

## 5| CONCOURS AVENIR 2010

### Sujet

#### 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)  $5 \cdot 10^{-9}$  m.
- b)  $5 \cdot 10^{-7}$  m.
- c)  $5 \cdot 10^{-5}$  m.
- d)  $5 \cdot 10^{-3}$  m.

**10. Dans le système d'unités international, une pression s'exprime en :**

- a)  $N \cdot m^{-2}$ .
- b)  $N \cdot m^{-1}$ .
- 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)  $\sqrt{m \cdot g}$
- b)  $\sqrt{g \cdot l} + \frac{ml}{t}$
- c)  $\sqrt{\frac{lF}{m}}$
- d)  $\sqrt{\frac{lFg}{mt}}$

**12. La masse de  $3 \text{ cm}^3$  d'eau à l'état liquide est :**

- a) 3 g.
- b)  $3 \cdot 10^{-2}$  kg.
- c)  $3 \cdot 10^{-3}$  kg.
- d) aucune des trois réponses précédentes.

**13. Hors programme.**

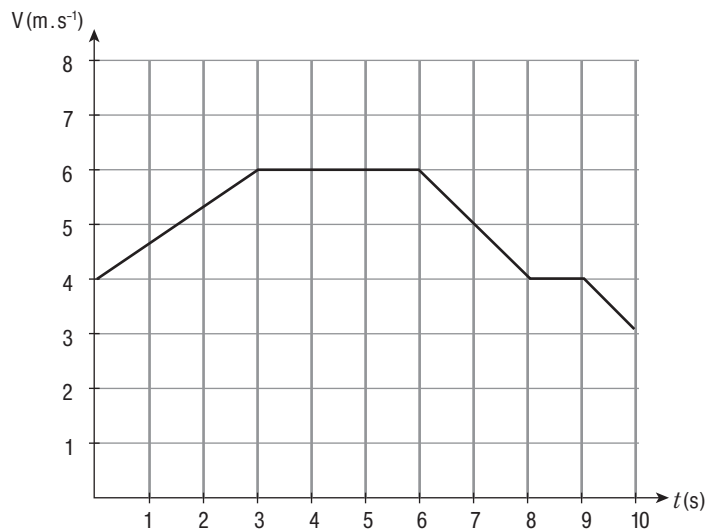
**14. Dans une conduite d'eau, on a un débit de  $100 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$  (litres par seconde). Cela correspond à un débit de :**

- a)  $3,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .
- b)  $36 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .
- c)  $360 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .
- d)  $3\,600 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

**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.**

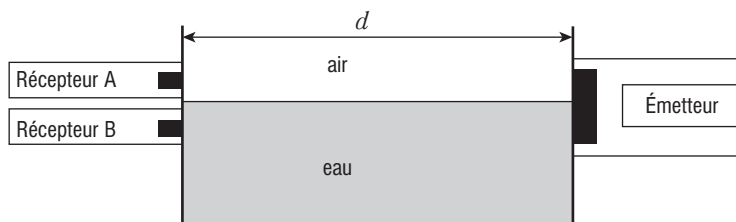
- a) L'accélération est nulle entre les instants  $t = 6 \text{ s}$  et  $t = 8 \text{ s}$ .
- b) Le mouvement est rectiligne uniforme pendant toute sa durée.
- c) L'accélération est constante, positive, entre les instants  $t = 6 \text{ s}$  et  $t = 8 \text{ s}$ .
- d) Aucune des trois réponses précédentes.

**16. Pendant la durée du mouvement (10 secondes), le mobile a parcouru une distance de :**

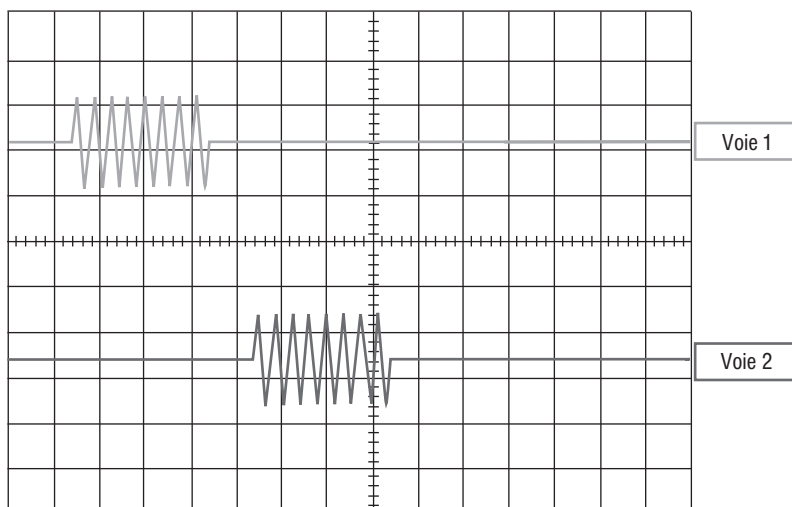
- a) 49,5 m.
- b) 48 m.
- c) 50,5 m.
- d) aucune des trois réponses précédentes.

**Exercice 3**

La vitesse des ultrasons dans l'air  $v_{\text{air}} = 300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  est plus faible que la vitesse  $v_{\text{eau}}$  des ultrasons dans l'eau. Un émetteur produit des salves ultrasonores qui se propagent simultanément dans l'air et dans l'eau ; deux récepteurs A et B sont placés à une distance  $d = 1,5 \text{ m}$  de l'émetteur. Le récepteur A relié à un oscilloscope enregistre le signal qui se propage dans l'air. Le récepteur B relié à un oscilloscope enregistre le signal qui se propage dans l'eau.



Les deux 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 trois 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 :

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

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

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

- d) aucune des trois réponses précédentes.

20. On en déduit :

$$a) v_{\text{eau}} = \frac{d \cdot v_{\text{air}}}{d - \Delta t \cdot v_{\text{air}}}.$$

$$b) v_{\text{eau}} = \frac{d \cdot v_{\text{air}}}{d + \Delta t \cdot v_{\text{air}}}.$$

$$c) v_{\text{eau}} = v_{\text{air}} = d \cdot \Delta t.$$

- d) aucune des trois réponses précédentes.

21. Application numérique :

$$a) v_{\text{eau}} = 500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

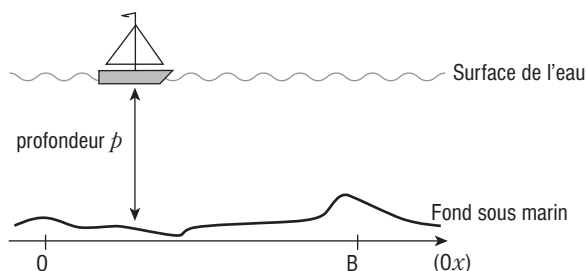
$$b) v_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c) v_{\text{eau}} = 1\,500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$d) v_{\text{eau}} = 2\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

**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. A intervalles réguliers, le sonar du bateau envoie une salve d'ondes ultrasonores et enregistre le décalage  $\Delta t$  entre le signal émis et le signal reçu qui est l'écho renvoyé par le fond sous-marin.  $p$  désigne la profondeur.



a)  $p = v_{\text{eau}} \cdot \Delta t$

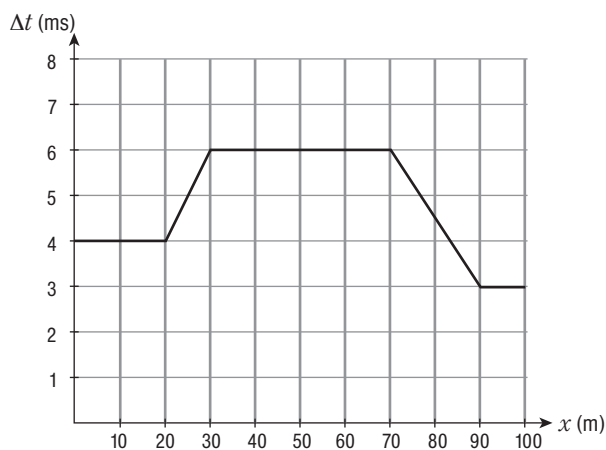
b)  $p = \frac{v_{\text{eau}} \cdot \Delta t}{2}$

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

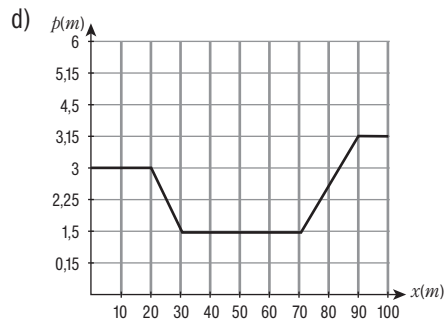
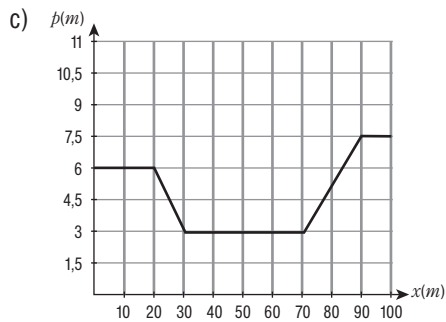
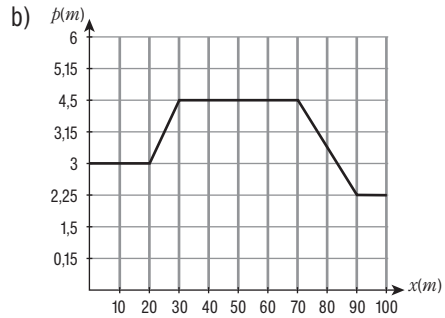
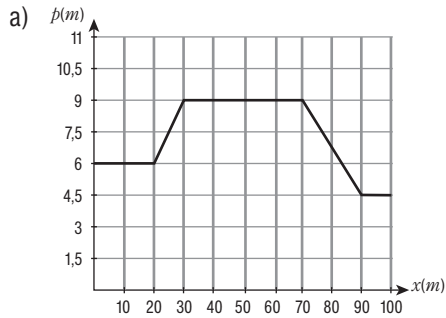
d) Aucune des trois réponses précédentes

**23. On enregistre le décalage  $\Delta t$  en fonction de l'abscisse  $x$  du bateau.**

On obtient le graphe suivant :



Le profil du fond sous-marin est :



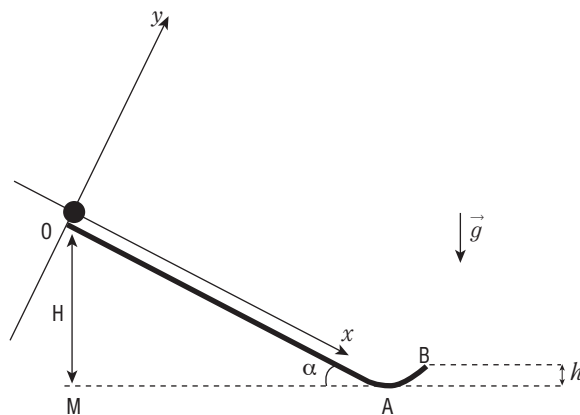
**Exercice 4**

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 ; on note  $m$  sa masse. On note :

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} \text{ et } \ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

Les frottements sont considérés comme nuls.



À 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 trois 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)  $\dot{x} = mg \sin \alpha$

d) aucune des trois réponses précédentes

**26. On en déduit :**

a)  $\dot{x} = g (\sin \alpha) \cdot t$

b)  $\dot{x} = g (\cos \alpha) \cdot t$

c)  $\dot{x} = mg (\sin \alpha) \cdot t$

d) aucune des trois réponses précédentes

**27. On a donc :**

a)  $x = g (\sin \alpha) \cdot \frac{t^2}{2}$

b)  $x = g (\cos \alpha) \cdot \frac{t^2}{2}$

c)  $x = mg (\sin \alpha) \cdot \frac{t^2}{2}$

d) aucune des trois réponses précédentes



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

a)  $\frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}}$

b)  $\sin \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}}$

c)  $\frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2 \cdot H}}$

d) aucune des trois réponses précédentes

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

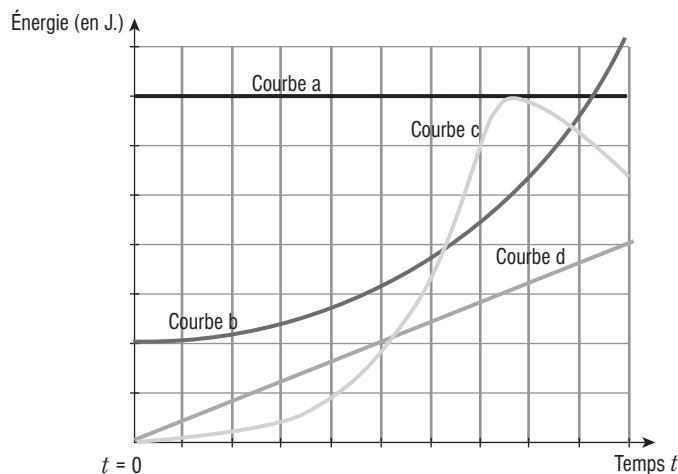
**29. Au cours de cette chute :**

- 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 trois 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 quatre courbes représente l'énergie cinétique de la bille.**



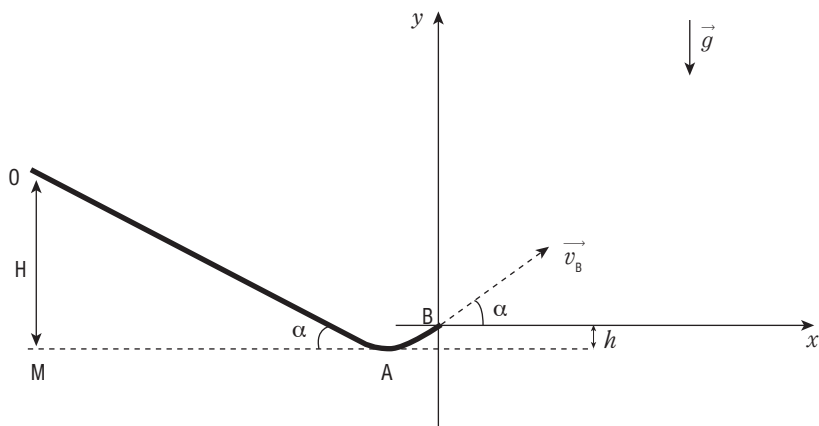
La courbe représentant l'énergie cinétique de la bille est :

- 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)  $\sqrt{2g(H - h)}$
- b)  $\sqrt{2g(h - H)}$
- c)  $\sqrt{g(H - h)}$
- d) aucune des trois 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 (BX) 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  $\vec{v}_B$  dont l'angle avec l'horizontale est le même angle  $\alpha$  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)  $\begin{cases} \dot{x} = g \cos \alpha \\ \dot{y} = g \sin \alpha \end{cases}$
- b)  $\begin{cases} \dot{x} = 0 \\ \dot{y} = g \end{cases}$

$$c) \begin{cases} \dot{x} = g \\ \dot{y} = 0 \end{cases}$$

d) aucune des trois réponses précédentes

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

$$a) \begin{cases} \dot{x} = v_B \cos \alpha \\ \dot{y} = v_B \sin \alpha - gt \end{cases}$$

$$b) \begin{cases} \dot{x} = v_B \sin \alpha \\ \dot{y} = v_B \cos \alpha - gt \end{cases}$$

$$c) \begin{cases} \dot{x} = v_B \cos \alpha \\ \dot{y} = v_B \sin \alpha + gt \end{cases}$$

$$d) \begin{cases} \dot{x} = v_B \sin \alpha \\ \dot{y} = v_B \cos \alpha + gt \end{cases}$$

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

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

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

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

d) aucune des trois 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 trois réponses précédentes

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

$$a) (H - h) \cos^2 \alpha$$

$$b) (H - h)$$

$$c) (H - h) \sin^2 \alpha$$

d) aucune des trois réponses précédentes

**38. La bille recoupe l'axe (BX) à l'instant :**

- a)  $\frac{2v_B}{g}$   
 b)  $\frac{v_B \cdot \sin \alpha}{g}$   
 c)  $\frac{2v_B \cdot \cos \alpha}{g}$   
 d)  $\frac{2v_B \cdot \sin \alpha}{g}$

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

- a)  $4(H - h) \sin \alpha \cdot \cos \alpha$   
 b)  $4(H - h) \sin^2 \alpha$   
 c)  $4(H - h) \cos^2 \alpha$   
 d) aucune des trois réponses précédentes

**Exercice 5**

Dans un TGV animé d'un mouvement rectiligne et uniforme roulant à la vitesse  $v_0 = 300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  par rapport au sol, un passager se déplace à une vitesse constante  $v_1 = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . 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  $\vec{i}$  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  $x(t) = v_1 \cdot t$   
 d) l'équation horaire du passager est  $x(t) = -v_1 \cdot t$

**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  $x(t) = v_0 \cdot t$   
 c) l'équation horaire du passager est  $x(t) = (v_0 - v_1) \cdot t$   
 d) l'équation horaire du passager est  $x(t) = (v_0 + v_1) \cdot t$

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'équation  $\vec{a}$  du passager est :

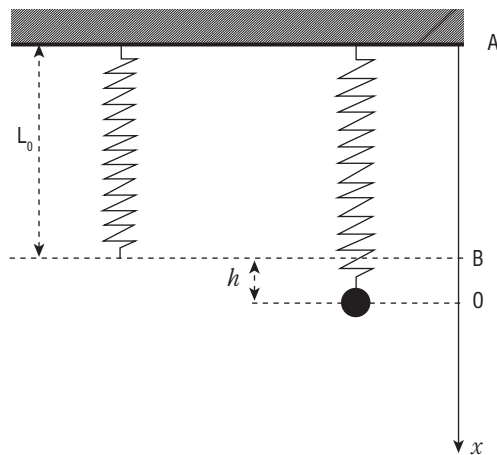
- a)  $\vec{a} = \vec{0}$   
 b)  $\vec{a} = \frac{v_0}{t_1} \vec{i}$   
 c)  $\vec{a} = -\frac{v_0}{t_1} \vec{i}$   
 d)  $\vec{a} = -\frac{v_0}{t_1}$

43. L'équation horaire du mouvement du passager s'écrit (origine désormais prise à la position du passager à l'instant  $t = 0$ ) :

- a)  $x(t) = \frac{1}{2} \frac{v_0}{t_1} \cdot t^2 + (v_0 + v_1) \cdot t$   
 b)  $x(t) = -\frac{1}{2} \frac{v_0}{t_1} \cdot t^2 + (v_0 + v_1) \cdot t$   
 c)  $x(t) = -\frac{1}{2} \frac{v_0}{t_1} \cdot t^2 + (v_0 - v_1) \cdot t$   
 d) aucune des trois réponses précédentes

### Exercice 6

Un ressort de raideur  $k$ , 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  $L_0$ . A l'autre extrémité B, on accroche une masse ponctuelle  $m$ . A 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)  $g = \frac{k \cdot m}{h}$

b)  $g = \frac{k \cdot h}{m}$

c)  $g = \frac{h \cdot m}{k}$

d) aucune des trois réponses précédentes

A partir de la position d'équilibre 0 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  $x(t) = a \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$  où  $a$  représente l'amplitude des oscillations,  $T_0$  leur période et  $\varphi$  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 trois réponses précédentes

**47. On a la relation :**

a)  $g = \frac{4\pi^2 \cdot h}{T_0^2}$

b)  $g = \frac{h}{T_0^2}$

c)  $g = \frac{T_0^2}{h}$

d) aucune des trois réponses précédentes

**Exercice 7****Questions 48 à 54 hors programme.****Exercice 8****55. On considère l'équation de désintégration radioactive :**

Il s'agit de :

- a) radioactivité  $\alpha$
- b) radioactivité  $\beta^+$
- c) radioactivité  $\beta^-$
- d) émission  $\gamma$

**56. à 60. hors programme.**