

Quantità di moto di un punto materiale

La quantità di moto è una grandezza vettoriale pari al prodotto della massa per la velocità. Se un punto materiale di massa m è in movimento ad una velocità v , diremo che esso ha una quantità di moto p :

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

La quantità di moto p è una grandezza vettoriale, in quanto definita dal prodotto di una grandezza vettoriale (la velocità) per uno scalare (la massa). L'unità di misura della quantità di moto è il $\frac{kg \cdot m}{s}$.

Riformulazione del II principio della dinamica.

A partire dalla quantità di moto si può riformulare il II principio della dinamica. Vediamo come:

Nell'espressione del II principio, $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, scriviamo l'accelerazione come rapporto tra la variazione di velocità e l'intervallo di tempo:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \cdot \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

e, se la massa è costante:

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\vec{p}_2 - \vec{p}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

e quindi: $\boxed{\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}}$

Il II principio della dinamica si può quindi riformulare dicendo che in un sistema di riferimento inerziale la Forza applicata ad un punto materiale è uguale al rapporto tra la variazione della sua quantità di moto e l'intervallo di tempo. In realtà fu questa e non l'altra ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$) la forma esatta in cui il II principio della dinamica venne enunciato da Newton.

La formula $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ descrive la maggior parte dei casi di interesse ma essa è valida solo quando la massa è costante.

La formulazione $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ è invece più generale in quanto essa si riferisce anche ai casi in cui la massa è variabile, quindi è valida ad esempio per descrivere il moto di aerei a reazione o missili o razzi, che, mentre avanzano, perdono ingenti quantità di massa sotto forma di gas di scarico derivanti dalla combustione dei carburanti.

Principio di Conservazione della Quantità di Moto per un punto materiale.

Se sul punto materiale non agiscono forze o se la somma delle forze agenti sul punto è zero, nella formula del II principio $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$, il primo membro è nullo e sarà nullo anche il secondo membro.

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{0} \Rightarrow \Delta \vec{p} = \vec{0} \Rightarrow \vec{p}_1 = \vec{p}_2$$

Vale allora il principio di conservazione della quantità di moto per un punto materiale: se la somma delle forze che agiscono su un punto è nulla, allora la sua quantità di moto è costante nel tempo.

Impulso di una forza.

Nella relazione del II principio della dinamica $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$, moltiplichiamo entrambi i membri per Δt :

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}$$

La quantità a 1° membro, $\vec{F} \cdot \Delta t$, è chiamata *impulso elementare* della forza nell'intervallo Δt , e viene indicato con la lettera I . Pertanto si ha:

$$I = \Delta\vec{p}$$

L'impulso di una forza applicata ad un punto materiale è uguale allora alla variazione della quantità di moto del punto stesso.

Equazione della dinamica per sistemi di punti materiali

Se si considera un sistema fisico composto da più punti materiali; per ognuno di essi si può definire la quantità di moto a partire dalla sua massa e dalla sua velocità; inoltre ogni punto materiale è soggetto a forze provenienti dall'esterno e alle forze esercitate dagli altri punti del sistema. Queste ultime sono denominate forze interne e risultano suddivise in coppie, a due a due uguali ed opposte e pertanto si annullano reciprocamente. Possiamo quindi affermare che in un sistema fisico di più punti materiali la somma delle forze interne è sempre zero.

Si può vedere che anche per i sistemi di punti vale il II principio della dinamica, nella forma:

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

dove:

\vec{F} rappresenta la somma di tutte le forze esterne che agiscono sui punti;

\vec{p} rappresenta la somma delle quantità di moto di tutti i punti del sistema.

Principio di Conservazione della Quantità di Moto per un sistema di punti.

Se per un sistema composto da più punti materiali la somma delle forze esterne è zero, nella formula $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$, il primo membro è zero e sarà nullo anche il secondo.

$$\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = \vec{0} \Rightarrow \Delta\vec{p} = \vec{0} \Rightarrow \vec{p}_1 = \vec{p}_2$$

Il vettore quantità di moto non varia con il tempo. Nel caso in cui il sistema sia isolato, cioè non vi sia proprio alcuna forza esterna, a maggior ragione la quantità di moto resta costante nel tempo.

Il principio di conservazione della quantità di moto afferma quindi che per un sistema isolato (senza forze esterne) la quantità di moto complessiva non cambia col passare del tempo.

Urti

L'urto è un fenomeno che si verifica quando due o più corpi vengono a contatto tra loro. Esempi di urto sono quelli tra palline del gioco del biliardo e della carambola, le collisioni tra autoveicoli, le collisioni tra corpi celesti, ecc. ; si parla di urto anche quando ci si riferisce a interazioni tra particelle (molecole, atomi o particelle subatomiche); in tutti i casi di urto, la durata dell'interazione è brevissima, e le forze che si sviluppano sono intensissime.



Cominciamo a caratterizzare gli urti dal punto di vista fisico: riguardando più corpi, gli urti rientrano nella dinamica dei sistemi di punti. Le forze che scatenano gli urti sono interne al sistema, poiché si estrinsecano tra corpi del sistema stesso; esse sono molto intense e vengono applicate per un intervallo di tempo molto breve; ragion per cui nell'analisi degli urti le forze esterne possono essere trascurabili; pertanto per tutti i processi d'urto vale il principio di conservazione della quantità di moto.

Classificazione degli urti

Gli urti si suddividono in elastici ed anelastici a seconda di se si conserva o meno l'Energia cinetica.

L'urto si dice **elastico** quando, oltre a conservarsi la quantità di moto complessiva dei corpi che vengono a contatto, si conserva anche la loro energia cinetica complessiva.

Esempi di urti elastici sono quelli tra le palle del biliardo o delle bocce su pavimento liscio.

L'urto si dice invece **anelastico** quando si conserva solo la quantità di moto mentre l'energia cinetica non si conserva, dissipandosi in parte in altre forme di energia (energia termica, acustica, ecc.).

Esempio di urto anelastico è quello di una palla di gomma sul pavimento.

Infine l'urto si dice **perfettamente anelastico** quando, i corpi dopo la collisione restano uniti procedendo insieme, con la stessa velocità.