

No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without written permission from the IB.

Additionally, the license tied with this product prohibits commercial use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, is not permitted and is subject to the IB's prior written consent via a license. More information on how to request a license can be obtained from <http://www.ibo.org/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite de l'IB.

De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation commerciale de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, n'est pas autorisée et est soumise au consentement écrit préalable de l'IB par l'intermédiaire d'une licence. Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour demander une licence, rendez-vous à l'adresse <http://www.ibo.org/fr/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin que medie la autorización escrita del IB.

Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso con fines comerciales de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales— no está permitido y estará sujeto al otorgamiento previo de una licencia escrita por parte del IB. En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una licencia: <http://www.ibo.org/es/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

**Physique**  
**Niveau supérieur**  
**Épreuve 2**

Vendredi 17 mai 2019 (après-midi)

Numéro de session du candidat

2 heures 15 minutes

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

**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).
- Répondez à toutes les 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 de **[90 points]**.



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

1. Un élève frappe sur une balle de tennis qui est initialement au repos de manière à ce qu'elle quitte la raquette à une vitesse de  $64 \text{ m s}^{-1}$ . Cette balle a une masse de  $0,058 \text{ kg}$  et le contact entre la balle et la raquette dure pendant  $25 \text{ ms}$ .

(a) Calculez

(i) la force moyenne exercée par la raquette sur la balle.

[2]

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

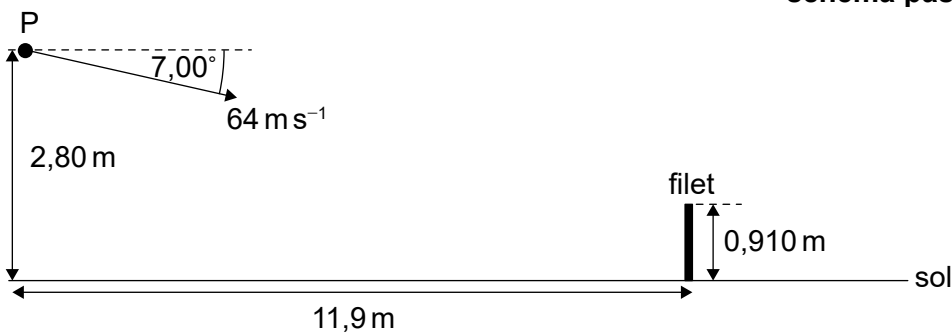
(ii) la puissance moyenne fournie à la balle pendant l'impact.

[2]

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

(b) L'élève frappe sur la balle de tennis en un point P. La balle de tennis est initialement dirigée à un angle de  $7,00^\circ$  par rapport à l'horizontale.

**schéma pas à l'échelle**



Les données suivantes sont disponibles.

- Hauteur de P = 2,80 m
- Distance entre l'élève et le filet = 11,9 m
- Hauteur du filet = 0,910 m
- Vitesse initiale de la balle de tennis =  $64 \text{ m s}^{-1}$

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 1)**

(i) Calculez le temps pris par la balle de tennis pour atteindre le filet. [2]

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

(ii) Montrez que la balle de tennis passe au-dessus du filet. [3]

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

(iii) Déterminez la vitesse de la balle de tennis lorsqu'elle heurte le sol. [2]

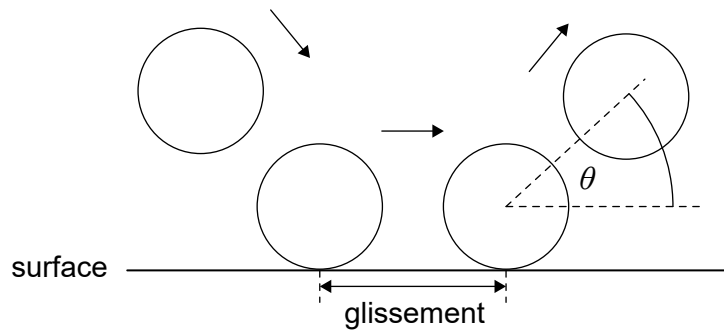
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

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



(Suite de la question 1)

- (c) L'élève modélise le rebond de la balle de tennis pour prédire l'angle  $\theta$  auquel la balle quitte une surface en terre battue et une surface en gazon.



Ce modèle suppose que

- pendant le contact avec la surface, la balle glisse.
- le temps de glissement est le même pour les deux surfaces.
- la force de frottement de glissement est plus grande pour la terre battue que pour le gazon.
- la force de réaction normale est la même pour les deux surfaces.

Prédisez pour le modèle de l'élève, sans faire de calcul, si  $\theta$  est plus grand pour une surface en terre battue **ou** pour une surface en gazon.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. Un récipient d'un volume de  $3,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  est rempli avec de l'hélium gazeux à une pression de  $5,1 \times 10^5 \text{ Pa}$  et à une température de  $320 \text{ K}$ . Supposez que cet échantillon d'hélium gazeux se comporte comme un gaz parfait.

(a) La masse d'un atome d'hélium est  $6,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . Estimez la vitesse moyenne des atomes d'hélium dans ce récipient. [2]

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

(b) Montrez que le nombre d'atomes d'hélium dans ce récipient est environ  $4 \times 10^{20}$ . [2]

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

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



**(Suite de la question 2)**

(c) Un atome d'hélium a un volume de  $4,9 \times 10^{-31} \text{ m}^3$ .

(i) Calculez le rapport  $\frac{\text{volume d'atomes d'hélium}}{\text{volume d'hélium gazeux}}$ . [1]

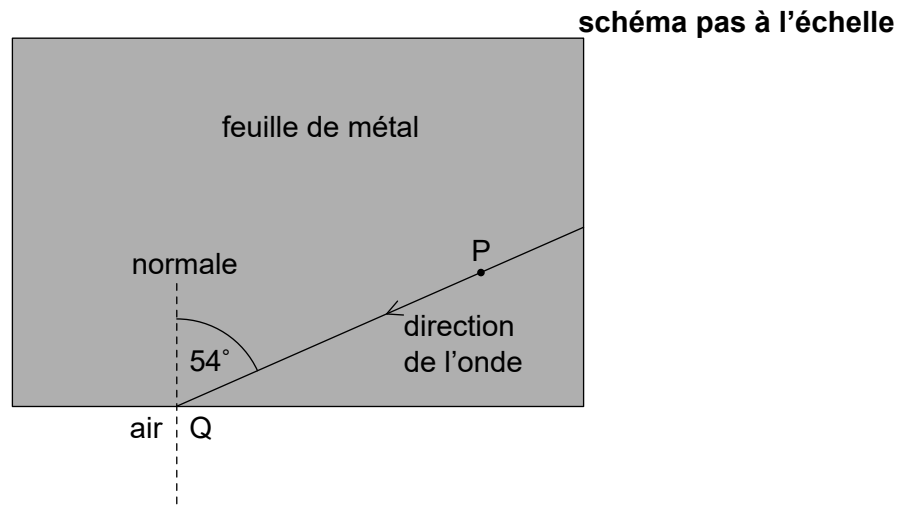
.....  
.....

(ii) Discutez, en référence au modèle cinétique d'un gaz parfait et à la réponse à la question (c)(i), si la supposition que l'hélium se comporte comme un gaz parfait est justifiée. [2]

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



3. Le schéma ci-dessous montre la direction d'une onde sonore se propageant dans une feuille de métal.



(a) La particule P dans cette feuille de métal exécute des oscillations harmoniques simples. Lorsque le déplacement de P est  $3,2\ \mu\text{m}$ , la grandeur de son accélération est  $7,9\ \text{m s}^{-2}$ . Calculez la grandeur de l'accélération de P lorsque son déplacement est  $2,3\ \mu\text{m}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Cette onde est incidente au point Q sur l'interface métal-air. Cette onde fait un angle de  $54^\circ$  avec la normale en Q. La vitesse du son dans le métal est  $6010\ \text{m s}^{-1}$  et la vitesse du son dans l'air est  $340\ \text{m s}^{-1}$ . Calculez l'angle entre la normale en Q et la direction de cette onde dans l'air. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



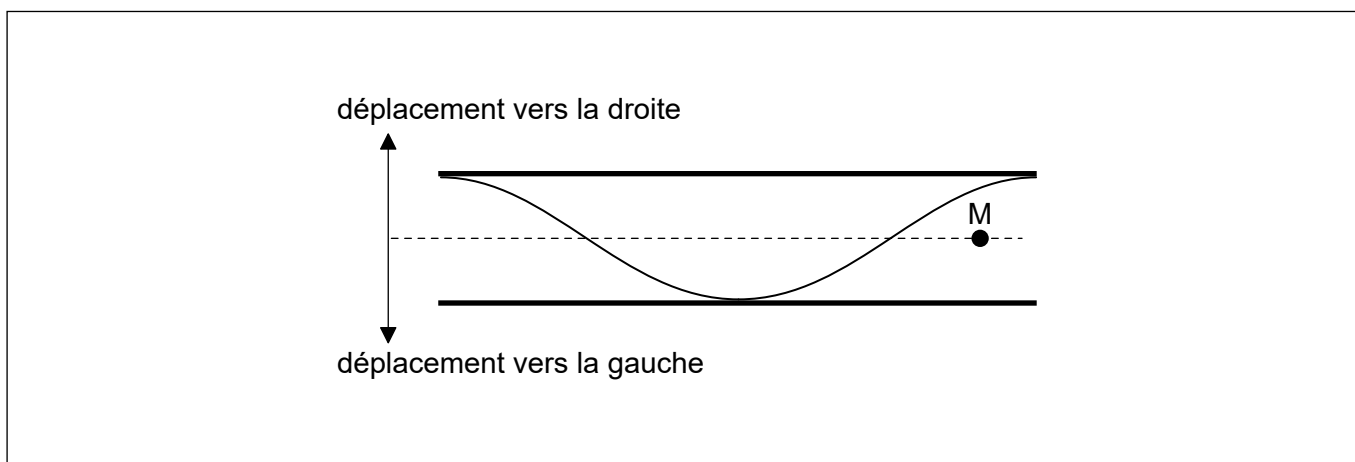


**(Suite de la question 3)**

- (c) La fréquence de cette onde sonore dans le métal est 250 Hz. Déterminez la longueur d'onde de cette onde dans l'air. [1]

.....  
.....

- (d) L'onde sonore dans l'air dans la question (c) entre dans un tuyau qui est ouvert aux deux extrémités. Le schéma ci-dessous montre le déplacement, à un moment particulier  $T$ , de l'onde stationnaire qui est établie dans le tuyau.



Une molécule d'air particulière a sa position d'équilibre au point légendé M.

Sur le schéma ci-dessus, au moment  $T$ ,

- (i) dessinez une flèche pour indiquer l'accélération de cette molécule. [1]
- (ii) légendez avec la lettre C un point dans le tuyau qui est au centre d'une compression. [1]

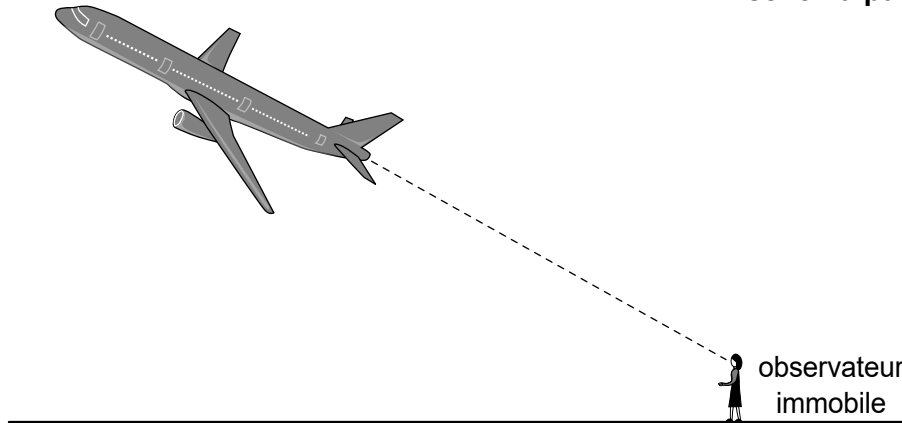
**(Suite de la question à la page suivante)**



**(Suite de la question 3)**

- (e) Un son d'une fréquence  $f = 2500 \text{ Hz}$  est émis par un avion qui s'éloigne d'un observateur immobile à une vitesse  $v = 280 \text{ m s}^{-1}$ . La vitesse du son dans l'air immobile est  $c = 340 \text{ m s}^{-1}$ .

**schéma pas à l'échelle**



Calculez

- (i) la fréquence entendue par cet observateur. [2]

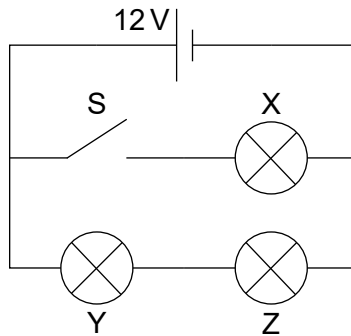
.....  
.....  
.....  
.....

- (ii) la longueur d'onde mesurée par cet observateur. [1]

.....  
.....



4. Trois ampoules électriques identiques, X, Y et Z, ayant chacune une résistance de  $4,0\Omega$  sont connectées à une pile d'une f.é.m. de 12 V. Cette pile a une résistance interne négligeable.



- (a) Le commutateur S est initialement ouvert. Calculez la puissance totale dissipée dans ce circuit. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) On ferme alors ce commutateur.

- (i) Exprimez, sans faire de calcul, pourquoi le courant dans la pile augmentera. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Déduisez le rapport  $\frac{\text{puissance dissipée dans Y avec S ouvert}}{\text{puissance dissipée dans Y avec S fermé}}$ . [2]

.....

.....

.....

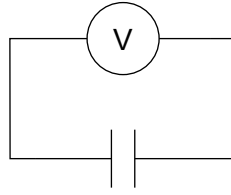
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 4)**

- (c) On utilise cette pile pour charger un condensateur plan dans un vide. On connecte alors ce condensateur complètement chargé à un voltmètre idéal.



La capacité de ce condensateur est  $6,0 \mu\text{F}$  et la lecture du voltmètre est  $12 \text{ V}$ .

Calculez l'énergie stockée dans ce condensateur.

[1]

.....  
.....

- (d) Lorsqu'il est complètement chargé, on remplit l'espace entre les plaques de ce condensateur avec un diélectrique ayant le double de la permittivité d'un vide.

(i) Calculez le changement de l'énergie stockée dans ce condensateur.

[3]

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

(ii) Suggérez, en termes de conservation d'énergie, la cause du changement susmentionné. [1]

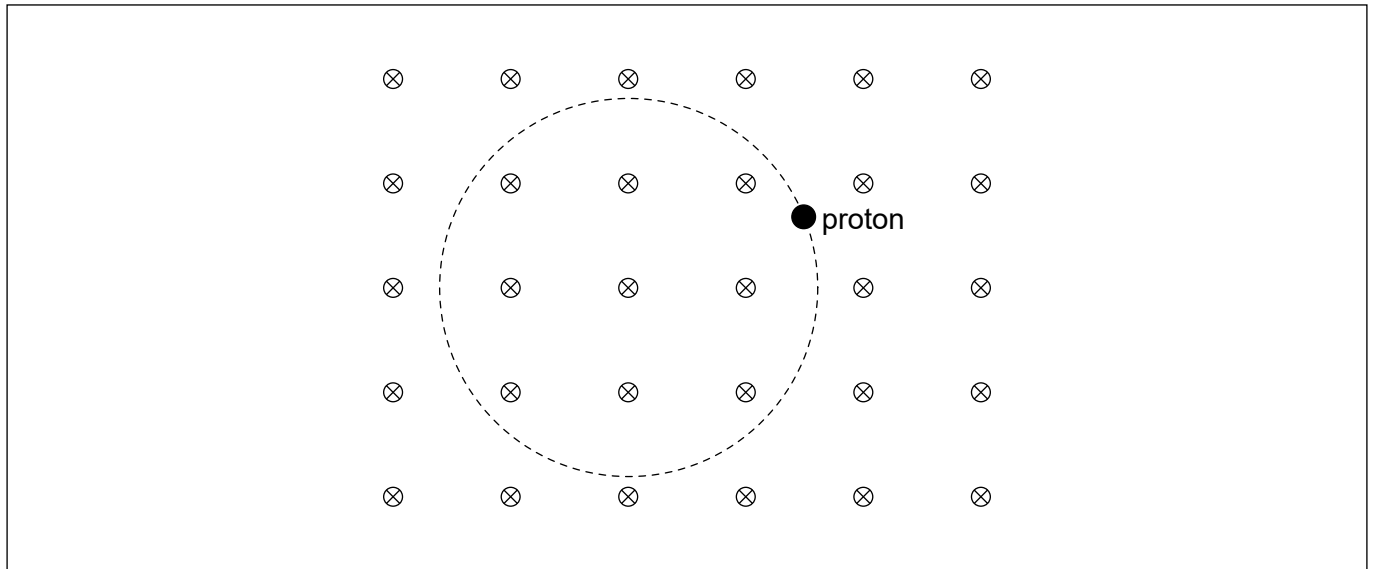
.....  
.....



Veillez ne **pas** écrire sur cette page.  
Les réponses rédigées sur cette page ne  
seront pas corrigées.



5. Un proton se déplace le long d'une trajectoire circulaire dans une région d'un champ magnétique uniforme. Ce champ magnétique est dirigé vers le plan de la page.



(a) Légendez avec des flèches sur le schéma ci-dessous

(i) la force magnétique  $F$  sur ce proton. [1]

(ii) le vecteur vitesse  $v$  de ce proton. [1]

(b) La vitesse de ce proton est  $2,16 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$  et l'intensité du champ magnétique est  $0,042 \text{ T}$ . Pour ce proton,

(i) déterminez, en m, le rayon de la trajectoire circulaire. Donnez votre réponse avec un nombre approprié de chiffres significatifs. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) calculez, en s, le temps pour un tour complet. [2]

.....

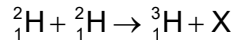
.....

.....

.....



6. Le deutérium,  ${}^2_1\text{H}$ , subit une fusion conformément à la réaction suivante.



(a) Identifiez la particule X.

[1]

.....  
.....

(b) Les données suivantes sont disponibles pour les énergies de liaison par nucléon.

$${}^2_1\text{H} = 1,12\text{MeV}$$

$${}^3_1\text{H} = 2,78\text{MeV}$$

(i) Déterminez, en MeV, l'énergie libérée.

[2]

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

(ii) Suggérez pourquoi, pour que la réaction de fusion ci-dessus puisse avoir lieu, la température du deutérium doit être très élevée.

[2]

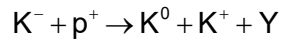
.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 6)**

- (c) La particule Y est produite lors de la collision d'un proton avec un  $K^-$  dans la réaction suivante.



La teneur en *quarks* de certaines des particules impliquées est

$$K^- = \bar{u}s \quad K^0 = d\bar{s}$$

Identifiez, pour la particule Y,

- (i) la charge. [1]

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

- (ii) l'étrangeté. [1]

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





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

Les réponses rédigées sur cette page ne  
seront pas corrigées.



7. La température moyenne de l'eau à la surface des océans est 289 K. Les océans se comportent comme des corps noirs.

(a) Montrez que l'intensité rayonnée par les océans est environ  $400 \text{ W m}^{-2}$ . [1]

.....  
.....

(b) Expliquez pourquoi une partie de ce rayonnement est renvoyée aux océans depuis l'atmosphère. [3]

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

(c) L'intensité du rayonnement renvoyé aux océans, mentionnée en (b), est  $330 \text{ W m}^{-2}$ . L'intensité du rayonnement solaire incident sur les océans est  $170 \text{ W m}^{-2}$ .

(i) Calculez l'intensité supplémentaire qui doit être perdue par les océans de manière à ce que la température de l'eau reste constante. [2]

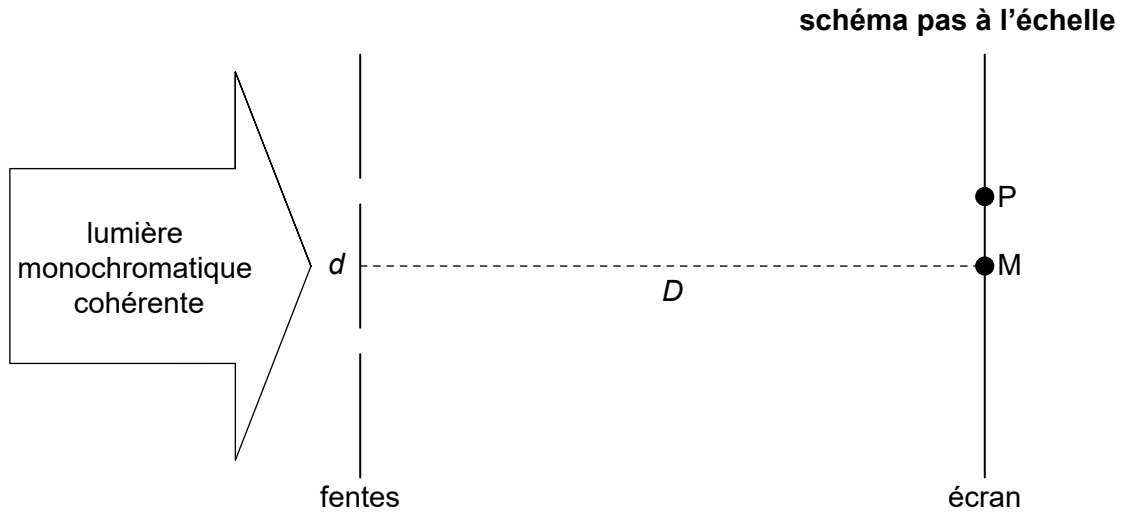
.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Suggérez un mécanisme selon lequel cette intensité supplémentaire peut être perdue. [1]

.....  
.....



8. Une lumière monochromatique cohérente est incidente sur deux fentes parallèles d'une largeur négligeable et écartées d'une distance  $d$ . Un écran est placé à une distance  $D$  de ces fentes. Le point M est juste en face du point milieu de ces fentes.



Initialement, la fente inférieure est couverte et l'intensité de la lumière en M due à la fente supérieure à elle seule est  $22 \text{ W m}^{-2}$ . On découvre alors la fente inférieure.

- (a) Déduisez, en  $\text{W m}^{-2}$ , l'intensité en M. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) P est le premier maximum d'intensité sur **un seul** côté de M. Les données suivantes sont disponibles.

$$d = 0,12 \text{ mm}$$
$$D = 1,5 \text{ m}$$
$$\text{Distance MP} = 7,0 \text{ mm}$$

- Calculez, en nm, la longueur d'onde  $\lambda$  de cette lumière. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 8)**

(c) On augmente la largeur de chaque fente jusqu'à 0,030 mm.  $D$ ,  $d$  et  $\lambda$  restent les mêmes.

(i) Suggérez pourquoi, après ce changement, l'intensité en P sera inférieure à celle en M. [1]

.....  
.....

(ii) Montrez que, à cause de la diffraction par une seule fente, l'intensité en un point sur l'écran à une distance de 28 mm de M est nulle. [2]

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



9. (a) Une planète d'une masse  $m$  est sur une orbite circulaire autour d'une étoile. Le potentiel gravitationnel dû à cette étoile dans la position de cette planète est  $V$ .

(i) Montrez que l'énergie totale de la planète est donnée par l'équation montrée ci-dessous. [2]

$$E = \frac{1}{2}mV$$

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

(ii) Supposez que l'étoile pourrait se contracter jusqu'à la moitié de son rayon d'origine sans aucune perte de masse. Discutez l'effet, s'il y en a un, que cela a sur l'énergie totale de la planète. [2]

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

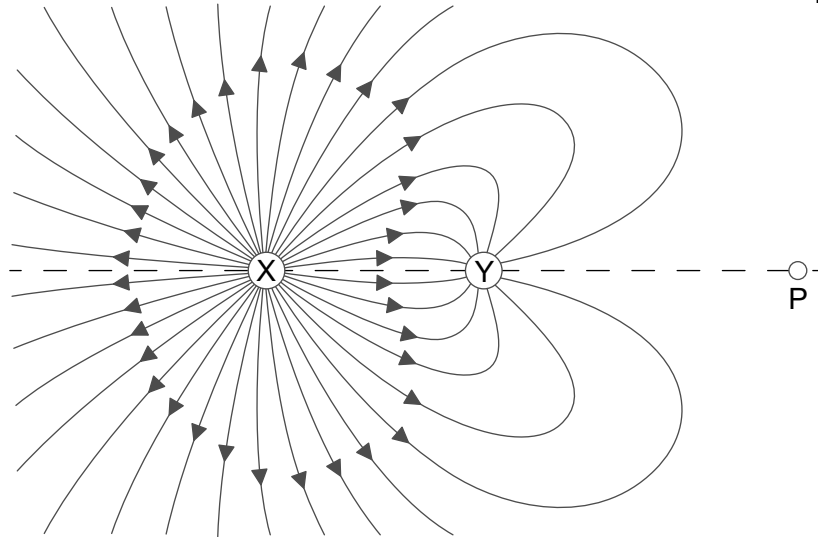
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

- (b) Le schéma ci-dessous montre quelques-unes des lignes de champ électrique pour deux particules fixes chargées X et Y.

schéma pas à l'échelle



La grandeur de la charge sur X est  $Q$  et celle de la charge sur Y est  $q$ . La distance entre X et Y est 0,600 m. La distance entre P et Y est 0,820 m.

En P, le champ électrique est nul. Déterminez, à **un** chiffre significatif près, le rapport  $\frac{Q}{q}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

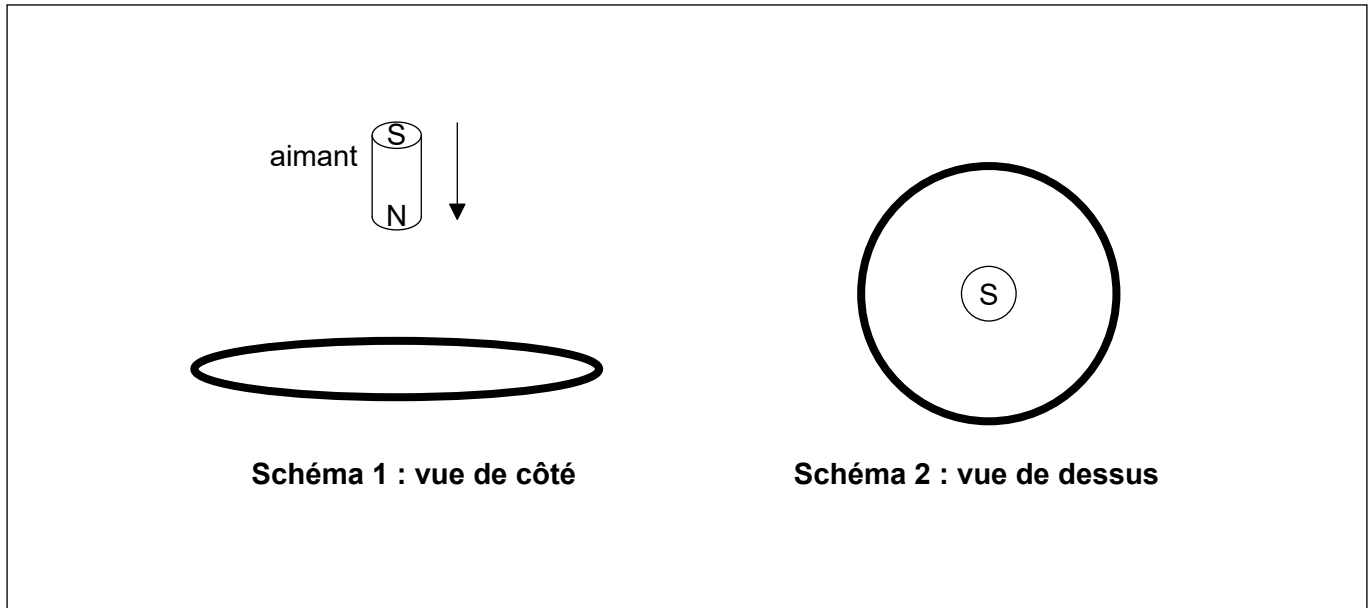


Veillez ne **pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page ne  
seront pas corrigées.



10. On fait tomber un petit aimant depuis l'état de repos au-dessus d'une bague conductrice horizontale immobile. Le pôle sud (S) de cet aimant est vers le haut.



Tandis que l'aimant se déplace vers la bague,

(a) exprimez pourquoi le flux magnétique dans la bague augmente. [1]

.....  
.....

(b) représentez, en utilisant une flèche sur le **Schéma 2**, la direction du courant induit dans la bague. [1]

(c) déduisez la direction de la force magnétique sur l'aimant. [2]

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

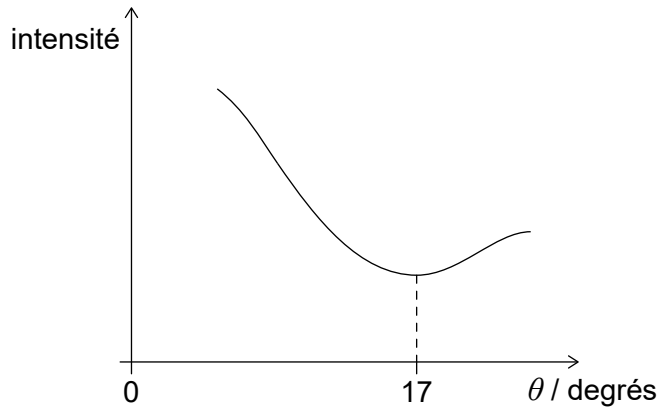




11. (a) Suggérez pourquoi l'hypothèse de Louis de Broglie n'est **pas** cohérente avec la conclusion de Bohr que l'orbite de l'électron dans l'atome d'hydrogène a un rayon bien défini. [2]

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

- (b) Lors d'une expérience pour déterminer le rayon d'un noyau de carbone 12, un faisceau de neutrons est diffusé par un film mince de carbone 12. Le graphique ci-dessous montre la variation de l'intensité des neutrons diffusés en fonction de l'angle de diffusion. La longueur d'onde de Louis de Broglie de ces neutrons est  $1,6 \times 10^{-15}$  m.



- (i) Estimez, en utilisant le graphique ci-dessus, le rayon d'un noyau de carbone 12. [2]

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

- (ii) Le rapport  $\frac{\text{volume d'un noyau d'un nombre de masse } A}{\text{volume d'un nucléon}}$  est environ  $A$ .

Commentez sur cette observation en faisant référence à la force nucléaire forte. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 11)**

(c) Un échantillon pur de cuivre 64 a une masse de 28 mg. La constante de désintégration du cuivre 64 est  $5,5 \times 10^{-2}$  heure<sup>-1</sup>.

(i) Estimez, en Bq, l'activité initiale de cet échantillon. [2]

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

(ii) Calculez, en heures, le temps auquel l'activité de cet échantillon a diminué jusqu'à un tiers de l'activité initiale. [2]

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



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

Les réponses rédigées sur cette page ne  
seront pas corrigées.



28EP26

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

Les réponses rédigées sur cette page ne  
seront pas corrigées.



28EP27

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

Les réponses rédigées sur cette page ne  
seront pas corrigées.



28EP28