

22146520

**PHYSIQUE**  
**NIVEAU SUPÉRIEUR**  
**ÉPREUVE 2**

Numéro de session du candidat

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

Mercredi 7 mai 2014 (matin)

2 heures 15 minutes

Code de l'examen

2	2	1	4	–	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].



36EP01

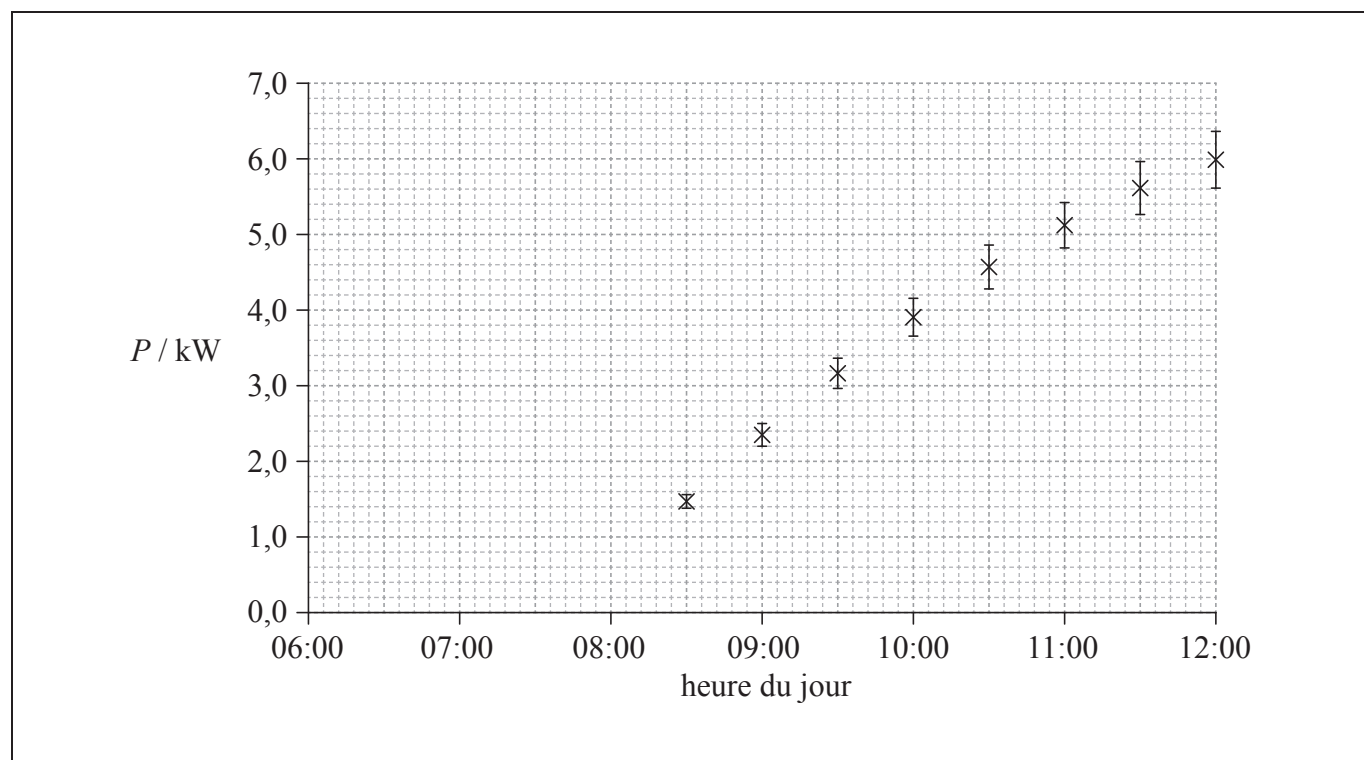
## SECTION A

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

### 1. Question sur l'analyse de données.

Un ensemble de cellules photovoltaïques est utilisé pour fournir de l'énergie électrique à une maison. Lorsque cet ensemble de cellules fournit plus d'énergie que n'en consomme la maison, l'énergie excédentaire est réintroduite dans le réseau électrique pour être utilisée par d'autres consommateurs.

Le graphique ci-dessous montre comment la puissance  $P$  produite par cet ensemble de cellules varie en fonction de l'heure du jour. Les barres d'erreur montrent l'incertitude sur la puissance fournie. L'incertitude sur l'heure du jour est trop petite pour être montrée.



- (a) En utilisant le graphique, estimez l'heure du jour à laquelle cet ensemble de cellules commence à produire de l'énergie. [2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (b) La puissance moyenne consommée dans la maison entre 08:00 et 12:00 est 2,0kW. Déterminez l'énergie fournie par cet ensemble de cellules au réseau électrique entre 08:00 et 12:00.

[3]

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

- (c) La puissance  $P$  produite par cet ensemble de cellules est calculée à partir de la f.é.m. produite  $V$  et de la résistance fixe  $R$  de l'ensemble de cellules en utilisant l'équation  $\frac{V^2}{R}$ . L'incertitude dans la valeur de  $R$  est 2%. Calculez le pourcentage d'incertitude sur  $V$  à 12:00.

[3]

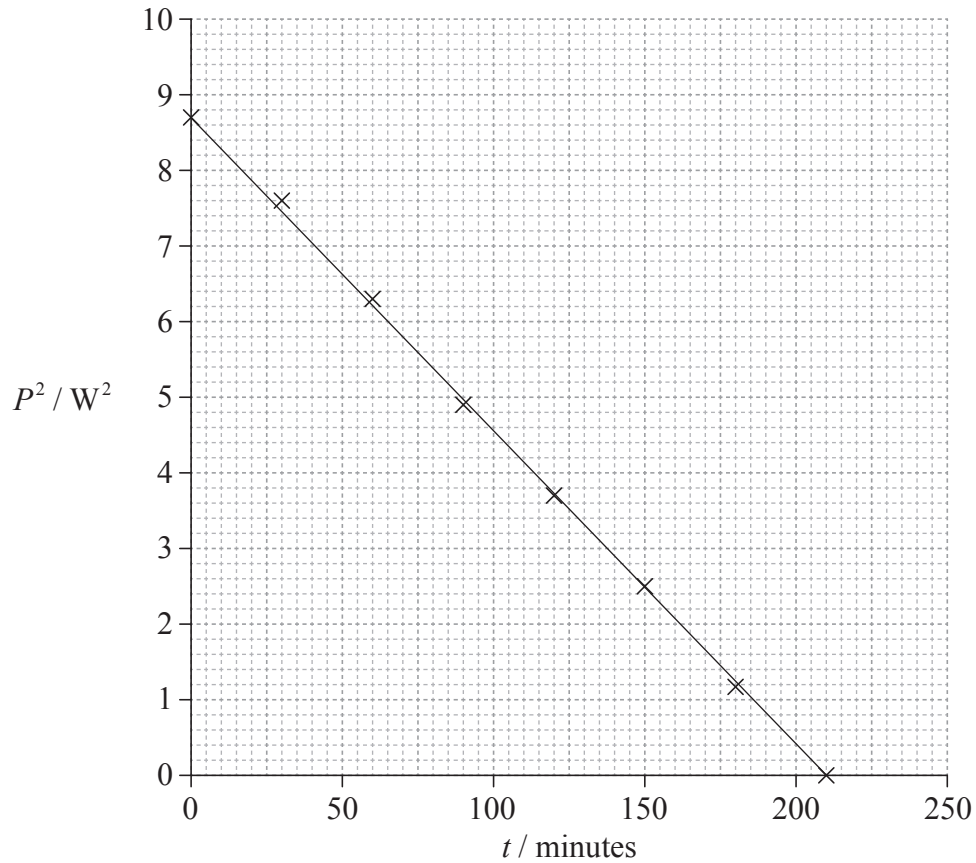
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (d) Plus tard dans la journée, on recueille un deuxième ensemble de données en commençant à  $t=0$ . La variation de  $P^2$  en fonction du temps  $t$  depuis le commencement de ce deuxième ensemble de données est montrée sur le graphique ci-dessous.



En utilisant le graphique, déterminez le rapport entre  $P^2$  et  $t$ .

[3]



2. Cette question porte sur l'énergie.

On verse du zinc fondu, à sa température de fusion, dans un moule en fer. Ce zinc fondu devient solide sans changer de température.

- (a) Résumez pourquoi une masse donnée de zinc fondu a une énergie interne plus grande que la même masse de zinc solide à la même température. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) On laisse le zinc refroidir dans le moule. La température du moule en fer était 20°C avant qu'on y ait versé le zinc fondu, à sa température de fusion. La température finale du moule en fer et du zinc solidifié est 89°C.

Les données suivantes sont disponibles.

Masse du moule en fer	= 12 kg
Masse du zinc	= 1,5 kg
Chaleur massique du fer	= 440 J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Chaleur latente de fusion du zinc	= 113 kJ kg <sup>-1</sup>
Température de fusion du zinc	= 420 °C

En utilisant ces données, déterminez la chaleur massique du zinc.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. Cette question porte sur l'énergie de liaison et le défaut de masse.

(a) Exprimez ce qu'on entend par défaut de masse.

[1]

.....

.....

.....

(b) (i) La masse nucléaire du nucléide hélium-3 ( ${}^3_2\text{He}$ ) est 3,014931 u. Montrez que l'énergie de liaison par nucléon pour ce nucléide est environ 2,6 MeV.

[2]

.....

.....

.....

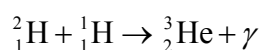
.....

.....

.....

(ii) L'énergie de liaison par nucléon pour le deutérium ( ${}^2_1\text{H}$ ) est 1,11 MeV. Calculez le changement d'énergie dans la réaction suivante.

[2]



.....

.....

.....

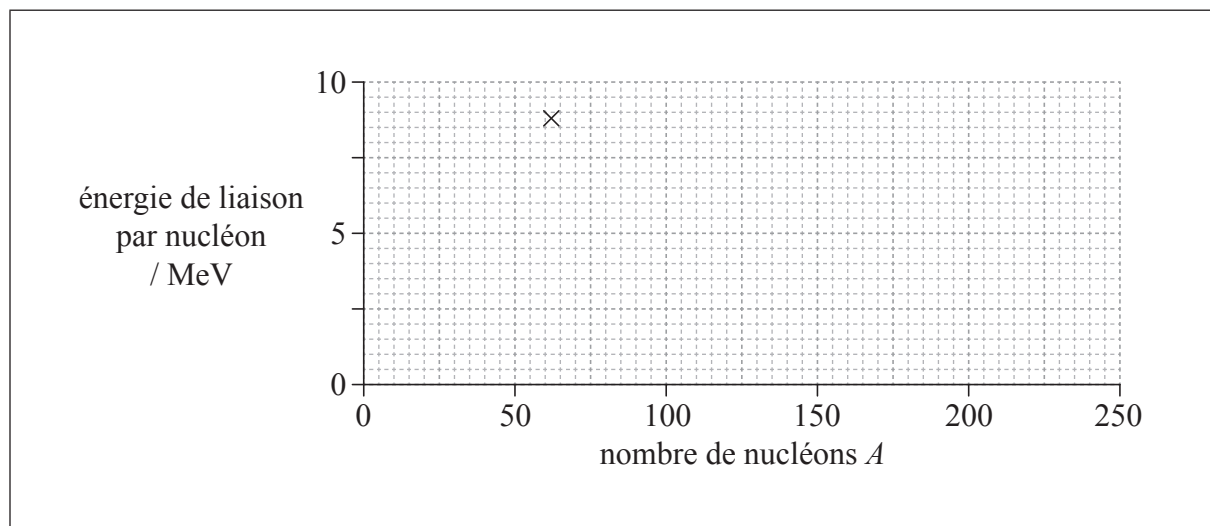
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 3)

- (iii) La croix sur le quadrillage montre l'énergie de liaison par nucléon et le nombre de nucléons  $A$  du nucléide nickel-62.



Sur le quadrillage, esquissez un graphique pour montrer comment l'énergie de liaison moyenne par nucléon varie en fonction du nombre de nucléons  $A$ .

[2]

- (iv) Exprimez et expliquez, en référence à votre graphique esquissé, si de l'énergie est libérée **ou** absorbée dans la réaction en (b)(ii).

[2]

.....

.....

.....

.....

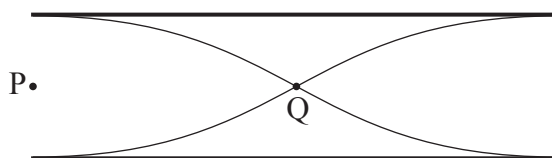
.....

.....



4. Cette question porte sur les ondes.

- (a) Le schéma ci dessous représente une onde stationnaire dans l'air dans un tuyau qui est ouvert aux deux extrémités.



Deux points dans ce tuyau sont légendés P et Q.

- (i) Exprimez la direction d'oscillation d'une molécule d'air au point P. [1]

- (ii) Comparez l'amplitude d'oscillation d'une molécule d'air au point P avec celle d'une molécule d'air au point Q. [2]

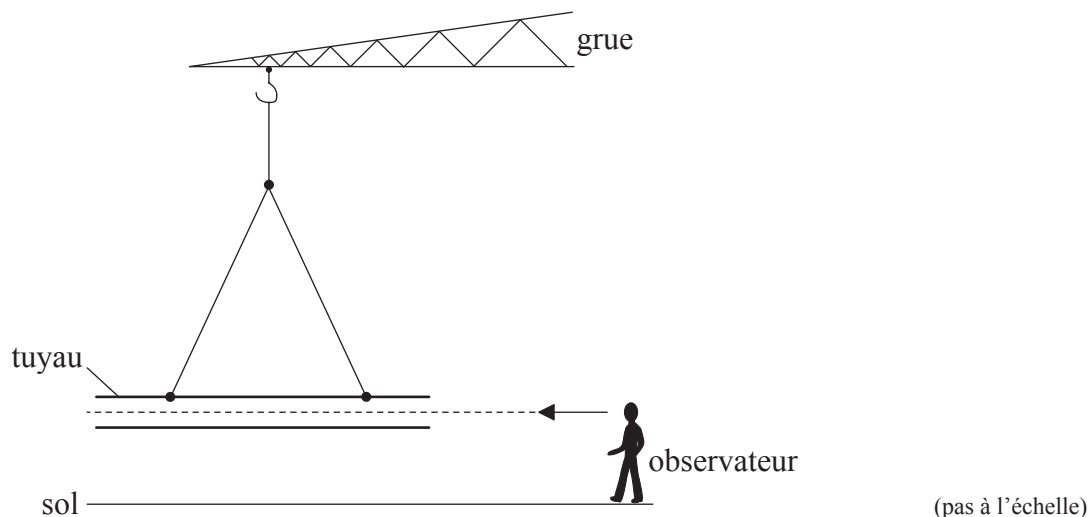
(Suite de la question à la page suivante)





(Suite de la question 4)

- (b) Un tuyau creux ouvert aux deux extrémités est suspendu juste au-dessus du sol sur un chantier de construction.



Du vent souffle en travers d'une extrémité de ce tuyau. Cela entraîne la formation d'une onde stationnaire dans l'air de ce tuyau, produisant le premier harmonique (fondamental). Ce tuyau a une longueur de 2,1 m et la vitesse du son dans l'air est  $330 \text{ m s}^{-1}$ .

Estimez la fréquence de l'onde stationnaire du premier harmonique (fondamental).

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question 4)*

- (c) Ce tuyau est maintenu immobile par la grue et un observateur court vers ce tuyau. Résumez comment la fréquence du son mesurée par cet observateur est différente de la fréquence du son émis par le tuyau.

[3]

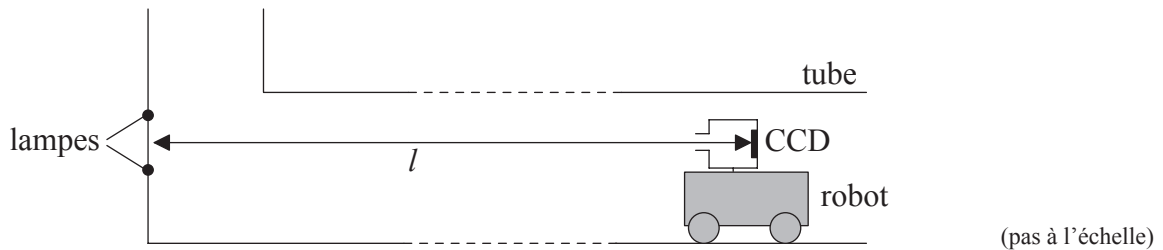
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



(Suite de la question 4)

- (d) Ce tuyau est joint à d'autres tuyaux de façon à former un tube continu qui est utilisé pour transporter les gaz. À une extrémité de ce tube se trouve une paire de lampes espacées de 60 mm qui guident un robot de soudage qui se déplace le long du tube. Ces lampes sont détectées par un dispositif de transfert de charge (CCD).



- (i) Les pixels carrés dans le CCD qui détecte la lumière ont une longueur de  $6,7 \times 10^{-4}$  mm sur chaque côté. Calculez le grossissement requis du CCD de manière à ce que des images de ces lampes puissent être résolues sur le CCD. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) En fait, la résolution de ce système est limitée par des effets de diffraction.

Le CCD a une ouverture d'un diamètre de 0,85 mm. Les lampes émettent une lumière d'une longueur d'onde de 450 nm. À une certaine distance  $l$  entre les lampes et le CCD, les images des lampes sont justes résolues selon le critère de Rayleigh. Déterminez  $l$ . [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

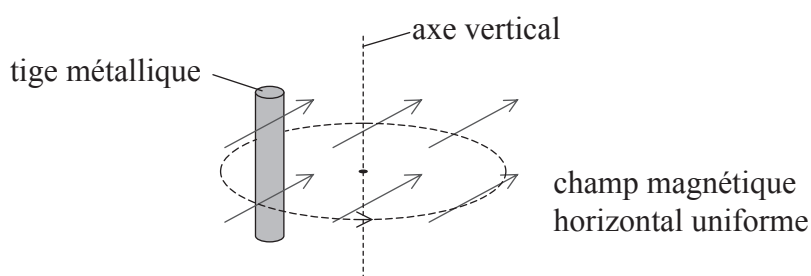


5. Cette question porte sur la production de f.é.m.

(a) Définissez *flux magnétique*.

[1]

(b) Une tige métallique verticale d'une longueur de 0,25 m se déplace dans un cercle horizontal autour d'un axe vertical dans un champ magnétique horizontal uniforme.



Cette tige métallique accomplit un cercle d'un rayon de 0,060 m en 0,020 s dans le champ magnétique d'une intensité de 61 mT.

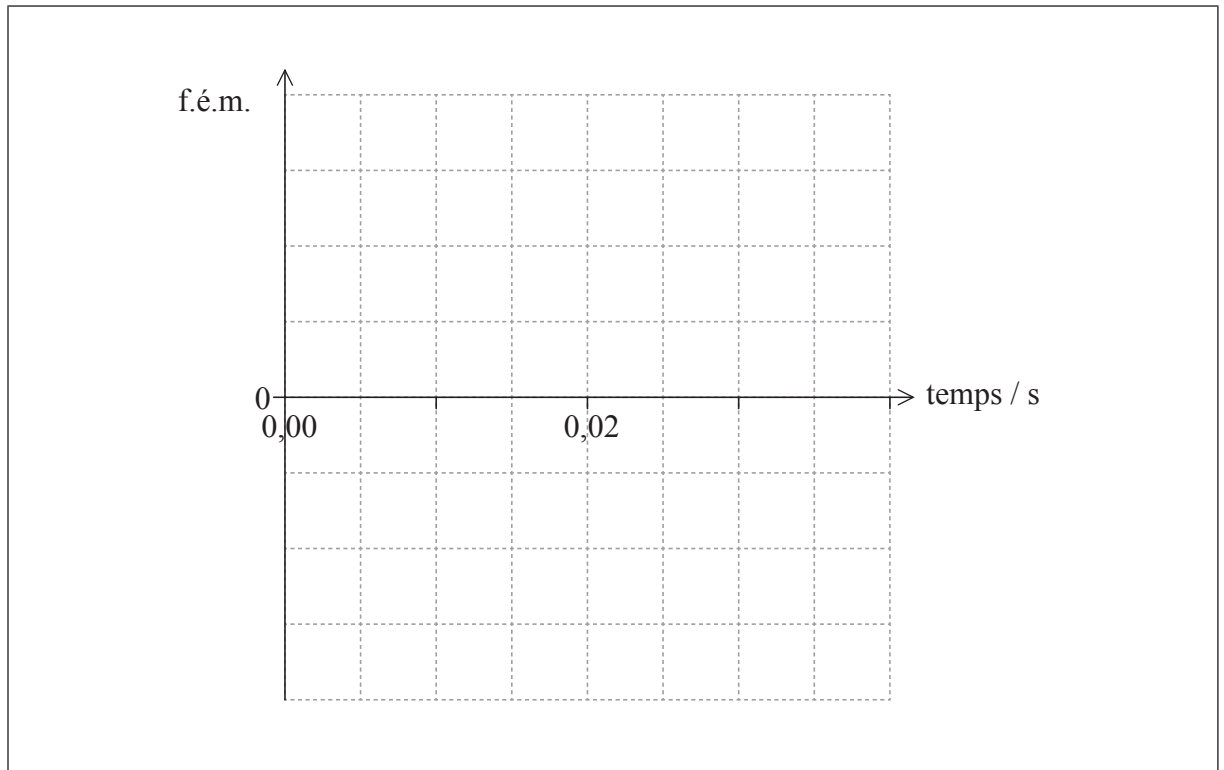
(i) Déterminez la f.é.m. maximum induite entre les extrémités de cette tige métallique. [3]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 5)

- (ii) En utilisant les axes, esquissez un graphique pour montrer la variation de la f.é.m. de cette tige métallique en fonction du temps. [2]



## 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'utilisation de sources d'énergie renouvelable. La **Partie 2** porte sur le potentiel gravitationnel de la Terre.

### Partie 1 Sources d'énergie renouvelable

- (a) Exprimez la différence entre les sources d'énergie renouvelable et non renouvelable. [1]

.....

.....

.....

- (b) On obtient de l'énergie électrique à partir d'une énergie marémotrice à la Rance en France.

De l'eau s'écoule de la mer dans un bassin fluvial pendant six heures puis elle retourne dans la mer depuis ce bassin pendant les six heures suivantes. L'eau s'écoule à travers des turbines et produit de l'énergie pendant ces deux périodes d'écoulement.

Les données suivantes sont disponibles.

Superficie du bassin fluvial	$= 22 \text{ km}^2$
Changement du niveau d'eau du bassin sur une durée de six heures	$= 6,0 \text{ m}$
Densité de l'eau	$= 1000 \text{ kg m}^{-3}$

- (i) Le bassin se vide pendant une période de six heures. Montrez qu'environ  $6000 \text{ m}^3$  d'eau s'écoulent à travers les turbines chaque seconde. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6, partie 1)

- (ii) Montrez que la puissance moyenne que l'eau peut fournir pendant cette période de six heures est environ 0,2 GW. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) La quantité d'énergie produite par la centrale marémotrice de la Rance se monte à  $5,4 \times 10^8$  kWh par an. Calculez le rendement global de cette centrale. Supposez que l'eau peut fournir tout le temps 0,2 GW. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6, partie 1)

- (c) L'utilisation de ressources énergétiques telles que la centrale marémotrice de la Rance pourrait remplacer l'utilisation de combustibles fossiles. Cela pourrait entraîner une augmentation de l'albédo moyen de la Terre.

- (i) Exprimez **deux** raisons pour lesquelles il faut donner l'albédo de la Terre comme une valeur moyenne. [2]

1.	.....
	.....
2.	.....
	.....

- (ii) Suggérez, en référence à l'effet de serre accentué, pourquoi la réduction de l'utilisation des combustibles fossiles pourrait entraîner une augmentation de l'albédo moyen de la Terre. [4]

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

(Suite de la question à la page 18)





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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



36EP17

**Tournez la page**

(Suite de la question 6 à la page 16)

**Partie 2** Potentiel gravitationnel de la Terre

- (d) Le tableau ci-dessous donne le potentiel gravitationnel  $V$  pour diverses distances  $r$  par rapport à la **surface** de la Terre. Le rayon de la Terre est  $6,4 \times 10^3$  km.

$V / 10^7 \text{ J kg}^{-1}$	$r / 10^3 \text{ km}$
–6,24	0
–3,84	4,0
–1,04	32

Montrez que ces données sont compatibles avec le fait que la Terre agit comme une masse ponctuelle avec sa masse concentrée en son centre.

[3]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6, partie 2)

- (e) Un satellite d'une masse de 780 kg est mis sur une orbite circulaire à  $4,0 \times 10^3$  km au-dessus de la surface de la Terre. Il est ensuite mis sur une orbite plus haute à  $3,2 \times 10^4$  km au-dessus de la surface.

Calculez, pour ce satellite tandis qu'il est mis de l'orbite la plus basse sur l'orbite la plus haute, le changement dans

- (i) l'énergie potentielle gravitationnelle.

[2]

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

- (ii) l'énergie cinétique.

[3]

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

- (iii) l'énergie totale.

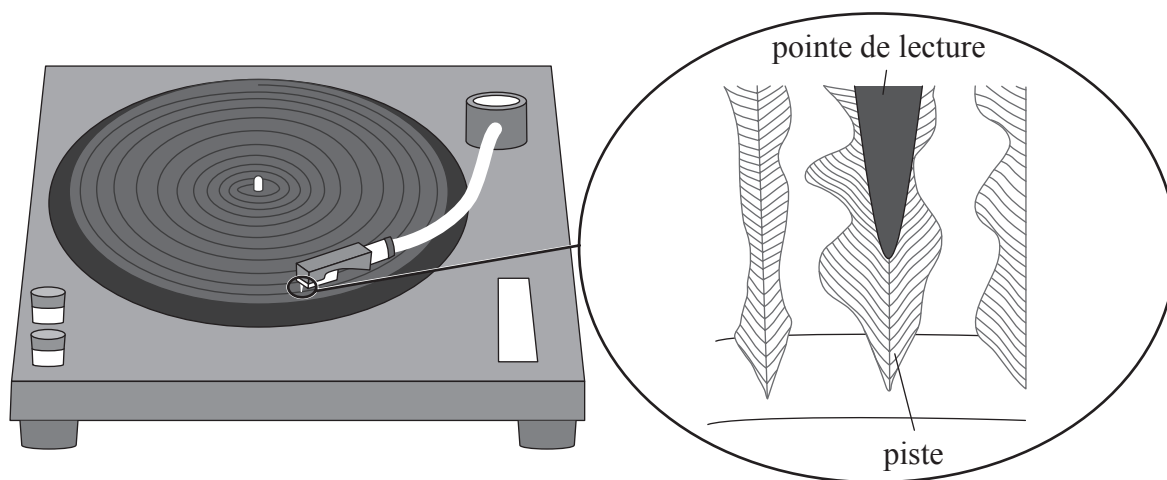
[3]

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



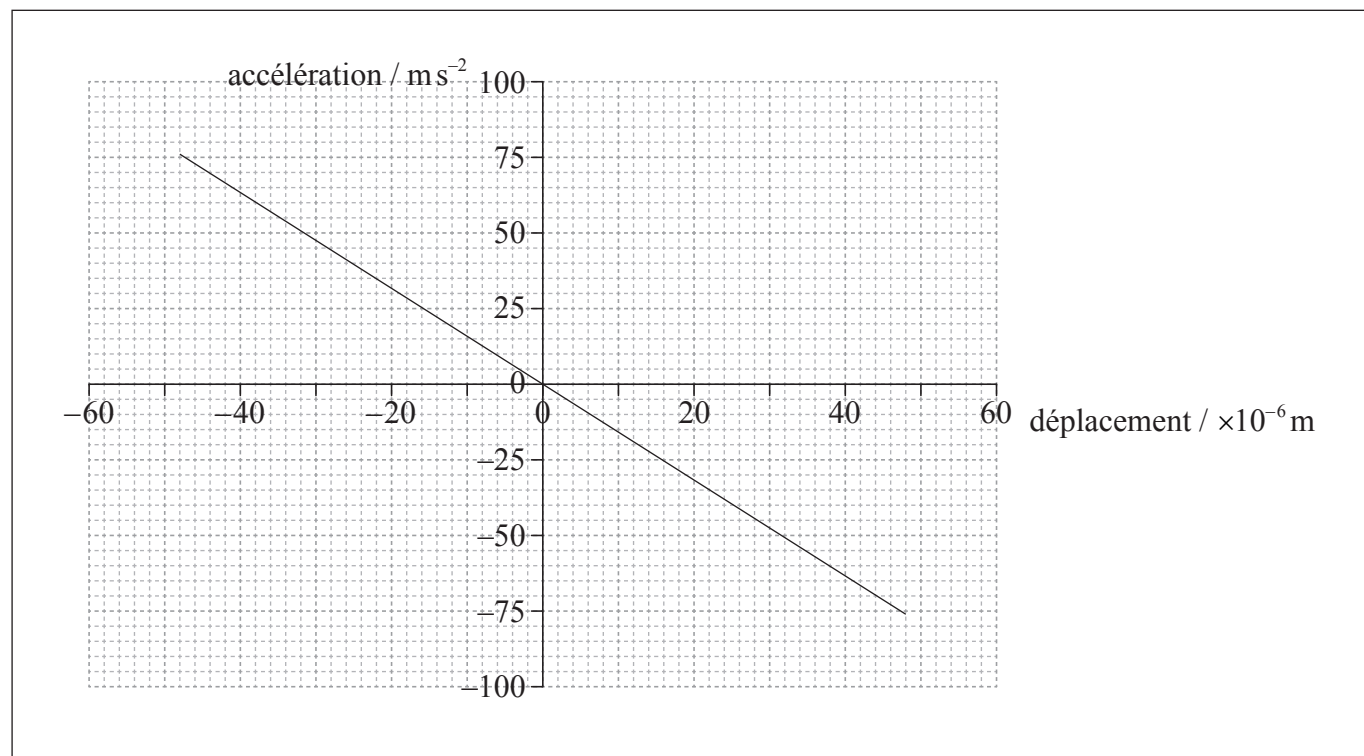
7. Cette question porte sur le mouvement harmonique simple (MHS) et le son.

Le schéma ci-dessous montre une section de piste continue d'un disque longue durée (33 tours). La pointe de lecture (l'aiguille) est placée dans la piste de ce disque.



Tandis que ce disque longue durée tourne, la pointe de lecture bouge à cause des changements dans la largeur et la position de la piste. Ces mouvements sont convertis en ondes sonores par un système électrique et un haut-parleur.

Un enregistrement d'une note musicale à une seule fréquence est lu. Le graphique ci-dessous montre la variation de l'accélération horizontale de la pointe de lecture en fonction du déplacement horizontal.



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (a) Expliquez pourquoi le graphique montre que la pointe de lecture subit un mouvement harmonique simple. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) En utilisant le graphique page 20, montrez que la fréquence de la note lue est environ 200 Hz. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) (i) La masse de la pointe de lecture est  $5,5 \times 10^{-4}$  kg. Déterminez l'énergie cinétique maximum de la pointe de lecture. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sur le graphique page 20, identifiez, avec la lettre P, la position de la pointe de lecture dans laquelle l'énergie cinétique est à un maximum. [1]

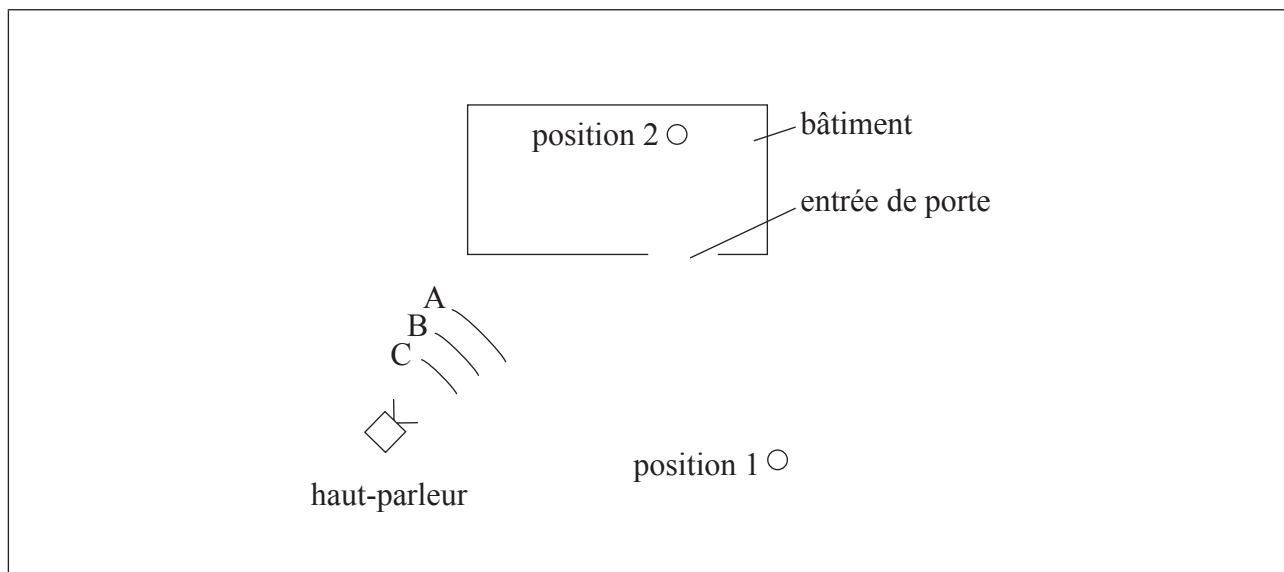
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (d) Le son provenant du disque longue durée est envoyé à un haut-parleur qui se trouve à l'extérieur d'un bâtiment. Ce haut-parleur émet une onde sonore qui a la même fréquence que la note enregistrée.

Une personne se trouvant dans la position 1 à l'extérieur de ce bâtiment et une personne se trouvant dans la position 2 à l'intérieur de ce bâtiment entendent toutes deux le son émis par le haut-parleur.



A, B et C sont des fronts d'onde émis par le haut-parleur.

- (i) Dessinez des rayons pour montrer comment la personne dans la **position 1** est capable d'entendre le son émis par le haut-parleur. [1]
- (ii) La vitesse du son dans l'air est  $330 \text{ m s}^{-1}$ . Calculez la longueur d'onde de cette note. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (iii) L'entrée de porte dans le bâtiment a 1,5 m de largeur. Les murs internes du bâtiment sont conçus de façon à absorber tout le son. Expliquez comment la personne dans la **position 2** est capable d'entendre le son émis par le haut-parleur. [3]

.....

.....

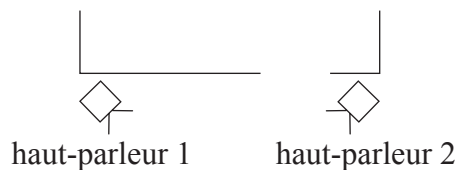
.....

.....

.....

.....

- (e) On change la disposition en (d) et on ajoute un autre haut-parleur. Les deux haut-parleurs émettent la même note enregistrée en phase l'un avec l'autre.



Résumez pourquoi il y a des positions entre les haut-parleurs dans lesquelles on ne peut entendre le son que faiblement. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (f) Le disque longue durée est un dispositif de stockage analogique. Exprimez **un** autre exemple d'un dispositif qui stocke des informations radio sous une forme analogique et résumez la façon dont il stocke les informations. [2]

.....

.....

.....

.....

- (g) Le disque numérique polyvalent (DVD) stocke à la fois des informations audio et vidéo sous une forme numérique. Les images vidéo sont recueillies par l'intermédiaire d'un dispositif de transfert de charge (CCD) dans lequel une lumière incidente entraîne le stockage de la charge sur un ensemble de pixels. Décrivez comment on peut obtenir un signal numérique stocké de l'image à partir des pixels. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la Section B à la page 26)





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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



36EP25

**Tournez la page**

(Suite de la Section B à la page 24)

8. Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur les piles électriques. La **Partie 2** porte sur atomes.

**Partie 1** Piles électriques

- (a) Les piles utilisées pour fournir de l'énergie à de petits dispositifs électriques contiennent à la fois des conducteurs et des isolants. Les piles ont aussi la propriété d'une résistance interne.

- (i) Distinguez entre un isolant et un conducteur.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Résumez ce qu'on entend par la résistance interne d'une pile.

[2]

.....

.....

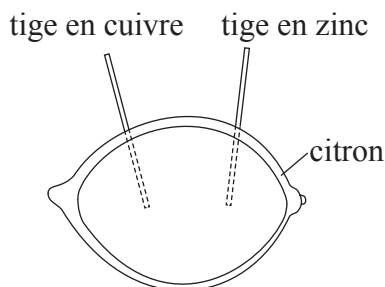
.....

.....

.....

.....

- (b) On peut utiliser un citron pour faire une pile électrique en poussant une tige en cuivre et une tige en zinc dans ce citron.



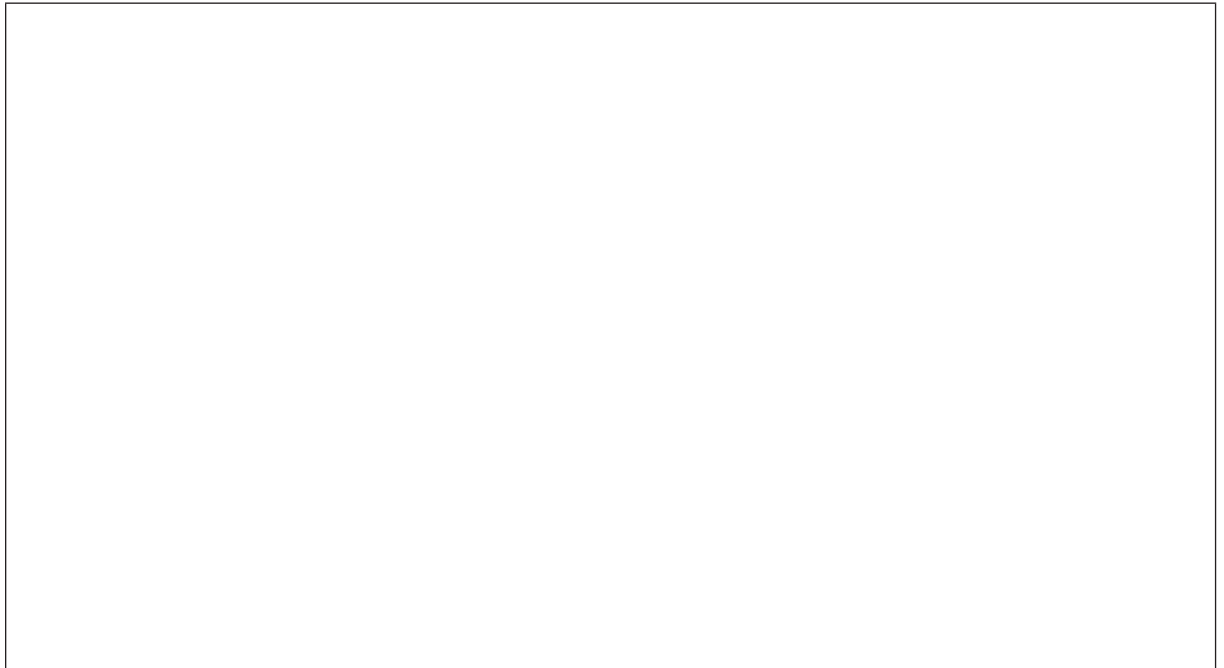
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 1)

Un élève construit une pile citron et la connecte dans un circuit électrique avec une résistance variable. Cet élève mesure la différence de potentiel  $V$  sur le citron et le courant  $I$  dans le citron.

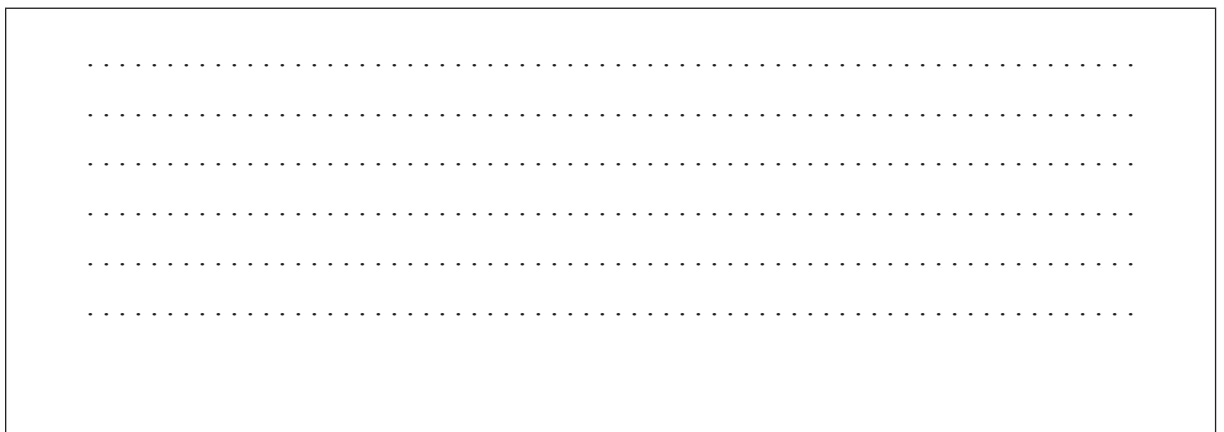
- (i) Dessinez un schéma de circuit de l'agencement expérimental qui permettra à cet élève de recueillir des données pour le graphique. [2]



- (ii) Montrez que la différence de potentiel  $V$  sur le citron est donnée par

$$V = E - Ir$$

où  $E$  est la f.é.m. de la pile citron et  $r$  est la résistance interne de la pile citron. [2]

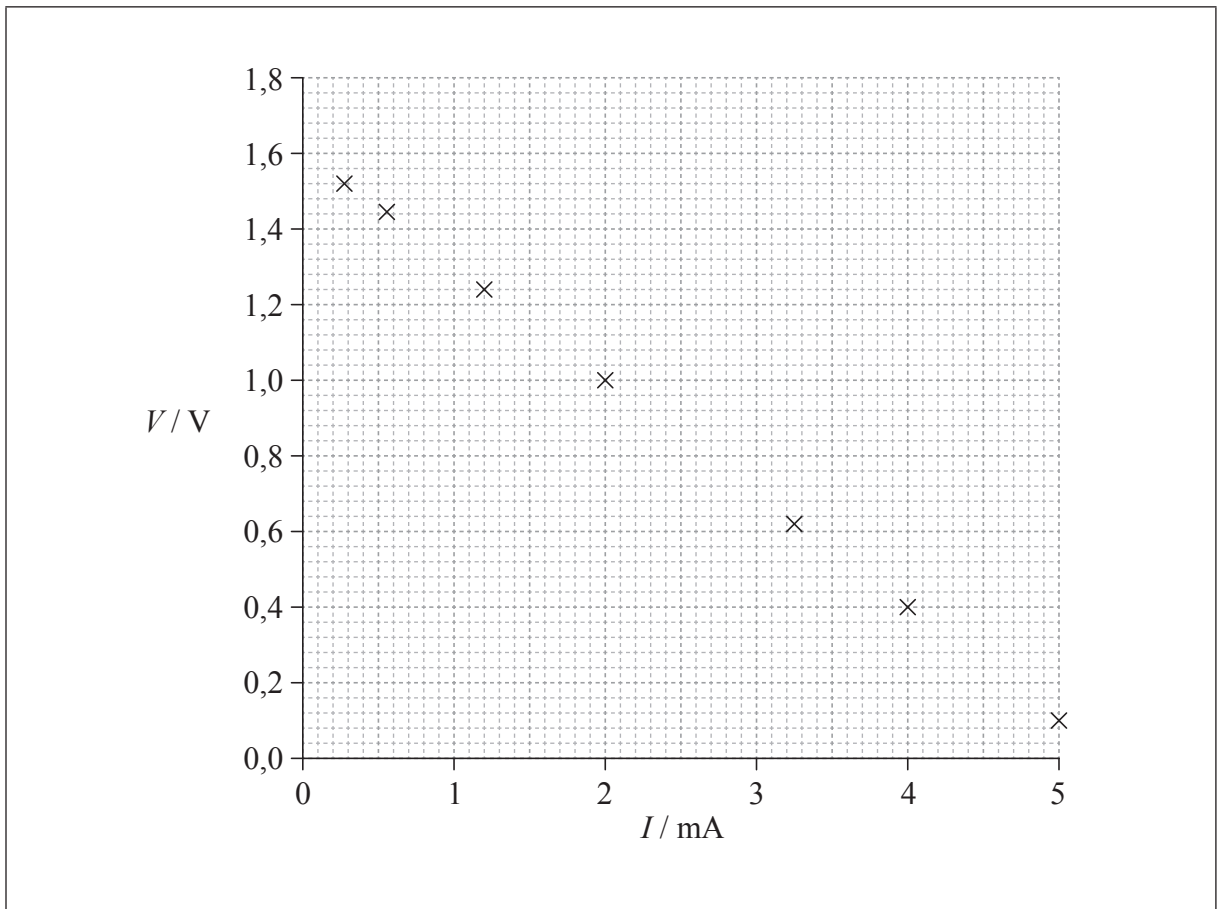


(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 1)

(iii) Le graphique ci-dessous montre comment  $V$  varie en fonction de  $I$ .



En utilisant le graphique, estimez la f.é.m. de la pile citron.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 1)

- (iv) Déterminez la résistance interne de la pile citron. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (v) On utilise cette pile citron pour fournir de l'énergie à une horloge numérique qui a besoin d'un courant de  $6,0\mu\text{A}$ . Cette horloge marche pendant 16 heures. Calculez la charge qui s'écoule à travers cette horloge pendant ce temps. [1]

.....

.....

.....

- (vi) Calculez l'énergie transférée par la pile citron en 16 heures. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

**Partie 2 Atomes**

- (c) Exprimez ce qu'on entend par l'effet photoélectrique. [1]

.....

.....

.....

- (d) Une émission photoélectrique se produit lorsqu'un rayonnement ultraviolet est incident sur la surface du mercure mais pas lorsqu'une lumière visible est incidente sur ce métal. Une émission photoélectrique se produit lorsqu'une lumière visible de toutes les longueurs d'onde est incidente sur du césium.

- (i) Suggérez pourquoi le travail d'extraction pour le césium est plus petit que celui du mercure. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Un rayonnement ultraviolet d'une longueur d'onde de 210nm est incident sur la surface du mercure. Le travail d'extraction pour le mercure est 4,5 eV. Déterminez l'énergie cinétique maximum des photoélectrons émis. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8, partie 2)

- (e) Expliquez comment des niveaux d'énergie discrète se produisent dans le modèle de « l'électron dans une boîte » de l'atome. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (f) Il est impossible de déterminer exactement l'emplacement de l'électron dans un atome d'hydrogène. Résumez comment cet énoncé est compatible avec le modèle de Schrödinger de l'atome d'hydrogène. [3]

.....

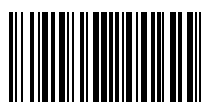
.....

.....

.....

.....

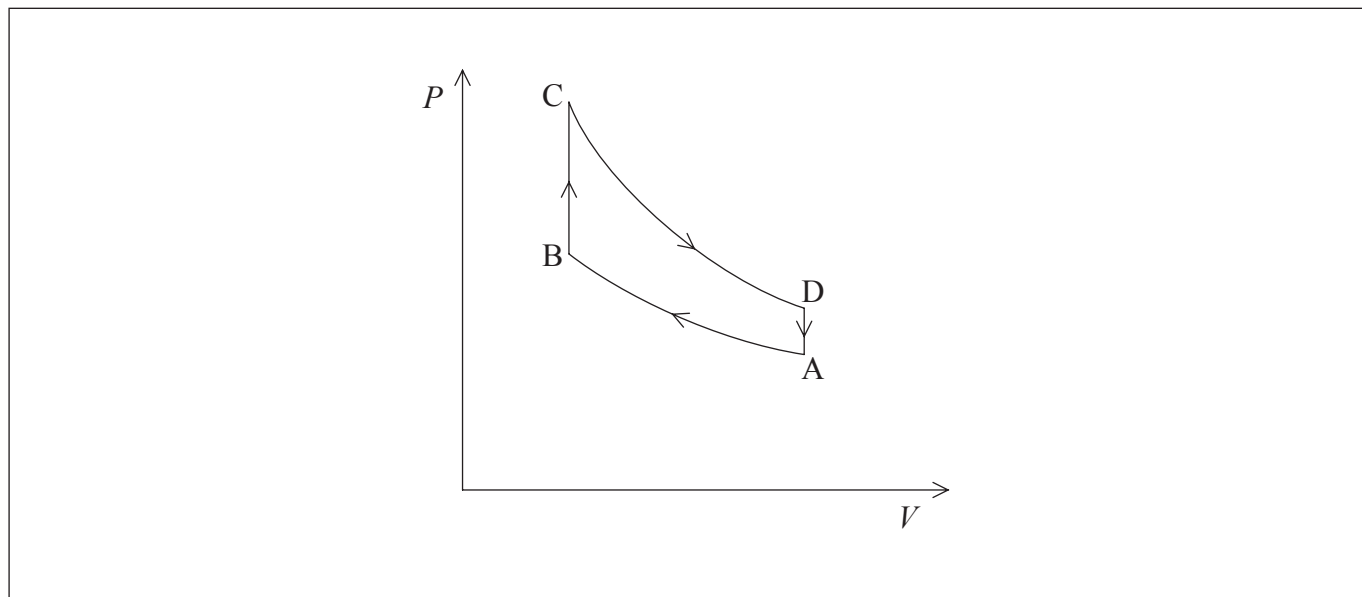
.....



9. Cette question porte sur la thermodynamique du moteur d'une voiture et sur la dynamique de cette voiture.

Le moteur d'une voiture consiste en quatre cylindres. Dans chacun de ces cylindres, un mélange air-carburant explose pour fournir une puissance au moment approprié dans le cycle.

Le diagramme ci-dessous modélise la variation de la pression  $P$  en fonction du volume  $V$  pour un cycle du gaz, ABCDA, dans un des cylindres de ce moteur. Le gaz dans ce cylindre a une masse fixe et on peut supposer qu'il est parfait.



- (a) Au point A dans le cycle, le mélange air-carburant est à  $18^{\circ}\text{C}$ . Pendant la transformation AB, le gaz est comprimé à 0,046 de son volume d'origine et la pression augmente d'un facteur de 40. Calculez la température du gaz au point B. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)





(Suite de la question 9)

- (b) Exprimez la nature du changement qui a lieu dans le gaz pendant la transformation BC dans le cycle. [1]

.....

.....

- (c) La transformation CD est un changement adiabatique. Discutez, en référence au premier principe de la thermodynamique, le changement de température du gaz dans le cylindre pendant la transformation CD. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Expliquez comment on peut utiliser le diagramme pour calculer le travail net effectué pendant un cycle. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

- (e) Cette voiture se déplace à sa vitesse maximum de  $56 \text{ ms}^{-1}$ . À cette vitesse, l'énergie fournie par le carburant injecté dans un cylindre dans chaque cycle est  $9200 \text{ J}$ . Un litre de carburant fournit  $56 \text{ MJ}$  d'énergie.

- (i) Calculez le volume de carburant injecté dans un cylindre pendant un cycle.

[1]

.....

.....

.....

- (ii) Chacun des quatre cylindres accomplit un cycle 18 fois chaque seconde. Calculez la distance que cette voiture peut couvrir avec un litre de carburant à une vitesse de  $56 \text{ ms}^{-1}$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (f) Cette voiture accélère uniformément le long d'une route droite horizontale d'une vitesse initiale de  $12 \text{ ms}^{-1}$  à une vitesse finale de  $28 \text{ ms}^{-1}$  sur une distance de  $250 \text{ m}$ . La masse de cette voiture est  $1200 \text{ kg}$ . Déterminez le taux auquel le moteur fournit une énergie cinétique à la voiture tandis qu'elle accélère.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

(g) Plus tard, cette voiture se déplace le long de la route droite horizontale à sa vitesse maximum de  $56 \text{ m s}^{-1}$ . La puissance devant être fournie au niveau des roues est  $0,13 \text{ MW}$ .

(i) Calculez la force résistive totale agissant sur cette voiture lorsqu'elle se déplace à une vitesse constante de  $56 \text{ m s}^{-1}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) La masse de cette voiture est  $1200 \text{ kg}$ . La force résistive  $F$  est reliée à la vitesse  $v$  par  $F \propto v^2$ . En utilisant votre réponse à la question (g)(i), déterminez l'accélération théorique maximum de cette voiture à une vitesse de  $28 \text{ m s}^{-1}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

(h) Un conducteur déplace cette voiture sur un trajet circulaire horizontal d'un rayon de 200 m. Chacun des quatre pneus n'adhérera plus à la route si la force de frottement entre le pneu et la route devient inférieure à 1500 N.

(i) Calculez la vitesse maximum de cette voiture à laquelle elle peut continuer de se déplacer sur ce trajet circulaire. Supposez que le rayon de ce trajet est le même pour chaque pneu. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Tandis que cette voiture se déplace autour du cercle, les passagers dans la voiture ont la sensation d'être poussés vers l'extérieur. Résumez comment la première loi de Newton explique cette sensation. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

