CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2** : 5 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 2 Le « tweener-lob » ou le coup entre les jambes

PARTIE A : Étude du mouvement de la balle lors du « tweener-lob »

A.1.

Système {Balle}
Référentiel terrestre supposé galiléen

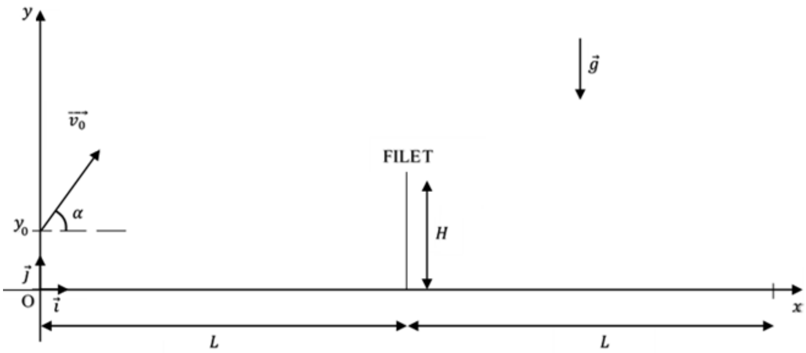
D'après la deuxième loi de newton :

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

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

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

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



Or

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

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

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

A.2.

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

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 $\vec{v}_0$

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

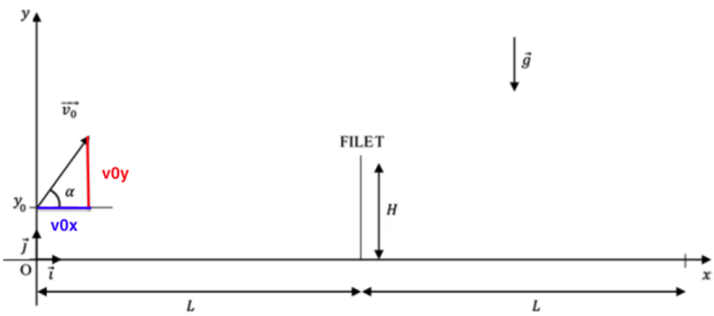


Figure 1 : Représentation schématique de la situation

d'ou

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

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

On intègre le système d'équation précédent :

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

Pour trouver les constantes, on utilise $\overrightarrow{OG_0}$

$$\overrightarrow{OG_0}\left|\begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 \end{array}\right.$$

d'ou

$$\overrightarrow{OG}\left|\begin{array}{l} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + y_0 \end{array}\right.$$

A.3.

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 :

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + y_0$$

$$y(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}\right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \times \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} + y_0$$

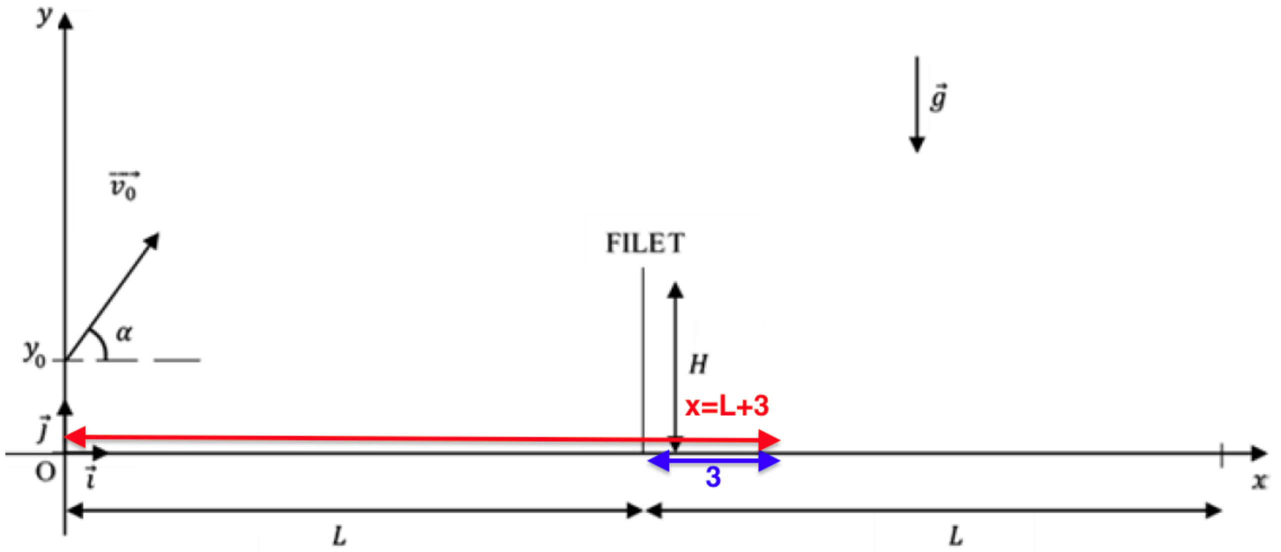
$$y(x) = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\alpha)} + x.\tan(\alpha) + y_0$$

$$y(x) = -\frac{1}{2} \times 9{,}8 \times \frac{x^2}{\left(\frac{55{,}1}{3{,}6}\right)^2 \cos^2(48{,}0)} + x.\tan(48) + 30{,}0 \times 10^{-2}$$

$$y(x) = -0{,}047x^2 + 1{,}1\,x + 0{,}30$$

A.4.

L'adversaire Karen Khachanov se situe à 3,0 m du filet :



$x = L + 3$
$x = 12 + 3$
$x = 15\ m$

Calculons l'altitude de la balle pour x = 15 m :

$y(x) = -0{,}047x^2 + 1{,}1\,x + 0{,}30$

$y(x = 15) = -0{,}047 \times 15^2 + 1{,}1 \times 15 + 0{,}30$

$y(x = 15) = 6{,}2\ m$

L'adversaire Karen Khachanov se situe à 3,0 m du filet et le tamis de sa raquette est alors à une hauteur de 4,0 m.

L'altitude de la balle pour x = 15 m est y = 6,2 m est supérieure à 4,0 m : La balle passe au-dessus de la raquette de son adversaire.

PARTIE B : Étude énergétique du mouvement de la balle

B.1.

L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur :

$E_M = E_c + E_{pp}$

B.2.

$E_M = E_c + E_{pp}$

Avec :

$E_c = \frac{1}{2} m.v^2$

$E_{pp} = mgy$

$E_M = \frac{1}{2} m.v^2 + mgy$

$E_M(0) = \frac{1}{2} m.v_0^2 + mgy_0$

$E_M(0) = \frac{1}{2} \times 58{,}5 \times 10^{-3} \times \left(\frac{55{,}1}{3{,}6}\right)^2 + 58{,}5 \times 10^{-3} \times 9{,}81 \times 0{,}30$

$E_M(0) = 7{,}0 \text{ J}$

B.3.

Lorsqu'il n'y a pas de frottements, la conservation de l'énergie mécanique s'applique.

B.4.

D'après le sujet : « On négligera tout type de frottement ». On peut appliquer la conservation de l'énergie mécanique :

$E_M(\text{sol}) = E_M(0)$

$E_c(\text{sol}) + E_{pp}(\text{sol}) = E_M(0)$

$\frac{1}{2} m.v_{sol}^2 + mgy_{sol} = E_M(0)$

Or $y_{sol} = 0 \text{ m}$

$\frac{1}{2} m.v_{sol}^2 + mg \times 0 = E_M(0)$

$\frac{1}{2} m.v_{sol}^2 = E_M(0)$

$v_{sol}^2 = \frac{2 \times E_M(0)}{m}$

$v_{sol} = \sqrt{\frac{2 \times E_M(0)}{m}}$

$v_{sol} = \sqrt{\frac{2 \times 7{,}0}{58{,}5 \times 10^{-3}}}$

$v_{sol} = 15{,}5 \text{ m.s}^{-1}$

$v_{sol} = 15{,}5 \times 3{,}6 = 55{,}8 \text{ km.h}^{-1}$

La valeur réelle de la vitesse sera inférieure à celle trouvée à cause des forces de frottements.