Centres étrangers 2023 Sujet 2
CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/

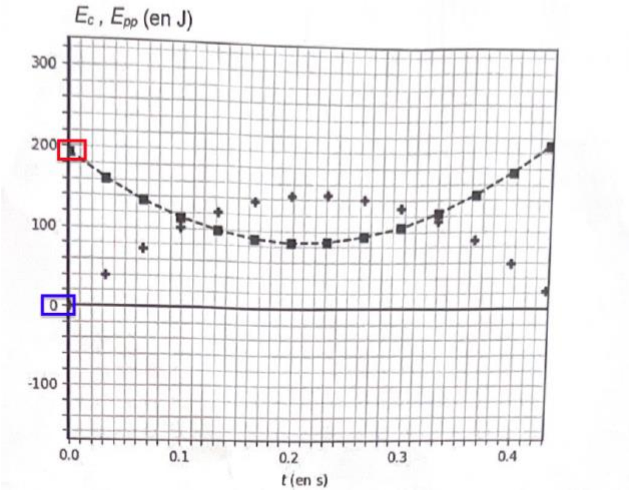
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : (11 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h56	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 (10 points)
Plongeon de haut vol

Partie A – Etude énergétique

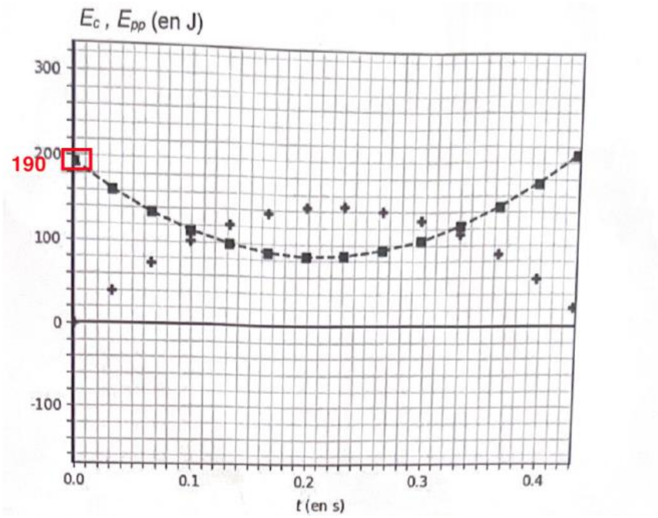
1.
Ligne 36 : Eppi=m*g*y[i]
Ligne 38 : Emi= Eci+ Eppi

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.



$$Ec_0 = \frac{1}{2} \times m \times v_0^2$$
$$\frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = Ec_0$$
$$v_0^2 = \frac{2Ec_0}{m}$$
$$v_0 = \sqrt{\frac{2Ec_0}{m}}$$
$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \times 190}{70,0}}$$
$$v_0 = 2,3 \text{ m.s}^{-1}$$

4.
Lorsque l'énergie mécanique est constante, les forces de frottements sont négligeables.
Ainsi :
Pour $t \leq 0,4$ s l'énergie mécanique est constante, les forces de frottements sont négligeables.
Pour $t > 0,4\ s$ l'énergie mécanique décroit, 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 emmètre 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.

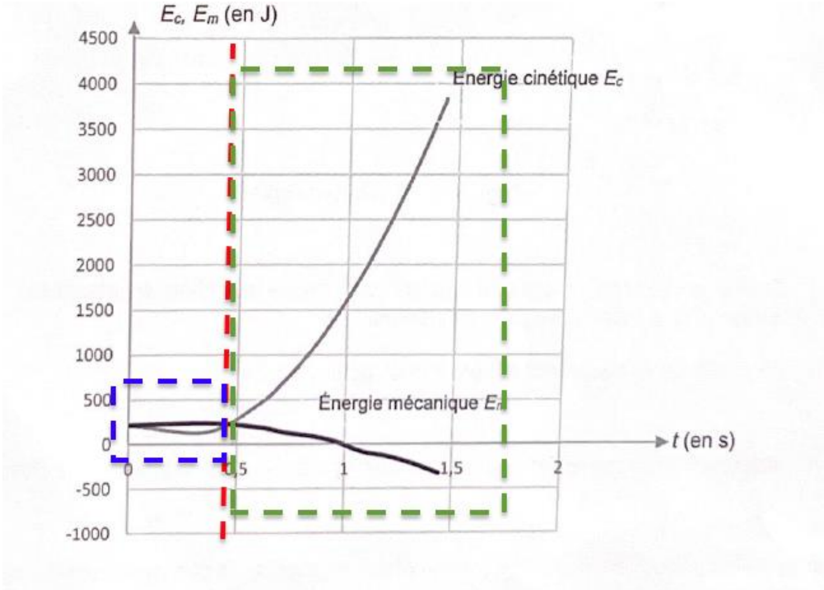


Figure 4 – Évolution des énergies cinétique et mécanique

Partie B – Etude cinématique

6.
Ligne 24 : vxi=(x[i+1]-x[i])/(t[i+1]-t[i])
Ligne 25 : vyi=(y[i+1]-y[i])/(t[i+1]-t[i])

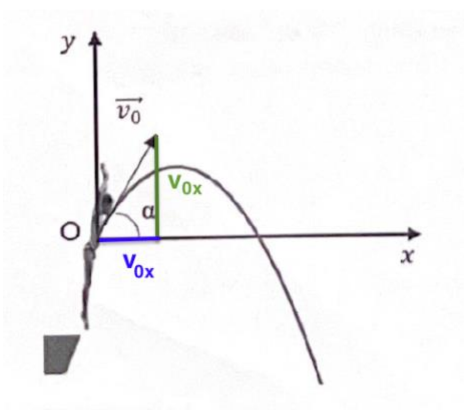
t (s)	x (m)	y (m)
0	0	0
0,033	0,050	0,060
0,067	0,10	0,11
0,100	0,15	0,15
0,133	0,21	0,18

v_{0x}=vx0=(x[0+1]-x[0])/(t[0+1]-t[0])
v_{0x}= (0,050-0)/(0,033-0)
v_{0x}= 1,5 m.s^{-1}

v_{0y}=vy0=(y[0+1]-y[0])/(t[0+1]-t[0])
v_{0y}= (0,060-0)/(0,033-0)
v_{0y}= 1,8 m.s^{-1}

7.

$$\cos(\alpha) = \frac{v_{0x}}{v_0}$$
$$\cos(\alpha) = \frac{1{,}5}{2{,}3}$$
$$\cos(\alpha) = 0{,}65$$
$$\alpha = \text{Arccos}(0{,}65) = 49{,}5°$$



$$\sin(\alpha) = \frac{v_{0y}}{v_0}$$
$$\sin(\alpha) = \frac{1{,}8}{2{,}3}$$
$$\sin(\alpha) = 0{,}78$$
$$\alpha = \text{Arcsin}(0{,}78) = 51{,}3°$$

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

8.
Système : plongeur
Référentiel terrestre supposé galiléen.

D'après la deuxième loi de newton :

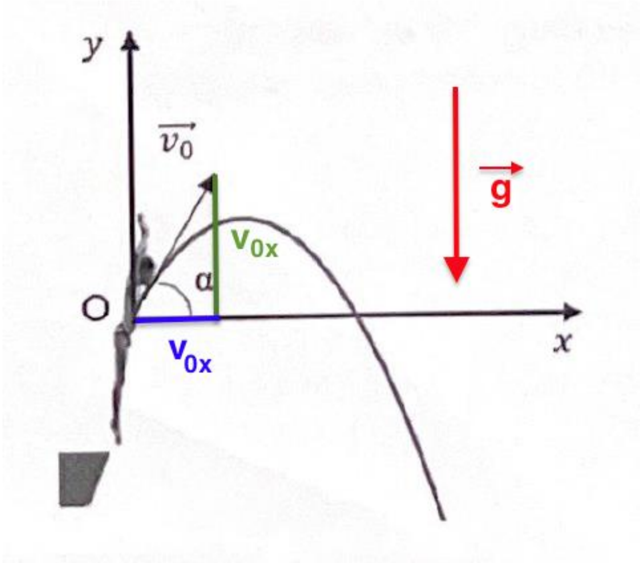
$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$
$\vec{P} = m\vec{a}$
$m\vec{g} = m\vec{a}$
$\vec{g} = \vec{a}$

9.
$\vec{g} = \vec{a}$

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.



$$\boxed{\vec{a}\begin{vmatrix} a_{x(t)} = 0 \\ a_{y(t)} = -g \end{vmatrix}}$$

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

On intègre le système d'équation précédent :

$\vec{v}\begin{vmatrix} v_{x(t)} = C_1 \\ v_{y(t)} = -gt + C_2 \end{vmatrix}$

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

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

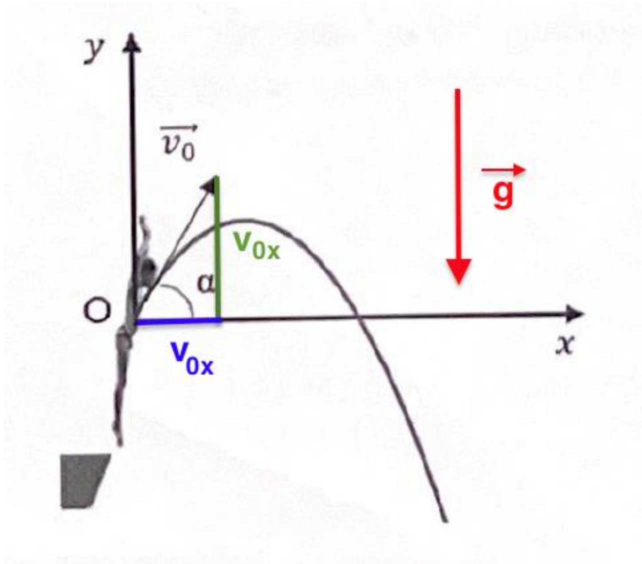
d'ou

$$\boxed{\vec{v}\begin{vmatrix} v_{x(t)} = v_0 \cos\alpha \\ v_{y(t)} = -gt + v_0 \sin\alpha \end{vmatrix}}$$

10.

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

On intègre le système d'équation précédent :



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

Pour trouver les constantes, on utilise $\overrightarrow{OM_0}$

$$\overrightarrow{OP}(0)\left|\begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{array}\right.$$

d'ou

$$\boxed{\overrightarrow{OP}(t)\left|\begin{array}{l} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{array}\right.}$$

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 :

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

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

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

$y = f(x)$ 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=-28m

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

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

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

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

13.

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

Calculons le Z-score :

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

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

$$z = \frac{|2,8 - 2,58\,|}{0,3}$$
$z = 0,73$
$z < 2$, Δt_{exp} et t_2 sont compatibles.

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

14.
$$\vec{v}_{th} = \vec{v}(t_2) \left|\begin{array}{l} v_{x(t_2)} = v_0 \cos\alpha \\ v_{y(t_2)} = -gt_2 + v_0 \sin\alpha \end{array}\right.$$
$$v_{th} = v(t_2) = \sqrt{\left(v_{x(t_2)}\right)^2 + \left(v_{y(t_2)}\right)^2}$$
$$v_{th} = \sqrt{(v_0 \cos\alpha)^2 + (-gt_2 + v_0 \sin\alpha)^2}$$
$$v_{th} = \sqrt{\left(2,3 \times \cos(50)\right)^2 + \left(-9,8 \times 2,58 + 2,3 \times \sin(50)\right)^2}$$
$$v_{th} = 24\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

15.
Le texte introductif donne une valeur de vitesse d'impact lors de l'entrée dans l'eau proche de 90 km/h
$$\frac{90}{3,6} = 25\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

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

16.
$$a_y = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$
$$a_y = \frac{v_f - v_{th}}{\Delta t}$$
$$a_y = \frac{0 - 24}{0,5}$$
$$a_y = -48\ \mathrm{m.s^{-2}}$$
L'accélération est négative car dirigée vers le bas.

$$a = \sqrt{(a_x)^2 + \left(a_y\right)^2}$$
$$a = \sqrt{(0)^2 + (-48)^2}$$
$$a = 48\ \mathrm{m.s^{-2}}$$

Comparons ce résultat à l'intensité du champ de pesanteur *g* :
$$\frac{a}{g} = \frac{48}{9,81} = 4,9$$

L'accélération est près de 5 fois supérieure à l'accélération de pesanteur *g*.