

NOM :

PRENOM :

NUMERO APB :



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 :

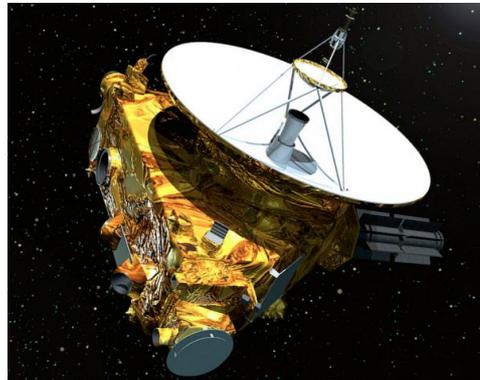
Une seule réponse exacte par question. Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, **chaque réponse exacte est gratifiée de 3 points**, tandis que **chaque réponse fautive est pénalisée par le retrait d'1 point.**

EXERCICE 1

Découverte par l'astronome américain Clyde Tombaugh en 1930, Pluton a été considérée comme la neuvième planète du Système Solaire. En 2006, l'Union Astronomique Internationale votait son déclassement en planète naine, en rapport à ses caractéristiques physiques et gravitationnelles. La même année, la sonde New Horizons est partie à sa rencontre avec une arrivée en orbite autour de Pluton prévue en juillet 2017. Elle permettra d'examiner de plus près cette ex-planète.

Données :

- Constante gravitationnelle $G \approx 7,0.10^{-11} SI$
- Célérité de la lumière $c = 3,0.10^8 m. s^{-1}$
- Distance Terre-Sonde $d_{TS} = 6.10^9 km$
- Rayon de Pluton : $R_p = 1,0.10^3 km$
- Masse de Pluton $M_p = 1,0.10^{22} kg$
- g_p : champ gravitationnel de Pluton à sa surface
- le mouvement de la sonde sur son orbite autour de Pluton sera considéré circulaire uniforme dans le référentiel plutoncentrique considéré comme galiléen
- $\log(2) \approx 0,3$



- 1) **Le référentiel le plus adapté afin d'étudier la trajectoire de la sonde dans le système solaire avant son arrivée en orbite est :**
 - A) local (New Horizons)
 - B) terrestre
 - C) géocentrique
 - D) héliocentrique

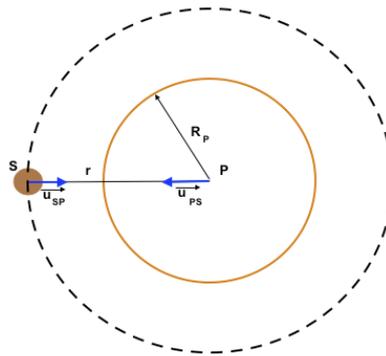
- 2) **Lors de son voyage Terre-Pluton, le système sonde + gaz de propulsion, pourra être considéré mécaniquement comme :**
 - A) isolé
 - B) pseudo-isolé
 - C) ouvert
 - D) aucune réponse correcte

- 3) **Connaissant la masse du Soleil M_S et la distance Soleil-Pluton a , quelle loi permettra de déterminer la période de révolution de Pluton sur son orbite autour du Soleil ?**
 - A) la 1^{ère} loi de Kepler
 - B) la 2^{nde} loi de Kepler
 - C) la 3^{ème} loi de Kepler
 - D) la 2^{nde} loi de Newton

4) En fonction de la masse du Soleil M_S et de la distance Soleil-Pluton a , la période de révolution de Pluton autour du Soleil est alors :

- A) $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 a^3}{GM_S}}$
 B) $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 GM_S}{a^3}}$
 C) $T = \frac{4\pi^2 GM_S}{a^3}$
 D) $T = \frac{4\pi^2 a^3}{GM_S}$

La trajectoire de la sonde notée S et de masse m_s , dans le référentiel plutoncentrique ainsi que les grandeurs qui la caractérisent sont représentées sur la figure ci-dessous :



5) Arrivée dans le champ gravitationnel de Pluton, la sonde sera en orbite avec une accélération :

- A) nulle
 B) constante
 C) centripète
 D) centrifuge

6) La sonde en orbite sera soumise à une force :

- A) $\vec{P} = m_s \cdot \vec{g}_P$
 B) $\vec{F} = G \cdot \frac{m_s M_P}{r} \vec{u}_{SP}$
 C) $\vec{F} = G \cdot \frac{m_s M_P}{r^2} \vec{u}_{SP}$
 D) $\vec{F} = G \cdot \frac{m_s M_P}{r^2} \vec{u}_{PS}$

7) A l'aide de la 2nde loi de Newton et de l'expression de l'accélération pour un mouvement circulaire uniforme, l'expression de la vitesse de rotation de la sonde autour de Pluton est :

- A) $\|\vec{v}\| = G \cdot \frac{M_P}{r}$
 B) $\|\vec{v}\| = G \cdot \frac{m_s}{r}$
 C) $\|\vec{v}\| = \sqrt{G \cdot \frac{M_P}{r}}$
 D) $\|\vec{v}\| = \sqrt{G \cdot \frac{m_s}{r}}$

8) Avec un rayon R_P et une masse M_P , la valeur du champ gravitationnel de Pluton à sa surface est :

- A) $g_P = 7.10^{-1} m \cdot s^{-2}$
 B) $g_P = 7.10^5 m \cdot s^{-2}$
 C) $g_P = 7.10^{-1} kg \cdot m \cdot s^{-2}$
 D) $g_P = 7.10^5 kg \cdot m \cdot s^{-2}$

Afin de communiquer avec la Terre, la sonde envoie des ondes électromagnétiques de fréquence $f = 20 \text{ GHz}$.

9) Le domaine des ondes envoyées est :

- A) ultra-violet
- B) visible
- C) infrarouge
- D) radio

10) Sachant que l'antenne émettrice de la sonde doit être de la même taille que la longueur d'onde utilisée, elle mesure alors :

- A) 1,5 cm
- B) 15 cm
- C) 1,5 m
- D) 15 m

11) Déterminer la durée entre l'émission des ondes électromagnétiques par la sonde et leur réception par la Terre :

- A) $\Delta t = 2 \cdot 10^1 \text{ s}$
- B) $\Delta t = 4 \cdot 10^1 \text{ s}$
- C) $\Delta t = 2 \cdot 10^4 \text{ s}$
- D) $\Delta t = 4 \cdot 10^4 \text{ s}$

L'onde électromagnétique reçue sur Terre est convertie en onde sonore.

12) L'onde sonore est une onde :

- A) longitudinale dont la vitesse ne dépend pas du milieu de propagation
- B) longitudinale dont la vitesse dépend du milieu de propagation
- C) transversale dont la vitesse ne dépend pas du milieu de propagation
- D) transversale dont la vitesse dépend du milieu de propagation

13) A l'aide d'un sonomètre, l'intensité sonore I est mesurée. Elle s'exprime en :

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

14) L'intensité sonore I perçue par un récepteur est :

- A) proportionnelle à la distance d de l'émetteur
- B) proportionnelle au carré de la distance d de l'émetteur
- C) inversement proportionnelle à la distance d de l'émetteur
- D) inversement proportionnelle au carré de la distance d de l'émetteur

15) Avec deux émetteurs sonores de même niveau sonore ($L = 60 \text{ dB}$ à une distance D), le niveau sonore de l'ensemble à la distance D sera de :

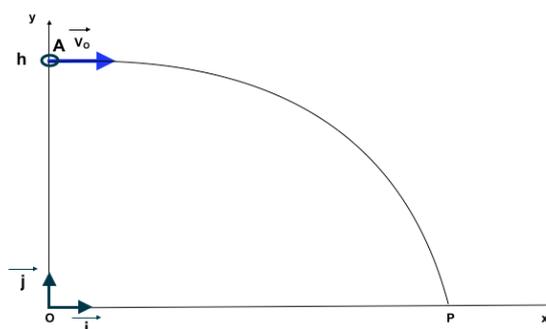
- A) $L' = 60 \text{ dB}$
- B) $L' = 63 \text{ dB}$
- C) $L' = 90 \text{ dB}$
- D) $L' = 120 \text{ dB}$

EXERCICE 2

La sonde, afin de faire des prélèvements et des analyses du sol de Pluton, envoie un petit engin A en chute libre sur le sol. Sa trajectoire, par rapport à la surface de Pluton, est représentée sur la figure suivante. Le repère choisi est (O, \vec{i}, \vec{j}) avec (O, \vec{i}) l'axe horizontal, (O, \vec{j}) l'axe vertical et O un point du sol de Pluton.

Données :

- constante de Planck : $h \approx 6.10^{-34} SI$
- masse de l'engin $m = 50 kg$
- $h = 400 km$
- vitesse initiale de largage $V_0 = 10 m.s^{-1}$



16) Dans un référentiel galiléen, si la somme des forces appliquées à un point matériel est nulle, alors :

- A) le mouvement est circulaire
- B) le mouvement est rectiligne
- C) le mouvement est rectiligne et uniforme
- D) le mouvement est circulaire et uniforme

17) La valeur de l'accélération \vec{a} du petit engin A lors de sa chute sur Pluton est :

- A) de même sens que le champ de pesanteur de Pluton et de norme positive
- B) de même sens que le champ de pesanteur de Pluton et de norme négative
- C) de sens opposé au champ de pesanteur de Pluton et de norme positive
- D) de sens opposé au champ de pesanteur de Pluton et de norme négative

18) Les composantes de la vitesse évoluent comme suit :

- A) la composante horizontale est constante et la verticale augmente
- B) la composante horizontale est constante et la verticale diminue
- C) la composante verticale reste constante et l'horizontale augmente
- D) la composante verticale reste constante et l'horizontale diminue

19) L'expression du vecteur vitesse \vec{v} s'obtient en utilisant :

- A) la dérivée de \vec{a}
- B) la primitive de \vec{a}
- C) la primitive de \overrightarrow{OM}
- D) la dérivée de \vec{p}

20) L'équation paramétrique de la trajectoire est :

- A) $x(t) = 0 ; y(t) = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t + h$
- B) $x(t) = 0 ; y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t + h$
- C) $x(t) = V_0t ; y(t) = \frac{1}{2}gt^2 + h$
- D) $x(t) = V_0t ; y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h$

21) L'abscisse de la portée P de la trajectoire qui correspond au point d'impact sur le sol vaut :

- A) $x_P = 2h \frac{V_0}{g}$
- B) $x_P = 2h \frac{V_0^2}{g}$
- C) $x_P = \sqrt{2h \frac{V_0}{g}}$
- D) $x_P = \sqrt{2h \frac{V_0^2}{g}}$

22) La durée t_P de la chute de l'engin sur le sol a pour expression :

- A) $t_P = 2hg$
- B) $t_P = \sqrt{2hg}$
- C) $t_P = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
- D) $t_P = \frac{2h}{g}$

23) Si la vitesse initiale \vec{V}_0 était inclinée d'un angle $\alpha = +45^\circ$ positif par rapport à l'horizontal, la portée P serait :

- A) plus petite
- B) plus grande
- C) identique
- D) l'angle α n'a aucune incidence sur la portée

24) Au cours de la trajectoire, le travail du poids est :

- A) résistant et vaut mgh
- B) résistant et vaut $-mgh$
- C) moteur et vaut mgh
- D) moteur et vaut $-mgh$

25) Au cours du mouvement :

- A) l'énergie mécanique se conserve et l'énergie cinétique diminue
- B) l'énergie mécanique se conserve et l'énergie cinétique augmente
- C) l'énergie cinétique se conserve et l'énergie mécanique diminue
- D) l'énergie cinétique se conserve et l'énergie mécanique augmente

26) Si l'on prend en compte une force de frottement symbolisant l'interaction de la sonde avec l'atmosphère de Pluton :

- A) l'énergie mécanique se conserve mais la portée est plus petite
- B) l'énergie mécanique se conserve mais la portée est plus grande
- C) l'énergie mécanique augmente
- D) l'énergie mécanique diminue

La sonde, arrivée au sol, va pouvoir effectuer des tests et prélèvements en utilisant un laser de longueur d'onde $\lambda = 600 \text{ nm}$. Une expérience de diffraction avec une poussière de largeur a est réalisée afin d'en déterminer la taille.

27) La période de l'onde laser est :

- A) $T = 2.10^{-15} \text{ s}$
- B) $T = 2.10^{-12} \text{ s}$
- C) $T = 180 \text{ s}$
- D) $T = 5.10^{14} \text{ s}$

28) La figure de diffraction obtenue avec une poussière filaire de largeur a est :

- A) circulaire avec une tache centrale sombre
- B) circulaire avec une tache centrale claire
- C) rectiligne avec une direction d'étalement parallèle à l'axe de la poussière filaire
- D) rectiligne avec une direction d'étalement perpendiculaire à l'axe de la poussière filaire

29) La figure de diffraction obtenue est composée d'une tache centrale de longueur L , distante d'une longueur D de la poussière de largeur a . Ces paramètres vérifient la relation :

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

30) Une poussière de même largeur a se place à côté de la première et une nouvelle figure est observée à l'aide du laser. Il s'agit d'une figure :

- A) d'absorption
- B) d'émission
- C) d'interférences
- D) de dispersion

31) La constante de Planck h a pour unité dans le système international :

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

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

- A) $1,2 \cdot 10^{-48} J$
- B) $1,2 \cdot 10^{-45} J$
- C) $3 \cdot 10^{-19} J$
- D) $3 \cdot 10^{-22} J$

33) La Lumière émise par le laser est constituée de photons. La quantité de mouvement p de chacun est de l'ordre :

- A) $3,6 \cdot 10^{-34} kg \cdot m \cdot s^{-1}$
- B) $1,0 \cdot 10^{-27} kg \cdot m \cdot s^{-1}$
- C) $1,0 \cdot 10^{27} kg \cdot m \cdot s^{-1}$
- D) $3,0 \cdot 10^{-39} kg \cdot m \cdot s^{-1}$

34) L'émission laser est basée sur :

- A) un phénomène d'émission stimulée de photon
- B) un phénomène d'émission spontanée de photon
- C) un phénomène d'absorption spontanée de photon
- D) un phénomène d'absorption stimulée de photon

35) Parmi les propriétés de la lumière laser, il y a :

- A) la directivité
- B) la cohérence
- C) la monochromaticité
- D) toutes les propositions sont exactes

EXERCICE 3

L'engin au sol va faire quelques prélèvements mais l'appareillage est confronté à des températures extrêmement faibles.

36) La nature des échanges énergétiques entre l'engin et le milieu extérieur est liée :

- A) aux échanges d'énergie dus aux travaux des forces
- B) aux échanges d'énergie dus à des transferts thermiques
- C) aux échanges d'énergie cinétique
- D) aux échanges d'énergie dus aux travaux des forces et aux transferts thermiques

37) En supposant que la variation d'énergie ΔU de l'engin s'exprime comme celle d'un corps dans un état condensé, lorsque celui-ci est soumis à une variation de température négative, son énergie interne va :

- A) diminuer
- B) rester constante
- C) rester nulle
- D) augmenter

On observe un flux thermique de $2kW$ à travers une paroi de l'engin quand celle-ci est soumise à une différence de température de $+20 K$ entre ces deux faces. La paroi a une masse $m = 400 g$, une épaisseur $e = 10 cm$, une capacité thermique $C = 2 kJ \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$ et une résistance thermique noté R_{th} .

38) La variation d'énergie interne de la paroi lors du transfert thermique est :

- A) $U = 16 J$
- B) $U = 16 kJ$
- C) $U = 40 kJ$
- D) $U = 16 MJ$

39) Le flux thermique ϕ sur la paroi pendant la durée $\Delta t = 100s$ est alors :

- A) $\phi = 0,16 W$
- B) $\phi = 160 W$
- C) $\phi = 400 W$
- D) $\phi = 1,6 MW$

40) A travers la paroi de l'engin, le transfert thermique a lieu sous forme de :

- A) conduction
- B) convection
- C) rayonnement
- D) conduction, convection et rayonnement

41) L'unité de la résistance thermique est :

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

42) La résistance thermique R_{th} de la paroi de l'engin, exprimée en SI (Unité du Système International), est alors :

- A) 0,05
- B) 0,125
- C) 8
- D) 3200

- 43) La résistance thermique de la paroi est fonction de la conductivité thermique du matériau utilisé ($\lambda = 1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$), de son épaisseur e et de sa surface S . Elle est définie par la relation $R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$. La valeur de la surface S est donc :
- A) $0,8 \text{ m}^2$
 - B) $0,4 \text{ m}^2$
 - C) 40 m^2
 - D) 80 m^2

EXERCICE 4

La sonde New Horizons a détecté un son de fréquence $f = 40 \text{ kHz}$ et souhaite le numériser afin de le transmettre à la Terre. Pour cela, elle est équipée d'un convertisseur et d'un modulateur de signal dont la fréquence de la porteuse est $F = 100 \text{ MHz}$.

- 44) La fréquence de cette onde sonore appartient au domaine :
- A) infrasonore
 - B) audible
 - C) ultrasonore
 - D) radio
- 45) Le son est une onde :
- A) mécanique de compression
 - B) mécanique de dilatation
 - C) mécanique de compression et de dilatation
 - D) transversale
- 46) On réalise l'analyse spectrale du son reçu pour visualiser :
- A) la période
 - B) la fréquence
 - C) la longueur d'onde
 - D) l'intensité sonore
- 47) La représentation du son est une fonction périodique mais pas sinusoïdale. Le son est donc :
- A) pur
 - B) harmonique
 - C) fondamental
 - D) complexe
- 48) L'analyse montre plusieurs fréquences f_n reliées à f_1 (la fréquence la plus faible présente sur le spectre) par la relation :
- A) $f_n = (n + 1) \cdot f_1$
 - B) $f_n = n \cdot f_1$
 - C) $f_n = \frac{f_1}{n+1}$
 - D) $f_n = \frac{f_1}{n}$
- 49) La fréquence la plus faible est appelée :
- A) la fréquence pure
 - B) l'harmonique
 - C) la fondamentale
 - D) le timbre

Le signal sonore reçu par la sonde de fréquence f est ensuite numérisé puis celui-ci est modulé avec une onde porteuse de fréquence F pour être envoyé vers la Terre.

50) Pour transformer le signal analogique en signal numérique, il faut le discrétiser à l'aide d'une fréquence d'échantillonnage f_e . Afin d'obtenir un signal de qualité, f_e doit vérifier la relation :

- A) $f_e > 2f$
- B) $f_e = f$
- C) $f_e = \frac{f}{2}$
- D) $f_e = \frac{f}{4}$

51) Le signal est alors numérisé à l'aide de 4 bits. La résolution R (nombre de valeurs disponibles pour traduire l'amplitude du signal) vaut :

- A) 4
- B) 8
- C) 16
- D) 24

52) Lors de la transmission du signal, un octet est envoyé en 100s. Le débit binaire D est alors :

- A) $D = 1.10^{-2} \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$
- B) $D = 8.10^{-2} \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$
- C) $D = 100 \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$
- D) $D = 800 \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$

53) Le signal est transmis à un écran dont la définition en pixels est (200×200) et codée en RVB. Le stockage en mémoire de cette image est de :

- A) 5 ko
- B) 20 ko
- C) 40 ko
- D) 120 ko

54) Une image actuelle est souvent codée en RVB 24 bits soit 3 octets. Chaque pixel peut alors coder :

- A) 256 couleurs
- B) 3×256 couleurs
- C) 24×256 couleurs
- D) $256 \times 256 \times 256$ couleurs

55) Le stockage de l'information peut s'effectuer sur un CD, DVD ou Blu-ray. La capacité de stockage :

- A) augmente si la longueur d'onde augmente
- B) diminue si la longueur d'onde augmente
- C) augmente si les creux gravés sont plus larges
- D) augmente avec la vitesse de lecture

Le signal est ensuite transmis à la Terre sous forme d'onde électromagnétique à la fréquence F . La Terre réceptionne ce signal et détecte également quelques particules issues des appareils de mesure, des muons, se déplaçant à une vitesse $v = 0,9c$ où c représente la vitesse de la lumière dans le vide.

56) En relativité, on définit le référentiel propre. Ici, le référentiel propre est :

- A) Pluton
- B) la sonde
- C) le muon
- D) la Terre

57) La durée d'un évènement dans son référentiel propre est appelée durée propre (Δt) et dans un autre référentiel, on parle de durée mesurée ($\Delta t'$). La durée mesurée et la durée propre sont liées par la relation $\Delta t' = \gamma \Delta t$. Le coefficient de Lorentz γ s'écrit :

A) $\gamma = \frac{v^2}{c^2}$

B) $\gamma = 1 - \frac{v^2}{c^2}$

C) $\gamma = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

D) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

58) Avec une vitesse $v = 0,9c$, la durée de désintégration d'un muon dans le référentiel en mouvement est :

A) plus grande que la durée propre

B) nulle

C) plus petite que la durée propre

D) égale à la durée propre

59) Lors de la réception du signal sur Terre, un léger décalage en fréquence entre l'onde émise et l'onde reçue est observé. Cela est dû à :

A) l'effet Compton

B) l'effet Thomson

C) l'effet Doppler

D) l'effet De Broglie

60) On peut considérer la Terre comme étant fixe et la sonde en mouvement autour de Pluton. Le signal émis par la sonde et reçu par la Terre aura, par rapport au signal émis, une fréquence :

A) plus petite

B) identique

C) plus grande

D) plus petite ou plus grande selon la position sur la trajectoire circulaire autour de Pluton

FIN