

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h56

EXERCICE 1 : (11 points)

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collègue »

EXERCICE 1 (10 points)

Plongeon de haut vol

Partie A – Etude énergétique

1.

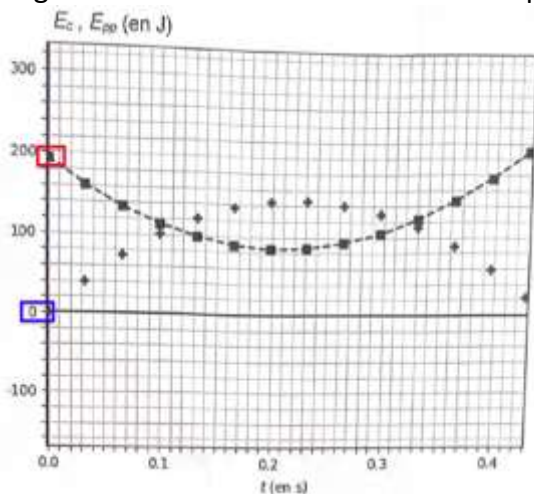
Ligne 36 : $E_{pp_i} = m \cdot g \cdot y[i]$

Ligne 38 : $E_{mi} = E_{ci} + E_{pp_i}$

2.

v_0 n'est pas nul, ainsi l'énergie cinétique initiale n'est pas nulle.

La figure 3 est l'évolution au cours du temps de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.



Seule la courbe en pointillés n'est pas nulle pour $t=0$: la courbe en pointillés est celle de l'évolution de l'énergie cinétique.

3.

$$E_{c_0} = \frac{1}{2} \times m \times v_0^2$$

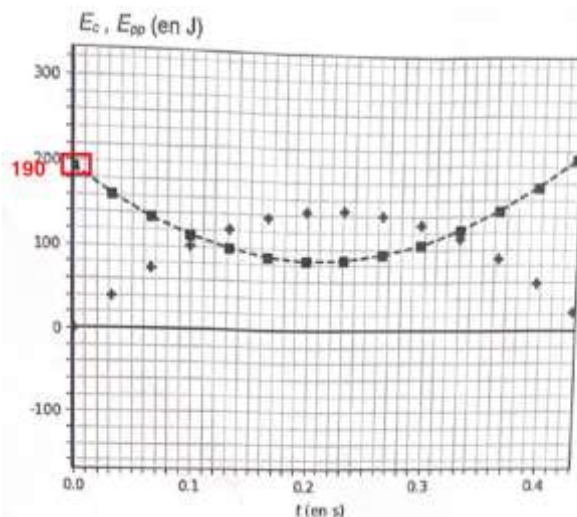
$$\frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = E_{c_0}$$

$$v_0^2 = \frac{2E_{c_0}}{m}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2E_{c_0}}{m}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \times 190}{70,0}}$$

$$v_0 = 2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



4.

Lorsque l'énergie mécanique est constante, les forces de frottements sont négligeables.

Ainsi :

Pour $t \leq 0,4 \text{ s}$ l'énergie mécanique est constante, les forces de frottements sont négligeables.

Pour $t > 0,4 \text{ s}$ l'énergie mécanique décroît, les forces de frottements ne sont pas négligeables.

5.

En observant les courbes de la figure 4, on remarque que :

- pour une énergie cinétique faible l'énergie mécanique reste constante.
- pour une énergie cinétique élevée l'énergie mécanique diminue.

On peut émettre l'hypothèse que :

- pour des vitesses faibles, les forces de frottements sont négligeables.
- pour des vitesses élevées, les forces de frottements ne sont pas négligeables.

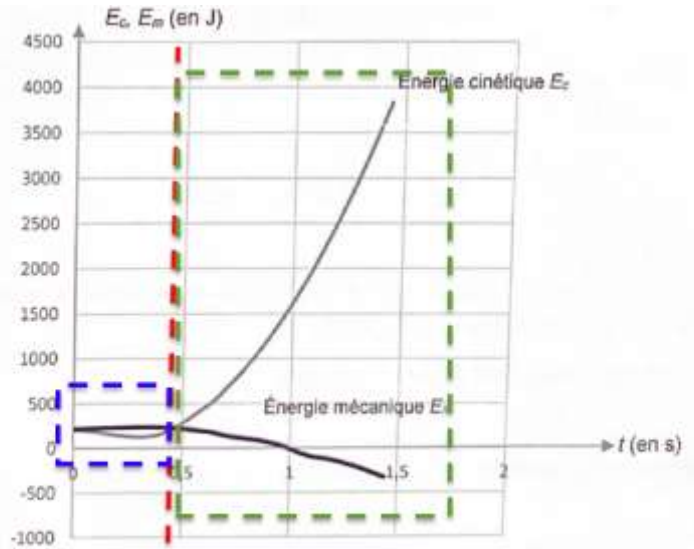


Figure 4 – Évolution des énergies cinétique et mécanique

Partie B – Etude cinématique

6.

Ligne 24 : $v_{xi} = (x[i+1] - x[i]) / (t[i+1] - t[i])$

Ligne 25 : $v_{yi} = (y[i+1] - y[i]) / (t[i+1] - t[i])$

t (s)	x (m)	y (m)
0	0	0
0,033	0,050	0,060
0,067	0,10	0,11
0,100	0,15	0,15
0,133	0,21	0,18

$v_{0x} = v_{x0} = (x[0+1] - x[0]) / (t[0+1] - t[0])$

$v_{0x} = (0,050 - 0) / (0,033 - 0)$

$v_{0x} = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$

$v_{0y} = v_{y0} = (y[0+1] - y[0]) / (t[0+1] - t[0])$

$v_{0y} = (0,060 - 0) / (0,033 - 0)$

$v_{0y} = 1,8 \text{ m.s}^{-1}$

7.

$\cos(\alpha) = \frac{v_{0x}}{v_0}$

$\cos(\alpha) = \frac{1,5}{2,3}$

$\cos(\alpha) = 0,65$

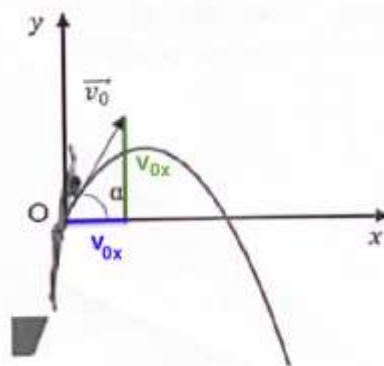
$\alpha = \text{Arccos}(0,65) = 49,5^\circ$

$\sin(\alpha) = \frac{v_{0y}}{v_0}$

$\sin(\alpha) = \frac{1,8}{2,3}$

$\sin(\alpha) = 0,78$

$\alpha = \text{Arcsin}(0,78) = 51,3^\circ$



L'angle α est de l'ordre de $\alpha = 50^\circ$.

8.

Système : plongeur

Référentiel terrestre supposé galiléen.

D'après la deuxième loi de Newton :

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

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

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

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

9.

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

Or

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

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

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

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

On intègre le système d'équation précédent :

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

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

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

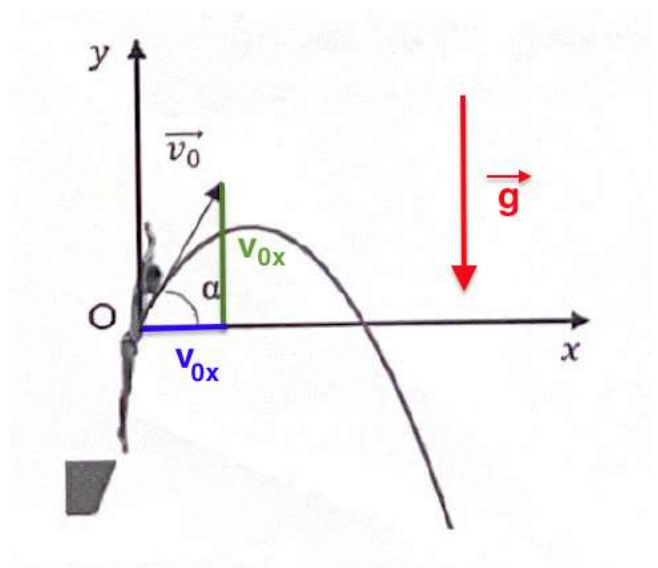
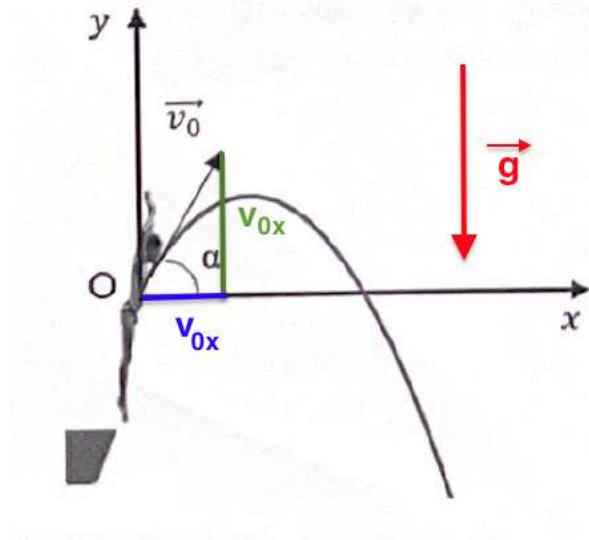
d'où

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

10.

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

On intègre le système d'équation précédent :



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

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

$$\overrightarrow{OP}(0) \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$$

d'où

$$\overrightarrow{OP}(t) \begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{cases}$$

11.

On isole t :

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

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

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

On remplace t dans y :

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

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

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

$y = f(x)$ est de la forme $ax^2 + bx$: la courbe $y = f(x)$ est une parabole. Elle est compatible avec l'allure de la trajectoire représentée figure 1.

12.

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

La durée de chute est obtenue lorsque le plongeur touche l'eau soit pour $y = -28\text{m}$

$$-28 = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t$$

$$-28 = -\frac{1}{2} \times 9,8 \times t^2 + 2,3 \times \sin(50) \times t$$

$$0 = -4,9t^2 + 1,8 \times t + 28$$

$$-4,9t^2 + 1,8 \times t + 28 = 0$$

13.

Pour la valeur du temps, on ne retient que la valeur positive soit $t_2 = 2,58 \text{ s}$

Calculons le Z-score :

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

$$z = \frac{|\Delta t_{\text{exp}} - t_2|}{u(\Delta t_{\text{exp}})}$$

$$z = \frac{|2,8 - 2,58|}{0,3}$$

$$z = 0,73$$

$z < 2$, Δt_{exp} et t_2 sont compatibles.

Ainsi, l'hypothèse de la chute libre conduit à une valeur de la durée de chute en accord avec le résultat expérimental.

14.

$$\vec{v}_{\text{th}} = \vec{v}(t_2) \quad \left| \begin{array}{l} v_{x(t_2)} = v_0 \cos \alpha \\ v_{y(t_2)} = -gt_2 + v_0 \sin \alpha \end{array} \right.$$

$$v_{\text{th}} = v(t_2) = \sqrt{(v_{x(t_2)})^2 + (v_{y(t_2)})^2}$$

$$v_{\text{th}} = \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (-gt_2 + v_0 \sin \alpha)^2}$$

$$v_{\text{th}} = \sqrt{(2,3 \times \cos(50))^2 + (-9,8 \times 2,58 + 2,3 \times \sin(50))^2}$$

$$v_{\text{th}} = 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

15.

Le texte introductif donne une valeur de vitesse d'impact lors de l'entrée dans l'eau proche de 90km/h

$$\frac{90}{3,6} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$v_{\text{th}} = 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ est donc en accord avec la valeur citée dans l'article introductif.

16.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v_f - v_{\text{th}}}{\Delta t}$$

$$a = \frac{0 - 24}{0,5}$$

$$a = -48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$