

22146521



PHYSIQUE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Numéro de session du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Jeudi 8 mai 2014 (après-midi)

Code de l'examen

1 heure 15 minutes

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

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 [60 points].

Option	Questions
Option E — Astrophysique	1 – 5
Option F — Communication	6 – 10
Option G — Ondes électromagnétiques	11 – 14
Option H — Relativité	15 – 17
Option I — Physique médicale	18 – 21
Option J — Physique des particules	22 – 25



48EP01

Option E — Astrophysique

1. Cette question porte sur les objets dans l'univers.

(a) Exprimez **une** différence entre

(i) une étoile de la séquence principale et une planète.

[1]

.....
.....

(ii) un amas stellaire et une constellation.

[1]

.....
.....

(L'option E continue sur la page suivante)



(Option E, suite de la question 1)

(b) Exprimez comment

- (i) on sait que les étoiles de la séquence principale sont faites principalement d'hydrogène. [1]

.....

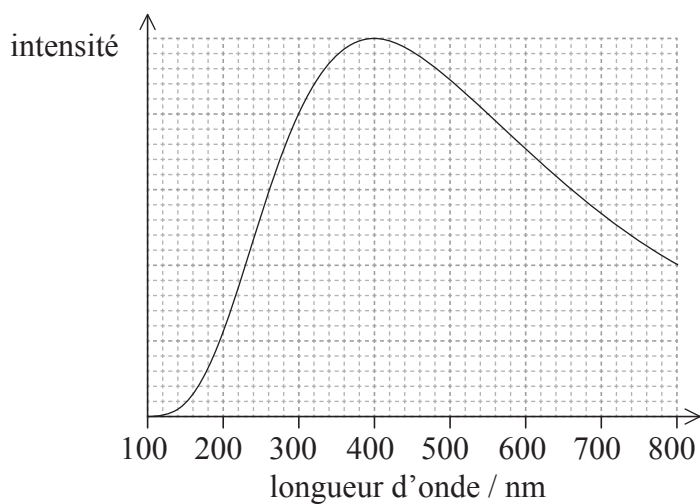
.....

- (ii) une étoile de la séquence principale reste en équilibre bien qu'elle ait une grande masse. [1]

.....

.....

- (c) Le graphique ci-dessous montre la variation de l'intensité d'une étoile de la séquence principale en fonction de la longueur d'onde.



Calculez la température en surface de cette étoile. [2]

.....

.....

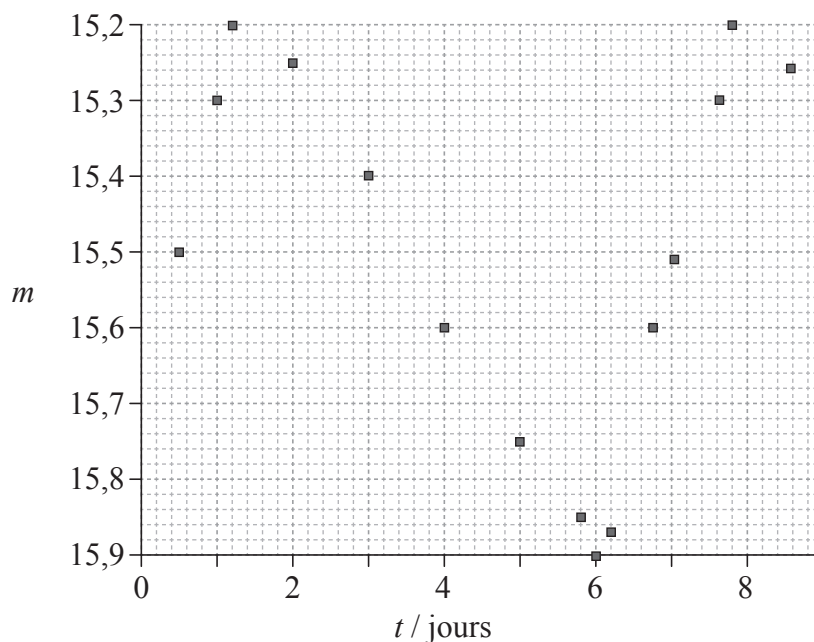
(L'option E continue sur la page suivante)



(Suite de l'option E)

2. Cette question porte sur une céphéide.

- (a) Le graphique ci-dessous montre la variation de la magnitude apparente m d'une céphéide particulière en fonction du temps t .



Exprimez

- (i) que mesure la magnitude apparente.

[1]

- (ii) la raison de la variation de la magnitude apparente de cette étoile.

[1]

(L'option E continue sur la page suivante)



(Option E, suite de la question 2)

- (b) La période T , en jours, de la variation de la magnitude apparente, est liée à la magnitude absolue moyenne M de l'étoile en (a) par l'équation ci-dessous.

$$M = -(2,81 \times \lg T) - 1,43$$

Déterminez la distance par rapport à cette étoile.

[5]

- (c) La brillance stellaire apparente de cette céphéide est $b = 1,5 \times 10^{-14} \text{ W m}^{-2}$. Déterminez la luminosité de cette étoile.

[3]

(L'option E continue sur la page suivante)



(Suite de l'option E)

3. Cette question porte sur le rayonnement fossile cosmique.

(a) Exprimez **deux** caractéristiques du rayonnement fossile cosmique. [2]

1.

2.

(b) Expliquez comment le rayonnement fossile cosmique fournit une preuve pour le modèle du big-bang d'un univers en expansion. [2]

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

4. Cette question porte sur l'évolution stellaire.

(a) Achernar est une étoile de la séquence principale qui a une masse qui est huit fois la masse du Soleil. Déduisez qu'Achernar a une température plus grande que le Soleil. [2]

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

(L'option E continue sur la page suivante)



(Option E, suite de la question 4)

- (b) Résumez pourquoi Achernar passera moins de temps sur la séquence principale que le Soleil. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Il est possible qu'Achernar évolue pour devenir une étoile à neutrons.

- (i) Exprimez la condition relative à la masse qui doit être satisfaite pour qu'Archernar devienne une étoile à neutrons. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Quelques étoiles à neutrons tournent autour de leurs axes et ont des champs magnétiques forts. Exprimez comment on peut détecter ces étoiles. [1]

.....

.....

.....

.....

(L'option E continue sur la page suivante)



(Suite de l'option E)

5. Cette question porte sur la loi de Hubble.

Le spectre de l'hydrogène provenant d'une source dans le laboratoire a une raie spectrale à une longueur d'onde de 656 nm. La même raie, vue de la Terre, dans le spectre d'une galaxie distante a une longueur d'onde de 682 nm.

(a) Suggérez pourquoi ces deux longueurs d'onde sont différentes.

[1]

.....

.....

(b) Déterminez la distance entre cette galaxie et la Terre en utilisant la constante de Hubble de $74 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

[2]

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option E



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



48EP09

Tournez la page

Option F — Communication

6. Cette question porte sur la modulation.

- (a) (i) Expliquez ce qu'on entend par fréquence modulée (FM).

[2]

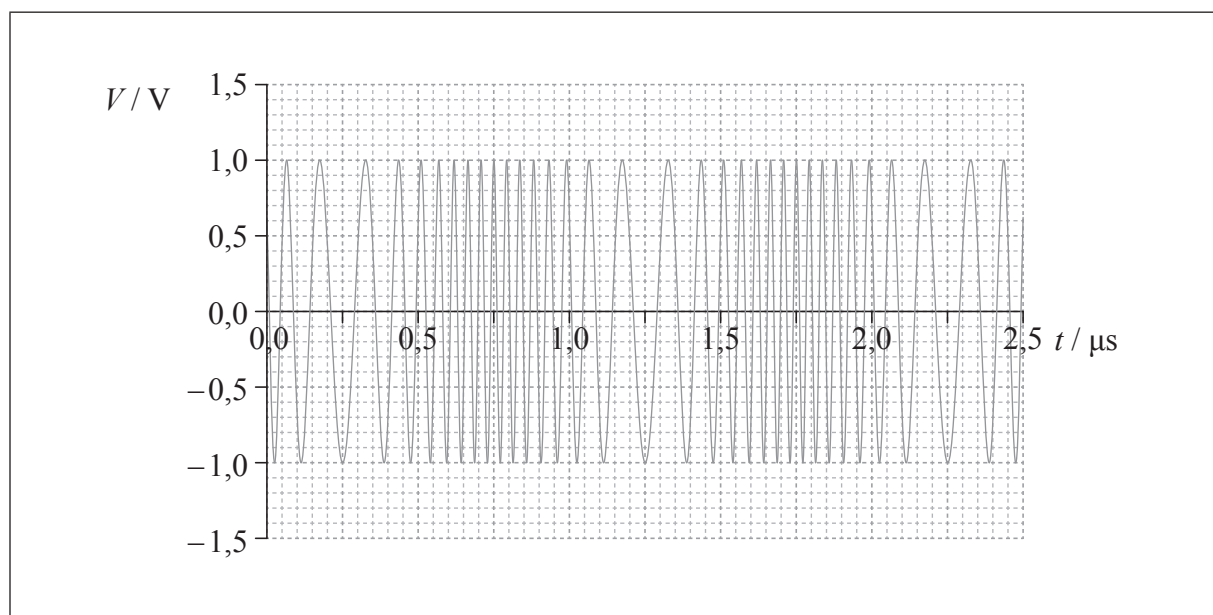
.....

.....

.....

.....

- (ii) Le graphique ci-dessous montre la variation en fonction du temps t de la tension V d'une onde porteuse modulée en fréquence. L'amplitude de l'onde signal est 1,0 V.



Sur les axes ci-dessus, dessinez un graphique esquissé pour montrer la variation en fonction du temps t de la tension de cette onde signal.

[2]

(L'option F continue sur la page suivante)



(Option F, suite de la question 6)

(b) En utilisant le graphique en (a)(ii), déterminez la fréquence de

(i) l'onde porteuse.

[1]

.....
.....

(ii) l'onde signal.

[2]

.....
.....

(c) Exprimez **un** avantage et **un** désavantage de la modulation FM par rapport à la modulation d'amplitude (AM).

[2]

Avantage :

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

Désavantage :

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

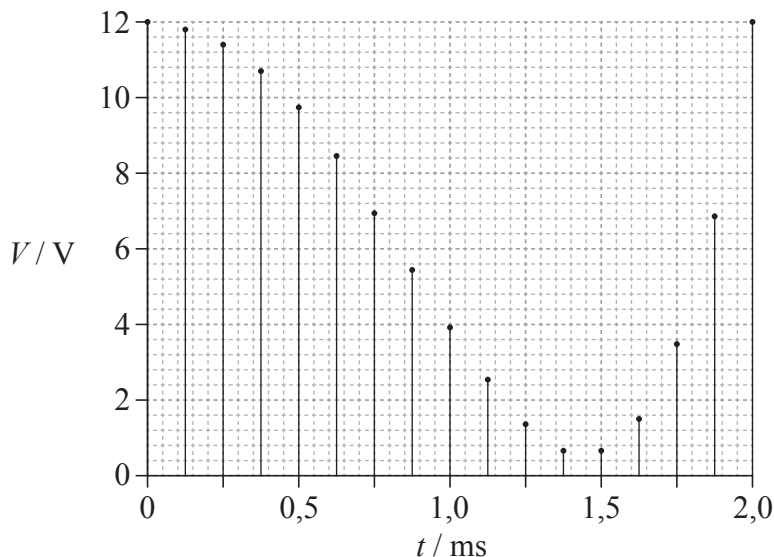
(L'option F continue sur la page suivante)



(Suite de l'option F)

7. Cette question porte sur l'échantillonnage.

Un signal analogique est échantillonné. Le graphique ci-dessous montre la variation en fonction du temps t de la tension V de chaque échantillon.



La tension dans chaque échantillon est arrondie au nombre entier le plus proche.

(a) Déterminez la fréquence d'échantillonnage.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) La tension la plus haute dans un échantillon est 12 V. Déterminez le nombre minimum de bits qui sont nécessaires de façon à représenter chaque échantillon.

[2]

.....

.....

.....

.....

(L'option F continue sur la page suivante)



(Option F, suite de la question 7)

(c) Calculez l'équivalent binaire du septième échantillon.

[1]

.....
.....

(L'option F continue sur la page suivante)



(Suite de l'option F)

8. Cette question porte sur la transmission numérique et les fibres optiques.

(a) Exprimez ce qu'on entend par atténuation.

[1]

.....

.....

(b) Un signal numérique doit être transmis le long d'une fibre optique. Le rapport signal/bruit $\left(\text{qui est } 10 \lg \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{bruit}}} \right)$ dans cette fibre ne doit pas tomber en dessous de 35 dB.

Les données suivantes sont disponibles.

Atténuation par unité de longueur dans la fibre optique = $2,6 \text{ dB km}^{-1}$

La puissance du signal d'entrée est $P_{\text{signal}} = 88 \text{ mW}$

La puissance du bruit dans la fibre est constante à $P_{\text{bruit}} = 52 \text{ pW}$

(i) Déterminez, en utilisant ces données, la distance la plus grande sur laquelle le signal peut se déplacer avant qu'il ne doive être amplifié.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option F continue sur la page suivante)



(Option F, suite de la question 8)

- (ii) Cette fibre optique a une longueur totale de 5600 km. Le temps de transmission total le long de la longueur de cette fibre est 28 ms. Estimez l'indice de réfraction de l'âme de cette fibre.

[2]

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

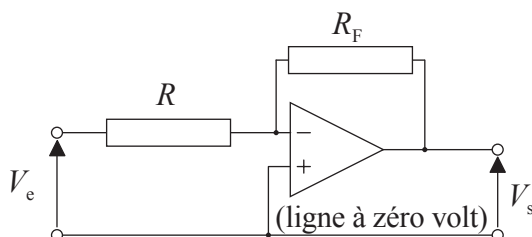
(L'option F continue sur la page suivante)



(Suite de l'option F)

9. Cette question porte sur les amplificateurs opérationnels (amp. op.).

(a) Le schéma ci-dessous montre un amplificateur inverseur.



Cet amplificateur opérationnel fonctionne avec une alimentation de $\pm 6,0 \text{ V}$. La résistance de R_F est $75 \text{ k}\Omega$ et la résistance de R est $15 \text{ k}\Omega$.

(i) Exprimez **une** propriété d'un amplificateur opérationnel parfait.

[1]

(ii) Déterminez le gain en boucle fermée de l'amplificateur inverseur.

[1]

(iii) Calculez la tension d'entrée à laquelle une saturation positive est obtenue.

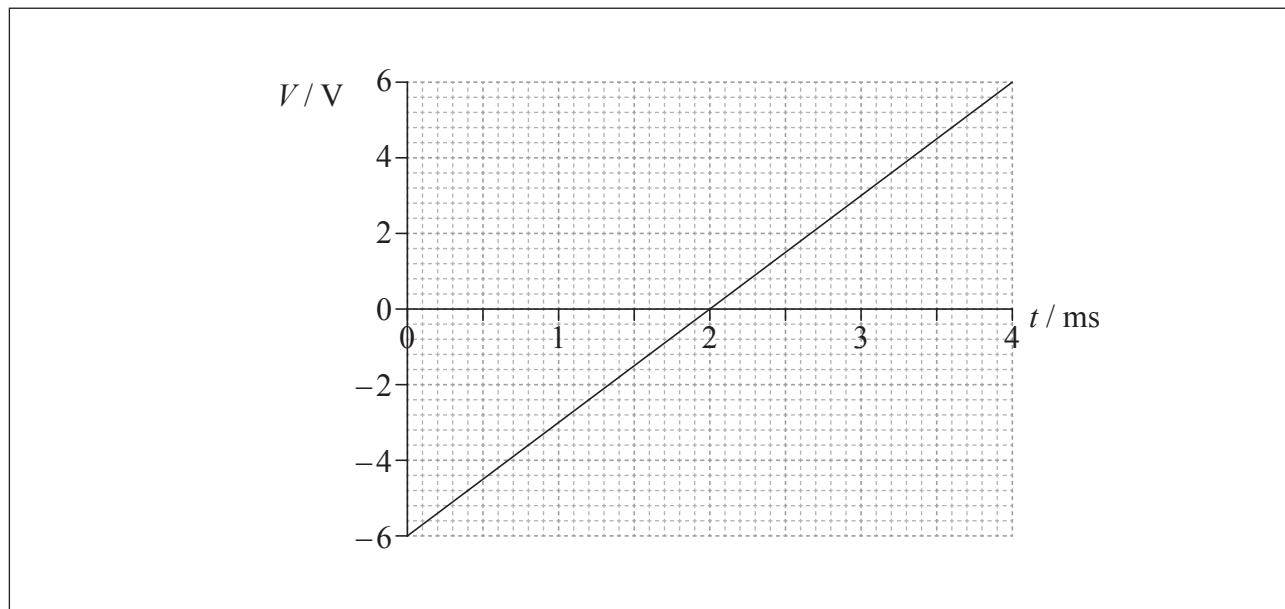
[1]

(L'option F continue sur la page suivante)



(Option F, suite de la question 9)

- (b) La tension d'entrée V sur l'amplificateur inverseur en (a) varie en fonction du temps t conformément au graphique ci-dessous.



Sur les axes, esquissez un graphique pour montrer comment la tension de sortie varie en fonction du temps.

[3]

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

Un passager dans un train en France a une conversation de 10 minutes sur son téléphone portable avec un ami au Canada. Résumez le rôle des stations de base, du central téléphonique cellulaire et du réseau téléphonique public commuté (RTPC) dans cet appel téléphonique.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option F



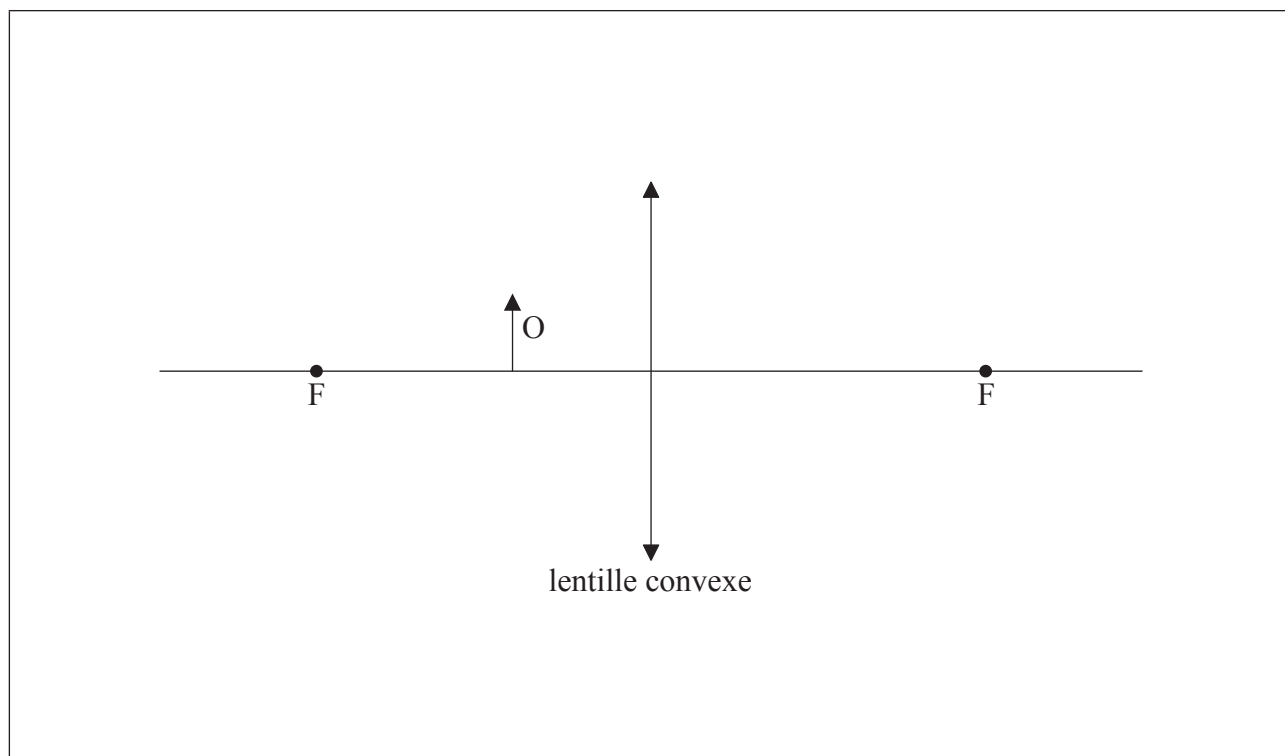
48EP17

Tournez la page

Option G — Ondes électromagnétiques

11. Cette question porte sur une loupe et un télescope.

- (a) On utilise une lentille convergente (convexe) mince comme loupe. Un objet *O* est placé entre un foyer de cette lentille et le centre de cette lentille. Les foyers de cette lentille sont montrés, légendés *F*.



- (i) Définissez le terme *foyer*.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sur le schéma ci-dessus, construisez des rayons pour situer la position de l'image de cet objet. Légendez l'image *I*.

[3]

(L'option G continue sur la page suivante)



(Option G, suite de la question 11)

- (b) On change la position de la lentille en (a) de manière à ce qu'une image virtuelle de l'objet soit formée au punctum proximum de l'œil. L'œil est très proche de la lentille.

- (i) Définissez le terme *punctum proximum*. [1]

.....

.....

- (ii) Résumez l'avantage d'avoir l'image positionnée au punctum proximum de l'œil. [1]

.....

.....

- (c) La lentille en (a) a une distance focale de 6,0 cm et on l'utilise maintenant comme l'oculaire d'un télescope astronomique. L'objectif de ce télescope a une distance focale de 90 cm. On utilise ce télescope à un réglage normal.

- (i) Exprimez la distance entre l'objectif et l'oculaire. [1]

.....

.....

- (ii) Déterminez le grossissement angulaire de ce télescope. [2]

.....

.....

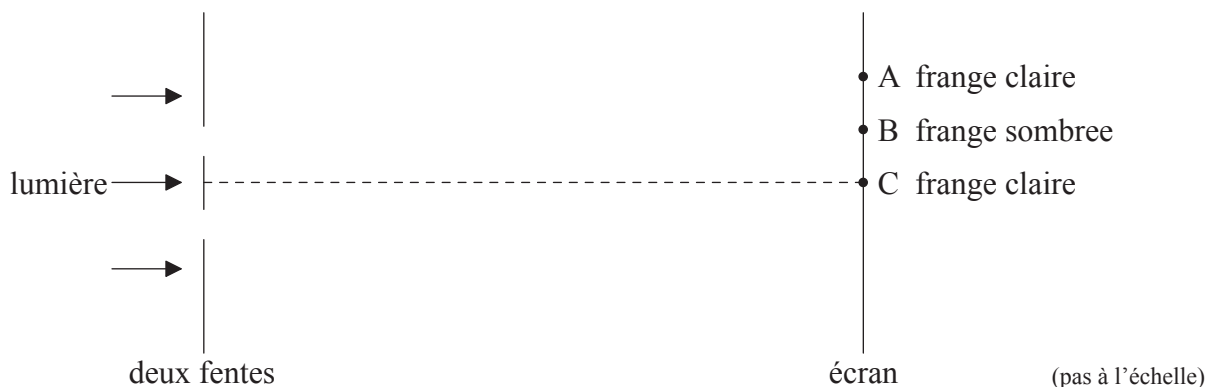
(L'option G continue sur la page suivante)



(Suite de l'option G)

12. Cette question porte sur l'interférence.

Une lumière provenant d'un laser est incidente sur deux fentes parallèles identiques. La lumière provenant de ces deux fentes produit des franges d'interférence sur un écran.



Une frange claire centrale est produite en C. La frange claire suivante est produite en A. Il y a une frange sombre en B.

(a) La lumière provenant du laser est cohérente et monochromatique. Résumez ce qu'on entend par le terme

(i) cohérente.

[1]

(ii) monochromatique.

[1]

(L'option G continue sur la page suivante)



(Option G, suite de la question I2)

- (b) Exprimez la différence de phase entre les ondes lumineuses provenant des deux fentes qui se rencontrent en B. [1]

.....
.....

- (c) La distance entre les deux fentes et l'écran est 1,5 m. La distance BC est 1,8 mm et la distance entre les fentes est 0,30 mm.

- (i) Montrez que le laser produit une lumière d'une longueur d'onde égale à 720 nm. [3]

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

- (ii) Exprimez la différence de chemin, en mètres, entre les ondes qui se rencontrent en B. [1]

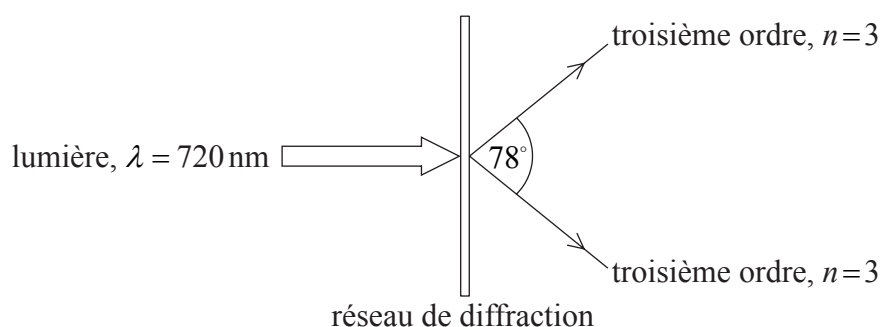
.....
.....

(L'option G continue sur la page suivante)



(Option G, suite de la question 12)

- (d) La lumière provenant du laser est maintenant incidente normalement sur un réseau de diffraction. L'angle entre les ventres d'intensité du troisième ordre est 78° .



Déterminez le nombre de lignes par mètre du réseau de diffraction.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option G continue sur la page suivante)



(Suite de l'option G)

13. Cette question porte sur les rayons X.

- (a) Dessinez un diagramme légendé de l'appareil qui est utilisé pour la production de rayons X.

[3]

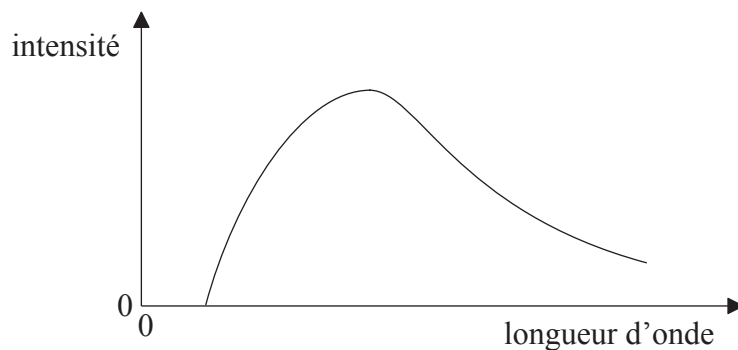


(L'option G continue sur la page suivante)



(Option G, suite de la question 13)

- (b) Le diagramme ci-dessous montre la variation de l'intensité d'une source de rayons X particulière en fonction de la longueur d'onde.



Résumez la raison pour laquelle un spectre de rayons X caractéristique n'est pas produit. [2]

.....

.....

.....

.....

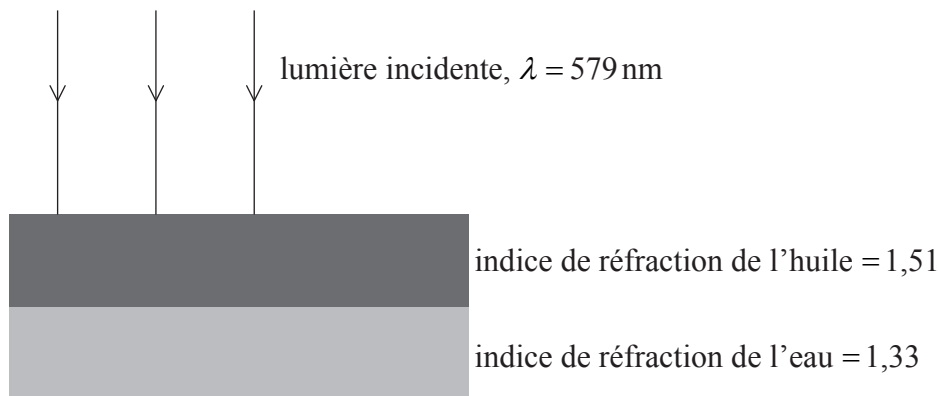
(L'option G continue sur la page suivante)



(Suite de l'option G)

14. Cette question porte sur l'interférence avec lames minces.

Une mince couche d'huile ayant un indice de réfraction de 1,51 flotte sur l'eau qui a un indice de réfraction de 1,33. Une lumière d'une longueur d'onde de 579 nm est incidente normalement à la surface.



- (a) Déterminez l'épaisseur minimum de la couche d'huile qui entraîne la réflexion de la plus petite quantité de lumière.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Décrivez le changement dans l'intensité de la lumière réfléchie à mesure qu'on augmente petit à petit l'épaisseur de la couche d'huile en (a).

[2]

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option G



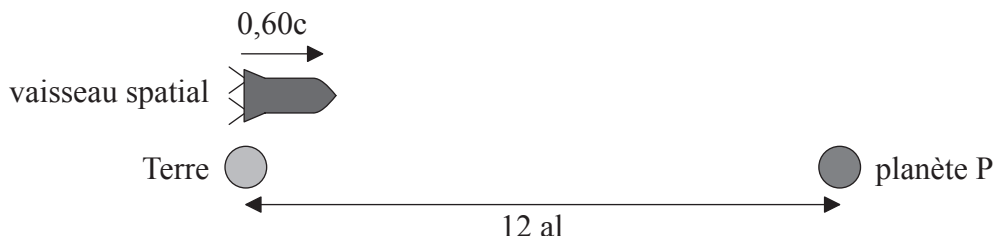
48EP25

Tournez la page

Option H — Relativité

15. Cette question porte sur la cinématique relativiste.

Le schéma ci-dessous montre un vaisseau spatial tandis qu'il passe devant la Terre alors qu'il se dirige vers une planète P. Cette planète est au repos par rapport à la Terre.



La distance entre la Terre et la planète P est 12 al telle que mesurée par des observateurs sur la Terre. Le vaisseau spatial se déplace avec une vitesse de $0,60c$ par rapport à la Terre.

Considérez deux évènements :

Évènement 1 : lorsque le vaisseau spatial est au-dessus de la Terre

Évènement 2 : lorsque le vaisseau spatial est au-dessus de la planète P

Judy est dans le vaisseau spatial et Peter est au repos sur la Terre.

- (a) Exprimez la raison pour laquelle l'intervalle de temps entre l'évènement 1 et l'évènement 2 est un intervalle de temps propre tel que mesuré par Judy. [1]

- (b) (i) Calculez l'intervalle de temps entre l'évènement 1 et l'évènement 2 selon Peter. [1]

(L'option H continue sur la page suivante)



(Option H, suite de la question 15)

- (ii) Calculez l'intervalle de temps entre l'évènement 1 et l'évènement 2 selon Judy. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Judy se considère comme étant au repos. Selon Judy, la Terre et la planète P se déplacent vers la gauche.

- (i) Calculez, selon Judy, la distance séparant la Terre et la planète P. [1]

.....

.....

- (ii) En utilisant vos réponses à (b)(ii) et à (c)(i), déterminez la vitesse de la planète P par rapport au vaisseau spatial. [1]

.....

.....

- (iii) Commentez votre réponse à (c)(ii). [1]

.....

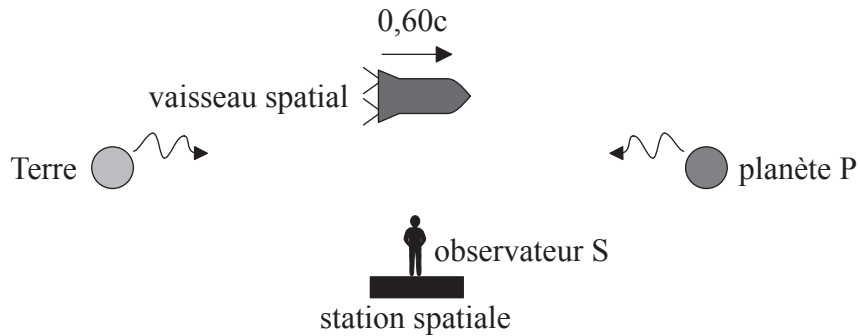
.....

(L'option H continue sur la page suivante)



(Option H, suite de la question 15)

- (d) À un point à mi-chemin entre la Terre et la planète P, le vaisseau spatial passe devant une station spatiale qui est au repos par rapport à la Terre et à la planète P. À cet instant, des signaux radio sont envoyés vers le vaisseau spatial depuis la Terre et la planète P. Ces signaux sont émis simultanément selon un observateur S au repos sur la station spatiale.



Déterminez, selon Judy dans le vaisseau spatial, quel signal est émis en premier.

[3]

(L'option H continue sur la page suivante)



(Option H, suite de la question 15)

- (e) Lorsqu’il atteint la planète P, le vaisseau spatial fait le tour de cette planète et commence le trajet de retour à la Terre. Cette situation conduit au paradoxe des jumeaux.

- (i) Décrivez ce qu’on entend par le terme paradoxe des jumeaux. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Suggérez comment ce paradoxe est résolu. [2]

.....

.....

.....

.....

(L’option H continue sur la page suivante)



(Suite de l'option H)

16. Cette question porte sur la mécanique relativiste.

Un méson rho (ρ) se désintègre au repos dans un laboratoire en un pion (π^+) et en un antipion (π^-) selon

$$\rho \rightarrow \pi^+ + \pi^-.$$

Les masses au repos des particules impliquées sont :

$$m_{\pi^+} = m_{\pi^-} = 140 \text{ MeV c}^{-2}$$

$$m_{\rho} = 770 \text{ MeV c}^{-2}$$

(a) (i) Montrez que la quantité de mouvement initiale de ce pion est 360 MeV c^{-1} . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Montrez que la vitesse de ce pion par rapport au laboratoire est $0,932c$. [2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Calculez, en MeV c^{-2} , la masse qui a été convertie en énergie dans cette désintégration. [1]

.....

.....

(L'option H continue sur la page suivante)



(Option H, suite de la question 16)

- (b) Le pion (π^+) émet un muon dans la même direction que le vecteur vitesse du pion. La vitesse du muon est $0,271c$ par rapport au pion. Calculez la vitesse du muon par rapport au laboratoire.

[2]

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

(L'option H continue sur la page suivante)



(Suite de l'option H)

17. Cette question porte sur la relativité générale.

(a) Exprimez le principe d'équivalence.

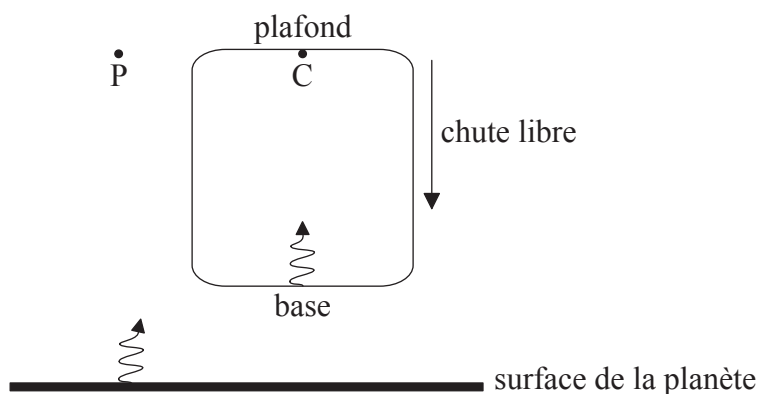
[1]

.....

.....

.....

(b) Le schéma ci-dessous montre une lumière monochromatique d'une fréquence f_0 qui est émise depuis la base d'une cabine vers un observateur C au plafond de cette cabine. Cette cabine est en chute libre au-dessus de la surface de la planète. Une lumière de la même fréquence est aussi émise depuis la surface de la planète vers un observateur P au repos au-dessus de la surface de la planète.



La fréquence de la lumière telle qu'elle est mesurée par C est f_C et la fréquence de la lumière telle qu'elle est mesurée par P est f_P .

Exprimez et expliquez si les fréquences f_C et f_P sont inférieures, égales ou supérieures à f_0 .

(i) f_C

[2]

.....

.....

.....

.....

(L'option H continue sur la page suivante)



(Option H, suite de la question 17)

(ii) f_p

[3]

.....

.....

.....

.....

- (c) Newton expliqua le mouvement d'une planète autour du Soleil en termes d'une force de gravitation entre le Soleil et cette planète. Décrivez comment la théorie de la relativité générale d'Einstein explique le mouvement de cette planète autour du Soleil.

[2]

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option H



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



Option I — Physique médicale

18. Cette question porte sur l'intensité acoustique.

(a) Définissez ce qu'on entend par *intensité* d'une onde sonore.

[1]

.....

(b) Une sirène d'usine produit un son d'une puissance de 25 W qui est émis uniformément dans toutes les directions. Une personne se tient debout à une distance de 4,5 m de cette sirène.

(i) Montrez que, dans la position de cette personne, le niveau d'intensité acoustique est 110 dB.

[3]

.....
--

(ii) Résumez **deux** effets possibles sur cette personne d'une exposition à long terme au son à ce niveau d'intensité.

[2]

1.
2.

(L'option I continue sur la page suivante)



(Suite de l'option I)

19. Cette question porte sur l'imagerie médicale.

- (a) Résumez comment une image est produite en utilisant la tomographie assistée par ordinateur. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Exprimez **un** désavantage de la production d'une image d'une personne par tomographie assistée par ordinateur par rapport à la production d'une image radiologique. [1]

.....

.....

(L'option I continue sur la page suivante)



(Option I, suite de la question 19)

- (c) L'intensité d'un faisceau parallèle de rayons X est réduite à 50 % de sa valeur initiale lorsqu'elle passe à travers un os d'une épaisseur de 1,2 cm. Déterminez l'épaisseur d'os nécessaire pour réduire l'intensité du même faisceau de rayons X à 15 % de sa valeur initiale.

[3]

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

(L'option I continue sur la page suivante)



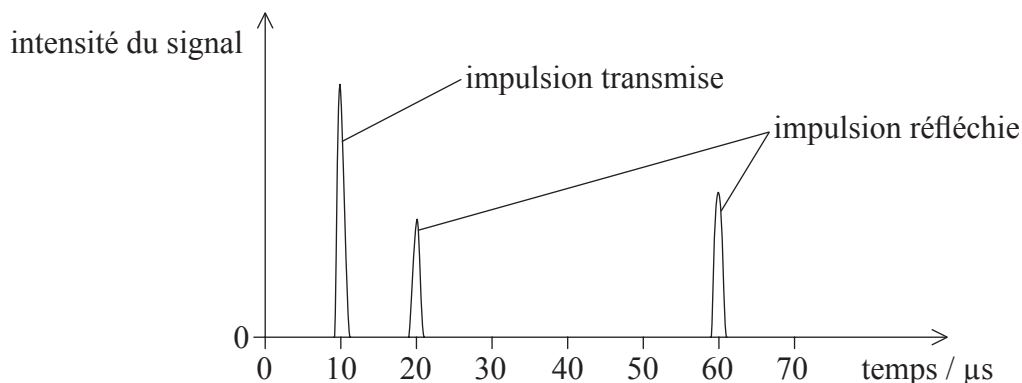
(Suite de l'option I)

20. Cette question porte sur les ultrasons.

(a) Définissez *impédance acoustique*.

[1]

(b) Une impulsion ultrasonore est transmise dans le corps d'un patient. Cette impulsion est réfléchiée partiellement au niveau d'une interface graisse-muscle, puis, plus profondément dans le corps, au niveau d'une interface muscle-os. Le graphique ci-dessous montre la variation, en fonction du temps, de l'intensité du signal au niveau du transducteur.



Le muscle a une densité de $1,08 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ et une impédance acoustique de $1,70 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

(i) Calculez la vitesse des ultrasons dans le muscle.

[1]

(L'option I continue sur la page suivante)



(Option I, suite de la question 20)

(ii) Déterminez l'épaisseur de la couche de muscle chez le patient.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Exprimez **un** avantage et **un** désavantage de l'utilisation d'ultrasons d'une fréquence de 1 MHz plutôt que de 3 MHz, dans le diagnostic médical.

[2]

Avantage :

.....

.....

Désavantage :

.....

.....

(L'option I continue sur la page suivante)



(Suite de l'option I)

21. Cette question porte sur la radiothérapie.

(a) Exprimez ce qu'on entend par le terme dose absorbée.

[1]

.....

.....

(b) Un patient reçoit une radiothérapie sur une tumeur d'une masse de 15 g. Une source radioactive est implantée dans cette tumeur pendant une période de 5,0 jours de manière à ce que la tumeur reçoive une dose absorbée de 55 Gy. Cette source émet des particules bêta d'une énergie moyenne de $6,0 \times 10^5$ eV. À la fin de la thérapie, la source est enlevée.

(i) Déterminez l'activité moyenne de la source radioactive.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Résumez **une** précaution que devrait prendre le personnel de l'hôpital qui manie cette source radioactive.

[1]

.....

.....

.....

.....

(L'option I continue sur la page suivante)



(Option I, suite de la question 21)

- (c) On considère deux sources différentes pour le traitement en (b). Ces deux sources émettent des particules bêta ayant la même énergie moyenne qu'en (b) et elles ont toutes deux la même activité initiale que l'activité moyenne calculée en (b). Une source a une demi-vie de 10 jours et l'autre a une demi-vie de 75 jours.

- (i) Exprimez et expliquez quelle source est plus appropriée pour fournir la radiothérapie pendant la période de cinq jours. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Suggérez **un** avantage de l'implantation d'une source bêta dans la tumeur plutôt que l'application d'un rayonnement gamma sur la tumeur depuis l'extérieur du corps. [1]

.....

.....

Fin de l'option I



Option J — Physique des particules

22. Cette question porte sur les interactions fondamentales.

(a) Le kaon est un hadron dont la structure en quarks est $K^+ = u\bar{s}$.

(i) Exprimez et expliquez si le principe d'exclusion de Pauli s'applique aux kaons. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) De l'énergie est fournie au kaon de façon à décomposer cette particule en ses quarks constitutifs. Prédisez, en référence à la couleur des quarks, ce qui se produit alors qu'une énergie de plus en plus grande est fournie au K^+ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

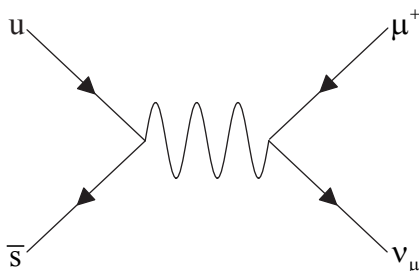
.....

(L'option J continue sur la page suivante)



(Option J, suite de la question 22)

- (b) Le kaon ($K^+ = u\bar{s}$) se désintègre en un antimuon et un neutrino comme le montre le diagramme de Feynman ci-dessous.



- (i) Expliquez pourquoi la particule virtuelle dans ce diagramme de Feynman doit être une particule d'échange d'interaction faible. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) La masse de la particule virtuelle en (b)(i) est à peu près $80 \text{ GeV } c^{-2}$. Estimez la portée de l'interaction faible. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Un élève prétend que le K^+ est produit dans les désintégrations de neutrons selon la réaction $n \rightarrow K^+ + e^-$. Exprimez **une** raison pour laquelle cette affirmation est fausse. [1]

.....

.....

(L'option J continue sur la page suivante)



(Suite de l'option J)

23. Cette question porte sur la production et la détection de particules.

- (a) (i) La masse d'un quark top (t) est environ $173 \text{ GeV} c^{-2}$. Des paires de quarks top $t\bar{t}$ furent tout d'abord produites dans des collisions protons–antiprotons ($p\bar{p}$) dans un synchrotron. Calculez l'énergie cinétique totale minimum de la paire $p\bar{p}$ nécessaire pour produire une paire $t\bar{t}$. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Des paires de $t\bar{t}$ peuvent aussi être produites lorsque des antiprotons accélérés entrent en collision avec des protons immobiles. Calculez l'énergie totale nécessaire des antiprotons accélérés de façon à produire une paire de $t\bar{t}$. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Exprimez **un** avantage et **un** désavantage des collisions $p\bar{p}$ dans un synchrotron par rapport aux collisions d'antiprotons avec des protons immobiles dans un accélérateur linéaire. [2]

Avantage :

.....

.....

Désavantage :

.....

.....

(L'option J continue sur la page suivante)



(Option J, suite de la question 23)

- (b) On utilise des chambres à fils pour détecter des trajectoires de particules dans des collisions. Résumez le fonctionnement d'une chambre à fils. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option J continue sur la page suivante)



(Suite de l'option J)

24. Cette question porte sur la diffusion profondément inélastique.

- (a) Exprimez ce qu'on entend par des expériences de diffusion profondément inélastique. [1]

.....

.....

- (b) Suggérez comment des expériences de diffusion profondément inélastique ont fourni des preuves pour l'existence

- (i) des gluons. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) de la couleur. [2]

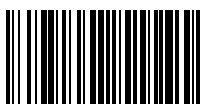
.....

.....

.....

.....

(L'option J continue sur la page suivante)



(Suite de l'option J)

25. Cette question porte sur la cosmologie.

- (a) Déterminez la température en dessous de laquelle la production de paires d'électrons-positrons à partir du vide est devenue impossible. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Suggérez, en référence à votre réponse à la question (a), pourquoi l'univers d'aujourd'hui contient principalement de la matière alors que l'univers très primitif contenait des nombres presque égaux de particules et d'antiparticules. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option J



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



48EP48