



22056524

PHYSIQUE
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 3

Vendredi 20 mai 2005 (matin)

1 heure

Numéro de session du candidat

0	0								
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

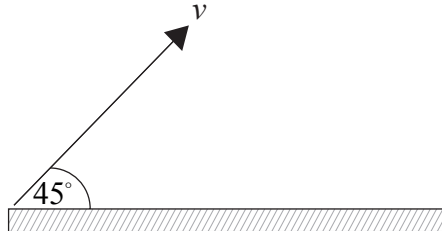
- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé.
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu dans la case prévue à cet effet sur la page de couverture.



Option A — Complément de Mécanique

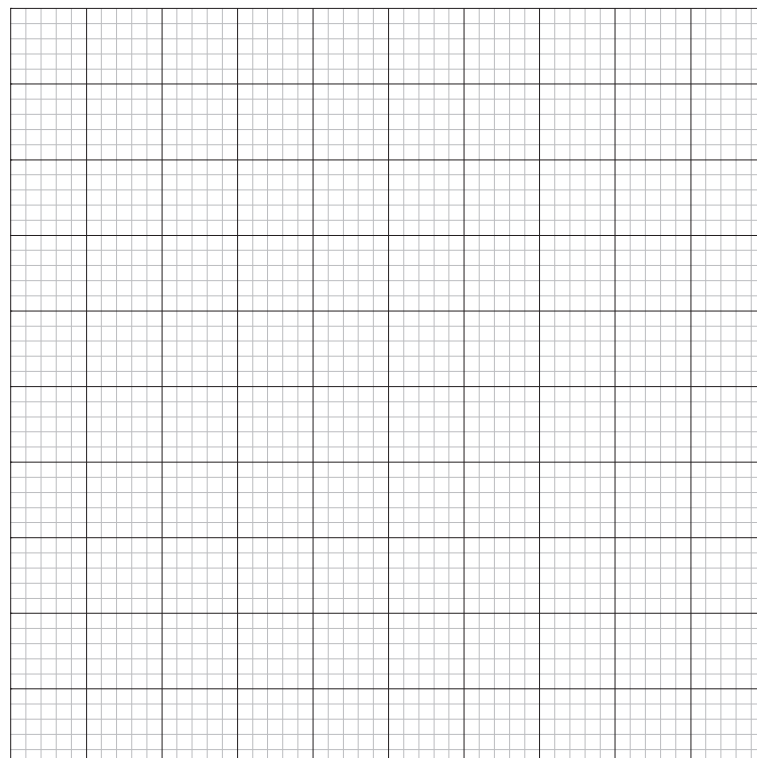
A1. Cette question porte sur le mouvement d'un projectile.

Un projectile est lancé sous un angle de 45° par rapport au sol horizontal, de sorte que sa vitesse dès qu'il a quitté le sol est v .



Ce projectile quitte le sol à l'instant $t = 0$ et il retombe sur le sol à l'instant $t = T$. La résistance de l'air est négligeable.

- (a) Esquissez un graphique, en utilisant le même système d'axes, afin de montrer la variation en fonction du temps t (axe des x) du vecteur vitesse horizontale v_H et du vecteur vitesse verticale v_V de ce projectile entre l'instant $t = 0$ et l'instant $t = T$. Désignez le vecteur vitesse horizontale par la lettre v_H et le vecteur vitesse verticale par la lettre v_V . [4]



- (b) Sur votre graphique identifiez par la lettre P, le temps qui correspond à l'instant où le projectile atteint sa hauteur maximale. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A1)

- (c) L'angle sous lequel ce projectile est lancé est augmenté au-delà de 45° . Expliquez, en termes de conservation de l'énergie, pourquoi la hauteur maximale atteinte par le projectile augmente. [2]

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



A2. Cette question porte sur les champs gravitationnels.

(a) Définissez *intensité du champ gravitationnel*. [2]

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

L'intensité du champ gravitationnel à la surface de Jupiter est 25 N kg^{-1} et le rayon de Jupiter est $7,1 \times 10^7 \text{ m}$.

(b) (i) Déduisez une expression de l'intensité du champ gravitationnel à la surface d'une planète, en termes de sa masse M , de son rayon R et de la constante de gravitation G . [2]

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

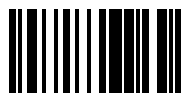
(ii) Utilisez l'expression établie en (b) (i) ci-dessus pour estimer la masse de Jupiter. [2]

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

(Suite de l'option A à la page 6)



Page vierge



(Suite de l'Option A)

A3. Cette question porte sur le principe d'un dispositif de pesée.

- (a) Énoncez les conditions pour qu'un corps soit à la fois en équilibre de translation et de rotation. [2]

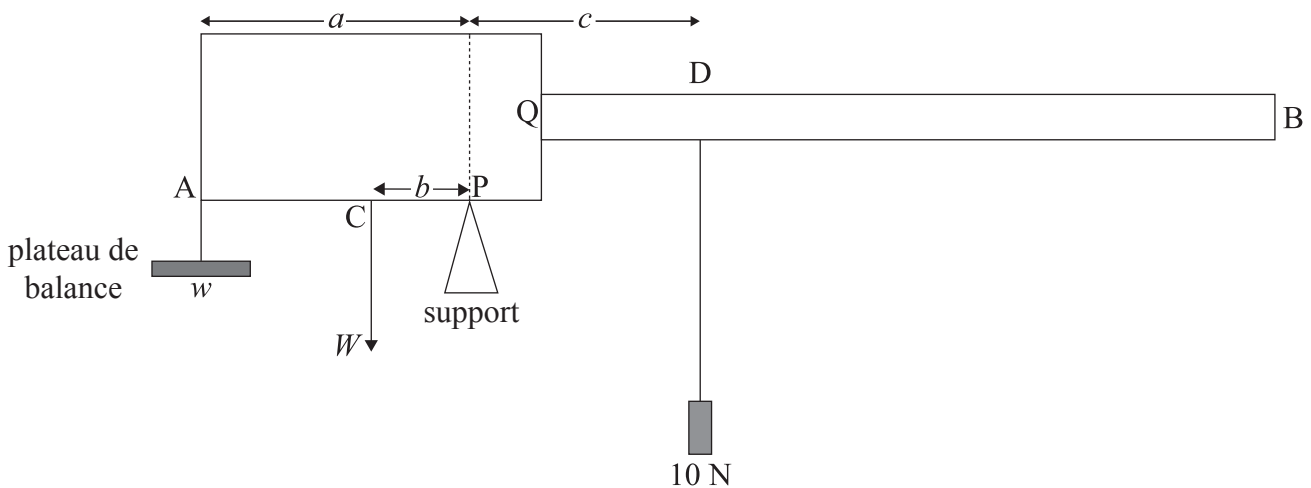
.....

.....

.....

.....

Le schéma ci-dessous représente une tige horizontale non uniforme AB d'un poids W supportée en un point P. Un plateau de balance d'un poids w est suspendu de l'extrémité A et un poids de 10 N peut être déplacé le long de la partie plus mince de la tige QB.



Le poids W de la tige agit au niveau du point C.

Dans la situation représentée, le poids de 10 N est au point D et la tige est horizontale et en équilibre. Les distances $AP = a$, $CP = b$ et $PD = c$.

- (b) Exprimez une relation liant les forces et les distances indiquées sur le schéma et expliquez comment vous être arrivé à cette relation. [2]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A3)

- (c) Un objet d'un poids inconnu X est ajouté au plateau de balance. Pour maintenir l'équilibre, le poids de 10 N doit être déplacé d'une distance de $2,4a$ vers la droite du point D. Déterminez le poids X de cet objet.

[3]

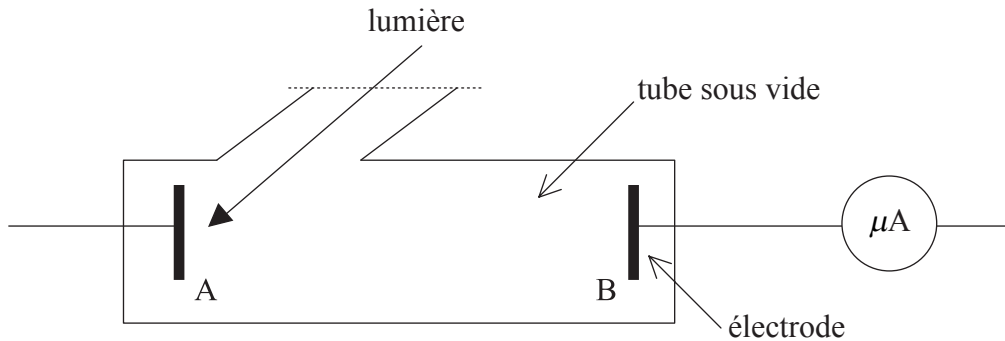
.....
.....
.....
.....
.....



Option B — Physique Quantique et Physique Nucléaire

B1. Cette question porte sur l'effet photoélectrique.

Dans une expérience pour étudier l'effet photoélectrique, une lumière d'une fréquence f est incidente sur la surface métallique A représentée sur le schéma ci-dessous. Une différence de potentiel est appliquée entre A et l'électrode B. Le courant photoélectrique est mesuré par le microampèremètre. (*Remarque : le circuit électrique complet n'est pas représenté.*)



(a) Indiquez sur le schéma la polarité de A et de B. [1]

(b) La fréquence f de la lumière est réduite et on constate qu'il y a une fréquence f_0 , la fréquence seuil, en dessous de laquelle le microampèremètre n'indique pas de courant. Expliquez comment la théorie photoélectrique de Einstein explique cette observation. [4]

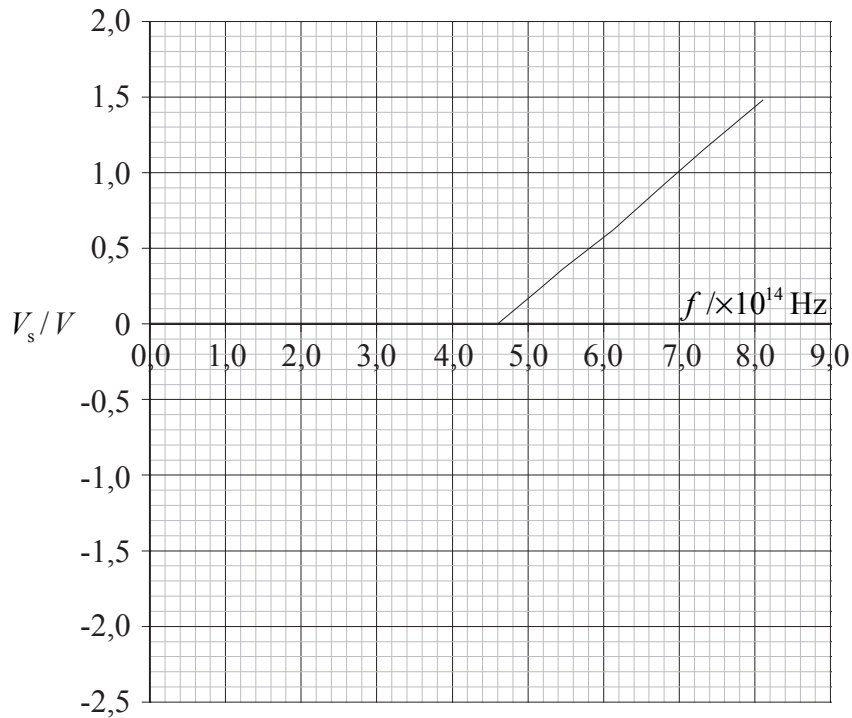
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

La différence de potentiel entre A et B est maintenant inversée. Pour une fréquence particulière de la lumière, la différence de potentiel est modifiée jusqu'à ce qu'il y ait un courant nul dans le circuit. Le graphique ci-dessous montre la variation de la fréquence f de la lumière en fonction de la différence de potentiel V_s pour un courant nul.



(c) En expliquant votre raisonnement, utilisez le graphique pour déterminer

(i) la fréquence seuil. [1]

.....
.....

(ii) le travail d'extraction, en eV, du métal. [2]

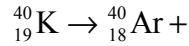
.....
.....



B2. Cette question porte sur la désintégration radioactive et l'âge des roches.

Un noyau de l'isotope radioactif potassium-40 se désintègre en un noyau stable d'argon-40.

(a) Complétez l'équation ci-dessous pour la désintégration d'un noyau de potassium-40. [2]



Un certain échantillon de roches contient $1,2 \times 10^{-6}$ g de potassium-40 et $7,0 \times 10^{-6}$ g de gaz argon-40 emprisonné.

(b) En supposant que tout l'argon provenait de la désintégration du potassium-40 et qu'aucun argon ne s'est échappé des roches, calculez la masse de potassium présente lors de la formation de ces roches. [1]

.....

La demi-vie du potassium-40 est $1,3 \times 10^9$ années.

(c) Déterminez

(i) la constante de désintégration du potassium-40. [2]

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

(ii) l'âge des roches. [2]

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



B3. Cette question porte sur les particules fondamentales et les lois de conservation.

Les nucléons sont considérés comme étant constitués de quarks.

(a) Indiquez le nom de

(i) la force (interaction) entre les quarks. [1]

.....

(ii) la particule qui génère la force entre les quarks. [1]

.....

(b) Indiquez de manière succincte, en termes des lois de conservation, la raison pour laquelle l'interaction $\bar{\nu} + p = n + e^+$ est observée alors que l'interaction $\nu + p = n + e^+$ n'a jamais été observée. (*Vous pouvez supposer que la masse-énergie et la quantité de mouvement sont conservées dans ces deux interactions.*) [3]

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



Option C — Complément sur l'énergie

C1. Cette question porte sur une pompe à chaleur et les transformations thermodynamiques.

On peut utiliser des pompes à chaleur pour chauffer des maisons en transférant l'énergie de l'extérieur de la maison à l'intérieur de la maison, l'extérieur de la maison étant à une température plus basse que l'intérieur de la maison.

Pendant un cycle, une pompe à chaleur particulière absorbe Q_C unités d'énergie de l'extérieur et fournit Q_H unités à l'intérieur de la maison. Ce processus exige que W unités de travail soient effectuées.

(a) Annotez le schéma ci-dessous pour montrer ces transferts d'énergie. [3]



(b) La puissance d'entrée dans la pompe à chaleur est 1,0 kW et le rendement de la pompe à chaleur est 25 %. Calculez le taux avec lequel la pompe à chaleur fournit de l'énergie à l'intérieur de la maison. [2]

.....

.....

.....

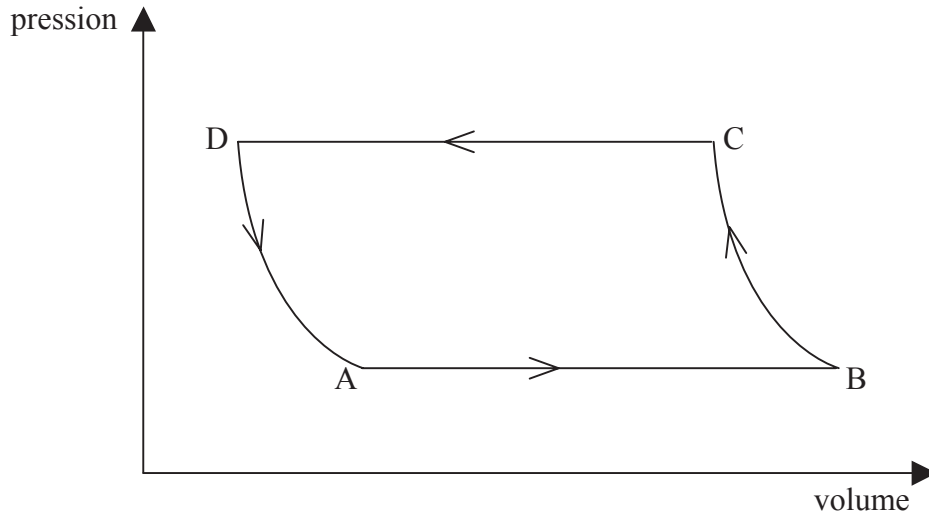
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C1)

Le graphique ci-dessous montre la relation entre la pression et le volume de la substance active de la pompe à chaleur pendant un cycle ABCD de fonctionnement de cette pompe à chaleur. Pendant ce cycle, il y a deux transformations adiabatiques et deux transformations isothermes-isobares.



(c) Expliquez ce qu'on entend par

(i) une *transformation adiabatique*.

[2]

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

(ii) une *transformation isotherme-isobare*.

[1]

.....
.....

(d) Indiquez et expliquez pendant quelle transformation ou quelles transformations l'énergie est absorbée de l'extérieur de la maison.

[3]

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



C2. Cette question porte sur l'énergie éolienne.

Il est nécessaire de concevoir des éoliennes pour un parc d'éoliennes à propos duquel les informations suivantes sont disponibles.

Énergie électrique annuelle totale devant être produite par le parc d'éoliennes	= 120 TJ
Nombre maximum d'éoliennes pour lesquelles il y a de la place dans le parc	= 20
Vitesse moyenne annuelle du vent sur le site	= 9,0 m s ⁻¹

(a) Déduisez que la puissance de sortie moyenne requise d'une éolienne est 0,19 MW. [3]

.....

.....

.....

.....

(b) Estimez le rayon des pales de l'éolienne pour fournir une puissance de sortie de 0,19 MW. (Densité de l'air = 1,2 kg m⁻³) [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Énoncez **une** raison pour laquelle votre réponse à la question (b) n'est qu'une estimation. [1]

.....

.....

(d) Décrivez brièvement **un** inconvénient de la production d'énergie à partir d'énergie éolienne. [2]

.....

.....

.....



Option D — Physique Biomédicale

D1. Cette question porte sur les rapports d'échelle.

Deux balles A et B sont faites de la même matière. La balle A a une masse M_A et un rayon R_A . La balle B a une masse M_B et un rayon R_B .

(a) Écrivez une expression du rapport $\frac{M_A}{M_B}$ en termes des rayons des balles, R_A et R_B . [1]

.....
.....

Ces balles sont maintenant chauffées jusqu'à ce que la température de surface de chaque balle soit la même. La perte de puissance thermique de la balle A est Q_A et celle de la balle B est Q_B .

(b) Écrivez une expression du rapport $\frac{Q_A}{Q_B}$ en termes de R_A et R_B . [1]

.....
.....

La perte de puissance thermique par unité de masse de la balle A est P_A et celle de la balle B est P_B .

(c) Utilisez vos réponses aux questions (a) et (b) pour déterminer une expression du rapport $\frac{P_A}{P_B}$ en termes de R_A et R_B . [3]

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

(d) Utilisez votre réponse à la question (c) pour suggérer pourquoi les bébés risquent plus de mourir d'hypothermie par temps froid que les adultes. [1]

.....
.....



D2. Cette question porte sur la perte auditive et les audiogrammes.

(a) Faites la distinction entre surdité de conduction et surdité sensorielle. [2]

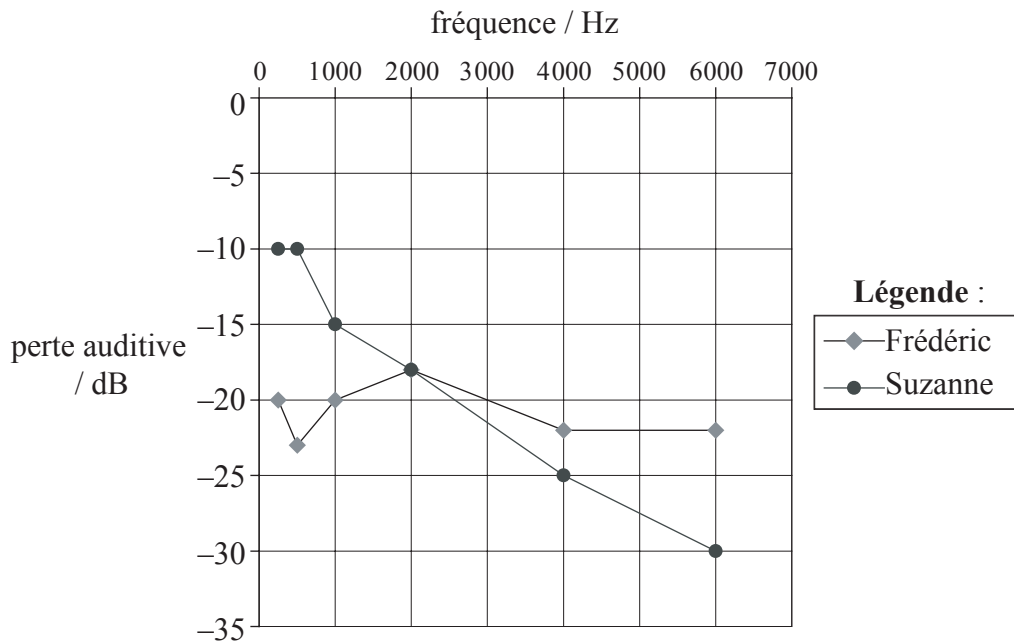
Surdité de conduction :

.....

Surdité sensorielle :

.....

Le graphique ci-dessous représente les audiogrammes de deux personnes, Frédéric et Suzanne, qui souffrent tous deux d'une perte auditive. Celle-ci est mesurée en décibels, unité qui mesure le niveau d'intensité sonore.



(b) Indiquez de manière succincte la relation entre le niveau d'intensité sonore et l'intensité sonore. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D2)

- (c) Suggérez le type de déficit auditif dont chaque personne pourrait souffrir et citez une cause possible de cette perte auditive. [4]

Frédéric :

.....

.....

.....

.....

Suzanne :

.....

.....

.....

.....

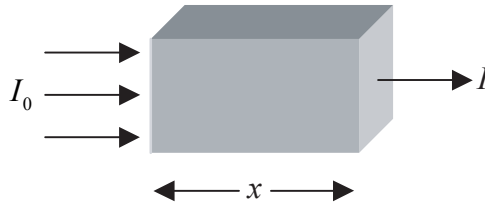


D3. Cette question porte sur les rayons X.

(a) Énoncez ce qu'on entend par qualité des rayons X. [1]

.....
.....

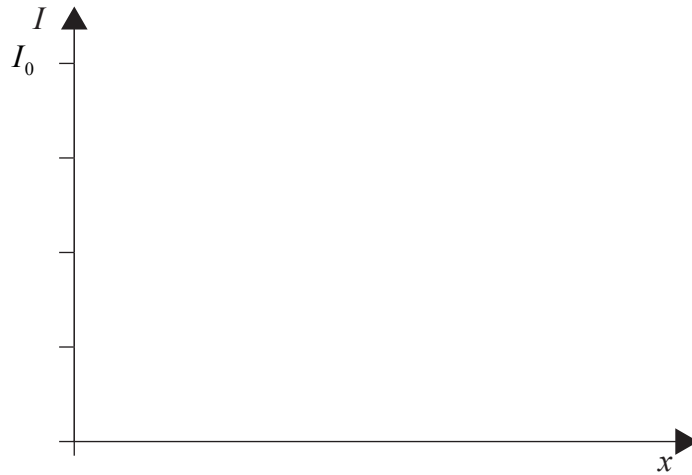
Un faisceau parallèle de rayons X d'une intensité I_0 est incident sur un matériau d'une épaisseur x comme illustré ci-dessous. L'intensité du faisceau émergent est I .



(b) Définissez couche de demi-atténuation. [1]

.....
.....

(c) En utilisant les axes ci-dessous, esquissez un graphique pour montrer la variation de l'intensité I en fonction de x . [2]



(d) Annotez votre graphique de façon à indiquer la couche de demi-atténuation $x_{\frac{1}{2}}$. [1]

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

(e) Citez le nom d'un des mécanismes responsables de l'atténuation des rayons X dans la matière. [1]

.....

Option E — Histoire et Développement de la Physique

E1. Cette question porte sur les modèles de l'univers.

Voici deux observations concernant les étoiles et la Lune.

- I. Les étoiles se déplacent dans le ciel nocturne mais la configuration globale des étoiles ne change pas.
- II. La Lune se déplace dans le ciel nocturne mais sa position par rapport à la configuration fixe des étoiles change de façon continue.

(a) Expliquez comment le modèle de l'univers de Ptolémée explique ces observations. [4]

Observation I:

.....

.....

.....

Observation II:

.....

.....

.....

(b) Indiquez la différence essentielle entre le modèle de l'univers de Copernic et le modèle de l'univers de Ptolémée. [1]

.....



E2. Cette question porte sur les concepts de mouvement et de force.

Un bloc de pierre est traîné sur le sol à vitesse constante.

(a) Énoncez comment Aristote proposa que la force tractant ce bloc était liée à la vitesse du bloc. [1]

.....
.....

(b) Énoncez la théorie de Galilée qui relie une force unique agissant sur un objet à la vitesse de cet objet. [1]

.....
.....

(c) Décrivez comment la théorie de Galilée expliquait le mouvement du bloc de pierre tracté à une vitesse constante sur le sol. [2]

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

(d) Comparez les méthodes par lesquelles Aristote et Galilée parvinrent à leurs conclusions. [2]

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



E3. Cette question porte sur l'atome et le noyau.

Lorsque les rayons cathodiques furent découverts et étudiés, certains physiciens, parmi lesquels Hertz, pensèrent qu'il s'agissait d'ondes. Cependant, d'autres physiciens, parmi lesquels J J Thompson, pensèrent qu'ils étaient constitués de particules.

(a) Indiquez de manière succincte les preuves sur lesquelles Hertz et Thompson basèrent leurs conclusions. [2]

Hertz:

.....

.....

Thompson:

.....

.....

(b) En référence aux électrons, comparez la différence principale entre le modèle de l'atome de Thompson et le modèle de l'atome de Rutherford. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

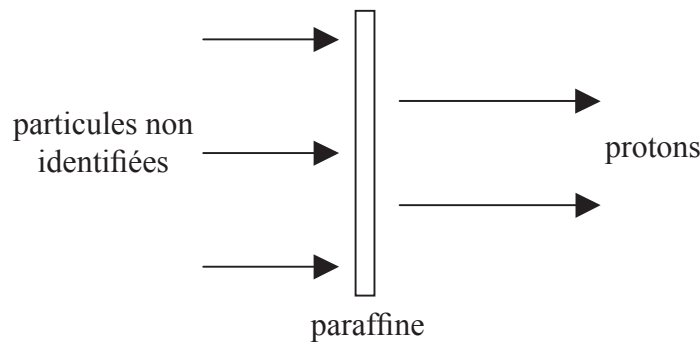


(Suite de la question E3)

En 1932, Chadwick effectua une expérience dans laquelle il découvrit le neutron en mesurant la masse d'une particule non identifiée.

Dans cette expérience, les particules furent produites en bombardant du béryllium avec des particules α . Afin de déterminer la masse de ces particules, Chadwick les fit entrer en collision avec les atomes de deux éléments différents. Il mesura ensuite les vitesses de ces atomes résultant de ces collisions.

Il dirigea tout d'abord les particules sur une plaque de paraffine de façon à ce qu'elles entrent en collision avec les atomes d'hydrogène dans la paraffine, produisant un faisceau de protons.



(c) (i) Décrivez comment Chadwick mesura la vitesse des protons. [2]

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

Chadwick fit alors en sorte que les particules pénètrent dans une chambre à bulles à azote de façon à ce qu'elles entrent en collision avec des atomes d'azote.

(ii) Indiquez de quelle manière Chadwick mesura les vitesses des atomes d'azote après que les particules non identifiées soient entrées en collision avec eux. [1]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E3)

Connaissant les vitesses des protons et des atomes d'azote, de même que leurs masses, Chadwick fut capable d'appliquer deux lois de physique afin de déterminer la masse des particules non identifiées.

(iii) Identifiez les **deux** lois appliquées par Chadwick.

[2]

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



Option F — Astrophysique

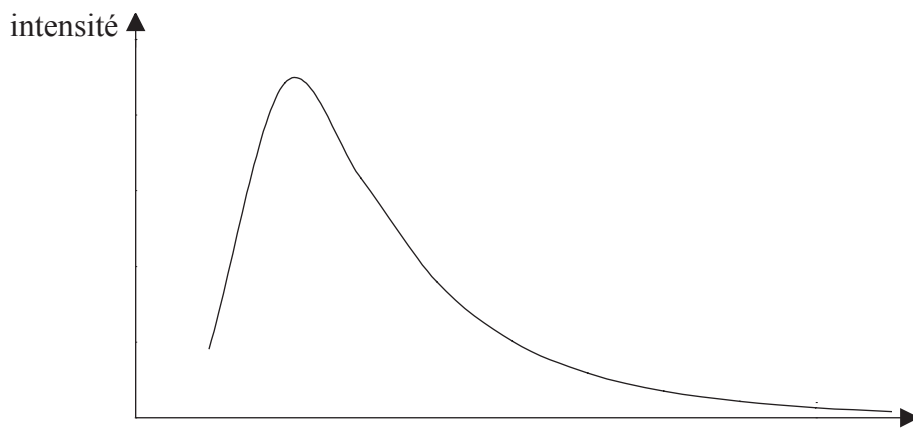
F1. Cette question porte sur le rayonnement stellaire et l'étoile Bételgeuse.

- (a) Expliquez le terme *rayonnement du corps noir*. [1]

.....

.....

Le graphique ci-dessous décrit l'allure du spectre du rayonnement du corps noir d'une certaine étoile.



- (b) Légendez l'axe des x de ce graphique. [1]

- (c) Sur ce graphique, esquissez l'allure du spectre du rayonnement du corps noir d'une étoile ayant une température de surface inférieure et un éclat stellaire apparent plus faible que cette étoile. [2]

L'étoile Bételgeuse dans la constellation d'Orion émet un rayonnement de corps noir dont l'intensité maximale se situe à une longueur d'onde de $0,97 \mu\text{m}$.

- (d) Déduisez que la température de surface de Bételgeuse est d'environ 3000 K. [1]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F1)

L'éclat stellaire apparent de Bételgeuse est $2,10 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2}$ et sa luminosité est $4,10 \times 10^4$ fois celle du Soleil. L'éclat stellaire apparent du Soleil est $1,37 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$.

(e) Décrivez ce qu'on entend par

(i) *luminosité.* [1]

.....
.....

(ii) *éclat stellaire apparent.* [2]

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

(iii) En utilisant les données ci-dessus, déterminez, en UA, la distance entre l'étoile Bételgeuse et la Terre. [4]

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



F2. Cette question porte sur le paradoxe d’Olbers.

Newton fit trois suppositions sur la nature de l’univers. Une de ces suppositions est que l’univers est statique.

(a) Énoncez les **deux** autres suppositions. [2]

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

(b) Expliquez, en utilisant un argument quantitatif, comment ces suppositions ont conduit au paradoxe d’Olbers. [4]

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

(c) Décrivez **une** preuve qui suggère que l’univers n’est pas statique. [2]

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



Page vierge



Option G — Relativité

G1. Cette question porte sur les systèmes de référence.

(a) Expliquez ce qu'on entend par *système de référence*.

[2]

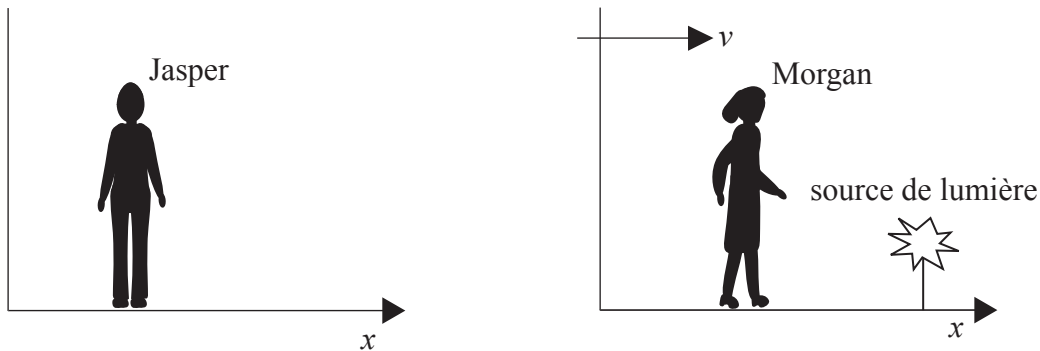
.....

.....

.....

.....

Dans le schéma ci-dessous, Jasper considère son système de référence comme étant au repos et le système de référence de Morgan comme s'éloignant de lui avec une vitesse constante v dans la direction x .



Morgan réalise une expérience pour mesurer la vitesse de la lumière émise par une source qui est au repos dans son système de référence. La valeur de la vitesse qu'elle obtient est c .

(b) En appliquant à cette situation une transformation de Galilée, indiquez la valeur qu'on s'attendrait à ce que Jasper obtienne pour la vitesse de la lumière émise par cette source.

[1]

.....

(c) Indiquez la valeur qu'on s'attendrait à ce que Jasper obtienne pour la vitesse de la lumière émise par cette source en se basant sur la théorie du rayonnement électromagnétique de Maxwell.

[1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G1)

- (d) Déduisez, en utilisant l'équation relativiste d'addition des vitesses, que Jasper va en fait obtenir une valeur pour la vitesse de la lumière émise par cette source qui est conforme à celle prédite par la théorie de Maxwell. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

Dans l'expérience de Morgan pour mesurer la vitesse de la lumière, elle utilise une étincelle comme source de lumière. Selon elle, cette étincelle dure pendant un intervalle de temps de $1,5 \mu\text{s}$. Dans cette situation particulière, la durée de cette étincelle, telle que mesurée par Morgan, est connue dans la théorie de la relativité restreinte comme le temps propre.

- (e) (i) Expliquez ce qu'on entend par *temps propre*. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Selon Jasper, l'étincelle dure pendant un intervalle de temps de $3,0 \mu\text{s}$. Calculez la vitesse relative entre Jasper et Morgan. [3]

.....

.....

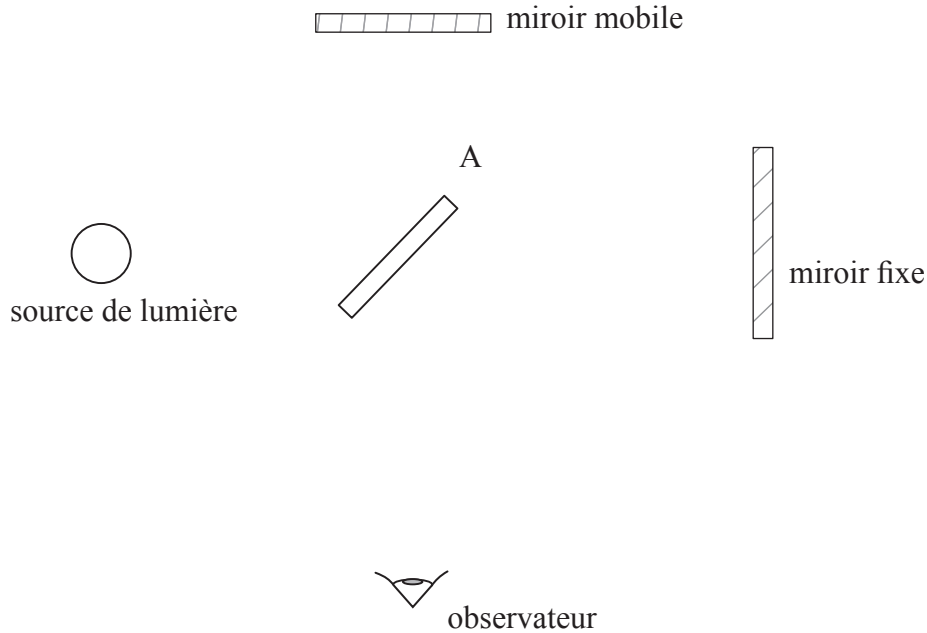
.....

.....



G2. Cette question porte sur l'expérience de Michelson-Morley.

Le schéma ci-dessous montre les caractéristiques essentielles de l'appareil utilisé dans l'expérience de Michelson-Morley.



A est un miroir semi-argenté.

- (a) Indiquez le but de cette expérience. [1]

.....

- (b) Sur le schéma ci-dessus, tracez des rayons pour indiquer les trajectoires de la lumière venant de la source qui produisent l'image d'interférence vue par l'observateur. [3]

- (c) Dans une partie de cette expérience, l'appareil tout entier subit une rotation de 90°. Expliquez pourquoi. [2]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G2)

(d) Expliquez la fonction du miroir mobile. [1]

.....
.....

(e) Décrivez les résultats de cette expérience et expliquez comment ce résultat corrobore la théorie de la relativité restreinte. [2]

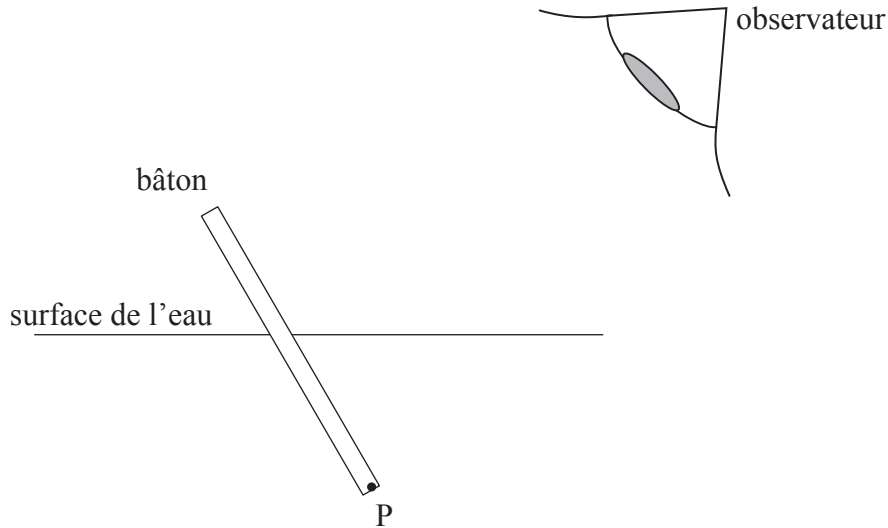
.....
.....
.....
.....



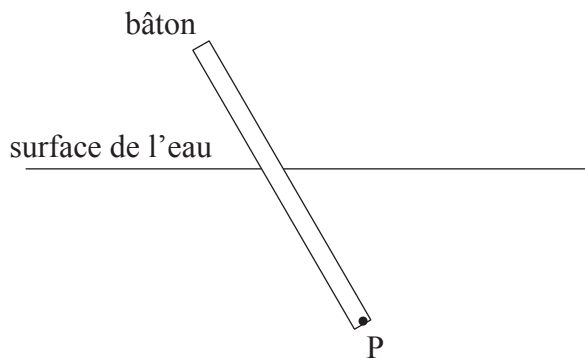
Option H — Optique

H1. Cette question porte sur la réfraction et l'angle limite.

Le schéma ci-dessous montre un bâton qui est partiellement plongé dans l'eau.



- (a) Sur le schéma ci-dessus,
 - (i) tracez des rayons pour situer la position de l'image de l'extrémité P du bâton. [2]
 - (ii) dessinez la forme apparente du bâton tel qu'il est vu par l'observateur. [1]
- (b) Sur le schéma ci-dessous, tracez le trajet d'un rayon lumineux issu de l'extrémité P du bâton et qui est incident sur la surface de l'eau à l'angle limite. Sur votre schéma, désignez par la lettre C l'angle limite pour ce rayon lumineux. [2]



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question H1)

- (c) Un poisson nage à une profondeur de 2,0 m en dessous de la surface de l'eau. Déterminez le rayon du champ circulaire de vision que le poisson a du « monde » au-dessus de la surface de l'eau. (Indice de réfraction de l'eau = 1,3)

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

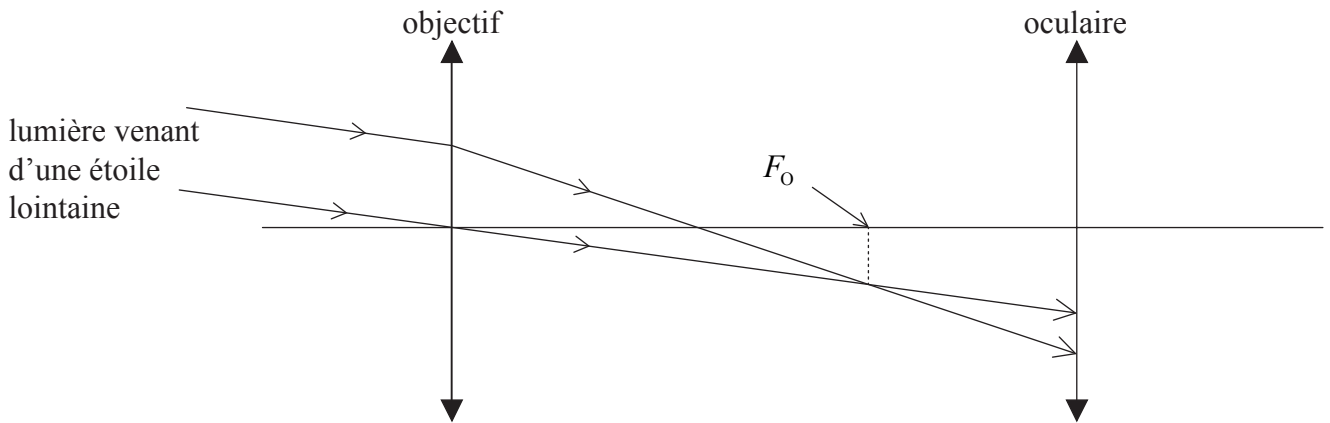


H2. Cette question porte sur une lunette astronomique.

(a) Définissez le point focal d'une lentille convexe (convergente). [2]

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

Le schéma ci-dessous montre deux rayons lumineux issus d'une étoile lointaine incidents sur l'objectif d'une lunette astronomique. Les trajets de ces rayons sont également représentés après qu'ils aient traversé l'objectif et qu'ils aient atteint l'oculaire de la lunette.



Le foyer principal de l'objectif est F_O .

(b) Sur le schéma ci-dessus, marquez

(i) la position du foyer principal de l'oculaire (désignez celui-ci F_E). [1]

(ii) la position de l'image de l'étoile formée par l'objectif (désignez celle-ci I). [1]

(c) Indiquez où l'image finale est formée lorsque la lunette est réglée normalement. [1]

.....

(d) Complétez le schéma ci-dessus pour montrer le sens dans lequel l'image finale de l'étoile est formée pour la lunette réglée normalement. [2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question H2)

Le cercle oculaire d'une lunette astronomique est un dispositif qui est placé à l'extérieur de l'oculaire du télescope dans la position où l'image de l'objectif est formée par l'oculaire. Le diamètre du cercle oculaire est le même que le diamètre de l'image de l'objectif. Cela fait en sorte que toute la lumière passant à travers le télescope passe à travers le cercle oculaire.

- (e) Un télescope astronomique particulier a un objectif d'une distance focale de 98,0 cm et un oculaire d'une distance focale de 2,00 cm (c'est-à-dire $f_0 = 98,0$ cm, $f_e = 2,00$ cm). Déterminez la position du cercle oculaire. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

