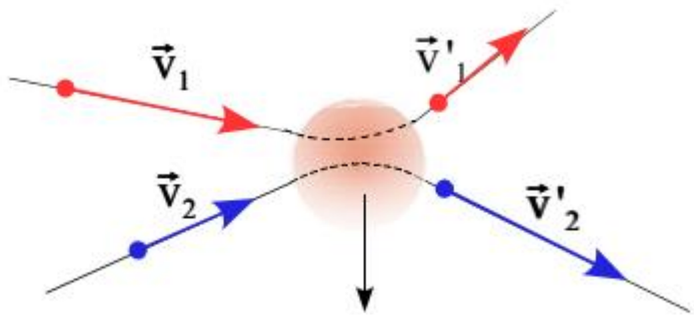
Chocs entre particules

I- Introduction:

C’est une interaction très brève entre particules au voisinage immédiat l’une de l’autre.
On admet que le système est isolé.

Chaque particule est isolé, sauf pendant la durée de la collision . Le mouvement avant et après le choc est rectiligne uniforme



On connait les vitesses avant le choc et on cherche s’il est possible de déterminer les vitesses après le choc

II – Choc élastique:

II -1- Quantité de mouvement

Le système étant isolé sa quantité de mouvement totale reste constante

$$\vec{P}_G = (m_1 + m_2)\vec{v}_G = cte$$

La conservation de la quantité de mouvement totale est donnée par:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$$

Le centre de gravité G est animé d'un mouvement rectiligne uniforme

II – Choc élastique:

II -2- Energie cinétique

L'énergie cinétique totale du système avant interaction est :

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$$

L'énergie cinétique totale du système après interaction est :

$$\frac{1}{2}m_1v'^2_1+\frac{1}{2}m_2v'^2_2$$

Le choc étant élastique, il y a conservation de l'énergie cinétique totale du système

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2=\frac{1}{2}m_1v'^2_1+\frac{1}{2}m_2v'^2_2$$

II – Choc élastique:

I -3- Expression des vitesses finales

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2 \text{.........................}(1)$$

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2 v'^2_2 \text{....................}(2)$$

On réécrit ces équations sous la forme:

$$m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}'_1) = m_2(\vec{v}'_2 - \vec{v}_2) \text{.........................}(3)$$

$$m_1(v_1^2 - v'^2_1) = m_2(v'^2_2 - v_2^2) \text{....................}(4)$$

II – Choc élastique:

On réécrit l'équation (4) sous la forme:

$$m_1(\vec{v}_1+\vec{v}'_1)(\vec{v}_1-\vec{v}'_1)=m_2(\vec{v}_2+\vec{v}'_2)(\vec{v}'_2-\vec{v}_2)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

En comparant avec (3) on tire une nouvelle équation:

$$(\vec{v}_1+\vec{v}'_1)=(\vec{v}_2+\vec{v}'_2)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

On abouti donc à un système de deux équations à deux inconnues:

$$\begin{cases} m_1(\vec{v}_1-\vec{v}'_1)=m_2(\vec{v}'_2-\vec{v}_2) \\ (\vec{v}_1+\vec{v}'_1)=(\vec{v}_2+\vec{v}'_2) \end{cases}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

II – Choc élastique:

En résolvant ces équations on obtient:

$$\vec{v}'_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}\vec{v}_1 + \frac{2m_2}{(m_1 + m_2)}\vec{v}_2$$

$$\vec{v}'_2 = \frac{2m_1}{(m_1 + m_2)}\vec{v}_1 + \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}\vec{v}_2$$

II – Choc élastique:

Cas particuliers:

$m_1 = m_2 \ et \ \vec{v}_2 = 0$

$\vec{v}'_1 = 0 \qquad \vec{v}'_2 = \vec{v}_1$

$m_1 = 2m_2 \ et \ \vec{v}_2 = 0$

$\vec{v}'_1 = \frac{1}{3}\vec{v}_1 \qquad \vec{v}'_2 = \frac{2}{3}\vec{v}_1$

$m_2 = 2m_1 \ et \ \vec{v}_2 = 0$

$\vec{v}'_1 = -\frac{1}{3}\vec{v}_1 \qquad \vec{v}'_2 = \frac{2}{3}\vec{v}_1$

III – Choc inélastique:

Dans un choc inélastique, le système est toujours supposé isolé il y a donc toujours conservation de la quantité de mouvement totale:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$$

Il n y a pas, par contre, de conservation de l'énergie cinétique totale du système:

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \neq \frac{1}{2}m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2 v'^2_2$$

III – Choc inélastique:

Si on appelle Q la quantité d'énergie définie comme la différence entre l'énergie cinétique totale finale et initiale

$$Q = E_{CTf} - E_{CTi} = \left(\frac{1}{2}m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2 v'^2_2\right) - \left(\frac{1}{2}m_1 v^2_1 + \frac{1}{2}m_2 v^2_2\right)$$

Deux cas peuvent donc se présenter :

Q > 0: la collision dégage de l'énergie cinétique (exo-énergétique)

Q < 0: la collision absorbe de l'énergie cinétique (endo-énergétique)

IV – Choc parfaitement inélastique ou mou:

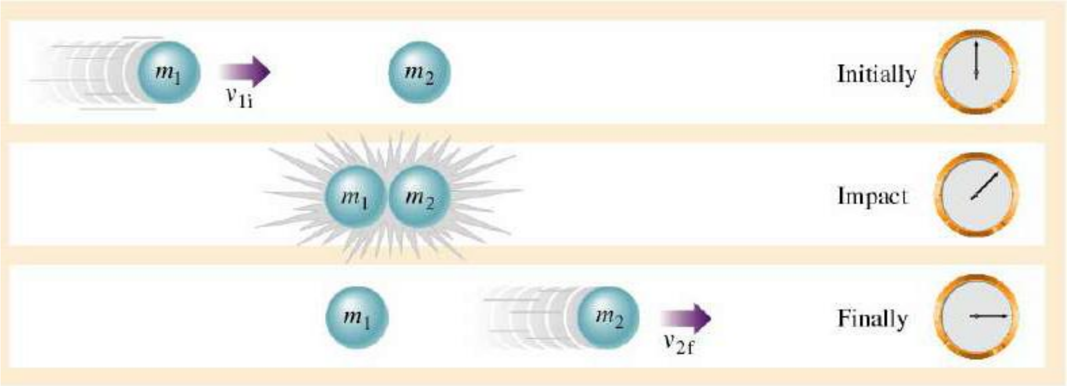
Dans ce genre de collisions les deux masses restent collées après le choc

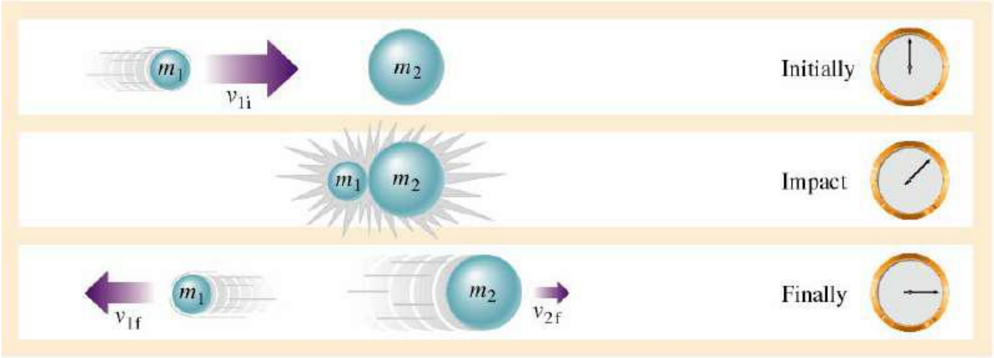
Il y a conservation de la quantité de mouvement totale qui s'écrit:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}\,'$$

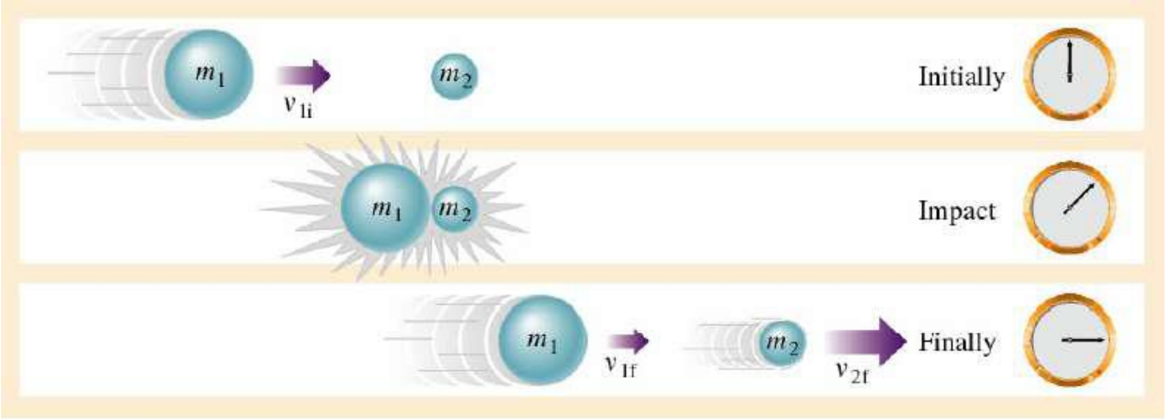
Et donc la vitesse après la collision s'écrit:

$$\vec{v}\,' = \frac{m_1}{(m_1 + m_2)}\vec{v}_1 + \frac{m_2}{(m_1 + m_2)}\vec{v}_2$$

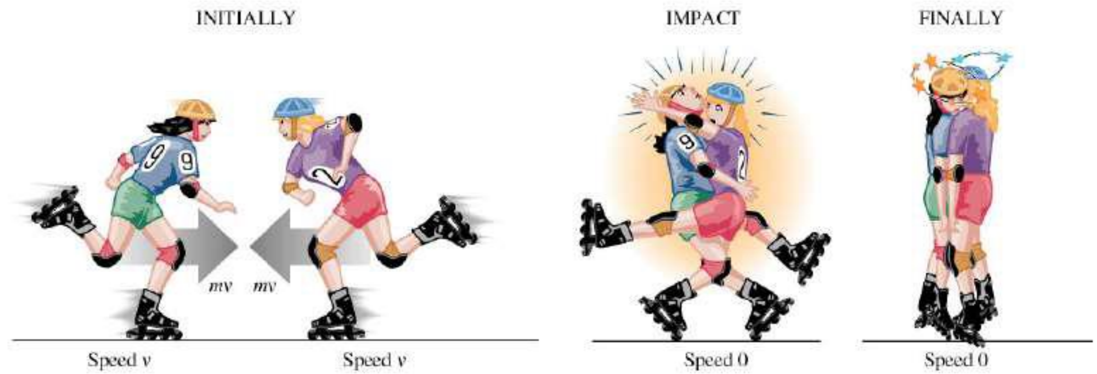


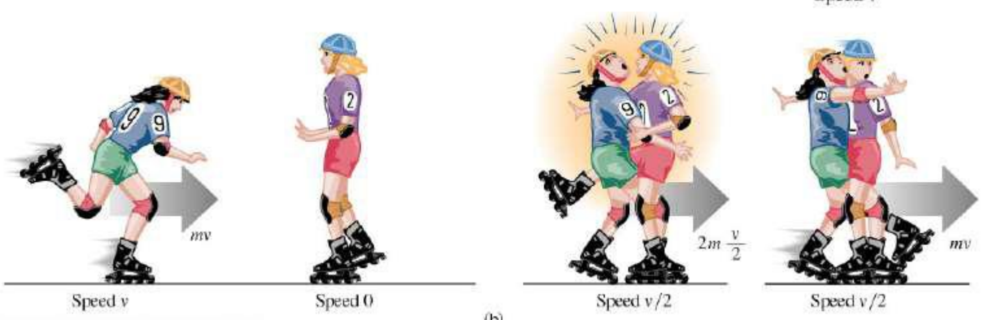


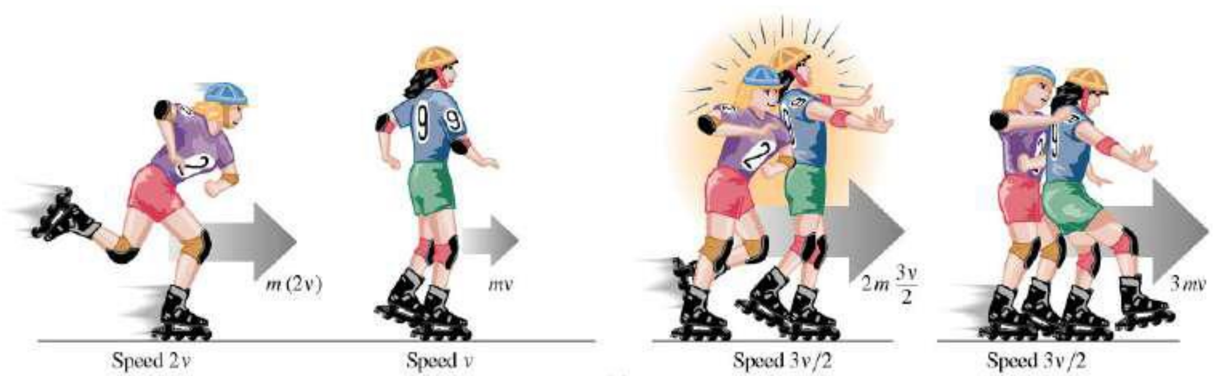
Les chocs élastiques



Les chocs inélastiques







Pendules de Newton