

**CLASSE :** Terminale

**VOIE :** ☒ Générale

**DURÉE DE L'EXERCICE :** 0h53

**EXERCICE 3 :** 5 points

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE

**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒ Oui « type collège »

### EXERCICE 3 : Le javelot tir sur cible

**Q1.**

Deuxième loi de Newton : dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un système de masse constante est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération :

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

Bilan des forces : les frottements et la poussée d'Archimède étant négligés, la seule force qui s'exerce sur le javelot au cours du vol est son poids :

$$\vec{P} = m \times \vec{g}$$

D'après la deuxième loi de Newton :

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

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

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

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

**Q2.**

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

Or

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

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

$$\vec{a} \begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{cases}$$

**Q3.**

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

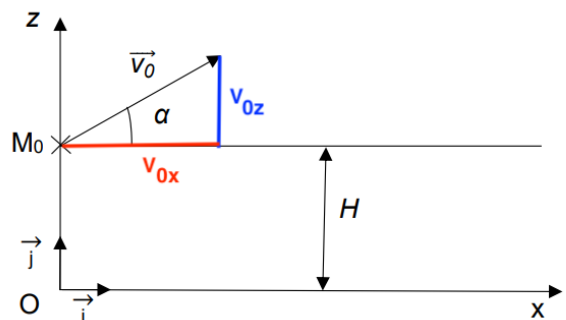
$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_z(t) = -gt + C_2 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise  $\vec{v}_0$

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

D'où

$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos \alpha \\ v_z(t) = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$



**Figure 1.** Schéma du lancer de javelot

**Q4.**

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

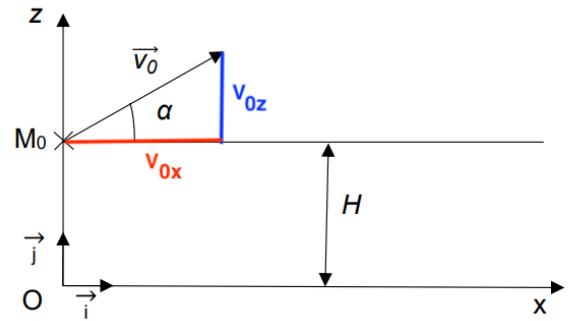
$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t + C_3 \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + C_4 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise  $\vec{OG}_0$

$$\vec{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ z_0 = H \end{cases}$$

d'où

$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + H \end{cases}$$



**Figure 1.** Schéma du lancer de javelot

**Q5.**

$$x = v_0 \cos(\alpha) \times t$$

$$v_0 \cos(\alpha) \times t = x$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$$

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + H$$

$$z(x) = -\frac{1}{2}g \left( \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \times \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} + H$$

$$z(x) = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha) \times x + H$$

$$z(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha) \times x + H$$

**Q6.**

$$z(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha) \times x + H$$

Le modèle expérimental s'écrit  $z = -0,081 x^2 + 0,62 x + 1,1$ .

Par identification :

$$H = 1,1 \text{ m}$$

**Q7.**

Par identification :

$$\tan(\alpha) = 0,62$$

$$\alpha = \arctan(0,62)$$

$$\alpha = 32^\circ$$

Par identification :

$$-\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} = -0,081$$

$$g = 0,081 \times 2v_0^2 \cos^2(\alpha)$$

$$0,081 \times 2v_0^2 \cos^2(\alpha) = g$$

$$v_0^2 = \frac{g}{2 \times 0,081 \times \cos^2(\alpha)}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{g}{2 \times 0,081 \times \cos^2(\alpha)}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{9,81}{2 \times 0,081 \times \cos^2(32^\circ)}}$$

$$v_0 = 9,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

#### Q8.

La cible se situe à la distance  $d = 8 \text{ m}$  du lanceur, donc à  $x = 8 \text{ m}$  :

$$z(8) = -0,081 \times 8^2 + 0,62 \times 8 + 1,1$$

$$z(8) = -5,184 + 4,96 + 1,1$$

$$z(8) = 0,876 \text{ m}$$

Le centre de la cible se situe à  $0,85 \text{ m}$  du sol. L'écart entre le point d'impact du javelot et le centre de la cible vaut :

$$\Delta z = z(8) - 0,85$$

$$\Delta z = 0,876 - 0,85$$

$$\Delta z = 0,026 \text{ m}$$

$$\Delta z = 2,6 \text{ cm}$$

Le cercle blanc central a un diamètre de  $6 \text{ cm}$ , donc un rayon de  $3 \text{ cm}$ .

Comme  $\Delta z = 2,6 \text{ cm} < 3 \text{ cm}$ , le javelot se plante dans le cercle blanc central.

Le joueur marque donc 2 points.