CLASSE : Terminale	**EXERCICE A :** au choix du candidat (5 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE A au choix du candidat

La physique du jonglage (5 points)

Q1.

Lors de la phase 1 :

- la balle monte puis descend (figure 2a)
- v_y décroit en fonction du temps (figure 2b) . v_y est de la forme affine v_y =At+B

Or

$$a_y = \frac{dv_y}{dt}$$

$$a_y = \frac{d(At + B)}{dt}$$

$$a_y = A$$

L'accélération est constante :

Le mouvement est uniformément accéléré selon l'axe Oy.

Q2.

Selon le texte : « la réception et la lancer se faisant toujours en y=0m »

Lors de la phase 2 (figure 2a), la main prends la balle, descend avec elle et la remonte jusqu'en y=0 puis la jette vers le haut.

Q3.

Système {balle}

Référentiel terrestre supposé galiléen

D'après le texte : « Lorsque la balle n'est pas en contact avec la main du jongleur, elle est en chute libre »

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

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

$$\boxed{\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_{x(t)} = 0 \\ a_{y(t)} = -g \end{array}\right.}$$

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

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v}\left|\begin{array}{l} v_{x(t)} = C_1 \\ v_{y(t)} = -gt + C_2 \end{array}\right.$$

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

$$\vec{v}_0\left|\begin{array}{l} v_{ox} = v_0 \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin\alpha \end{array}\right.$$

d'ou

$$\boxed{\vec{v}\left|\begin{array}{l} v_{x(t)} = v_{ox} = v_0 \cos\alpha \\ v_{y(t)} = -gt + v_{0y} = -gt + v_0 \sin\alpha \end{array}\right.}$$

Ainsi, $v_{x(t)} = v_{ox}$

Q4.

L'énergie cinétique est : $E_c = \frac{1}{2} m.v^2$

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est: Epp=mgy

L'énergie mécanique Em d'un système est définie comme la somme des énergies cinétique et potentielle.

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

$$E_{m0} = E_{c0} + E_{pp0}$$

$$E_{m0} = \frac{1}{2} m.v_0^2 + mgy_0$$

Or

$y_0 = 0$

et

$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$

Donc :

$$E_{m0} = \frac{1}{2} m.\left(v_{0x}^2 + v_{0y}^2\right)$$

Q5.

Dans une chute libre, l'énergie mécanique se conserve :

Soit le point A le point ou l'altitude est maximale

$E_m = Cte$

$E_{mA} = E_{m0}$

$\frac{1}{2}m.v_A^2 + mgy_A = \frac{1}{2}m.(v_{0x}^2 + v_{0y}^2)$

Or

$y_A = H$

Et

$v_A^2 = v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2$

Au point A, la vitesse sur y est nulle (car la balle ne monte plus)

Ainsi

$v_A^2 = v_{Ax}^2$

Or la vitesse sur l'axe x est constante (Q3) $v_{x(t)} = v_{ox}$

Donc

$v_A^2 = v_{Ax}^2 = v_{0x}^2$

Ainsi

$\frac{1}{2}m.v_A^2 + mgy_A = \frac{1}{2}m.(v_{0x}^2 + v_{0y}^2)$

$\frac{1}{2}m.v_{0x}^2 + mgH = \frac{1}{2}m.(v_{0x}^2 + v_{0y}^2)$

$mgH = \frac{1}{2}m.(v_{0x}^2 + v_{0y}^2) - \frac{1}{2}m.v_{0x}^2$

$mgH = \frac{1}{2}m.v_{0x}^2 + \frac{1}{2}m.v_{0y}^2 - \frac{1}{2}m.v_{0x}^2$

$mgH = \frac{1}{2}m.v_{0y}^2$

$H = \frac{\frac{1}{2}m.v_{0y}^2}{mg}$

$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$

Q6.

$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$

$v_{0y} = 4{,}0\ m.s^{-1}$

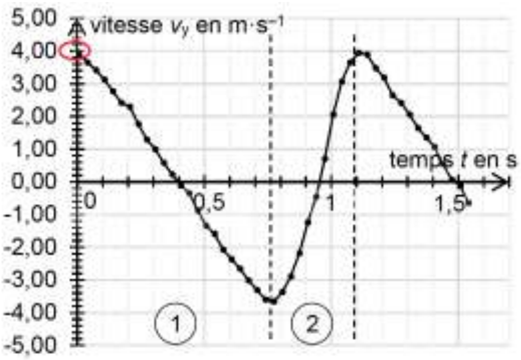

Figure 2b. Courbe représentant $v_y(t)$

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$H = \frac{4{,}0^2}{2 \times 9{,}81}$$

$$H = 0{,}8 \text{ m}$$

Graphiquement, au point le plus haut :$y_{max} = H = 0{,}8 \text{ m}$

Les 2 valeurs sont identiques.

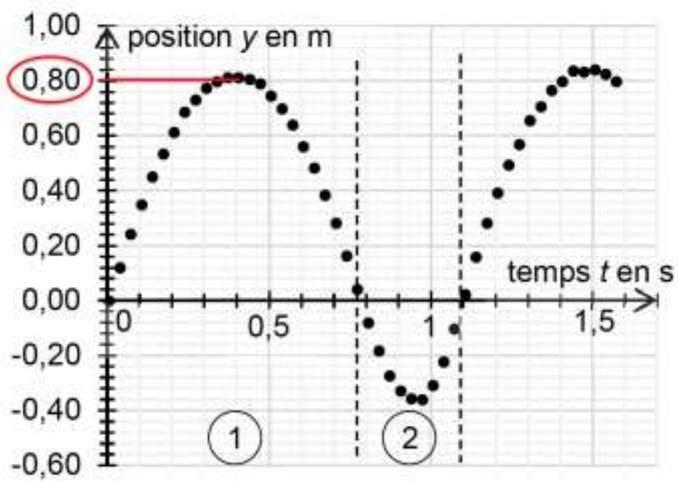

Figure 2a. Courbe représentant $y(t)$

Q7.

v est de la forme affine v_y=At+B

A est le coefficient directeur et B la coordonnée à l'origine.

$$B = v_{0y} = 4{,}0 \text{ m.s}^{-1}$$

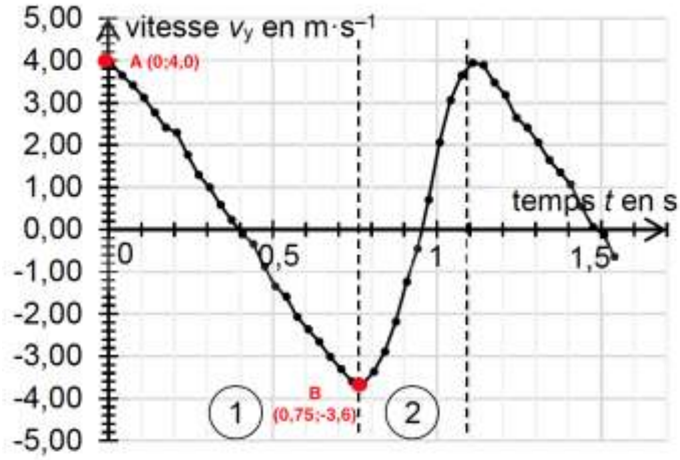

Figure 2b. Courbe représentant $v_y(t)$

$$A = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$A = \frac{-3{,}6 - 4{,}0}{0{,}75 - 0}$$

$$A = -10 \text{ m.s}^{-2}$$

D'où

$$v_y = -10t + 4{,}0$$

Q8.

Question 3 : $v_{y(t)} = -gt + v_0 \sin \alpha$

Question 7 : $v_y = -10t + 4{,}0$

Par identification

$$-gt = -10t$$

$$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

Q9.

Question 3 :

$$\boxed{\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_{x(t)} = v_{ox} \\ v_{y(t)} = -gt + v_{0y} \end{array} \right.}$$

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

On intègre le système d'équation précédent :

$$\overrightarrow{OM} \left| \begin{array}{l} x(t) = v_{ox} \times t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} gt^2 + v_{0y} \times t + C_4 \end{array} \right.$$

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

$$\overrightarrow{OM_0}\left|\begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{array}\right.$$

d'ou

$$\boxed{\overrightarrow{OM}\left|\begin{array}{l} x(t) = v_{ox} \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y} \times t \end{array}\right.}$$

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y} \times t$$

Q10.

t_{air} durée pendant laquelle la balle reste en l'air. Ainsi c'est la durée pour laquelle y=0

$$y(t_{air}) = -\frac{1}{2}gt_{air}^2 + v_{0y} \times t_{air}$$
$$0 = t_{air}\left(-\frac{1}{2}gt_{air} + v_{0y}\right)$$

Un produit de facteur est nul si un des facteurs est nul :

$t_{air} = 0$: impossible car temps initial

$$-\frac{1}{2}gt_{air} + v_{0y} = 0$$
$$-\frac{1}{2}gt_{air} = -v_{0y}$$
$$\frac{1}{2}gt_{air} = v_{0y}$$
$$t_{air} = \frac{2 \times v_{0y}}{g}$$

Or

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$
$$\frac{v_{0y}^2}{2g} = H$$
$$v_{0y}^2 = 2gH$$
$$v_{0y} = \sqrt{2gH}$$

On remplace dans t_{air} :

$$t_{air} = \frac{2 \times v_{0y}}{g}$$

$$t_{air} = \frac{2 \times \sqrt{2gH}}{g}$$

$$t_{air} = \sqrt{\frac{2^2 \times 2gH}{g^2}}$$

$$t_{air} = \sqrt{\frac{8H}{g}}$$

Q11.

$$t_{air} = \sqrt{\frac{8H}{g}}$$

$$t_{air} = \sqrt{\frac{8 \times 0{,}8}{9{,}81}}$$

$$t_{air} = 0{,}80 \text{ s}$$

Graphiquement $t_{air} = 0{,}80$ s : les valeurs correspondent.

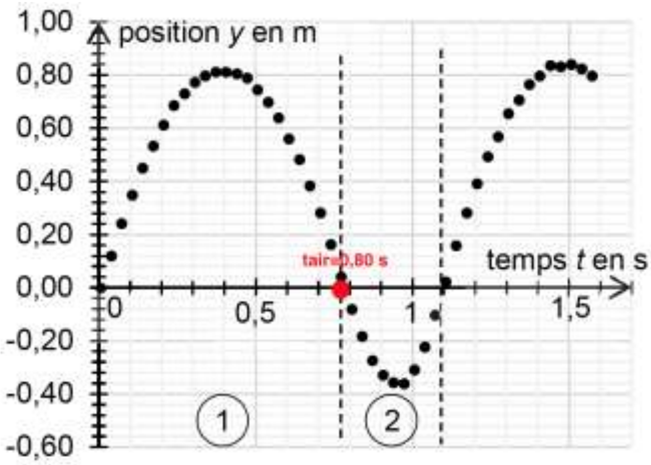

Figure 2a. Courbe représentant $y(t)$