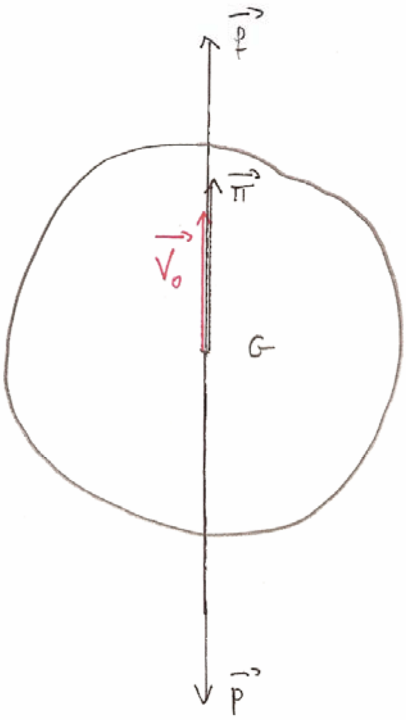
Chute libre verticale

I - Définition

La chute libre d'un solide est le mouvement de son centre d'inertie dans un référentiel terrestre lorsqu'il est uniquement soumis à son poids.



$m = 500\ g$
$d = 6 \times 10^{-2}\ m$

Montrons que l'on peut négliger la poussée d'archimède par rapport au poids :

$$\|\vec{\Pi}\| = m_{air} \times g$$
$$= \rho_{air} \times V \times g$$

$$P = m \times g$$

$$\frac{\Pi}{P} = \frac{\rho_{air} \times V \times g}{\rho_{boule} \times V \times g} = \frac{\rho_{air}}{\rho_{boule}}$$

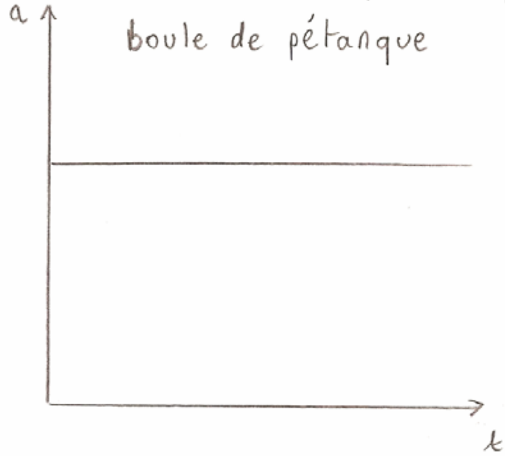
$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^3$$

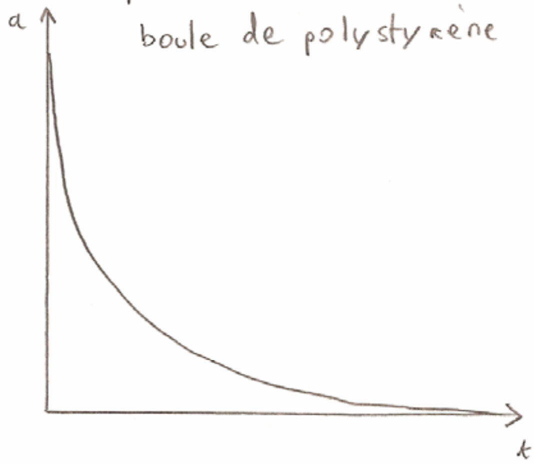
$$\rho_{boule} = \frac{m}{V} = 4 \times 10^3 \text{ kg} \times m^{-3}$$

$$\rho_{air} \simeq 1,2 \text{ kg} \times m^{-3}$$

Donc on calcule $\frac{\pi}{p}$:

$\frac{\pi}{p} < 10^{-3}$ On peut négliger la poussée d'Archimède par rapport au poids.





$f \ll P$

II – Equations horaires du mouvement.

Référentiel : terrestre supposé galiléen ; Système : boule de pétanque

$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}_G$

donc $\vec{P} = m \times \vec{a}_G$ car $\vec{f}$ et $\vec{\Pi}$ sont négligeables.

$m \times \vec{g} = m \times \vec{a}_G$

$\vec{a}_G = \vec{g}$

$\Rightarrow$ Le mouvement d'un objet en chute libre est indépendant de sa masse.

$a_z(G) = g_z$

$\vec{g} = g_z \times \vec{k}$ $\qquad g_z = g$

$\vec{a}_G = \dfrac{d\vec{V}_G}{dt}$ $\qquad \vec{V}_G = V_z \times \vec{k}$

$a_z = \dfrac{dV_z}{dt} = g$

Donc $\dfrac{dV_z}{dt} = g$.

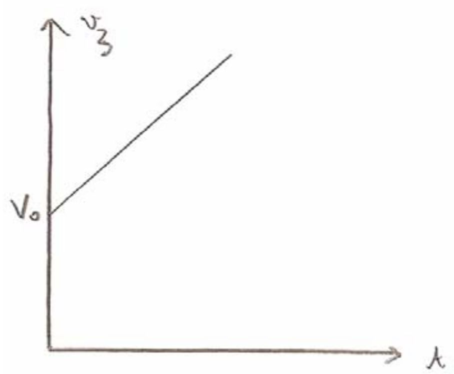
On recherche V_z :

Comme $\dfrac{dV_z}{dt} = g$: g constante alors $V_z = gt + C$.

Pour déterminer C on utilise alors les conditions initiales :

$V_z(t = 0) = V_0 = C$

$V_z = gt + V_0$



$$\vec{V_G} = \frac{d\,\vec{OG}}{dt}$$ $\vec{OG}$ est le vecteur position à un instant donné.

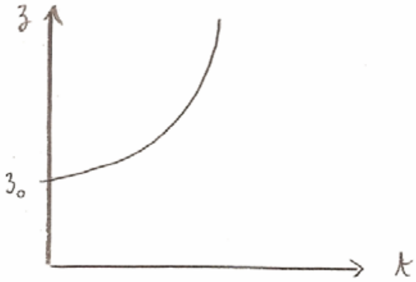
$$\vec{OG} = z \times \vec{k}$$
$$\vec{V_G} = v_z \times \vec{k}$$
$$v_z = \frac{dz}{dt} \qquad v_z = gt + V_0$$

$$\frac{dz}{dt} = gt + V_0$$

$$z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + C'$$

Pour déterminer C', on utilise les conditions initiales :

$$z(t=0) = z_0 = C'$$



$$V_z = gt + V_0 \qquad z = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + z_0$$

Expérimentalement, on trouve :

- $V_z = \underbrace{10,1}_{\simeq g}\, t + \underbrace{0,085}_{\simeq 0}$

- $z = \frac{1}{2} \times \underbrace{9,98}_{\simeq g}\, t^2 + \underbrace{1,32 \times 10^{-3}}_{\simeq 0}\, t + \underbrace{9,27 \times 10^{-3}}_{\simeq 0}$