

© International Baccalaureate Organization 2021

All rights reserved. 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 the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits 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, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2021

Tous droits réservés. 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 préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation 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, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2021

Todos los derechos reservados. 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 la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso 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—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

Physique
Niveau supérieur
Épreuve 2

Lundi 3 mai 2021 (après-midi)

Numéro de session du candidat

2 heures 15 minutes

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

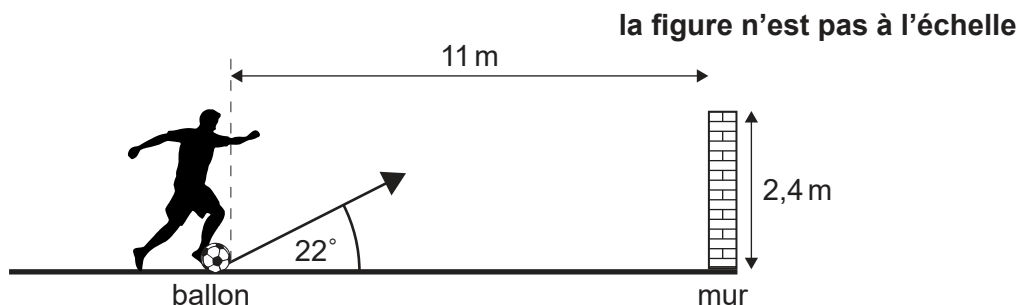
Instructions destinées aux candidats

- 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 joueur de football donne un coup de pied dans un ballon immobile d'une masse de 0,45 kg vers un mur. La vitesse initiale du ballon après le coup de pied est 19 m s^{-1} et le ballon ne tourne pas. La résistance de l'air est négligeable et il n'y a pas de vent.



- (a) Le pied du joueur est en contact avec le ballon pendant 55 ms. Calculez la force moyenne qui agit sur le ballon à cause du joueur de football.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Le ballon quitte le sol à un angle de 22° . La distance horizontale entre la position initiale du bord du ballon et le mur est 11 m. Calculez le temps pris par le ballon pour atteindre le mur.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (ii) Le sommet du mur est à 2,4 m au-dessus du sol. Déduisez si le ballon va heurter le mur.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Dans la pratique, la résistance de l'air affecte le ballon. Résumez l'effet que la résistance de l'air a sur l'accélération verticale du ballon. Supposez que la direction de l'accélération due à la gravité est positive.

[2]

.....

.....

.....

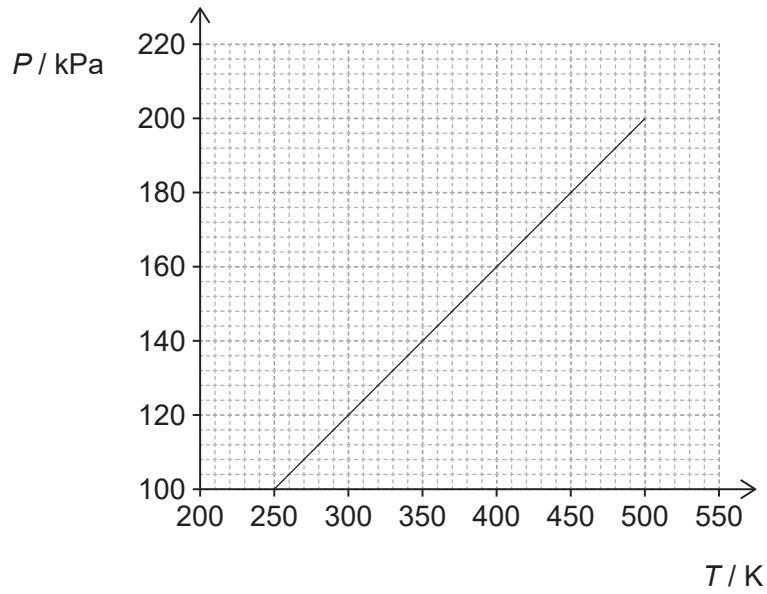
.....



24EP03

Tournez la page

2. Le graphique ci-dessous montre la variation en fonction de la température T de la pression P d'une masse fixe d'hélium gazeux prisonnier dans un récipient avec un volume fixe de $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.



- (a) Déduisez si l'hélium se comporte comme un gaz parfait sur la plage de température allant de 250 K à 500 K.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) L'hélium a une masse molaire de 4,0 g. Calculez la masse du gaz dans le récipient.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (c) Un deuxième récipient, ayant le même volume que le récipient d'origine, contient deux fois le nombre d'atomes d'hélium. Le graphique montrant la variation de P en fonction de T est déterminé pour le gaz dans le deuxième récipient.

Prédisez comment le graphique pour le deuxième récipient différera du graphique pour le premier récipient.

[2]

.....

.....

.....

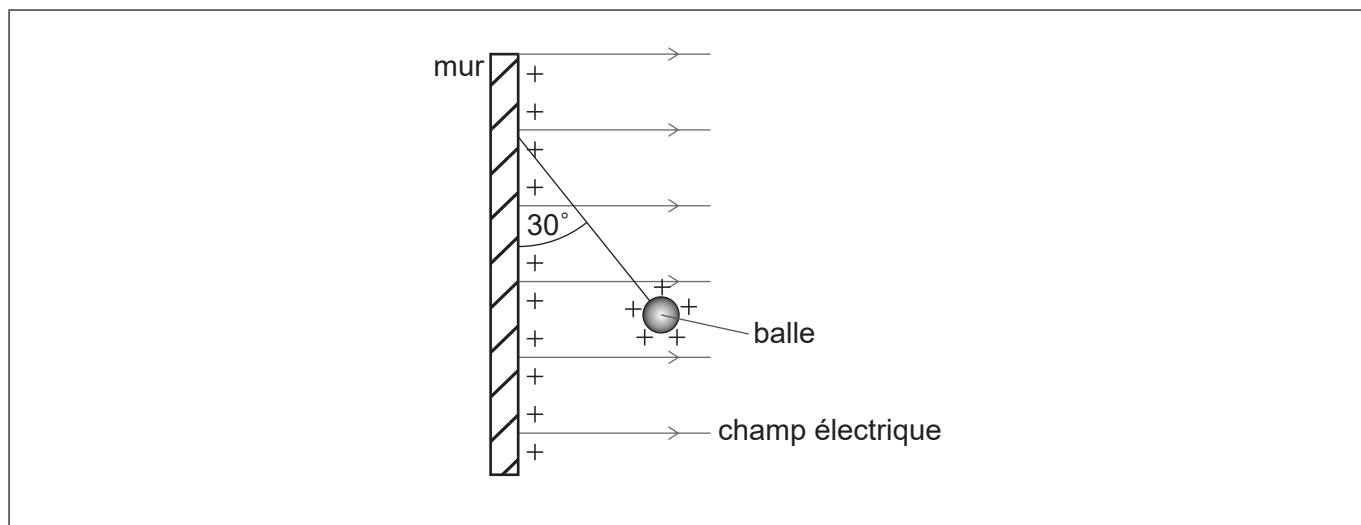
.....



24EP05

Tournez la page

3. Un mur vertical porte une charge positive uniforme sur sa surface. Cela produit un champ électrique horizontal uniforme perpendiculaire au mur. Une petite balle chargée positivement est suspendue en équilibre depuis le mur vertical par un fil d'une masse négligeable.



- (a) La charge par unité de surface sur la surface du mur est σ . On peut montrer que l'intensité du champ électrique E due à la charge sur le mur est donnée par l'équation :

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}.$$

Démontrez que les unités des grandeurs dans cette équation sont cohérentes. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Le fil fait un angle de 30° avec le mur vertical. La balle a une masse de 0,025 kg.

Déterminez la force horizontale qui agit sur la balle. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 3)

(ii) La charge sur la balle est $1,2 \times 10^{-6} \text{C}$. Déterminez σ .

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) Le fil se casse. Expliquez le mouvement ultérieur initial de la balle.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



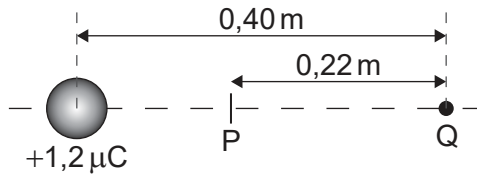
24EP07

Tournez la page

(Suite de la question 3)

- (d) Le centre de la balle, qui porte toujours une charge de $1,2 \times 10^{-6} \text{ C}$, est alors placé à 0,40 m d'une charge ponctuelle Q. La charge sur la balle agit comme une charge ponctuelle au centre de la balle.

P est le point sur la ligne joignant les charges où l'intensité du champ électrique est nulle. La distance PQ est 0,22 m.



- (i) Calculez la charge sur Q. Exprimez votre réponse avec un nombre approprié de chiffres significatifs. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Résumez, sans calcul, si le potentiel électrique en P est nul ou pas. [2]

.....

.....

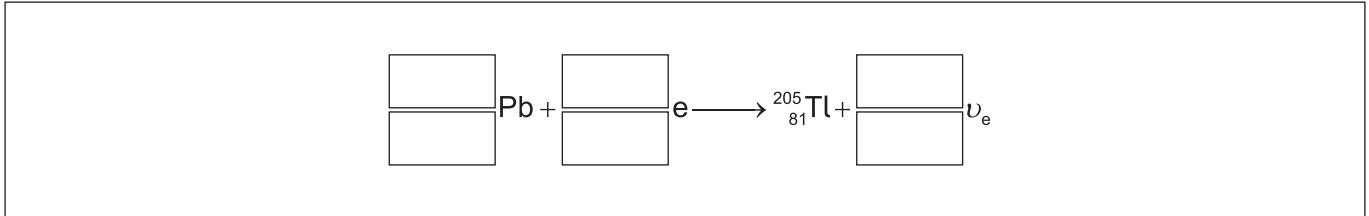
.....

.....



4. (a) Pendant la capture d'électrons, un électron atomique est capturé par un proton dans le noyau. Le nucléide stable thallium 205 ($^{205}_{81}\text{Tl}$) peut être formé lorsqu'un nucléide de plomb (Pb) instable capture un électron.

(i) Écrivez l'équation qui représente cette désintégration. [2]



(ii) Le nucléide de plomb instable a une demi-vie de 15×10^6 années. Un échantillon contient initialement $2,0 \mu\text{mol}$ du nucléide de plomb. Calculez le nombre de noyaux de thallium étant formés chaque seconde 30×10^6 années plus tard. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Le nombre de neutrons N et le nombre de protons Z ne sont pas égaux pour le nucléide $^{205}_{81}\text{Tl}$. Expliquez, en référence aux forces agissant à l'intérieur du noyau, la raison pour cela. [2]

.....

.....

.....

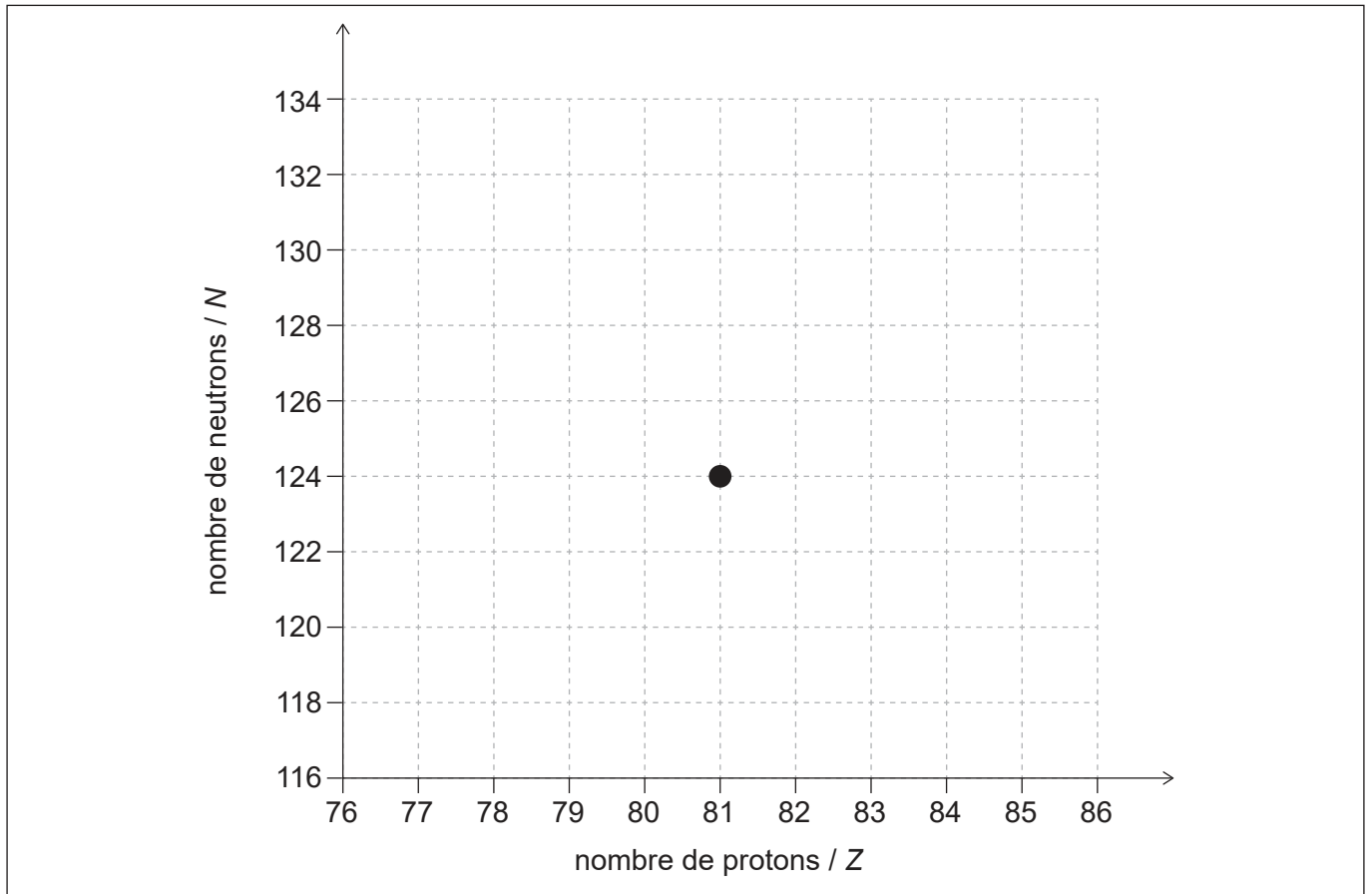
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (c) Le thallium 205 ($^{205}_{81}\text{Tl}$) peut aussi se former à partir de désintégrations successives alpha (α) et bêta moins (β^-) d'un nucléide instable. Les désintégrations suivent la séquence $\alpha \beta^- \beta^- \alpha$. Le diagramme ci-dessous montre la position de $^{205}_{81}\text{Tl}$ sur un graphique du nombre de neutrons en fonction du nombre de protons.



Dessinez **quatre** flèches pour montrer la séquence de changements de N et de Z qui se produisent tandis que le $^{205}_{81}\text{Tl}$ se forme à partir du nucléide instable.

[3]



24EP10

5. (a) Décrivez **deux** façons dont les ondes stationnaires diffèrent des ondes progressives. [2]

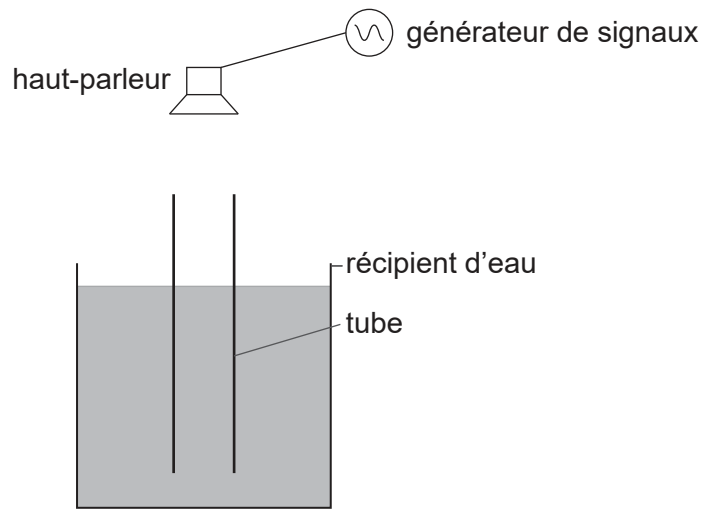
.....

.....

.....

.....

(b) Un tube vertical, ouvert aux deux extrémités, est complètement immergé dans un récipient d'eau. Un haut-parleur au-dessus de ce récipient connecté à un générateur de signaux émet un son. Tandis que ce tube est soulevé, l'intensité du son entendu atteint un maximum parce qu'une onde stationnaire s'est formée dans le tube.



(i) Résumez comment une onde stationnaire se forme dans le tube. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

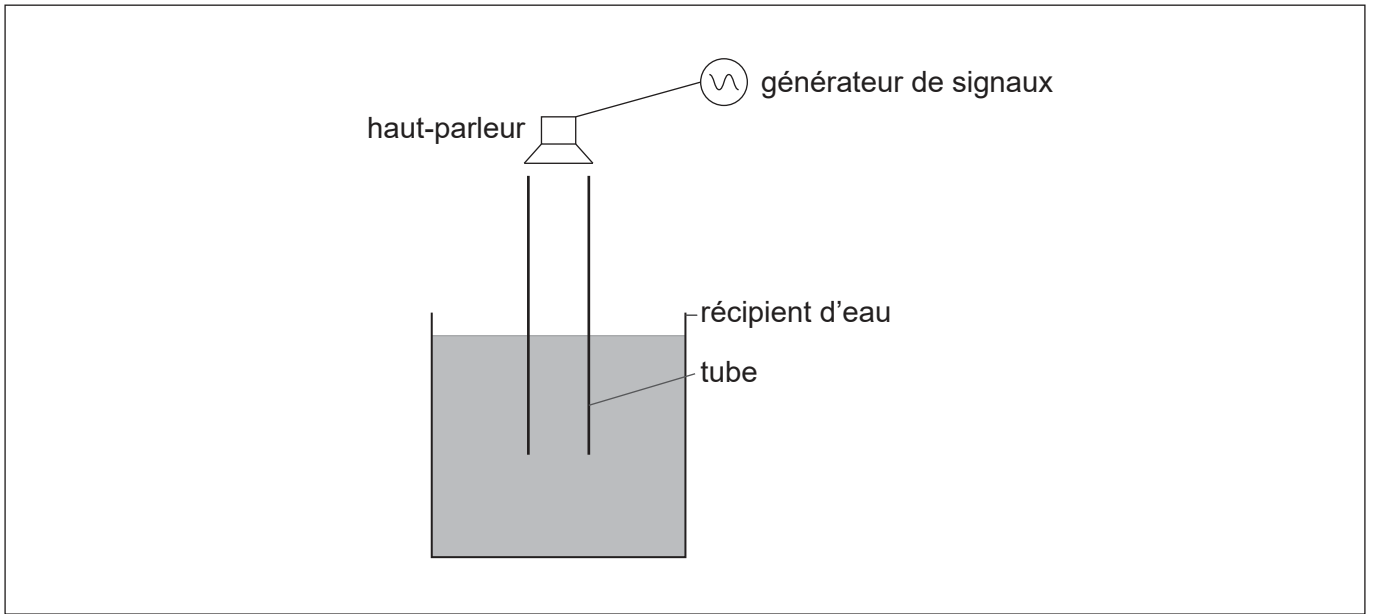


(Suite de la question 5)

- (ii) Le tube est élevé jusqu'à ce que l'intensité sonore atteigne un maximum une **deuxième fois**.

Dessinez, sur le schéma ci-dessous, la position de nœuds éventuels dans le tube lorsque le deuxième maximum est entendu.

[1]



- (iii) Entre la première et la deuxième position d'intensité sonore maximum, le tube est élevé de 0,37 m. La vitesse du son dans l'air dans le tube est 320 m s^{-1} . Déterminez la fréquence du son émis par le haut-parleur.

[2]

.....

.....

.....

.....



6. Une cellule photovoltaïque fournit de l'énergie à un circuit externe. Cette cellule photovoltaïque peut être pratiquement modélisée comme une pile avec une résistance interne.

L'intensité du rayonnement solaire incident sur cette cellule photovoltaïque à un moment particulier est à un maximum pour l'endroit où la cellule est positionnée.

Les données suivantes sont disponibles pour ce moment particulier :

- Courant de fonctionnement = 0,90A
- Différence de potentiel de sortie fournie au circuit externe = 14,5V
- F.é.m. de sortie de la cellule photovoltaïque = 21,0V
- Surface du panneau = 350mm × 450mm

(a) Expliquez pourquoi la différence de potentiel de sortie fournie au circuit externe et la f.é.m. de sortie de la cellule photovoltaïque sont différentes. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Calculez la résistance interne de la cellule photovoltaïque pour la condition d'intensité maximum en utilisant le modèle pour la cellule. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (c) L'intensité maximum de la lumière solaire incidente sur la cellule photovoltaïque à l'endroit sur la surface de la Terre est 680 W m^{-2} .

Une mesure du rendement d'une cellule photovoltaïque est le rapport :

$$\frac{\text{énergie disponible chaque seconde au circuit externe}}{\text{énergie arrivant chaque seconde à la surface de la cellule photovoltaïque}}$$

Déterminez le rendement de cette cellule photovoltaïque lorsque l'intensité incidente sur elle est à un maximum.

[3]

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

- (d) Exprimez **deux** raisons pour lesquelles les demandes en énergie futures dépendront de plus en plus de sources telles que les cellules photovoltaïques.

[2]

Raison 1 :
.....
Raison 2 :
.....



7. (a) La bobine primaire d'un transformateur est connectée à une alimentation en courant alternatif (c.a.) de 110V. La bobine secondaire de ce transformateur est connectée à un système d'éclairage de jardin de 15V qui consiste en 8 lampes connectées en parallèle. Chaque lampe a une puissance nominale de 35W lorsqu'elle fonctionne à sa luminosité normale. Des valeurs efficaces (moyenne quadratique) sont utilisées dans toute cette question.

(i) La bobine primaire a 3300 spires. Calculez le nombre de spires sur la bobine secondaire.

[1]

.....
.....

(ii) Déterminez la résistance totale des lampes lorsqu'elles fonctionnent normalement.

[2]

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

(iii) Calculez le courant dans la bobine primaire du transformateur en supposant qu'il est idéal.

[2]

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

(iv) La fuite de flux est une raison pour laquelle un transformateur ne peut pas être idéal. Expliquez l'effet de la fuite de flux sur le transformateur.

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)

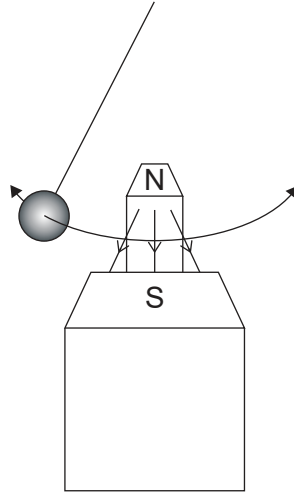


24EP15

Tournez la page

(Suite de la question 7)

- (b) Un pendule avec une masse métallique s'immobilise après 200 oscillations. Ce même pendule, relâché depuis la même position, oscille maintenant à 90° de la direction d'un champ magnétique fort et s'immobilise après 20 oscillations.



Expliquer pourquoi ce pendule s'immobilise après un plus petit nombre d'oscillations.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

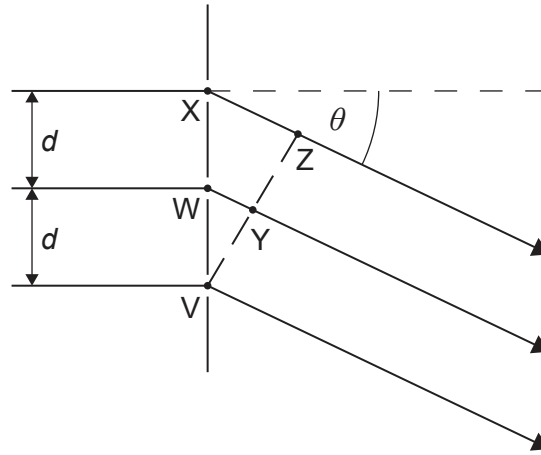
.....

.....



24EP16

8. (a) Une lumière monochromatique d'une longueur d'onde λ est incidente normalement sur un réseau de diffraction. Le diagramme ci-dessous montre des fentes adjacentes de ce réseau de diffraction légendées V, W et X. Des ondes lumineuses sont diffractées d'un angle θ pour former un maximum de diffraction de **deuxième ordre**. Les points Z et Y sont légendés.



- (i) Exprimez la différence de phase entre les ondes en V et en Y. [1]

.....
.....

- (ii) Exprimez, en termes de λ , la longueur du chemin entre les points X et Z. [1]

.....
.....

- (iii) La séparation des fentes adjacentes est d . Montrez que, pour le maximum de diffraction de deuxième ordre, $2\lambda = d \sin \theta$. [1]

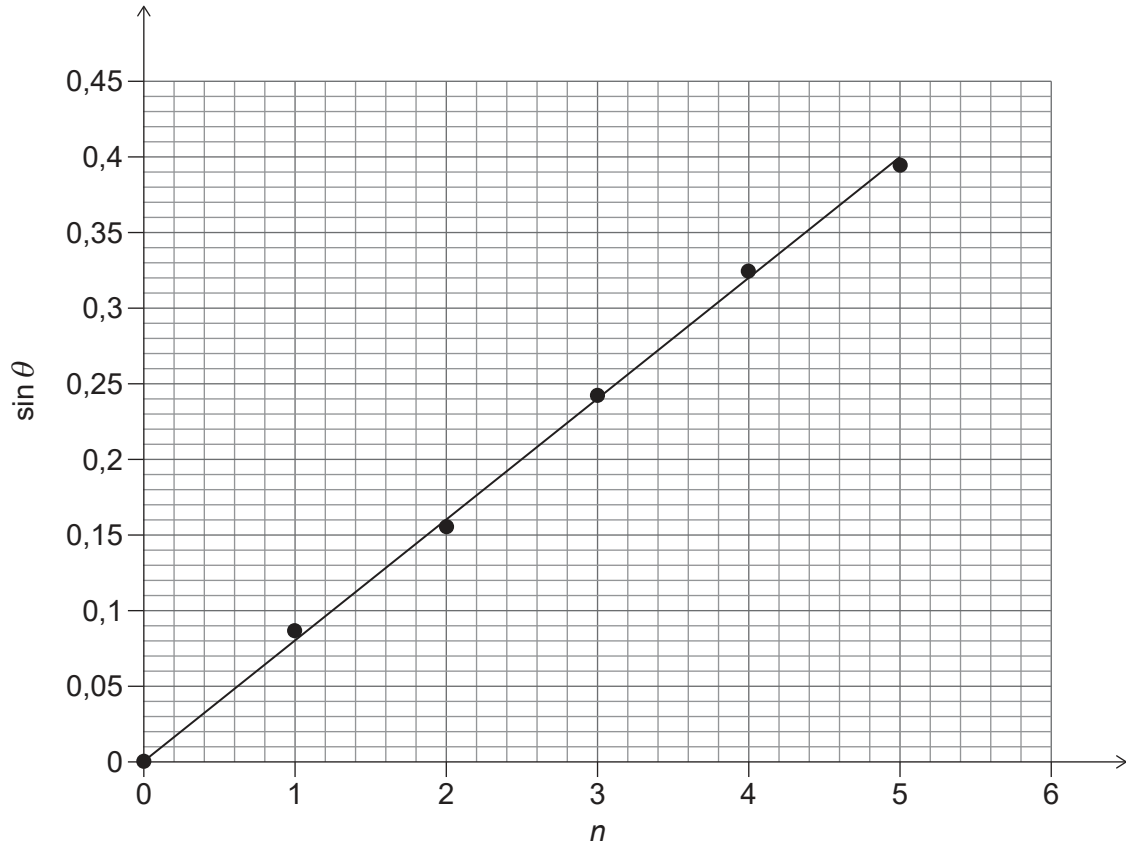
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

- (b) Une lumière monochromatique d'une longueur d'onde de 633 nm est incidente normalement sur un réseau de diffraction. Les maxima de diffraction incidents sur un écran sont détectés et leur angle θ par rapport au faisceau central est déterminé. Le graphique ci-dessous montre la variation de $\sin \theta$ en fonction de l'ordre n du maximum. L'ordre central correspond à $n = 0$.



Déterminez une valeur moyenne pour le nombre de fentes par millimètre du réseau.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



24EP18

(Suite de la question 8)

(c) Exprimez l'effet sur le graphique de la variation de $\sin \theta$ en fonction de n de :

(i) l'utilisation d'une source lumineuse avec une longueur d'onde plus petite. [1]

.....
.....

(ii) l'augmentation de la distance entre le réseau de diffraction et l'écran. [1]

.....
.....



9. (a) Lors d'une expérience pour démontrer l'effet photoélectrique, un rayonnement électromagnétique monochromatique venant de la source A est incident sur les surfaces du métal P et du métal Q. On observe l'émission d'électrons depuis P et Q.

On répète alors cette expérience avec deux autres sources de rayonnement électromagnétique : B et C. Le tableau ci-dessous donne les résultats de cette expérience et les longueurs d'onde des sources de rayonnement.

Source de rayonnement	Longueur d'onde / 10^{-7} m	Métal P	Métal Q
A	3,0	électrons émis	électrons émis
B	6,0	électrons émis	aucun électron émis
C	8,0	aucun électron émis	aucun électron émis

Résumez :

- (i) la cause de l'émission d'électrons pour le rayonnement A ; [1]

.....
.....

- (ii) pourquoi des électrons ne sont jamais émis pour le rayonnement C ; [1]

.....
.....

- (iii) pourquoi le rayonnement B donne des résultats différents. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

- (b) Expliquez pourquoi il n'y a aucun effet sur le tableau de résultats lorsqu'on double l'intensité de la source B.

[1]

.....
.....

- (c) Des photons d'une énergie $1,1 \times 10^{-18}$ J sont incidents sur une troisième surface métallique. L'énergie maximum des électrons émis depuis la surface de ce métal est $5,1 \times 10^{-19}$ J.

Calculez, en eV, le travail d'extraction de ce métal.

[2]

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



24EP21

Tournez la page

10. Le tableau ci-dessous indique des données pour Jupiter et trois de ses lunes, y compris le rayon r de chaque objet.

Objet	Masse / kg	r / m	Rayon orbital autour de Jupiter / m
Jupiter	$1,9 \times 10^{27}$	$7,1 \times 10^7$	
Io	$8,9 \times 10^{22}$	$1,8 \times 10^6$	$4,9 \times 10^8$
Ganymède	$1,5 \times 10^{23}$	$2,6 \times 10^6$	$1,06 \times 10^9$
Callisto	$1,1 \times 10^{23}$	$2,4 \times 10^6$	$1,88 \times 10^9$

(a) Calculez, pour la surface de Io, l'intensité du champ gravitationnel g_{Io} dû à la masse de Io. Exprimez une unité appropriée pour votre réponse.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Un vaisseau spatial doit être envoyé depuis Io jusqu'à l'infini.

(i) Montrez que le $\frac{\text{potentiel gravitationnel dû à Jupiter à l'orbite de Io}}{\text{potentiel gravitationnel dû à Io à la surface de Io}}$ est environ 80.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 10)

- (ii) Résumez, en utilisant (b)(i), pourquoi il n'est pas correct d'utiliser l'équation $\sqrt{\frac{2G \times \text{masse de Io}}{\text{rayon de Io}}}$ pour calculer la vitesse nécessaire pour que le vaisseau spatial atteigne l'infini depuis la surface de Io. [1]

.....

.....

- (c) Un ingénieur a besoin de déplacer une sonde spatiale de masse 3600 kg de Ganymède à Callisto. Calculez l'énergie nécessaire pour déplacer cette sonde du rayon orbital de Ganymède au rayon orbital de Callisto. Ignorez la masse des lunes dans votre calcul. [2]

.....

.....

.....

.....

Références :

© Organisation du Baccalauréat International 2021



24EP23

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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



24EP24