

CLASSE : Terminale

EXERCICE B : 10 points

VOIE : ☒ Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collègue »

EXERCICE B – Le curling (10 points)

Q1.

Bilan des quatre forces appliquées au système {pierre} pendant la phase de lancer :

- Le poids $\vec{P}$
- La réaction normale $\vec{R}_N$
- La force de frottement du sol sur la pierre $\vec{f}$
- La force de poussée du joueur sur la pierre $\vec{F}$

Norme des forces :

$$P = m \times g$$

$$P = 20 \times 9,8$$

$$P = 2,0 \times 10^2 \text{ N}$$

D'après le sujet les deux forces verticales se compensent :

$$R_N = P$$

$$R_N = 2,0 \times 10^2 \text{ N}$$

$$f = \mu \times R_N$$

$$f = 0,020 \times 2,0 \times 10^2$$

$$f = 4,0 \text{ N}$$

$$F = 35 \text{ N}$$

Q2.

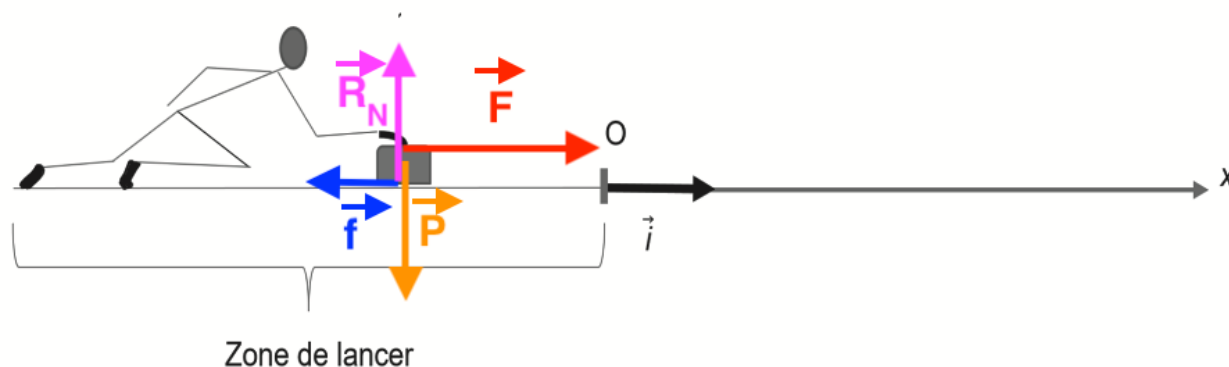


Figure 4. Phase de lancer

Q3.

Système {pierre}

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

D'après la deuxième loi de Newton :

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

$$\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

D'après le sujet les deux forces verticales se compensent : $\vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$

D'où

$$\vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$m\vec{a} = \vec{f} + \vec{F}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{f} + \vec{F}}{m}$$

Avec

$$\vec{f} = -f \times \vec{i}$$

$$\vec{F} = F \times \vec{i}$$

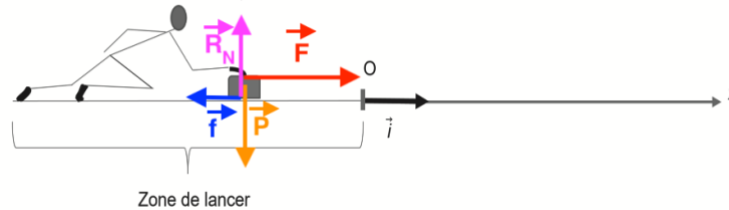


Figure 4. Phase de lancer

D'où

$$\vec{a} = \frac{-f \times \vec{i} + F \times \vec{i}}{m}$$

$$\vec{a} = \frac{-f + F}{m} \times \vec{i}$$

$$\vec{a} = \frac{F - f}{m} \times \vec{i}$$

L'accélération a une valeur constante et est sur l'axe Ox :

Le mouvement est rectiligne uniformément accéléré.

Q4.

$$\vec{a} = \frac{F - f}{m} \times \vec{i}$$

$$a_x = \frac{F - f}{m}$$

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

On intègre l'accélération pour trouver la vitesse :

$$v_{x(t)} = \frac{F - f}{m} \times t + C_1$$

La pierre est initialement immobile : $v_{0x} = 0$

D'où

$$v_{x(t)} = \frac{F - f}{m} \times t$$

Le joueur pousse la pierre jusqu'à la date $t_1 = 2,0$ s. la pierre est lâchée au point O.

Au point O $t = t_1$

D'où

$$v_0 = \frac{F - f}{m} \times t_1$$

$$v_0 = \frac{35 - 4,0}{20} \times 2,0$$

$$v_0 = 3,1 \text{ m.s}^{-1}$$

Q5.

Théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_C = \Sigma W_{AB}(\vec{F})$$

Appliquons le Théorème de l'énergie cinétique entre le point O et 1 pour lequel la pierre s'immobilise :

$$\Delta E_C = \Sigma W_{OA}(\vec{F})$$

$$E_{C(A)} - E_{C(O)} = W_{OA}(\vec{P}) + W_{OA}(\vec{R}_N) + W_{OA}(\vec{f}) + W_{OA}(\vec{F})$$

Or $\vec{F}$ est nulle car le joueur ne pousse plus sur la pierre $W_{OA}(\vec{F}) = 0$

$$E_{C(A)} - E_{C(O)} = W_{OA}(\vec{P}) + W_{OA}(\vec{R}_N) + W_{OA}(\vec{f})$$

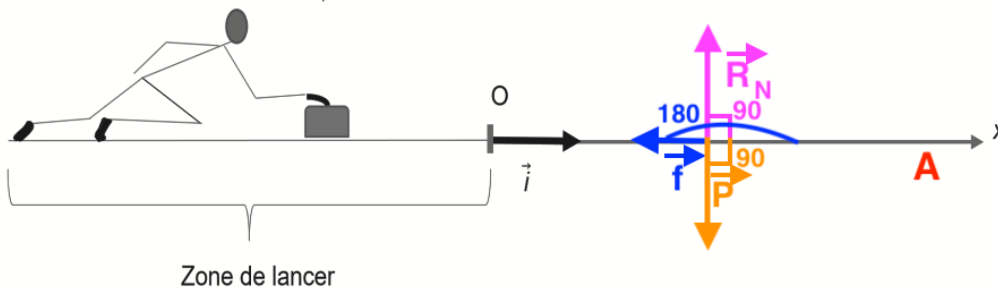


Figure 4. Phase de lancer

$$\frac{1}{2} \times m \times v_A^2 - \frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = P \times OA \times \cos(90) + R_N \times OA \times \cos(90) + f \times OA \times \cos(180)$$

$$0 - \frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = P \times OA \times 0 + R_N \times OA \times 0 + f \times OA \times -1$$

$$-\frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = -f \times OA$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = f \times OA$$

$$f \times OA = \frac{1}{2} \times m \times v_0^2$$

$$f \times d = \frac{1}{2} \times m \times v_0^2$$

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{m \times v_0^2}{f}$$

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{m \times v_0^2}{\mu \times R_N}$$

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{m \times v_0^2}{\mu \times R_N}$$

$$R_N = P = m \times g$$

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{m \times v_0^2}{\mu \times m \times g}$$

$$d = \frac{1}{2} \times \frac{v_0^2}{\mu \times g}$$

$$d = \frac{v_0^2}{2 \times \mu \times g}$$

$$d = \frac{3,1^2}{2 \times 0,020 \times 9,8}$$

$$d = 24,5 \text{ m}$$

Q6.

Graphiquement, sur la Figure 5, la vitesse s'annule pour $x=24,5$ m

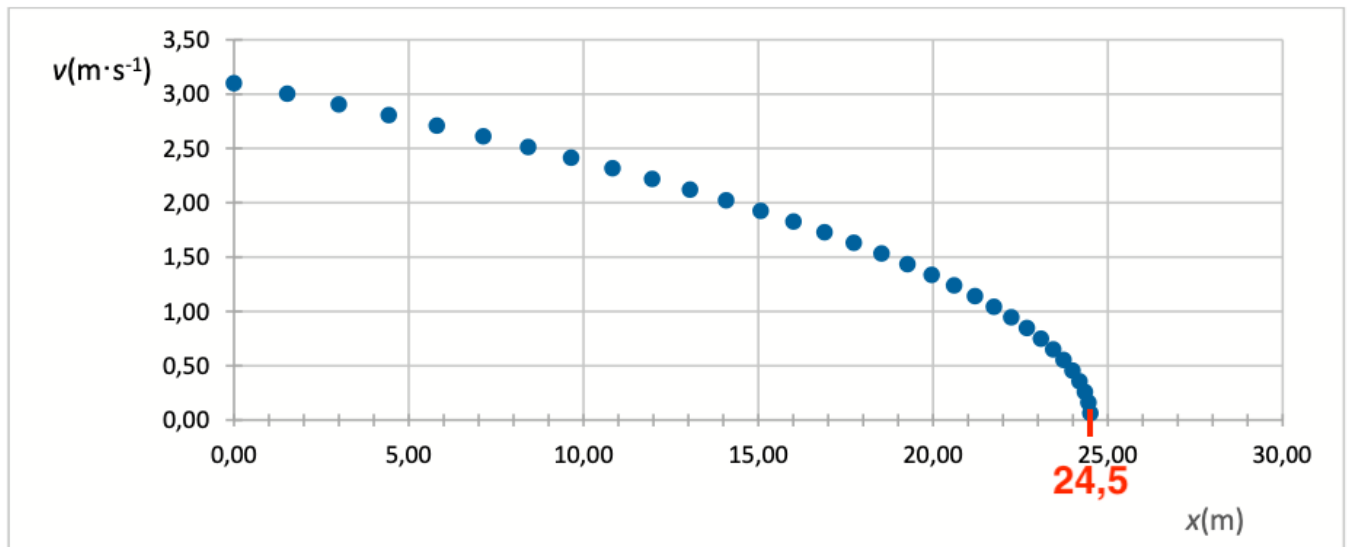


Figure 5. Simulation de l'évolution de la valeur de la vitesse v de la pierre en fonction de sa position x (sans balayage)

Ainsi, le résultat obtenu à la question Q5 est cohérent avec la courbe de la figure 5.

Le centre de la cible est à une distance $D = 28,35$ m

En balayant devant la pierre on diminue les frottements. La pierre peut aller plus loin que 24,5 m. D'où la nécessité de balayer devant la pierre.

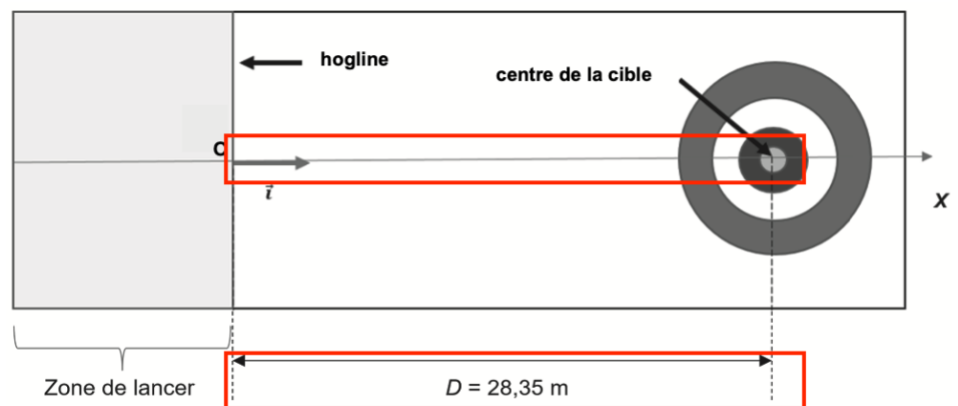


Figure 1. Le schéma de la piste en vue de dessus (échelle non respectée)

Q7.

Lorsque les joueurs ont balayé devant la pierre, les frottements diminuent et la vitesse est quasi constante.

Graphiquement, la vitesse est quasi constante entre 17 et 19 m ainsi qu'entre 24 et 26 m.

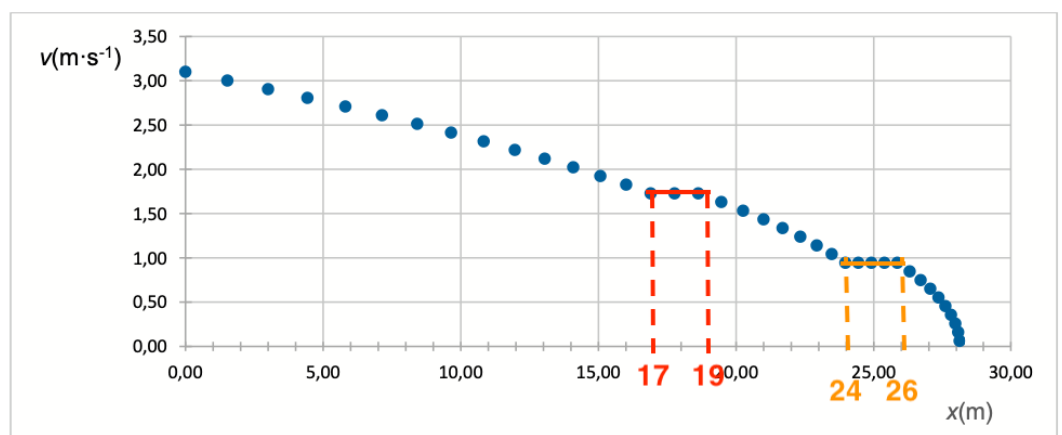


Figure 6. Simulation de l'évolution de la valeur de la vitesse v de la pierre en fonction de sa position x (avec balayage)

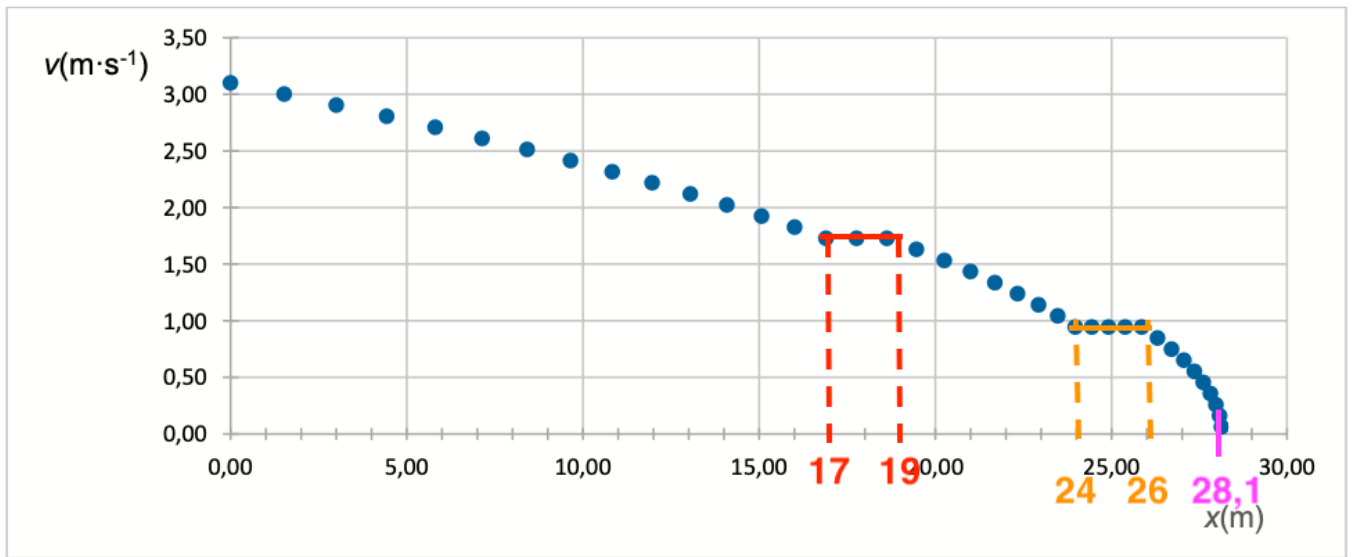


Figure 6. Simulation de l'évolution de la valeur de la vitesse v de la pierre en fonction de sa position x (avec balayage)

La pierre s'immobilise pour $x=28,1\text{m}$ (lecture graphique peu précise). C'est très proche de la valeur désirée $D = 28,35 \text{ m}$.

Ainsi, le balayage a permis aux joueurs d'atteindre leur objectif.