

On se propose d'étudier le mouvement de la chute d'une balle à l'aide d'un logiciel de pointage vidéo puis d'utiliser un tableur pour tracer l'évolution temporelle de la vitesse instantanée verticale V_y au cours du temps t : $V_y = f(t)$ afin de répondre à la problématique :

Dans le cas de la chute libre d'un objet, à un instant donné quelconque, quelles sont les caractéristiques du vecteur variation de vitesse du centre de gravité?

L'expérience est réalisable dans une chambre à vide : <https://www.youtube.com/watch?v=E5qwPlxxoCQ>

Ou sur la lune Laisser tomber un marteau et une plume <https://www.youtube.com/watch?v=QIQIPie4FYQ>

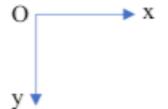


Doc 1 : Description de l'expérience

Une boule de masse m est lâchée, sans vitesse initiale, d'une hauteur h par rapport au sol. On suppose ici le champ de pesanteur de la Terre uniforme et de valeur : g (terre) = $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$. La balle est lâchée à l'instant $t = 0 \text{ s}$, sans vitesse initiale. La position du centre d'inertie de la balle sur la vidéo, à l'instant $t = 0 \text{ s}$, est prise comme origine du repère orthonormé avec l'axe (Oy) orienté vers le bas.

Doc 2 : Matériel mis à votre disposition : Tableur (type Excel)

Question préalable : **Pouvez-vous prévoir, entre 2 balles de même forme, de masses différentes, lâchées simultanément de la même altitude, laquelle arrive la première au sol ?**



I - Etude de l'enregistrement vidéo « Chute_2 balles »

Utilisation d'un logiciel de pointage : Aviméca peut être utilisé. Vu le temps imparti, cette partie longue ne sera pas abordée. Il est prévu, de toute manière, d'utiliser à nouveau un logiciel de pointage durant cette année scolaire.

II - Exploitation des données

1. Etude de la trajectoire

Pour répondre aux questions suivantes, on utilisera un fichier Excel, dont le chemin vous sera donné par le professeur. Le compte rendu sera rédigé sur ce fichier qui sera enregistré sous le nom :

« n° classe _Noms_vecteur_Acceleration » sera imprimé en fin de séance.

- 1.1. Décrire qualitativement l'évolution de la position en fonction du temps ?
- 1.2. Le mouvement du centre d'inertie de la boule est-il rectiligne et uniforme ?
Qu'en déduire concernant les forces qui agissent sur le système ?

2. Etude de la vitesse instantanée

- Tracer l'évolution temporelle de $V_y = f(t)$ ou $V_y(t)$. Les points ne seront pas reliés entre eux.

On utilisera la relation suivante :
$$V_y(t) = \frac{y(t+\Delta t) - y(t-\Delta t)}{(t+\Delta t) - (t-\Delta t)} = \frac{y(t+\Delta t) - y(t-\Delta t)}{2\Delta t}$$

3. Etude de l'accélération On souhaite modéliser la courbe $V_y(t)$ et connaître la valeur de l'accélération à chaque instant.

3.1. Choisir le modèle mathématique le plus adapté.

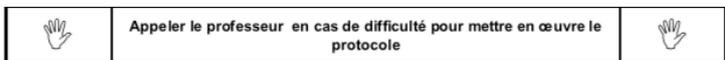
A l'aide de la 2^{ème} loi de Newton, les physiciens ont modélisé, lors de la chute libre, l'évolution temporelle de la vitesse instantanée par la formule : $V_y(t) = g \times t$ avec $V_y(t=0s) = 0 \text{ m/s}$ (vitesse initiale nulle)

à $t_0 = 0 \text{ s}$ l'instant correspondant au lâché de la boule, correspondant à l'origine des temps.

L'accélération a (exprimée en m.s^{-2}), représente l'augmentation de la vitesse par unité de temps :

$$a(t) = \frac{\Delta V(t)}{\Delta t} = \frac{V_y(t+\Delta t) - V_y(t-\Delta t)}{2\Delta t}$$
 et a pour valeur $a = g_{\text{Terre}} = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

\vec{g} champ de pesanteur de la planète Terre



3.2. A l'aide de la courbe modélisée, la relation $V_y(t) = g \times t$, est-elle vérifiée ?

3.3. A l'aide de la courbe modélisée, déterminer expérimentalement $g_{\text{Terre exp}}$

3.4. Calculer l'écart relatif. Conclure sur cette valeur et les hypothèses de forces négligeables justifiées.

3.5. Lorsqu'un solide est soumis uniquement à son poids, on dit qu'il est en chute libre.
Dans ce cas, l'évolution de sa vitesse ne dépend pas de sa masse.
Peut-on dire ici que les boules étaient en chute libre ?

3.6. Tracer à côté de la trajectoire (avec l'outil dessin), la direction et le sens des vecteurs vitesse en G_{12} et en G_{14} . Dessiner la variation du vecteur vitesse en G_{13} . **On prendra comme longueur représentative du vecteur vitesse (en G_{13} : $\vec{v}(G_{13})$) celle du segment correspondant à la distance [$G_{12}G_{14}$]**

3.7. Quelle direction particulière possède cette variation de vecteur vitesse ? Voir **essentiel** du cours

4. Perspective D'après l'énoncé de la 2^{ème} loi de Newton : $m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \sum \vec{F}_{ext}$,

où m représente la masse de l'objet en mouvement et $\sum \vec{F}_{ext}$ la résultante des forces (extérieures au système – voir diagramme d'interaction), montrer que dans le cas de la chute libre, l'accélération (variation du vecteur vitesse par unité de temps) ne dépend pas de la masse de l'objet en mouvement.