



PHYSIQUE
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 3

Mercredi 10 mai 2006 (matin)

1 heure

Numéro de session du candidat

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

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

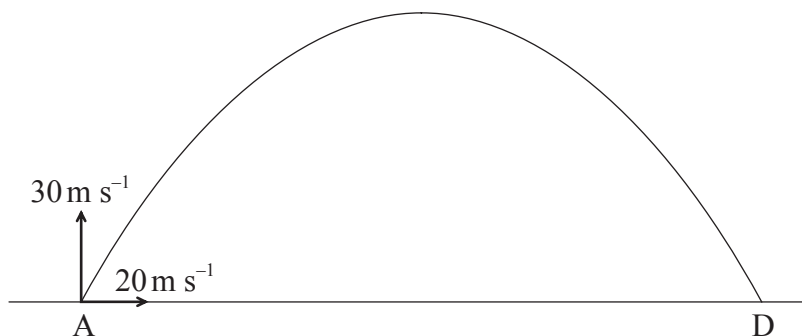
- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu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



Option A — Complément de Mécanique

A1. Cette question porte sur la trajectoire d'une balle de golf.

Un golfeur frappe une balle de golf en un point A sur un terrain de golf. Cette balle atterrit au point D comme illustré sur le schéma ci-dessous. Les points A et D se trouvant dans un même plan horizontal.



La composante horizontale de la vitesse initiale de cette balle est 20 m s^{-1} et la composante verticale est 30 m s^{-1} . La durée du vol de cette balle de golf entre le point A et le point D est $6,0 \text{ s}$. La résistance de l'air est négligeable et l'accélération de chute libre $g = 10 \text{ m s}^{-2}$.

Calculez

(a) la hauteur maximum atteinte par cette balle de golf. [3]

.....

.....

.....

(b) la portée de cette balle de golf. [2]

.....

.....

.....

A2. Cette question porte sur un vaisseau spatial.

Un vaisseau spatial situé au-dessus de l'atmosphère terrestre s'éloigne de la Terre. Le schéma ci-dessous montre deux positions de ce vaisseau spatial. La position A et la position B sont bien au-dessus de l'atmosphère de la Terre.



Dans la position A, le moteur-fusée est arrêté et le vaisseau spatial commence à se déplacer librement. Dans la position A, la vitesse de ce vaisseau spatial est $5,37 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ et dans la position B, elle est de $5,10 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$. Le temps mis pour aller de la position A à la position B est $6,00 \times 10^2 \text{ s}$.

- (a) (i) Expliquez pourquoi la vitesse varie entre les positions A et B. [1]

.....

- (ii) Calculez l'accélération moyenne du vaisseau spatial entre les positions A et B. [2]

.....

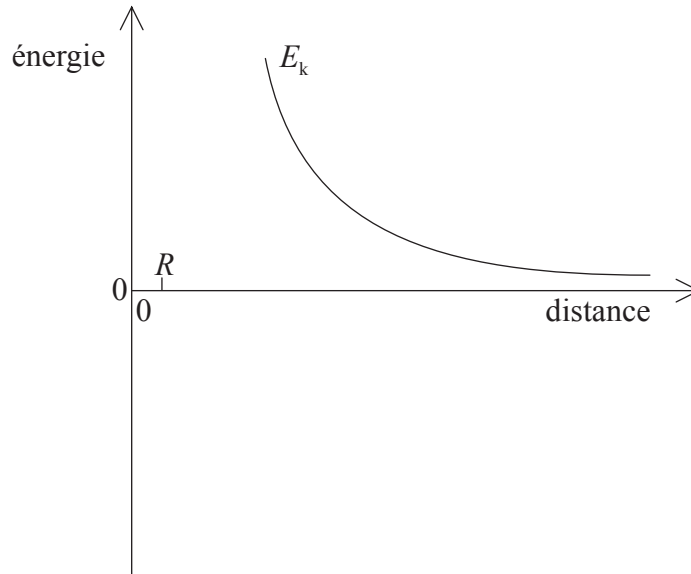
- (iii) Estimez l'intensité du champ gravitationnel moyen entre les positions A et B. Expliquez votre raisonnement. [3]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question A2)

- (b) Le diagramme ci-dessous montre la variation de l'énergie cinétique E_k de ce vaisseau spatial en fonction de la distance de la Terre. Le rayon de la Terre est R .

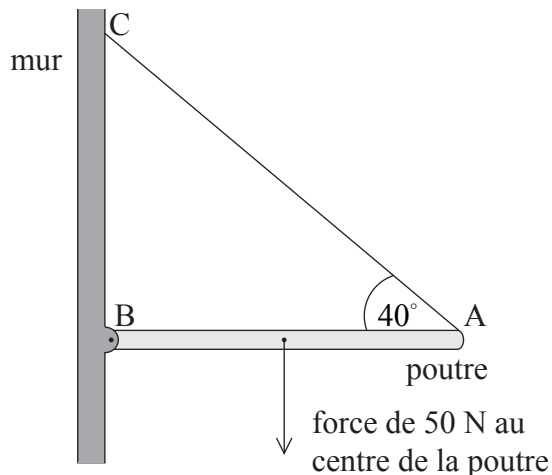


Sur le diagramme ci-dessus, tracez la variation de l'énergie potentielle gravitationnelle E_p du vaisseau spatial en fonction de la distance de la surface de la Terre.

[2]

A3. Cette question porte sur l'équilibre.

Le schéma ci-dessous montre une poutre uniforme d'un poids de 50 N. Cette poutre est attachée à un mur en B par une charnière. La poutre est maintenue horizontalement par un fil attaché à l'extrémité A de la poutre et au mur en C. L'angle entre le fil et la poutre est 40° .



(a) Sur le schéma ci-dessus, tracez une flèche pour représenter la force R agissant sur la poutre au niveau de la charnière. [2]

(b) La tension dans le fil est 39 N. Déterminez l'intensité et le sens de la force R . [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

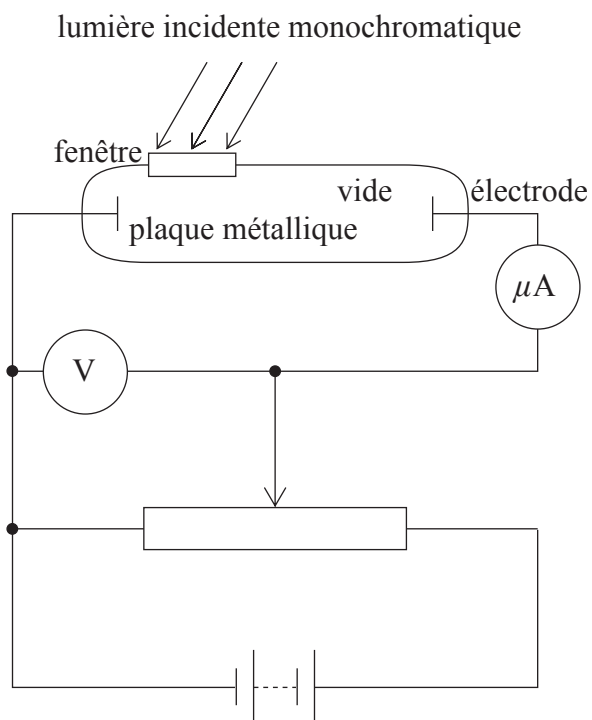
.....

.....

Option B — Physique Quantique et Physique Nucléaire

B1. Cette question porte sur l'effet photoélectrique.

L'appareil représenté ci-dessous peut être utilisé pour étudier l'effet photoélectrique.

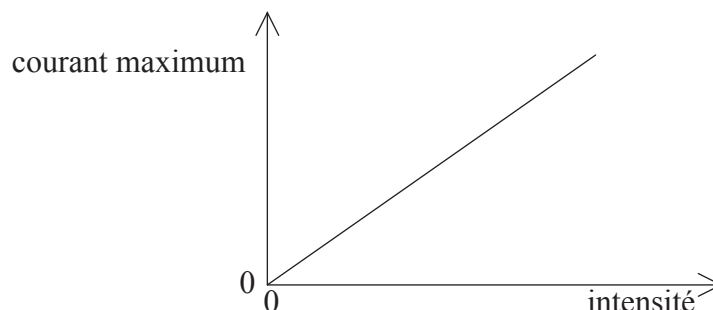


On peut faire varier l'intensité et la sens de la différence de potentiel V appliquée entre la plaque métallique et l'électrode. On réalise l'expérience pour différentes valeurs d'intensité et pour la même fréquence de la lumière.

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question B1)

- (a) Une lumière monochromatique est incidente sur la plaque métallique. La différence de potentiel entre la plaque et l'électrode est modifiée de façon à ce que la lecture sur le microampèremètre soit un maximum. Le graphique ci-dessous montre la variation du courant maximum en fonction de l'intensité de la lumière monochromatique.



Expliquez les caractéristiques de ce graphique.

[4]

.....

.....

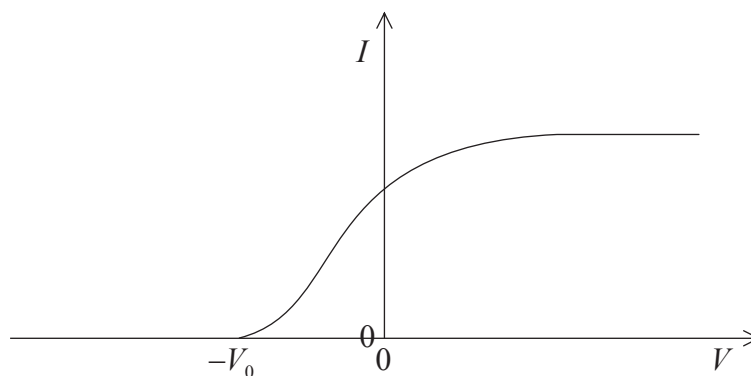
.....

.....

.....

.....

- (b) La fréquence et l'intensité de la lumière sont maintenues constantes. Le graphique ci-dessous montre la variation du courant I mesuré sur le microampèremètre en fonction de la différence de potentiel V .



La fréquence de la lumière est doublée à intensité constante. Sur le graphique ci-dessus, tracez une deuxième ligne pour montrer la variation du courant dans le microampèremètre en fonction de la différence de potentiel.

[3]

B2. Cette question porte sur les spectres atomiques.

Un électron subit une transition d'un niveau d'énergie atomique de $3,20 \times 10^{-15}$ J à un niveau d'énergie de $0,32 \times 10^{-15}$ J. Déterminez la longueur d'onde du photon émis.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

B3. Cette question porte sur la radioactivité.

(a) Une analyse chimique révèle qu'un échantillon de matière radioactive contient $8,90 \times 10^{19}$ atomes d'uranium-235. L'activité de cet échantillon est $4,25 \times 10^2$ Bq.

Calculez, pour l'uranium-235

(i) la constante de désintégration.

[2]

.....

.....

.....

(ii) la demi-vie en années.

[2]

.....

.....

.....

(b) Un isotope a une demi-vie d'environ quatre heures. Suggérez pourquoi la mesure du nombre d'atomes et l'activité d'un échantillon de cet isotope ne peuvent pas être utilisées pour déterminer sa demi-vie.

[1]

.....

.....



B4. Cette question porte sur la diffusion des particules α .

En 1913, Geiger et Marsden effectuèrent une expérience dans laquelle des particules α furent lancées sur un morceau de feuille d'or. Le schéma ci-dessous montre deux de ces particules α A et B se déplaçant vers le noyau d'or dans les directions indiquées.

A ● —→

● noyau

B ● —→

● noyau

(a) Sur le schéma ci-dessus, tracez des trajectoires possibles de A et de B. [2]

(b) Expliquez comment la connaissance de l'énergie cinétique initiale KE de particules α telles que la particule A permet d'estimer une limite supérieure pour le diamètre d'un noyau. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

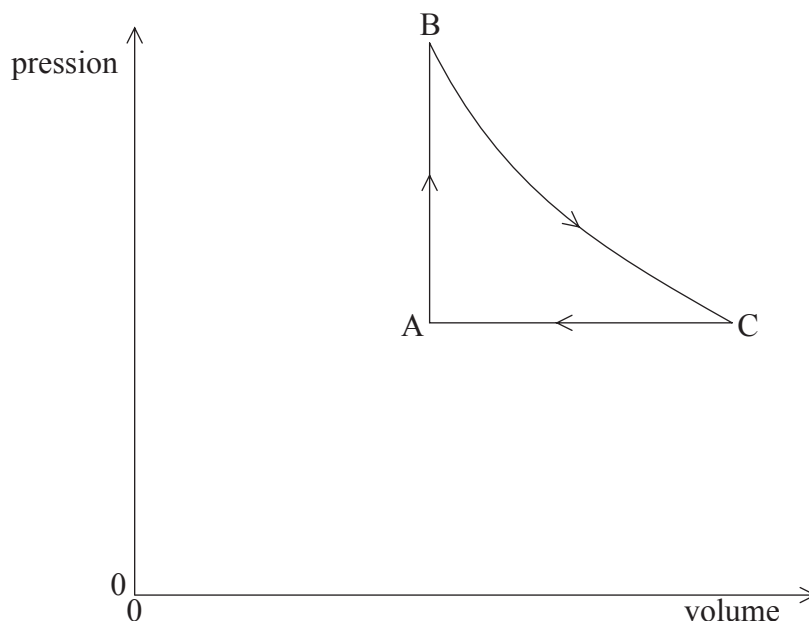
Option C — Complément sur l'énergie

C1. Cette question porte sur les transformations thermodynamiques.

- (a) Exprimez ce qu'on entend par le concept d'*énergie interne* d'un gaz parfait. [1]

.....

- (b) Le graphique ci-dessous montre la variation de la pression d'une masse fixe d'un gaz parfait en fonction du volume.



La transformation de B à C est isotherme à 546 K. Au point A, la pression du gaz est $1,01 \times 10^5$ Pa, le volume du gaz est $22,0 \text{ m}^3$ et la température du gaz est 273 K.

- (i) Exprimez la température du gaz au point C. [1]

.....

- (ii) Calculez le volume du gaz au point C. [2]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question C1)

- (c) Pour la transformation de B à C, $31,5 \times 10^5$ J d'énergie thermique sont transférés au gaz.

- (i) Exprimez le travail effectué au cours de la transformation de A à B. [1]

.....

- (ii) Déterminez le travail effectué au cours de la transformation de C à A. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Expliquez si le travail en (ii) est effectué **par** le gaz ou **sur** le gaz. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) Déterminez le travail effectué par le gaz pendant un cycle ABCA. [2]

.....

.....

.....



C2. Cette question porte sur l'énergie éolienne.

L'énergie éolienne théorique maximum P , pour de l'air de densité ρ se déplaçant à la vitesse v normalement à travers une surface A , est donnée par

$$P = \frac{\rho A v^3}{2}.$$

- (a) (i) De l'air d'une densité de $1,3 \text{ kg m}^{-3}$ et d'une vitesse de $9,0 \text{ m s}^{-1}$, est incident sur une éolienne ayant des pales d'un diamètre de 15 m. Calculez l'énergie éolienne maximum incidente sur cette éolienne. [2]

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

- (ii) Exprimez pourquoi il est impossible dans la pratique d'extraire de l'air toute l'énergie P calculée en (i). [1]

.....
.....

- (iii) Citez **deux** raisons pour lesquelles les éoliennes ne sont pas placées à proximité l'une de l'autre. [2]

1.
.....
2.
.....

- (b) Une centrale nucléaire a une puissance de sortie de 200 MW. On propose de remplacer cette centrale nucléaire par une série d'éoliennes ayant chacune un rendement énergétique de 750 kW. Citez et discutez **un** avantage et **un** inconvénient qu'un tel changement pourrait apporter si cette proposition devait être réalisée. [4]

Avantage :
.....
.....

Inconvénient :
.....
.....

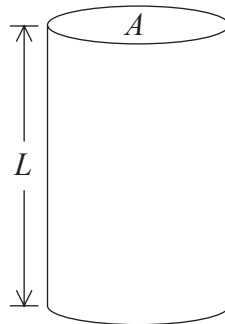


Page vierge

Option D — Physique Biomédicale

D1. Cette question porte sur la contrainte dans les os.

Un fragment d'os a une longueur L et une section uniforme A comme illustré ci-dessous.



Des poids sont placés sur l'os jusqu'à ce qu'il se brise. Le poids maximum qui pourrait être supporté est W . Déterminez le poids maximum qui peut être supporté quand toutes les dimensions linéaires de cet os sont doublées.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D2. Cette question porte sur l'intensité sonore.

(a) Définissez *niveau d'intensité sonore*.

[2]

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

(b) L'écouteur d'une radio portable produit $2,8 \times 10^{-7}$ W de puissance sonore. On peut supposer que cette puissance est incidente uniformément sur la membrane du tympan d'une surface de $1,9 \times 10^{-5}$ m². Calculez le niveau d'intensité sonore au niveau de la membrane du tympan.

[3]

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

(c) Commentez sur votre réponse à la question (b).

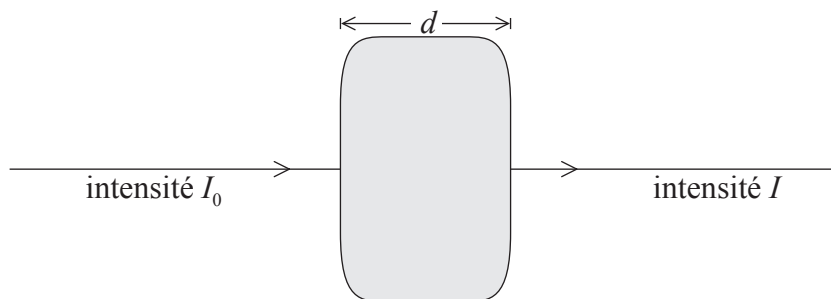
[1]

.....
.....

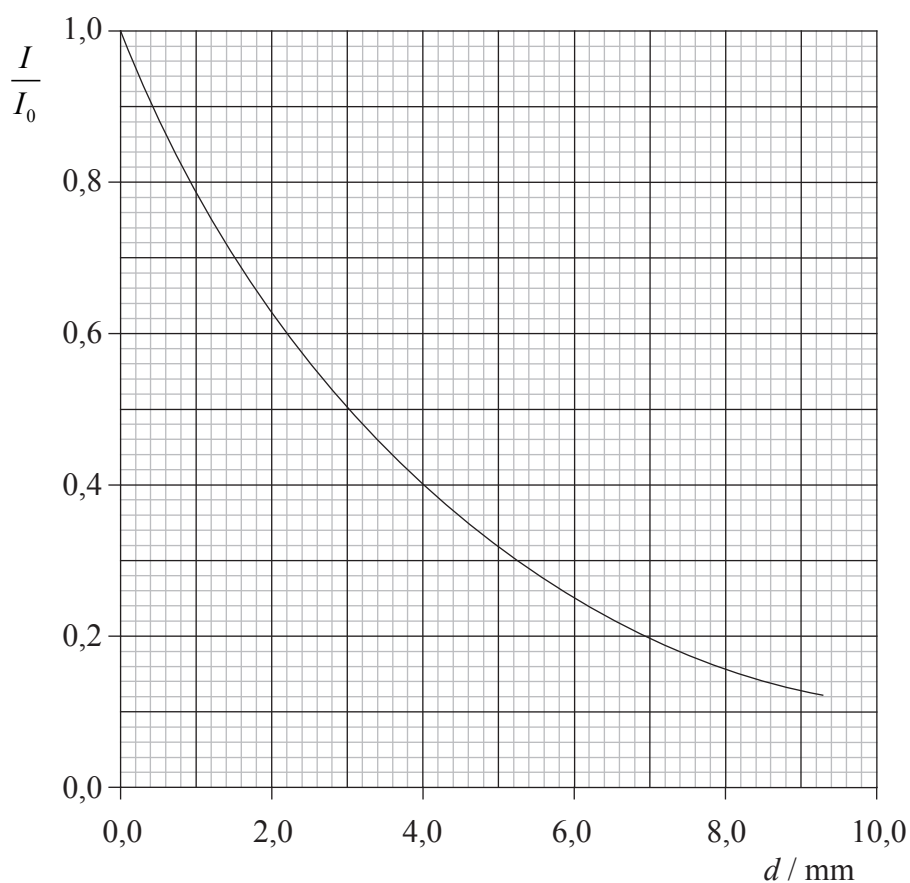


D3. Cette question porte sur l'absorption des rayons X.

Le schéma ci-dessous représente un faisceau parallèle de rayons X incident sur une portion d'os d'une épaisseur d .



L'intensité incidente est I_0 et l'intensité transmise est I . Le graphique ci-dessous montre la variation du rapport $\frac{I}{I_0}$ en fonction de l'épaisseur de l'os d . L'intensité incidente I_0 est constante.



(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question D3)

- (a) (i) Estimez la couche de demi-atténuation de l'os. [1]

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

- (ii) Utilisez votre réponse à la question (i) pour calculer le coefficient d'atténuation des rayons X de cet échantillon d'os. [2]

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

- (b) Pour des rayons X d'une fréquence différente, la fraction $\frac{I}{I_0}$ pour une épaisseur d'os donnée est supérieure à celle représentée sur le graphique. Expliquez l'effet de ce changement sur le coefficient d'atténuation et sur la couche de demi-atténuation calculée en (a). [3]

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

- (c) Expliquez, en référence aux coefficients d'atténuation, pourquoi on peut utiliser des repas barytés pour faciliter l'imagerie par rayons de l'estomac. [4]

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

Option E — Histoire et Développement de la Physique

E1. Cette question porte sur le mouvement orbital.

- (a) Citez **deux** différences entre le modèle du système solaire de Copernic et celui de Kepler. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Discutez la contribution de Newton à l'explication des lois de Kepler. [3]

.....

.....

.....

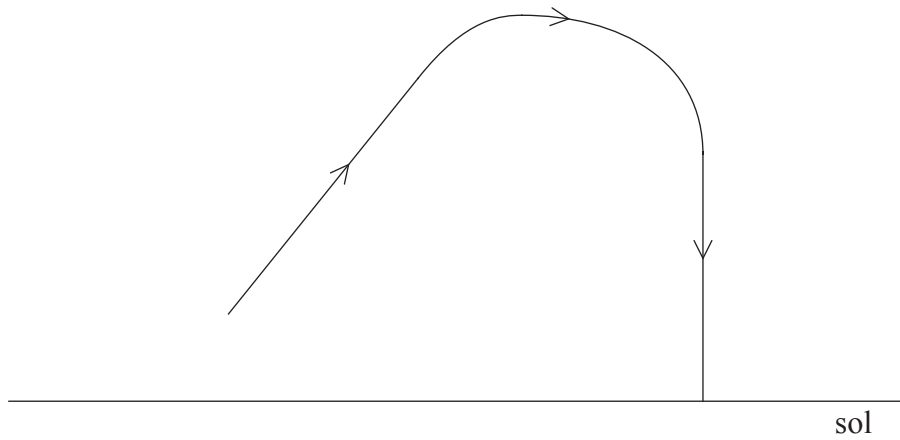
.....

.....

.....

E2. Cette question porte sur le point de vue d’Aristote sur le mouvement.

Aristote considèrait qu’une balle lancée dans l’air suivait la trajectoire illustrée ci-dessous.



Utilisez le point de vue d’Aristote sur le mouvement pour expliquer la forme de cette trajectoire.

[4]

.....

.....

.....

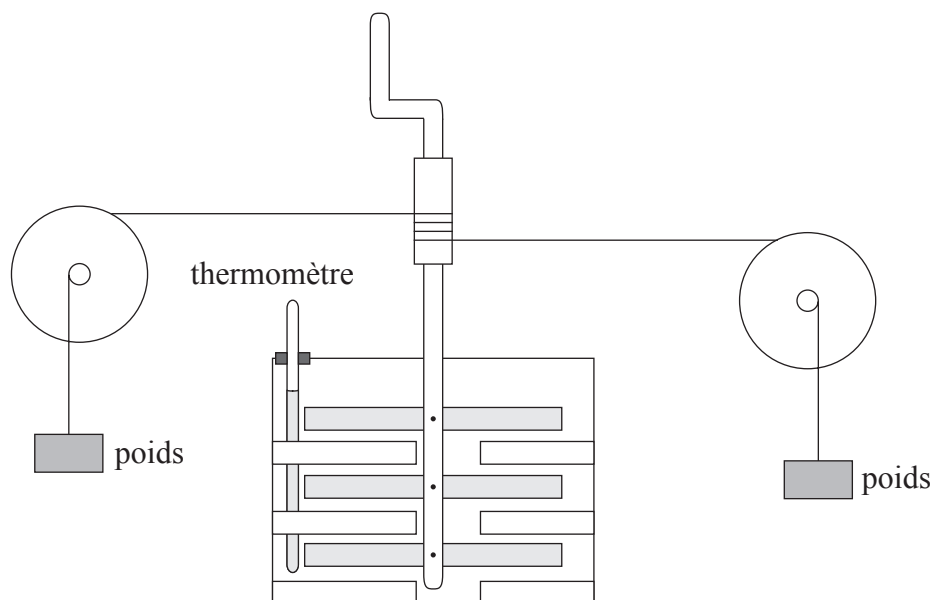
.....

.....

.....

E3. Cette question porte sur l'expérience de Joule.

En 1843, Joule commença une série d'expériences impliquant l'agitation d'eau par un agitateur rotatif à palettes. Un schéma de cet appareil est représenté ci-dessous.



(a) Citez l'objectif de l'expérience de Joule. [1]

.....

(b) Résumez la procédure expérimentale et les mesures effectuées. [5]

.....

.....

.....

.....

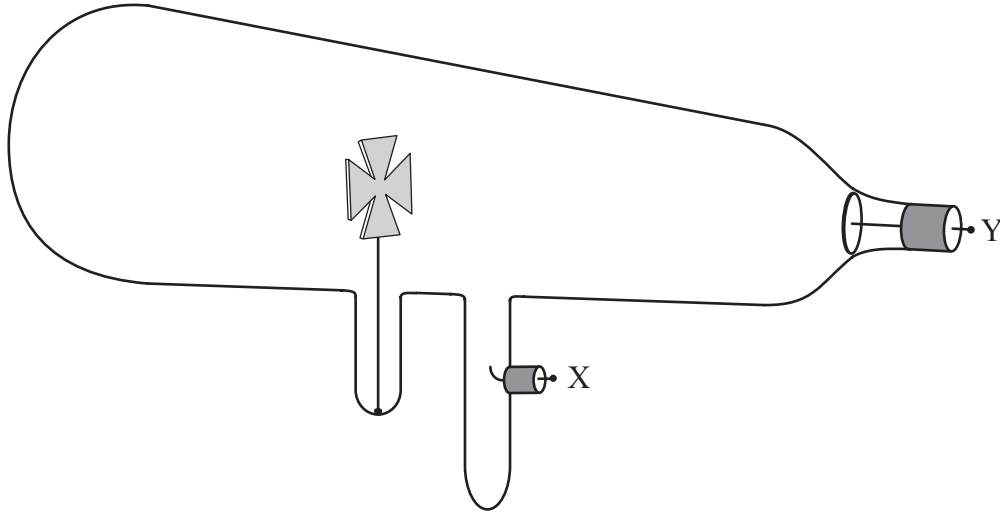
.....

.....

.....

E4. Cette question porte sur les rayons cathodiques.

Pour étudier la nature des rayons cathodiques, Crookes utilisa un tube à vide tel que celui illustré par le schéma ci-dessous.



(a) Citez ce qui a été observé quand

(i) une haute tension fut appliquée entre X et Y pour produire des rayons cathodiques. [2]

.....

(ii) un aimant fut ensuite déplacé à proximité de ce tube. [1]

.....

(b) Certains physiciens pensaient que les rayons produits pouvaient être une forme de lumière. Faites des commentaires sur cette suggestion. [2]

.....

Option F — Astrophysique

F1. Cette question porte sur les étoiles.

- (a) Les étoiles sont très massives. Exprimez pourquoi les étoiles stables ne s’effondrent pas sous la pression de la gravitation. [2]

.....

- (b) Exprimez la différence entre une étoile binaire visuelle et une étoile binaire spectroscopique. [2]

Étoile binaire visuelle :

Étoile binaire spectroscopique :

F2. Cette question porte sur l’étoile Antares.

Dans le tableau ci-dessous sont indiquées des données sur l’étoile Antares. L’angle de parallaxe est mesuré depuis une position idéale où aucune turbulence atmosphérique n’affecte les mesures.

Classe spectrale	M
Angle de parallaxe	$5,0 \times 10^{-3}$ secondes d’arc
Éclat stellaire apparent	$1,6 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$
Longueur d’onde de l’intensité maximum de lumière émise λ_{max}	935 nm

- (a) Exprimez la couleur d’Antares. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question F2)

- (b) Déduisez que la distance d’Antares par rapport à la Terre est $6,2 \times 10^{18}$ m. [2]

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

- (c) Calculez

- (i) la luminosité d’Antares. [3]

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

- (ii) la température de surface d’Antares. [2]

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

- (d) Le rayon R du Soleil est $7,0 \times 10^8$ m. Utilisez vos réponses à la question (c) pour déduire que le rayon d’Antares est environ 500 R . [3]

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

F3. Cette question porte sur le paradoxe d’Olbers.

- (a) Newton proposa un modèle de l’univers qui est d’une étendue infinie et dans lequel les étoiles sont distribuées uniformément. Olbers suggéra que, si ce modèle était correct, le ciel ne serait alors jamais noir. Expliquez comment Olbers parvint à cette conclusion. [3]

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

- (b) Suggérez **deux** raisons montrant comment le modèle du big-bang de l’univers explique que le ciel est noir la nuit. [2]

1.
.....
2.
.....

Option G — Relativité

G1. Cette question porte sur le temps propre.

Un muon se déplace du sommet de l'atmosphère vers le sol à une vitesse v . Dans le système de référence d'une personne au repos relativement au sol, ce muon met un temps T_g pour atteindre le sol. Dans le système de référence de ce muon, le sol prend un temps T_m pour atteindre le muon.

- (a) Expliquez pourquoi le *temps propre* est mesuré par une horloge dans le système de référence du muon. [2]

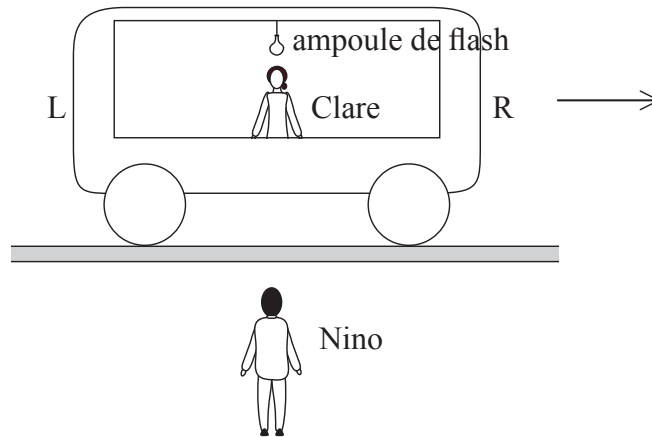
.....

- (b) Le temps T_g fut mesuré comme étant $10,2 \mu\text{s}$. La vitesse v est $0,98 c$. Calculez T_m . [2]

.....

G2. Cette question porte sur la simultanéité.

Le schéma ci-dessous représente une voiture de chemin de fer se déplaçant vers la droite à une vitesse constante. Une ampoule de flash est suspendue à mi-chemin entre les extrémités L et R de cette voiture. Chaque flash produit des impulsions simples envoyées dans des sens opposés.



Clare est au repos au centre de la voiture. Les impulsions lumineuses émises par l'ampoule de flash sont observées par Clare comme frappant simultanément les parois opposées L et R de la voiture. Nino est au repos sur le sol. Il est en face de Clare au moment où l'ampoule émet un flash.

Exprimez et expliquez si Nino observe que les impulsions frappent L et R simultanément.

[3]

.....

.....

.....

.....

G3. Cette question porte sur les vitesses relatives.

- (a) Décrivez ce qu'on entend par *transformation de Galilée*. [1]

.....
.....

- (b) Deux électrons se déplacent en ligne droite l'un vers l'autre. La vitesse de chaque électron relativement à un observateur lié au système de référence du laboratoire est $0,9800\,c$.

Calculez la vitesse relative de ces électrons en utilisant

- (i) l'équation de transformation de Galilée. [1]

.....
.....

- (ii) l'équation de transformation relativiste. [2]

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

- (c) Commentez sur vos réponses à la question (b). [2]

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

G4. Cette question porte sur la masse-énergie.

- (a) Distinguez l'énergie de masse au repos d'une particule et son énergie totale. [2]

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

- (b) La masse au repos d'un proton est $938 \text{ MeV } c^{-2}$. Exprimez la valeur de son énergie de masse au repos. [1]

.....

- (c) Un proton est accéléré depuis l'état de repos au moyen d'une différence de potentiel V jusqu'à ce qu'il atteigne une vitesse de $0,980 c$. Déterminez la différence de potentiel V telle qu'elle est mesurée par un observateur au repos dans le système de référence du laboratoire. [4]

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

Page vierge

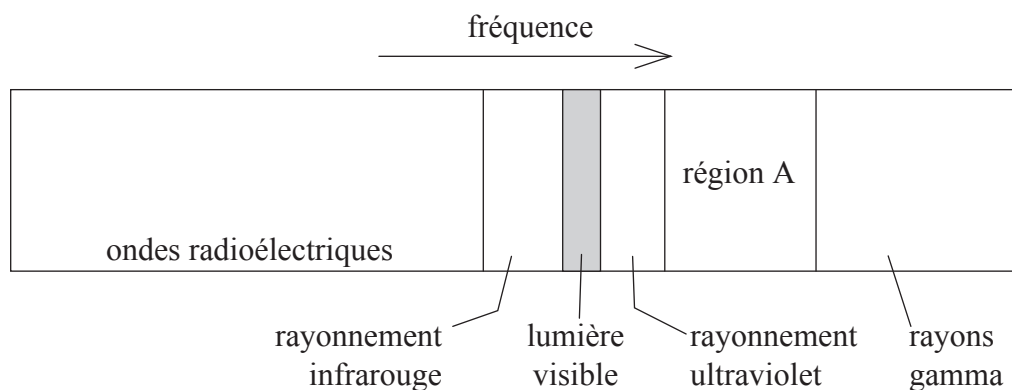
Option H — Optique

H1. Cette question porte sur la nature de la lumière.

- (a) Citez le moyen par lequel l'énergie d'une charge électrique oscillante est propagée. [1]

.....

- (b) Le diagramme ci-dessous représente le spectre électromagnétique.



Exprimez

- (i) le nom de la région A. [1]

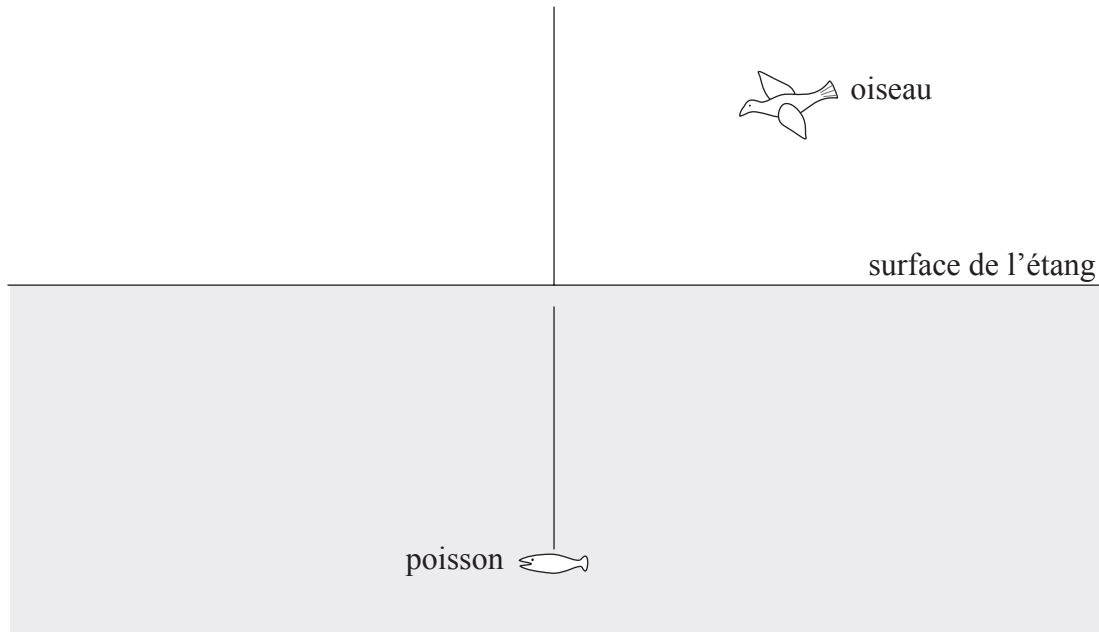
.....

- (ii) l'ordre de grandeur de la fréquence de la lumière visible. [1]

.....

H2. Cette question porte sur la réfraction.

Un oiseau plane au-dessus d'un étang. Un poisson se trouve dans l'étang, dans la position illustrée par le schéma ci-dessous.



(a) Tracez des rayons sur le schéma ci-dessus pour indiquer la position de l'image du poisson telle qu'elle est vue par l'oiseau. [3]

(b) Expliquez si l'image du poisson est réelle ou virtuelle. [1]

.....

(c) Le poisson se trouve à 48 cm sous la surface de l'étang. L'oiseau plane verticalement au-dessus du poisson. Calculez la profondeur apparente du poisson. L'indice de réfraction de l'eau est 1,3. [2]

.....

.....

.....

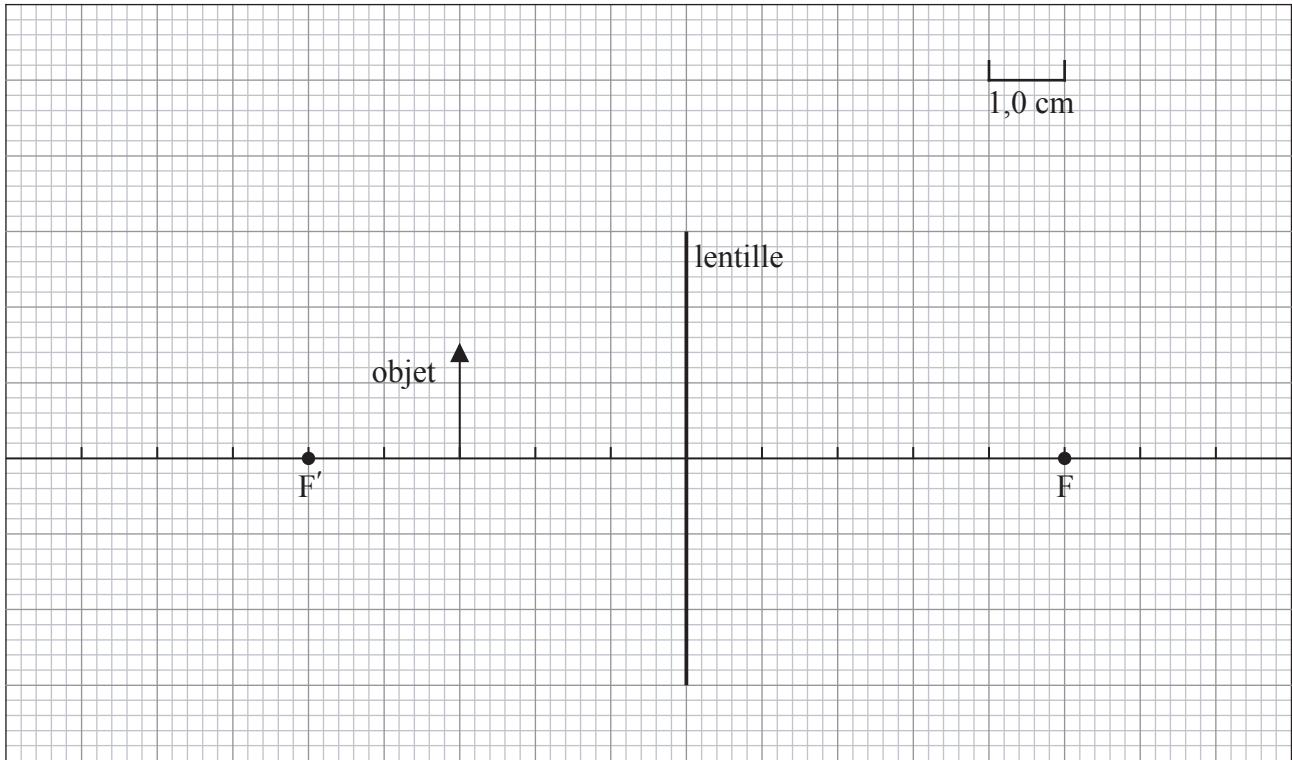
.....

H3. Cette question porte sur le grossissement.

Un objet est placé à 3,0 cm d'une lentille convergente (convexe) d'une distance focale de 5,0 cm.

- (a) Sur le diagramme ci-dessous, tracez des rayons pour indiquer la position de l'image produite par cette lentille.

[3]



- (b) Sur le diagramme ci-dessus, marquez avec la lettre E la position à partir de laquelle cette image devrait être observée.

[1]

- (c) Utilisez votre diagramme pour calculer le grossissement de cette image.

[2]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question H3)

- (d) Pour obtenir un fort grossissement, on peut utiliser un microscope composé. Ce microscope est constitué par un objectif et par un oculaire.

- (i) Citez le type de lentille utilisé **aussi bien** pour l'objectif **que** pour l'oculaire. [1]

.....

- (ii) Le grossissement produit par l'objectif est 24. L'image de l'objet produite par cette lentille est située à 3,4 cm de l'oculaire d'une distance focale de 4,0 cm. Déterminez le grossissement de l'image finale produite par ce microscope. [4]

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

