



22116524

**PHYSIQUE**
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 3

Jeudi 12 mai 2011 (matin)

1 heure

Numéro de session du candidat

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

Code de l'examen

2	2	1	1	–	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.



0132

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

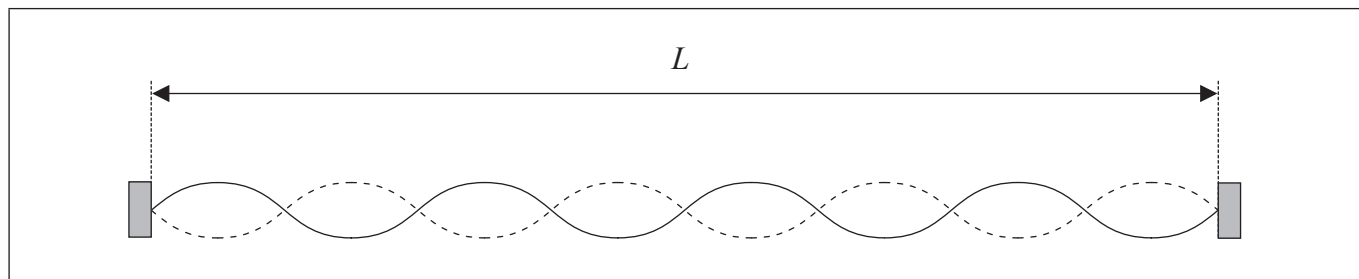
Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



Option A — Vue et phénomènes ondulatoires

A1. Cette question porte sur les ondes stationnaires.

Le schéma ci-dessous représente une onde stationnaire d'une longueur d'onde λ établie sur une corde d'une longueur L .



Cette corde est fixée aux deux extrémités.

(a) Pour cette onde stationnaire

(i) exprimez le rapport entre λ et L .

[1]

.....

(ii) sur le schéma, légendez **deux** ventres où la corde vibre en phase. Légendez ces ventres avec la lettre A.

[2]

(b) Cette onde stationnaire a une longueur d'onde λ et une fréquence f . Exprimez et expliquez, relativement à une onde stationnaire, ce qui est représenté par le produit $f\lambda$.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



A2. Cette question porte sur l'œil et la résolution.

Une élève mesure l'ouverture de l'iris d'un de ses yeux comme étant de 2,0 mm à la lumière du soleil et de 7,0 mm à la lumière de la lune. L'intensité de la lumière du soleil au niveau de son œil est 10^6 fois plus grande que l'intensité de la lumière de la lune.

(a) (i) Déterminez le rapport suivant.

[3]

puissance de la lumière pénétrant dans l'œil à la lumière du soleil
puissance de la lumière pénétrant dans l'œil à la lumière de la lune

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

(ii) Suggérez pourquoi votre réponse en (a)(i) indique que le changement de diamètre de l'iris n'est pas le mécanisme principal selon lequel l'œil est capable de s'adapter à différentes intensités de lumière.

[1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (b) (i) Exprimez le critère de Rayleigh.

[2]

.....

.....

.....

- (ii) Suggérez, en référence au critère de Rayleigh, si la capacité de l'œil de résoudre l'image de deux objets est plus grande à la lumière du soleil **ou** à la lumière de la lune.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Résumez les différentes fonctions des bâtonnets et des cônes sur la rétine de l'œil dans leur réponse à la lumière du soleil et à la lumière de la lune.

[4]

Bâtonnets :

.....

.....

.....

Cônes :

.....

.....

.....



Option B — Physique quantique et physique nucléaire

B1. Cette question porte sur l'effet photoélectrique.

- (a) Exprimez ce qu'on entend par effet photoélectrique.

[1]

.....

.....

.....

- (b) Une lumière d'une fréquence de $8,7 \times 10^{14}$ Hz est incidente sur la surface d'un métal dans une cellule photoélectrique. L'aire de surface de ce métal est $9,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ et l'intensité de la lumière est $1,1 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2}$.

- (i) Déduisez que le courant photoélectrique maximum possible dans cette cellule photoélectrique est 2,7 nA.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) L'énergie cinétique maximum des photoélectrons libérés de la surface métallique est 1,2 eV. Calculez la valeur du travail de sortie du métal.

[1]

.....

.....

.....



B2. Cette question porte sur l'hypothèse de Louis de Broglie.

(a) Exprimez l'hypothèse de Louis de Broglie.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Déterminez la longueur d'onde de Louis de Broglie d'un proton qui a été accéléré depuis l'état de repos au moyen d'une différence de potentiel de 1,2 kV.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Expliquez pourquoi une connaissance précise de la longueur d'onde de Louis de Broglie implique que sa position ne peut pas être observée.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



B3. Cette question porte sur la désintégration radioactive.

L'azote-13 ($^{13}_7\text{N}$) est un isotope qu'on utilise dans le diagnostic médical. La constante de désintégration de l'azote-13 est environ $1,2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

- (a) (i) Définissez *constante de désintégration*. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Un échantillon d'azote-13 a une activité initiale de 800 Bq. On ne peut pas utiliser cet échantillon pour des besoins de diagnostic si son activité devient inférieure à 150 Bq. Déterminez le temps pris pour que l'activité de cet échantillon tombe à 150 Bq. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Calculez la demi-vie de l'azote-13. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3)

- (ii) Résumez comment on peut mesurer dans un laboratoire la demi-vie d'un échantillon d'azote-13.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) L'azote-13 subit une désintégration β^+ . Résumez la preuve expérimentale qui suggère qu'une autre particule, le neutrino, est aussi émise lors de la désintégration.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



Option C — Technologie numérique

C1. Cette question porte sur l'échantillonnage numérique.

- (a) Un disque compact stocke de la musique sous forme numérique. Cette musique est échantillonnée à une fréquence de 44,1 kHz. Chaque échantillon consiste en deux mots de 16 bits.

- (i) Exprimez ce qu'on entend par forme numérique.

[1]

.....

.....

- (ii) Ce disque stocke de la musique qui prend une heure à lire. Déterminez le nombre minimum de bits qui sont stockés sur ce disque.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Une page d'un livre a 45 lignes d'écriture. Chaque ligne de ce livre a, en moyenne, 65 lettres et espaces. Le texte de ce livre doit être stocké sur des disques compacts où chaque lettre ou espace sur une ligne est représenté par un nombre à huit bits. Déterminez le nombre de pages de texte qui peut être stocké sur un disque compact similaire à celui en (a).

[2]

.....

.....

.....

.....



C2. Cette question porte sur un appareil photo numérique.

- (a) En référence à ce qu'on entend par un pixel, décrivez la structure d'un dispositif de transfert de charge (CCD). [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Le CCD dans un appareil photo a une surface de 16 cm^2 et est divisé en 5,6 mégapixels. On utilise cet appareil photo pour prendre une photographie avec un grossissement linéaire de 0,030.

- (i) Calculez la séparation des pixels sur ce CCD. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Déterminez la séparation minimum de deux points sur un objet de façon à ce qu'ils puissent être vus séparément sur l'image. Vous pouvez ignorer les effets de diffraction au niveau de l'objectif. [2]

.....

.....

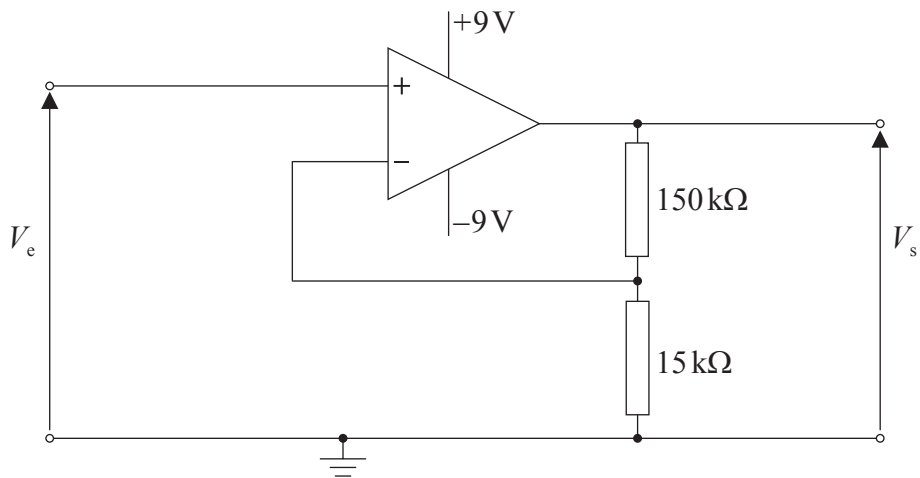
.....

.....



C3. Cette question porte sur le circuit d'un amplificateur opérationnel (amp. op.).

Le schéma de circuit ci-dessous est pour un amplificateur non inverseur.



L'amplificateur opérationnel est idéal.

Calculez

(a) le gain du circuit amplificateur.

[2]

(b) le potentiel d'entrée V_e auquel l'amplificateur se sature.

[2]



C4. Cette question porte sur un réseau de téléphonie mobile.

Décrivez le rôle du central téléphonique cellulaire lorsqu'on fait un appel depuis un téléphone portable.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

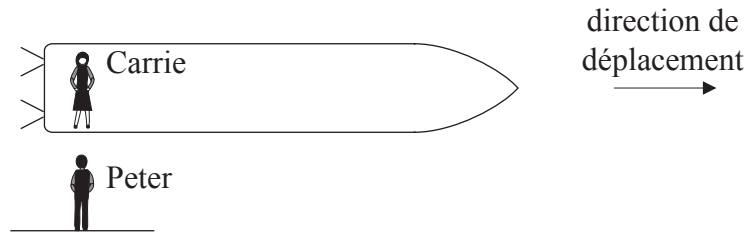


Option D — Relativité et physique des particules

D1. Cette question porte sur la relativité.

Carrie est dans un vaisseau spatial qui se déplace vers une étoile sur une ligne droite avec une vitesse constante telle qu’observée par Peter. Peter est au repos par rapport à l’étoile.

- (a) Carrie mesure la longueur de son vaisseau spatial comme étant de 100 m. Peter mesure la longueur du vaisseau spatial de Carrie comme étant de 91 m.



- (i) Expliquez pourquoi Carrie mesure la longueur propre du vaisseau spatial. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Montrez que Carrie se déplace à une vitesse d’environ $0,4c$ par rapport à Peter. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D1)

- (b) Selon Carrie, l'étoile prend dix ans pour l'atteindre. En utilisant votre réponse à la question (a)(ii), calculez la distance de l'étoile telle que mesurée par Peter. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Selon Peter, alors que Carrie dépasse l'étoile, elle envoie un signal radio. Déterminez le temps, tel que mesuré par Carrie, pour que ce message atteigne Peter. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



D2. Cette question porte sur une horloge à lumière.

Décrivez le principe d'une horloge à lumière.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

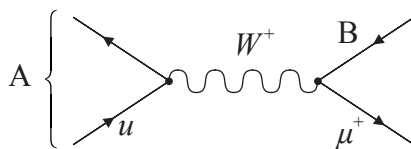
.....



D3. Cette question porte sur les quarks.

Le contenu d'un quark d'un méson π^+ comprend un quark up.

Le diagramme de Feynman représente la désintégration d'un méson π^+ .



(a) Identifiez les particules légendées A et B. [2]

A :

B :

(b) Exprimez, en référence à leurs propriétés, **deux** différences entre un photon et un boson W. [2]

1.

.....

2.

.....

(c) La portée approximative de l'interaction faible est 10^{-18} m. Déterminez, en kg, la masse probable du boson W. [2]

.....

.....

.....

.....



D4. Cette question porte sur l'étrangeté.

(a) Résumez **deux** propriétés de l'étrangeté.

[2]

1.

2.

(b) L'interaction de particules suivante est proposée.

$$p + \pi^- \rightarrow K^- + \pi^+$$

Dans cette interaction, la charge est conservée.

Exprimez, en termes de conservation d'étrangeté et de baryons, si cette interaction est possible.

[2]

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



Option E — Astrophysique

E1. Cette question porte sur les propriétés d’une étoile.

(a) Décrivez ce qu’on entend par

(i) une constellation.

[2]

.....

.....

.....

(ii) un amas stellaire.

[1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

- (b) Quelques données pour l'étoile variable Bételgeuse sont données ci-dessous.

Magnitude absolue moyenne	$= -5,1$
Magnitude apparente moyenne	$= +0,60$
Brillance apparente moyenne	$= 1,6 \times 10^{-7} \text{ W m}^{-2}$
Rayon	$= 790$ rayons solaires

La luminosité du Soleil est $3,8 \times 10^{26} \text{ W}$ et il a une température de surface de 5700 K .

- (i) Montrez que la distance entre la Terre et Bételgeuse est environ $4,0 \times 10^{18} \text{ m}$. [3]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Déterminez, en termes de la luminosité du Soleil, la luminosité de Bételgeuse. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Calculez la température de surface de Bételgeuse. [2]

.....

.....

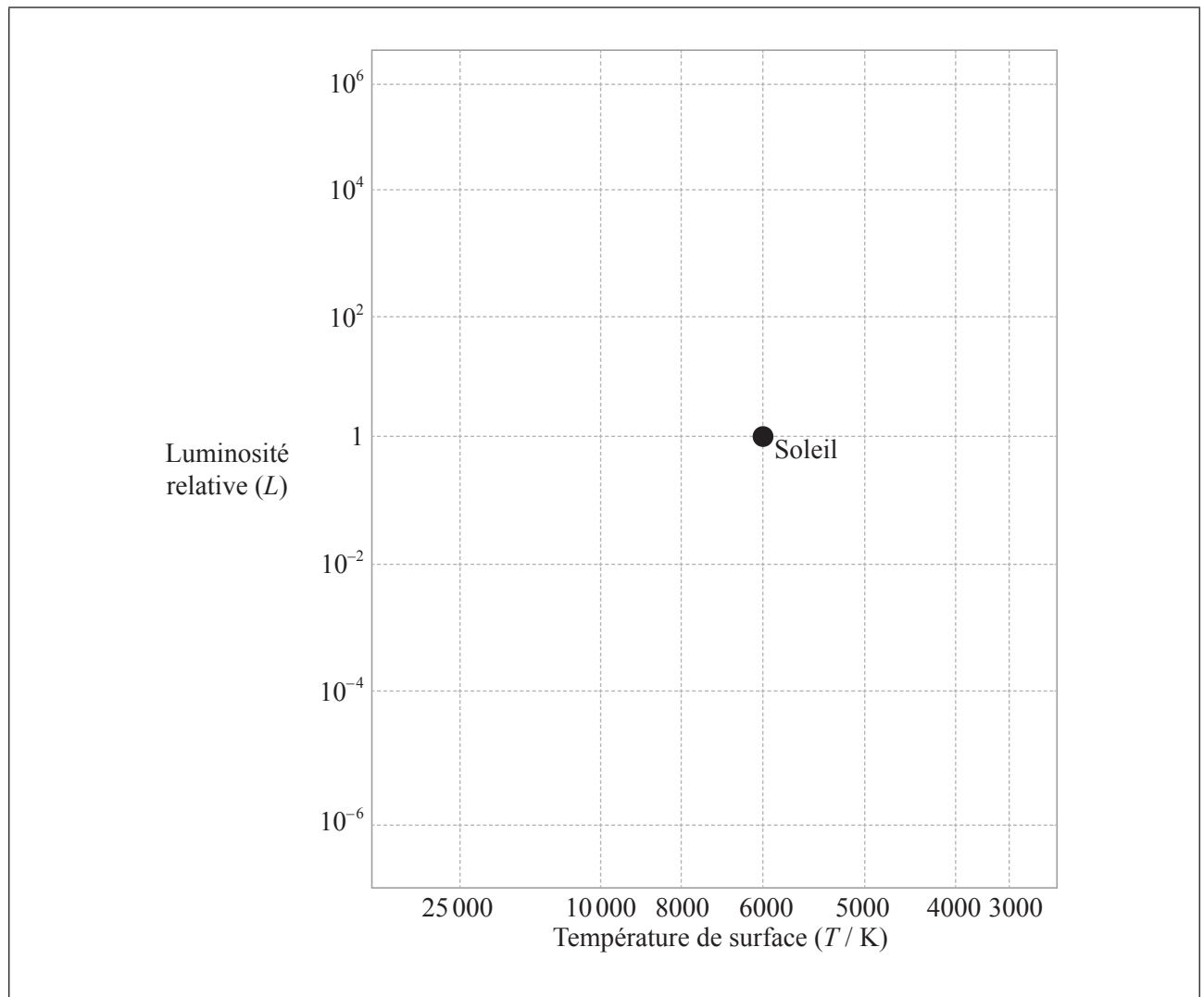
.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)



(c) Sur le diagramme de Hertzsprung–Russell ci-dessus,

- (i) légendez la position de Bételgeuse avec la lettre B. [1]
- (ii) esquissez la position des étoiles de la séquence principale. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

- (d) Certaines étoiles, comme Bételgeuse, sont en combinaison avec une étoile compagne formant un système binaire spectroscopique. Décrivez et expliquez les caractéristiques d'un système binaire spectroscopique. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E2. Cette question porte sur la densité de l'univers.

- (a) Expliquez, en référence au destin possible de l'univers, la signification de la densité critique de la matière dans l'univers. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Suggérez **une** raison pour laquelle il est difficile d'estimer la densité de la matière dans l'univers. [2]

.....

.....

.....

.....



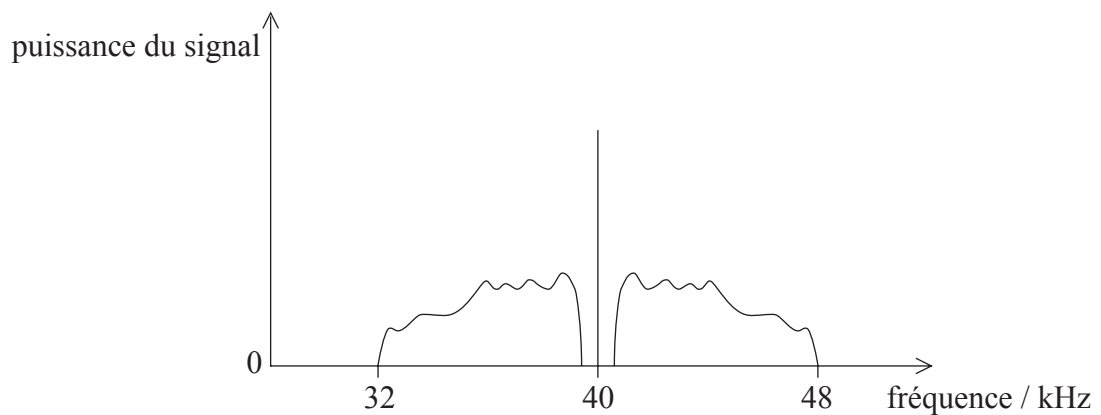
Option F — Communication

F1. Cette question porte sur la modulation.

(a) Résumez ce qu'on entend par la modulation d'une onde.

[2]

(b) Le spectre de fréquences du signal venant d'un émetteur radio est montré ci-dessous.



(i) Exprimez le nom de cette forme de transmission radio.

[1]

(ii) Exprimez la fréquence de l'onde porteuse.

[1]

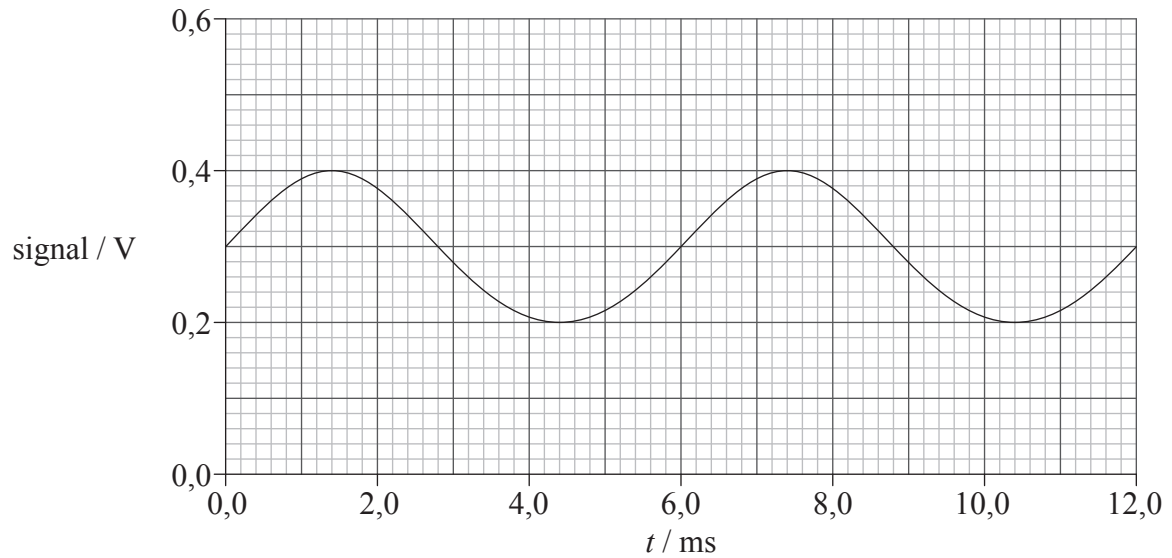
(iii) Déterminez la largeur de bande de ce signal.

[1]



F2. Cette question porte sur la transmission de signaux.

Le signal venant d'un microphone est amplifié puis transmis à un récepteur éloigné. La variation, en fonction du temps t , de ce signal amplifié avant la transmission est montrée ci-dessous.

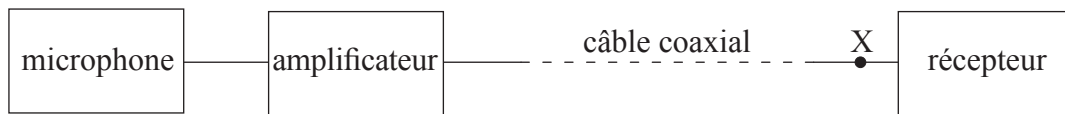


(Suite de la question à la page suivante)



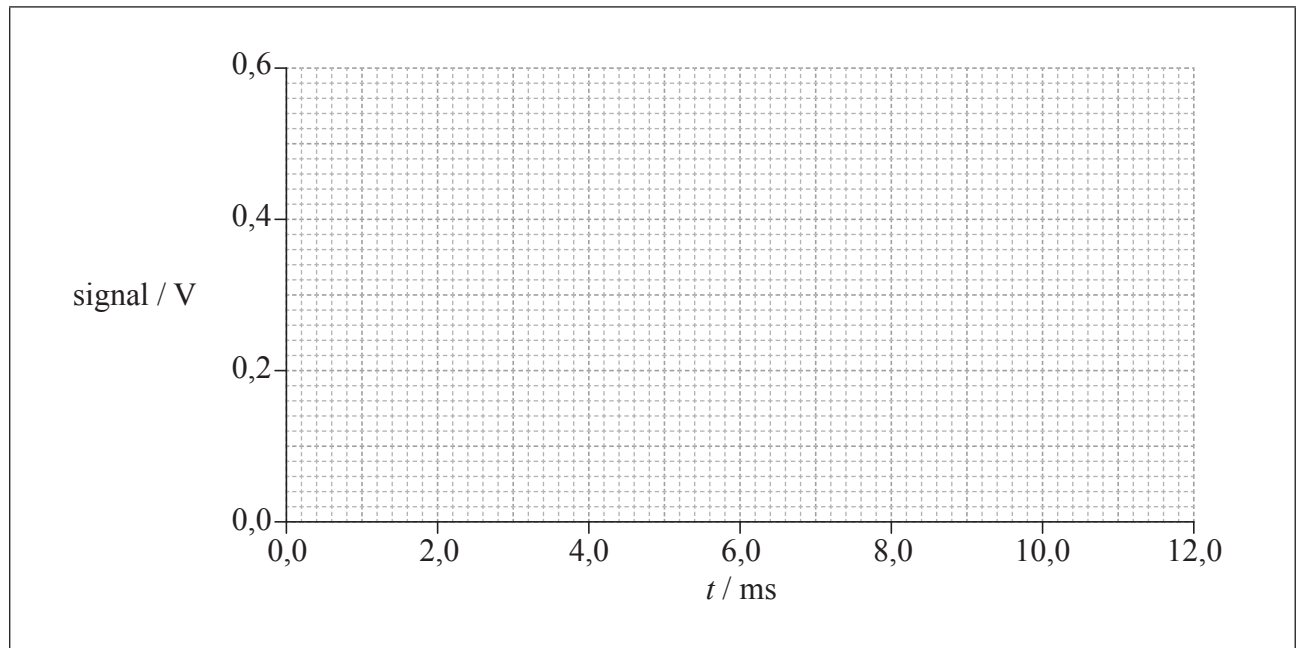
(Suite de la question F2)

- (a) Le signal amplifié est transmis en utilisant un câble coaxial comme illustré.



Sur les axes ci-dessous, esquissez la forme d'onde de ce signal au point X après la transmission le long du câble coaxial.

[3]

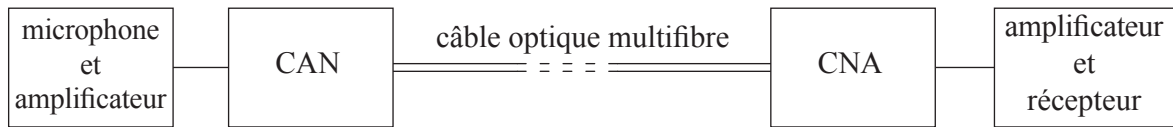


(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F2)

- (b) Un deuxième système de transmission, montré ci-dessous, utilise un câble contenant de nombreuses fibres séparées (câble optique multifibre).



- (i) Suggérez pourquoi un câble optique multifibre est nécessaire plutôt qu'une fibre optique simple. [1]

.....

- (ii) Exprimez quels circuits devraient être compris dans ce système de transmission de façon à pouvoir utiliser une fibre optique simple. [1]

.....

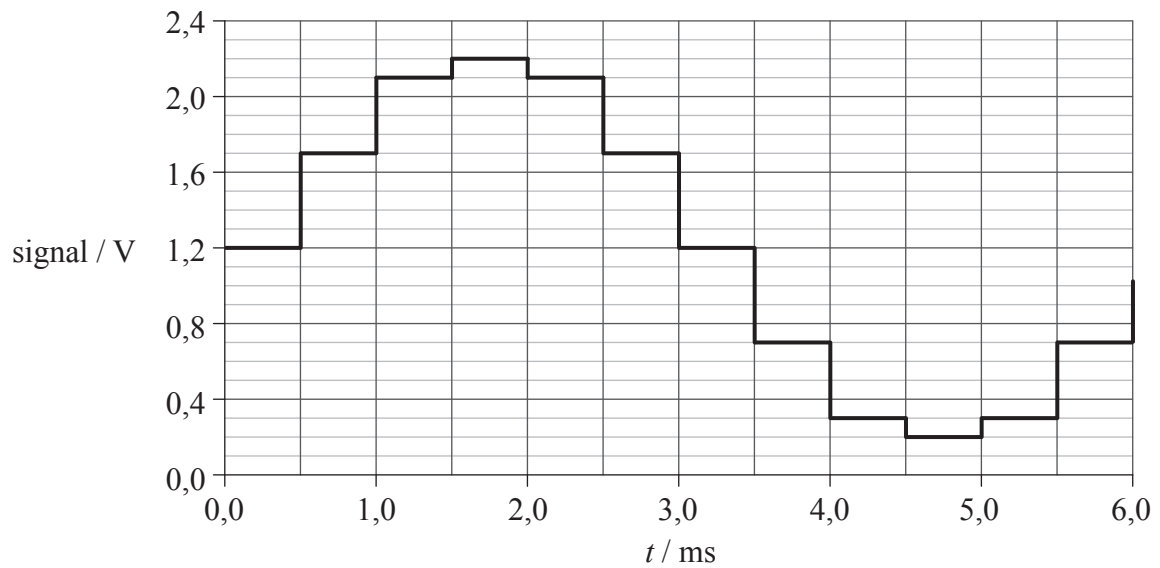
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F2)

(c) Le signal reçu du deuxième système de transmission est montré ci-dessous.



Calculez

(i) le nombre minimum de bits de sortie du CAN.

[2]

.....

.....

(ii) la fréquence d'échantillonnage du CAN.

[2]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F2)

- (d) Exprimez **un** avantage et **un** désavantage de la transmission par câble coaxial par rapport au câble à fibre optique. [2]

Avantage :

Désavantage :

F3. Cette question porte sur la puissance et l'atténuation de signaux.

Une fibre optique dans un système téléphonique a une longueur de 48 km. La puissance du bruit dans cette fibre optique est $2,5 \times 10^{-18} \text{ W}$.

- (a) Le rapport signal sur bruit ne doit pas tomber en dessous de 25 dB. Montrez que la puissance minimum du signal dans cette fibre optique est $7,9 \times 10^{-16} \text{ W}$. [2]

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

- (b) L'atténuation du signal dans la fibre par unité de longueur est $2,7 \text{ dB km}^{-1}$. Utilisez les données en (a) pour déterminer la puissance du signal d'entrée dans la fibre de façon à ce que le rapport signal sur bruit ne tombe pas en dessous de 25 dB. [2]

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



Option G — Ondes électromagnétiques

G1. Cette question porte sur les propriétés des ondes électromagnétiques.

- (a) Exprimez **deux** propriétés qui sont communes à toutes les ondes électromagnétiques. [2]

1.
2.

- (b) Une seule lentille est utilisée pour former une image réelle grossie d'un objet. Expliquez, en référence à la dispersion de la lumière, pourquoi cette image a des bords colorés. [3]

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

- (c) Résumez pourquoi un ciel clair est de couleur bleue. [2]

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



G2. Cette question porte sur une lentille convergente.

(a) Définissez *grossissement angulaire*.

[2]

.....

.....

.....

(b) Une fine lentille convergente d'une distance focale de 4,5 cm doit être utilisée comme loupe. L'observatrice place cette lentille près de son œil. La distance minimale de vision distincte est 24 cm.

(i) Montrez que la distance entre l'objet et la lentille est 3,8 cm.

[1]

.....

.....

.....

(ii) Déterminez le grossissement angulaire produit par la lentille.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G2)

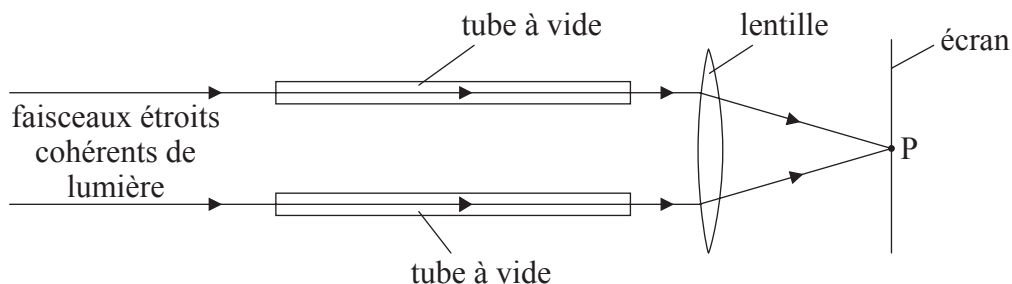
- (c) Suggérez **deux** raisons pour lesquelles, pour de forts grossissements, on utilise une combinaison de lentilles plutôt qu'une seule lentille. [2]

1.

2.

G3. Cette question porte sur l'interférence de la lumière.

Deux faisceaux étroits cohérents de lumière passent à travers deux tubes à vide identiques, comme montré ci-dessous.



Ces deux faisceaux étroits cohérents sont focalisés en un point P sur l'écran.

- (a) Exprimez ce qu'on entend par cohérence. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G3)

- (b) Exprimez, en référence à la longueur d'onde, la condition qui doit être satisfaite pour qu'une frange claire soit formée sur l'écran au point P. [1]

.....

.....

- (c) On laisse pénétrer de l'air petit à petit dans un des tubes à vide. On voit que la luminosité de la lumière au point P diminue puis augmente à nouveau de façon répétée.

- (i) Exprimez l'effet sur la longueur d'onde de la lumière dans le tube à vide alors que l'air y est introduit. [1]

.....

- (ii) Suggérez pourquoi il y a une variation dans la luminosité de la lumière au point P. [1]

.....

.....

