TP15

Manuel-Menard ; Pehlivanoglu ; Cousin ; Touareb Ben Seddiq

13 janvier 2026

1 Théorie

1. Une chute libre, c'est un mouvement où la seule force exercée sur le système est le poids

2. En chute libre l'accélération est égale au vecteur pesanteur $\vec{g}$. D'après le PFD, on a $m\vec{a} = m\vec{g}$, soit $\vec{a} = \vec{g}$. En projetant sur l'axe Oz :

$$a(t) = -g$$

$$v(t) = -g \cdot t + v_0$$

$$z(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \cdot t + z_0$$

3. Dans le cas d'un tir parabolique :

$$\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = -g \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \\ v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin(\alpha) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = (v_0 \cdot \cos\alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin\alpha) \cdot t \end{cases}$$

4.

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha\, t \\ y(t) = -\frac{g}{2}t^2 + \sin\alpha\, v_0 t \end{cases}$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$$

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

Pour trouver le point le plus élevé, il faut que $y'(x) = 0$:

$$y' = \frac{d}{dx}\left(-\frac{gx^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha\right) = 0$$

$$\frac{-gx}{v_0^2\cos^2\alpha} + \tan\alpha = 0$$

$$x = \frac{v_0^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g} \quad \text{car } \tan\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\sin\alpha\cos\alpha = \frac{gx}{v_0^2}$$

2 Mesures et Analyse

2.1 Expérience 1

5. En regardant les résultats, on voit bien que la seule force qui agit, c'est le poids, vu que l'accélération tourne autour de $9,8$ m/s^2. Ça confirme qu'on est bien sur une chute libre avec une accélération constante égale à g.

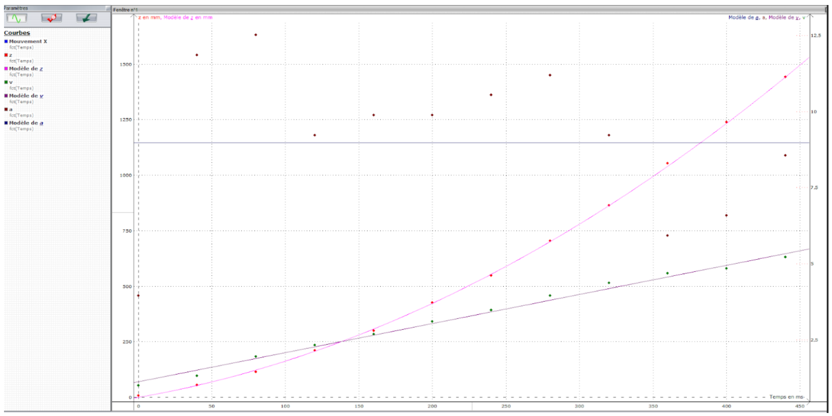

FIGURE 1 – Expérience 1

2.2 Expérience 2

6. D'après l'expérience 2, on obtient la vitesse : on peut trouver V_{0x} et V_{0y} :
$V_{0x} = 2,207$ m/s
$V_{0y} = 4,401$ m/s
donc la norme vaut

$$\|\vec{V_0}\| = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2} = 4,977 \text{ m/s}$$

Pour pouvoir trouver alpha, on va utiliser :

$$\cos\alpha = \frac{V_{0x}}{V_0} \iff \alpha = \arccos\left(\frac{V_{0x}}{V_0}\right) = 63,68°$$

7. On obtient que

$$\|\vec{a_0}\| = \sqrt{a_{0x}^2 + a_{0y}^2} \approx 12 \text{ m·s}^{-2} (\approx g)$$

donc oui c'est une chute libre car l'objet n'est soumis qu'à son propre poids.

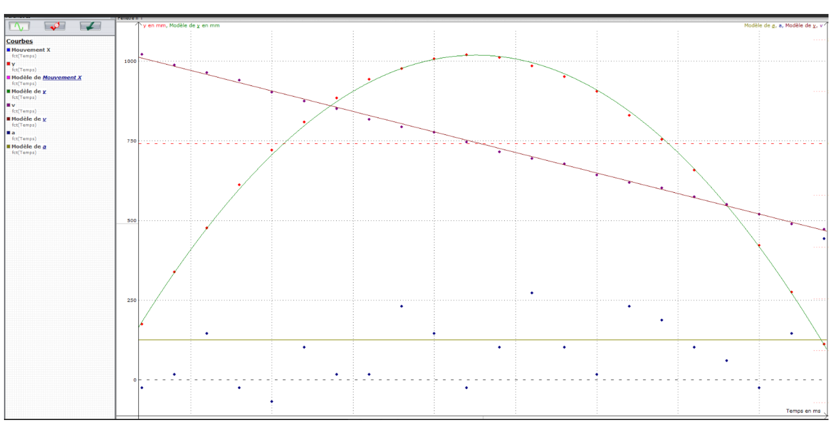

FIGURE 2 – Expérience 2 : Trajectoire du projectile

9. À la flèche (le point le plus haut de la trajectoire parabolique), on peut affirmer que, la composante verticale de la vitesse est nulle ($v_y = 0$). C'est à cet instant précis que le projectile arrête de monter pour commencer sa redescente. Graphiquement, ce point se situe environ au milieu de la trajectoire, soit à la moitié de la portée (la portée divisée par deux).

11. Pour trouver l'angle α à l'aide de l'expression théorique de la portée D, on utilise la formule de la portée : $D = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$. En isolant l'angle, on obtient l'expression suivante :

$$\alpha = \frac{\arcsin\left(\frac{D \cdot g}{v_0^2}\right)}{2}$$

12. Pour retrouver la valeur de l'intensité de la pesanteur g, on peut réorganiser la formule de la portée D utilisée précédemment :

$$g = \frac{\sin(2\alpha) \cdot v_0^2}{D}$$

Si la valeur est proche de $9,81$, cela confirme que l'expérience est cohérente avec le modèle de la chute libre.

14. Non, Bob ne risque pas de se faire arracher la main car la norme vecteur vitesse à l'instant final est égal à la norme du vecteur vitesse à l'instant initial (5,1 m/s) et il n'y pas pas de frottements donc Bob peut attraper la balle en toute sécurité car la vitesse est trop faible pour pouvoir lui arracher la main.

2.3 Expérience 3

15 ;16 ;17. L'exécution du script python permet d'analyser la dynamique du système : on observe que même si la norme de la vitesse reste constante, le vecteur change de direction à chaque instant pour suivre la courbure du cercle. Le vecteur accélération, représenté en rouge, est systématiquement dirigé vers le centre du cercle, ce qui caractérise une accélération centripète. À partir de la simulation, nous relevons une vitesse $v = 10$ m/s et un rayon $R \approx 5$ m, ce qui nous permet de calculer une pulsation $\omega = v/R = 2$ rad/s. En appliquant la formule $\|\vec{a}\| = R\omega^2$, on obtient une accélération de 20 m/s^2, valeur qui fonctionne avec les mesures graphiques. Puisque la trajectoire est circulaire et que la norme de la vitesse ne varie pas au cours du temps, nous pouvons conclure que la nature du mouvement est un Mouvement Circulaire Uniforme (MCU).

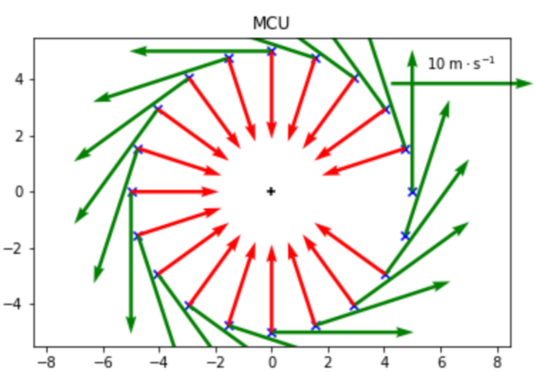

Figure 3 – Expérience 3 :MCU