| | |
|---|---|
| **Liban 2023 Sujet 1**<br>**CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/** | |
| **CLASSE :** Terminale<br>**VOIE :** ☒ Générale<br>**DURÉE DE L'EXERCICE :** 1h55 | **EXERCICE 1 :** 11 points<br>**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE<br>**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège » |

**Exercice 1 Un "jet de 7 mètres" au hand-ball (11 points)**

**A. Étude du mouvement d'un ballon lors du tir au-dessus du gardien**

**Q1.**

Le référentiel dans lequel la trajectoire du ballon est observée sur la chronophotographie est le référentiel terrestre.

**Q2.**

Système : ballon

Référentiel terrestre supposé galiléen.

Hypothèse : L'action de l'air sur le ballon est négligée.

D'après la deuxième loi de newton :

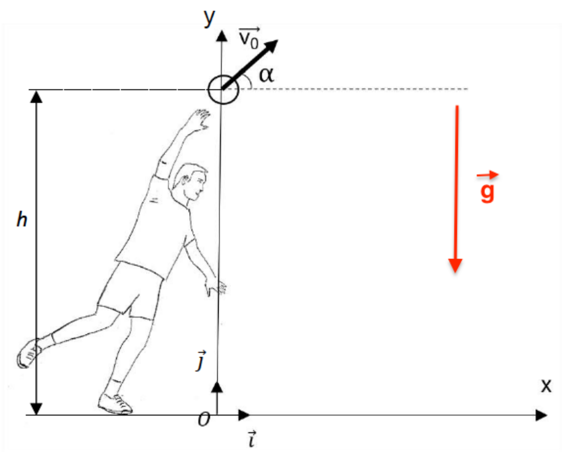
$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\overrightarrow{a_G}$

$\vec{P} = m\overrightarrow{a_G}$

$m\vec{g} = m\overrightarrow{a_G}$

$\vec{g} = \overrightarrow{a_G}$

$\overrightarrow{a_G} = \vec{g}$




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.

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

**Q3.**

G s'exprime en $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$

$M_T$ s'exprime en $kg$

$R_T$ s'exprime en $m$

g s'exprime en $m \cdot s^{-2}$

a)

$$g = \frac{G \cdot {M_T}^2}{R_T}$$

$$\frac{[G] \cdot [M_T]^2}{[R_T]}$$

$$\frac{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} \cdot kg^2}{m}$$

$$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \neq [g] = m \cdot s^{-2}$$

Cette expression n'est pas homogène.

b)

$$g = \frac{G \cdot M_T}{{R_T}^2}$$

$$\frac{[G] \cdot [M_T]}{[R_T]^2}$$

$$\frac{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} \cdot kg}{m^2}$$

$$m \cdot s^{-2} = [g] = m \cdot s^{-2}$$

Cette expression est homogène.

c)

$$g = \frac{G + {M_T}^2}{{R_T}^2}$$

$$\frac{[G] + [M_T]^2}{[R_T]^2}$$

$$\frac{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} + kg^2}{m^2}$$

$$m \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} + m^{-2} kg^2 \neq [g] = m \cdot s^{-2}$$

Cette expression n'est pas homogène.

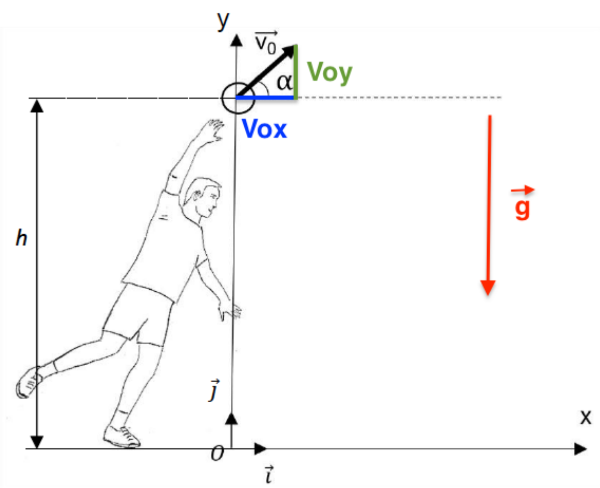
L'expression qui est homogène est $g = \frac{G \cdot M_T}{{R_T}^2}$

**Q4.**

$$\overrightarrow{a_G} = \frac{d\overrightarrow{v_G}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

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




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

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

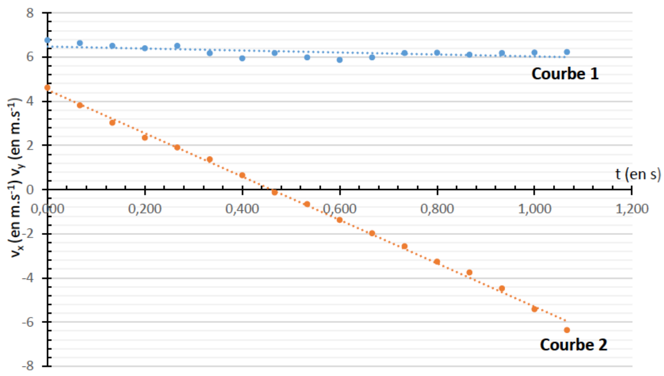
d'ou

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

**Q5.**

$v_{x(t)} = v_0 \cos(\alpha)$ : $v_x$ est indépendant du temps, $v_x$ est constant : courbe 1.

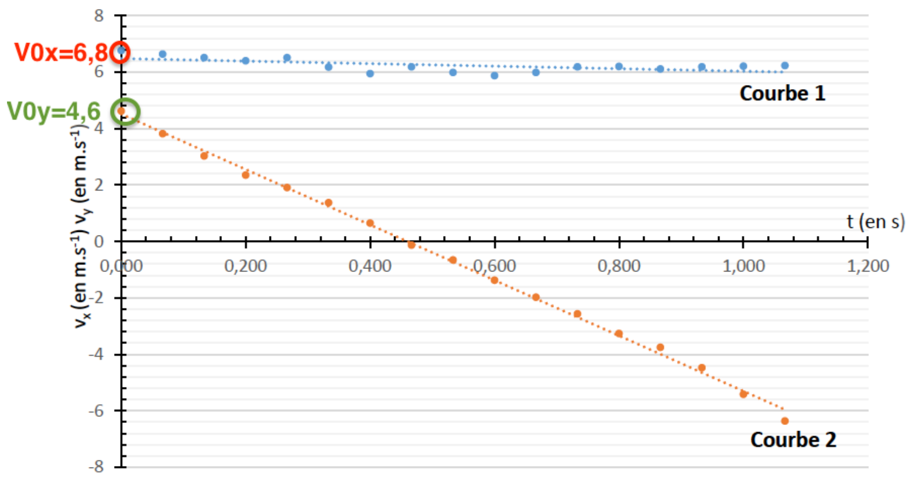
$v_{y(t)} = -gt + v_0 \sin(\alpha)$: $v_y$ est une fonction affine avec un coefficient directeur négatif , $v_y$ est décroissant : courbe 2.




*Évolution des coordonnées Vx et Vy du vecteur vitesse au cours du temps*

**Q6.**

$$v_0 = \sqrt{(v_{ox})^2 + (v_{0y})^2}$$
$$v_0 = \sqrt{(6{,}8)^2 + (4{,}6)^2}$$
$$v_0 = 8{,}2 \text{ m.s}^{-1}$$



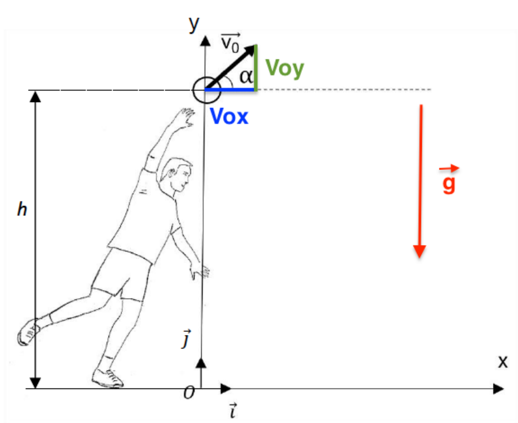

*Évolution des coordonnées Vx et Vy du vecteur vitesse au cours du temps*

$$v_{ox} = v_0 \cos(\alpha)$$
$$v_0 \cos(\alpha) = v_{ox}$$
$$\cos(\alpha) = \frac{v_{ox}}{v_0}$$
$$\cos(\alpha) = \frac{6{,}8}{8{,}2}$$
$$\cos(\alpha) = 0{,}83$$
$$\alpha = \arccos(0{,}83) = 34°$$

**Q7.**

$$\overrightarrow{v_G} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :



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

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

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

d'ou

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

**Q8.**

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 :

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

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

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

**Q9.**

Déterminer si le « jet de 7 mètres » étudié permet de marquer un but.

Pour marquer le but il faut 2 conditions :

- Que le gardien ne touche pas la balle. Le gardien étant situé à 4,0 m du tireur : $x_g$=4,0m, il faut que $y_g$>2,80m
- Que la balle entre dans les cages : pour $x_c$=7,0 m, il faut que 0 <$y_c$<2

1[ère] condition :

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

$$y(x_g) = -\frac{1}{2} \times 9{,}81 \times \frac{4{,}0^2}{8{,}2^2 \times \cos^2(34)} + \tan(34) \cdot 4{,}0 + 2{,}34$$

$$y(x_g) = 3{,}3 \text{ m}$$

Le gardien ne peut pas toucher la balle

2nd condition :

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

$$y(x_c) = -\frac{1}{2} \times 9{,}81 \times \frac{7{,}0^2}{8{,}2^2 \times \cos^2(34)} + \tan(34) \cdot 7{,}0 + 2{,}34$$

$$y(x_c) = 1{,}9 \text{ m}$$

La balle entre dans les cages

Le « jet de 7 mètres » étudié permet donc de marquer un but.

**B. Étude des ondes sonores produites par le sifflet de l'arbitre**

**Q10.**

Le niveau d'intensité sonore L perçu par l'arbitre, dont l'oreille est située à une distance de 15 cm du sifflet, est égal à 115 dB.

L'arbitre donne environ 200 coups de sifflet. La durée moyenne du coup de sifflet étant de 0,3 s,

$$\Delta t = 200 \times 0{,}3 = 60 s = 1 min$$

Pour 107 dB, la durée limite d'exposition est d'une minute par jour. L'arbitre est exposé à 115 dB pour une durée d'une minute au cours d'un match : l'arbitre encourt donc un risque auditif.

- durée limite d'exposition d'un individu sans protection avant dommages :

| Niveau d'intensité sonore | Durée limite d'exposition |
|---|---|
| de 120 à 140 dB | quelques secondes suffisent à provoquer des dégâts irréversibles |
| 107 dB | 1 min par jour |
| 101 dB | 4 min par jour |
| 95 dB | 15 min par jour |
| 92 dB | 30 min par jour |
| 86 dB | 2h par jour |
| 80 dB | 8h par jour |

*D'après cochlea.org/bruit-attention-danger-!-protection*

**Q11.**

Pour se protéger, l'arbitre pourrait utiliser des protections auditives. il s'agit d'une atténuation par absorption.

**Q12.**

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

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

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

$$\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$$

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$$

$$I = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{115}{10}}$$

$$I = 0{,}32 \text{ W.m}^{-2}$$

**Q13.**

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$\frac{P}{4\pi d^2} = I$$

$$P = I \times 4\pi d^2$$

$$P = 0{,}32 \times 4\pi \times (15 \times 10^{-2})^2$$

$$P = 9{,}0 \times 10^{-2} W$$

Q14.

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

Or

$$I' = \frac{P}{4\pi d'^2}$$

$$L' = 10\log\left(\frac{\frac{P}{4\pi d'^2}}{I_0}\right)$$

$$L' = 10\log\left(\frac{P}{I_0 \times 4\pi d'^2}\right)$$

$$L' = 10\log\left(\frac{9{,}0 \times 10^{-2}}{1{,}0 \times 10^{-12} \times 4\pi \times 5{,}0^2}\right)$$

$$L' = 85\text{dB}$$

Ce spectateur perçoit 85 dB.

**Q15.**

$$A = L - L'$$
$$A = 115 - 85$$
$$A = 30\text{ dB}$$

C'est une atténuation géométrique.

**Q16.**

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

$$L_T = 10\log\left(\frac{I_T}{I_0}\right)$$

D'après l'énoncé : « À 15 m de l'arbitre, l'intensité sonore due au son du sifflet a même valeur que celle due au bruit ambiant. »

Ainsi $I_T = I_{\text{bruit ambiant}} + I_{\text{sifflet}} = 2I_{\text{sifflet}}$

$$L_T = 10\log\left(\frac{2I_{\text{sifflet}}}{I_0}\right)$$

$$L_T = 10\log(2) + 10\log\left(\frac{I_{\text{sifflet}}}{I_0}\right)$$

$$L_T = 10\log(2) + L_{\text{sifflet}}$$
$$L_T = 3 + 75$$
$$L_T = 78\text{ dB}$$