

**CLASSE :** Terminale

**VOIE :** ☑ Générale

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 0h53

**EXERCICE 3 :** 5 points

**ENSEIGNEMENT :** physique-chimie

**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☑ Oui sans mémoire, « type collègue »

### EXERCICE 3 Émilie du Châtelet, Madame Pompon Newton

**Q1.**

Dans un référentiel galiléen, le vecteur vitesse d'un système est constant si la somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le système vaut le vecteur nul.

Relations mathématiques qui traduisent la première loi de Newton :

$$\text{Si } \Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} : \vec{v} = \text{constante}$$

**Q2.**

Le point B de la figure 2 est celui qui représente le centre de masse G de la plume.

**Q3.**

Deux formules pour calculer la vitesse instantanée :

Formule 1 :

$$v_i = \frac{G_i G_{i+1}}{\tau}$$

Formule 2 :

$$v_i = \frac{G_{i-1} G_{i+1}}{2\tau}$$

**Avec la formule 1 :**

$$v_7 = \frac{G_7 G_8}{\tau}$$

| Schéma  | Réel      |
|---------|-----------|
| 0,7 cm  | 22 cm     |
| 0,95 cm | $G_7 G_8$ |

$$G_7 G_8 = \frac{0,95 \times 22}{0,7}$$

$$G_7 G_8 = 30 \text{ cm}$$

$$v_7 = \frac{30 \times 10^{-2}}{0,085}$$

$$v_7 = 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_9 = \frac{G_9 G_{10}}{\tau}$$

| Schéma  | Réel         |
|---------|--------------|
| 0,7 cm  | 22 cm        |
| 0,95 cm | $G_9 G_{10}$ |

$$G_9 G_{10} = \frac{0,95 \times 22}{0,7}$$

$$G_9 G_{10} = 30 \text{ cm}$$

$$v_9 = \frac{30 \times 10^{-2}}{0,085}$$

$$v_9 = 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Avec la formule 2 :

$$v_7 = \frac{G_6 G_8}{2\tau}$$

| Schéma | Réel      |
|--------|-----------|
| 0,7 cm | 22 cm     |
| 1,9 cm | $G_6 G_8$ |

$$G_6 G_8 = \frac{1,9 \times 22}{0,7}$$

$$G_6 G_8 = 60 \text{ cm}$$

$$v_7 = \frac{60 \times 10^{-2}}{2 \times 0,085}$$

$$v_7 = 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_9 = \frac{G_8 G_{10}}{2\tau}$$

| Schéma | Réel         |
|--------|--------------|
| 0,7 cm | 22 cm        |
| 1,9 cm | $G_8 G_{10}$ |

$$G_8 G_{10} = \frac{1,9 \times 22}{0,7}$$

$$G_8 G_{10} = 60 \text{ cm}$$

$$v_9 = \frac{60 \times 10^{-2}}{2 \times 0,085}$$

$$v_9 = 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

#### Q4.

Liste des forces qui s'appliquent à la plume lors de sa chute dans l'air :

- Le poids  $\vec{P}$
- Les forces de frottements  $\vec{f}$

D'après le sujet : « la portion du mouvement entre les points  $G_6$  et  $G_{11}$  comme étant rectiligne uniforme »

Le mouvement étant rectiligne uniforme, d'après la première loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$$

$$\vec{f} = -\vec{P}$$

Remarque : le signe moins indique que les forces ont des sens opposés.

D'où

$$f = P$$

Or

$$P = m \times g$$

D'où

$$f = m \times g$$

$$f = 0,985 \times 10^{-3} \times 9,81$$

$$f = 9,66 \times 10^{-3} \text{ N}$$

**Q5.**

Deuxième loi de newton : Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures qui s'exercent sur le solide est égale au produit de la masse et de l'accélération :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

**Q6.**

Système {balle de bowling ou plume}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

$$m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\vec{g} = \vec{a}$$

Or

$$\vec{g} \begin{vmatrix} 0 \\ -g \end{vmatrix}$$

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

$$\vec{a} \begin{vmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{vmatrix}$$

Ainsi :  $a_{y(t)} = -g$

$$a_y = \frac{dv_{y(t)}}{dt}$$

On intègre l'accélération :

$$v_{y(t)} = -gt + C_1$$

Pour trouver les constantes, on utilise la vitesse initiale. Or, d'après le sujet, un dispositif permet de lâcher sans vitesse initiale et simultanément la boule de bowling et la plume :  $v_{0y} = 0$

d'où

$$v_{y(t)} = -gt$$

$$v_{y(t)} = \frac{dy(t)}{dt}$$

On intègre la vitesse :

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_2$$

Pour trouver les constantes, on utilise  $z_0 = H$

D'où

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + H$$

Ainsi, l'altitude  $y(t)$  d'un système en chute libre est indépendante de sa masse  $m$ .

**Q7.**

$a_{y(t)} = -g$  : l'accélération est constante, elle ne dépend pas du temps. Courbe A

$v_{y(t)} = -gt$  : la vitesse est une fonction linéaire **décroissante** : c'est une droite passant par l'origine. Courbe B

$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + H$  : l'altitude est une fonction du second degré : c'est une parabole. Courbe C

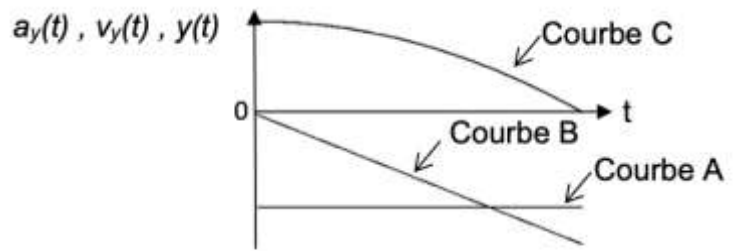


Figure 5. Courbes A, B, et C.

**Q8.**

La valeur de la vitesse  $v_d$  de l'objet est égale à  $14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  quand l'objet arrive à une distance  $d = 20 \text{ cm}$  au-dessus du sol.

On cherche  $H$  :

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + H$$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + H = y(t)$$

$$H = y(t) + \frac{1}{2}gt^2$$

Il faut trouver  $t$  :

$$v_{y(t)} = -gt$$

$$-gt = v_{y(t)}$$

$$t = \frac{v_{y(t)}}{-g}$$

En remplaçant  $t$  dans la relation précédente on obtient :

$$H = y(t) + \frac{1}{2}g \left( \frac{v_{y(t)}}{-g} \right)^2$$

$$H = y(t) + \frac{1}{2}g \times \frac{v_{y(t)}^2}{g^2}$$

$$H = y(t) + \frac{1}{2} \times \frac{v_{y(t)}^2}{g}$$

$$H = 20 \times 10^{-2} + \frac{1}{2} \times \frac{14^2}{9,81}$$

$$H = 10 \text{ m}$$

**Q9.**

Troisième loi de Newton : Tout corps A exerçant une force sur un corps B subit une force d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé, exercée par le corps B.

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

L'extrait qui illustre la troisième loi de Newton est l'extrait n°2 « Si un cheval tire une pierre par le moyen d'une corde, il est également tiré par la pierre : car la corde qui les joint et qui est tendue des deux côtés, fait un effort égal pour tirer la pierre vers le cheval et le cheval vers la pierre ; et cet effort s'oppose autant au mouvement de l'un, qu'il excite le mouvement de l'autre. »