Amérique du Sud 2026 Jour 2 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : 11 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h55	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 : Lancer d'un javelot vortex

Partie 1 : étude du mouvement du javelot vortex

Q1.

$$P = m \times g$$
$$P = 125 \times 10^{-3} \times 9{,}81$$
$$P = 1{,}23 \text{ N}$$

Q2.

$$\Pi_A = \rho_{air} \times V \times g$$
$$\Pi_A = 1{,}3 \times 10^{-3} \times 10^{3} \times 680 \times 10^{-6} \times 9{,}81$$
$$\Pi_A = 8{,}67 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Comparons les deux forces :

$$\frac{P}{\Pi_A} = \frac{1{,}23}{8{,}67 \times 10^{-3}} = 1{,}4 \times 10^{2}$$

Ainsi, la poussée d'Archimède est négligeable devant le poids.

Q3.

Système {javelot vortex}
Référentiel terrestre supposé galiléen
Le javelot n'est soumis qu'à son poids (la poussée d'Archimède est négligeable et les frottements ne sont pas pris en compte).
D'après la deuxième loi de newton :

$$\Sigma \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$$
$$\vec{P} = m\vec{a}$$
$$m\vec{g} = m\vec{a}$$
$$\vec{g} = \vec{a}$$

Or

$$\vec{g} \left| \begin{matrix} 0 \\ -g \end{matrix} \right.$$

Le vecteur accélération du centre de masse du javelot est égal au vecteur champ de pesanteur.

$$\vec{a} \left| \begin{matrix} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = -g \end{matrix} \right.$$

Q4.

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

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v} \left| \begin{matrix} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -gt + C_2 \end{matrix} \right.$$

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

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

d'ou

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

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\overrightarrow{OG} \begin{vmatrix} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + C_4 \end{vmatrix}$$

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

$$\overrightarrow{OG}_0 \begin{vmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = H \end{vmatrix}$$

d'ou

$$\overrightarrow{OG} \begin{vmatrix} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + H \end{vmatrix}$$

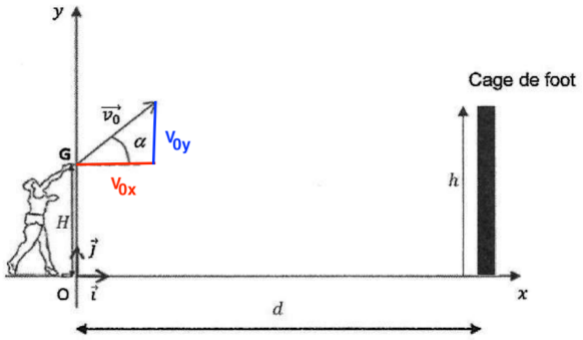


Figure 2. Schéma sans échelle

Q5.

Isolons t :

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

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

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

Remplaçons t dans y :

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

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

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

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

L'équation de la trajectoire est de la forme $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$:
La trajectoire du centre de masse du javelot est une parabole.

Q6.

La trajectoire dépend des conditions initiales (v_0, α et H)
Ainsi, les paramètres initiaux de lancement sur lesquels l'élève peut intervenir (H étant fixée) sont :

- La vitesse initiale v_0
- L'angle d'envol α

Q7.

Calculons y pour x=d :

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

$$y(x = d) = -\frac{1}{2} \times 9{,}81 \times \left(\frac{18{,}0}{13{,}4 \times \cos(40{,}0)}\right)^2 + 18{,}0 \times \tan(40{,}0) + 1{,}50$$

$$y(x = d) = 1{,}52 \text{ m}$$

Or la hauteur de la cage de foot est h = 2,44 m.

$$y(x = d) < h$$

Ainsi, le javelot ne passe pas au-dessus de la cage : le tir n'est pas réussi.

Q8.

Le tir est réussi si le javelot passe au-dessus de la cage :

$$y(x = d) \geq h$$

À la limite : y(x = d) = h

$$h = -\frac{1}{2}g \times \left(\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}\right)^2 + d \times \tan(\alpha) + H$$

$$-\frac{1}{2}g \times \left(\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}\right)^2 + d \times \tan(\alpha) + H = h$$

$$-\frac{1}{2}g \times \left(\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}\right)^2 = h - H - d \times \tan(\alpha)$$

$$\frac{1}{2}g \times \left(\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}\right)^2 = -h + H + d \times \tan(\alpha)$$

$$\left(\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}\right)^2 = \left(-h + H + d \times \tan(\alpha)\right) \times \frac{2}{g}$$

$$\left(\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}\right)^2 = \frac{2 \times \left(-h + H + d \times \tan(\alpha)\right)}{g}$$

$$\frac{d}{v_{0lim} \times \cos(\alpha)} = \sqrt{\frac{2 \times \left(-h + H + d \times \tan(\alpha)\right)}{g}}$$

$$\frac{v_{0lim} \times \cos(\alpha)}{d} = \sqrt{\frac{g}{2 \times \left(-h + H + d \times \tan(\alpha)\right)}}$$

$$v_{0lim} = \frac{d}{\cos(\alpha)} \times \sqrt{\frac{g}{2 \times \left(-h + H + d \times \tan(\alpha)\right)}}$$

$$v_{0lim} = \frac{18{,}0}{\cos(45)} \times \sqrt{\frac{9{,}81}{2 \times \left(-2{,}44 + 1{,}50 + 18{,}0 \times \tan(45)\right)}}$$

$$v_{0lim} = 13{,}6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Q9.

Ligne 27 : y = -0.5*g*t**2 + v0y*t + H

Q10.
Lecture graphique : pour x = d = 18,0 m, la trajectoire est à y = 1,5 m.

Or la hauteur de la cage de foot est h = 2,44 m.
$y(x = d) < h$

Ainsi, le javelot ne passe pas au-dessus de la cage : le tir n'est pas réussi.

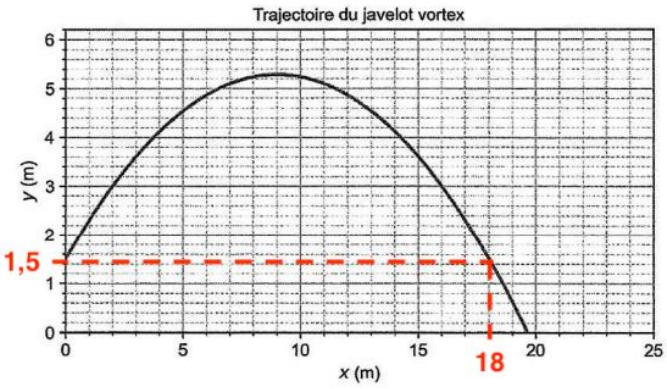


Figure 5. Modélisation de la trajectoire du javelot vortex avec une vitesse de lancer $v_0 = 13{,}4\ m{\cdot}s^{-1}$ et un angle d'envol $\alpha = 40{,}0\ °$.

Q11.
La portée est l'abscisse du point où la trajectoire coupe l'axe des abscisses (y = 0).

Lecture graphique : $x_{max} = 19{,}6\ m$

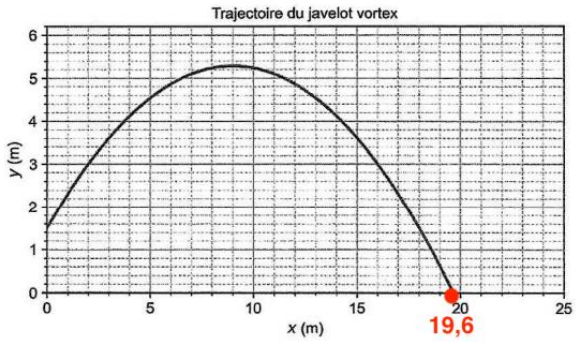


Figure 5. Modélisation de la trajectoire du javelot vortex avec une vitesse de lancer $v_0 = 13{,}4\ m{\cdot}s^{-1}$ et un angle d'envol $\alpha = 40{,}0\ °$.

Q12.
Pour obtenir la trajectoire avec un angle d'envol de valeur α = 45°, il faut modifier la ligne 9 du programme :
Ligne 9 : angle = 45.0

Q13.
Lancer avec $v_0 = 12{,}5\ m{\cdot}s^{-1}$:
Lecture graphique : la portée est de 17,3 m.
Or la cage est à d = 18,0 m.
17,3 m < 18,0 m : le javelot retombe avant la cage, le tir n'est pas réussi : 0 point.
Portée entre 16 et 18 m : 1 point.
Score = 0 + 1 = 1 point.

Lancer avec $v_0 = 14{,}0\ m{\cdot}s^{-1}$:
Lecture graphique : pour x = d = 18,0 m, la trajectoire est à y = 3,6 m.
3,3 m > h = 2,44 m : le javelot passe au-dessus de la cage, le tir est réussi : 2 points.
Lecture graphique : la portée est de 21,3 m.
Portée entre 20 et 22 m : 3 points.
Score = 2 + 3 = 5 points.

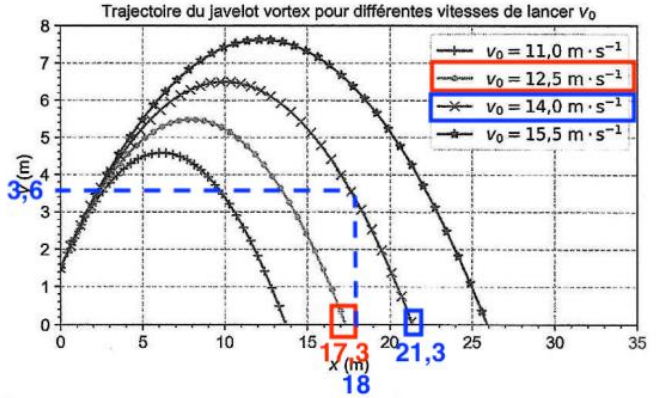


Figure 6. Modélisation de la trajectoire du javelot vortex avec un angle d'envol $\alpha = 45°$.

Partie 2 : effets sonores du javelot vortex

Q14.

$$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

$$L_1 = 10 \times \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$$

$$L_1 = 10 \times \log\left(\frac{2{,}5 \times 10^{-5}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right)$$

$$L_1 = 74 \text{ dB}$$

Q15.

$$L_{moy} = \frac{L_1 + L_2 + \cdots + L_{10}}{10}$$

$$L_{moy} = \frac{75 + 72 + 74 + 68 + 72 + 75 + 71 + 76 + 73 + 69}{10}$$

$$L_{moy} = 72{,}5 \text{ dB}$$

À la calculatrice (mode statistiques) : $s_{exp} = 2{,}6$ dB

$$u(L) = \frac{s_{exp}}{\sqrt{N}}$$

$$u(L) = \frac{2{,}6}{\sqrt{10}}$$

$$u(L) = 0{,}8 \text{ dB}$$

$$L = (72{,}5 \pm 0{,}8) \text{ dB}$$

Q16.

$$z = \left|\frac{x - x_{ref}}{u(x)}\right|$$

$$z = \left|\frac{L_{moy} - L_1}{u(L)}\right|$$

$$z = \left|\frac{72{,}5 - 74}{0{,}8}\right|$$

$$z = 1{,}9$$

$z \leq 2$: le résultat de la mesure est en accord avec la valeur de référence $L_1 = 74$ dB.
Ainsi, la donnée fournie par le constructeur est valide.

Q17.

Une onde émise avec une fréquence f_E est perçue avec une fréquence f_R différente de f_E lorsque l'émetteur et le récepteur sont en déplacement relatif : c'est l'effet Doppler.
Ici, le javelot (émetteur) est en mouvement par rapport au lanceur (récepteur) : l'effet Doppler se manifeste.

Q18.

Le javelot s'éloigne du lanceur.
Si la source s'éloigne, la fréquence perçue diminue :

$$f_R < f_E$$

$$\frac{f_R}{f_E} < 1$$

Or

$$c < c + v$$

$$\frac{c}{c+v} < 1$$

La relation (1) est correcte : $\frac{f_R}{f_E} = \frac{c}{c+v}$
La relation (2) est fausse : $\frac{c}{c-v} > 1$ (cas d'une source qui se rapproche).
La relation (3) est fausse : elle n'est pas homogène (le numérateur $c \times v$ n'est pas une vitesse).

Q19.
Lecture graphique : il y a 7 périodes entre le 1er maximum (0,0 ms) et le 8e maximum (2,85 ms).
$7 \times T = 2{,}85 \times 10^{-3}$
$T = \frac{2{,}83 \times 10^{-3}}{7}$

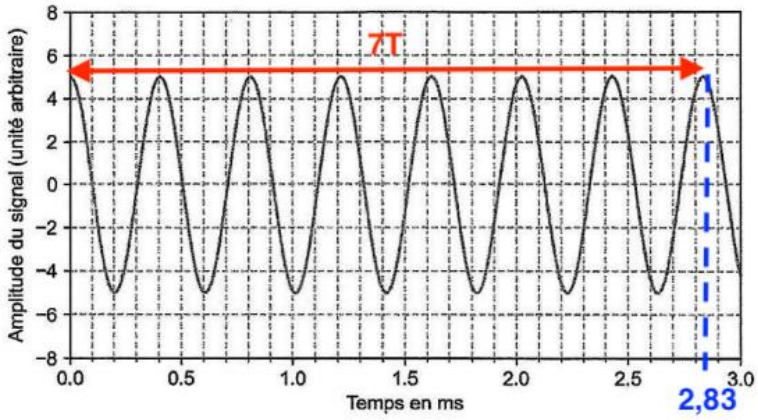


Figure 8. Signal sonore enregistré

$f_R = \frac{1}{T}$
$f_R = \frac{7}{2{,}85 \times 10^{-3}}$
$f_R = 2{,}47 \times 10^3$ Hz

$\frac{f_R}{f_E} = \frac{c}{c+v}$
$f_R \times (c+v) = f_E \times c$
$f_E \times c = f_R \times (c+v)$
$f_E = f_R \times \frac{c+v}{c}$
$f_E = 2{,}47 \times 10^3 \times \frac{340 + 15{,}8}{340}$
$f_E = 2{,}58 \times 10^3$ Hz