



22136524

**PHYSIQUE**
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 3

Mardi 7 mai 2013 (après-midi)

1 heure

Numéro de session du candidat

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

Code de l'examen

2	2	1	3	–	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].



0136

Option A — Vue et phénomènes ondulatoires

A1. Cette question porte sur la profondeur de vision.

- (a) Exprimez ce qu'on entend par profondeur de vision pour l'œil humain. [1]

.....

.....

- (b) Exprimez et expliquez l'effet sur la profondeur de vision lorsqu'on augmente l'intensité de la lumière. [2]

.....

.....

.....

.....

A2. Cette question porte sur les ondes stationnaires.

- (a) Exprimez **une** différence entre une onde stationnaire et une onde progressive. [1]

.....

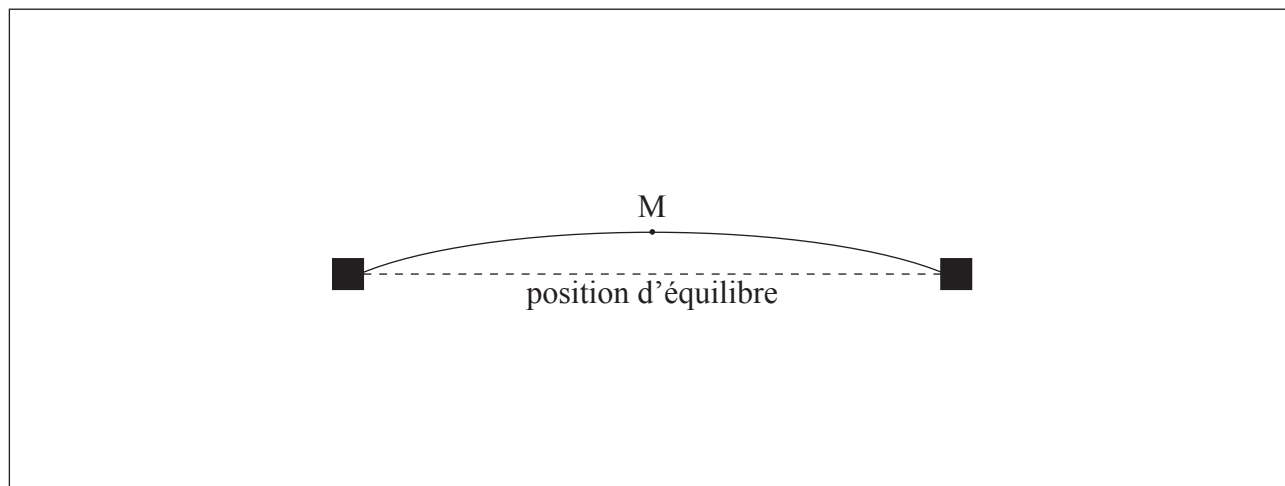
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (b) Une corde fixée aux deux extrémités oscille dans son mode fondamental (premier harmonique). Le schéma ci-dessous montre le déplacement de cette corde au moment $t=0$. Le point M est le point au milieu de la corde.



Au moment $t=0$, M bouge vers le haut. La fréquence d'oscillation est 250 Hz. Sur le schéma ci-dessus, dessinez

- (i) une flèche pour indiquer la direction d'accélération du point M. [1]
- (ii) une ligne pour montrer la position de la corde à un temps de 2,0 ms. [2]
- (c) Décrivez comment on a fait osciller la corde dans la question (b) dans son mode fondamental. [1]

.....

.....

.....

.....

- (d) Exprimez la fréquence d'oscillation de la corde lorsqu'elle oscille dans son deuxième harmonique. [1]

.....

.....

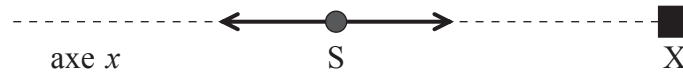


A3. Cette question porte sur l'effet Doppler.

(a) Décrivez ce qu'on entend par l'effet Doppler.

[1]

(b) Une source sonore S émet un son d'une fréquence de 1,20 kHz. S exécute des oscillations harmoniques simples le long de l'axe x . Un observateur X est situé sur l'axe x comme illustré.



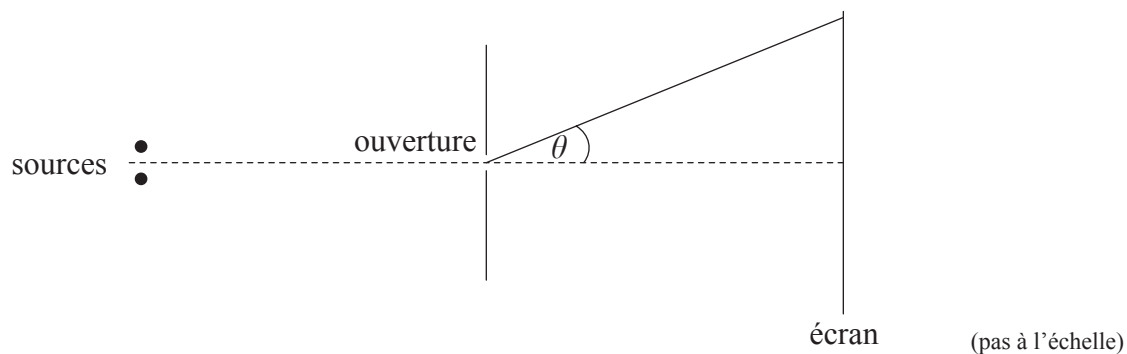
La vitesse maximum de S est 45 ms^{-1} . La vitesse du son est 340 ms^{-1} . Déterminez la gamme de fréquences entendues par cet observateur.

[3]



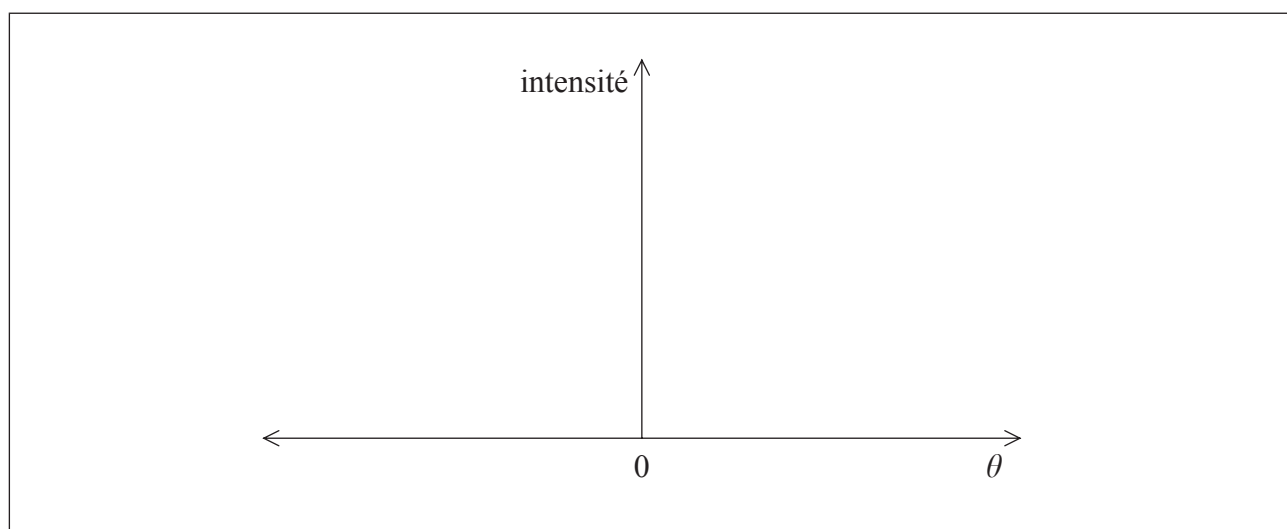
A4. Cette question porte sur la résolution.

- (a) Une lumière monochromatique émise par deux sources ponctuelles est incidente sur une ouverture circulaire. Après être passée à travers cette ouverture, cette lumière est observée sur un écran loin de l'ouverture.



Sur les axes ci-dessous, dessinez un graphique pour montrer la variation, en fonction de l'angle θ , de l'intensité de la lumière sur l'écran lorsque les deux sources sont juste résolues. (Il n'est pas nécessaire de mettre de nombres sur les axes.)

[2]



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A4)

- (b) Sur du papier blanc, on fait deux petits points en encre bleue dont les centres sont écartés de 3,0 mm. Ces points sont petits par rapport à leur séparation. La longueur d'onde de la lumière bleue est 480 nm. Le diamètre de l'iris d'un œil humain est 2,1 mm.

- (i) Déterminez la distance maximum entre l'œil et le papier à laquelle ces deux points sont juste résolus par l'œil.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Les deux points bleus sont alors remplacés par deux points rouges similaires. Leur séparation est la même que celle des points bleus et le papier est maintenu à la même distance que pour la question (b)(i). Déterminez si ces points seront encore résolus.

[2]

.....

.....

.....

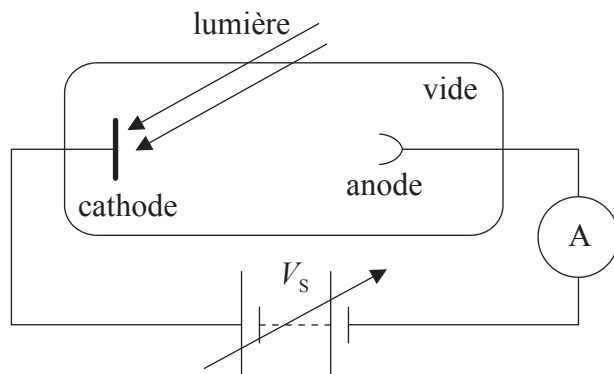
.....



Option B — Physique quantique et physique nucléaire

B1. Cette question porte sur l'effet photoélectrique.

Lors d'une recherche sur l'effet photoélectrique, une lumière d'une fréquence f est incidente sur une surface métallique dans le vide.



On observe que cette lumière cause l'émission presque simultanée d'électrons depuis cette surface.

(a) Suggérez pourquoi cette observation

(i) ne peut pas être expliquée par la théorie ondulatoire de la lumière.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) peut être expliquée par la théorie particulaire de la lumière.

[2]

.....

.....

.....

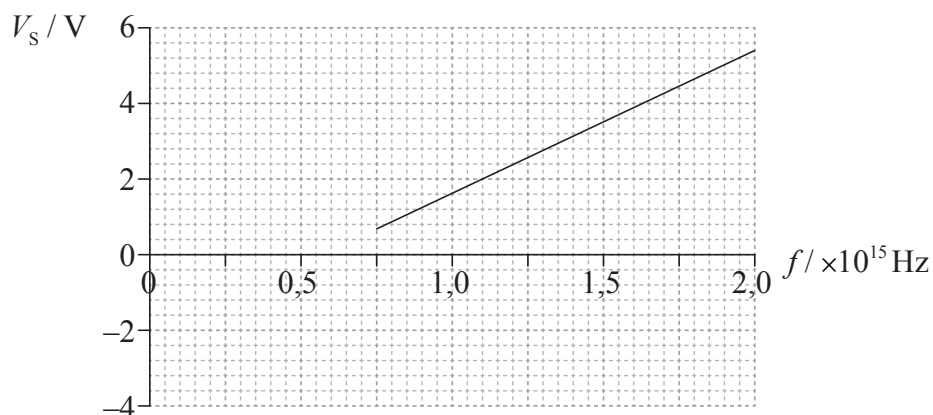
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

- (b) Pour chaque fréquence f de cette lumière incidente, on règle V_s jusqu'à ce que le courant enregistré soit nul. Le graphique ci-dessous montre la variation de V_s en fonction de la fréquence de la lumière f .



Utilisez le graphique pour calculer

- (i) la constante de Planck.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) le travail de sortie de la surface métallique.

[1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

- (iii) la longueur d'onde de Louis de Broglie des électrons émis pour une lumière d'une fréquence de $1,4 \times 10^{15}$ Hz.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

- (a) Exprimez **une** preuve qui soutient l'existence des niveaux d'énergie nucléaire. [1]

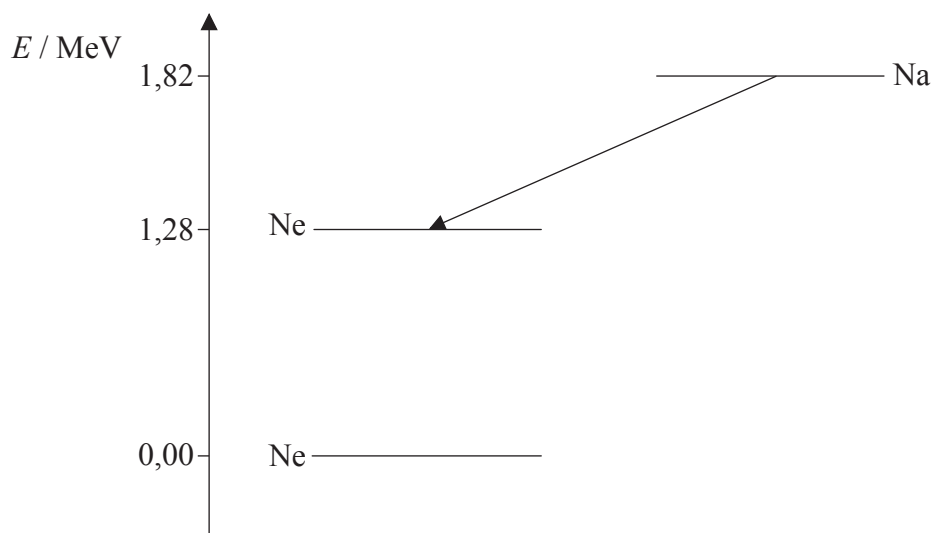
.....

.....

.....

.....

- (b) Le nucléide isotope sodium-22 subit une désintégration bêta plus (β^+) et se désintègre en l'isotope néon-22. Le diagramme ci-dessous montre les niveaux d'énergie nucléaire pour $^{22}_{10}\text{Ne}$ et $^{22}_{11}\text{Na}$.



- (i) Déterminez l'énergie Q libérée pour la désintégration illustrée par la flèche. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

- (ii) Expliquez pourquoi l'énergie des positrons n'est pas toujours égale à Q . [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Suggérez pourquoi un photon est aussi émis lors de cette désintégration. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) La demi-vie de $^{22}_{11}\text{Na}$ est 2,6 ans. Calculez le temps, en années, après lequel l'activité d'un échantillon de $^{22}_{11}\text{Na}$ correspond à 80 % de son activité initiale. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Option C — Technologie numérique

C1. Cette question porte sur le disque compact (CD) et le dispositif de transfert de charge (CCD).

- (a) Résumez comment des informations, comme de la musique, sont stockées numériquement sur un disque compact (CD). [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Exprimez **deux** avantages du stockage numérique des informations. [2]

1.

.....

.....

2.

.....

.....

- (c) Les images formées avec le CCD d'un appareil photo numérique sont aussi numérisées. Résumez comment l'image dans un CCD est formée. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C1)

- (d) La surface de collecte d'un CCD a une surface de 32 mm^2 et consiste en $8,0 \times 10^6$ pixels. Le grossissement de ce CCD est $2,4 \times 10^{-3}$. Déterminez si ce CCD peut résoudre l'image de deux objets qui sont séparés de $1,2 \text{ mm}$.

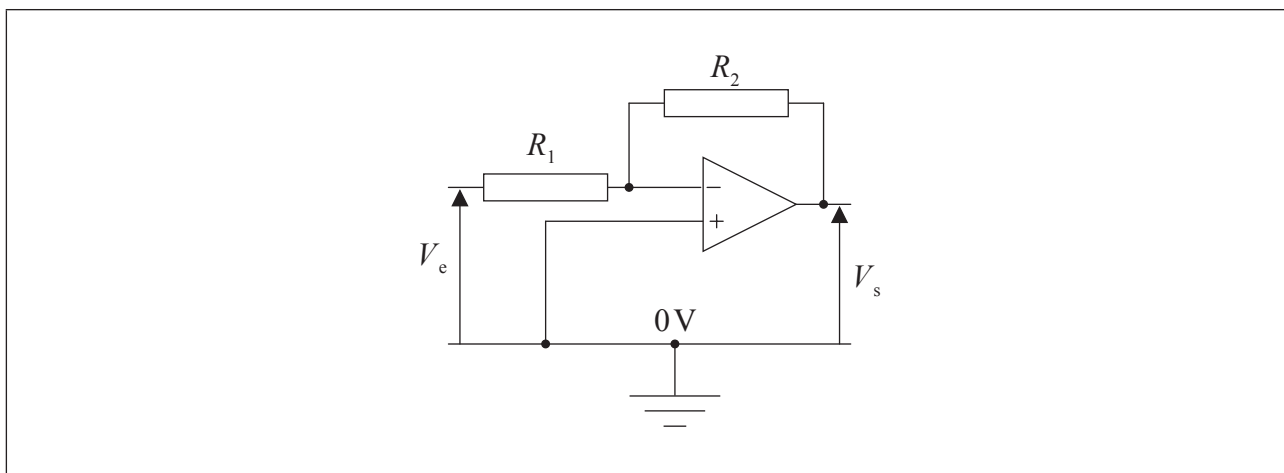
[3]

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



C2. Cette question porte sur l'amplificateur opérationnel (amp. op.).

(a) Le schéma ci-dessous montre le circuit d'un amplificateur inverseur.



(i) Exprimez ce qu'on entend par amplificateur inverseur.

[1]

.....

.....

(ii) Sur le schéma ci-dessus, légendez, avec la lettre V, le point dans le circuit qu'on appelle la terre virtuelle.

[1]

(iii) Montrez que le gain G de cet amplificateur est donné par l'expression $G = -\frac{R_2}{R_1}$.

[3]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C2)

- (b) Dans le circuit de la question (a), la résistance de R_1 est $6,0\text{k}\Omega$ et la résistance de R_2 est $60\text{k}\Omega$. L'amplificateur fonctionne avec une alimentation à $\pm 12\text{V}$. Calculez la valeur de la tension de sortie V_s pour une tension d'entrée V_e de

(i) $0,30\text{V}$.

[1]

.....

(ii) $3,0\text{V}$.

[1]

.....

C3. Cette question porte sur le système de téléphonie mobile.

Une personne fait un appel téléphonique en utilisant un téléphone portable. Expliquez la fonction des stations de base et du central téléphonique cellulaire pendant cet appel téléphonique.

[3]

.....
--



Option D — Relativité et physique des particules

D1. Cette question porte sur la cinématique relativiste.

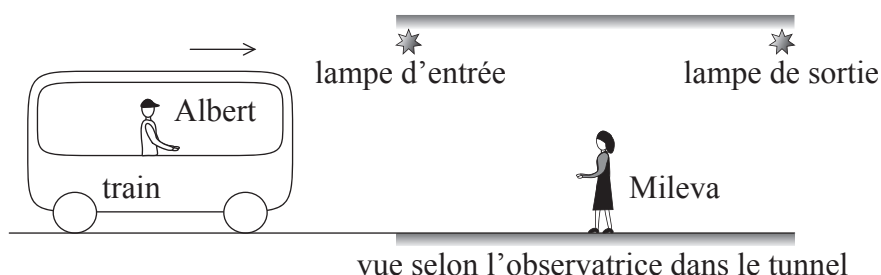
(a) Définissez *longueur propre*.

[1]

.....

.....

(b) Albert est au repos dans un train approchant d'un tunnel. Mileva est dans le tunnel à mi-chemin entre les lampes d'entrée et de sortie aux extrémités de ce tunnel.



La longueur propre du train est 120 m et la longueur propre du tunnel est 72 m. Le train se déplace avec une vitesse de $0,80c$ par rapport au tunnel. Calculez

(i) le facteur gamma pour une vitesse de $0,80c$.

[1]

.....

.....

(ii) la longueur du train selon Mileva.

[1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D1)

(iii) la longueur du tunnel selon Albert.

[1]

.....

.....

(c) On allume les lampes dans le tunnel. Selon Mileva, ces lampes s'allument simultanément. Expliquez pourquoi, selon Albert, la lampe d'entrée s'allume après la lampe de sortie.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D1)

- (d) Les schémas ci-dessous illustrent deux événements. Dans l'événement 1, le train de la question (b) est sur le point de sortir du tunnel et, dans l'événement 2, le train vient de sortir du tunnel. La longueur propre du train est 120 m et la longueur propre du tunnel est 72 m.



Déterminez le temps entre ces deux événements selon

- (i) Mileva.

[1]

.....

.....

.....

- (ii) Albert.

[2]

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



D2. Cette question porte sur les quarks et les interactions.

- (a) Distinguez entre la structure en quarks d'un baryon et d'un méson. [1]

.....

.....

- (b) Calculez la grandeur du plus petit spin non nul qu'une particule puisse avoir. [1]

.....

.....

- (c) (i) Exprimez le principe d'exclusion de Pauli. [1]

.....

.....

- (ii) Le hadron Δ^{++} consiste en trois quarks u et il a un spin de $\frac{3}{2}$.

Expliquez comment il est possible pour les quarks dans Δ^{++} de ne pas violer le principe de Pauli. [2]

.....

.....

.....

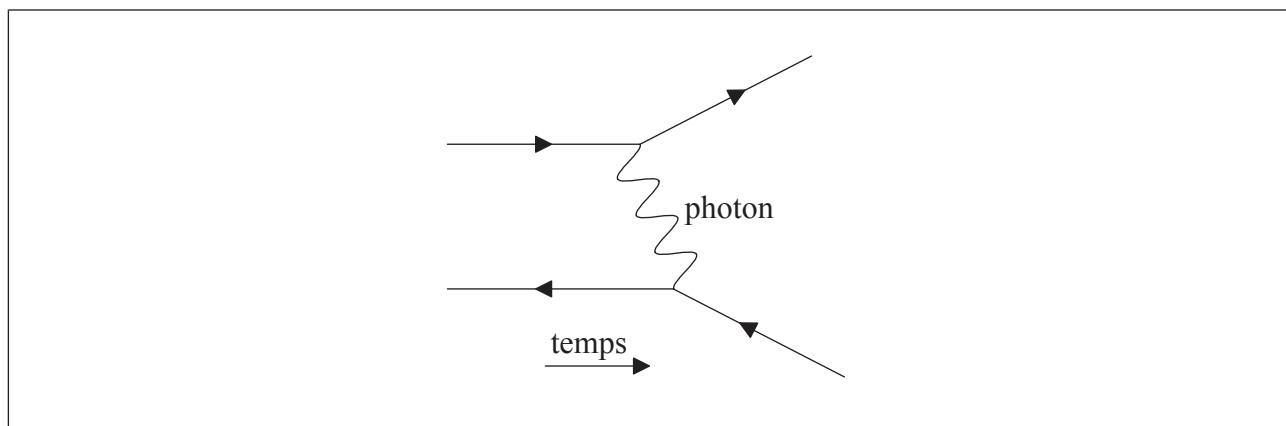
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D2)

- (d) Le diagramme de Feynman représente la diffusion électromagnétique d'un électron et d'un positron.



- (i) Identifiez un positron sur le diagramme ci-dessus en le légendant avec e^+ . [1]
- (ii) Exprimez et expliquez la portée de cette interaction. [2]

.....

.....

- (e) Les réactions suivantes n'ont jamais été observées. Pour chaque réaction, exprimez **une** loi de conservation qui serait violée si ces réactions se produisaient. [2]

$e^+ + e^+ \rightarrow p^+ + p^+$

$e^- + \nu \rightarrow e^+ + \bar{\nu}$



Option E — Astrophysique

E1. Cette question porte sur les étoiles.

(a) Définissez *magnitude absolue*.

[1]

(b) Le tableau ci-dessous montre des données pour deux étoiles, X et Y.

	Brillance stellaire apparente / W m^{-2}	Magnitude absolue
Étoile X	$2,5 \times 10^{-8}$	5,4
Étoile Y	$8,1 \times 10^{-9}$	3,6

Utilisez ces données pour expliquer quelle étoile

(i) semble plus brillante depuis la Terre.

[1]

(ii) est plus près de la Terre.

[1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

(c) La luminosité de l'étoile X est $4,9 \times 10^{30} \text{ W}$ et sa classe spectrale est M.

(i) Déterminez la distance de l'étoile X de la Terre. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Estimez le rayon de l'étoile X. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Suggérez le type de l'étoile X. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

- (d) Résumez comment une étude du spectre de l'étoile X donne des informations sur sa composition chimique. [2]

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

E2. Cette question porte sur la cosmologie.

- (a) Le rayonnement fossile cosmique fut découvert par Penzias et Wilson en 1964. Exprimez **deux** caractéristiques du rayonnement fossile cosmique. [2]

1.

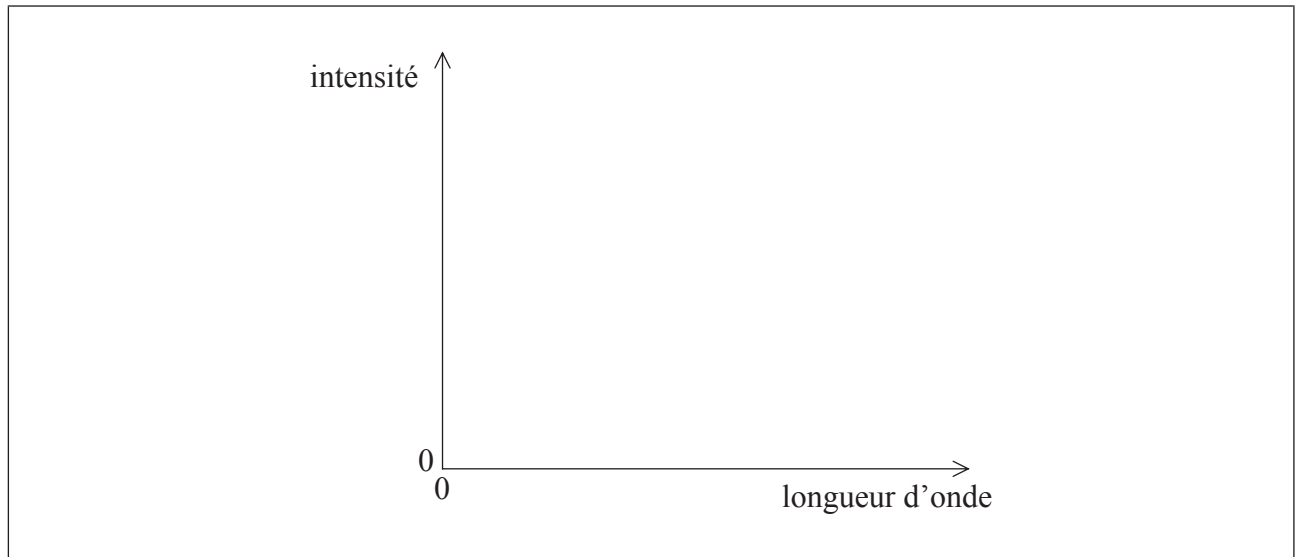
2.

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E2)

- (b) (i) En utilisant les axes ci-dessous, esquissez un graphique pour montrer la variation de l'intensité du rayonnement fossile cosmique en fonction de la longueur d'onde. [2]



- (ii) Expliquez comment on peut utiliser ce graphique pour déterminer la température du rayonnement fossile cosmique. [2]

.....

.....

- (iii) Discutez comment la découverte du rayonnement fossile cosmique fournit des preuves qui soutiennent le modèle du big-bang. [2]

.....

.....

.....

.....

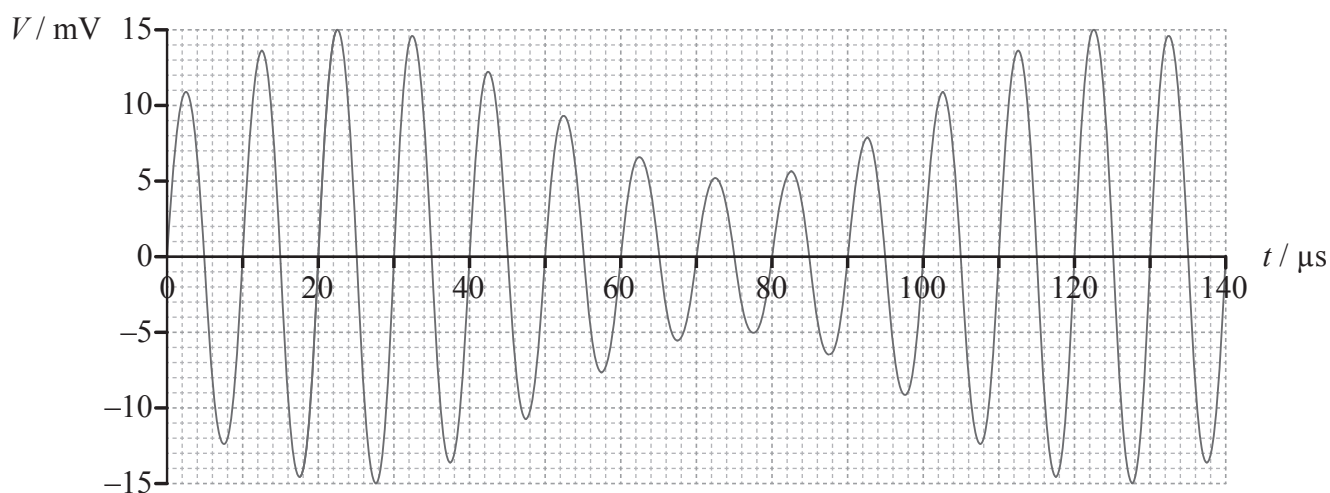
.....



Option F — Communication

F1. Cette question porte sur la modulation.

- (a) Le diagramme ci-dessous montre la variation, en fonction du temps, de la tension d'une onde porteuse modulée en amplitude (AM).



Déterminez

- (i) la fréquence de cette onde porteuse. [2]

- (ii) la fréquence de l'onde signal (d'information). [2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F1)

(iii) la largeur de bande du signal.

[1]

.....

.....

(iv) l'amplitude de l'onde signal.

[2]

.....

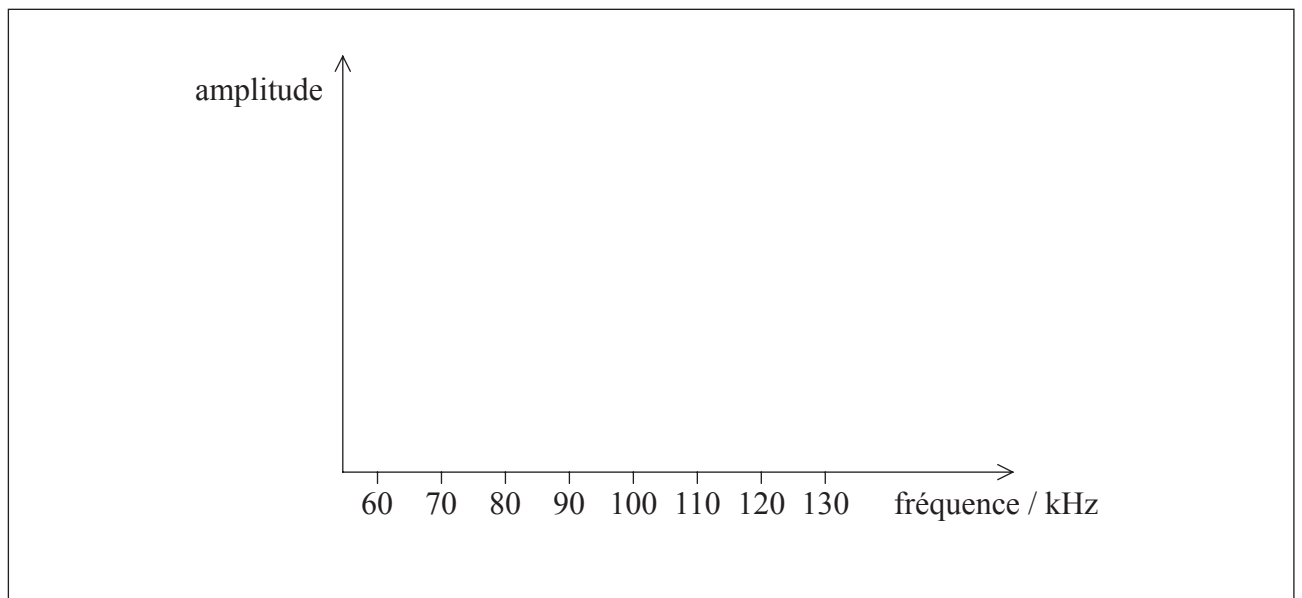
.....

.....

.....

(b) En utilisant les axes ci-dessous, dessinez le spectre de puissance de l'onde porteuse modulée de la question (a).

[2]



F2. Cette question porte sur la transmission numérique.

La fréquence d'échantillonnage dans un convertisseur analogique-numérique (CAN) est 44 kHz.

- (a) En référence à la reconstruction d'un signal analogique, exprimez et expliquez la fréquence maximum qui peut être utilisée par ce système. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Ce CAN produit une sortie parallèle de 32 bits. Calculez

- (i) le débit binaire de la transmission. [1]

.....

- (ii) la durée d'un bit. [1]

.....

F3. Cette question porte sur l'atténuation.

(a) Pour un câble en cuivre, exprimez

(i) ce qu'on entend par atténuation.

[1]

.....
.....

(ii) **une** cause de l'atténuation dans ce câble en cuivre.

[1]

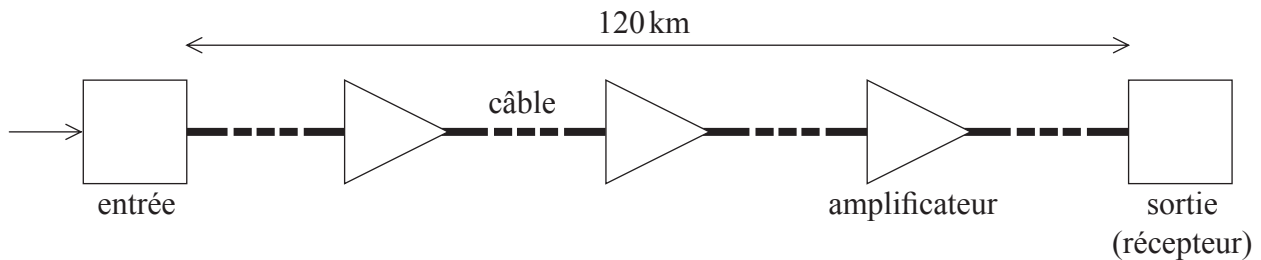
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F3)

- (b) On utilise un câble en cuivre d'une longueur de 120 km pour transmettre un signal. L'atténuation par unité de longueur de ce câble est 15 dB km^{-1} . Des amplificateurs, ayant chacun un gain de 52 dB, sont placés à des intervalles égaux le long du câble.



La puissance du signal d'entrée est 240 mW. La puissance du signal de sortie ne doit pas tomber en dessous de 12 mW.

- (i) Estimez le nombre total d'amplificateurs nécessaires.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Exprimez **un** avantage du remplacement de ce câble par une fibre optique.

[1]

.....

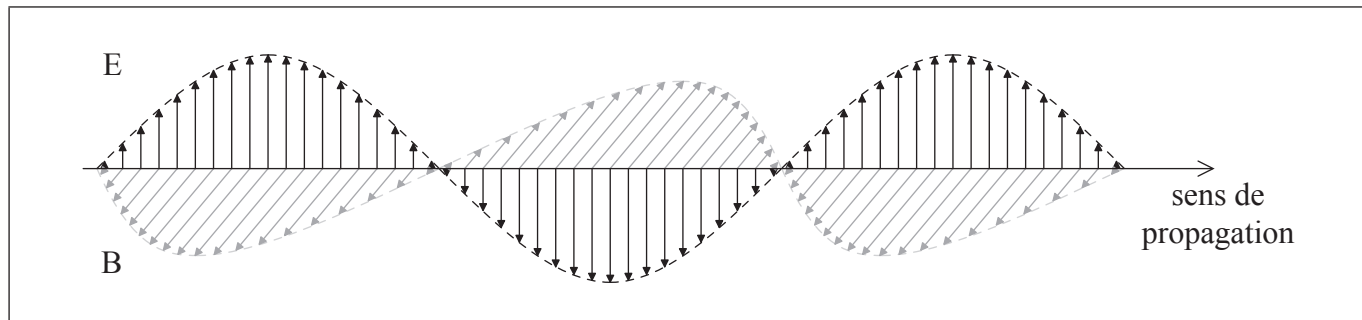
.....



Option G — Ondes électromagnétiques

G1. Cette question porte sur la lumière.

- (a) Le diagramme ci-dessous est une représentation des champs électrique (E) et magnétique (B) oscillants dans une onde électromagnétique dans le vide. Ces champs sont perpendiculaires l'un à l'autre.



- (i) Exprimez le changement éventuel de l'angle entre E et B lorsque l'onde pénètre dans un milieu transparent depuis le vide. [1]

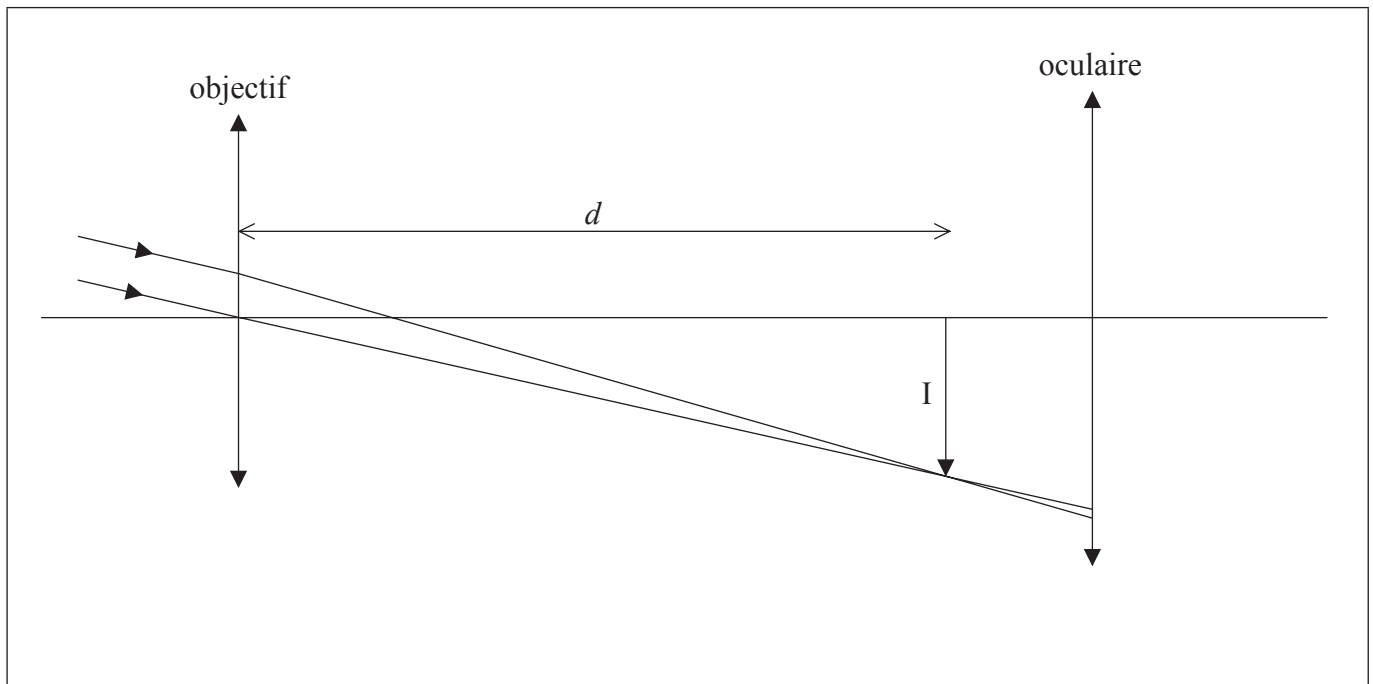
- (ii) Sur le diagramme ci-dessus, légendez une distance qui est égale à une longueur d'onde de cette onde électromagnétique. [1]

- (b) Exprimez **une** propriété commune à toutes les ondes électromagnétiques. [1]



G2. Cette question porte sur un télescope astronomique.

- (a) Le diagramme ci-dessous est un diagramme de rayons partiellement achevé pour un télescope astronomique.



L'image I d'une étoile est formée par l'objectif à une distance d de l'objectif.
L'image finale de cette étoile est formée à l'infini.

- (i) Montrez que la distance d est égale à la distance focale de l'objectif. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sur le diagramme, légendez les **deux** foyers de l'oculaire avec les lettres F_1 et F_2 respectivement. [1]
- (iii) Sur le diagramme, construisez des lignes pour montrer comment l'image finale de cette étoile est formée à l'infini. [3]
- (iv) Le grossissement angulaire de ce télescope est défini comme $M = \frac{\theta_2}{\theta_1}$. Sur le diagramme, légendez les angles θ_1 et θ_2 . [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G2)

- (b) Dans un télescope astronomique particulier réglé normalement, la distance focale de l'objectif est 26 cm et la distance focale de l'oculaire est 4,0 cm. On utilise ce télescope pour regarder un ballon sonde météorologique éloigné dont le diamètre angulaire à l'œil nu est $2,2^\circ$. Déterminez le diamètre angulaire de l'image de ce ballon sonde météorologique formée par le télescope.

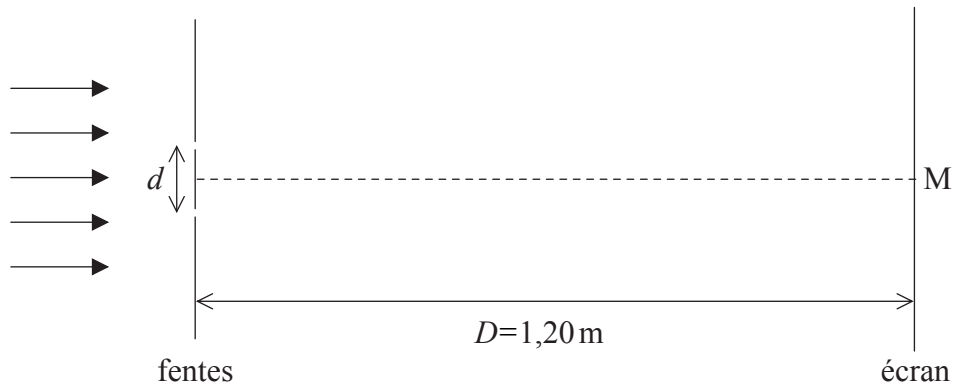
[2]

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



G3. Cette question porte sur l'interférence.

- (a) Une lumière monochromatique cohérente est incidente normalement sur deux fentes parallèles très étroites dont la largeur est petite par rapport à leur séparation. Après être passée à travers ces fentes, cette lumière est incidente sur un écran. Le point médian de cet écran est en M.



La distance D entre les fentes et l'écran est 1,20 m. La séparation des fentes d est 0,150 mm.

- (i) Expliquez pourquoi l'intensité de la lumière en M est un maximum. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Le point P est le point le plus proche de M sur l'écran où l'intensité de la lumière est un minimum. La distance MP est 2,62 mm. Calculez la longueur d'onde de la lumière. [2]

.....

.....

.....

.....

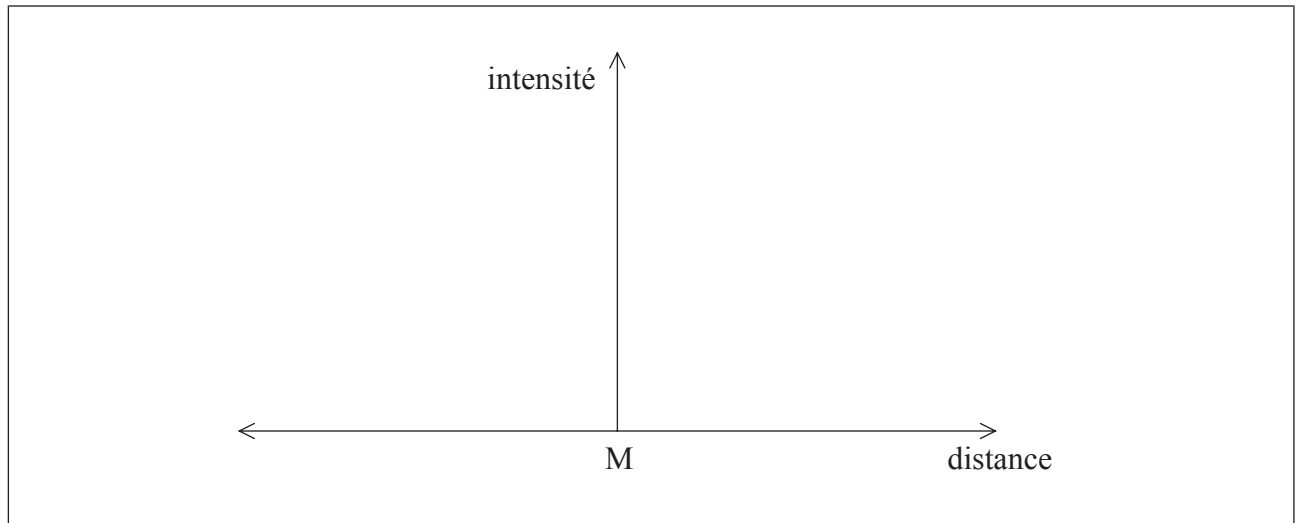
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G3)

- (b) En utilisant les axes ci-dessous, esquissez un graphique pour montrer la variation de l'intensité de la lumière en fonction de la distance le long de l'écran. [2]



- (c) Le nombre de fentes est fortement augmenté, chacune ayant la même séparation que pour la question (a). Décrivez les différences éventuelles dans la distribution de l'intensité dans la question (b). [2]

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



3636