

3. Dinamica e forze

La dinamica è quella parte della meccanica che studia il moto di un corpo facendo riferimento alle cause esterne che lo generano.

Le due grandezze fondamentali che prendiamo in considerazione sono le forze che agiscono sul corpo stesso e la sua massa.

Leggi del moto

Le leggi del moto sono le tre leggi fondamentali della dinamica che mettono in relazione le forze e le masse. Sono state enunciate per la prima volta da Isaac Newton

Prima legge di Newton

La prima legge del moto detta anche **legge d'inerzia** definisce una particolare classe di sistemi di riferimento detti **sistemi inerziali**.

Enunciato:

in assenza di forze esterne e se osservato da un sistema di riferimento inerziale, un corpo in quiete rimane in quiete ed un corpo in moto continua il suo moto con la stessa velocità, cioè con velocità costante in direzione rettilinea).

Seconda legge di Newton

Enunciato:

Osservando da un sistema di riferimento inerziale, l'accelerazione di un corpo è direttamente proporzionale alla forza risultante agente su di esso ed inversamente proporzionale alla sua massa:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Forza risultante: somma vettoriale di tutte le forze agenti sul corpo.

Forza [N]: grandezza fisica che nasce dall'interazione di un corpo con l'ambiente esterno, alterando lo stato del moto o producendo una deformazione del corpo stesso.

Massa: proprietà intrinseca di un corpo che misura quanta resistenza esso oppone ai cambiamenti della sua velocità.

Forza gravitazionale e peso

La forza di attrazione esercitata dalla Terra su ciascun corpo prende il nome di **forza gravitazionale** \vec{F}_g . Questa forza è diretta verso il centro della Terra e la sua intensità si chiama **peso** del corpo. Sapendo che un corpo in caduta libera subisce un'accelerazione \vec{g} diretta verso il centro della Terra possiamo applicare la seconda legge di Newton e ricavare:

$$\vec{F}_g = m\vec{g}$$

Terza legge di Newton

Enunciato:

Se due corpi interagiscono tra loro, la forza \vec{F}_{12} esercitata dal corpo 1 sul corpo 2 è uguale in modulo ed è opposta in verso alla forza \vec{F}_{21} esercitata dal corpo 2 sul corpo 1:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

La forza che il corpo 1 esercita sul corpo 2 è comunemente chiamata **azione**, mentre la forza che il corpo 2 esercita sul corpo 1 viene chiamata **reazione**.

Forza normale:

quando un corpo entra in contatto con un altro corpo rimanendo fermo si manifesta una forza di reazione perpendicolare alla superficie contatto che va a controbilanciare la forza peso ed eventualmente altre forze agenti sul corpo stesso.

Questa forza viene detta **forza normale**.

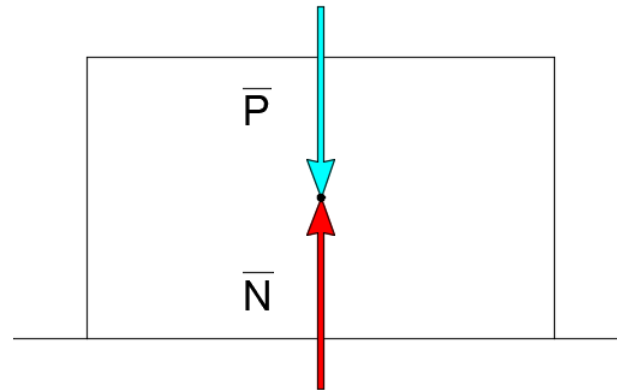


Diagramma di corpo libero:

è una rappresentazione che ci consente di isolare le forze agenti sul corpo da analizzare. Inoltre è possibile eventualmente schematizzare il corpo come un punto.

Forze di attrito

Quando un corpo è in moto su una superficie (o in un mezzo viscoso) nasce una resistenza al moto a causa delle interazioni tra il corpo e superficie. Questa resistenza prende il nome di **forza di attrito**.

Esistono due tipi di forze di attrito:

-Forza di attrito statico

-Forza di attrito dinamico

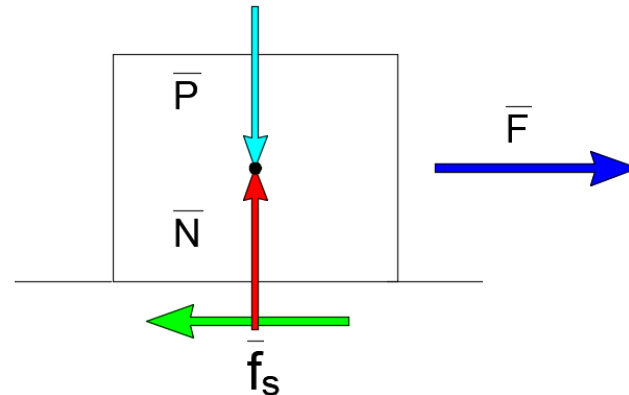
Forza di attrito statico:

è la forza \vec{f}_s che si oppone al moto di un corpo soggetto ad una forza esterna, fintanto che rimane fermo.

$$f_s \leq f_{s,max} = \mu_s n$$

- μ_s è chiamato **coefficiente di attrito statico**
- n è la forza normale

$f_s = f_{s,max}$ quando le superfici di contatto sono sul punto di scivolare l'una sull'altra. Questa situazione prende il nome di **moto incipiente**.



Forza di attrito dinamico:

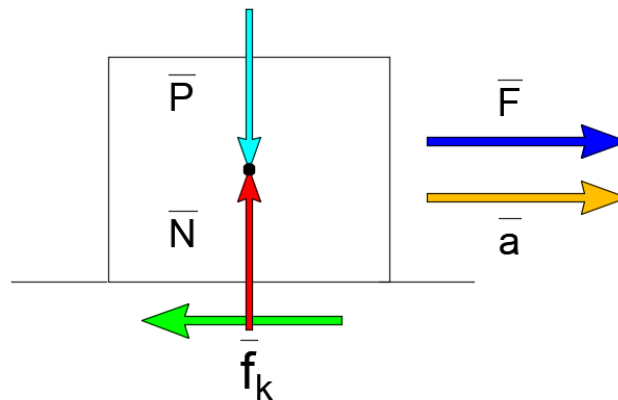
è la forza \vec{f}_k che si oppone al moto di un corpo in movimento soggetto ad una forza esterna.

$$f_k = \mu_k n$$

- μ_k è chiamato **coefficiente di attrito dinamico**

In generale μ_k è minore di μ_s .

La direzione della forza di attrito che agisce su un corpo è parallela alla superficie con la quale il corpo è in contatto ed è opposta a quella del moto (o moto incipiente nel caso di attrito statico).



Forze elastiche

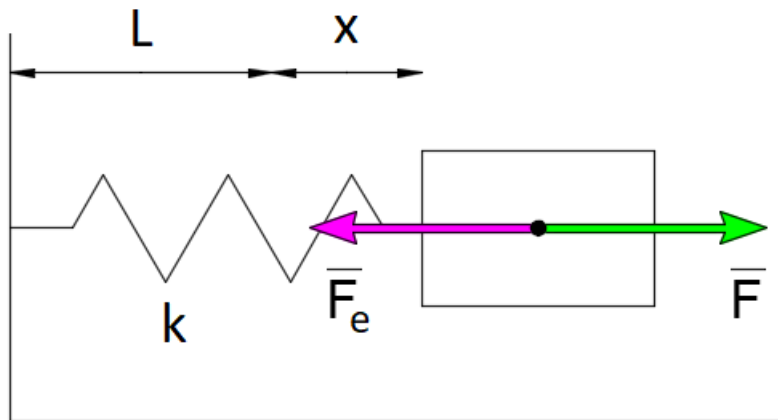
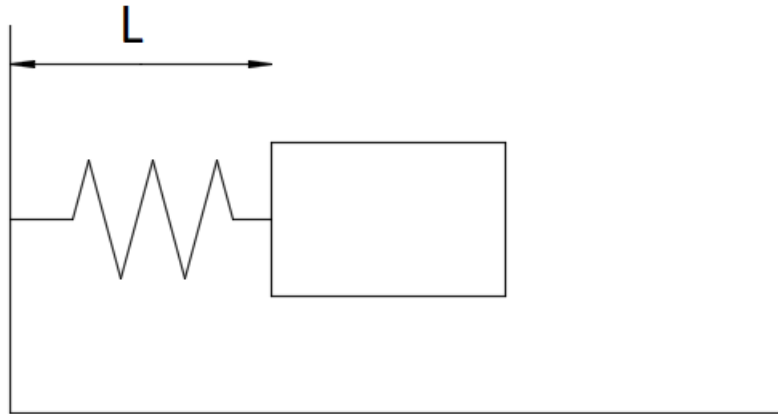
La **legge di Hooke** afferma che la forza elastica F_e per allungare o comprimere una molla è direttamente proporzionale all'allungamento o alla compressione x , misurato rispetto alla configurazione di riposo della molla stessa.

$$F_e = -kx$$

k [N/m] è la costante elastica della molla e misura la rigidità della molla

Il segno negativo sta ad indicare che la forza esercitata dalla molla ha sempre verso opposto allo spostamento dalla posizione di equilibrio.

Poiché F_e è sempre orientata verso la posizione di equilibrio viene chiamata anche **forza di richiamo**.

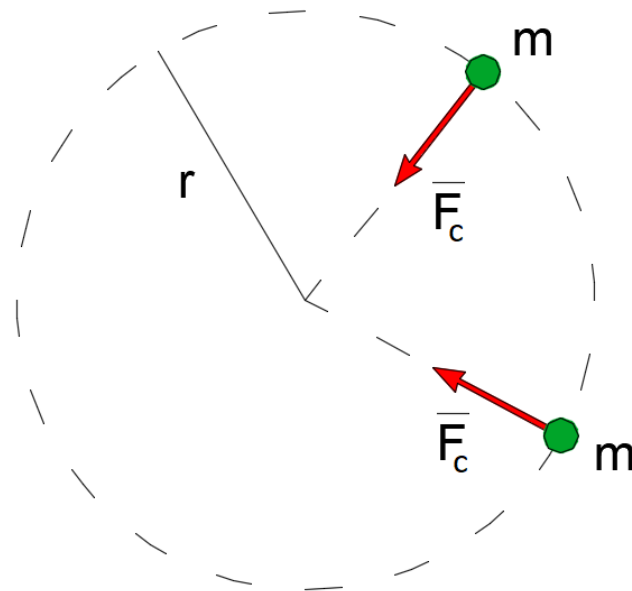


Forza centripeta

Si consideri un punto materiale di massa m in moto circolare uniforme. La forza che produce una accelerazione centripeta del punto è una forza radiale che prende il nome di **forza centripeta**.

$$\sum \vec{F}_c = ma_c = \frac{mv^2}{r}$$

Questa forza agisce in direzione del centro del percorso circolare e provoca una variazione della direzione del vettore velocità.



Sistemi di riferimento non inerziali

Applichiamo ora le leggi di Newton ad un corpo osservato da un sistema di riferimento non inerziale, ovvero un sistema di riferimento accelerato.

In questo caso dobbiamo introdurre una cosiddetta **forza apparente**, che può nascere da una variazione del modulo o da un cambiamento di direzione del vettore velocità.

Applicando la seconda legge di Newton possiamo scrivere:

$$\sum \vec{F} + \sum \vec{F}_{app} = m\vec{a}$$

Forza centrifuga

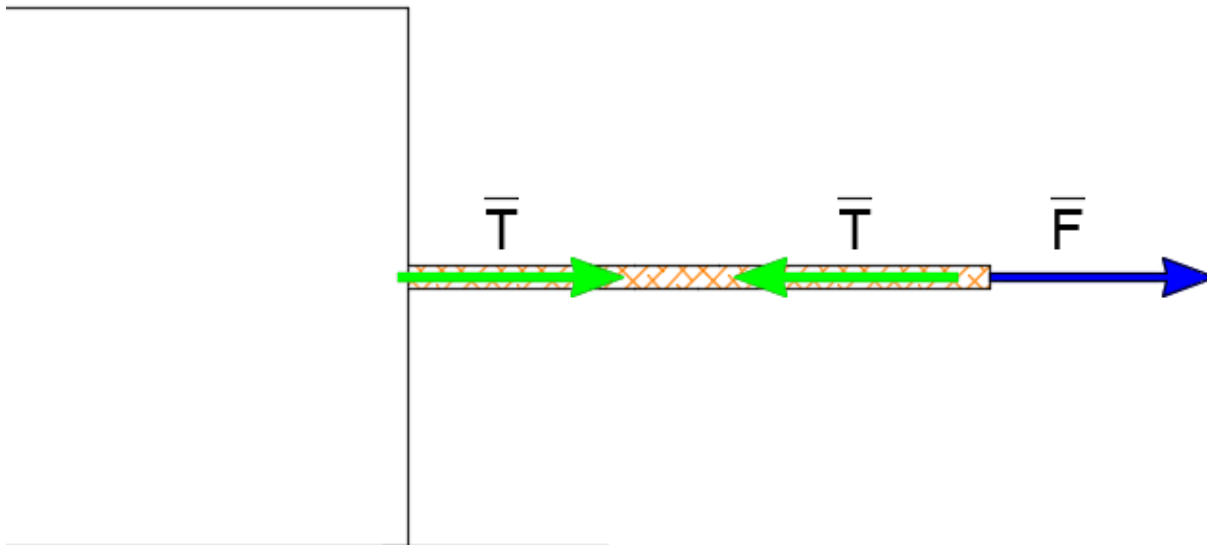
La **forza centrifuga** è la forza apparente dovuta all'accelerazione centripeta associata alla variazione di direzione del vettore velocità di un punto materiale che percorre una traiettoria circolare.

Le due forze hanno modulo uguale ma sono dirette in verso opposto:

$$\sum \vec{F}_{cf} = - \sum \vec{F}_c = - \frac{mv^2}{r}$$

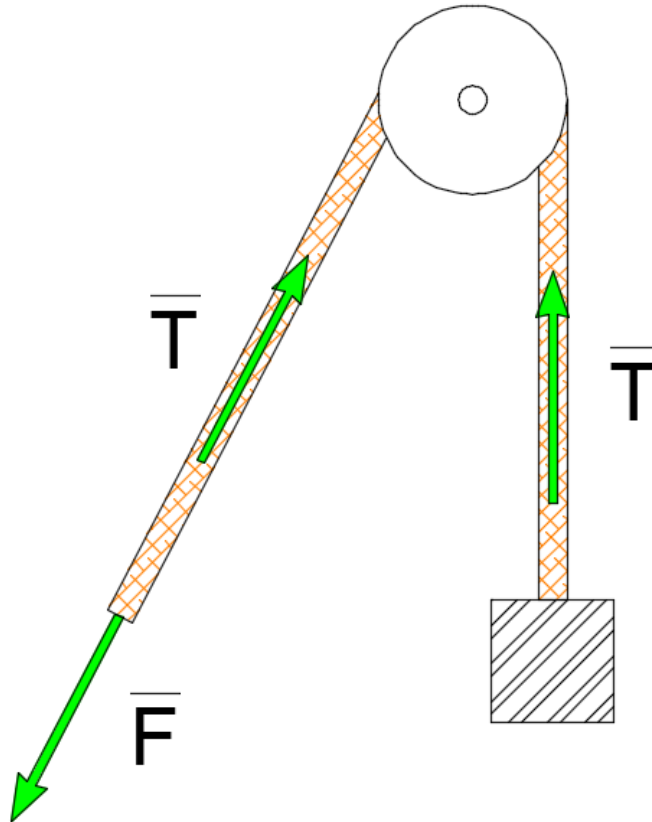
Forze di tensione

Quando una fune tira un corpo, la fune esercita una forza \vec{T} sul corpo nella direzione della fune stessa con verso che si allontana dal corpo. Il modulo T di tale forza prende il nome di **tensione** della fune. La tensione è una quantità scalare.



Carrucola

La carrucola è una macchina la cui funzione è quella di deviare la direzione della forza applicata ad un'estremità della fune.



Punto materiale in equilibrio

Se l'accelerazione su un corpo schematizzato come punto materiale è nulla, il corpo risulta essere in equilibrio.

La forza risultante sul corpo sarà quindi nulla:

$$\sum \vec{F} = 0$$

Andando a scomporre la risultante lungo i tre assi cartesiani è possibile inoltre verificare che:

$$\sum \vec{F}_x = 0 \quad \sum \vec{F}_y = 0 \quad \sum \vec{F}_z = 0$$