

EXERCICE I – Saut spectaculaire au-dessus du canal de Corinthe (6 points)**1. Pertinence de l'hypothèse d'une chute libre faite par les élèves**

1.1. On étudie le système {motard + moto} de masse m constante dans un référentiel terrestre supposé galiléen.

D'après la deuxième loi de Newton : $\sum \vec{F}_{Ext.} = \frac{d\vec{p}}{dt}$.

Si l'on néglige les frottements, alors le système n'est soumis qu'à son poids \vec{P} .

$$\vec{P} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{P} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{dm}{dt} \vec{v} + m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Comme $m = \text{Cte}$, alors $\vec{P} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$.

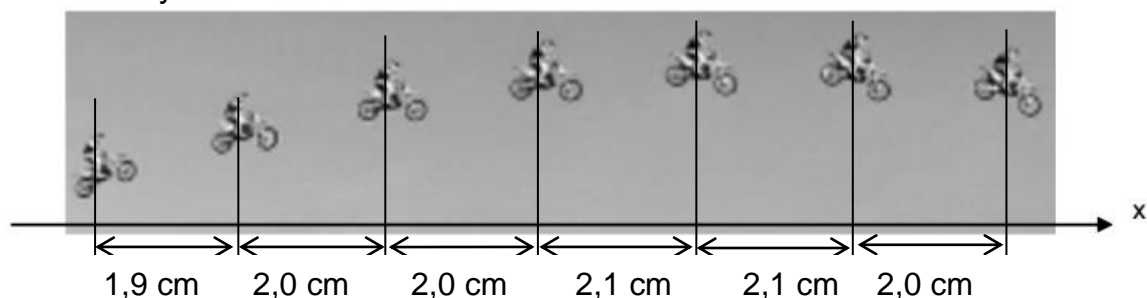
Par projection suivant l'axe horizontal Ox : $P_x = m \frac{dv_x}{dt}$

$$0 = m \frac{dv_x}{dt}$$

On en déduit que $\frac{dv_x}{dt} = 0$, ainsi $v_x = \text{Cte}$.

Le mouvement suivant l'axe horizontal est effectivement uniforme.

1.2. Sur la chronophotographie, on mesure les distances séparant les abscisses successives du centre d'inertie du système.



On mesure $d = 2,0 \pm 0,1$ cm, ainsi on peut considérer que pendant une même durée, le système parcourt une même distance horizontale. Sa vitesse horizontale v_x est bien constante, ce qui confirme l'hypothèse de chute libre précédente.

Remarque : L'incertitude sur la mesure de d est relativement faible et peut s'expliquer par la difficulté à déterminer la position du centre d'inertie G .

2. Vérification de la valeur de la vitesse initiale

2.1. Pour utiliser les capacités statistiques de la calculatrice, consultez le diaporama <https://fr.slideshare.net/Labolycee/ts-tpc2calculatricemoy-ecart>.

Certes s_{n-1} est donné, mais pour la moyenne.

$$U(v_x) = k \cdot \frac{s_{n-1}}{\sqrt{N}}$$

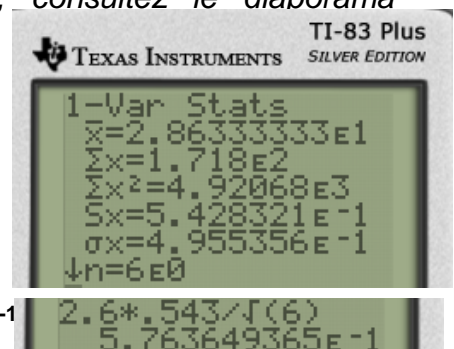
D'après le sujet, l'écart-type expérimental $s_{n-1} = 0,543$ et $k = 2,6$.

$$U(v_x) = 2,6 \times \frac{0,543}{\sqrt{6}} = 0,576 \text{ m.s}^{-1}$$

L'incertitude est arrondie à un seul chiffre significatif : $U(v_x) = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$

Ainsi $v_x = 28,6 \pm 0,6 \text{ m.s}^{-1}$.

Remarque : On arrondit la moyenne au dixième car l'incertitude porte sur les dixièmes.



$$2.2. \cos \alpha = \frac{v_{0x}}{v_0}$$

$$\text{Rappel : } \cos = \frac{\text{adj}}{\text{hyp}}$$

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

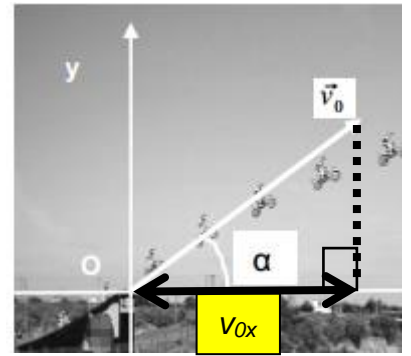
Comme $v_x = \text{Cte}$, on a $v_{0x} = v_x = 28,6 \pm 0,6 \text{ m.s}^{-1}$

$$\frac{28,6 - 0,6}{\cos 33} \leq v_0 \leq \frac{28,6 + 0,6}{\cos 33} \text{ m.s}^{-1}$$

$$33 \leq v_0 \leq 35 \text{ m.s}^{-1}$$

D'après l'énoncé, $v_0 = 125 \text{ km.h}^{-1}$, soit $v_0 = \frac{125}{3,6} = 34,7 \text{ m.s}^{-1}$.

Cette valeur appartient à l'intervalle précédent, elle est donc vérifiée.



3. Vérification de la hauteur du saut

3.1. La courbe représentative de v_y en fonction du temps est une droite ne passant pas par l'origine. Ainsi $v_y(t)$ est une fonction affine du temps et $\frac{dv_y}{dt} = \text{Cte}$.

Le mouvement est uniformément varié.

3.2. Lorsque $v_y = 0$, le motard est situé au sommet de sa trajectoire parabolique.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \text{ devient } v = \sqrt{v_x^2}$$

$$v = 28,6 \text{ m.s}^{-1}$$

$$3.3. E_m = E_C + E_{PP}$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot y$$

$$3.4. \text{ Au sommet de la trajectoire : } E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x^2 + m \cdot g \cdot y_s$$

Si on considère que le système n'est soumis qu'à son poids (force conservative), l'énergie mécanique se conserve au cours du mouvement.

$$\text{À la date } t = 0 \text{ s, on a } y = 0 \text{ m, alors } E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 + 0$$

$$\text{On obtient l'égalité } \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x^2 + m \cdot g \cdot y_s = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2$$

$$\text{On simplifie par } m : \frac{1}{2} \cdot v_x^2 + g \cdot y_s = \frac{1}{2} \cdot v_0^2,$$

$$\text{On multiplie par 2 : } v_x^2 + 2 \cdot g \cdot y_s = v_0^2,$$

$$2 \cdot g \cdot y_s = v_0^2 - v_x^2$$

$$y_s = \frac{v_0^2 - v_x^2}{2 \cdot g}$$

$$y_s = \frac{34,7^2 - 28,6^2}{2 \times 9,81} = 19,7 \text{ m}$$

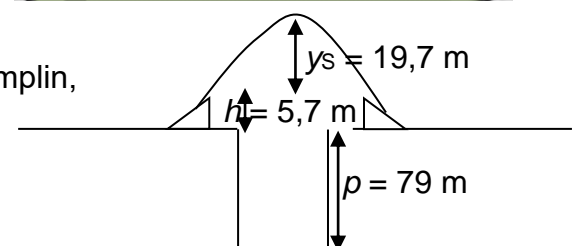
3.5. L'origine O du repère est située au point de sortie du tremplin, donc à $h = 5,7 \text{ m}$ au-dessus du niveau du sol.

Le schéma, ci-contre, réalisé sans souci d'échelle, montre que le point le plus haut est situé à l'altitude

$$y = p + h + y_s$$

$y = 79 + 5,7 + 19,7 = 104 \text{ m}$ ce qui dépasse effectivement les 95 m annoncés.

La différence montre qu'il serait sans doute nécessaire de prendre en compte les frottements.



Compétences exigibles mises en œuvre dans cet exercice :

- Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme).
- Connaître et exploiter la deuxième loi de Newton ; la mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans un champ de pesanteur.
- Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture.
- Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance.
- Analyser les transferts énergétiques au cours d'un mouvement d'un point matériel.
- (1S) Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre.
- (1S) Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.