



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

Mardi 9 mai 2006 (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.

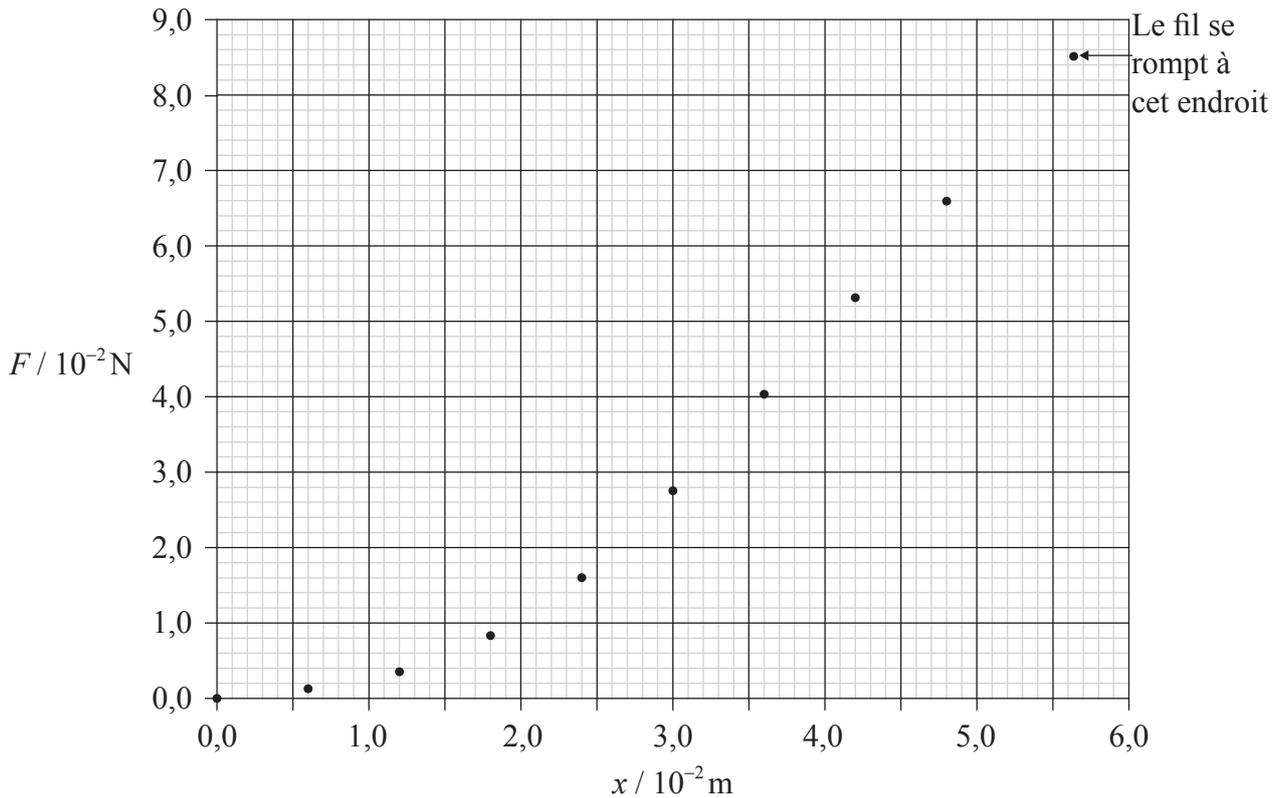


**SECTION A**

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

**A1.** Cette question porte sur une toile d'araignée.

Une expérience fut effectuée pour mesurer l'allongement  $x$  d'un fil d'une toile d'araignée lorsqu'une charge  $F$  est appliquée sur celui-ci. Les résultats de cette expérience sont reportés sur le graphique ci-dessous. Les incertitudes sur ces mesures ne sont pas indiquées.



(a) Tracez une courbe d'ajustement pour les points de données.

[1]

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question A1)*

- (b) Lorsqu'une charge est appliquée sur un matériau, on dit qu'il est sous « contrainte ». La valeur  $P$  de cette contrainte est donnée par la relation

$$P = \frac{F}{A}$$

dans laquelle  $A$  est la surface de la section de l'échantillon du matériau.

Utilisez le graphique précédent et les données ci-dessous pour déduire que le fil utilisé dans cette expérience a une contrainte de rupture supérieure à celle de l'acier. [3]

Contrainte de rupture de l'acier =  $1,0 \times 10^9 \text{ N m}^{-2}$

Rayon du fil de toile d'araignée =  $4,5 \times 10^{-6} \text{ m}$

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

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



(Suite de la question A1)

(c) Dans une toile d'araignée particulière, un fil a la même longueur d'origine que le fil utilisé dans l'expérience. Lors de la fabrication de cette toile d'araignée, la longueur d'origine du fil est allongée de  $2,4 \times 10^{-2}$  m.

(i) Utilisez le graphique pour déduire que la quantité de travail requise pour allonger encore plus le fil jusqu'à la longueur à laquelle il se rompt est environ  $1,6 \times 10^{-3}$  J. Expliquez votre raisonnement. [3]

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

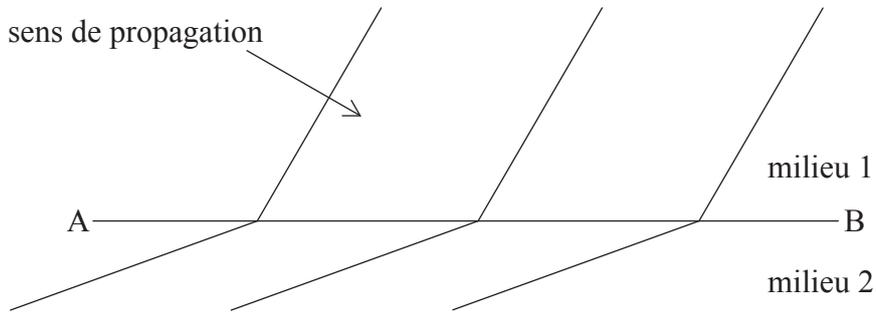
(ii) Pour que le fil ne se rompe pas sous l'effet de l'impact d'un insecte volant, il doit être capable d'absorber toute l'énergie cinétique de cet insecte lorsqu'il est immobilisé par l'impact. Déterminez la vitesse d'impact qu'un insecte de masse 0,15 g doit avoir pour rompre le fil. [3]

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



A2. Cette question porte sur les ondes.

- (a) Dans le schéma à l'échelle ci-dessous, des fronts d'ondes plans se propagent du milieu 1 au milieu 2 à travers la surface de séparation AB.



Exprimez et expliquez dans quel milieu ces fronts d'onde ont la plus grande vitesse. [3]

.....

.....

.....

.....

- (b) En prenant des mesures sur le schéma, déterminez le rapport

$$\frac{\text{vitesse de l'onde dans le milieu 1}}{\text{vitesse de l'onde dans le milieu 2}} \quad [3]$$

.....

.....

.....

.....

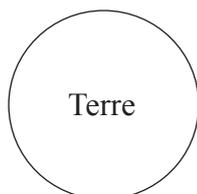


Page vierge



**A3.** Cette question porte sur les champs magnétiques.

- (a) En utilisant le schéma ci-dessous, tracez les lignes de force du champ magnétique de la Terre. [2]



- (b) Exprimez quel autre objet produit des lignes de force de champ magnétique similaires à celles de la Terre. [1]

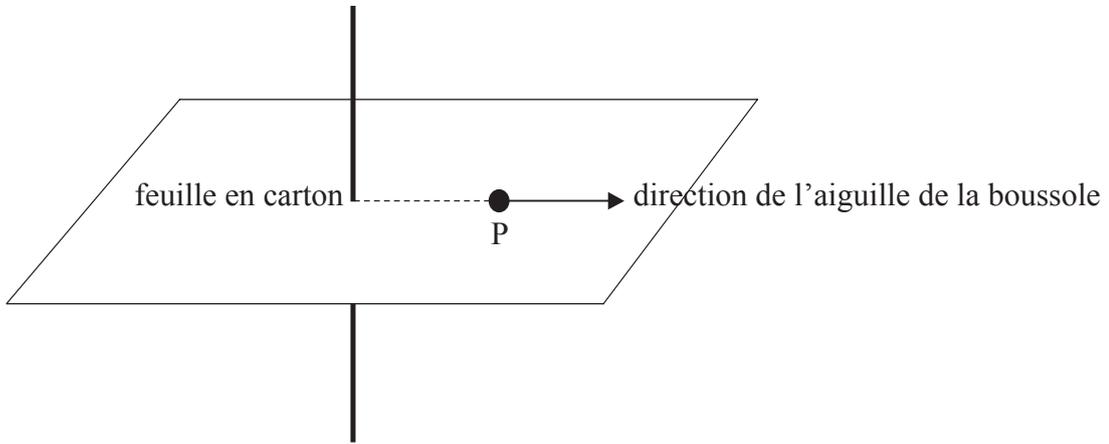
.....

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

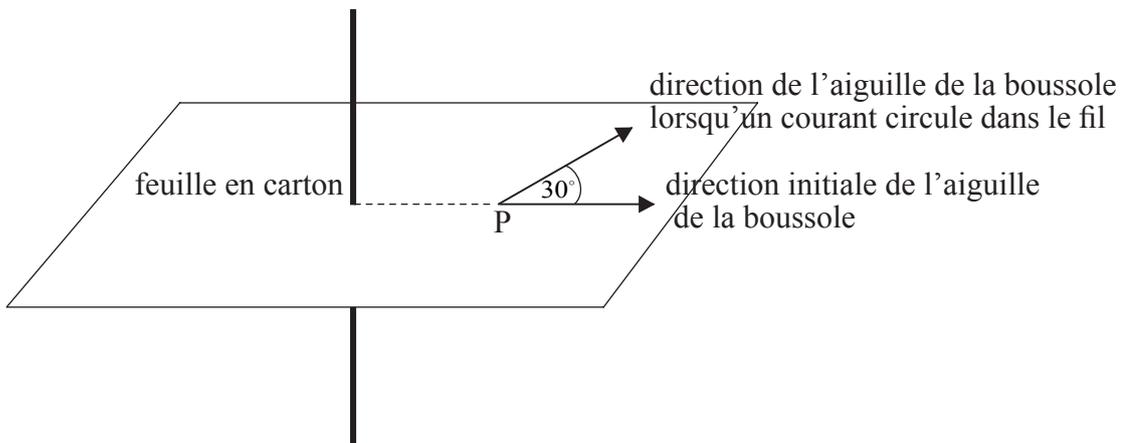


(Suite de la question A3)

- (c) Un long fil vertical traverse une feuille de carton qui est maintenue en position horizontale. Une petite boussole est placée au point P et l'aiguille est orientée dans la direction indiquée.



Ou fait circuler un courant à travers le fil et l'aiguille de la boussole est alors orientée dans une direction qui fait un angle de  $30^\circ$  par rapport à sa direction initiale, comme illustré ci-dessous.



- (i) Tracez une flèche sur le fil pour indiquer le sens de circulation du courant dans le fil. Expliquez pourquoi il est dans le sens que vous avez indiqué. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A3)

- (ii) L'intensité du champ magnétique au point P due au courant circulant dans le fil est  $B_w$  et l'intensité de la composante horizontale du champ magnétique de la Terre est  $B_E$ .

Déduisez, en traçant un diagramme vectoriel approprié, que

[2]

$$B_E = B_w \tan 60^\circ.$$

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

- (iii) Le point P est à 2,0 cm du fil et le courant circulant dans le fil est 4,0A. Calculez l'intensité de la composante horizontale du champ magnétique de la Terre au point P.

[2]

.....  
.....



**SECTION B**

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

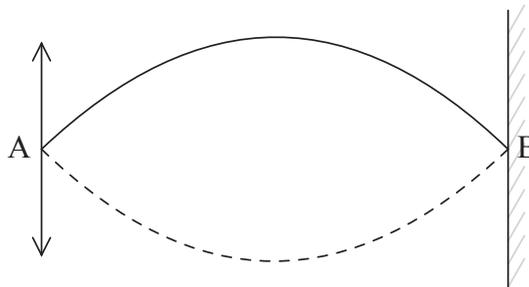
**B1.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur les ondes progressives et les ondes stationnaires et la **Partie 2** porte sur la puissance mécanique.

**Partie 1** Ondes progressives et ondes stationnaires

(a) Citez **deux** différences entre une onde progressive et une onde stationnaire. [2]

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

(b) Pour démontrer la production d'une onde stationnaire, Sabine fixe à un support rigide l'extrémité B d'un tube en caoutchouc de longueur AB. Elle tient l'autre extrémité A, tire légèrement dessus, puis secoue l'extrémité A dans une direction perpendiculaire à AB. À une certaine fréquence de secousses, on voit le tube former l'onde stationnaire représentée ci-dessous.



Expliquez comment cette onde stationnaire est formée. [5]

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

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



(Suite de la question B1, partie 1)

- (c) La vitesse  $v$  à laquelle l'énergie est propagée dans le tube par une onde progressive dépend de la tension  $T$  dans le tube. La relation entre ces grandeurs est

$$v = k\sqrt{T}$$

où  $k$  est une constante.

Dans une expérience pour vérifier cette relation, la fréquence fondamentale  $f$  (première harmonique) fut mesurée pour différentes valeurs de la tension  $T$ .

- (i) Expliquez comment les résultats de cette expérience, représentés graphiquement, peuvent être utilisés pour vérifier l'expression  $v = k\sqrt{T}$ . [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Dans cette expérience, la longueur du tube a été maintenue constante à 2,4 m. La fréquence fondamentale pour une tension de 9,0 N dans le tube était 1,8 Hz. Calculez la valeur numérique de la constante  $k$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

**Partie 2** Puissance mécanique

(a) Définissez le terme *puissance*. [1]

.....  
.....

(b) Une voiture se déplace avec une vitesse constante  $v$  le long d'une route droite horizontale. Une force résistante totale  $F$  agit sur cette voiture.

Déduisez que la puissance  $P$  nécessaire pour surmonter la force  $F$  est

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

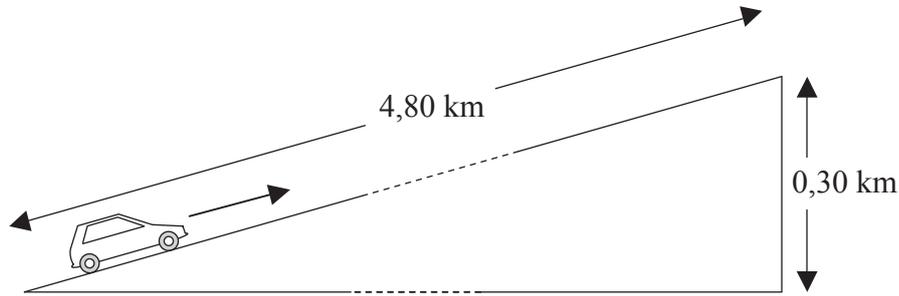
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1, partie 2)

- (c) Une voiture grimpe une pente rectiligne de 4,80 km de long. La hauteur totale de cette pente est 0,30 km.



Cette voiture grimpe la pente à une vitesse constante de  $16 \text{ m s}^{-1}$ . Pendant la montée, la force résistante moyenne agissant sur la voiture est  $5,0 \times 10^2 \text{ N}$ . Le poids total de la voiture et du conducteur est  $1,2 \times 10^4 \text{ N}$ .

- (i) Déterminez le temps mis par la voiture pour se déplacer du bas de la pente jusqu'en haut de celle-ci. [2]

.....

.....

.....

- (ii) Déterminez le travail effectué contre la force de gravitation lors du déplacement du bas de la pente jusqu'en haut de celle-ci. [1]

.....

- (iii) En utilisant vos réponses aux questions (i) et (ii), calculez la valeur minimale que doit avoir la puissance du moteur pour déplacer la voiture du bas de la pente jusqu'en haut de celle-ci. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

- (iv) Citez **une** raison pour laquelle votre réponse à la question (iii) n'est qu'une estimation. [1]

.....

.....



**B2.** Cette question porte sur l'énergie nucléaire.

(a) Définissez *énergie de liaison nucléaire*. [2]

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

(b) Un neutron entre en collision avec un noyau d'uranium-235 et la réaction suivante a lieu.



Citez le nom de ce type de réaction. [1]

.....

(c) La masse des noyaux peut être exprimée en termes d'unités de masse unifiées (*u*).

(i) Définissez le terme *unité de masse unifiée*. [1]

.....  
.....

(ii) En utilisant les données ci-dessous, calculez l'énergie, en MeV, qui est libérée au cours de cette réaction. [4]

masse de  ${}_{92}^{235}\text{U} = 235,0439 u$

masse de  ${}_{37}^{96}\text{Rb} = 95,9342 u$

masse de  ${}_{55}^{138}\text{Cs} = 137,9112 u$

masse de  ${}_0^1\text{n} = 1,0087 u$

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

- (d) Expliquez l'importance des deux neutrons produits dans cette réaction. [2]

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

- (e) Chaque neutron explique environ 2 MeV de l'énergie libérée au cours de cette réaction. Suggérez ce qui explique le reste de l'énergie libérée. [2]

.....  
.....

- (f) La réaction citée à la question (b) est plus susceptible d'avoir lieu si le neutron entrant en collision a une énergie d'environ 0,1 eV. Dans certains types de réacteurs nucléaires dans lesquels cette réaction pourrait avoir lieu, les neutrons produits ont leur énergie réduite par les collisions avec les noyaux de graphite (<sup>12</sup>C). On peut utiliser la loi de la conservation de la quantité de mouvement pour estimer le nombre de collisions requises pour réduire l'énergie des neutrons à 0,1 eV.

Exprimez la loi de la conservation de la quantité de mouvement. [2]

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

- (g) Un neutron a une énergie cinétique de 2,00 MeV. Déduisez que la vitesse de ce neutron est  $1,95 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ . [2]

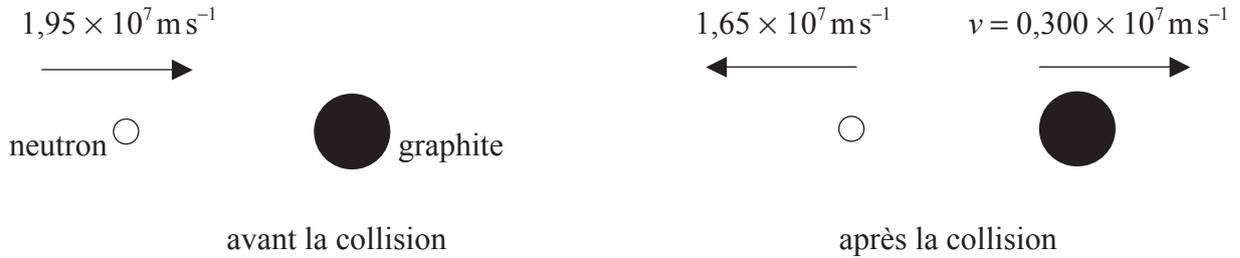
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

- (h) Vous pouvez supposer que la masse d'un noyau de graphite vaut douze fois la masse d'un neutron. Dans une certaine collision entre un neutron et un noyau de graphite immobile, le neutron d'une énergie cinétique de 2,00 MeV rebondit sur le noyau de graphite dans la direction d'une ligne reliant les centres du noyau et du neutron.



La vitesse du neutron après la collision est  $1,65 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ .

- (i) Déduisez que la vitesse  $v$  du noyau de graphite après la collision est  $0,300 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

- (ii) En utilisant votre réponse à la question (i), déduisez si cette collision est élastique ou non élastique. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Utilisez votre réponse à la question (ii) pour déduire que, chaque fois qu'un neutron entre en collision de cette manière avec un noyau de graphite, il perd environ 30% de son énergie cinétique. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) Exprimez la fraction de l'énergie initiale totale perdue par un neutron dans sa deuxième collision avec un noyau de graphite. [1]

.....



**B3.** Cette question comporte **deux** parties. La **Partie 1** porte sur le comportement d'un gaz parfait. La **Partie 2** porte sur les circuits électriques.

**Partie 1** Comportement d'un gaz parfait

(a) Expliquez, en termes du comportement des molécules d'un gaz parfait, pourquoi la pression du gaz augmente lorsqu'il est chauffé à volume constant. [3]

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

(b) La pression  $P$  d'une masse fixe d'un gaz parfait est directement proportionnelle à la température kelvin  $T$  de ce gaz. C'est-à-dire,

$$P \propto T.$$

Exprimez

(i) la relation entre la pression  $P$  et le volume  $V$  pour une transformation effectuée à température constante. [1]

.....  
.....

(ii) la relation entre le volume  $V$  et la température kelvin  $T$  pour une transformation effectuée à pression constante. [1]

.....  
.....

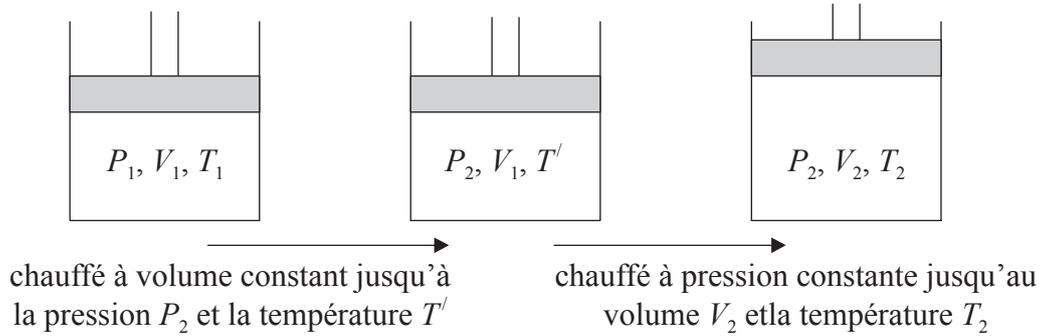
*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question B3, partie 1)

- (c) Ce gaz parfait est maintenu dans un cylindre par un piston mobile. La pression du gaz est  $P_1$ , son volume est  $V_1$  et sa température kelvin est  $T_1$ .

La pression, le volume et la température sont modifiés et prennent les valeurs  $P_2$ ,  $V_2$  et  $T_2$ . Cette variation est opérée de la manière illustrée ci-dessous.



Exprimez la relation entre

- (i)  $P_1, P_2, T_1$  et  $T'$ . [1]

.....

.....

- (ii)  $V_1, V_2, T'$  et  $T_2$ . [1]

.....

.....

- (d) Utilisez vos réponses à la question (c) pour déduire que, pour un gaz parfait,

$$PV = KT$$

relation dans laquelle  $K$  est une constante. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 1)

- (e) Le gaz de la question (c) est de l'argon-40 ( $^{40}_{18}\text{Ar}$ ) et  $P_1 = 2,00 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 2,49 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ ,  $T_1 = 300 \text{ K}$ .

Calculez la masse du gaz.

[4]

.....

.....

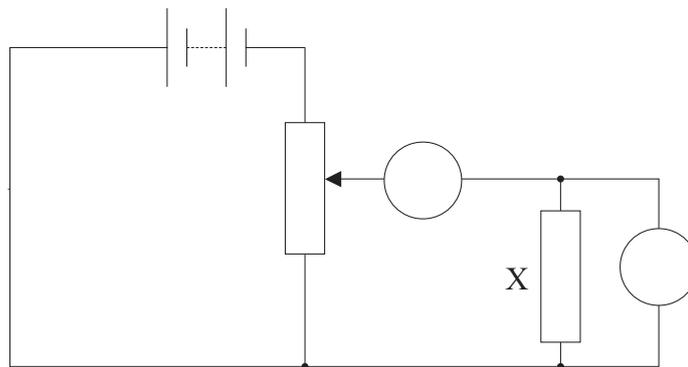
.....

.....

.....

**Partie 2** Circuits électriques

- (a) Le schéma ci-dessous montre le circuit utilisé pour mesurer la caractéristique courant-tension ( $I-V$ ) d'un composant électrique X.



Sur le schéma ci-dessus,

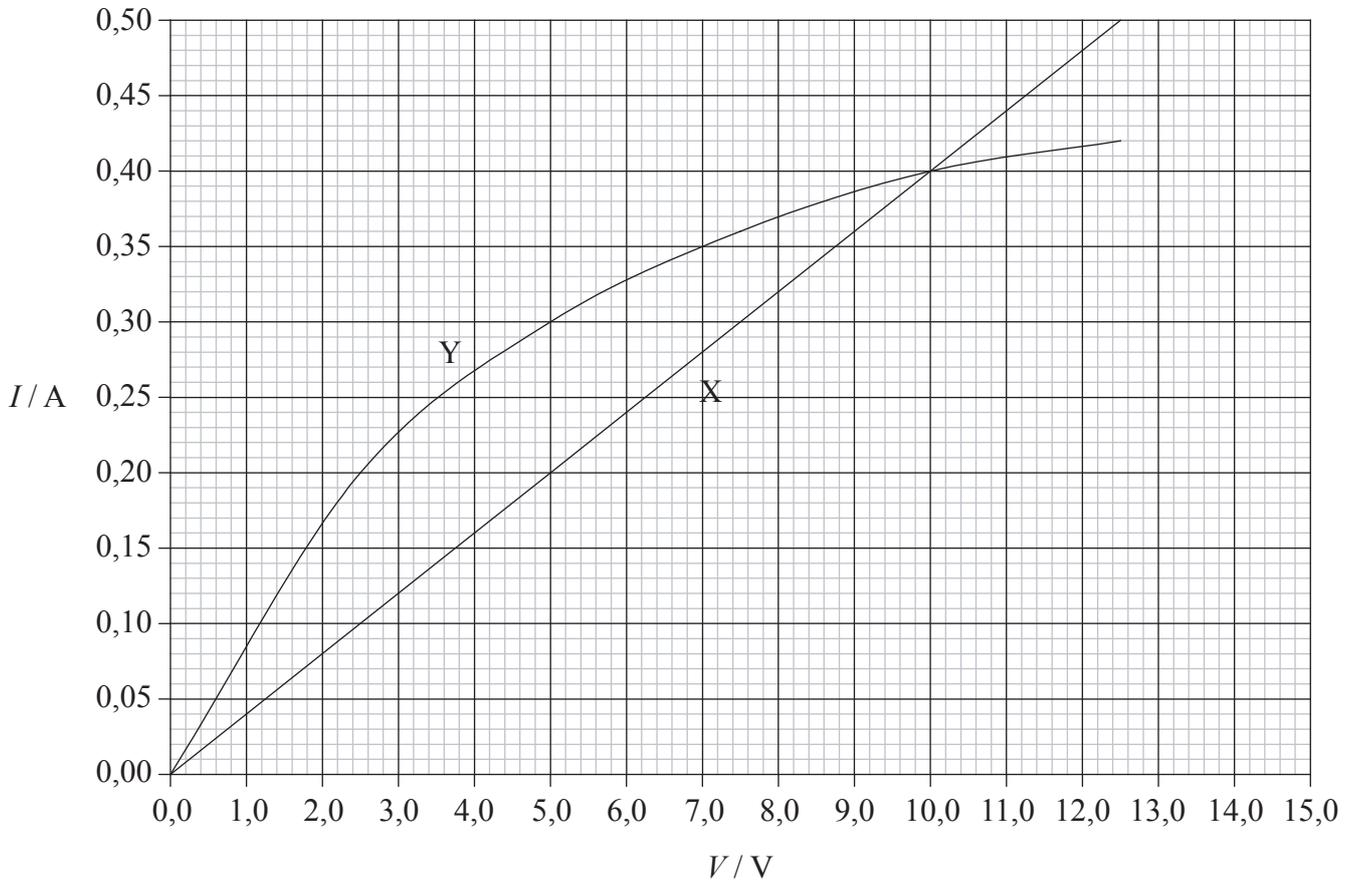
- (i) désignez l'ampèremètre A et le voltmètre V. [1]
- (ii) marquez la position du contact du potentiomètre qui produira une lecture de zéro sur le voltmètre. Désignez cette position P. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 2)

- (b) Le graphique ci-dessous représente les caractéristiques courant-tension ( $I-V$ ) de deux conducteurs différents X et Y.



- (i) Exprimez la valeur du courant pour lequel la résistance de X est la même que la résistance de Y et déterminez la valeur de cette résistance. [2]

Courant : .....

Résistance : .....

.....

- (ii) Décrivez et suggérez une explication pour la caractéristique  $I-V$  du conducteur Y. [3]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3, partie 2)

- (c) Les deux conducteurs X et Y sont connectés en série avec un générateur dont la résistance interne est négligeable. Le courant dans ces conducteurs est 0,20 A.

Utilisez le graphique de la question (b) pour déterminer

- (i) la résistance de Y pour cette valeur de courant. [1]

.....  
.....

- (ii) la force électromotrice du générateur. [2]

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

