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) Le rayon de la terre est d'environ :
A) 6 400 km
B) 1 300 km
C) 24 000 km
D) 150 km

2) Au sommet du Mont Blanc, l'eau bout à une température d'environ :
A) 100 °C
B) 112 °C
C) 85 °C
D) 48 °C

3) Une vitesse de Mach 1 représente environ :
A) 100 km/h
B) 900 km/h
C) 1 200 km/h
D) 2 100 km/h

4) Le diamètre d'un atome est de l'ordre du :
A) millimètre
B) micromètre
C) nanomètre
D) picomètre

5) Comparé au diamètre d'un atome, le diamètre de son noyau est :
A) du même ordre de grandeur
B) 10 fois inférieur
C) 10 000 fois inférieur
D) 100 000 000 fois inférieur

6) La distance moyenne de la terre à la lune est d'environ :
A) 380 000 km
B) 54 000 km
C) 11 200 km
D) 1 245 000 km

7) Pour parvenir jusqu'à la terre, la lumière du soleil met environ :
A) 12 s
B) 1 mn et 12 s
C) 8 mn
D) 24 mn

8) Le cœur d'un homme adulte au repos bat à une fréquence d'environ :
A) 0,1 Hz
B) 1 Hz
C) 10 Hz
D) 100 Hz

9) L'ordre de grandeur de la longueur d'onde de la lumière visible est :
A) 5.10^{-9} m
B) 5.10^{-7} m
C) 5.10^{-5} m
D) 5.10^{-3} m

10) Dans le système d'unités international, une pression s'exprime en :
A) $N.m^{-2}$
B) $N.m^{-1}$
C) N
D) N.m

11) Dans cette question, g désigne une accélération, l une longueur, t une durée, m une masse et F une force. Dans le système d'unités international, une seule des expressions suivantes a la même dimension qu'une vitesse. Laquelle ?
A) $\sqrt{mg}$
B) $\sqrt{gl} + \frac{ml}{t}$
C) $\sqrt{\frac{lF}{m}}$
D) $\sqrt{\frac{lFg}{mt}}$

12) La masse de 3 cm^3 d'eau à l'état liquide est :
A) 3 g
B) 3.10^{-2} kg
C) 3.10^{-3} g
D) aucune des 3 réponses précédentes

13) En électricité, L désignant une inductance et C une capacité, l'expression (LC) est homogène :
A) à une résistance
B) au carré d'un temps
C) à une charge électrique
D) à une intensité

14) Dans une conduite d'eau, on a un débit de 100 $l.s^{-1}$ (litre par seconde). Cela correspond à un débit de :
A) 3,6 $m^3.h^{-1}$
B) 36 $m^3.h^{-1}$
C) 360 $m^3.h^{-1}$
D) 3 600 $m^3.h^{-1}$

EXERCICE 2

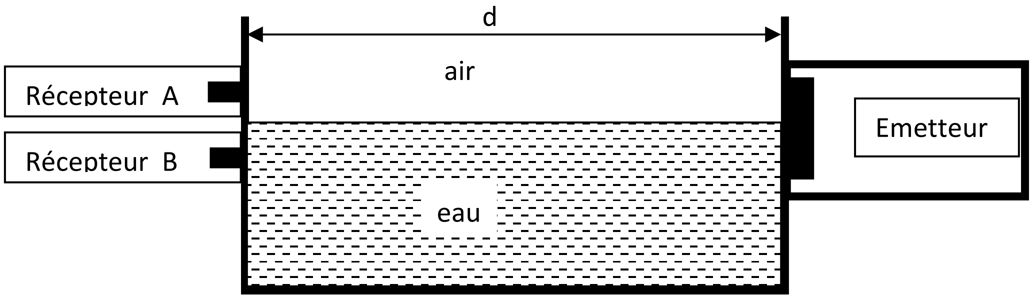
Un mobile se déplace sur un axe (Ox), dans le sens positif.
A l'instant t = 0, il passe par le point O.
Le graphique suivant présente la vitesse instantanée du mobile en fonction du temps.

15)
A) L'accélération est nulle entre les instants t = 6 s et t = 8 s
B) le mouvement est rectiligne uniforme pendant toute sa durée
C) l'accélération est constante, positive, entre les instants t = 6 s et t = 8 s
D) aucune des 3 réponses précédentes

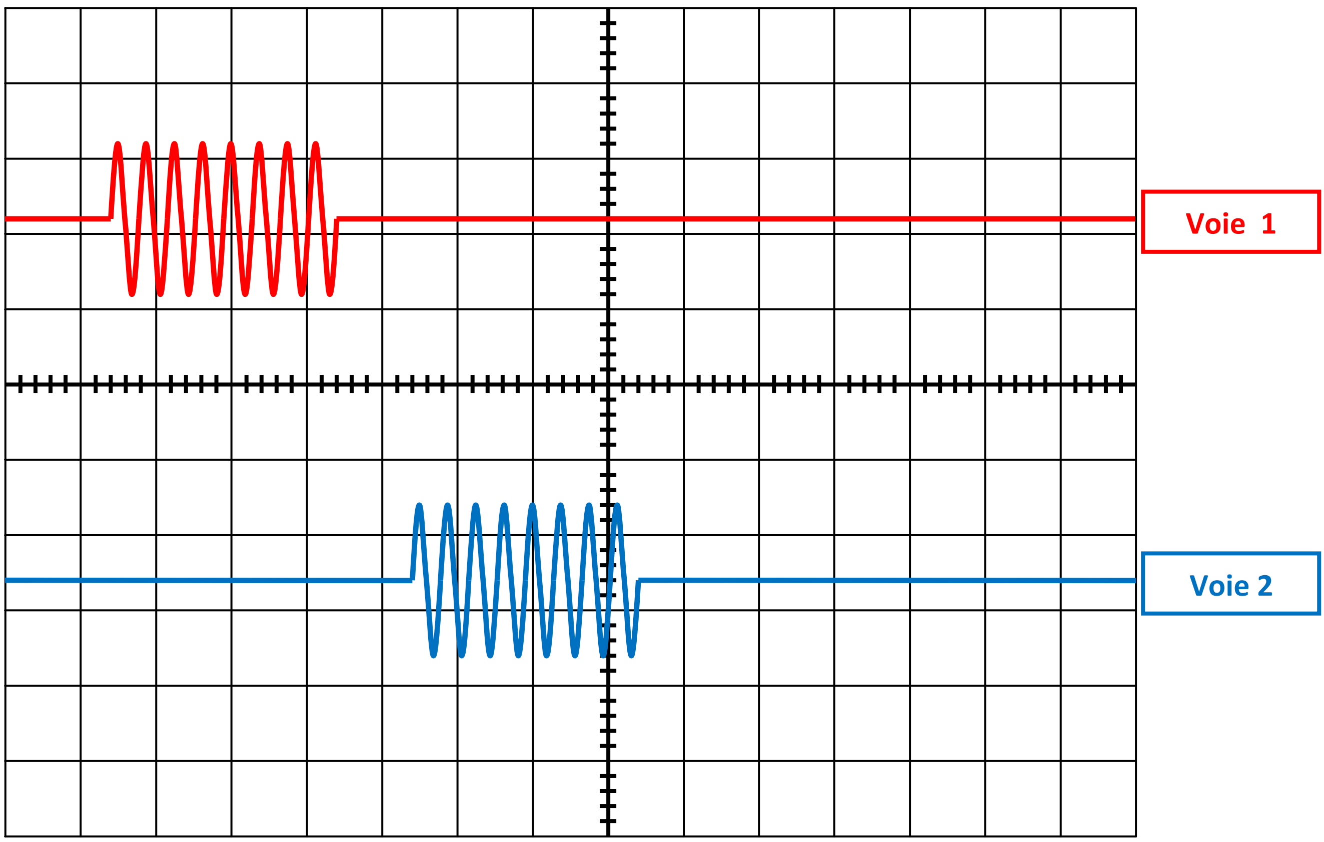
16) Pendant la durée du mouvement (10 secondes), le mobile a parcouru une distance de :
A) 49,5 m
B) 48 m
C) 50,5 m
D) aucune des 3 réponses précédentes

EXERCICE 3

La vitesse des ultrasons dans l'air est de v_{air} = 300 m.s^{-1}.
Cette vitesse est plus faible que la vitesse v_{eau} des ultrasons dans l'eau.
Un émetteur produit des salves ultrasonores qui se propagent simultanément dans l'air et dans l'eau ; 2 récepteurs A et B placés à une distance d = 1,5 m de l'émetteur : le récepteur A enregistre le signal qui se propage dans l'air et le récepteur B celui qui se propage dans l'eau.



Les 2 voies d'un oscilloscope sont reliées aux récepteurs A et B, afin de visualiser les signaux reçus. On obtient l'oscillogramme suivant (les voies 1 et 2 ont été décalées verticalement pour une meilleure lisibilité ; horizontalement, 1 carré représente 1 ms) :



17)

A) La voie 1 correspond au récepteur A

B) la voie 1 correspond au récepteur B

C) les données de l'énoncé ne permettent pas de savoir à quelle voie correspond quel récepteur

D) aucune des 3 réponses précédentes

18) On note t_A le temps mis par le signal se propageant dans l'air pour parcourir la distance d et t_B le temps mis par le signal se propageant dans l'eau pour parcourir la même distance.

On note $\Delta t = t_A - t_B$.

A) $\Delta t = 1\ ms$

B) $\Delta t = 2\ ms$

C) $\Delta t = 3\ ms$

D) $\Delta t = 4\ ms$

19) On a la relation :

A) $\Delta t = \left(\frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_{eau}}\right).d$

B) $\Delta t = \left(\frac{1}{v_{eau}} - \frac{1}{v_{air}}\right).d$

C) $\Delta t = \frac{v_{eau} - v_{air}}{d}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

20) On en déduit :

A) $v_{eau} = \frac{d.v_{air}}{d - \Delta t.v_{air}}$

B) $v_{eau} = \frac{d.v_{air}}{d + \Delta t.v_{air}}$

C) $v_{eau} = v_{air} + d.\Delta t$

D) aucune des 3 réponses précédentes

21) Application numérique :

A) $v_{eau} = 500\ m.s^{-1}$

B) $v_{eau} = 1\ 000\ m.s^{-1}$

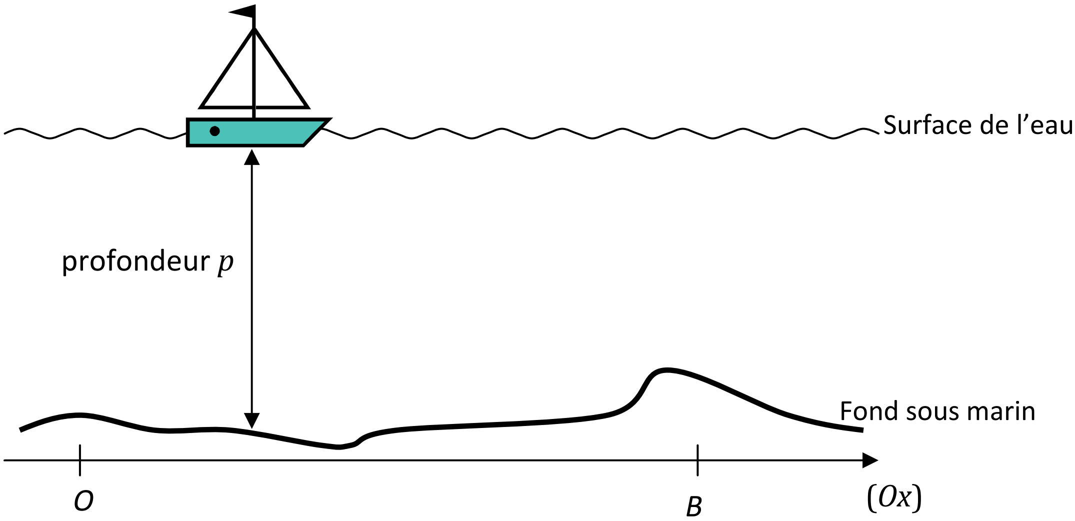
C) $v_{eau} = 1\ 500\ m.s^{-1}$

D) $v_{eau} = 2\ 000\ m.s^{-1}$

22) L'équipage d'un bateau désire connaître le relief sous-marin à l'aide d'un sonar.

Le bateau se déplace suivant un axe (Ox), depuis la verticale du point O vers la verticale d'un point A distant du point O de 100 m. À intervalle régulier, le sonar du bateau envoi une salve d'ondes ultrasonores et enregistre le décalage Δt entre le signal émis et le signal reçu qui est l'écho renvoyé par le fond sous-marin.

p désigne la profondeur.



A) $p = v_{eau}.\Delta t$

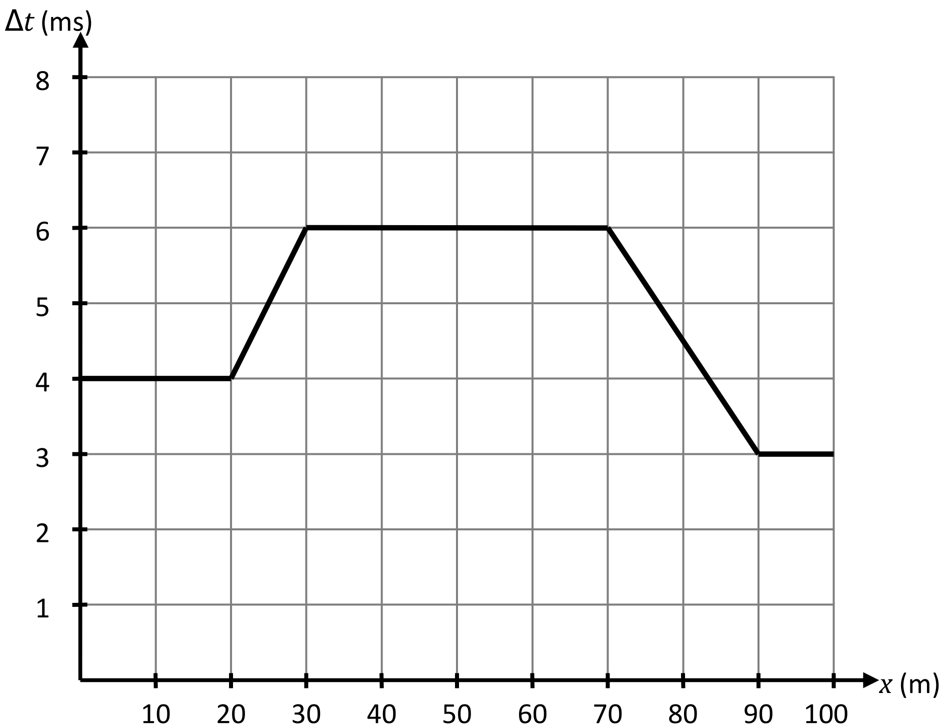
B) $p = \frac{v_{eau}.\Delta t}{2}$

C) $p = \frac{v_{eau}}{\Delta t}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

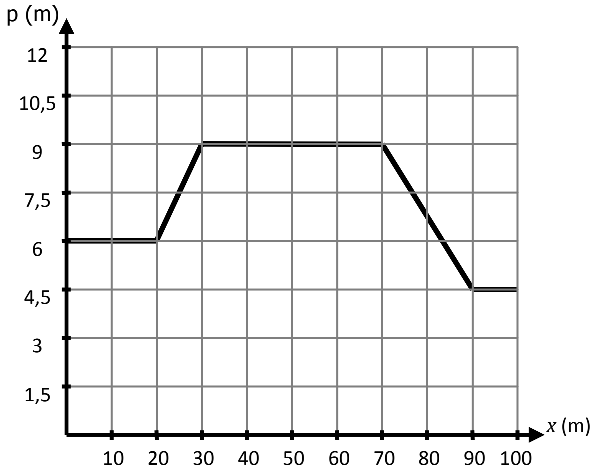
23) On enregistre le décalage Δt en fonction de l'abscisse x du bateau.

On obtient le graphe suivant :

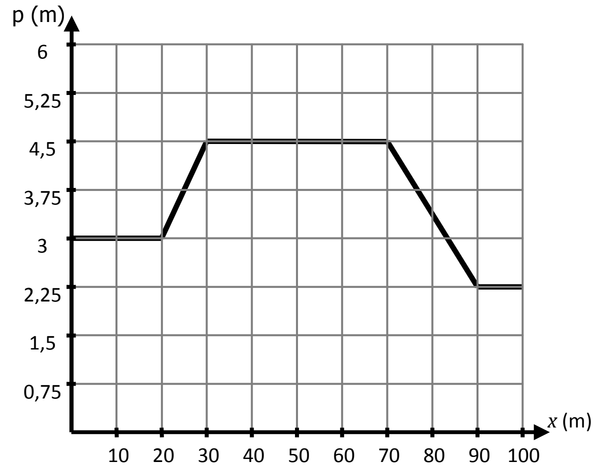


Le profil du fond sous-marin est :

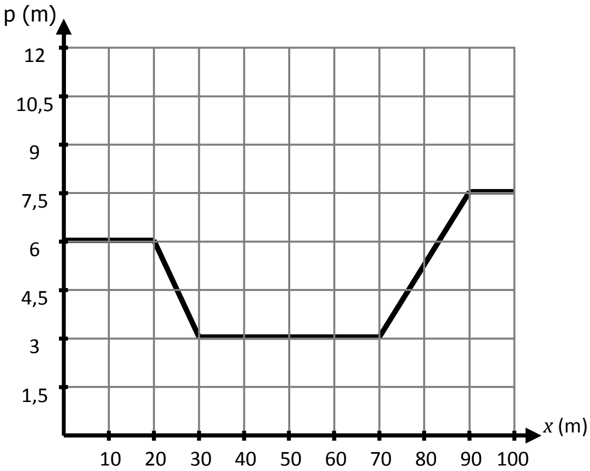
A)



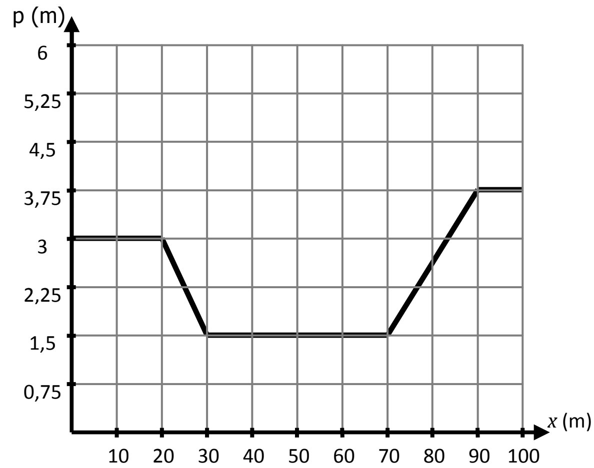
B)



C)

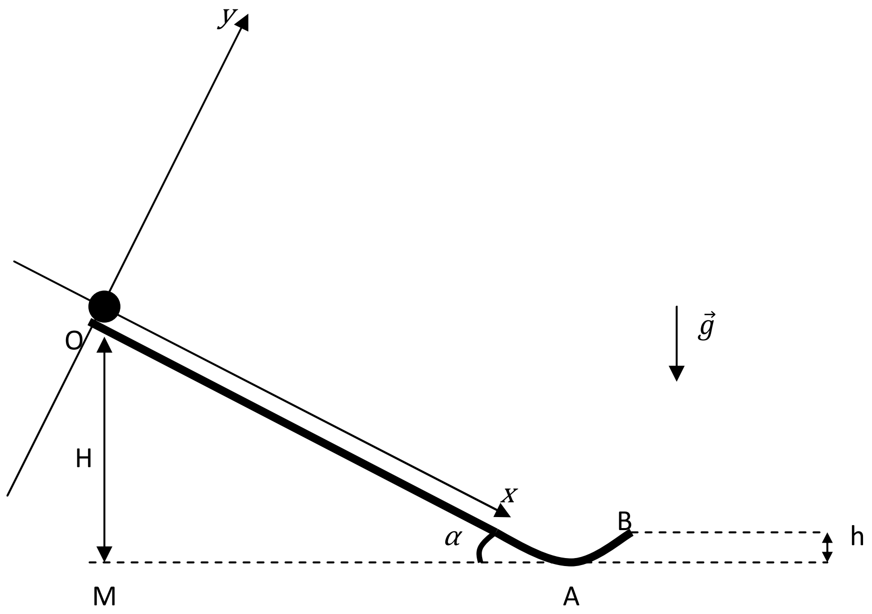


D)



EXERCICE 4

Les parties A, B et C de cet exercice sont indépendantes sauf les questions 37 et 39 de la partie C qui reprennent les résultats de la question 32.
On lâche une bille métallique le long d'une rampe. La bille est soumise à la pesanteur $\vec{g}$; on note m sa masse. On note $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ et $\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$. Les frottements sont considérés comme nuls.



A l'instant t = 0, on lâche la bille du point O, avec une vitesse initiale nulle.
On choisit un repère orthonormé (Oxy), l'axe (Ox) étant parallèle à la rampe (voir schéma).

Partie A : on s'intéresse dans cette première partie à la descente sur la partie OA de la rampe considérée alors comme un segment de droite.

24) Dans le repère orthonormé (Oxy) les composantes du poids $\vec{P}$ de la bille sont :

A) $\begin{cases} mg.\cos\alpha \\ -mg.\cos\alpha \end{cases}$

B) $\begin{cases} mg.\cos\alpha \\ -mg.\sin\alpha \end{cases}$

C) $\begin{cases} mg.\sin\alpha \\ -mg.\cos\alpha \end{cases}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

25) On note x l'abscisse de la bille dans le repère précédent.
On a l'équation différentielle :

A) $\ddot{x} = g.\sin\alpha$

B) $\ddot{x} = g.\cos\alpha$

C) $\ddot{x} = mg.\sin\alpha$

D) aucune des 3 réponses précédentes

26) On en déduit :

A) $\dot{x} = g.(\sin\alpha).t$

B) $\dot{x} = g.(\cos\alpha).t$

C) $\dot{x} = mg.(\sin\alpha).t$

D) aucune des 3 réponses précédentes

27) On a donc :

A) $x = g.(\sin\alpha).\frac{t^2}{2}$

B) $x = g.(\cos\alpha).\frac{t^2}{2}$

C) $x = mg.(\sin\alpha).\frac{t^2}{2}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

28) Pour atteindre le point A la bille met un temps égal à :

A) $\frac{1}{\sin\alpha}.\sqrt{\frac{2\mathrm{H}}{g}}$

B) $\sin\alpha\,.\sqrt{\frac{2\mathrm{H}}{g}}$

C) $\frac{1}{\cos\alpha}.\sqrt{\frac{g}{2\mathrm{H}}}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

Partie B : On regarde dans cette partie l'intégralité de la chute le long de la rampe OAB.

29) Au cours de cette chute :

A) l'accélération est nulle en A

B) la vitesse est maximale en sortie de rampe au point B

C) l'accélération est nulle en O

D) aucune des 3 réponses précédentes

30) Au cours du mouvement :

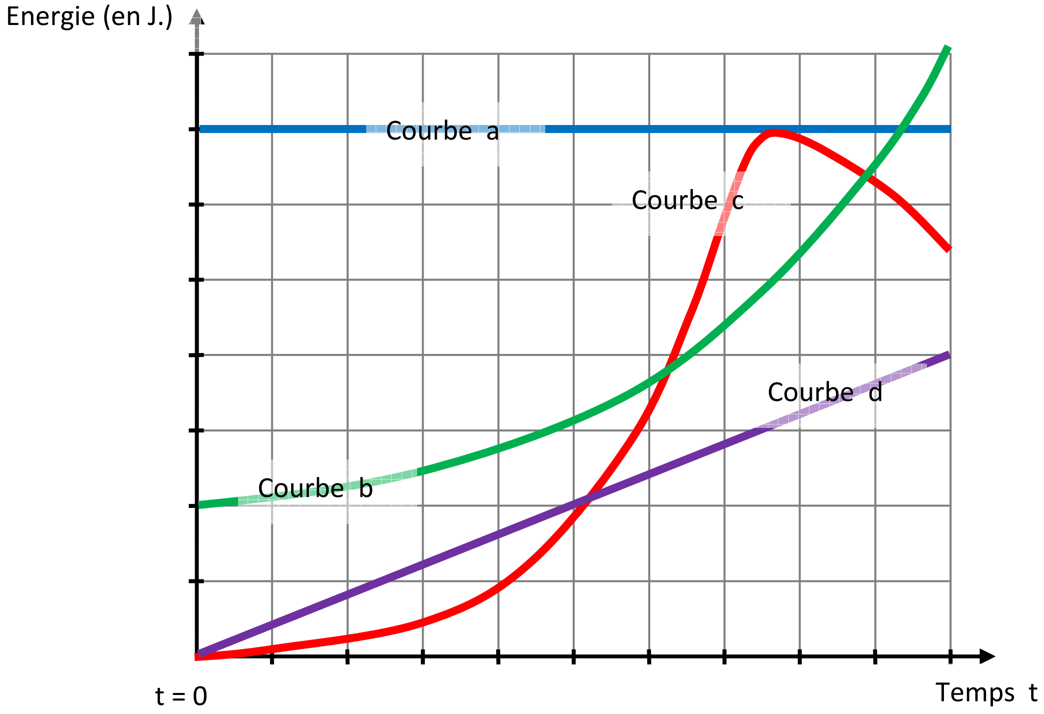
A) il y a une dispersion d'énergie

B) l'énergie cinétique est constante

C) l'énergie potentielle due à la pesanteur augmente

D) la somme des énergies cinétique et potentielle est constante

31) Sur le graphique suivant une des 4 courbes représente l'énergie cinétique de la bille.



La courbe représentant l'énergie cinétique de la bille est :

A) la courbe a

B) la courbe b

C) la courbe c

D) la courbe d

32) En sortie de rampe au point B, la vitesse de la bille vaut $v_B =$

A) $\sqrt{2g(\mathrm{H}-\mathrm{h})}$

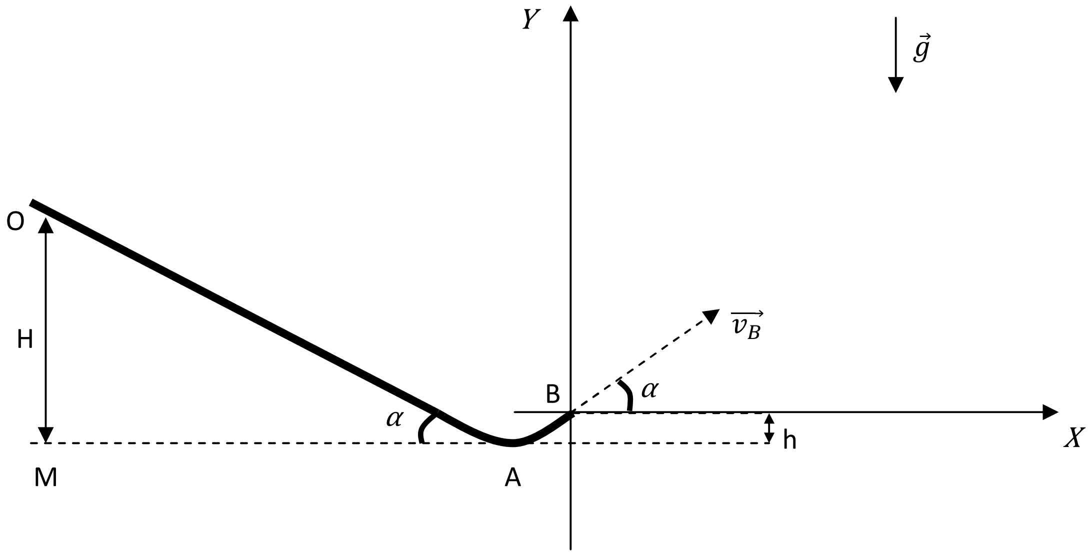
B) $\sqrt{2g(\mathrm{h}-\mathrm{H})}$

C) $\sqrt{g(\mathrm{H}-\mathrm{h})}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

Partie C :

On s'intéresse enfin à la chute de la bille une fois qu'elle est sortie de la rampe.



On choisit un nouveau repère orthonormé (B *XY*), dont l'origine est le point B, sortie de la rampe. L'axe (B*X*) est maintenant horizontal (voir schéma).

On fixe une nouvelle origine des temps t = 0 au moment où la bille quitte la rampe : la bille a alors une vitesse initiale $\overrightarrow{v_B}$ dont l'angle avec l'horizontale est le même angle α que précédemment. On note v_B la norme de ce vecteur vitesse.

On note x(t) et y(t) les coordonnées de la bille dans le repère (B *XY*) en fonction du temps.

33) Dans le repère (B *XY*), on a les équations différentielles suivantes :

A) $\begin{cases} \ddot{x} = g\cos\alpha \\ \ddot{y} = g\sin\alpha \end{cases}$

B) $\begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{y} = g \end{cases}$

C) $\begin{cases} \ddot{x} = g \\ \ddot{y} = 0 \end{cases}$

D) aucune des 3 réponses précédentes.

34) Dans le repère (B *XY*), on a les équations différentielles suivantes :

A) $\begin{cases} \dot{x} = v_B.\cos\alpha \\ \dot{y} = v_B.(\sin\alpha) - g.t \end{cases}$

B) $\begin{cases} \dot{x} = v_B.\sin\alpha \\ \dot{y} = v_B.(\cos\alpha) - g.t \end{cases}$

C) $\begin{cases} \dot{x} = v_B.\cos\alpha \\ \dot{y} = v_B.(\sin\alpha) + g.t \end{cases}$

D) $\begin{cases} \dot{x} = v_B.\sin\alpha \\ \dot{y} = v_B.(\cos\alpha) + g.t \end{cases}$

35) Dans le repère (B *XY*), on a les équations du mouvement suivantes :

A) $\begin{cases} x = v_B.(\cos\alpha).t \\ y = v_B.(\sin\alpha).t + g.\frac{t^2}{2} \end{cases}$

B) $\begin{cases} x = v_B.(\cos\alpha).t \\ y = v_B.(\sin\alpha).t - g.\frac{t^2}{2} \end{cases}$

C) $\begin{cases} x = v_B.(\sin\alpha).t \\ y = v_B.(\cos\alpha).t - g.\frac{t^2}{2} \end{cases}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

36) Dans le repère (B *XY*), l'altitude maximale de la bille est atteinte à l'instant :

A) $\frac{v_B.\sin\alpha}{g}$

B) $\frac{v_B}{g}$

C) $\frac{v_B.\cos\alpha}{g}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

37) Dans le repère (B *XY*) l'altitude maximale vaut :

A) $(\mathrm{H}-\mathrm{h}).\cos^2\alpha$

B) $(\mathrm{H}-\mathrm{h})$

C) $(\mathrm{H}-\mathrm{h}).\sin^2\alpha$

D) aucune des 3 réponses précédentes

38) La bille recoupe l'axe (B*X*) à l'instant :

A) $\frac{2v_B}{g}$

B) $\frac{v_B.\sin\alpha}{g}$

C) $\frac{2v_B.\cos\alpha}{g}$

D) $\frac{2v_B.\sin\alpha}{g}$

39) On s'intéresse à la distance parcourue horizontalement par la bille.
Lorsque la bille recoupe l'axe (B*X*), sa distance avec le point B vaut :

A) $4(H-h).\sin\alpha.\cos\alpha$

B) $4(H-h).\sin^2\alpha$

C) $4(H-h).\cos^2\alpha$

D) aucune des 3 réponses précédentes

EXERCICE 5

Dans un TGV animé d'un mouvement rectiligne et uniforme roulant à la vitesse V_0 = 300 km.h^{-1} par rapport au sol, un passager se déplace à une vitesse constante V_1 = 1 m.s^{-1}.
A l'instant t = 0, il part de l'arrière du train et remonte en direction de l'avant du train. On prendra l'axe des x comme axe horizontal, orienté dans le sens du mouvement du train et $\vec{\imath}$ désigne le vecteur unitaire de cet axe, avec la même orientation.

40) Dans le référentiel du TGV (origine prise à l'arrière du train)
A) l'accélération du passager est constante, strictement positive
B) l'accélération du passager n'est pas constante
C) l'équation horaire du passager est $x(t) = V_1.t$
D) l'équation horaire du passager est $x(t) = -V_1.t$

41) Par rapport au référentiel du sol (origine prise au point de départ du passager)
A) l'accélération du passager n'est pas constante
B) l'équation horaire du passager est $x(t) = V_0.t$
C) l'équation horaire du passager est $x(t) = (V_0 - V_1).t$
D) l'équation horaire du passager est $x(t) = (V_0 + V_1).t$

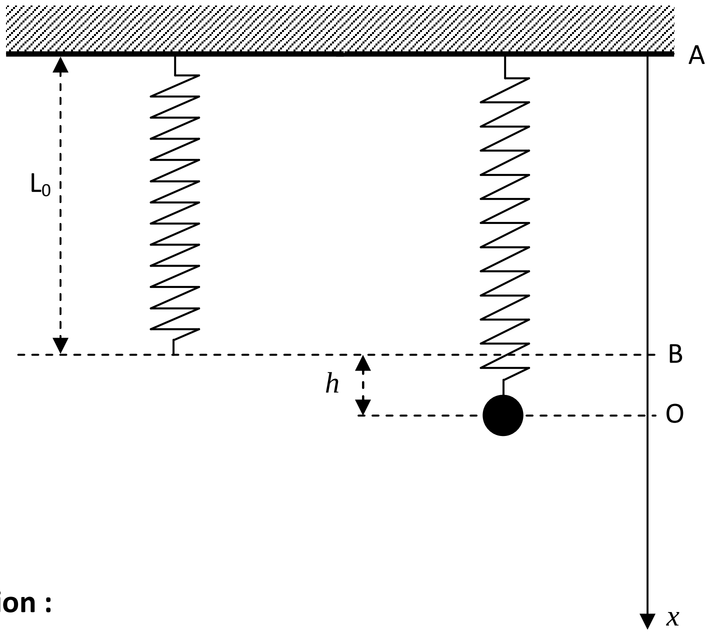
Le train arrive en gare et freine de façon régulière pour passer de la vitesse V_0 à la vitesse nulle pendant l'intervalle de temps de durée t_1. Le passager continue de se déplacer dans le TGV et on se place dans le référentiel du sol.

42) L'accélération $\vec{a}$ du passager est :
A) $\vec{a} = \vec{0}$
B) $\vec{a} = \frac{V_0}{t_1}.\vec{\imath}$
C) $\vec{a} = -\frac{V_0}{t_1}.\vec{\imath}$
D) $\vec{a} = -\frac{V_0}{t_1}$

43) L'équation horaire du mouvement du passager s'écrit (origine désormais prise à la position du passager à l'instant t = 0):
A) $x(t) = \frac{1}{2}.\frac{V_0}{t_1}.t^2 + (V_0 + V_1).t$
B) $x(t) = -\frac{1}{2}.\frac{V_0}{t_1}.t^2 + (V_0 + V_1).t$
C) $x(t) = -\frac{1}{2}.\frac{V_0}{t_1}.t^2 + (V_0 - V_1).t$
D) aucune des 3 réponses précédentes

EXERCICE 6

Un ressort de raideur k et de masse m_0 est suspendu verticalement par son extrémité A, en un lieu où la norme du vecteur accélération de la pesanteur est notée g. Sa longueur au repos est L_0. À l'autre extrémité B, on accroche une masse ponctuelle m. À l'équilibre, le ressort s'allonge de la longueur h = BO. La longueur du ressort est alors AO = L.



44) On a la relation :

A) $g = \frac{km}{h}$

B) $g = \frac{kh}{m}$

C) $g = \frac{hm}{k}$

D) aucune des 3 réponses précédentes

À partir de la position d'équilibre O prise comme origine, on écarte la masse m d'une longueur $x(0) > 0$ et on la lâche sans vitesse initiale à l'instant t = 0.

45) L'équation du mouvement de la masse m est :

A) $\ddot{x} = mg + k(x + h)$

B) $m\ddot{x} = mg - k(x - h)$

C) $\ddot{x} = -\frac{k}{m}.x$

D) $\ddot{x} = \frac{k}{m}.x$

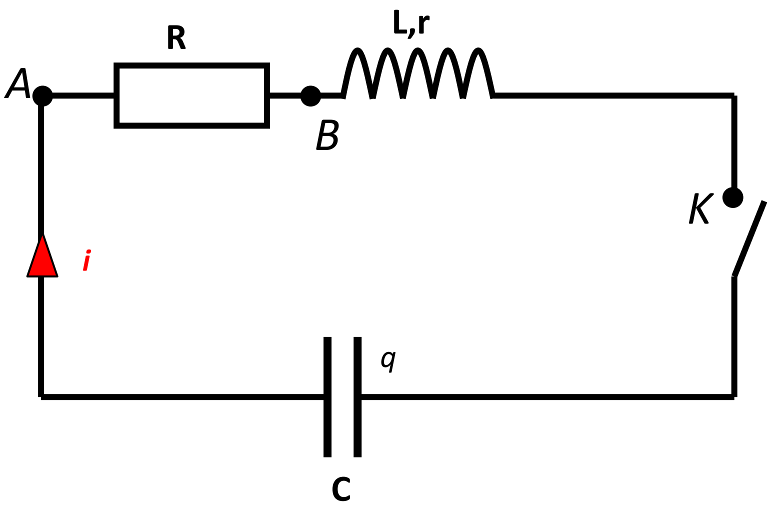
On suppose le mouvement harmonique, de la forme $x(t) = a.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$ où a représente l'amplitude des oscillations, T_0 leur période et φ un déphasage.

46) On a :
A) $\varphi = 0$
B) $T_0 = \sqrt{\frac{m}{k}}$
C) $a = -x\left(\frac{T_0}{2}\right)$
D) aucune des 3 réponses précédentes

47) On a la relation :
A) $g = \frac{4\pi^2 h}{T_0^2}$
B) $g = \frac{h}{T_0^2}$
C) $g = \frac{T_0^2}{h}$
D) aucune des 3 réponses précédentes

<u>EXERCICE 7</u>

On étudie la décharge d'un condensateur à travers une bobine et une résistance.
La bobine a une inductance L et une résistance r. On a de plus une résistance R et on note C la capacité du condensateur.



Le condensateur a été préalablement chargé et à l'instant t = 0 on ferme l'interrupteur K.

48) On a la relation :

A) $u_{AB} + u_{BK} - u_{AK} = 0$

B) $u_{BA} + u_{BK} + u_{AK} = 0$

C) $u_{AB} + u_{KB} + u_{AK} = 0$

D) $u_{BA} + u_{KB} + u_{KA} = 0$

49) q désigne la charge de l'armature du condensateur reliée à K. On a la relation :

A) $i(t) = -\frac{dq}{dt}$

B) $i(t) = C\frac{dq}{dt}$

C) $i(t) = \frac{dq}{dt}$

D) $i(t) = -C\frac{dq}{dt}$

50) On a la relation :

A) $u_{AB} = R.i$

B) $u_{BA} = R.i$

C) $u_{AB} = (R + r).i$

D) $u_{AB} = -(R + r).i$

51) On a la relation :

A) $u_{BK} = r.i$

B) $u_{BK} = r.i + L.\frac{di}{dt}$

C) $u_{BK} = L.\frac{di}{dt}$

D) $u_{BK} = -r.i - L.\frac{di}{dt}$

52) On a l'équation différentielle :

A) $L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + (R + r) \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$

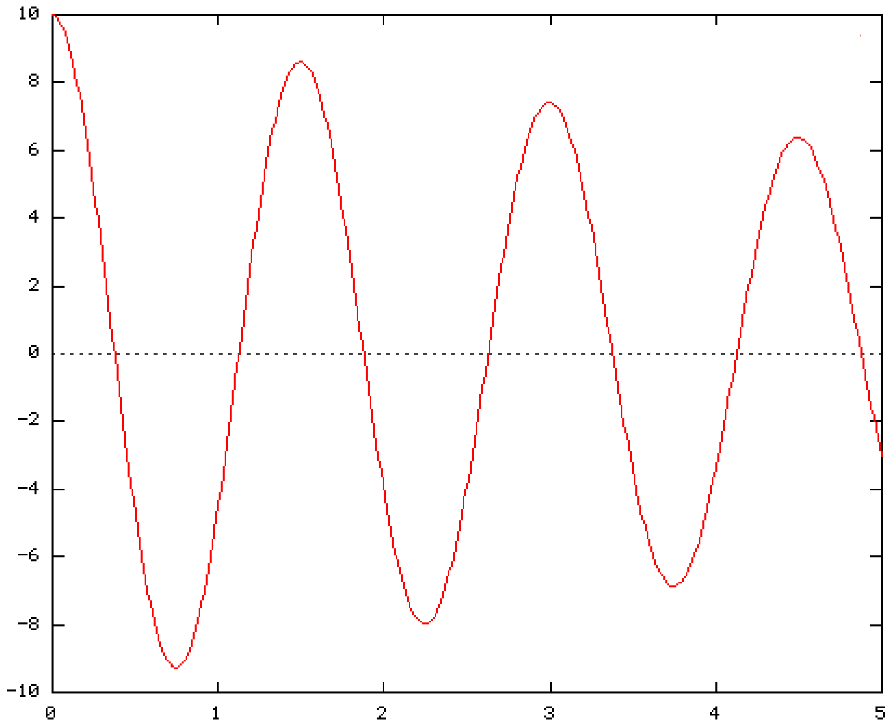
B) $L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} - (R + r) \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$

C) $L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + (R + r) \cdot \frac{dq}{dt} + C.q = 0$

D) $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{R+r} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0$

53) R et r sont strictement positifs dans cette question.

On obtient le graphe suivant pour la tension aux bornes du condensateur.



En abscisses, le temps est mesuré en secondes. Il s'agit d'un régime pseudo-périodique.

La pseudo-période vaut :

A) 0,75 s

B) 1,5 s

C) 4,5 s

D) 5 s

54) On suppose pour cette question que R = r = 0. On peut affirmer que :

A) le régime est pseudo-périodique d'oscillations amorties avec une pseudo-période propre de $T = 2\pi\sqrt{LC}$

B) la tension aux bornes du condensateur s'écrit $u_{KA} = U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}.t + \varphi_0\right)$

C) la tension aux bornes du condensateur s'écrit $u_{KA} = U_m.\cos\left(\sqrt{LC}.t + \varphi_0\right)$

D) aucune des 3 réponses précédentes

EXERCICE 8

55) On considère l'équation de désintégration radioactive : $^{238}_{94}\mathbf{Pu} \rightarrow {}^{234}_{92}\mathbf{U} + {}^{4}_{2}\mathbf{He}$.
Il s'agit de :
A) radioactivité α
B) radioactivité β^{+}
C) radioactivité β^{-}
D) émission γ

56) La demi-vie du carbone 14 est d'environ 5 500 ans.
Un morceau de bois mort est resté enterré pendant 22 000 ans.
Pendant ces 22 000 années, le nombre d'atomes de carbone 14 a été :
A) divisé par 4
B) divisé par log(4)
C) divisé par 16
D) divisé par ln(16)

On considère maintenant une population formée de noyaux radioactifs tous identiques. On note N_0 la population à l'instant t = 0 et $N(t)$ la population à l'instant t.
On note λ la constante de radioactivité caractéristique du type de noyau et $t_{1/2}$ la demi-vie du type de noyau.

57) On a la relation :
A) $N(t) = e^{-\lambda t}$
B) $N(t) = N_0 . e^{-\lambda t}$
C) $\frac{dN}{dt} = \lambda . N(t)$
D) aucune des 3 réponses précédentes

58) On a la relation :
A) $t_{1/2} = \frac{2}{\lambda}$
B) $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
C) $t_{1/2} = \frac{\lambda}{\ln 2}$
D) aucune des 3 réponses précédentes

59) Au bout d'un temps t inconnu, on observe une population N. On a la relation :
A) $t = \lambda \ln \frac{N_0}{N}$
B) $t = \frac{1}{\lambda} . \ln \frac{N}{N_0}$
C) $t = \frac{1}{\lambda} . \ln \frac{N_0}{N}$
D) aucune des 3 réponses précédentes

60) Au bout d'un temps inconnu t, on observe que la population a diminué de 25 % par rapport à N_0. On a la relation :

A) $t = -\lambda . \ln(0{,}75)$

B) $t = -\frac{1}{\lambda} . \ln(0{,}25)$

C) $t = -\frac{1}{\lambda} . \ln(0{,}75)$

D) $t = -\lambda . \ln(0{,}25)$

FIN DE L'EPREUVE