

NOM :

PRENOM :

NUMERO PARCOURSUP :



EPREUVE DE PHYSIQUE

DUREE : 1h30

Coefficient 5

CONSIGNES SPECIFIQUES

Lisez attentivement les consignes afin de vous placer dans les meilleures conditions de réussite de cette épreuve.

Cette épreuve comporte volontairement plus d'exercices que vous ne pouvez en traiter dans le temps imparti.

La raison en est que votre enseignant n'a pas forcément traité l'ensemble du programme de Terminale S.

Vous devez répondre à 45 questions au choix parmi les 60 proposées pour obtenir la note maximale.

Si vous traitez plus de 45 questions, seules les 45 premières seront prises en compte.

Aucun brouillon n'est distribué. Les pages blanches de ce sujet peuvent être utilisées à l'usage de brouillon.

L'usage de la calculatrice ou de tout autre appareil électronique est interdit.

Aucun document autre que ce sujet et sa grille réponse n'est autorisé.

Attention, il ne s'agit pas d'un examen mais bien d'un concours qui aboutit à un classement.

Si vous trouvez ce sujet « difficile », ne vous arrêtez pas en cours de composition, n'abandonnez pas, restez concentré(e). Les autres candidats rencontrent probablement les mêmes difficultés que vous !

Barème :

Une seule réponse exacte par question. Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, **chaque réponse exacte est gratifiée de 3 points**, tandis que **chaque réponse fautive est pénalisée par le retrait d'1 point.**

CONCOURS AVENIR – 8 MAI 2018

Thomas Pesquet, né le 27 février 1978, est un astronaute français de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Il est le dixième français à partir dans l'espace en décollant le 17 novembre 2016 à bord de Soyouz MS-03 dont l'équipage occupe la Station Spatiale Internationale de novembre 2016 à juin 2017. Durant cette mission, Thomas Pesquet a mené une centaine d'expériences dont la moitié développée par l'Agence Spatiale Européenne ou le CNES, l'autre moitié par la NASA. Il effectue plusieurs sorties extravéhiculaires de six heures pour des missions de maintenance de la Station Spatiale Internationale (source : Wikipédia).

Les quatre parties de ce concours sont en relation avec sa mission.

EXERCICE 1 : Le décollage et la station ISS

Thomas Pesquet décolle le 17 novembre 2016 à 20 h 20 TUC à bord d'un vaisseau Soyouz. Le Soyouz MS-03 est placé en orbite par une fusée Soyouz tirée depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan.

On étudiera dans un premier temps la phase de décollage de la fusée, ensuite son mouvement une fois les réacteurs éteints et enfin le mouvement de la station spatiale sur son orbite autour de la Terre.

La photographie suivante représente la fusée sur le tir de lancement.

Donnée : intensité de pesanteur $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



On étudie le décollage de la fusée par rapport au référentiel terrestre. Durant son décollage, grâce à ses moteurs qui éjectent des gaz, la fusée acquiert une accélération qui lui permet de décoller.

On désignera par m_f la masse de la fusée, m_g la masse des gaz éjectés, \vec{V}_f la vitesse de la fusée et \vec{V}_g la vitesse des gaz. Le système (fusée+gaz) sera considéré comme pseudo-isolé.

1) Afin de pouvoir décoller et quitter le sol terrestre, la fusée doit acquérir une accélération de norme :

- A) nulle
- B) inférieure à g
- C) égale à g
- D) supérieure à g

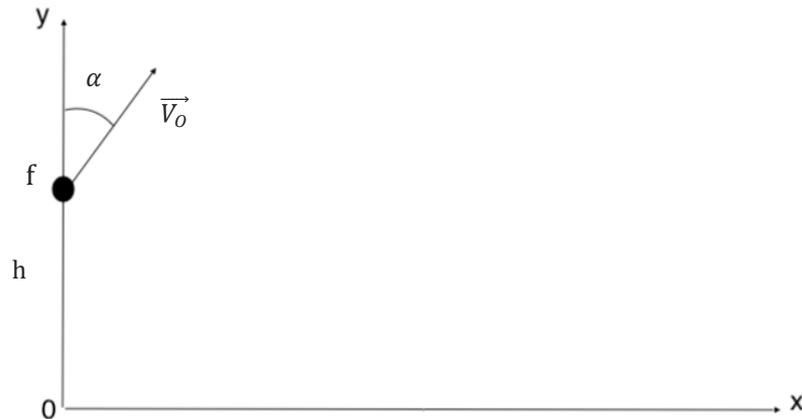
2) Au moment du décollage, la quantité de mouvement du système (fusée+gaz), \vec{p} est :

- A) $\vec{p} = \vec{0}$
- B) $\vec{p} = m_f \cdot \vec{V}_f(t)$
- C) $\vec{p} = m_g \cdot \vec{V}_g(t)$
- D) $\vec{p} = m_f \cdot \vec{V}_f(t) - m_g \cdot \vec{V}_g(t)$

3) Au cours du décollage, la quantité de mouvement du système (fusée+gaz) :

- A) diminue
- B) reste constante
- C) augmente
- D) est nulle

Lorsque les réacteurs s'éteignent, la fusée se situe à une altitude h du sol terrestre et a une vitesse \vec{V}_0 de coordonnées (V_{0x}, V_{0y}) dans le repère (Oxy) . Durant cette phase, la fusée n'est soumise qu'à son poids. Les frottements avec l'air seront négligés. La fusée sera assimilée à un corps ponctuel noté f .



4) Les coordonnées de la vitesse initiale \vec{V}_0 dans le repère (Oxy) sont :

- A) $(V_0 ; 0)$
- B) $(0 ; V_0)$
- C) $(V_0 \cdot \sin\alpha ; V_0 \cdot \cos\alpha)$
- D) $(V_0 \cdot \cos\alpha ; V_0 \cdot \sin\alpha)$

5) Pour déterminer l'accélération, on utilisera ici :

- A) la 1^{ère} loi de Newton
- B) la 2^{ème} loi de Newton
- C) la 2^{ème} loi de Kepler
- D) la 3^{ème} loi de Kepler

6) L'accélération de la fusée pendant cette phase a pour expression :

- A) $\vec{a} = \vec{g}$
- B) $\vec{a} = -\vec{g}$
- C) $\vec{a} = \vec{P}$
- D) $\vec{a} = -\vec{P}$

7) Pour obtenir l'expression des coordonnées de la fusée en fonction du temps, il faut :

- A) dériver l'accélération
- B) dériver la dérivée de l'accélération
- C) obtenir la primitive de l'accélération
- D) obtenir la primitive de la primitive de l'accélération

8) Les coordonnées de la vitesse \vec{V} de la fusée en fonction du temps sont :

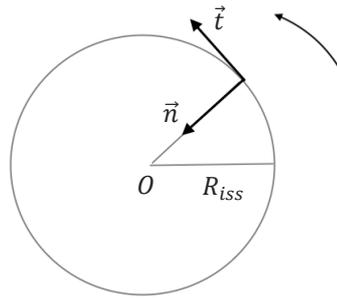
- A) $V_x(t) = V_0 \cdot \sin\alpha ; V_y(t) = -gt + V_0 \cdot \cos\alpha$
- B) $V_x(t) = V_0 \cdot \sin\alpha ; V_y(t) = gt + V_0 \cdot \cos\alpha$
- C) $V_x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha ; V_y(t) = -gt + V_0 \cdot \sin\alpha$
- D) $V_x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha ; V_y(t) = -gt - V_0 \cdot \sin\alpha$

9) Les coordonnées de la position \vec{OM} de la fusée en fonction du temps sont :

- A) $x(t) = V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t ; y(t) = \frac{1}{2} gt^2 + V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t + h$
- B) $x(t) = V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t ; y(t) = -\frac{1}{2} gt^2 + V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t + h$
- C) $x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t ; y(t) = -\frac{1}{2} gt^2 + V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t + h$
- D) $x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t ; y(t) = \frac{1}{2} gt^2 + V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t + h$

CONCOURS AVENIR – 8 MAI 2018

Soyouz MS-03 est maintenant arrimée à la Station Spatiale Internationale ISS dont nous allons étudier ici quelques paramètres. On supposera que la Station Spatiale Internationale ne subit que l'attraction gravitationnelle de la Terre.



Données : Expression de l'accélération de la station dans la base de Frenet : $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{R_{ISS}} \vec{n}$

\vec{a} : accélération de la Station Spatiale Internationale

v : norme de la vitesse de la Station Spatiale Internationale

R_{ISS} : distance entre la Station Spatiale Internationale et la Terre

\vec{n} et \vec{t} : vecteurs unitaires de la base de Frenet

10) Pour étudier la trajectoire de la Station Spatiale Internationale ISS (masse M_S) autour de la Terre (masse M_T), il faut se placer dans le référentiel :

- A) héliocentrique
- B) géocentrique
- C) terrestre
- D) de Kepler

11) Une des lois de Kepler permet de relier la période d'un Astre sur son orbite au rayon de celle-ci. Il s'agit :

- A) de la 1^{ère} loi de Kepler
- B) de la 2^{ème} loi de Kepler
- C) de la loi des aires
- D) de la 3^{ème} loi de Kepler

12) La période T_{ISS} de révolution de la Station Spatiale Internationale en fonction de rayon R_{ISS} est :

- A) $\frac{R_{ISS}^3}{T_{ISS}^2} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$
- B) $\frac{R_{ISS}^2}{T_{ISS}^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$
- C) $\frac{T_{ISS}^3}{R_{ISS}^2} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$
- D) $\frac{T_{ISS}^2}{R_{ISS}^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$

13) En doublant la distance entre la Station Spatiale Internationale et la Terre, la période de révolution de la station sera :

- A) multipliée par 2
- B) multipliée par $\sqrt{8}$
- C) multipliée par 4
- D) multipliée par 8

14) L'expression de la force subie par la Station Spatiale Internationale est :

- A) $\vec{F} = -\frac{GM_T M_S}{R_{ISS}} \vec{n}$
- B) $\vec{F} = -\frac{GM_T M_S}{R_{ISS}^2} \vec{n}$
- C) $\vec{F} = \frac{GM_T M_S}{R_{ISS}} \vec{n}$
- D) $\vec{F} = \frac{GM_T M_S}{R_{ISS}^2} \vec{n}$

15) L'accélération de la station est :

- A) centripète
- B) centrifuge
- C) tangente à la trajectoire
- D) nulle

16) En utilisant la 2^{ème} loi de Newton et l'expression de l'accélération de la station dans la base de Frenet, on obtient l'expression suivante de la norme de la vitesse de la Station autour de la Terre :

- A) $v = \frac{GM_T}{R_{iss}}$
- B) $v = \frac{GM_T}{R_{iss}^2}$
- C) $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}}}$
- D) $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}^2}}$

17) La période de révolution de la Station sur son orbite est :

- A) $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{R_{iss}}{GM_T}}$
- B) $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{R_{iss}^3}{GM_T}}$
- C) $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}}}$
- D) $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}^3}}$

18) L'énergie mécanique de la Station Spatiale Internationale au cours du temps :

- A) diminue
- B) augmente
- C) reste constante
- D) est nulle

EXERCICE 2 : Communication avec la Terre

Afin de communiquer avec la Terre, Thomas Pesquet utilise des outils à sa disposition pour transmettre et garder des informations.

Toutes les données de la mission seront stockées sur des disques optiques d'indice de réfraction n . La surface de stockage d'un disque est comprise entre un cercle de rayon $R_{int} = 2 \text{ cm}$ et un cercle de rayon $R_{ext} = 7 \text{ cm}$. La piste, gravée sur la surface de stockage, est une spirale dont le pas est de $0,5 \mu\text{m}$.

Lors de la lecture du disque, une diode laser de longueur d'onde dans le vide égale à 600 nm parcourt la piste. La vitesse moyenne de lecture de la piste est de $4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Données : On note c la célérité des ondes électromagnétiques dans le vide

Indice du disque optique de stockage $n = 1,5$

Constante de Planck $h \cong 6.10^{-34} \text{ SI}$

Vitesse v d'une onde électromagnétique dans un milieu d'indice n : $v = \frac{c}{n}$

$1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$

19) Pour qu'un signal analogique de période T soit correctement numérisé, il doit être échantillonné avec une période d'échantillonnage T_e telle que :

- A) $T_e \ll \frac{T}{2}$
- B) $T_e \ll T$
- C) $T_e \gg T$
- D) $T_e \gg \frac{T}{2}$

- 20) La qualité de la numérisation dépend de la quantification qui est liée au nombre de bits utilisés. Avec 4 bits, la résolution est :
- A) $R = 4$
 - B) $R = 8$
 - C) $R = 16$
 - D) $R = 32$
- 21) Une image a une définition en pixels de 2000×4000 et un codage en RVB. La taille d'une image est de :
- A) 8 Mo
 - B) 24 Mo
 - C) 64 Mo
 - D) 4,1 Go
- 22) Si le débit de la connexion entre la station et la Terre est de $10 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$, la durée de transmission d'une image est de :
- A) 2,4 s
 - B) 6,4 s
 - C) 12,6 s
 - D) 19,2 s
- 23) La fréquence de la radiation utilisée pour la lecture des informations sur le disque est :
- A) $f = 1.10^{14} \text{ Hz}$
 - B) $f = 3.10^{14} \text{ Hz}$
 - C) $f = 5.10^{14} \text{ Hz}$
 - D) $f = 6.10^{14} \text{ Hz}$
- 24) La célérité de la radiation dans le disque optique est :
- A) $v = 1,0.10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 - B) $v = 1,5.10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 - C) $v = 2,0.10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 - D) $v = 3,0.10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- 25) La longueur d'onde de la radiation lors de sa propagation dans le disque optique est :
- A) $\lambda = 400 \text{ nm}$
 - B) $\lambda = 500 \text{ nm}$
 - C) $\lambda = 600 \text{ nm}$
 - D) $\lambda = 700 \text{ nm}$
- 26) La lecture du disque optique repose sur le phénomène :
- A) d'absorption
 - B) d'émission
 - C) de diffraction
 - D) d'interférences
- 27) La surface de stockage de l'information sur le disque optique est d'environ :
- A) $S \cong 1,1.10^{-3} \text{ m}^2$
 - B) $S \cong 1,4.10^{-2} \text{ m}^2$
 - C) $S \cong 1,7.10^{-2} \text{ m}^2$
 - D) $S \cong 2,0.10^{-2} \text{ m}^2$
- 28) La longueur de la piste de lecture sur le disque est d'environ :
- A) $l = 7 \text{ km}$
 - B) $l = 10 \text{ km}$
 - C) $l = 28 \text{ km}$
 - D) $l = 40 \text{ km}$
- 29) Les informations sur le disque optique sont lues par le lecteur en à peu près :
- A) 1 s
 - B) 2,5 s
 - C) 7 s
 - D) 20 s

30) Dans le vide, la valeur de la quantité de mouvement des photons utilisés est :

- A) $p = 36.10^{-41} \text{ kg.m.s}^{-1}$
- B) $p = 1,0.10^{-36} \text{ kg.m.s}^{-1}$
- C) $p = 36.10^{-32} \text{ kg.m.s}^{-1}$
- D) $p = 1,0.10^{-27} \text{ kg.m.s}^{-1}$

31) L'unité de la constante de Planck dans le système international est :

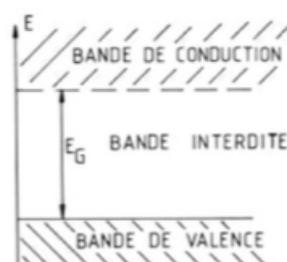
- A) kg.s.m^{-2}
- B) kg.s^{-1}
- C) $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-1}$
- D) kg.m.s^{-1}

32) La lumière émise par le laser transporte une énergie E de l'ordre de :

- A) 1.10^{-36} J
- B) 36.10^{-32} J
- C) 3.10^{-19} J
- D) 36.10^{-19} J

33) Une diode laser est composée en partie d'un semi-conducteur contenant des électrons qui peuvent s'exciter ou se désexciter. Les photons émis par la diode laser proviennent du passage des électrons d'une bande de conduction vers une bande de valence. L'énergie E_G séparant ces deux bandes est de :

- A) 1 eV
- B) 2 eV
- C) 3 eV
- D) 4 eV



Source : https://www.unine.ch/files/live/sites/physique/files/TP/Expériences_avec_FM/Exp04%20-%20Semi-conducteurs.pdf

34) Dans l'univers, certaines particules se déplacent en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre considéré comme galiléen avec une vitesse v proche de celle de la lumière. On peut, dans ces conditions, observer que le temps s'écoule :

- A) plus lentement dans le référentiel propre des particules que dans le référentiel terrestre
- B) plus lentement dans le référentiel terrestre que dans le référentiel propre des particules
- C) de la même manière dans le référentiel propre des particules et dans le référentiel terrestre
- D) de la même manière dans tout référentiel.

35) La formule de Lorentz ($\Delta t_1 = \gamma \Delta t_2$) relie les durées mesurées entre deux évènements dans les deux référentiels, terrestre et propre. Pour un facteur de Lorentz $\gamma = 2$, la vitesse v du système par rapport au référentiel terrestre est :

- A) $v \cong c$
- B) $v = \frac{3}{4} c$
- C) $v = \sqrt{\frac{3}{4}} c$
- D) $v = \frac{1}{2} c$

EXERCICE 3 : Expérience sur l'eau

Dans cette partie, on s'intéresse aux échanges de chaleur entre un récipient en métal et une masse de 1L d'eau à pression atmosphérique. Le récipient contient une résistance électrique qui permet de faire passer l'eau d'une température de 20°C à une température de 60°C en 1 minute et 20 secondes. La résistance électrique est alimentée par un courant de 10 A et une tension de 200 V. On considèrera que la chaleur apportée par la résistance lors du chauffage de l'eau ne sert qu'à élever la température de l'eau.

La pression lors des expériences est celle de la pression atmosphérique.

Données : Capacité calorifique massique de l'eau : $C_p = 4 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ g/L}$

La puissance électrique absorbée par une résistance est entièrement transformée en chaleur.

36) Les échanges énergétiques entre le récipient et l'eau se font majoritairement par :

- A) conduction
- B) convection
- C) radiation
- D) rayonnement

37) La variation d'énergie interne reçue par l'eau lors du transfert thermique est :

- A) $\Delta U = 60 J$
- B) $\Delta U = 160 J$
- C) $\Delta U = 60 kJ$
- D) $\Delta U = 160 kJ$

38) Le flux thermique ϕ est alors :

- A) $\phi = 2 kW$
- B) $\phi = 60 kW$
- C) $\phi = 80 kW$
- D) $\phi = 160 kW$

39) La puissance électrique fournie par la résistance électrique est :

- A) $P = 200 W$
- B) $P = 400 W$
- C) $P = 2000 W$
- D) $P = 4000 W$

40) On définit la résistance thermique du récipient en fonction du flux et de la différence de température. Son unité est :

- A) En $K \cdot W$
- B) En $K \cdot J$
- C) En $K \cdot W^{-1}$
- D) En $K \cdot J^{-1}$

41) La résistance thermique est alors ici en SI (unité du système international) :

- A) $R_{th} = 0,02 SI$
- B) $R_{th} = 0,05 SI$
- C) $R_{th} = 50 SI$
- D) $R_{th} = 80\,000 SI$

42) La Résistance thermique dépend de la conductivité thermique du matériau utilisée ($\lambda = 1 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$), de son épaisseur $e=0,3 mm$ et de sa surface S par la relation $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$. La valeur de la surface est donc :

- A) $S = 0,006 m^2$
- B) $S = 0,01 m^2$
- C) $S = 0,015 m^2$
- D) $S = 0,03 m^2$

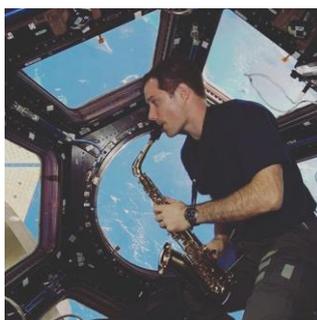
43) La température de l'eau est ensuite maintenue à 60°C grâce au fonctionnement de la résistance pendant plus d'une heure. On peut donc dire :

- A) que le système {eau+résistance} est un système isolé
- B) qu'il y a des échanges d'énergies entre le système {eau+résistance} et l'extérieur
- C) qu'il n'y a pas d'échange d'énergie entre le système {eau+résistance} et l'extérieur
- D) que l'eau change d'état

44) Au cours d'une autre expérience à pression atmosphérique, la température de l'eau passe progressivement de -10 °C à 110°C. Les changements d'état sont :

- A) sublimation et vaporisation
- B) fusion et vaporisation
- C) sublimation et liquéfaction
- D) fusion et liquéfaction

EXERCICE 4 : Expérience sur le son et la lumière



Moment de saxophone au-dessus de la Terre par Thomas Pesquet. On s'intéressera dans cette partie au son du La3 joué au saxophone et à la lumière traversant le hublot de la cabine spatiale.

Donnée : $\text{Log}(2) \cong 0,3$

45) Le son joué par le saxophone est une onde :

- A) électromagnétique transversale
- B) électromagnétique longitudinale
- C) mécanique longitudinale
- D) stationnaire

46) En comparant ce son à celui d'un diapason émettant un La3, on observe sur le spectre fréquentiel de chacun :

- A) les mêmes fréquences harmoniques
- B) les mêmes fréquences fondamentales
- C) les mêmes fréquences harmoniques et les mêmes fréquences fondamentales
- D) des fréquences harmoniques identiques mais des fréquences fondamentales différentes

47) Sur l'analyse spectrale du son du La3 du saxophone, on trouve plusieurs pics :

- A) d'intensité croissante
- B) d'intensité constante
- C) placés aléatoirement
- D) dont la fréquence de chaque pic est un multiple entier de la fréquence fondamentale

48) L'intensité du son s'exprime en :

- A) $W \cdot m^{-2}$
- B) $W \cdot m^{-1}$
- C) $W \cdot m^1$
- D) $W \cdot m^2$

49) Si deux saxophones jouaient de façon identique en même temps, le niveau sonore en un point équidistant des deux instruments serait par rapport au niveau sonore créé par un seul saxophone :

- A) le même
- B) augmenté de +3 dB
- C) augmenté de +10 dB
- D) doublé

50) La vitesse du son dans le vide est :

- A) la même vitesse que celle dans l'air
- B) une vitesse plus grande que celle dans l'air
- C) une vitesse plus faible que celle dans l'air
- D) nulle

On s'intéresse maintenant aux rayonnements électromagnétiques appartenant au domaine du visible (λ) provenant du soleil et traversant le hublot de la cabine spatiale. On note D la distance entre le hublot et l'œil de Thomas Pesquet.

51) Thomas Pesquet peut observer une décomposition de la lumière issue du soleil (ou irisation) par diffraction lors du passage de la lumière à travers le hublot contenant une rayure de largeur, noté a , si :

- A) $a \cong \lambda$
- B) $a \ll \lambda$
- C) $a \gg \lambda$
- D) $a/\lambda \gg 1$

52) La largeur L de la tâche centrale de diffraction, résultant du passage d'une onde de longueur d'onde λ à travers la rayure du hublot, s'exprime en fonction de λ , a et D par :

- A) $L = \frac{D\lambda}{2a}$
- B) $L = \frac{2D}{\lambda a}$
- C) $L = \frac{2D\lambda}{a}$
- D) $L = \frac{2\lambda}{Da}$

53) Dans le cas de deux rayures sur le hublot séparées d'une distance b , une figure d'interférences peut être observée. L'interfrange i associée à la figure d'interférences d'une radiation de longueur d'onde λ s'exprime :

- A) $i = \frac{\lambda b}{D}$
- B) $i = \frac{\lambda D}{b}$
- C) $i = \frac{bD}{\lambda}$
- D) $i = \frac{\lambda b}{2D}$

54) Dans le cas d'interférences destructives, la différence de marche δ entre les ondes provenant des deux rayures qui interfèrent est :

- A) nulle
- B) $\delta = n \cdot \lambda$ avec n entier
- C) $\delta = (n + 1) \cdot \lambda$ avec n entier
- D) $\delta = (n + \frac{1}{2}) \cdot \lambda$ avec n entier

55) L'énergie E associée à un rayon électromagnétique de longueur d'onde λ dans le vide est :

- A) $E = \frac{h\lambda}{c}$
- B) $E = \frac{c\lambda}{h}$
- C) $E = \frac{hc}{\lambda}$
- D) $E = \frac{\lambda}{hc}$

56) La quantité de mouvement associée à un photon de longueur d'onde λ dans le vide est :

- A) $p = \frac{m}{c}$
- B) $p = m \cdot c$
- C) $p = h \cdot \lambda$
- D) $p = \frac{h}{\lambda}$

57) Un laser est une source lumineuse. Son principe de fonctionnement repose sur :

- A) l'émission spontanée
- B) l'émission stimulée
- C) l'émission non radiative.
- D) l'absorption

58) Une des propriétés du rayonnement laser est d'être :

- A) monochromatique
- B) divergent
- C) variable en longueur d'onde
- D) aucune des réponses précédentes n'est correcte

La lumière issue d'une autre étoile que le soleil est observée par les instruments de la navette spatiale. Son spectre fait apparaître un décalage vers le rouge des raies observées par rapport aux raies spectrales des éléments connues.

59) Le décalage vers le rouge est dû à :

- A) l'effet De Broglie
- B) l'effet Thomson
- C) l'effet Doppler
- D) l'effet Compton

60) Le décalage vers le rouge indique que l'étoile :

- A) est plus chaude
- B) est plus froide
- C) s'approche de nous
- D) s'éloigne de nous

FIN