NOM :……

PRENOM :……

NUMERO DE CANDIDAT :……..

EPREUVE DE PHYSIQUE

DUREE : 1h30mn
Coefficient 5

CONSIGNES SPECIFIQUES

Lisez soigneusement les consignes ci-dessous afin de réussir au mieux cette épreuve :

- Cette épreuve comporte volontairement plus d'exercices que vous ne pouvez en traiter dans le temps qui vous est imparti. La raison en est que votre professeur n'a pas encore forcément traité l'ensemble du programme de Terminale S.
- **Vous devez répondre à 45 questions parmi les 60 proposées (au choix) pour obtenir la note maximale.** Si vous traitez plus de 45 questions, seules les 45 premières seront prises en compte.
- Toutes les pages blanches situées au verso de ce sujet peuvent être utilisées à l'usage de brouillon si vous le souhaitez. Aucun brouillon ne vous sera distribué.
- L'usage de la calculatrice ou de tout autre appareil électronique est interdit.
- Aucun autre document 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 induit un classement. Même si vous trouvez ce sujet « difficile », ne vous arrêtez pas en cours de composition, n'abandonnez pas, restez concentré(e) et faites de votre mieux. Les autres candidats rencontrent probablement les mêmes difficultés que vous !

Barème :

Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, chaque bonne réponse est gratifiée de 3 points, tandis que les mauvaises réponses sont pénalisées par le retrait d'1 point.

Exercice 1

1) L'ordre de grandeur de la célérité du son à la température ambiante est :
A) 300 $km.h^{-1}$
B) 300 $m.s^{-1}$
C) 30 000 $km.s^{-1}$
D) 3×10^{8} $km.s^{-1}$

2) Par rapport au son, la lumière se propage :
A) 10^{2} fois plus vite
B) 10^{4} fois plus vite
C) 10^{6} fois plus vite
D) 10^{8} fois plus vite

3) Parmi les milieux matériels suivants, celui dans lequel la célérité du son est la plus grande est :
A) l'aluminium
B) l'eau
C) l'air à 0 °C
D) l'hélium

4) Le son émis par un haut-parleur est une onde :
A) mécanique, longitudinale, progressive
B) mécanique, transversale, stationnaire
C) électromagnétique, transversale, progressive
D) électromagnétique, longitudinale, stationnaire

5) La lumière qui nous vient du Soleil est une onde :
A) mécanique, longitudinale, progressive
B) mécanique, transversale, stationnaire
C) électromagnétique, transversale, progressive
D) électromagnétique, longitudinale, stationnaire

6) La célérité d'une onde mécanique qui parcourt une distance de 800 m en une durée $\Delta t = 4{,}0$ secondes est :
A) 50 $m.s^{-1}$
B) 200 $km.s^{-1}$
C) 720 $km.h^{-1}$
D) 3200 $m.s^{-1}$

7) Dans une course d'athlétisme, le coup de départ est donné par un starter (pistolet à blanc). Le coureur situé dans le couloir n°1 est à 6 m du starter et le coureur du couloir n°8 est à 11 m du starter. Le coup de feu parvient au coureur le plus éloigné, par rapport au coureur le plus proche, avec un retard d'environ :
A) 0,1 centième de seconde
B) 0,7 centième de seconde
C) 2 centièmes de seconde
D) 6 centièmes de seconde

8) Lorsqu'on actionne un interrupteur qui allume une lampe, le signal se propage non pas à la vitesse de déplacement des électrons mais à la vitesse d'une onde électromagnétique (proche de la valeur de la célérité de la lumière dans le vide).
Si la distance entre l'interrupteur et la lampe est égale à 6 mètres, la lampe s'allume au bout de :
A) 5×10^{-9} s
B) 2×10^{-8} s
C) 5×10^{-8} s
D) 2×10^{-7} s

9) Dans une piscine, un haut-parleur accroché au mur émet dans l'air une onde musicale de fréquence f_0 = 338 Hz.
La célérité du son dans l'eau est v_{eau} = 1500 m.s^{-1}.
La fréquence perçue dans l'eau par un plongeur est :
A) 276 Hz
B) 338 Hz
C) 407 Hz
D) il ne peut pas entendre le son, qui n'a pas été émis dans l'eau

Exercice 2

Une onde lumineuse, de longueur d'onde dans le vide λ_0 = 492 nm, se propage dans un milieu transparent d'indice n = 1,5.

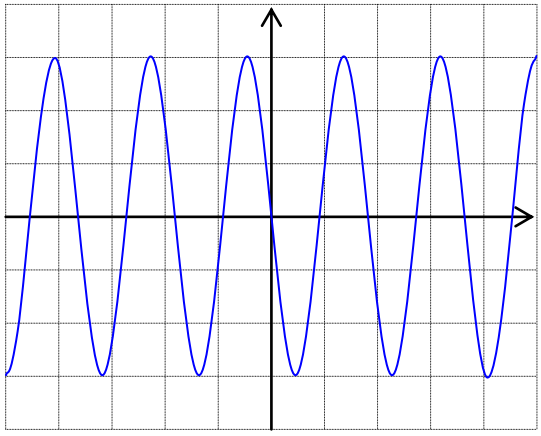
10) Cette lumière est de couleur :
A) ultraviolette
B) bleue
C) orange
D) infrarouge

11) Sa célérité v dans le milieu transparent, calculée par la relation $v = c/n$, est :
A) 3×10^{6} m.s^{-1}
B) 5×10^{7} m.s^{-1}
C) 2×10^{8} m.s^{-1}
D) 3×10^{8} m.s^{-1}

12) Sa longueur d'onde dans le milieu considéré est :
A) inférieure à λ_0
B) égale à λ_0
C) supérieure à λ_0
D) il manque une donnée pour le savoir

Exercice 3

Sur l'écran d'un oscilloscope, on visualise les variations de la tension électrique aux bornes d'un microphone, au cours du temps. Les calibres sont :
Tension : 5 mV/div
Base de temps : 0,5 ms/div



13) La période du signal représenté est :
A) 0,3 ms
B) 0,9 ms
C) 1,1 ms
D) 1,5 ms

14) L'amplitude de la tension mesurée aux bornes du microphone est :
A) 0,6 mV
B) 1,5 mV
C) 3 mV
D) 15 mV

15) La relation reliant la fréquence *f*, la période *T* ou la longueur d'onde λ est (en notant *v* la célérité de l'onde) :

A) $v = \lambda \cdot f$

B) $f = \dfrac{\lambda}{v}$

C) $\lambda = v \cdot f$

D) $\lambda = \dfrac{v}{T}$

16) La longueur d'onde dans l'air d'une note de musique, le "la3" (440 Hz) au cours d'un concert, est d'environ :

A) 0,75 m
B) 1,3 m
C) 150 m
D) 680 km

17) À propos de la diffraction, quelle est l'affirmation exacte :

A) Une onde se propage toujours en ligne droite.
B) Une onde subit une déviation lorsqu'elle rencontre un objet.
C) La diffraction est d'autant plus marquée que la taille de l'objet est grande.
D) La déviation de l'onde est due à sa réflexion sur les bords de l'objet.

18) À propos de la dispersion, quelle est l'affirmation exacte :

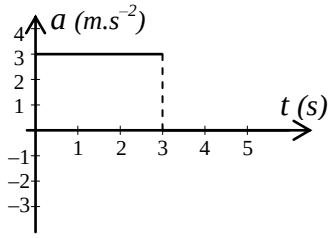
A) un milieu dispersif est un milieu qui décompose la lumière blanche
B) on recense davantage de milieux non dispersifs que de milieux dispersifs
C) dans un milieu peu dispersif, des ondes de fréquences différentes, émises au même instant, arrivent à peu près au même moment au niveau du récepteur
D) dans un milieu très dispersif, des ondes de fréquences différentes peuvent avoir la même longueur d'onde

Exercice 4

19) Parmi les affirmations suivantes, une seule est VRAIE. Laquelle ?

A) Un mobile ne peut pas avoir un mouvement curviligne plan si son accélération garde toujours la même direction.
B) Un mobile ne peut pas avoir une accélération non nulle en un instant où sa vitesse est nulle.
C) Un mobile ne peut pas avoir une trajectoire curviligne si la direction de la vitesse ne varie pas.
D) Un mobile ne peut pas voir varier la direction de sa vitesse quand son accélération est constante.

Voici le graphe d'une loi horaire $a(t)$, décrivant l'accélération d'un mobile au cours du temps. On considère que le mobile ne peut se déplacer que suivant une direction, repérée par l'axe (Ox), et qu'à l'instant $t_0 = 0$ il est immobile en $x_0 = 0$.



20) Quelle est l'affirmation qui coïncide avec la figure :

A) La vitesse diminue linéairement à partir de l'instant t = 3s.
B) Le mobile a une vitesse constante à partir de l'instant t = 3s.
C) Le mobile ralentit à partir de l'instant t = 3s et s'arrête.
D) Le mobile ralentit à partir de l'instant t = 3s et repart dans l'autre sens.

21) (suite de la question précédente) Durant les 3 premières secondes du mouvement, la loi horaire de la vitesse est :

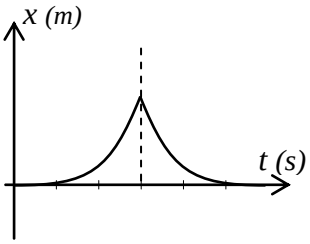
A) $v(t) = 3\,t$
B) $v(t) = 1{,}5\times(t+3)$
C) $v(t) = 3\,t - 9$
D) $v(t) = 3\times(t+3) + 9$

22) (suite de la question précédente) Durant les 3 premières secondes, la loi horaire de la position est :

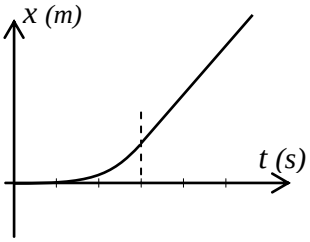
A) $x(t) = 0{,}75\times(t+3)^2 + 9\,t$
B) $x(t) = 3\,t^2/2 - 9\,t$
C) $x(t) = 0{,}75\times(t+1{,}5)^2 + x_0$
D) $x(t) = 1{,}5\times t^2 + x_0$

23) (suite de la question précédente) Le graphe qui représente la loi horaire de la position *x*(*t*) au cours du temps est :

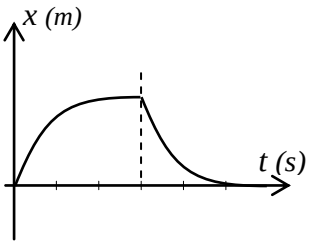
A)



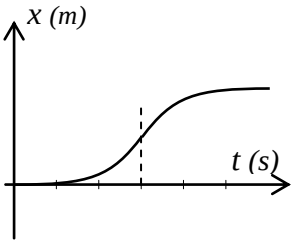
B)



C)

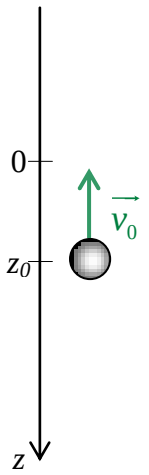


D)



Exercice 5

Dans le champ de pesanteur uniforme g_0 = 10 m.s^{-2}, une boule en fer de masse m = 700 g est lancée vers le haut à t = 0, depuis le niveau z_0 = +1 m, avec une vitesse initiale v_0 = –4 m.s^{-1}.
On supposera dans cet exercice que l'on peut négliger les frottements de l'air.
On étudie le mouvement vertical de la boule.



24) L'équation différentielle du mouvement est :

A) $\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{g}{m}z = \frac{P \cdot m}{v_0}$ (P est le poids de la boule)

B) $\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{g}{m}z$

C) $\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{P}{m}$

D) $\frac{d^2z}{dt^2} = -g$

25) (suite de la question précédente) La loi horaire décrivant la position de la boule au cours du temps, $z(t)$, est :

A) $z(t) = -\frac{1}{2}\, g\, t^2 + v_0\, t + z_0$
B) $z(t) = \frac{1}{2}\, g\, t^2 - v_0\, t - z_0$
C) $z(t) = -\frac{1}{2}\, g\, t^2 + v_0\, t$
D) $z(t) = \frac{1}{2}\, g\, t^2 + v_0\, t + z_0$

26) (suite de la question précédente) Soit t_{max} la date à laquelle la boule atteint sa hauteur maximale. La vitesse de la boule vaut à cet instant :

A) $v(t_{max}) = 0$
B) $v(t_{max}) = -1$ m.s^{-1}
C) $v(t_{max}) = -6$ m.s^{-1}
D) $v(t_{max}) = +2$ m.s^{-1}

27) (suite de la question précédente) L'expression de la date t_{max} est alors :

A) $t_{max} = -\frac{v_0}{g}$

B) $t_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot v_0}{g - v_0 z_0}}$

C) $t_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot v_0}{g - v_0 z_0}} - \frac{z_0^2}{g}$

D) $t_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot v_0}{g - v_0 z_0}} + \frac{z_0^2}{g}$

28) (suite de la question précédente) L'expression de la hauteur maximale z_{max} atteinte par la boule est :

A) $z_{max} = \frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g} + z_0$

D) $z_{max} = \frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g} - z_0$

C) $z_{max} = -\frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g} - z_0$

D) $z_{max} = -\frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g} + z_0$

Exercice 6

29) Le mouvement d'un satellite géostationnaire doit avoir :
A) une période de rotation propre égale à la période de révolution de la Terre autour du Soleil.
B) une période de révolution égale à la période de rotation propre de la Terre.
C) une période de rotation propre qui dépend de son altitude.
D) une période de rotation propre égale à un jour sidéral.

30) Un satellite doit être mis en orbite circulaire autour de la Terre avec une période de révolution *T*. Un certain nombre de grandeurs étant alors fixées, on peut encore choisir :
A) l'altitude.
B) la vitesse.
C) l'accélération angulaire propre.
D) le plan dans lequel se situe la trajectoire.

31) Deux planètes sont en rotation autour du Soleil, la planète P1 est plus éloignée du Soleil que la planète P2. En faisant l'approximation que leur trajectoire est circulaire, on montre que :
A) la vitesse de P1 est inférieure à celle de P2.
B) la vitesse de P1 est supérieure à celle de P2.
C) les vitesses de P1 et de P2 peuvent être égales.
D) cela dépend de leurs masses.

32) Si une planète a une trajectoire elliptique,
A) la direction, le sens et la norme du vecteur vitesse restent constants.
B) la norme du vecteur vitesse est constante.
C) la norme du vecteur accélération est constante.
D) la norme du vecteur accélération ne dépend pas de la masse de la planète.

Exercice 7

33) Dans un manège de foire en rotation rapide à vitesse angulaire constante, on emporte un pendule simple pour faire quelques expériences à bord de la nacelle. La position d'équilibre du pendule est :
A) verticale parce que le poids n'a pas changé de direction.
B) inclinée parce qu'il apparaît une force d'inertie dans le référentiel du manège.
C) verticale tant que le pendule est au repos.
D) inclinée parce que dans le référentiel lié au manège le pendule n'est jamais au repos.

34) Un pendule est écarté d'un angle de 15° par rapport à la verticale. Au cours de ses oscillations, son amplitude diminue régulièrement de 3° à chaque oscillation. Quelle est l'affirmation vraie :

A) Le régime est sur-critique.
B) Le régime est apériodique.
C) Le pendule est amorti par des frottements solides.
D) La pseudo-période des oscillations diminue progressivement.

35) Un dispositif solide-ressort peut coulisser sans frottements le long d'une tige verticale. Lorsqu'on écarte le solide de sa position d'équilibre, la résultante des forces extérieures appliquées sur le solide est :

A) nulle.
B) égale à la tension du ressort seule, comptée par rapport à la position d'équilibre.
C) égale à la tension du ressort seule, comptée par rapport à la position à vide.
D) égale au poids du solide.

36) De quoi dépend l'amplitude du mouvement de l'oscillateur non amorti ?

A) de la raideur *k* du ressort.
B) de la masse *m* du solide.
C) de la phase φ à l'origine des dates.
D) des conditions initiales du mouvement.

37) Un oscillateur est constitué d'un dispositif solide-ressort.
La période propre des oscillations de l'oscillateur non amorti est :

A) $T_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

B) $T_0 = \sqrt{\frac{m}{k}}$

C) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

D) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

38) Une masse de 1000 kg est suspendue au bout d'un ressort vertical. Sachant que l'on veut obtenir des oscillations de période propre égale à 1 seconde, la raideur du ressort doit être environ :

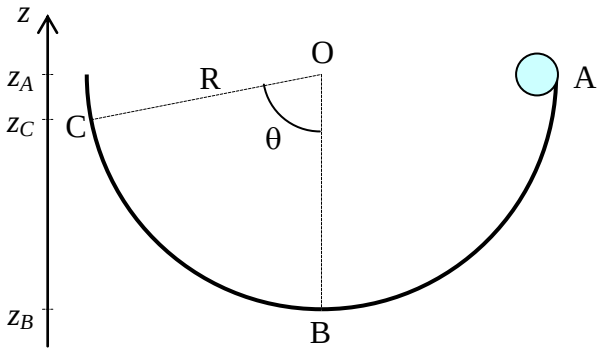
A) 50 $N.m^{-1}$
B) 1300 $N.m^{-1}$
C) 7 $kN.m^{-1}$
D) 40 $kN.m^{-1}$

Exercice 8

Une bille de masse m = 50 g peut glisser dans un bol de forme hémisphérique de rayon intérieur R = 10 cm. Elle est alors soumise à une force de frottements que l'on supposera constante, de valeur F = 10 mN.

À l'instant initial, la bille est lâchée sans vitesse initiale depuis un point A tel que l'angle que fait la direction (OA) avec la verticale (OB) est un angle droit.

On prendra pour le champ de pesanteur : g = 10 m.s^{-2}.



39) Quel est le travail W_P du poids de la bille sur le trajet de A à B ?

A) W_P = –60 mJ
B) W_P = –20 mJ
C) W_P = +50 mJ
D) W_P = +120 mJ

40) Quel est le travail W_f de la force de frottements au cours du trajet de la bille de A à B ?

(indication : la longueur d'un arc de cercle d'angle α et de rayon R est L = α R, avec α en radians : 90° = 1,5 rad).

A) W_f = –150 mJ
B) W_f = –1,5 mJ
C) W_f = +30 mJ
D) W_f = +150 mJ

41) (suite de la question précédente) On suppose maintenant que l'énergie potentielle de la bille est nulle au point B.
L'énergie mécanique de la bille en A est :

A) E_M (A) = 1,5 mJ
B) E_M (A) = 30 mJ
C) E_M (A) = 50 mJ
D) E_M (A) = 80 mJ

42) L'énergie cinétique de la bille quand elle passe en B est :

A) E_C (B) = 1,5 mJ
B) E_C (B) = 48,5 mJ
C) E_C (B) = 50 mJ
D) E_C (B) = 51,5 mJ

Exercice 9

On donne les premiers niveaux énergétiques de l'atome de mercure :

E_1 = –10,4 eV ; E_2 = –5,5 eV ; E_3 = –3,7 eV ; E_4 = –1,6 eV

Ici E_1 représente l'énergie de liaison d'un électron de la couche périphérique (la plus haute couche peuplée d'électrons) quand l'atome est dans son état fondamental.

43) Que se passe-t-il lors de l'absorption de lumière (un photon) par la matière (un atome) ?

A) l'atome est ionisé.
B) il se produit une transition électronique vers un niveau supérieur.
C) cela dépend de la couleur de la lumière.
D) un atome ne peut pas absorber un photon.

44) L'énergie échangée par l'atome pendant une transition électronique du niveau 4 au niveau 2 est :

A) E = -8,8 eV
B) E = -3,9 eV
C) E = +3,9 eV
D) E = +8,8 eV

45) La relation qui permet de calculer la longueur d'onde λ du photon associé à cet échange d'énergie *E* est (avec *c* la célérité de la lumière dans le vide et *h* la constante de Planck) :

A) $\lambda = \dfrac{c \cdot h}{E}$

B) $\lambda = \dfrac{c \cdot E}{h}$

C) $\lambda = \dfrac{E}{c \cdot h}$

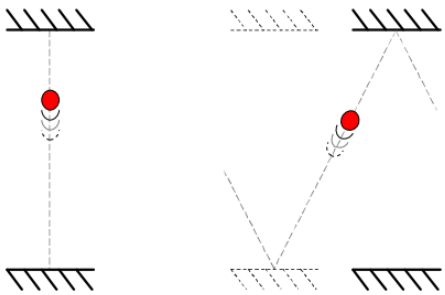
D) $\lambda = \dfrac{h}{c \cdot E}$

46) L'atome de mercure, à l'état fondamental, entre en collision avec un électron possédant une énergie cinétique E_c = 5,0 eV. Une valeur possible de l'énergie cinétique de l'électron après collision est :

A) 1,3 eV
B) 2,1 eV
C) 2,9 eV
D) 4,0 eV : l'électron incident ne peut pas échanger d'énergie avec l'atome

Exercice 10

L'horloge la plus simple, même si elle n'existe que par la pensée, est constituée de deux miroirs parallèles en regard, entre lesquels va et vient un photon à la célérité *c* (supposée égale à sa célérité dans le vide). Les miroirs sont espacés de *d* = 15 cm, de sorte de l'on compte une durée égale à une seconde, chaque fois que le photon parcourt un certain nombre d'allers et retours d'un miroir à l'autre.



47) Le nombre d'allers et retours entre les miroirs est :

A) 10^6
B) 10^7
C) 10^9
D) cela dépend du référentiel

48) Soit Δt la durée du trajet du photon d'un miroir à l'autre quand les miroirs sont immobiles (schéma de gauche : c'est la durée du trajet de longueur *d*), et $\Delta t'$ cette même durée quand les miroirs sont en translation rectiligne vers la droite à la vitesse *v* (schéma de droite). La distance *d'* parcourue par le photon d'un miroir à l'autre augmente donc et vaut :

A) $d' = \sqrt{d^2 + v^2 \Delta t'^2}$

B) $d' = \dfrac{d}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$

C) $d' = d\left(1 + v \cdot \Delta t'\right)$

D) aucune de ces réponses

49) La durée $\Delta t'$ est donc :

A) $\Delta t' = \Delta t\left(1+ v/c\right)$

B) $\Delta t' = \dfrac{\Delta t}{\sqrt{1- v^2/c^2}}$

C) $\Delta t' = \Delta t\sqrt{1+ v^2/c^2}$

D) aucune de ces réponses

50) Ces calculs montrent que :

A) le temps s'écoule plus lentement dans le référentiel lié au sol.
B) le temps s'écoule plus lentement dans le référentiel lié aux miroirs.
C) le photon n'a pas la même vitesse dans les deux cas.
D) dans le référentiel lié aux miroirs, c'est le sol qui possède un mouvement de translation : le problème devrait être symétrique, donc on ne montre rien.

51) L'entrée des rayons cosmiques dans la haute atmosphère génère une pluie de particules, notamment des muons. Mais ces particules ne sont pas stables : celles fabriquées en laboratoire se désintègrent en 10 µs environ (au maximum) ; pourtant, on estime que les muons traversant l'atmosphère à une vitesse proche de celle de la lumière, doivent « vivre » au moins 0,1 ms, puisque nous les détectons au niveau du sol. Leur vitesse minimale, par rapport à la célérité *c* de la lumière dans le vide, est :

A) $v = \sqrt{0,9}\ c$

B) $v = \sqrt{0,99}\ c$

C) $v = \sqrt{0,999}\ c$

D) $v = \sqrt{0,9999}\ c$

Exercice 11

52) L'unité de la résistance thermique est :

A) kelvin par watt
B) watt par kelvin par mètre carré
C) watt par degré Celsius
D) kelvin par watt par mètre carré

53) Un des murs d'une maison a une superficie *S*. Comme il est en contact avec le milieu extérieur, il est d'abord constitué d'une épaisseur *e* de béton, de conductivité thermique λ. La résistance thermique du mur est :

A) $R_{th\ mur} = \dfrac{S \cdot \lambda}{e}$

B) $R_{th\ mur} = \dfrac{\lambda}{S \cdot e}$

C) $R_{th\ mur} = \dfrac{S \cdot e}{\lambda}$

D) $R_{th\ mur} = \dfrac{e}{S \cdot \lambda}$

54) L'isolation thermique du mur est réalisée par un panneau en polystyrène extrudé d'épaisseur *e'*, collé sur toute la surface du mur extérieur. La résistance thermique du polystyrène extrudé est λ'. La résistance thermique totale de l'ensemble {mur+polystyrène} est :

A) $R_{th\ totale} = \frac{1}{S}\left(\frac{e}{\lambda} + \frac{e'}{\lambda'}\right)$

B) $R_{th\ totale} = S\left(\frac{e \cdot e'}{\lambda e' + \lambda' e}\right)$

C) $R_{th\ totale} = S\left(\frac{\lambda}{e} + \frac{\lambda'}{e'}\right)$

D) $R_{th\ totale} = \frac{1}{S}\left(\frac{\lambda \cdot \lambda'}{\lambda e' + \lambda' e}\right)$

55) La différence de température entre l'intérieur de la maison et l'extérieur est ΔT. Le flux thermique total Φ à travers le mur et l'isolant est :

A) $\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th\ totale}}$

B) $\Phi = \frac{R_{th\ totale} \cdot S}{\Delta T}$

C) $\Phi = \frac{R_{th\ totale}}{S \cdot \Delta T}$

D) aucune de ces réponses

56) On donne : ΔT = 20 °C, S = 20 m^2, e = 50 cm, e' = 6 mm, λ = 2 W.°C.m^{-1}, λ' = 0,03 W.°C.m^{-1}. Le flux thermique total est donc :

A) Φ = 0,02 W

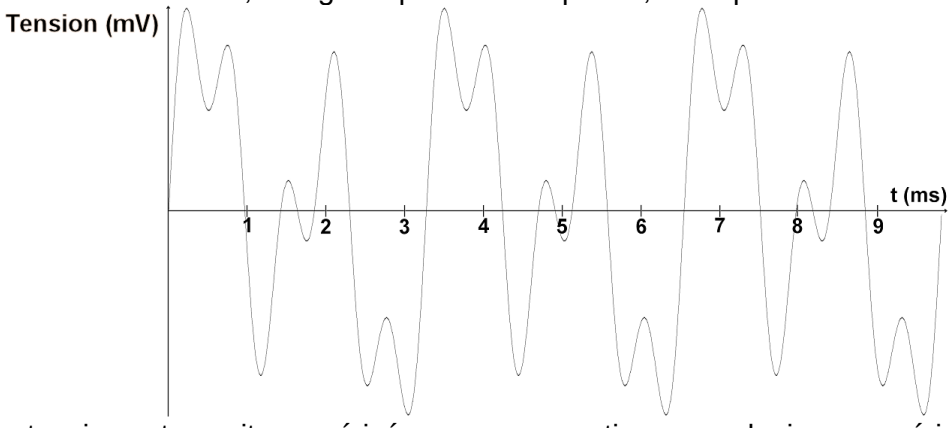
B) Φ = 50 W

C) Φ = 900 W

D) Φ = 3000 W

Exercice 12

Le son d'une clarinette, enregistré par un microphone, est reproduit ci-dessous.



Cette tension est ensuite numérisée par un convertisseur analogique-numérique 16 bits.

57) La fréquence du signal analogique est de :

A) 306 Hz

B) 916 Hz

C) 1412 Hz

D) 2468 Hz

58) Parmi les propositions suivantes et selon le théorème de Shannon, la fréquence d'échantillonnage la plus basse permettant de restituer correctement les harmoniques de ce son de clarinette est :

A) 700 Hz
B) 4 kHz
C) 22 kHz
D) 44 kHz

59) Après numérisation, les valeurs possibles pour chaque échantillon vont de zéro à :

A) 255
B) 1 023
C) 65 535
D) 1 048 575

60) La fréquence d'échantillonnage est maintenant réglée à 48 kHz. Le débit binaire du flux audio associé à cet enregistrement est :

A) 262 kbps (kilobits par seconde)
B) 768 kbps
C) 12 300 kbps
D) 49 200 kbps

FIN DE L'EPREUVE