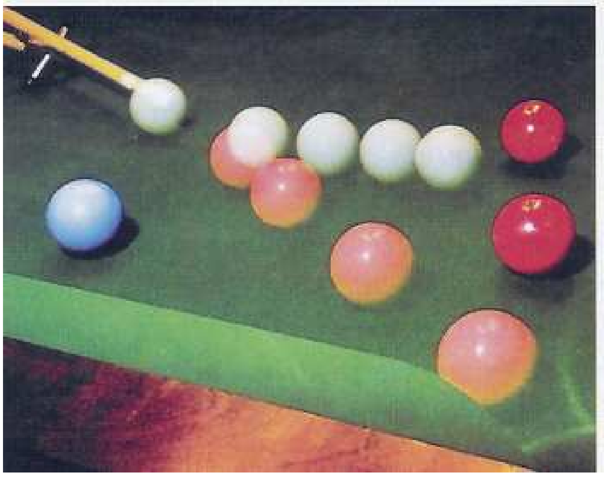
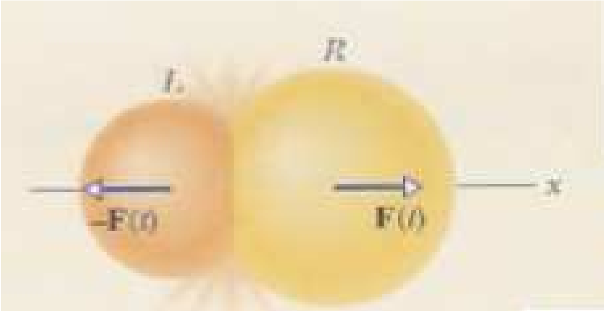
URTI



Urto:

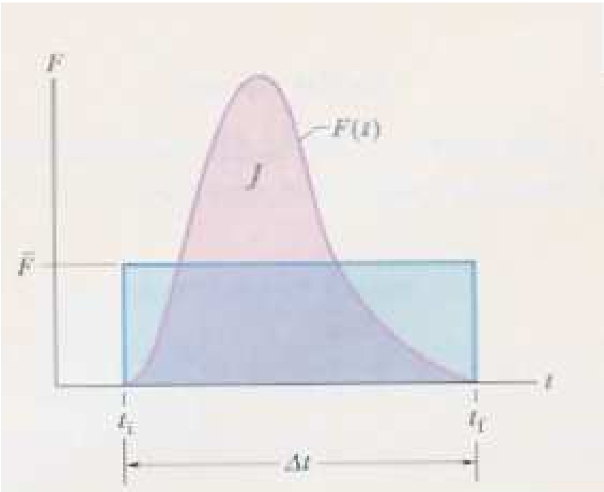
fenomeno durante il quale il moto delle particelle collidenti varia molto rapidamente, ed è possibile una separazione netta di tempo tra <u>“prima” e “dopo” l’urto</u>

(tempo di interazione << tempo di osservazione)



Forze impulsive:

agiscono su ciascuna delle particelle collidenti:



- elevata intensità
- breve tempo di azione

In generale: l'impulso di una forza

$$\vec{J} = \int_{t_{in}}^{t_{fin}} \vec{F} dt = \Delta\vec{p}$$

Per le forze impulsive:

$$\vec{F}_{imp} \to \infty \qquad \Delta t = (t_{fin} - t_{in}) \to 0$$

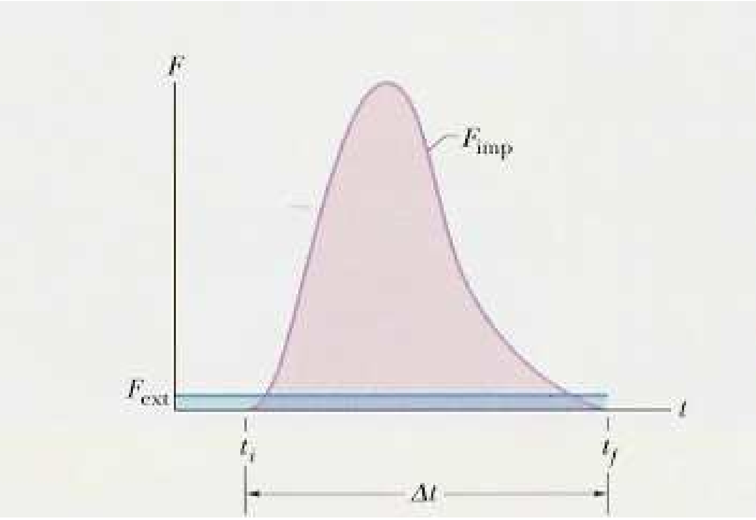
$$\vec{J}_{imp} = \int_{t_{in}}^{t_{fin}} \vec{F}_{imp} dt = valore\, finito$$

$$\Delta\vec{p} \neq 0$$

la quantità di moto $\vec{p}_i$ di ogni particella cambia nel tempo Δt

$\vec{F}_{imp}$ è una forza interna $\Rightarrow \quad \sum \vec{F}_{imp} = 0$

$\vec{F}_{imp}$ cambia ogni singolo $\vec{p}_i$, ma non cambia $\vec{p}_{tot}$



$\Delta t = (t_{fin} - t_{in})$ molto piccolo

$$\left|\vec{F}_{imp}\right| >> \left|\vec{F}_{est}\right|$$

$$\Downarrow$$

$$\vec{F}_{est} \approx 0$$

$$\Downarrow$$

$$\vec{p}_{tot} = \text{cost}$$

Assumiamo che:

$\Delta\vec{p}_i$ (dovuta a $\vec{F}_{est}$) $<<$ $\Delta\vec{p}_i$ (dovuta a $\vec{F}_{imp}$)

Questo è tanto più vero quanto più Δt è piccolo

$$\vec{F}_{est} = 0$$

$$\Downarrow$$

$$(\vec{P}_{TOT})_{prima} = (\vec{P}_{TOT})_{dopo}$$

si conserva la quantità di moto del sistema

Urto elastico:

si conserva l'energia cinetica

$$(K_{TOT})_{prima} = (K_{TOT})_{dopo}$$

Urto anelastico:

non si conserva K

Urto completamente anelastico:

dopo l'urto i corpi collidenti rimangono attaccati

(max perdita di K compatibilmente con $\vec{P}_{TOT} = cost$)

$\Delta \vec{p}_i$?

Se $\vec{F}_{imp}$ è nota $\Rightarrow$ $\Delta \vec{p}_i$ si può calcolare

Problema: Se $\vec{F}_{imp}$ non è nota, ma sono note le condizioni iniziali di moto delle particelle collidenti, è sufficiente l'utilizzazione dei principi di conserv. dell'energia e della quantità di moto per determinare i moti finali delle particelle?

Cons. energia $\Rightarrow$ 1 eq. scalare

Cons. q. di moto $\Rightarrow$ 1 eq. vettoriale $\Rightarrow$ 3 eq. scalari

$\vec{v}_{1f}$ e $\vec{v}_{2f}$ $\Rightarrow$ 6 grandezze scalari

Casi risolubili

- urto elastico unidimensionale
- urto anelastico " (se si conosce $\Delta E_{anelastico}$)
- urto completamente anelastico (basta $\vec{P}_{TOT} = cost$)

Altri casi

urti bi- e tridimensionali: non basta $E = cost$ e $\vec{P}_{TOT} = cost$

È necessario determinare per via sperimentale qualche grandezza fisica dopo l'urto (per es: l'angolo di deflessione)

Urto elastico unidimensionale

$$\begin{cases} \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 w_1^2 + \frac{1}{2} m_2 w_2^2 \\ m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{w}_1 + m_2 \vec{w}_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1 (v_1^2 - w_1^2) = m_2 (w_2^2 - v_2^2) \\ m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 w_1 + m_2 w_2 \end{cases} ; \quad \begin{cases} m_1 (v_1^2 - w_1^2) = m_2 (w_2^2 - v_2^2) \\ m_1 (v_1 - w_1) = m_2 (w_2 - v_2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 + w_1 = w_2 + v_2 \\ m_1 (v_1 - w_1) = m_2 (w_2 - v_2) \end{cases} \qquad \begin{cases} w_1 = v_2 + w_2 - v_1 \\ m_1 (v_1 - v_2 - w_2 + v_1) = m_2 w_2 - m_2 v_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} w_1 = v_2 + w_2 - v_1 \\ (m_1 + m_2) w_2 = 2 m_1 v_1 + (m_2 - m_1) v_2 \end{cases} ; \quad \begin{cases} w_1 = v_2 + w_2 - v_1 \\ w_2 = \frac{2 m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} w_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2 m_2}{m_1 + m_2} v_2 \\ w_2 = \frac{2 m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_2 \end{cases}$$

$$m_1 = m_2 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} w_1 = v_2 \\ w_2 = v_1 \end{cases}$$

le velocità si scambiano

Se $V_2 = 0$ particella 2 inizialmente ferma

$$\begin{cases} W_1 = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} V_1 \\ W_2 = \dfrac{2m_1}{m_1 + m_2} V_1 \end{cases}$$

- $m_1 = m_2$

$W_1 = 0$ 1 si ferma

$W_2 = V_1$ 2 parte come 1

- $m_1 << m_2$ urto di part. leggera contro part. pesante

$$\frac{m_1}{m_2} << 1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} \cong 0$$

$$W_1 = \frac{\frac{m_1}{m_2} - 1}{m_1/m_2 + 1} V_1 \cong -V_1$$ 1 inverte il moto

$$W_2 = \frac{2m_1/m_2}{\frac{m_1}{m_2} + 1} V_1 \cong 0$$ 2 rimane ferma

- $m_1 >> m_2$ part. pesante contro part. leggera

$$\frac{m_2}{m_1} << 1 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} \cong 0$$

$$W_1 = \frac{1 - \frac{m_2}{m_1}}{1 + \frac{m_2}{m_1}} V_1 \cong V_1$$ 1 prosegue inalterata

$$W_2 = \frac{2}{1 + m_2/m_1} V_1 \cong 2V_1$$ 2 si mette in moto con $W_2 = 2V_1$