



22076523

**PHYSIQUE**  
**NIVEAU MOYEN**  
**ÉPREUVE 2**

Mercredi 2 mai 2007 (après-midi)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	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 toute la section A dans les espaces prévus à cet effet.
- Section B : répondez à une question de la section B dans les espaces prévus à cet effet.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les numéros des questions auxquelles vous avez répondu dans la case prévue à cet effet sur la page de couverture.



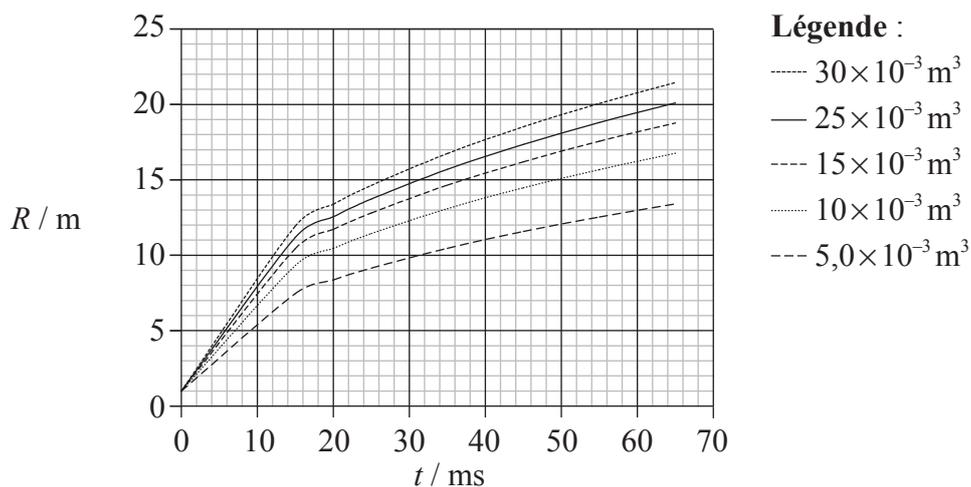
### SECTION A

Répondez à **toutes** les questions dans les espaces prévus à cet effet.

**A1.** Cette question porte sur une recherche relative à une boule de feu produite lors d'une explosion.

Lorsqu'un feu brûle dans un espace confiné, ce feu peut quelquefois se propager très rapidement sous la forme d'une boule de feu circulaire. Il est très important pour les sapeurs-pompiers de connaître la vitesse à laquelle ces boules de feu peuvent se propager. Afin de pouvoir prédire cette vitesse, une série d'expériences contrôlées a été réalisée au cours desquelles on a enflammé une quantité connue de pétrole (essence) contenue dans un bidon.

Le rayon  $R$  de la boule de feu résultante produite par l'explosion d'une certaine quantité d'essence dans un bidon fut mesuré en fonction du temps  $t$ . Les résultats de cette expérience pour cinq volumes différents d'essence sont tracés sur le graphique ci-dessous. (Les incertitudes sur les données ne sont pas indiquées.)



(a) L'hypothèse initiale était que, pour un volume donné d'essence, le rayon  $R$  de la boule de feu serait directement proportionnel au temps  $t$  après l'explosion. Exprimez **deux** raisons pour lesquelles les données tracées ne soutiennent pas cette hypothèse. [2]

1. ....
- .....
2. ....
- .....

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question A1)*

- (b) L'incertitude sur le rayon est  $\pm 0,5$  m. L'adjonction de barres d'erreur aux points de données montrerait qu'il y a en fait une erreur systématique sur les données tracées. Suggérez **une** raison pour cette erreur systématique. [2]

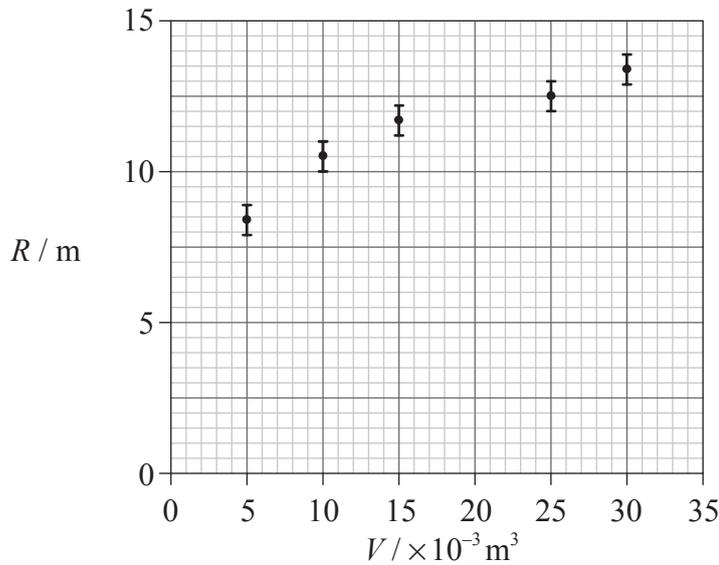
.....  
.....  
.....  
.....

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



(Suite de la question A1)

- (c) Il est connu que l'énergie libérée lors de l'explosion est proportionnelle au volume initial d'essence. Une hypothèse faite par les expérimentateurs est que, à un temps donné, le rayon de la boule de feu est proportionnel à l'énergie  $E$  libérée par l'explosion. Afin de tester cette hypothèse, le rayon  $R$  de la boule de feu 20 ms après l'explosion fut tracé sur le graphique en fonction du volume initial  $V$  d'essence ayant causé la boule de feu. Le graphique obtenu est montré ci-dessous.



Les incertitudes sur  $R$  ont été incluses. L'incertitude sur le volume d'essence est négligeable.

- (i) Décrivez comment les données pour le graphique ci-dessus sont obtenues à partir du graphique dans (a). [1]

.....

.....

- (ii) Dessinez la droite d'ajustement pour les points de données. [2]

- (iii) Expliquez si les données tracées avec les barres d'erreur soutiennent l'hypothèse que  $R$  est proportionnel à  $V$ . [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A1)

- (d) L'analyse montre que la relation entre le rayon  $R$ , l'énergie  $E$  libérée et le temps  $t$  est en fait donnée par

$$R^5 = Et^2.$$

Utilisez les données du graphique fourni en (c) pour déduire que l'énergie libérée par la combustion de  $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  d'essence est environ 30 MJ.

[4]

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



**A2.** Cette question porte sur les circuits électriques.

(a) (i) Définissez f.é.m. et exprimez la loi d'Ohm. [2]

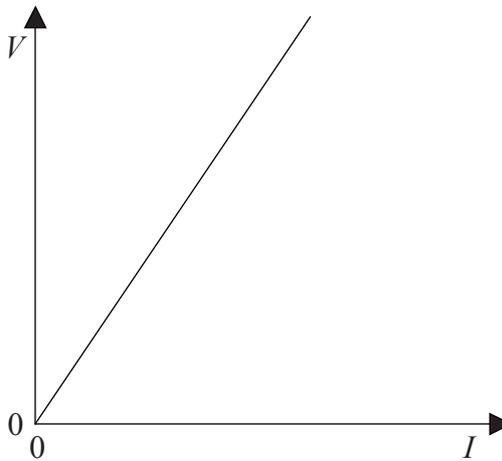
f.é.m. : .....

.....

Loi d'Ohm : .....

.....

(ii) Le graphique ci-dessous montre la caractéristique  $I-V$  d'un composant électrique particulier.



Exprimez comment la résistance de ce composant est déterminée à partir de ce graphique. [1]

.....

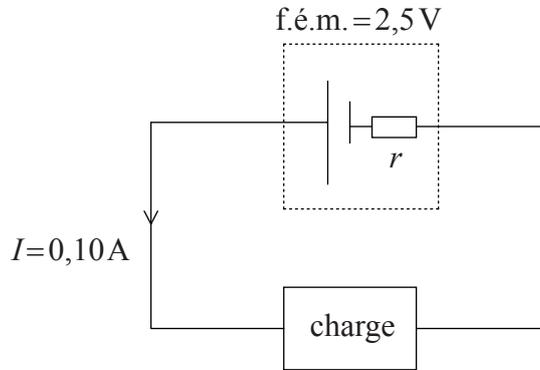
.....

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



(Suite de la question A2)

- (b) Dans le circuit ci-dessous, un dispositif électrique (une charge) est connecté en série avec une pile de f.é.m. de 2,5 V et de résistance interne  $r$ . Le courant  $I$  dans le circuit est de 0,10 A.



La puissance dissipée dans la charge est 0,23 W.

Calculez

- (i) la puissance totale de la pile. [1]

.....  
.....

- (ii) la résistance de la charge. [2]

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

- (iii) la résistance interne  $r$  de la pile. [2]

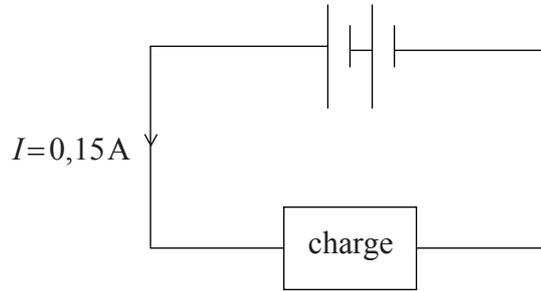
.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (c) Une deuxième pile identique est connectée dans le circuit fourni en (b), comme montré ci-dessous.



Le courant dans ce circuit est de 0,15 A. Déduisez que la charge est un dispositif non ohmique.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Page vierge



**SECTION B**

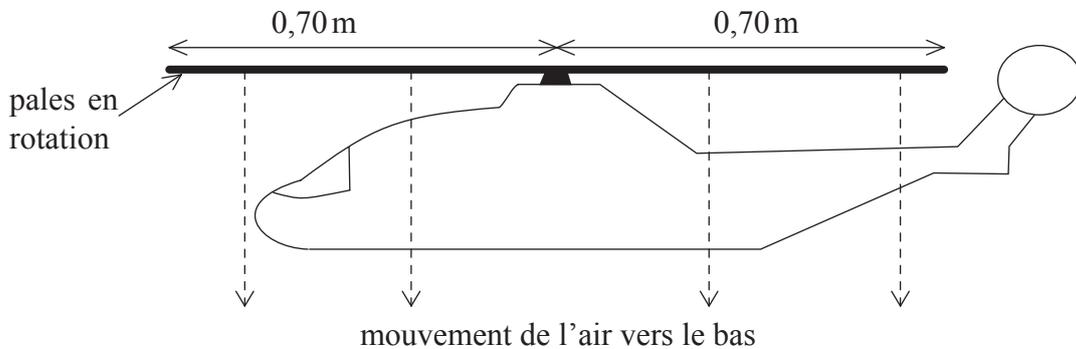
Cette section comprend trois questions : B1, B2 et B3. Répondez à **une** question.

**B1.** Cette question porte sur les lois du mouvement de Newton, sur la dynamique d'un modèle réduit d'hélicoptère et sur le moteur qui lui fournit son énergie.

(a) Expliquez comment la troisième loi de Newton mène au concept de la conservation de la quantité de mouvement dans la collision entre deux objets dans un système isolé. [4]

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

(b) Le schéma ci-dessous illustre un modèle réduit d'hélicoptère qui est en vol stationnaire dans une position fixe.



Les pales en rotation de l'hélicoptère chassent une colonne d'air vers le bas. Expliquez comment cela peut permettre à l'hélicoptère de rester stationnaire. [3]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

- (c) La longueur de chaque pale de l'hélicoptère est de 0,70 m. Déduisez que la surface que les pales balayent lorsqu'elles tournent est de  $1,5 \text{ m}^2$ . (Surface d'un cercle =  $\pi r^2$ ) [1]

.....  
 .....

- (d) Pour l'hélicoptère en vol stationnaire en (b), on suppose que tout l'air en dessous des pales est chassé verticalement vers le bas avec la même vitesse de  $4,0 \text{ m s}^{-1}$ . Aucun autre air n'est perturbé.

La densité de l'air est de  $1,2 \text{ kg m}^{-3}$ .

Calculez, pour l'air chassé vers le bas par les pales en rotation,

- (i) la masse par seconde. [2]

.....  
 .....

- (ii) la vitesse de variation de la quantité de mouvement. [1]

.....  
 .....

- (e) Exprimez la grandeur de la force que l'air situé sous les pales exerce sur les pales. [1]

.....

- (f) Calculez la masse de l'hélicoptère et sa charge. [2]

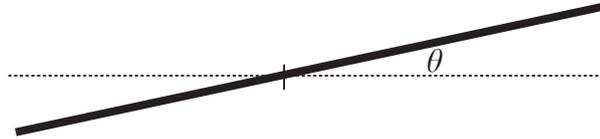
.....  
 .....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

- (g) Pour que l'hélicoptère puisse se déplacer vers l'avant, on fait s'incliner les pales de l'hélicoptère d'un angle  $\theta$  par rapport à l'horizontale, comme montré schématiquement ci-dessous.



Lorsqu'il se déplace vers l'avant, l'hélicoptère ne se déplace pas verticalement vers le haut ou vers le bas. Dans l'espace prévu ci-dessous, tracez un diagramme des forces qui montre les forces agissant sur les pales de l'hélicoptère au moment où l'hélicoptère commence à se déplacer vers l'avant. Sur votre diagramme, indiquez l'angle  $\theta$ .

[4]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

- (h) Utilisez votre diagramme de la partie (g) ci-contre pour expliquer pourquoi une force  $F$  vers l'avant agit maintenant sur l'hélicoptère et déduisez que l'accélération initiale  $a$  de l'hélicoptère est donnée par

$$a = g \tan \theta$$

$g$  étant l'accélération de chute libre.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (i) Suggérez pourquoi, même si la force  $F$  vers l'avant ne varie pas, l'accélération de l'hélicoptère diminuera alors qu'il se déplace vers l'avant.

[2]

.....

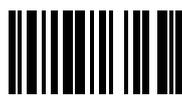
.....

.....

.....



Page vierge



**B2.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur les ondes stationnaires et la résonance. La **Partie 2** porte sur la désintégration radioactive.

**Partie 1** Ondes stationnaires et résonance

(a) Exprimez **deux** façons dont une onde stationnaire diffère d'une onde continue. [2]

- 1. ....  
.....
- 2. ....  
.....

(b) Exprimez le principe de superposition appliqué aux ondes. [2]

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

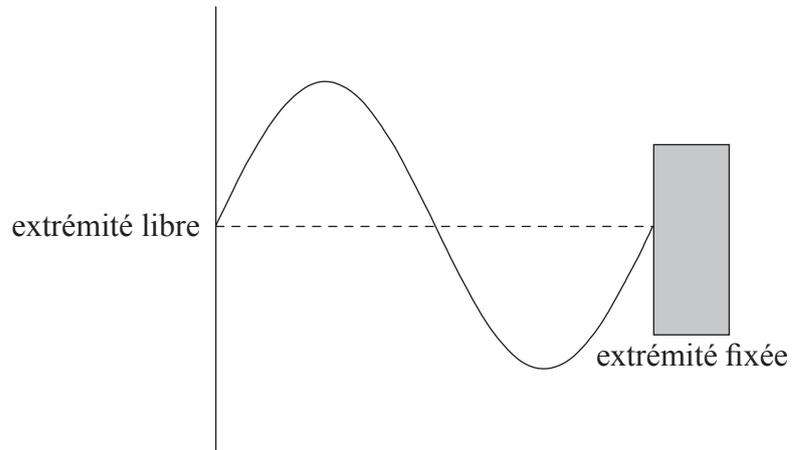
*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question B2, partie 1)

- (c) Une corde tendue est fixée à une extrémité. L'autre extrémité est soumise à des vibrations continues de façon à produire une onde le long de la corde. Cette onde est réfléchiée à l'extrémité fixée et il en résulte qu'une onde stationnaire est établie dans la corde.

Le schéma ci-dessous montre le déplacement de la corde au temps  $t=0$ . La ligne en tirets montre la position d'équilibre de la corde.

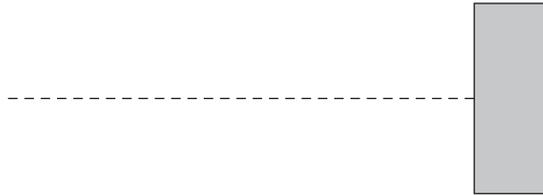


(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B2, partie 1)

- (i) La période d'oscillation de la corde est  $T$ . Sur les schémas ci-dessous, dessinez des esquisses du déplacement de la corde au temps  $t = \frac{T}{4}$  et au temps  $t = \frac{T}{2}$ . [2]

$$t = \frac{T}{4}$$



$$t = \frac{T}{2}$$



- (ii) Utilisez vos esquisses de la partie (i) de la question pour expliquer pourquoi l'onde dans la corde semble être stationnaire. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 1)

(d) Les ondes stationnaires sont souvent associées au phénomène de résonance.

(i) Décrivez ce qu'on entend par *résonance*. [2]

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

(ii) Le 19 septembre 1985, un tremblement de terre se produisit à Mexico City. De nombreux immeubles d'environ 80 m de haut s'effondrèrent alors que des immeubles qui étaient plus hauts ou plus petits ne furent pas endommagés. Utilisez les données indiquées ci-dessous pour suggérer une raison pour cela. [3]

période d'oscillation d'un immeuble de 80 m de haut = 2,0 s  
vitesse des ondes du tremblement de terre =  $6,0 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$   
longueur d'onde moyenne des ondes =  $1,2 \times 10^4 \text{ m}$

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

**Partie 2** Désintégration radioactive

(a) Le nombre de nucléons (nombre de masse) d'un isotope stable d'argon est 36 et celui d'un isotope radioactif d'argon est 39.

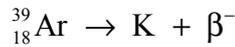
(i) Exprimez ce qu'on entend par un *nucléon*. [1]

.....  
.....

(ii) Expliquez, en termes du nombre de nucléons et des forces qui s'exercent entre eux, pourquoi l'argon-36 est stable et l'argon-39 est radioactif. [4]

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

(b) Un noyau particulier d'argon-39 subit la désintégration exprimée par l'équation de réaction nucléaire ci-dessous.



(i) Exprimez le nombre de protons (nombre atomique) et le nombre de nucléons (nombre de masse) du noyau de potassium (K). [2]

Nombre de protons : .....

Nombre de nucléons : .....

(ii) Utilisez les données ci-dessous pour déterminer l'énergie maximum, en J, de la particule  $\beta^{-}$  dans la désintégration d'un échantillon d'argon-39. [3]

Masse du noyau d'argon-39 = 38,96431 u

Masse du noyau K = 38,96370 u

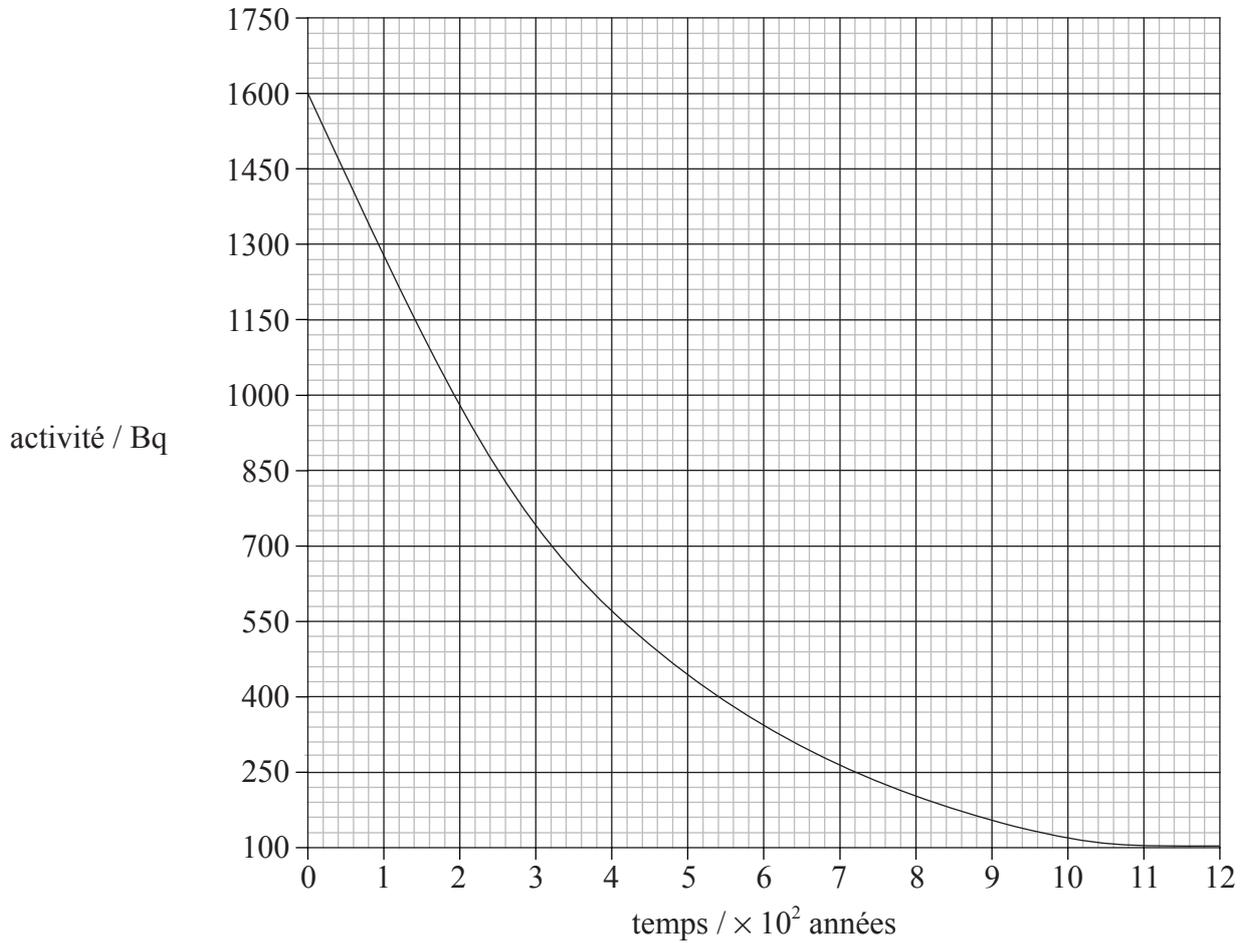
.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2, partie 2)

- (c) Le graphique ci-dessous montre la variation de l'activité  $A$  d'un échantillon d'argon-39 en fonction du temps  $t$ .



Utilisez ce graphique pour déterminer la demi-vie de l'argon-39. Expliquez votre raisonnement.

[2]

.....

.....

.....

.....



**B3.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur les gaz et les liquides. La **Partie 2** porte sur la conduction électrique et sur la force exercée sur un conducteur placé dans un champ magnétique.

**Partie 1** Gaz et liquides

(a) Décrivez **deux** différences, en termes de structure moléculaire, entre un gaz et un liquide. [2]

1. ....  
.....

2. ....  
.....

(b) La température d'un gaz parfait est une mesure de l'énergie cinétique moyenne des molécules de ce gaz. Expliquez pourquoi l'énergie cinétique **moyenne** est spécifiée. [2]

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

(c) Définissez *capacité calorifique (thermique)*. [1]

.....  
.....

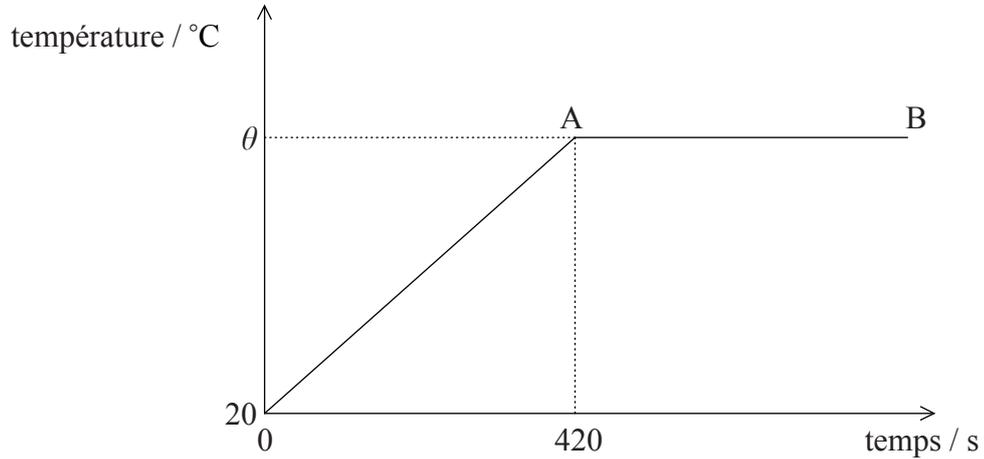
*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question B3, partie 1)

- (d) De l'eau est chauffée à un régime constant dans un récipient dont la capacité calorifique est négligeable. Ce récipient est isolé thermiquement de l'environnement.

Le graphique esquisé ci-dessous montre la variation de la température de l'eau en fonction du temps.



Les données suivantes sont disponibles :

- masse initiale de l'eau = 0,40 kg
- température initiale de l'eau = 20 °C
- régime auquel l'eau est chauffée = 300 W
- chaleur massique de l'eau =  $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$

- (i) Exprimez la raison pour laquelle la température est constante dans la région A→B. [1]

.....

.....

- (ii) Calculez la température θ à laquelle l'eau commence à bouillir. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question B3, partie 1)*

- (e) Toute l'eau est vaporisée  $3,0 \times 10^3$  s après qu'elle ait commencé à bouillir. Déterminez une valeur pour la chaleur latente  $L$  de vaporisation de l'eau. [2]

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

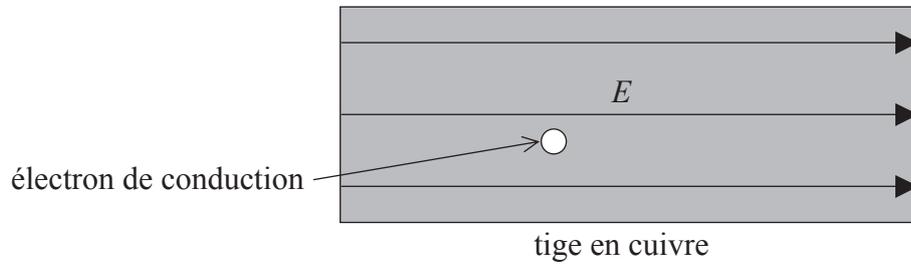
*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question B3)

**Partie 2** La conduction électrique et la force exercée sur un conducteur placé dans un champ magnétique

- (a) Le schéma ci-dessous montre une tige rectangulaire en cuivre à l'intérieur de laquelle un champ électrique d'intensité  $E$  est maintenu en connectant cette tige en cuivre en série avec une pile. (Les connexions à cette pile ne sont pas montrées.)



- (i) Sur le schéma, tracez une flèche pour indiquer le sens de la force sur l'électron de conduction désigné. Identifiez cette flèche par la lettre F. [1]
- (ii) Décrivez comment le champ électrique permet aux électrons de conduction d'avoir une vitesse de dérive dans un sens le long de la tige en cuivre. [3]

.....

.....

.....

.....

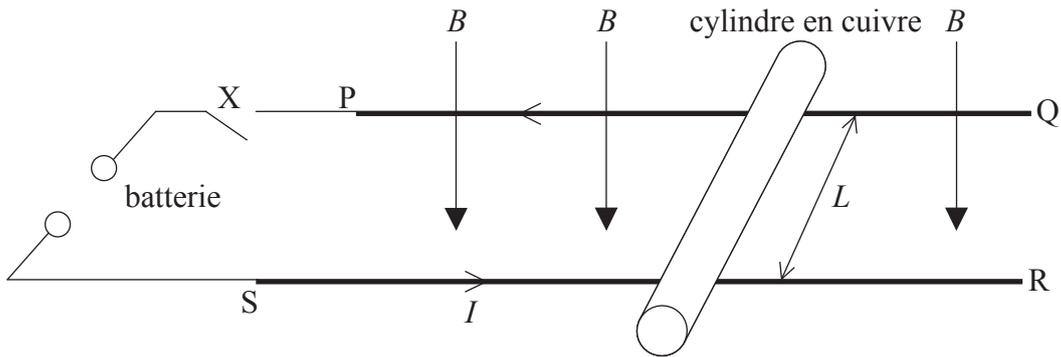
.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B3, partie 2)

- (b) Un cylindre en cuivre est placé sur deux rails conducteurs parallèles horizontaux PQ et SR comme illustré ci-dessous. Ces rails conducteurs sont connectés à une batterie et à un commutateur X.

Les rails et le cylindre en cuivre sont dans une région de champ magnétique uniforme d'intensité  $B$ . Le champ magnétique est perpendiculaire au plan des rails conducteurs comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



La longueur du cylindre en cuivre entre les rails est  $L$ . La masse du cylindre en cuivre est  $M$ . Le frottement entre le cylindre en cuivre et les rails est négligeable.

Le commutateur X est alors fermé. Le courant dans les rails est  $I$  et circule dans le sens indiqué par la flèche.

- (i) Sur le schéma, tracez une flèche pour montrer le sens de la force  $F$  qui agit sur le cylindre en cuivre. [1]
- (ii) Déduisez une expression, en termes de  $B$ ,  $L$ ,  $M$  et  $I$ , pour l'accélération initiale  $a$  du cylindre en cuivre. [2]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 2)

(c) Le cylindre en cuivre de la partie (b) finit par se déplacer avec une vitesse constante  $v$ . Lorsqu'il se déplace à cette vitesse constante, la puissance fournie par la batterie est égale à la vitesse à laquelle le travail est effectué par la force  $F$ .

(i) Déduisez que la puissance  $P$  fournie par la force  $F$  agissant sur le cylindre en cuivre lorsqu'il se déplace à une vitesse constante  $v$  est donnée par l'expression

$$P = Fv. \quad [2]$$

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

(ii) Utilisez l'expression fournie dans la partie (i) et les données ci-dessous pour déterminer la vitesse  $v$ . [3]

f.é.m de la batterie	= 0,80 V
longueur $L$ de la tige en cuivre	= 0,60 m
intensité du champ $B$	= 0,25 T

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

