



Associazione Studenti e Professori di Medicina Uniti Per

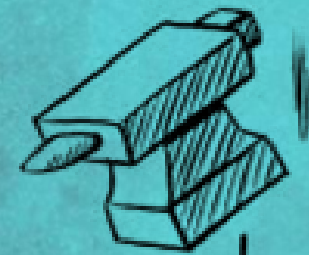
FISICA

GIORNATE TEMATICHE PER MEDICINA E PROFESSIONI
SANITARIE

In collaborazione con Servizio Tutor della Scuola di Medicina



$$V = \pi r^2 h$$





Associazione Studenti e Professori di Medicina Uniti Per

CINEMATICA



$$V = \pi r^2 h$$



SISTEMI DI RIFERIMENTO E UNITA' DI MISURA

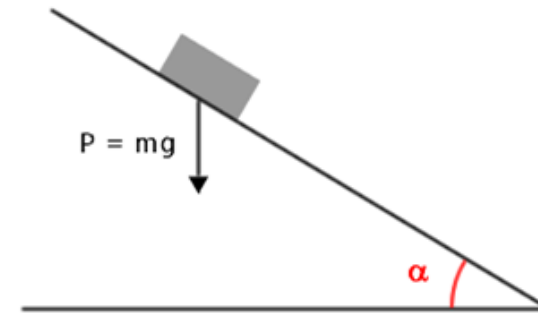
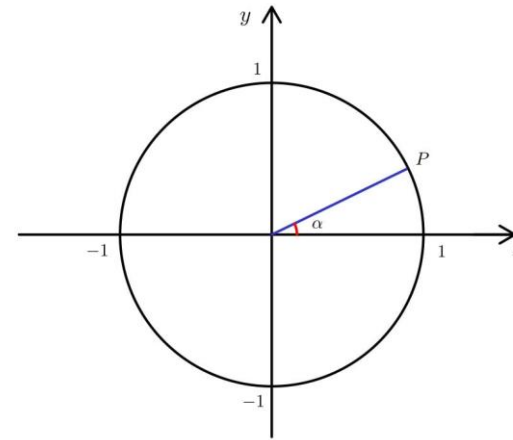
Sistemi di riferimento – Servono per analizzare il fenomeno fisico

Nell'ambito della cinematica sono utili da maneggiare:

- Gli assi cartesiani (xy)
- Il piano inclinato
- Gli assi cartesiani uniti a una circonferenza

Per quanto riguarda le **unità di misura** sono utili:

- Le **grandezze fondamentali**: lunghezza (metro – m), intervallo di tempo (secondo – s)
- Le **grandezze derivate**: posizione (grandezza vettoriale), velocità (m/s) e accelerazione (m/s²)



PROGRAMMA

In questa lezione affronteremo i moti principali della cinematica:

1. **Moto rettilineo uniforme**
2. **Moto rettilineo uniformemente accelerato**
3. **Moto circolare uniforme**
4. **Moto parabolico – del proiettile**
5. **Moto armonico**



MOTO RETTILINEO

È il moto cinematico più semplice da analizzare in quanto il movimento si compie in **una sola direzione**.

Si possono individuare due tipologie di moto rettilineo, in base a **velocità** ed **accelerazione**:

MOTO RETTILINEO **UNIFORME**, che presenta

- Velocità costante
- Accelerazione nulla

MOTO RETTILINEO **UNIFORMEMENTE ACCELERATO**, che presenta

- Velocità variabile
- Accelerazione costante non nulla



1. MOTO RETTILINEO UNIFORME

È molto difficile da replicare sulla Terra poiché le forze di attrito dovrebbero essere nulle, ma è possibile osservarlo a livello astronomico.

In questa situazione la velocità è facilmente calcolabile tramite la formula: $v = \frac{s}{t}$

Mentre per descrivere e studiare il movimento del corpo il tutto il suo percorso si utilizza la **legge oraria del moto rettilineo uniforme**, un'equazione che pone lo spazio in relazione al tempo:

$$s = s_0 + vt$$

Dove **s_0** risulta la posizione iniziale del corpo espressa in **m**, **v** è la **velocità** costante espressa in **m/s** e **t** è l'intervallo di **tempo** considerato, espresso in **s**.



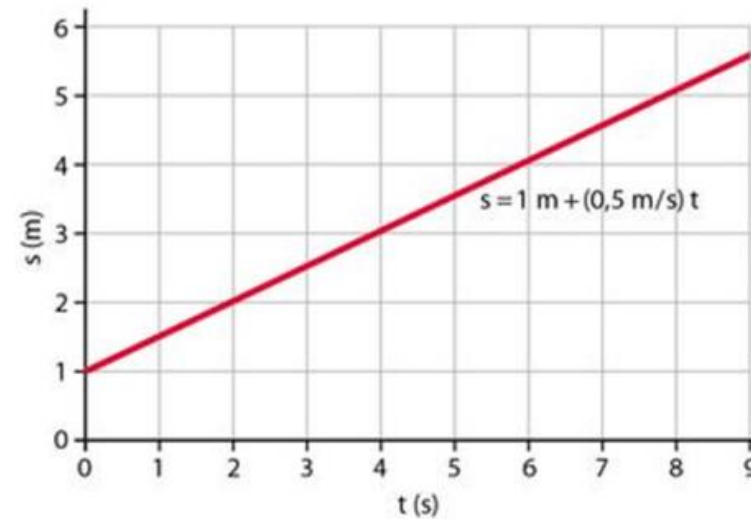
1. MOTO RETTILINEO UNIFORME

La legge oraria può essere descritta graficamente sul piano cartesiano tramite un **grafico spazio-tempo**, che presenta:

- Sulle ascisse la variabile tempo
- Sulle ordinate la variabile spazio, intesa come posizione del corpo.

NB: Ogni tipologia di moto ha la sua legge oraria descrivibile tramite il grafico spazio tempo, ciò che cambia è l'equazione alla base, che determina la curva finale tracciata.

Nel caso del moto rettilineo uniforme il tracciato prevede una **retta** dove s_0 è il **termine noto** e la velocità (v) è il **coefficiente angolare**.



1. MOTO RETTILINEO UNIFORME

È possibile inoltre calcolare a ritroso la velocità media del corpo, indicata dal rapporto tra spazio e tempo totali:

$$v_{media} = \frac{s_{tot}}{t_{tot}}$$

Alcuni valori di velocità da tenere a mente:

- Velocità della luce: 3×10^8 m/s oppure 3×10^5 km/s
- Velocità del suono standard (nell'aria): 340 m/s



2. MOTO RETTILINEO UNIF. ACCELERATO

Come anticipato il moto rettilineo uniformemente accelerato prevede **velocità variabile** ma **accelerazione costante**.

L'accelerazione si esprime tramite la formula:

$$a = \frac{v}{t}$$

E si misura in m/s².

Tramite formula inversa invece è possibile ricavare la velocità in funzione di accelerazione e tempo:

$$v = v_0 + at$$

Dove v_0 è la velocità iniziale.

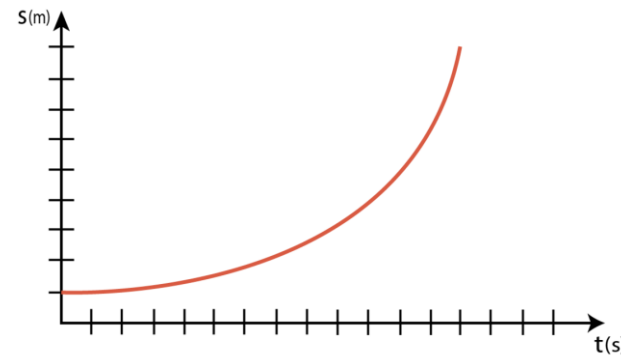


2. MOTO RETTILINEO UNIF. ACCELERATO

La **legge oraria** del moto rettilineo uniformemente accelerato è descritta dalla formula:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 + s_0$$

Come si può intuire essendo un'**equazione di secondo grado**, la curva corrispondente nel grafico spazio-tempo sarà una **parabola**, la cui concavità è data dal segno dell'accelerazione. Nell'immagine riportata, ad esempio, l'accelerazione sarà positiva.



2. MOTO RETTILINEO UNIF. ACCELERATO

Questa tipologia di moto è quella che descrive i corpi in **caduta libera**, dove l'accelerazione è pari a g ($9,81\text{m/s}^2$, approssimabile a 10m/s^2) e lo spazio è l'altezza della caduta h .

In questo caso risulta utile sapere la formula che ci permette di conoscere la velocità del corpo a fine caduta:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Mentre, mettendo a sistema la legge oraria e la formula standard della velocità, è possibile ricavare una formula che non prevede il tempo come termine noto:

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$



3. MOTO CIRCOLARE UNIFORME

Questa tipologia di moto prevede il movimento di un corpo in una **traiettoria circolare** lungo una **circonferenza**, a **velocità costante**. Tale velocità può essere espressa in:

- **Velocità tangenziale** (v): misurata in **m/s**, il cui modulo è costante ma variano la direzione e il verso. Rappresenta il tempo impiegato (**periodo** T) per percorrere una circonferenza di raggio r (**$2\pi r$**):

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

- **Velocità angolare** (ω): misurata in **rad/s**, è il rapporto tra l'angolo percorso in un'unità di tempo, quindi per la circonferenza sarà un angolo di 360° o 2π in un periodo T :

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$



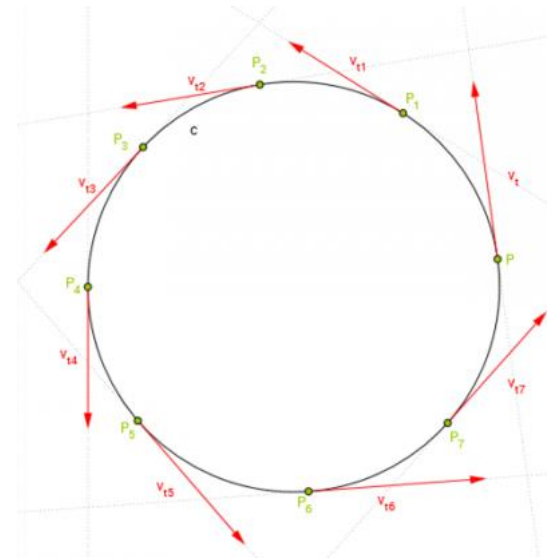
3. MOTO CIRCOLARE UNIFORME

Da notare: dato che la velocità tangenziale cambia in direzione e verso ad ogni istante, la **velocità media vettoriale** risulterà nulla.

Inoltre, a partire dalle formule appena viste per velocità tangenziale e angolare, è possibile ricavarne una sapendo l'altra in questo modo:

$$v = \omega r \text{ oppure } \omega = \frac{v}{r}$$

Si denota quindi che la **velocità tangenziale dipende strettamente dal raggio**, mentre la velocità angolare ne è indipendente. Ciò implica che a parità di velocità angolare, quella tangenziale può essere ben diversa.



3. MOTO CIRCOLARE UNIFORME

Si definisce **frequenza f** l'inverso del periodo, viene misurata in Hertz ($\text{Hz} = 1/\text{s} = \text{s}^{-1}$) e indica il numero di giri compiuti dal corpo in un secondo:

$$f = \frac{1}{T}$$

L'**accelerazione centripeta a_c** invece è la forza che trattiene il corpo e permette ad esso di seguire la traiettoria circolare, cambiando ogni istante la direzione e il verso della velocità tangenziale:

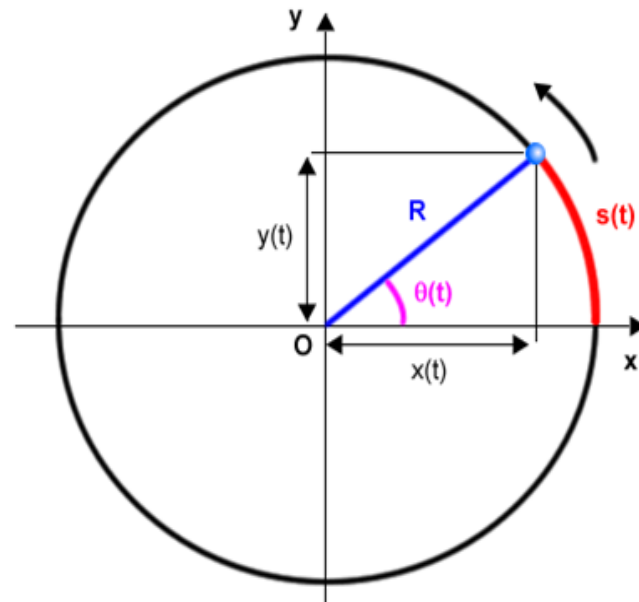
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \left[\text{sempre } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$



3. MOTO CIRCOLARE UNIFORME

Per quanto riguarda la **legge oraria del moto circolare uniforme**, in questo caso si prende in considerazione l'angolo percorso nell'unità di tempo, per cui:

$$\theta_t = \theta_0 + \omega t$$



4. MOTO DEL PROIETTILE o PARABOLICO

Il moto del proiettile (o moto parabolico) è un moto in cui un corpo viene lanciato in **diagonale rispetto al piano verticale** con un certo angolo α rispetto all'asse x.

La velocità iniziale v_0 è un vettore scomponibile in 2 componenti:

- La **componente verticale** V_{oy} : rappresenta la velocità verticale del corpo, che sarà variabile per la gravità g □ moto uniformemente accelerato
- La **componente orizzontale** V_{ox} : rappresenta la velocità orizzontale del corpo, che non subirà variazioni □ moto rettilineo uniforme

NB: L'accelerazione di gravità in questo caso agisce verso il basso ($-9,81 \text{ m/s}^2$ (utilizzando un sistema di riferimento con l'asse verticale verso l'alto)).



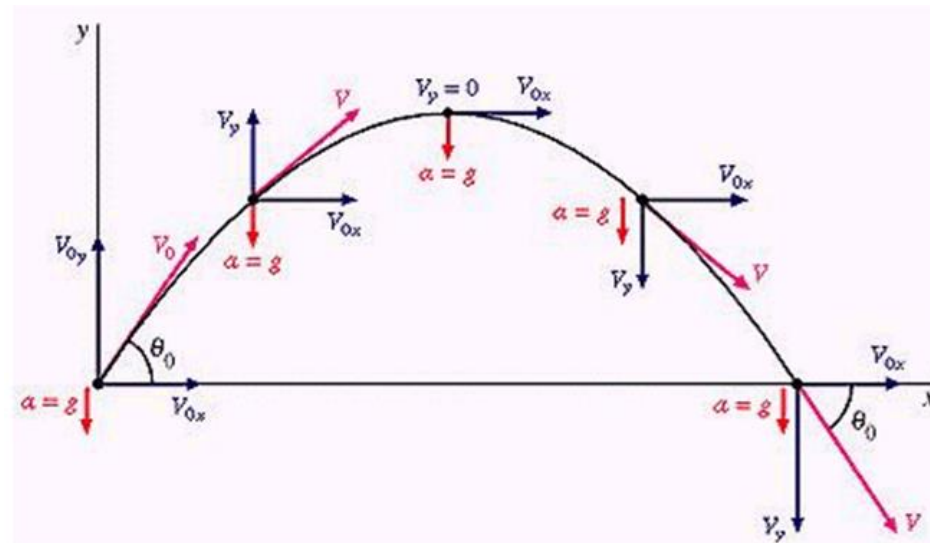
4. MOTO DEL PROIETTILE o PARABOLICO

Usando un po' di trigonometria è possibile scomporre il vettore velocità v_0 nelle sue due componenti:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Dove α è l'angolo formato dal vettore velocità e l'asse x.



4. MOTO DEL PROIETTILE o PARABOLICO

1. COMPONENTE ORIZZONTALE - M. RETTILINEO UNIFORME

Per la componente orizzontale valgono le regole viste precedentemente per il moto rettilineo uniforme:

Legge oraria: $x = x_0 + v_{ox}t$

2. COMPONENTE VERTICALE – M. UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Essendo l'accelerazione g negativa, la velocità decresce fino al punto di altezza massima H , dove la velocità risulta nulla. Valgono quindi le regole viste precedentemente per il moto uniformemente accelerato:

Legge oraria: $y = y_0 + v_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2$

Componente v_y : $v_y = v_{oy} + gt$ con $g = -9,81m/s^2 \sim -10m/s^2$



4. MOTO DEL PROIETTILE o PARABOLICO

ALTRI PARAMETRI MISURABILI:

1. TEMPO DI VOLO

È il tempo impiegato dal corpo per compiere l'intera traiettoria (dal lancio al suolo). Si può ricavare sapendo che risulta il doppio del tempo che il corpo impiega ad arrivare alla sua altezza massima.

Si può calcolare ponendo $v_y=0$ nella formula $v_y = v_{0y} + gt$ e moltiplicandolo per 2:

$$t = -2 \frac{v_{0y}}{g}$$



4. MOTO DEL PROIETTILE o PARABOLICO

2. GITTATA (R)

È lo spazio orizzontale percorso nel tempo di volo.

Si può calcolare ponendo t =tempo di volo nella formula del moto orizzontale $x = x_0 + v_{ox}t$ dove $x_0=0$:

$$R = v_{ox} \cdot t_{volo} = -2 \frac{v_{ox}v_{oy}}{g}$$

Come si può notare, per massimizzare il prodotto $v_{ox}v_{oy}$ l'angolo di lancio dovrebbe essere 45° o $\frac{\pi}{4}$.



4. MOTO DEL PROIETTILE o PARABOLICO

3. ALTEZZA MASSIMA (H)

È la posizione verticale raggiunta in **metà** tempo di volo.

Si può calcolare ponendo tale tempo nella legge oraria del moto verticale $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2$, ottenendo quindi:

$$H = -\frac{v_{0y}^2}{2g}$$

4. RELAZIONE TRA ALTEZZA E VELOCITA' VERTICALE

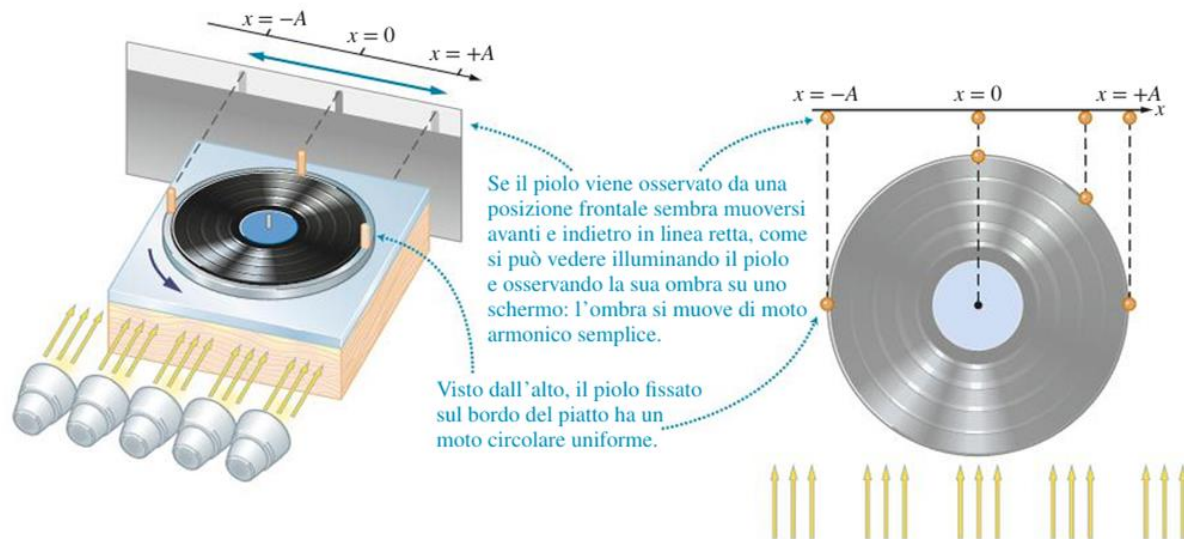
È la stessa utilizzata nella formula senza il tempo del moto rettilineo uniformemente accelerato:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2gy$$



5. MOTO ARMONICO

Il moto armonico semplice è un moto descritto lungo un asse dalla **proiezione** di un punto che si muove di **moto circolare uniforme** su una circonferenza centrata in un punto dell'asse.



Il Walker. Corso di Fisica 1 (James S. Walker)



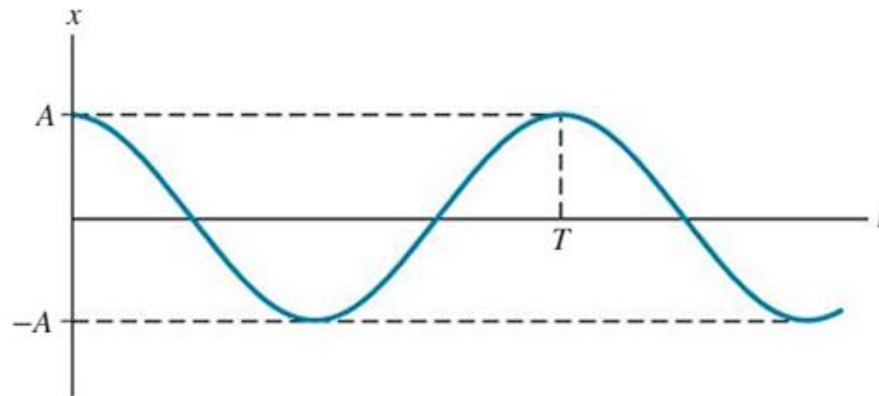
5. MOTO ARMONICO

La **legge oraria** del moto armonico è:

$$x = A \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = A \cdot \cos(\omega t)$$

Dove A indica l'**ampiezza** espressa in metri e ω la **pulsazione** espressa in rad/s.

In un grafico spazio su tempo si ottiene un tracciato che oscilla periodicamente



5. MOTO ARMONICO

La **velocità** è descritta dalla seguente relazione
L' **accelerazione** è invece

$$v = -A\omega \cdot \sin(\omega t)$$

Ciò implica che l'accelerazione è **massima** dove la velocità è **nulla** e viceversa.

$$a = -A\omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

Tipici esempi di moto armonico oltre, alla proiezione di un moto circolare uniforme, sono un **sistema massa-molla** e il **pendolo semplice** (entro piccole oscillazioni).





Associazione Studenti e Professori di Medicina Uniti Per

DINAMICA



$$V = \pi r^2 h$$



1. Le LEGGI della DINAMICA



1. Le LEGGI della DINAMICA

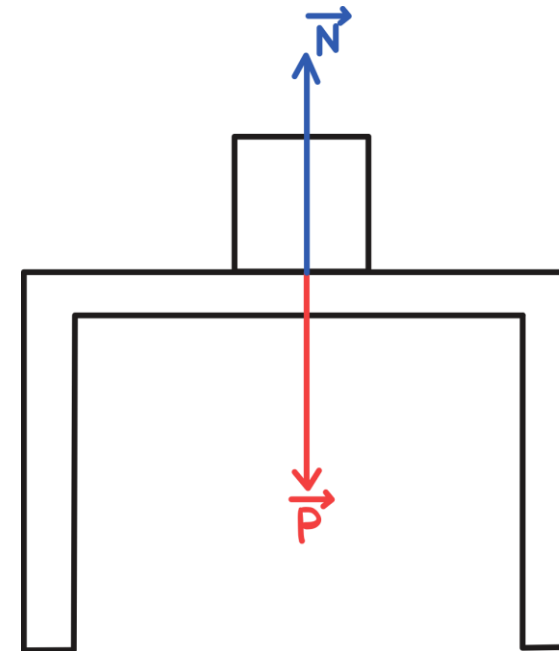
La dinamica è la parte della meccanica che studia le cause del moto dei corpi, i quali obbediscono alle **3 leggi di Newton** (3 leggi della dinamica).

1^a Legge (o principio di inerzia)

Un corpo mantiene il proprio stato di **quiete** o di **moto rettilineo uniforme** finché non interviene una forza esterna a modificarlo; oppure se le forze che agiscono su di esso si compensano (somma vettoriale delle forze pari a zero).

Ad esempio (*immagine*), il cubo rimane fermo perché le forze che agiscono su di esse si bilanciano. In particolare, la **forza peso (P)** diretta verso il basso è contrastata dalla **reazione normale (N)**, cioè la spinta esercitata dalla superficie di appoggio in direzione opposta.

Se questa reazione fosse minore del peso, l'oggetto affonderebbe nella superficie.



1. Le LEGGI della DINAMICA

2^ Legge

Quando su un corpo (dotato di **massa**) agisce una forza (o un sistema di forze non in equilibrio), esso subisce un'**accelerazione** che è direttamente proporzionale alla forza applicata, e ha la **stessa direzione** e lo **stesso verso** della **forza**.

$$F = m \cdot a$$

Ad esempio, si considerano 2 corpi con masse: $m_1 = 10 \text{ Kg}$ e $m_2 = 20 \text{ Kg}$, entrambi su una superficie piana. Se sul **corpo 1** si applica una forza di **400 N**, esso avrà un'accelerazione di **40 m/s²**.
Se invece la **stessa forza** agisce sul **corpo 2**, la sua accelerazione sarà di **20 m/s²**.

Da questo esempio si evince che quanto maggiore è la massa, tanto più alta è la forza necessaria per ottenere una medesima accelerazione.



1. Le LEGGI della DINAMICA

3^a Legge

Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria. In altre parole, se un corpo A esercita una forza su un corpo B, allora anche il corpo B esercita su A una forza di **uguale intensità** ma diretta in **verso opposto**.

Un esempio è quello di un oggetto appoggiato su un tavolo: la forza peso applicata sul tavolo genera una reazione normale uguale in modulo, ma in verso opposto (vedi 1^a Legge).



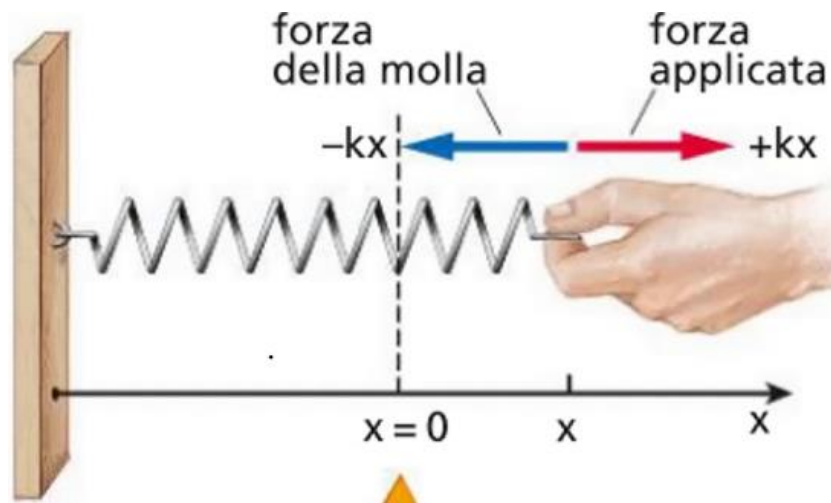
2.1 La FORZA ELASTICA



2.1 La FORZA ELASTICA

Quando si tende/comprime una molla, essa esercita una forza di richiamo che si **oppone** a quella applicata. Inoltre, non tutte le molle reagiscono allo stesso modo: alcune, in funzione di materiale o avvolgimento, oppongono una resistenza maggiore, mentre altre risultano più elastiche.

Queste considerazioni portano alla legge di Hooke, secondo cui l'**allungamento** ($\Delta x = x_{\text{finale}} - x_{\text{iniziale}}$) della molla è direttamente proporzionale alla **forza applicata** (**F**) e ad una costante specifica della molla, detta **costante elastica** (**k**) (espressa in N/m).



$$F = -k \cdot \Delta x$$

La forza elastica presenta un **verso opposto** rispetto alla forza applicata: per questo motivo, il suo **segno** è **opposto** rispetto alla forza applicata.

2.1 La FORZA ELASTICA

Considerazioni!

- Nel determinare Δx è importante specificare il sistema di riferimento adottato. Se si pone l'origine nel punto in cui la molla si trova in posizione di riposo, allora:
 - ad un **allungamento** corrisponde un valore di $\Delta x > 0$
 - ad un **accorciamento** corrisponde un valore di $\Delta x < 0$
- Riguardo la forza applicata, va considerata la componente **parallela** all'asse della molla.



2.2 L'ENERGIA POTENZIALE ELASTICA



2.2 L'ENERGIA POTENZIALE ELASTICA

Si consideri un cubo di legno appoggiato su una molla compressa: se la molla venisse rilasciata, essa spingerebbe il cubo verso l'alto, acquisendo, così, **energia cinetica**.

Ciò significa che una molla compressa (o allungata) possiede una certa **energia potenziale elastica**, ossia una forma di energia immagazzinata che può essere **rilasciata** e **trasformata** in altre forme di energia.

Questa energia si esprime con la formula:

$$U_{el} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2$$

Dove:

- k è la costante elastica della molla
- Δx l'allungamento o la compressione rispetto alla posizione di equilibrio



3. II PIANO INCLINATO

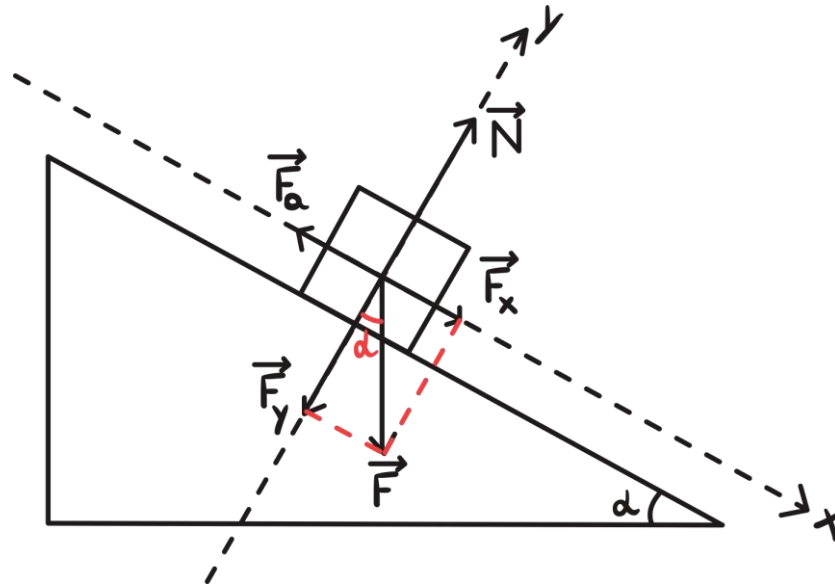


3. II PIANO INCLINATO

Il piano inclinato è un modello fisico costituito da una superficie inclinata di un angolo (α) rispetto all'orizzontale. In condizioni ideali (senza attrito), un corpo posto su di esso tende a scivolare sotto l'azione della forza peso (F).

Questa forza può essere scomposta in due componenti principali:

- Comp. **parallela** al piano ($F_{\parallel}$): è responsabile del moto del corpo lungo il piano, ed è data da: $F_{\parallel} = F \cdot \sin(\alpha)$
- Comp. **perpendicolare** al piano ($F_{\perp}$): mantiene il corpo adeso al piano, ed è data da: $F_{\perp} = F \cdot \cos(\alpha)$; inoltre, $F_{\perp}$ è uguale e opposta in verso alla reazione normale (N) che il piano applica sul corpo.



3. II PIANO INCLINATO

Se su un piano inclinato si considerasse la presenza di una **forza di attrito** (F_a), una forza che si oppone al moto, il corpo **scivolerebbe solo** in presenza di una forza di attrito **minore** della componente **parallela** della forza peso. Per calcolare la forza di attrito di un corpo su un piano **orizzontale** si impiega la seguente formula:

$$F_a = F_p \cdot \mu$$

dove F_p corrisponde alla forza peso, e μ corrisponde al **coefficiente di attrito**, un coefficiente **adimensionale** che può essere di tipo **statico** o **dinamico** in base alla presenza di un corpo in quiete o in moto.

Se si volesse calcolare la forza d'attrito di un corpo su un piano inclinato, non bisognerebbe utilizzare la forza peso, bensì la sua **componente perpendicolare** $F_{\perp}$ che tiene il corpo adeso alla superficie del piano.



4. L'EQUILIBRIO MECCANICO

Un corpo si definisce «in equilibrio» quando le **risultanti** di tutte le forze e di tutti i momenti agenti su di esso sono **nulle**.

Esso si distingue in:

- **Equilibrio TRASLAZIONALE**
- **Equilibrio ROTAZIONALE**

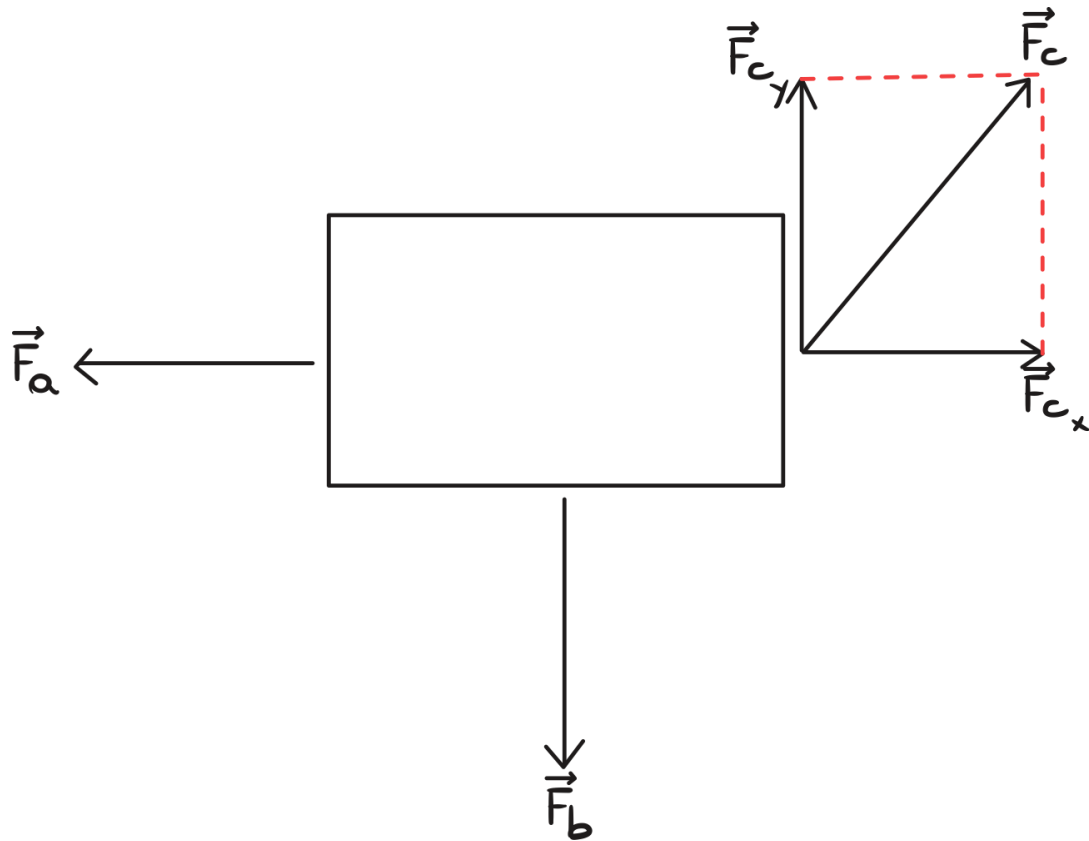


4.1 L'EQUILIBRIO TRASLAZIONALE



4.1 L'EQUILIBRIO TRASLAZIONALE

Un corpo si trova in uno stato di equilibrio traslazionale se la **somma di tutte le forze** che agiscono su di esso è **nulla**.



$$F_R = F_a + F_b + F_c + \dots = 0 \text{ N}$$

NB: considerare **componenti vettoriali**!



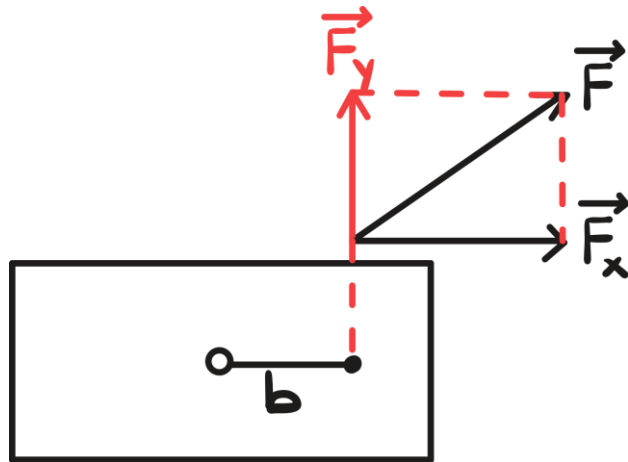
4.2 L'EQUILIBRIO ROTAZIONALE



4.2 L'EQUILIBRIO ROTAZIONALE

Quando un corpo presenta un **centro di rotazione fisso** (detto **fulcro**), l'applicazione di una forza ad una determinata distanza dal fulcro (detta **braccio**) NON genera una traslazione del corpo, bensì una sua **rotazione**.

La relazione che intercorre tra **forza** e **braccio** è descritta da una grandezza, definita **momento** (τ).



$$\tau = F \cdot b$$

NB: considerare la componente vettoriale della forza **perpendicolare** al braccio!

Un sistema si trova in **equilibrio rotazionale** se la somma di tutti i momenti che agiscono su di esso è **nulla**.

$$\tau_R = \tau_a + \tau_b + \tau_c + \dots = 0 \, \text{N} \cdot \text{m}$$

4.3 Le LEVE



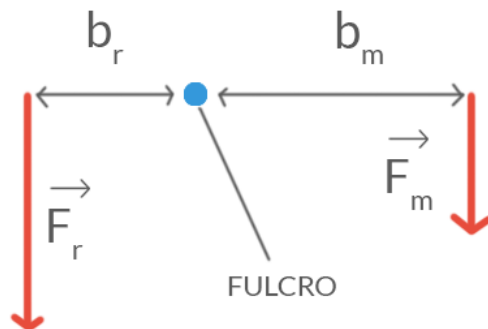
Le leve sono macchine semplici che permettono di vincere delle forze resistenti (**resistenze**) con l'applicazione di forze motrici (**potenze**).

Ogni leva si compone di 2 bracci, sui quali vengono applicate resistenze e potenze, e di 1 fulcro, ovvero l'asse attorno cui si muovono i bracci.

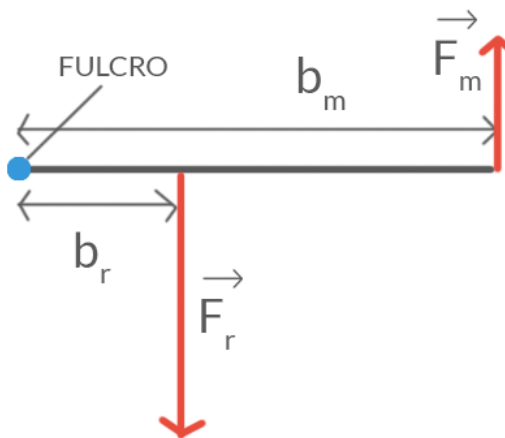
Esistono **3 generi** di leve, classificate in base alle **posizioni** del **fulcro** e dei punti di applicazione delle forze (**resistenze** e **potenze**):

- **1[^] SPECIE:** fulcro interposto a resistenza e potenza
- **2[^] SPECIE:** resistenza interposta a fulcro e potenza
- **3[^] SPECIE:** potenza interposta a fulcro e resistenza

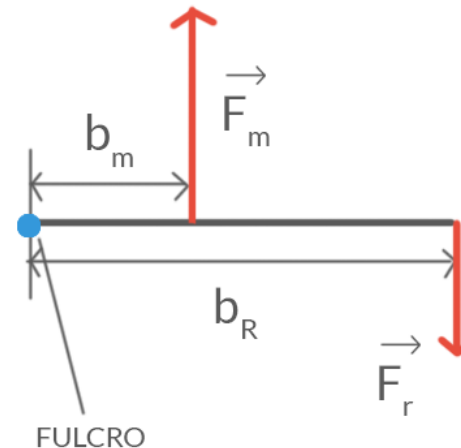
LEVE DI PRIMO GENERE



LEVE DI SECONDO GENERE



LEVE DI TERZO GENERE



5. La LEGGE di GRAVITAZIONE UNIVERSALE



5. La LEGGE di GRAVITAZIONE UNIVERSALE

Isaac Newton enunciò la legge di gravitazione universale, secondo la quale 2 corpi dotati di massa si attraggono reciprocamente con una forza, detta **forza di gravità**. Questa forza è:

Direttamente proporzionale a:

- Prodotto delle masse dei 2 corpi (m_1 e m_2)
- Costante di gravitazione universale: $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{Kg^2}$

Inversamente proporzionale a:

- Quadrato della distanza che li separa (d^2)

Formula:

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

