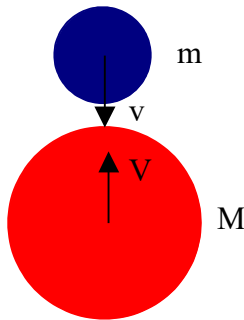


par Gilbert Gastebois

## 1. Schéma

Deux ou trois balles sont placées les unes sur les autres par ordre décroissant de masse, puis lâchées sans vitesse initiale. Quand la balle du dessous heurte le sol, elle rebondit et la balle du dessus est projetée à une altitude très supérieure à son altitude de départ.



M masse de la balle du dessous

m masse de la balle du dessus

V vitesse de la balle du dessous avant le choc

v vitesse de la balle du dessus avant le choc

V' vitesse de la balle du dessous après le choc

v' vitesse de la balle du dessus après le choc

## 2. Choc parfaitement élastique

### 2.1 Expression des vitesses

Conservation de la quantité de mouvement :

Avant le choc  $p = M V + m v$     V et v algébriques

Après le choc  $p = M V' + m v'$

Conservation de l'énergie cinétique :

Avant le choc  $E_c = \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} m v^2$

Après le choc  $E_c = \frac{1}{2} M V'^2 + \frac{1}{2} m v'^2$

On obtient  $V' = M V + m (v - v')$  que l'on reporte dans l'expression de  $E_c$ , on obtient :

$$V' = \frac{(M - m)V + 2 m v}{M + m}$$

$$v' = \frac{2 M V - (M - m)v}{M + m}$$

### 2.2 Exemple

$M = 250 \text{ g}$      $m = 50 \text{ g}$     et hauteur de chute  $h_0 = 2 \text{ m}$

$$V = -v = (2 g h)^{1/2} = 6,3 \text{ m/s}$$

$$v' = 14,6 \text{ m/s}$$

$$h_{\max} = \frac{1}{2} v'^2/g = 10,9 \text{ m} \quad (5 \text{ fois la hauteur de chute})$$

Remarque : si  $M \gg m$ , on obtient  $h_{\max} = 9 h_0$

Si on a plus de deux balles, il suffit de répéter le calcul pour chaque paire de balles en partant du bas.

Exemple :  $m_1 = 250 \text{ g}$   $m_2 = 50 \text{ g}$   $m_3 = 10 \text{ g}$  et hauteur de chute  $h_0 = 2 \text{ m}$

on obtient :

$$v'_2 = 14,6 \text{ m/s} \quad \text{et} \quad v'_3 = 28,5 \text{ m/s}$$

$$h_{\max} = \frac{1}{2} v'^2_3 / g = 41,5 \text{ m} \quad (20 \text{ fois la hauteur de chute !})$$

si  $m_1 \gg m_2 \gg m_3$ , on obtient  $h_{\max} = 49 h_0 !!$

Bien sûr en pratique, on obtient moins à cause des frottements de l'air et de la perte d'énergie cinétique au cours des chocs.

### 3. Choc inélastique

Pour un choc inélastique on a  $E_c' = c E_c$   $c < 1$  est le coefficient élastique.

On a encore  $p = M V + m v = M V' + m v'$

$$\text{mais } \frac{1}{2} M V'^2 + \frac{1}{2} m v'^2 = c \left( \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} m v^2 \right)$$

On obtient alors :

$$V' = c^{1/2} \frac{(M - m)V + 2 m v}{(M + m)}$$

$$v' = c^{1/2} \frac{2 M V - (M - m)v}{(M + m)}$$

Donc les hauteurs obtenues dans le cas élastique doivent être multipliées par  $c^{n-1}$

( n nombre de balles )