

PHYSIQUE
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 2

Numéro du candidat

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

Mardi 4 mai 2004 (après-midi)

1 heure 15 minutes

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

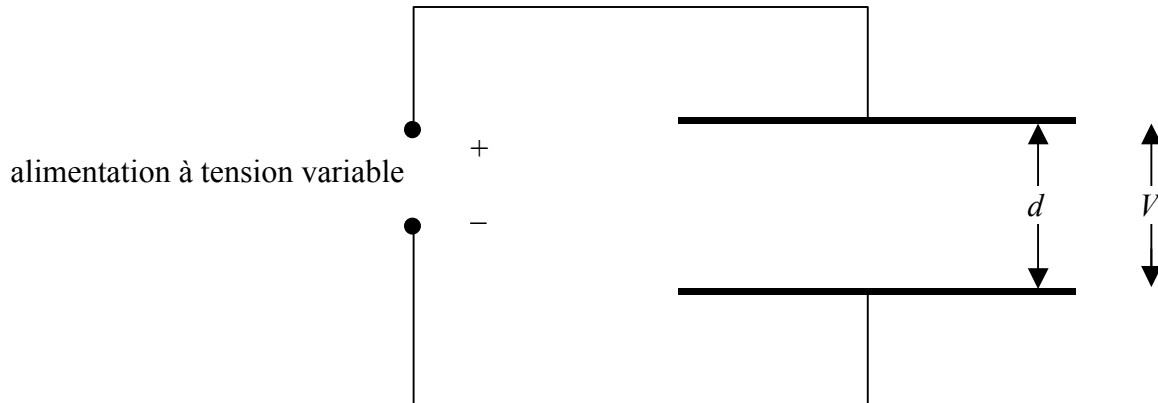
- Écrivez votre numéro de candidat dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé.
- Section A : répondez à toute la section A dans les espaces prévus à cet effet.
- Section B : répondez à une question de la section B dans les espaces prévus à cet effet.
- À la fin de 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 la mesure de la permittivité ϵ_0 d'une région d'espace libre.

Le schéma ci-dessous montre deux plaques conductrices parallèles connectées à une source de tension variable. Les plaques ont une superficie identique et sont séparées par une distance d .



La charge Q sur l'une des plaques est mesurée pour plusieurs valeurs de la différence de potentiel V appliquée entre les deux plaques. Les valeurs obtenues sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Les données d'incertitude ne sont pas incluses.

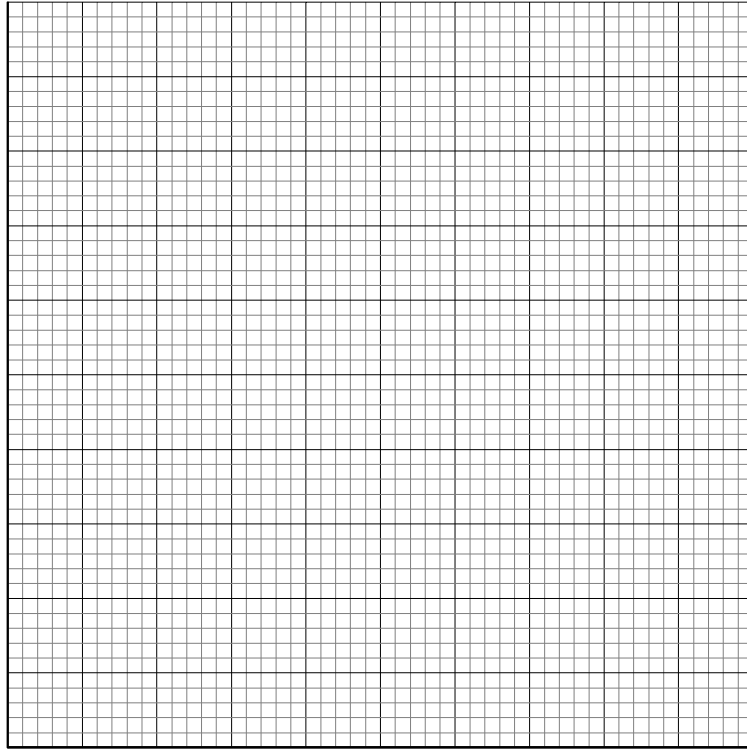
V / V	Q / nC
10,0	30
20,0	80
30,0	100
40,0	160
50,0	180

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question A1)

- (a) Tracez un graphique de Q (axe des y) en fonction de V (axe des x).

[4]



- (b) Représentez la courbe d'ajustement pour les points de données.

[1]

- (c) Déterminez la pente de votre courbe d'ajustement.

[2]

.....
.....

- (d) La pente du graphique représente une propriété des deux plaques appelée *capacité*. Déduisez les unités de la capacité.

[1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question A1)

Dans le montage réalisé, la relation entre Q et V est donnée par l'expression

$$Q = \frac{\epsilon_0 A}{d} V$$

où A représente la surface de l'une des plaques.

Dans cette expérience, $A = 0,20 \text{ m}^2$ et $d = 0,50 \text{ mm}$.

(e) Utilisez votre réponse à la question (c) pour déterminer une valeur de ϵ_0 .

[3]

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

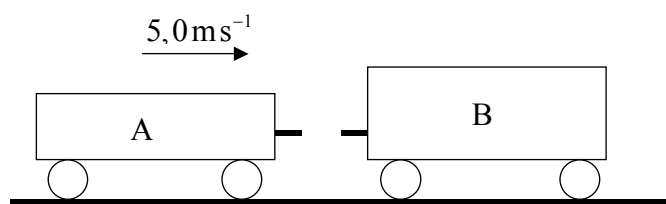
A2. Cette question porte sur la collision entre deux véhicules ferroviaires (wagons).

(a) Définissez *quantité de mouvement*.

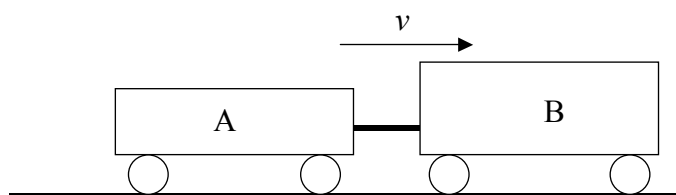
[1]

.....
.....

Dans le schéma ci-dessous, le wagon A se déplace le long d'un rail horizontal. Il entre en collision avec le wagon immobile B et lors de la collision, les deux wagons s'attachent. Juste avant la collision, le wagon A se déplaçait à la vitesse de $5,0\text{ms}^{-1}$. Juste après la collision, la vitesse des wagons est v .



Juste avant la collision



Juste après la collision

La masse du wagon A est de 800 kg et celle du wagon B est de 1200 kg.

(b) (i) Calculez la vitesse v juste après la collision.

[3]

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

(ii) Calculez l'énergie cinétique totale perdue lors de la collision.

[2]

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

(c) Suggérez ce qu'il est advenu de l'énergie cinétique perdue.

[2]

.....
.....

A3. Cette question porte sur une lampe à incandescence.

- (a) Sur les axes ci-dessous, représentez un graphique pour montrer la variation du courant I en fonction de la différence de potentiel V dans une lampe à incandescence classique (les caractéristiques $I-V$). (**Remarque** : il s'agit d'une esquisse, on ne vous demande pas d'indiquer des valeurs sur les axes.) [1]



- (b) (i) Expliquez comment le graphique permet de déterminer la résistance du filament. [1]

- (ii) Expliquez si le graphique que vous avez dessiné correspond à un comportement ohmique ou à un comportement non ohmique. [1]

Une lampe à incandescence fonctionne avec une luminosité maximale quand elle est connectée à une alimentation de 6,0 V. Lorsque la luminosité est maximale, le courant dans le filament est de 120 mA.

- (c) (i) Calculez la résistance du filament quand il fonctionne avec une luminosité maximale. [1]

- (ii) Vous disposez d'une alimentation de 24 V, d'un ensemble de résistances de puissances nominales adaptées et de valeurs différents. Calculez la valeur de la résistance qu'il faut connecter en série à l'alimentation pour que la tension de la lampe à incandescence soit égale à 6,0 V. [2]

Page vierge

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 la cinématique et la dynamique d'un mouvement circulaire. La **partie 2** porte sur le champ électrique dû à une sphère chargée et sur le mouvement des électrons dans ce champ.

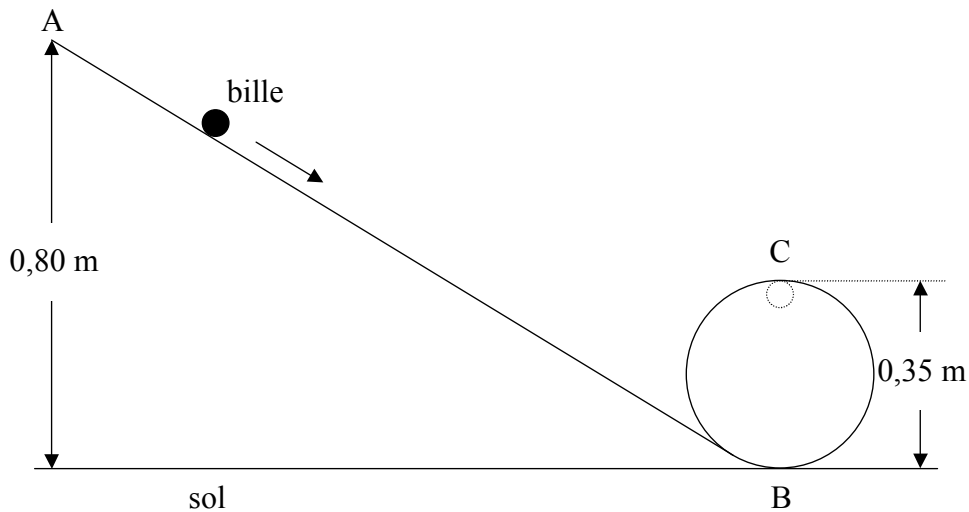
Partie 1 Mouvement circulaire

(a) Une voiture circulant sur une route prend un virage à vitesse constante. Expliquez pourquoi elle accélère, bien que sa vitesse soit constante.

[2]

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

Dans le schéma ci-dessous, une bille (petite sphère en verre) descend en roulant sur une rampe dont la partie inférieure se termine par une boucle. L'extrémité A de la rampe, d'où la bille est lâchée, se situe à une hauteur de 0,80 m au-dessus du sol. Le point B est le point le plus bas et le point C est le point le plus haut de la boucle. Le diamètre de la boucle est de 0,35 m.



La masse de la bille est de 0,050 kg. Les forces de frottement et tout gain en énergie cinétique provenant de la rotation de la bille sont négligeables. L'accélération due à la gravité est $g = 10\text{ms}^{-2}$.

Examinez la bille quand elle est au point C.

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B1, partie 1)

(b) (i) Sur le diagramme ci-contre, représentez une flèche pour indiquer le sens de la force résultante agissant sur la bille. [1]

(ii) Exprimez les noms des **deux** forces s'exerçant sur la bille. [2]

.....
.....

(iii) Déduisez que la vitesse de la bille est égale à $3,0\text{ms}^{-1}$. [3]

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

(iv) Déterminez la force résultante agissant sur la bille et, à partir de là, la force de réaction de la rampe sur la bille. [4]

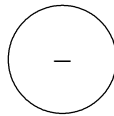
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B1)

Partie 2 La sphère chargée

Le schéma ci-dessous représente une sphère métallique isolée dans le vide, porteuse d'une charge électrique négative de 9,0 nC.



- (a) Sur le schéma, représentez des flèches pour illustrer les lignes de force du champ électrique dû à la sphère chargée. [3]

- (b) Il est possible de déterminer l'intensité du champ électrique à la surface de la sphère et aux points situés à l'extérieur de la sphère en supposant que la sphère se comporte comme si une charge ponctuelle de valeur 9,0 nC était située en son centre. Le rayon de la sphère est égal à $4,5 \times 10^{-2}$ m. Déduisez que la valeur de l'intensité du champ à la surface de la sphère est égale à $4,0 \times 10^4$ V m⁻¹. [1]

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

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B1, partie 2)

Un électron est initialement au repos à la surface de la sphère.

(c) (i) Décrivez la trajectoire suivie par l'électron quand il quitte la surface de la sphère. [1]

.....
.....

(ii) Calculez l'accélération initiale de l'électron. [3]

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

(iii) Exprimez et expliquez si l'accélération de l'électron reste constante, augmente ou diminue quand il s'éloigne de la sphère. [2]

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

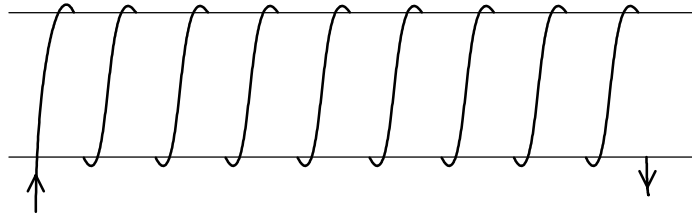
(iv) À un certain point P, la vitesse de l'électron est de $6,0 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$. Déterminez la différence de potentiel entre le point P et la surface de la sphère. [3]

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

B2. Cette question comporte **deux** parties. La **partie 1** porte sur le champ magnétique d'un solénoïde. La **partie 2** porte sur le principe de Huygens et la réfraction.

Partie 1 Le solénoïde

Le schéma ci-dessous montre un solénoïde vu de côté. Le sens du courant est indiqué par les flèches.



(a) Représentez des lignes pour illustrer le champ magnétique dû au courant parcourant le solénoïde. Votre dessin doit prendre en considération le champ à l'intérieur et à l'extérieur du solénoïde et vous devez indiquer le sens du champ magnétique. [4]

(b) Exprimez le nom d'un objet qui produit des lignes de champ magnétique similaires à celles d'un solénoïde. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B2, partie 1)

Une biologiste souhaite étudier les effets des champs magnétiques sur des graines. Pour ce faire, elle a besoin d'une expérience de contrôle dans laquelle les graines se trouvent dans un milieu où il n'y a pas de champ magnétique. Elle décide de disposer un solénoïde de telle façon que le champ magnétique en son centre annule le champ magnétique terrestre.

Le champ magnétique terrestre a une composante horizontale B_H et une composante verticale B_V . À l'endroit où la biologiste effectue l'expérience, $B_H = 60 \mu\text{T}$ et $B_V = 150 \mu\text{T}$.

- (c) À l'aide d'un schéma à l'échelle **ou** par calcul, déterminez l'intensité et le sens du champ magnétique résultant. [4]

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

- (d) Le solénoïde choisi par la biologiste fait 0,75 m de long et comprend 500 spires. Déterminez le courant qui doit parcourir le solénoïde pour qu'il produise en son centre un champ magnétique de même intensité que celui qui a été calculé en (c). [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B2)

Partie 2 Réfraction

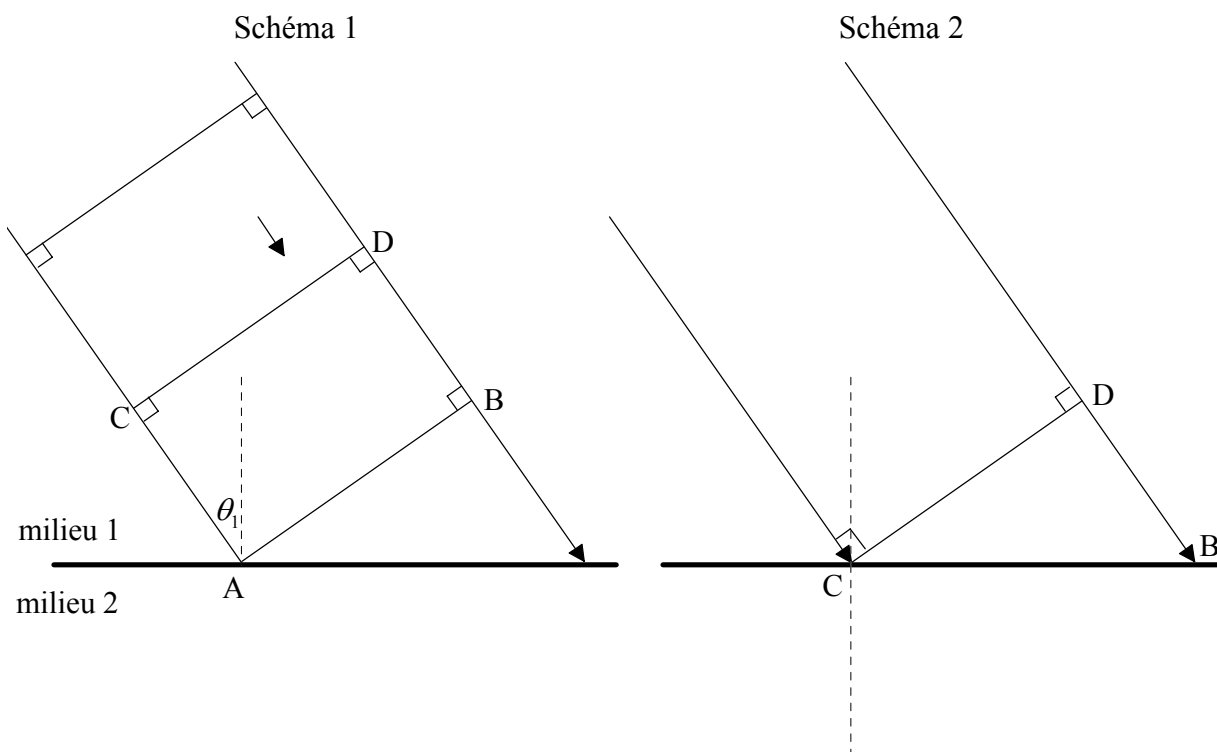
(a) Exprimez le principe de Huygens.

[1]

.....

Le schéma 1 ci-dessous représente une onde qui s'approche de la limite entre le milieu 1 et le milieu 2. AB et CD sont deux fronts d'onde de cette onde.

Le schéma 2 montre la situation un certain temps après, quand le point C du front d'onde CD vient juste d'atteindre la limite. La vitesse de l'onde dans le milieu 1 est v_1 et la vitesse dans le milieu 2 est v_2 . v_1 est supérieur à v_2 .



(b) Sur le schéma 2 ci-dessus

(i) représentez le front d'onde AB.

[1]

(ii) représentez une ligne pour montrer la distance parcourue par le point A.

[1]

(iii) indiquez la distance parcourue par le point B avec la lettre « s ».

[1]

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B2, partie 2)

(c) Utilisez votre schéma 2 complété pour déduire la relation

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

où θ_1 est l'angle d'incidence et θ_2 l'angle de réfraction.

[6]

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

(d) Dans le milieu 1, l'onde a une longueur d'onde de 4,0 cm et se déplace à une vitesse de $8,0 \text{ cm s}^{-1}$. Déterminez la fréquence de l'onde dans le **milieu 2**.

[2]

.....
.....

(e) L'angle d'incidence est de 60° et l'angle de réfraction est de 35° . Calculez la vitesse de l'onde dans le **milieu 2**.

[2]

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

B3. Cette question comporte **deux** parties. La **partie 1** porte sur l'énergie de liaison nucléaire. La **partie 2** porte sur le changement de phase (état) de la glace.

Partie 1 Énergie de liaison nucléaire

(a) (i) Définissez *nucléon*. [1]

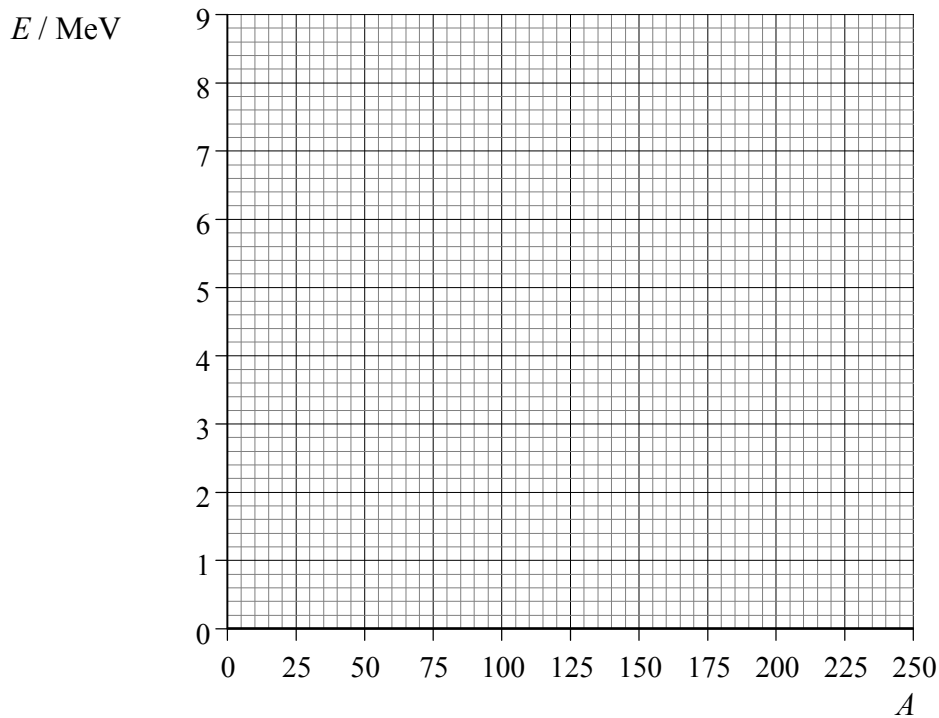
.....

(ii) Définissez *énergie de liaison nucléaire d'un nucléon*. [1]

.....

.....

Les axes ci-dessous indiquent les valeurs du nombre de nucléons A (axe horizontal) et de l'énergie de liaison moyenne par nucléon E (axe vertical). (On suppose que l'énergie de liaison est une quantité positive.)



(b) Sur l'axe E ci-dessus, indiquez la position approximative de

(i) l'isotope $^{56}_{26}\text{Fe}$ (appelez ce point F). [1]

(ii) l'isotope ^2_1H (appelez ce point H). [1]

(iii) l'isotope $^{238}_{92}\text{U}$ (appelez ce point U). [1]

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B3, partie 1)

(c) À l'aide de la grille ci-contre, représentez graphiquement la variation de l'énergie de liaison moyenne par nucléon E en fonction du nombre atomique A . [2]

(d) Utilisez les données suivantes pour déduire que l'énergie de liaison par nucléon de l'isotope ${}^3_2\text{He}$ est 2,2 MeV. [3]

masse nucléaire de ${}^3_2\text{He}$	= 3,01603 u
masse du proton	= 1,00728 u
masse du neutron	= 1,00867 u

.....

.....

.....

.....

.....

La réaction nucléaire ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ produit de l'énergie.

(e) (i) Exprimez le nom de ce type de réaction. [1]

.....

(ii) Utilisez le graphique de (c) pour expliquer pourquoi cette réaction libère de l'énergie. [2]

.....

.....

.....

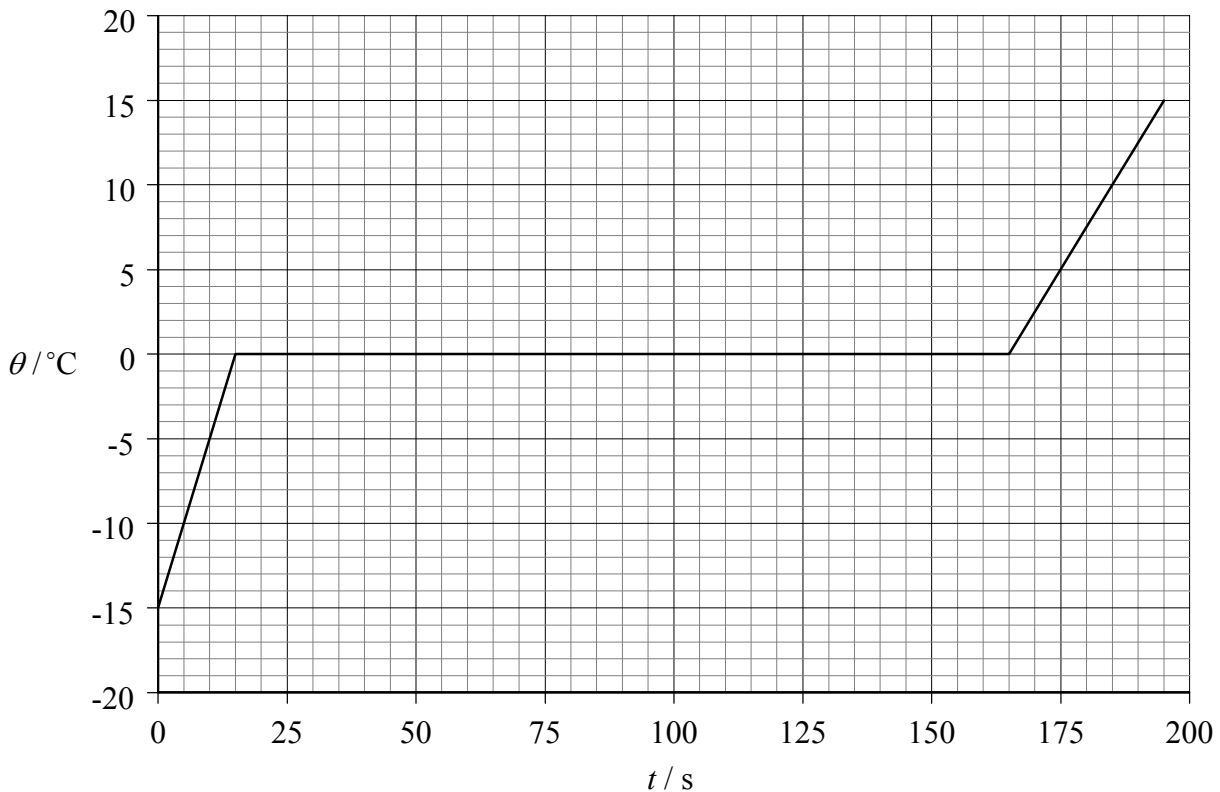
(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B3)

Partie 2 Fusion de la glace

Une quantité de glace pilée est prélevée d'un congélateur et placée dans un calorimètre. De l'énergie thermique est transférée à la glace à un taux constant. Pour s'assurer que toute la glace est à la même température, elle est brassée en permanence. La température du contenu du calorimètre est enregistrée toutes les 15 secondes.

Le graphique ci-dessous montre la variation de la température θ du contenu du calorimètre en fonction du temps t . (Les incertitudes sur les quantités mesurées ne sont pas indiquées.)



- (a) Sur le graphique ci-dessus, marquez d'un X le point où toute la glace vient juste de fondre. [1]
- (b) En faisant référence à l'énergie des molécules, expliquez la zone de température constante du graphique. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B3, partie 2)

La masse de la glace est de 0,25 kg et la chaleur massique de l'eau est de $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

(c) Utilisez ces données et les données du graphique pour

(i) déduire que l'énergie est transférée à la glace à un taux d'environ 530 W. [3]

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

(ii) déterminer la chaleur massique de la glace. [3]

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

(iii) déterminer la chaleur latente de fusion de la glace. [2]

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