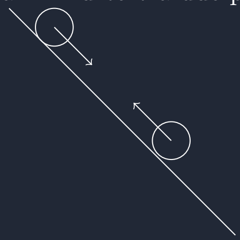
Fisica

Tommaso Miliani

11-04-25

1 Definizione di urto e forze in gioco

Figura 1: L'urto tra due palline



Nel caso generale gli urti considerati nella fisica classica durano poche frazioni di secondo. Riprendendo l'impulso possiamo esprimere queste grandi forze come

$$\vec{I} = \int \vec{F}\, dt = \Delta \vec{q}$$

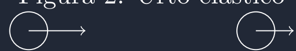
Se le due palline si urtano, allora si sviluppano delle forze molto intense in tempi molto brevi che si posso rappresentare come una curva molto stretta lungo l'asse del tempo e molto alta nell'asse della forza del grafico tempo-spazio.
Cosa succede alle forze peso o quella per la forza vincolare? Possiamo distinguere due classi di forze: le forze **impulsive** e quelle **non impulsive**. Non sono intrinsecamente diverse ma semplicemente differiscono nella loro intensità: quelle impulsive raggiungono forze molto grandi in tempi molto piccoli mentre le altre sono spesso o costanti oppure forze che non raggiungono intensità molto alte in tempi brevi.
Considerando l'intervallo di tempo durante l'urto posso trascurare l'impulso delle forze non impulsive in quanto in quel lasso di tempo le forze impulsive sono molto maggiori in modulo delle forze non impulsive e quindi nell'integrale dell'impulso posso solo considerare il contributo delle forze impulsive.
Se si considera l'insieme formato dai due corpi, le forze impulsive sono delle forze interne in quanto l'urto di un corpo all'altro è esattamente la forza che imprime uno dei due oggetti dall'altro. Per quanto riguarda quindi la variazione della quantità di moto si può dire che il sistema è isolato in quanto anche se c'è la forza peso, etc .., le forze d'urto sono le uniche che considero e allora la quantità di moto del sistema si conserva in quanto considero solo l'effetto delle forze interne.

1.1 E' sempre possibile trascurare le forze non impulsive?

Nonostante quanto detto finora, non è possibile sempre trascurare le forze non impulsive in quanto nell'urto di una pallina dall'alto con un certo angolo rispetto all'orizzontale su di una pallina ferma, questa potrebbe voler sfondare il piano su cui è appoggiata ma questo non accade se si considera anche il contributo del vincolo.In generale bisogna sempre chiedersi se il vincolo ha una certa forza impulsiva che può scaturire a causa delle forze impulsive. La geometria del sistema di riferimento diventa dunque essenziale per determinare o meno l'impulsività delle forze vincolari.

2 Urto elastico ed anelastico

Figura 2: Urto elastico



Nel caso in cui il sistema sia isolato, allora posso dire che si conserva (nell'istante iniziale e in quello finale) si conserva la quantità di moto totale

$$m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2i} = m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f}$$

Dato che ho sei incognite, posso ricondurmi al caso unidimensionale in modo tale da poter ridurre le incognite della mia equazione a due sole. Posso farlo con buona approssimazione se e solo se l'urto è centrato (ossia la traiettoria contiene entrambi i centri delle palline). Adesso ciò che succederà dipende dalla forza di interazione e si potrebbe allora dissipare energia (quello che succede all'energia cinetica dipende dai dettagli dell'urto). Possiamo definire allora due tipologie di urto: l'**urto elastico** un urto in cui l'energia cinetica subito prima dell'urto e subito dopo l'urto è uguale. Si definisce **urto anelastico** un urto in cui non si

conserva l'energia cinetica. Quando dissipo tutta l'energia relativa al centro di massa allora i due corpi si attaccano e si parla allora di **urto completamente anelastico**.
Nel caso di urto elastico allora posso utilizzare anche la conservazione dell'energia cinetica per determinare la velocità finale:

$$\begin{cases} m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2i} = m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f} \\ \frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2f}^2 \end{cases}$$

Posso allora risolvere

$$m_1(v_{1i} - v_{1f}) = m_2(v_{2i} - v_{2f})$$
$$m_1(v_{1i}^2 - v_{1f}^2) = m_2(v_{2i}^2 - v_{2f}^2)$$

Le velocità finali allora diventano

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_{1i} + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_{2i} \tag{1}$$
$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_{1i} + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_{2i} \tag{2}$$

2.1 Casi particolari

1. $m_1 = m_2$:

$$v_{1f} = v_{2i}$$
$$v_{1i} = v_{2f}$$

Le particelle si scambiano le velocità. In particolare nelle centrali nucleari a fissione per rallentare i neutroni lenti bisogna usare come moderatore l'acqua pesante in quanto è ricca di neutroni.
2. $v_{2i} = 0$

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_{1i}$$
$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_{1i}$$

Nell'urto elastico unidimensionale con una particella ferma, la seconda particella si mette in moto nella stessa direzione della particella in movimento se e solo se l'urto è centrale. La prima invece può andare o avanti o indietro (se la massa è superiore va avanti altrimenti indietro).
2.1 $m_1 = m_2$

$$\begin{cases} v_{1f} = 0 \\ v_{2f} = v_{1i} \end{cases}$$

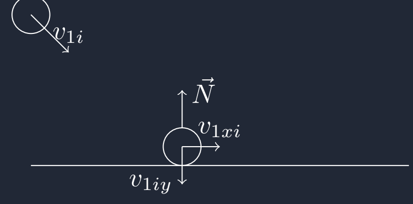
2.b. $m_2 >> m_1$

$$v_{1f} = -v_{1i}$$
$$v_{2f} = 0$$

2.2 La pallina che urta un vincolo

La pallina finirà per compiere un moto di riflessione rispetto al vincolo e quindi tenderà a rimbalzare con lo stesso angolo con cui ha urtato il vincolo (ovviamente se e solo se l'urto è elastico e lungo l'asse x non ho alcuna forza). Dal punto di vista sostanziale tutti gli urti coi raggi cosmici e nella fisica delle particelle seguono tutti questo modello anche se per corpi relativistici dovrò stare attento alle velocità.

Figura 3: L'urto di un vincolo



3 L'urto anelastico

Si farà-....

3.1 L'urto completamente anelastico