

## Chute verticale d'un boulet – Corrigé

### Étude théorique

Les objets lâchés sans vitesse initiale par Galilée du haut de la tour de Pise ne sont soumis qu'à leur poids. On néglige les frottements de l'air.

système : boulet (m)

Référentiel : terrestre, supposé galiléen

Conditions initiales :

$$\overrightarrow{OM_0} \begin{pmatrix} 0 \\ h \end{pmatrix}; \vec{v}_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Bilan des forces :

$$\vec{P} \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix}$$

En appliquant le principe fondamental de la dynamique, on a :

$$\vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{1}{m}\vec{P} \Rightarrow \vec{a} \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

Par primitives successives, et en prenant en compte les conditions initiales, on obtient alors :

$$\vec{v} \begin{pmatrix} 0 \\ -gt \end{pmatrix}; \overrightarrow{OM} \begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{1}{2}gt^2 + h \end{pmatrix}$$

Le mouvement du boulet ne dépend pas de sa masse. La deuxième hypothèse de Galilée est donc vérifiée.

La distance parcourue par le boulet pendant une durée  $\Delta t$  est :

$$d = |y(t + \Delta t) - y(t)| = \frac{1}{2}g((t + \Delta t)^2 - t^2)$$

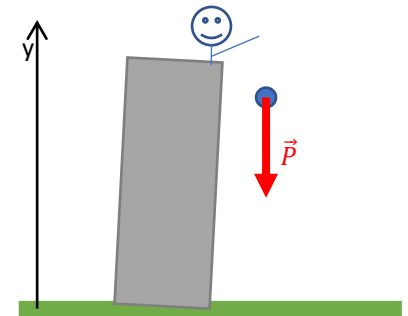
En démarrant à  $t = 0$ , on a :

$$\text{Premier temps : } d_1 = |y(\Delta t) - y(0)| = \frac{1}{2}g\Delta t^2$$

$$\text{Deuxième temps : } d_2 = |y(2\Delta t) - y(\Delta t)| = \frac{1}{2}g((2\Delta t)^2 - \Delta t^2) = \frac{3}{2}g\Delta t^2 = 3d_1$$

$$\text{Troisième temps : } d_3 = |y(3\Delta t) - y(2\Delta t)| = \frac{1}{2}g((3\Delta t)^2 - (2\Delta t)^2) = \frac{5}{2}g\Delta t^2 = 5d_1$$

La première hypothèse de Galilée est donc également vérifiée.



### Étude expérimentale

- Filmer la chute sans vitesse initiale d'une hauteur h.
- Effectuer un pointage à l'aide d'un logiciel d'analyse de vidéos.
- Tracer les graphes donnant  $a_x$ ,  $a_y$ ,  $v_x$ ,  $v_y$ , x et y en fonction du temps. Comparer les courbes obtenues aux équations théoriques et conclure.
- Reproduire l'ensemble avec un objet de masse différente. Comparer les résultats pour les 2 objets et conclure.