expliquez, en termes de l'énergie des molécules de l'eau, pourquoi l'eau bout à une température constante. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



B2. Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur la charge électrique et les circuits électriques. La **Partie 2** porte sur la quantité de mouvement.

Partie 1 Charge électrique et circuits électriques

(a) Exprimez la loi de Coulomb. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Dans un modèle simple de l'atome d'hydrogène, l'électron peut être considéré comme étant sur une orbite circulaire autour du proton. Le rayon de cette orbite est $2,0 \times 10^{-10}$ m.

(i) Déterminez la grandeur de la force électrique entre le proton et l'électron. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Calculez la grandeur et exprimez la direction du champ électrique E due au proton à une distance de $2,0 \times 10^{-10}$ m du proton. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 1)

- (iii) La grandeur du champ gravitationnel dû au proton à une distance de $2,0 \times 10^{-10}$ m du proton est H .

Montrez que le rapport $\frac{H}{E}$ est de l'ordre de $10^{-28} \text{ C kg}^{-1}$. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) L'électron orbital est transféré de son orbite à un point où le potentiel est nul. Le gain en énergie potentielle de cet électron est $5,4 \times 10^{-19} \text{ J}$. Calculez la valeur de la différence de potentiel grâce à laquelle cet électron est déplacé. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 1)

- (c) Une pile électrique est un dispositif qui est utilisé pour transférer de l'énergie à des électrons dans un circuit. Un circuit particulier consiste en une pile d'une f.é.m. \mathcal{E} et d'une résistance interne r connectée en série avec une résistance d'une valeur de $5,0\,\Omega$.

- (i) Définissez *f.é.m. d'une pile*.

[1]

.....

.....

- (ii) L'énergie fournie par cette pile à un électron en le déplaçant sur la longueur du circuit est $5,1 \times 10^{-19}\text{ J}$. Montrez que la f.é.m. de cette pile est $3,2\text{ V}$.

[1]

.....

.....

- (iii) Chaque électron dans le circuit transfère une énergie de $4,0 \times 10^{-19}\text{ J}$ à la résistance de $5,0\,\Omega$. Déterminez la valeur de la résistance interne r .

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

Partie 2 Quantité de mouvement

(a) Définissez *quantité de mouvement*.

[1]

.....

.....

(b) Exprimez la loi de la conservation de la quantité de mouvement.

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) Éloignée de tout objet massif, une fusée spatiale se déplace avec un vecteur vitesse constant. Les moteurs de cette fusée spatiale sont mis en marche et elle accélère en brûlant du carburant et en éjectant des gaz. Discutez comment la loi de la conservation de la quantité de mouvement se rapporte à cette situation.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 2)

- (d) Jane et Joe sont deux patineurs sur glace initialement au repos sur une patinoire horizontale. Ils sont en face l'un de l'autre et Jane tient une balle. Jane lance la balle à Joe qui l'attrape. La vitesse à laquelle la balle quitte Jane, mesurée par rapport au sol, est $8,0 \text{ m s}^{-1}$. Les données suivantes sont disponibles.

Masse de Jane = 52 kg

Masse de Joe = 74 kg

Masse de la balle = 1,3 kg

Utilisez ces données pour calculer

- (i) la vitesse v de Jane par rapport au sol juste après qu'elle a lancé la balle. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) la vitesse V de Joe par rapport au sol juste après qu'il a attrapé la balle. [2]

.....

.....

.....

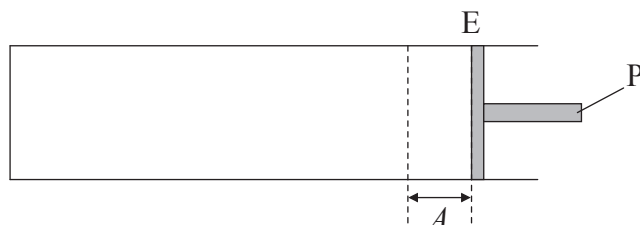
.....



- B3.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur le mouvement harmonique simple (MHS) et les ondes. La **Partie 2** porte sur l'énergie éolienne et l'effet de serre.

Partie 1 Mouvement harmonique simple (MHS) et ondes

- (a) Un gaz est contenu dans un cylindre horizontal par un piston P bougeant librement. Initialement, P est au repos dans la position d'équilibre E.



Ce piston P est déplacé d'une petite distance A à partir de E et il est relâché. Il en résulte que P exécute un mouvement harmonique simple (MHS).

Définissez *mouvement harmonique simple* tel qu'il est appliqué à P.

[2]

.....

.....

.....

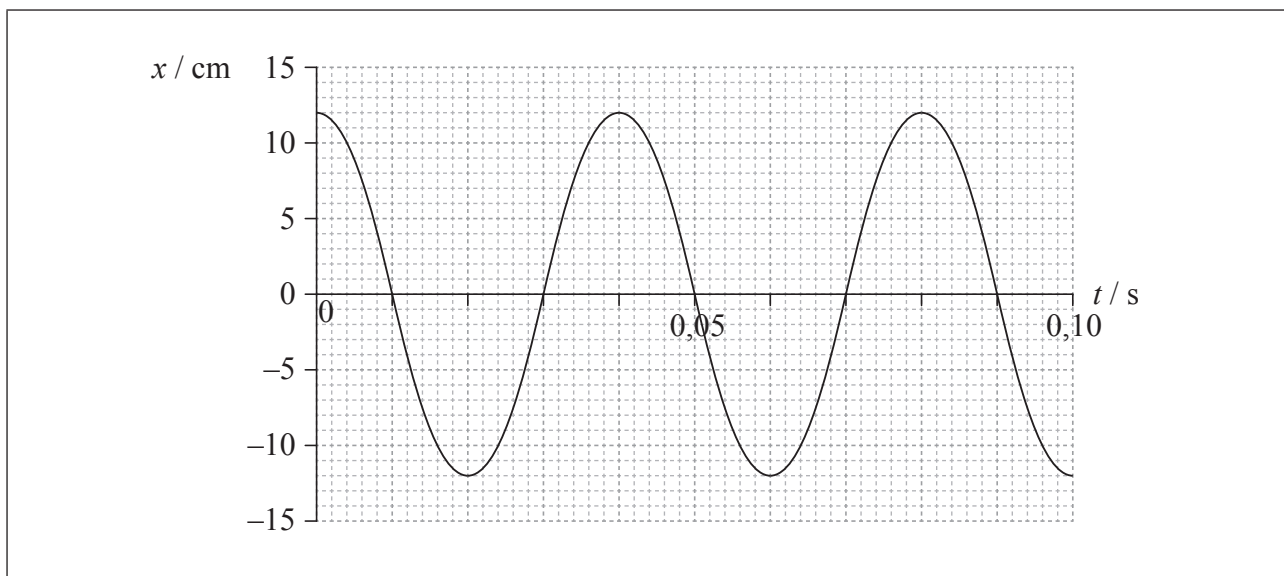
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 1)

- (b) Le graphique ci-dessous montre comment le déplacement x du piston P dans la question (a) depuis l'équilibre varie en fonction du temps t .



- (i) Exprimez la valeur du déplacement A tel qu'il est défini dans la question (a). [1]

.....

- (ii) Sur le graphique, identifiez, en utilisant la lettre M, un point où la grandeur de l'accélération de P est un maximum. [1]

- (iii) Déterminez, en utilisant les données sur le graphique et votre réponse à (b)(i), la grandeur de l'accélération maximum de P. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 1)

- (iv) La masse de P est 0,32 kg. Déterminez l'énergie cinétique de P au moment $t=0,052$ s. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Les oscillations de P établissent initialement une onde longitudinale dans le gaz.

- (i) Décrivez, en référence au transfert d'énergie, ce qu'on entend par une onde longitudinale. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) La vitesse de cette onde dans le gaz est 340 m s^{-1} . Calculez la longueur d'onde de cette onde dans le gaz. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3)

Partie 2 Énergie éolienne et l'effet de serre

- (a) Une centrale thermique alimentée au charbon a une puissance de production de 4,0 GW. Il a été suggéré qu'un parc éolien pourrait remplacer cette centrale. En utilisant les données ci-dessous, déterminez la surface que ce parc éolien occuperait afin d'avoir la même puissance de production que la centrale thermique alimentée au charbon. [4]

Rayon des pales des éoliennes	= 42 m
Surface requise par chaque éolienne	= $5,0 \times 10^4 \text{ m}^2$
Rendement d'une éolienne	= 30 %
Vitesse annuelle moyenne du vent	= 12 m s^{-1}
Densité annuelle moyenne de l'air	= $1,2 \text{ kg m}^{-3}$

- (b) L'énergie éolienne n'implique pas la production de gaz à effet de serre. Résumez pourquoi la température de surface de la Terre est plus haute que celle à laquelle on s'attendrait sans l'effet de serre. [3]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 2)

(c) L'intensité solaire moyenne incidente à la surface de la Terre est 238 W m^{-2} .

- (i) En supposant que l'émissivité de la surface de la Terre est 1,0, estimez la température de surface moyenne s'il n'y avait pas d'effet de serre. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) L'effet de serre accentué suggère que, dans plusieurs décennies, la température prédite de l'atmosphère sera 250 K. L'émissivité de l'atmosphère est 0,78. Montrez que cette augmentation de la température atmosphérique entraînera une température de surface moyenne prédite de la Terre de 292 K. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.

