



22126524

**PHYSIQUE**  
**NIVEAU MOYEN**  
**ÉPREUVE 3**

Numéro de session du candidat

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

Vendredi 11 mai 2012 (matin)

Code de l'examen

1 heure

2	2	1	2	–	6	5	2	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**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.
- 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 [40 points].



0140

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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



**Option A — Vue et phénomènes ondulatoires**

**A1.** Cette question porte sur la vision.

- (a) (i) Décrivez ce qu'on entend par profondeur de vision. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Exprimez **un** facteur qui peut affecter la profondeur de vision. [1]

.....

.....

- (b) Un faisceau de lumière blanche est incident sur un filtre. La couleur de ce faisceau après la transmission à travers ce filtre est jaune.

Expliquez cette observation en utilisant les idées de soustraction et d'addition de couleur. [2]

.....

.....

.....

.....

.....



**A2.** Cette question porte sur les ondes stationnaires.

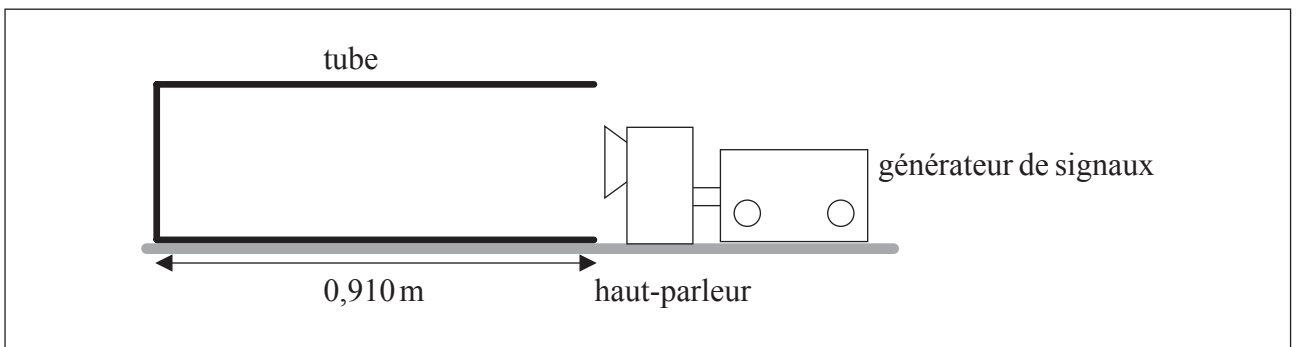
- (a) Exprimez **une** façon dont une onde stationnaire diffère d'une onde progressive.

[1]

.....

.....

- (b) Un haut-parleur connecté à un générateur de signaux est placé devant l'extrémité ouverte d'un tube.



On augmente lentement la fréquence du son à partir de zéro. À une fréquence de 92,0 Hz, on entend la première forte augmentation de l'intensité du son.

- (i) Sur le schéma ci-dessus, dessinez une représentation de l'onde dans le tube pour la fréquence de 92,0 Hz.

[1]

- (ii) La longueur du tube est 0,910 m. Déterminez la vitesse du son dans le tube.

[2]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (c) On augmente la fréquence du son de façon continue au-dessus de 92,0 Hz.

Calculez la fréquence à laquelle on entendra la forte augmentation suivante de l'intensité du son.

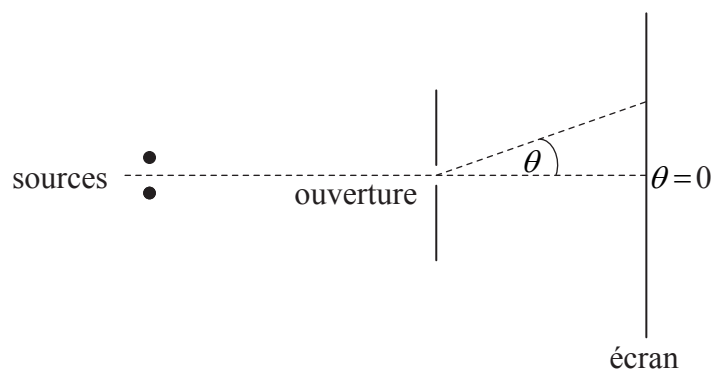
[2]

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

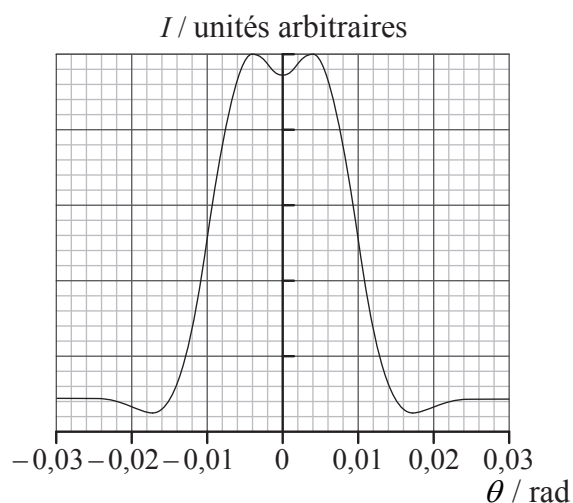


**A3.** Cette question porte sur la résolution.

Une lumière issue de deux sources ponctuelles monochromatiques passe à travers une ouverture circulaire et est observée sur un écran.



Le graphique ci-dessous montre comment l'intensité  $I$  de la lumière sur l'écran varie en fonction de l'angle  $\theta$ .



Les deux sources sont juste résolues selon le critère de Rayleigh.

(a) Exprimez ce qu'on entend par le terme résolues dans ce contexte.

[1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A3)

- (b) La longueur d'onde de la lumière issue des deux sources est 528 nm. La distance entre les deux sources et l'ouverture est 1,60 m.

En utilisant des données sur le graphique sur la page ci-contre, déterminez

- (i) la distance entre les deux sources. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) le diamètre de l'ouverture. [1]

.....

.....

.....

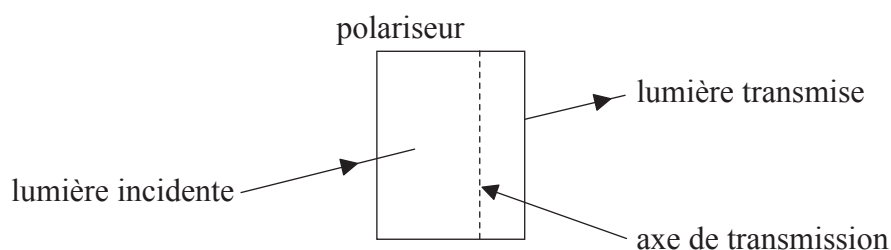


**A4.** Cette question porte sur la polarisation.

(a) Exprimez ce qu'on entend par lumière polarisée.

[1]

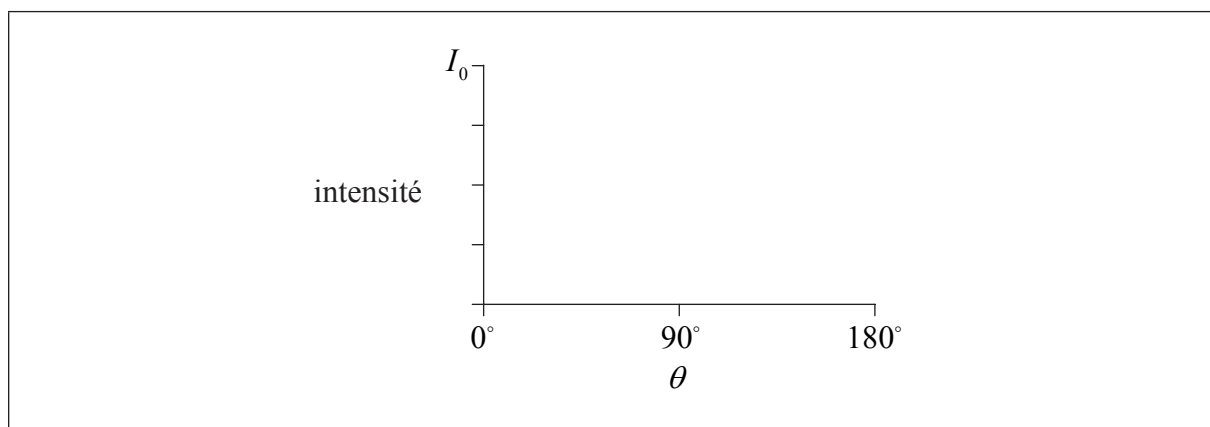
(b) Une lumière d'une intensité  $I_0$  est incidente sur un polariseur. L'axe de transmission de ce polariseur est vertical. On tourne le polariseur d'un angle  $\theta$  autour de la direction de la lumière incidente. On mesure l'intensité de la lumière transmise pour divers angles  $\theta$ .



Sur les axes ci-dessous, esquissez des graphiques pour montrer la variation de l'intensité transmise  $I$  en fonction de  $\theta$  lorsque la lumière incidente est

(i) polarisée horizontalement.

[2]



(Suite de la question à la page suivante)

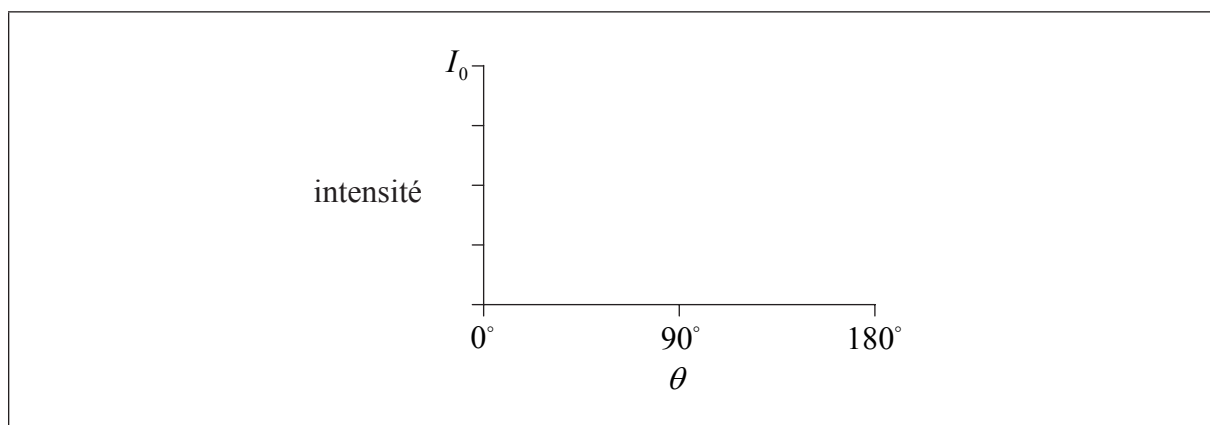




(Suite de la question A4)

(ii) non polarisée.

[2]



**Option B — Physique quantique et physique nucléaire**

**B1.** Cette question porte sur l'effet photoélectrique.

(a) Décrivez le concept d'un photon.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Dans l'effet photoélectrique, il existe une fréquence seuil en dessous de laquelle aucune émission de photoélectrons n'a lieu.

Résumez comment

(i) la théorie ondulatoire de la lumière est incapable d'expliquer cette observation.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) les concepts du photon et le travail de sortie sont capables d'expliquer cette observation.

[2]

.....

.....

.....

.....

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



(Suite de la question B1)

- (c) Une lumière d'une longueur d'onde de 420 nm est incidente sur une surface métallique propre. Le travail de sortie du métal est 2,0 eV.

Déterminez

- (i) la fréquence seuil pour ce métal. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) l'énergie cinétique maximum en eV des électrons émis. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**B2.** Cette question porte sur les niveaux d'énergie nucléaire et sur la désintégration nucléaire.

- (a) L'isotope bismuth 212 subit une désintégration  $\alpha$ , conduisant à un isotope de thallium. Dans cette désintégration, un photon gamma est aussi produit. L'isotope potassium 40 subit une désintégration  $\beta^+$ , conduisant à un isotope d'argon.

Résumez comment

- (i) le spectre de particules  $\alpha$  et le spectre gamma de la désintégration du bismuth 212 donnent la preuve de l'existence de niveaux d'énergie nucléaire discrets. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) le spectre  $\beta^+$  de la désintégration du potassium 40 conduisit au postulat de l'existence du neutrino. [2]

.....

.....

.....

.....

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



(Suite de la question B2)

- (b) L'isotope potassium 40 se produit naturellement dans beaucoup de formations rocheuses. Dans un échantillon de roche particulier, on trouve que, sur le nombre total d'atomes d'argon et de potassium 40, 23 % sont des atomes de potassium 40.

Déterminez l'âge de cet échantillon de roche. La constante de désintégration pour le potassium 40 est  $5,3 \times 10^{-10}$  année<sup>-1</sup>.

[3]

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



**Option C — Technologie numérique**

**C1.** Cette question porte sur des dispositifs numériques.

- (a) Un CD et un disque en vinyle de longue durée (33 tours) sont utilisés pour stocker et reproduire des sons musicaux.

Résumez la différence entre ces deux méthodes de stockage de sons musicaux.

[3]

CD :	.....
	.....
	.....
	.....
33 tours :	.....
	.....
	.....
	.....

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



*(Suite de la question C1)*

- (b) Dans un CD particulier, la longueur d'onde de la lumière laser utilisée pour récupérer les sons musicaux stockés est 720 nm.

Déterminez, en expliquant votre réponse, la profondeur  $d$  d'une alvéole sur la surface du CD.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



(Suite de la question C1)

- (c) Un dispositif de transfert de charge (CCD), contrairement à un CD audio, stocke des images optiques. La surface d'un CCD est divisée en petites surfaces appelées pixels. Chaque pixel se comporte comme un condensateur avec une capacité  $C$ .

(i) Définissez *capacité*.

[1]

.....

.....

- (ii) Un pixel d'un CCD particulier a une capacité  $C=20\text{ pF}$  et un rendement quantique de 80%. Ce pixel est illuminé avec une lumière pendant une courte période de temps, de sorte que le potentiel électrique de ce pixel change de 0,18 mV.

Estimez le nombre de photons incidents sur ce pixel pendant cette période de temps. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

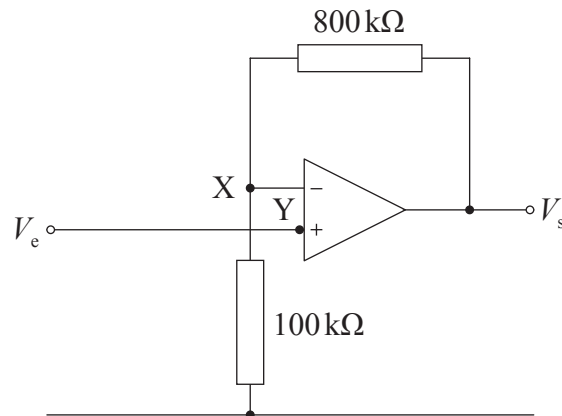
.....





**C2.** Cette question porte sur un amplificateur opérationnel.

Le schéma ci-dessous montre le circuit d'un amplificateur opérationnel dans une configuration non inverseuse.



- (a) Les valeurs des résistances dans ce circuit sont  $800\text{ k}\Omega$  et  $100\text{ k}\Omega$  comme cela est indiqué sur le schéma. Calculez le gain de l'amplificateur.

[2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C2)

(b) Expliquez, en termes des propriétés d'un amplificateur opérationnel,

- (i) pourquoi il n'y a pas de différence de potentiel entre les points X et Y lorsque le circuit fonctionne correctement. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) pourquoi le courant électrique dans les résistances de  $800\text{k}\Omega$  et de  $100\text{k}\Omega$  est le même. [1]

.....

.....



**C3.** Cette question porte sur le central téléphonique cellulaire.

- (a) Résumez le rôle du central téléphonique cellulaire dans un réseau de téléphonie mobile. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Exprimez **une** question environnementale qui, à votre avis, résulte de l'utilisation de centraux téléphoniques cellulaires dans un réseau de téléphonie mobile. [1]

.....

.....

.....



**Option D — Relativité et physique des particules**

**D1.** Cette question porte sur la simultanéité.

- (a) Exprimez le postulat de la relativité restreinte qui est lié à la vitesse de la lumière. [1]

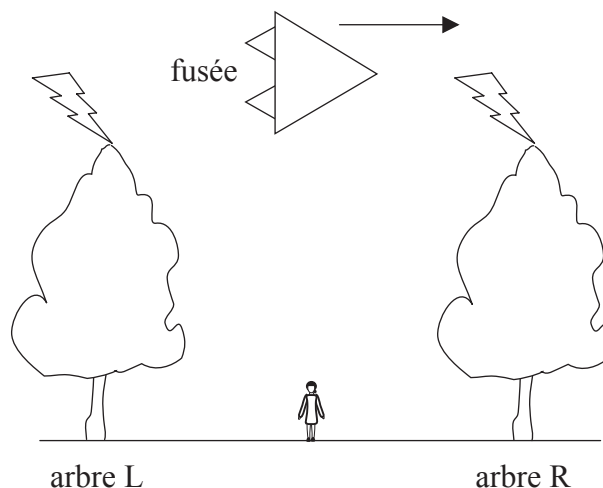
.....
.....

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



(Suite de la question D1)

- (b) Une fusée, se déplaçant à une vitesse relativiste, passe au-dessus d'un observateur qui est au repos sur le sol à un endroit équidistant de deux arbres L et R. Au moment où un observateur dans cette fusée se trouve juste au-dessus de l'observateur au sol, un éclair frappe L et R en même temps selon l'observateur au sol. La lumière de ces éclairs atteint l'observateur dans la fusée de même que l'observateur au sol.



- (i) Expliquez pourquoi, selon l'observateur dans la fusée, la lumière provenant des deux éclairs atteindra l'observateur au sol en même temps. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) En utilisant votre réponse à (a) et (b)(i), résumez pourquoi, selon l'observateur dans la fusée, l'arbre R a été frappé par l'éclair avant l'arbre L. [2]

.....

.....

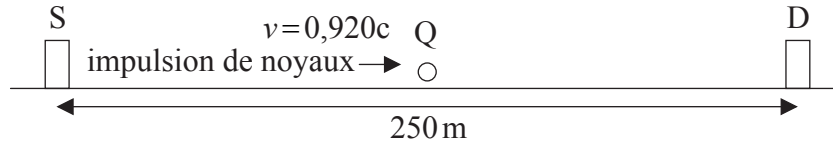
.....

.....



**D2.** Cette question porte sur la cinématique relativiste.

Une impulsion courte contenant de nombreux noyaux d'un isotope radioactif est émise depuis une source S dans un laboratoire. Les noyaux ont une vitesse  $v=0,920c$  telle que mesurée par rapport au laboratoire.



Cette impulsion arrive à un détecteur D. Ce détecteur se trouve à une distance de 250 m telle que mesurée par un observateur dans le laboratoire.

(a) Calculez le temps pris par cette impulsion pour se déplacer de S à D, selon

(i) un observateur dans le laboratoire.

[1]

(ii) un observateur Q se déplaçant avec l'impulsion.

[2]

(b) Calculez la distance entre la source S et le détecteur D selon l'observateur Q.

[1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D2)

- (c) Selon l'observateur dans le laboratoire, lorsque l'impulsion arrive à D, la moitié des noyaux se sont désintégrés.

Exprimez si la fraction des noyaux qui se sont désintégrés selon l'observateur Q est inférieure, égale **ou** supérieure à  $\frac{1}{2}$ .

[1]

.....
.....



**D3.** Cette question porte sur la désintégration d'un kaon.

Un kaon ( $K^+$ ) est un méson consistant en un quark up et en un quark anti-étrange.

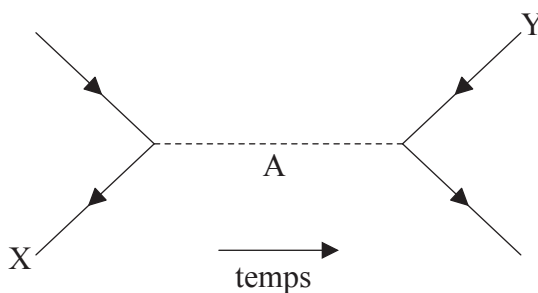
(a) Suggérez pourquoi le kaon est classé comme un boson.

[2]

.....

.....

(b) Un kaon se désintègre en un antimuon et un neutrino,  $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$ . Le diagramme de Feynman pour cette désintégration est représenté ci-dessous.



(i) Exprimez les **deux** particules légendées X et Y.

[2]

X : .....

Y : .....

(Suite de la question à la page suivante)





(Suite de la question D3)

- (ii) Expliquez comment on peut déduire que cette désintégration se produit grâce à l'interaction faible. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Exprimez le nom et le signe de la charge électrique de la particule légendée A. [2]

Nom : .....

Signe : .....

- (iv) La masse de la particule en (b)(iii) est  $1,4 \times 10^{-25} \text{ kg}$ . Déterminez la portée de l'interaction faible impliquée dans cette désintégration. [2]

.....

.....

.....

.....



**Option E — Astrophysique**

**E1.** Cette question porte sur quelques-unes des propriétés de l'étoile Aldébaran et aussi sur les distances galactiques.

(a) Aldébaran est une géante rouge dans la constellation du Taureau.

(i) Décrivez les différences entre une constellation et un amas stellaire.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Définissez la *luminosité* d'une étoile.

[1]

.....

.....

(iii) La brillance stellaire apparente d'Aldébaran est  $3,3 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2}$  et la luminosité du Soleil est  $3,9 \times 10^{26} \text{ W}$ . La luminosité d'Aldébaran est 370 fois celle du Soleil. Montrez qu'Aldébaran se trouve à une distance de la Terre de 19 pc. (1 pc =  $3,1 \times 10^{16} \text{ m}$ )

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

(b) La magnitude apparente d'Aldébaran est 0,75.

(i) Exprimez ce qu'on entend par la magnitude apparente d'une étoile. [1]

.....

.....

(ii) Utilisez la réponse à (a)(iii) pour déterminer la magnitude absolue d'Aldébaran. [2]

.....

.....

.....

.....

(c) On peut déterminer la distance des galaxies en utilisant des étoiles variables céphéides.

En considérant la nature et les propriétés des étoiles variables céphéides, expliquez comment on utilise ces étoiles pour déterminer les distances galactiques. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**E2.** Cette question porte sur l'évolution de l'univers.

(a) Définissez *densité critique* en référence au modèle plat de l'univers.

[2]

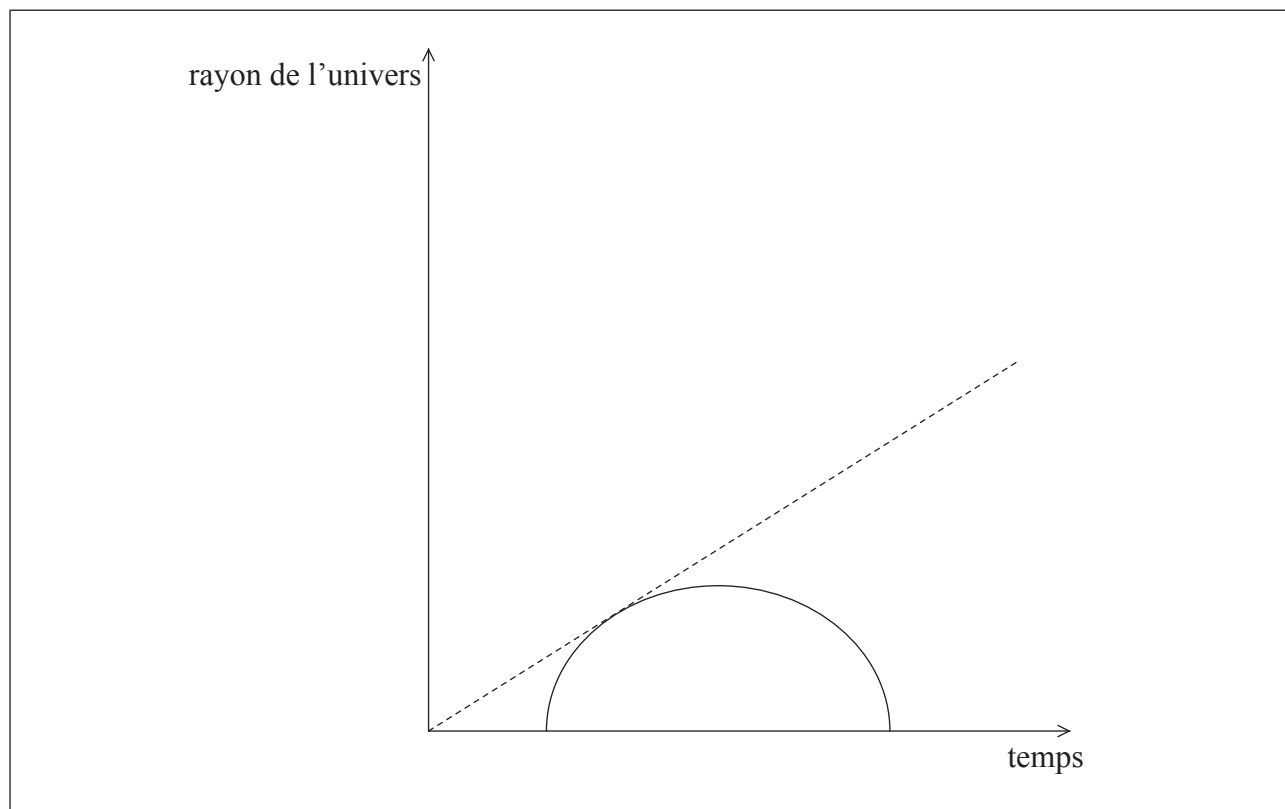
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E2)

- (b) Le diagramme ci-dessous montre comment l'univers pourrait évoluer si sa densité était plus grande que la densité critique.



La droite en pointillés représente l'évolution de l'univers si la densité de l'univers était nulle.

Sur le schéma ci-dessus,

- (i) légendez le temps présent avec la lettre N. [1]
- (ii) dessinez une ligne légendée F pour représenter l'évolution de l'univers correspondant à un univers plat. [1]
- (iii) dessinez une ligne légendée O pour représenter l'évolution de l'univers correspondant à l'univers si sa densité était inférieure à la densité critique. [1]



**Option F — Communication**

**F1.** Cette question porte sur la transmission radio.

- (a) Décrivez, en référence à l'amplitude de l'onde de signal, comment on varie la fréquence d'une onde porteuse dans la transmission radio en modulation de fréquence (FM). [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Une onde porteuse modulée en amplitude (AM) d'une fréquence de 190 kHz est modulée par une onde de signal d'une fréquence de 5,0 kHz.

- (i) Exprimez les fréquences transmises par le signal AM. [2]

.....

.....

- (ii) La fréquence de ce signal radio AM se trouve dans la bande radio européenne de grandes ondes à laquelle sont attribuées les fréquences situées entre 149 kHz et 284 kHz.

Déterminez le nombre maximum de stations radio qui peuvent transmettre ce signal radio dans cette bande radio. [2]

.....

.....

.....

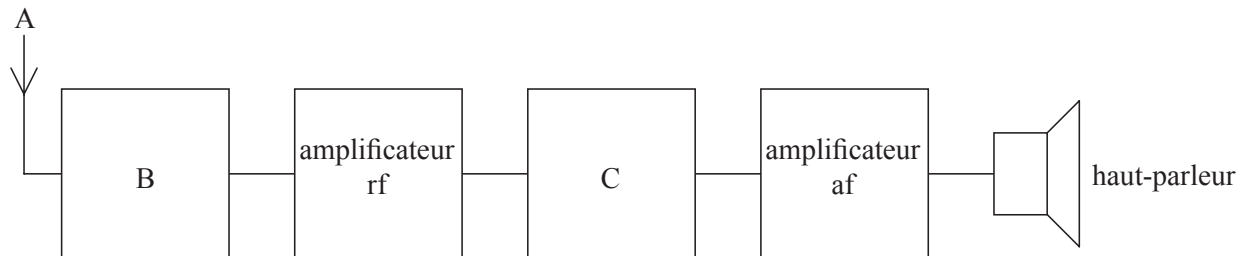
.....

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



(Suite de la question F1)

- (c) Exprimez et expliquez le rôle du bloc B et du bloc C dans le récepteur radio de base représenté. [5]



Bloc B : .....

Explication : .....  
 .....

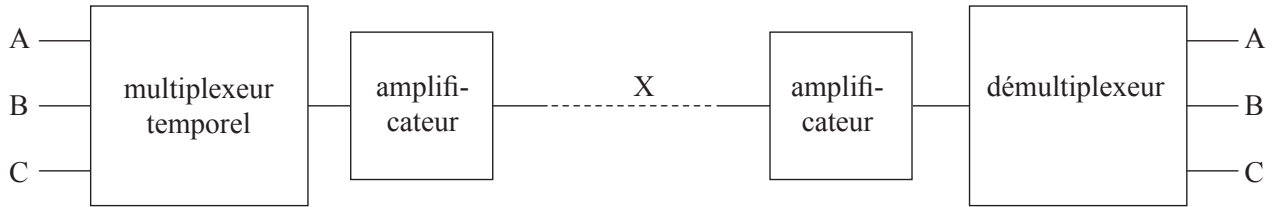
Bloc C : .....

Explication : .....  
 .....



**F2.** Cette question porte sur la transmission de signaux numériques dans une fibre optique.

- (a) Le schéma ci-dessous montre des signaux numériques A, B, C, ... arrivant simultanément à un multiplexeur temporel.



Expliquez comment on peut envoyer de grands nombres de signaux audio numériques échantillonnés le long d'une seule fibre optique X. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) La puissance d'entrée dans la seule fibre optique X est 25 mW. Le signal a besoin d'être amplifié lorsque la puissance a été atténuée à  $4,0 \times 10^{-19}$  W. La perte due à l'atténuation dans cette fibre optique est  $1,8 \text{ dB km}^{-1}$ .

Calculez la distance maximum entre les amplificateurs dans le système. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)





(Suite de la question F2)

- (c) Dans un système multiplex temporel, l'échantillonnage est effectué à une fréquence de 32kHz. La durée de chaque échantillon est 50ns.

Déterminez le nombre de canaux séparés que le système peut transmettre.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



**Option G — Ondes électromagnétiques**

**G1.** Cette question porte sur la nature des ondes électromagnétiques.

(a) Résumez ce qu'on entend par une onde électromagnétique.

[2]

.....

.....

.....

(b) Exprimez **deux** cas dans lesquels des électrons peuvent produire des ondes électromagnétiques.

[2]

.....

.....

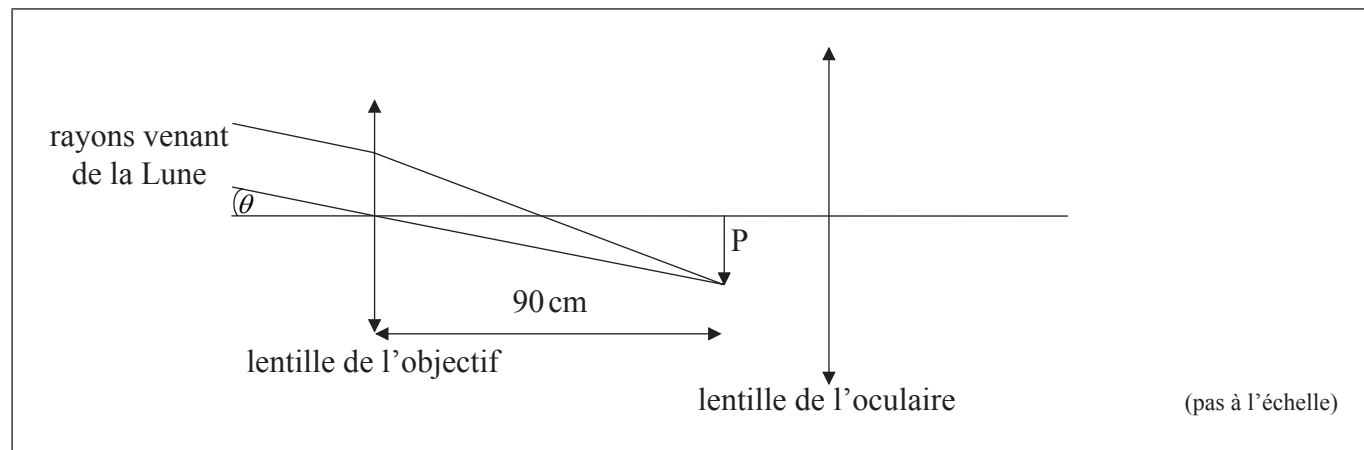
.....

.....



**G2.** Cette question porte sur un télescope astronomique.

Un télescope astronomique particulier est utilisé pour observer la Lune. Le diagramme géométrique ci-dessous montre la position P de l'image intermédiaire de la Lune formée par la lentille de l'objectif.



Ce télescope est au réglage normal.

(a) Sur le diagramme ci-dessus,

- (i) légendez avec la lettre F les **deux** foyers de la lentille de l'oculaire. [1]
- (ii) dessinez des rayons pour déterminer l'emplacement de l'image finale de la Lune. [3]

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



(Suite de la question G2)

(b) Le diamètre de la Lune sous-tend un angle de  $8,7 \times 10^{-3}$  rad à l'œil nu.

(i) Déterminez le diamètre de l'image de la Lune formée par la lentille de l'objectif. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) La distance focale de l'oculaire est 30 cm. Calculez l'angle que sous-tend l'image finale de la Lune à l'oculaire. [2]

.....

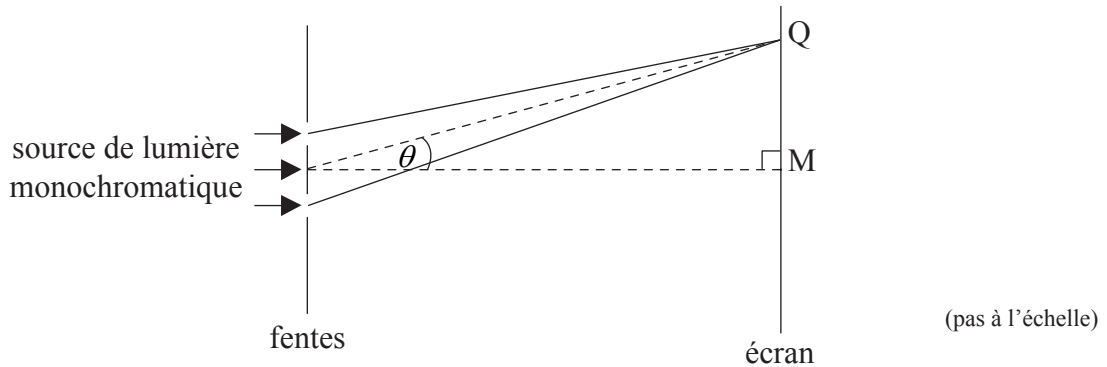
.....

.....



**G3.** Cette question porte sur l'interférence produite par deux sources.

- (a) Une lumière venant d'une source monochromatique est incidente perpendiculairement à deux fentes. Après être passée à travers ces fentes, cette lumière est incidente sur un écran éloigné. Le point M est le point milieu de cet écran.

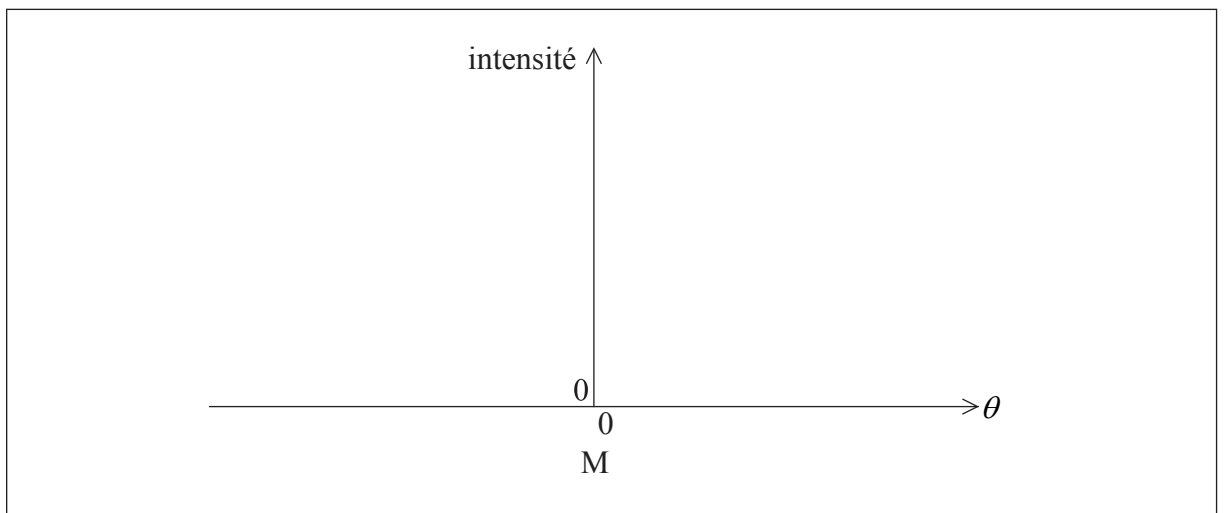


La distance entre les fentes est grande par rapport à leur largeur. Un système de franges claires et sombres est observée sur l'écran.

- (i) Exprimez le phénomène qui permet à la lumière d'atteindre le point M sur l'écran. [1]

.....

- (ii) Sur les axes ci-dessous, esquissez l'intensité de la lumière telle qu'elle est observée sur l'écran en fonction de l'angle  $\theta$ . (Vous n'avez pas besoin de mettre de nombres sur les axes.) [3]



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G3)

- (iii) La distance entre l'écran et les fentes est 1,8 m et la distance entre les fentes est 0,12 mm. La longueur d'onde de la lumière est 650 nm. Le point Q sur l'écran montre la position de la première frange sombre.

Calculez la distance MQ.

[2]

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

- (b) Suggérez pourquoi, même s'il y a des franges sombres dans le système de franges, aucune énergie n'est perdue.

[2]

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



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.

