

Dinamica

- Concetto di forza come interazione tra corpi.
- Forze come vettori applicati.
- Il principio d'inerzia.
- La massa e il 2° principio della dinamica.
- Esempi di forze: la forza peso, la forza elastica, l'attrito statico e dinamico.
- Azione e reazione: il 3° principio della dinamica. Impulso e quantità di moto.
- Principio di conservazione della quantità di moto.
- Momento di una forza e momento angolare. Lavoro ed energia cinetica.
- Forze conservative ed energia potenziale.
- Principio di conservazione dell'energia meccanica.
- Potenza. Unità pratiche di misura dell'energia e della potenza.

Dinamica

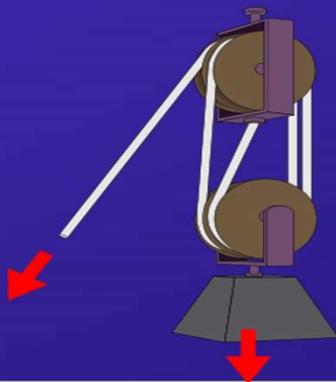
La Dinamica è la parte della fisica che studia le relazioni fra il moto dei corpi e le cause che lo determinano e/o lo modificano.

Le Forze

Si definisce **FORZA** un'azione in grado di causare o modificare il moto di un corpo o di provocarne una deformazione.

Le **FORZE** agiscono in 2 modi:

- ❑ **a contatto:** ad esempio la reazione vincolare, l'attrito;
- ❑ **a distanza:** ad esempio le forze magnetiche, elettriche, gravitazionali.



Le **FORZE** hanno 2 effetti:

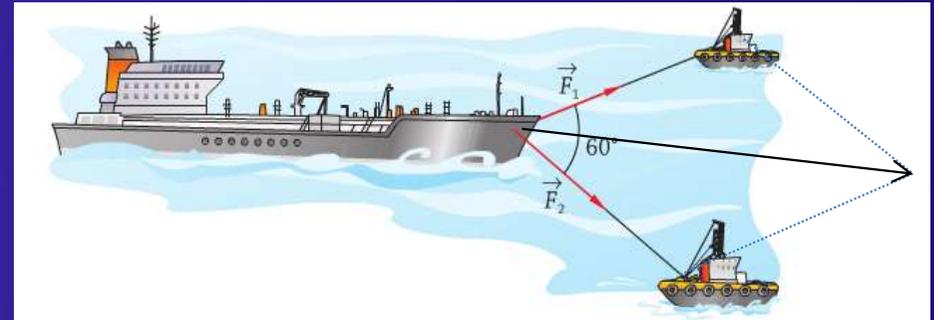
- ❑ **statico:** se provoca delle deformazioni nel corpo su cui agisce e, al limite, la rottura;
- ❑ **dinamico:** se provoca una variazione nello stato di quiete o di moto del corpo su cui agisce.



Le Forze

Le **Forze** sono grandezze **vettoriali**, sono quindi definite da:

- **intensità o modulo;**
- **direzione;**
- **verso;**
- **punto di applicazione;**



e si compongono come i **vettori**. Il vettore ottenuto dalla composizione di tutte le forze in gioco si chiama **RISULTANTE delle FORZE**.

Se la risultante è nulla il corpo si trova in **equilibrio**.

La **Forza** è una grandezza fisica **derivata**, la sua **unità di misura**, nel S.I., è il **NEWTON** (simbolo **N**), che si ottiene dal prodotto delle unità di misura della massa e dell'accelerazione (vedi 2° principio della dinamica):

$$\text{Newton: } N = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Lo strumento che ci consente di misurare le forze si chiama **Dinamometro**.



I 3 Principi della Dinamica

1° Principio: Principio di Inerzia

Ogni corpo, se sottoposto a forze con **risultante nulla**, continua nel suo stato di **quiete** o di **moto rettilineo uniforme**.

2° Principio: Legge Fondamentale della Dinamica

La forza risultante applicata a un corpo è uguale al prodotto della massa del corpo per la sua accelerazione:

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

3° Principio: Principio di Azione e Reazione

A ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria.

Primo Principio della Dinamica

Ogni corpo, se sottoposto a forze con **risultante nulla**, persevera nello stato di **quiete** o di **moto rettilineo uniforme**.

Il 1° principio è detto di **inerzia** in quanto l'**inerzia** è la **tendenza di un corpo a mantenere lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme**.

È esperienza comune che mettere in moto o fermare un corpo è tanto più difficile quanto più grande è la sua massa. Da ciò si deduce che **l'inerzia di un corpo è proporzionale alla massa del corpo stesso**.

Il principio di inerzia rappresenta un punto di rottura rispetto alla fisica aristotelica in quanto l'assenza di forze è messa in relazione non solo con la quiete ma anche con il moto rettilineo uniforme.

Poiché la particolarità del moto rettilineo uniforme è che la velocità è vettorialmente costante (cioè in modulo, direzione e verso) possiamo desumere che **la presenza di forze sia collegata alle variazioni di velocità, quindi all'accelerazione**. Ciò porta al 2° principio della dinamica.

Secondo Principio della Dinamica

La forza risultante applicata a un corpo è uguale al prodotto della massa del corpo per la sua accelerazione:

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

Sperimentalmente si determina che **forza applicata e accelerazione prodotta sono direttamente proporzionali**: raddoppiando, triplicando, quadruplicando ... la forza si ha che raddoppia, triplica, quadruplica ... anche l'accelerazione.

Il fattore costante di proporzionalità risulta essere proprio la **massa**, che rappresenta, pertanto, una **misura dell'inerzia del corpo**, cioè della resistenza che il corpo oppone al variare del suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme.

Il 2° principio concorda perfettamente con il 1°, infatti l'unico moto per il quale l'accelerazione è nulla è il moto rettilineo uniforme, per il quale la velocità è costante come vettore, cioè in modulo, direzione e verso. **Pertanto l'unico moto compatibile con l'assenza di forze è il moto rettilineo uniforme, concordemente con quanto afferma il 1° principio.**

Terzo Principio della Dinamica

A ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria

In base a questo principio se un corpo A applica una forza F_{AB} su un corpo B, allora il corpo B applica sul corpo A una forza F_{BA} uguale in modulo e direzione, ma opposta in verso:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Il 3° principio attesta che **non esistono forze singole, ma solo coppie di forze**, agenti però su corpi diversi e pertanto catalogabili come interazioni reciproche.

Il 3° principio “spiega” come sia fisicamente possibile compiere molte delle azioni che quotidianamente facciamo, come ad esempio camminare!



Legge di Gravitazione Universale

Newton, nel 1686, concluse che i pianeti fossero sottoposti ad una forza attrattiva che regolava il loro moto e chiamò tale forza **Gravitazionale** e la formalizzò nella:

Due punti materiali, di massa M_1 e M_2 , si attraggono con una forza F di intensità **direttamente proporzionale al prodotto delle masse** dei singoli corpi e **inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza R** :

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2} \quad \text{con} \quad G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$$

Newton comprese che la legge di gravitazione universale era responsabile non solo dei moti di rotazione dei pianeti intorno al Sole, ma anche della forza attrattiva con cui la Terra attrae tutti i corpi (**Forza Peso**), che è quindi un caso particolare della **Forza Gravitazionale**, in cui sono fissati G , la Massa M della Terra e il suo raggio R :

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}; \quad M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}; \quad R = 6373 \text{ km} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Forza Gravitazionale e Forza Peso

Si definisce quindi:

FORZA PESO (il peso) è la **forza** con cui la **Terra** attrae i **corpi** a sé.

$$F_P = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} \cdot m = m \cdot a = m \cdot g$$



La **Forza Peso** ha un modulo direttamente proporzionale alla massa del corpo, è applicata nel baricentro del corpo, ed è orientata approssimativamente verso il centro della Terra.

Si ricava approssimativamente la costante **g** (accelerazione di gravità):

$$g = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} = 9,81 \text{ m/s}^2 \cong 10 \text{ m/s}^2$$

(in realtà **g** è una funzione complicata dell'altezza s.l.m. e della latitudine)₀

Forza Peso e Massa

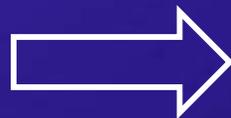
Da quanto detto appare chiaro che, mentre la **massa** è **invariante** ed è caratteristica di un corpo, il **peso** è una forza che può cambiare in quanto dipende anche dall'accelerazione di gravità (è il prodotto della massa per l'accelerazione di gravità).

Quindi un corpo avrà **sempre la stessa massa** sia sulla Terra sia sulla Luna, ma avrà **pesi diversi**, perché diversa è l'accelerazione di gravità:

$$\begin{cases} g_T = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} \cong \left(6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24}}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \right) ms^{-2} \cong \mathbf{9,81} ms^{-2} \\ g_L = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} \cong \left(6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22}}{(1,74 \cdot 10^6)^2} \right) ms^{-2} \cong \mathbf{1,63} ms^{-2} \approx \frac{1}{6} g_T \end{cases}$$



$M=60kg$



$$\begin{cases} F_T = m \cdot g_T \cong 600 N \\ F_L = m \cdot g_L \cong \frac{1}{6} F_T \cong 100 N \end{cases}$$

Densità e Peso Specifico

La **densità** di un corpo è una grandezza derivata che dipende strettamente dalle caratteristiche del materiale di cui è costituito il corpo.

$$\text{Densità: } d = \frac{M}{V}$$

$$[d] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Una grandezza molto simile alla densità, legata alla forza peso, è il **peso specifico**, definito da:

$$\text{Peso Specifico: } p_s = \frac{F_P}{V}$$

$$[p_s] = \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

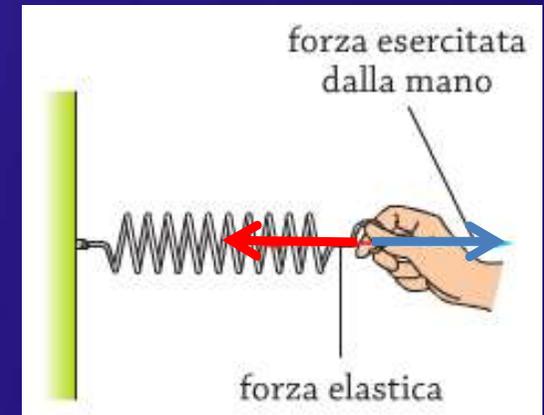
Da ciò segue che:

$$\frac{p_s}{d} = \frac{\frac{F_P}{V}}{\frac{M}{V}} = \frac{F_P}{M} = \frac{M \cdot g}{M} = g \Rightarrow p_s = d \cdot g$$

Forza elastica

È esperienza comune che quando tiriamo una molla avvertiamo una forza che si oppone all'allungamento della molla stessa, così come quando la comprimiamo avvertiamo una forza che tende a distenderla.

Ciò è in totale accordo con il **PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE**, secondo il quale ad ogni azione (forza) corrisponde una reazione (forza) uguale ed opposta, cioè avente punto di applicazione, modulo e direzione uguali a quelli della forza primaria, ma verso opposto.

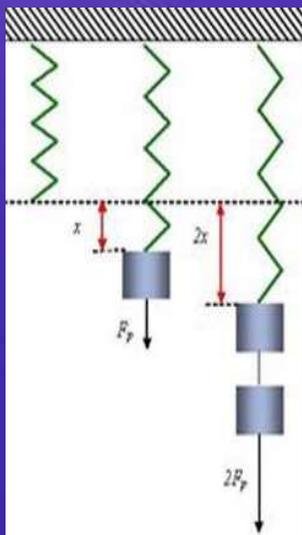


È inoltre evidente che quanto più grande è l'allungamento o la compressione tanto più grande è la forza che vi si oppone.

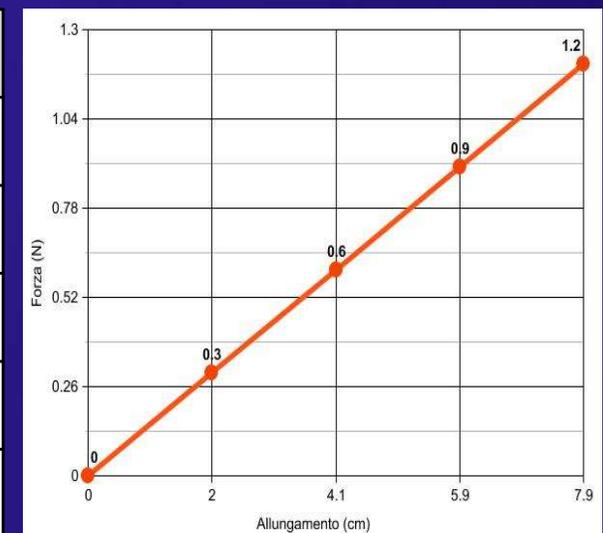
Esiste quindi una relazione tra la variazione della lunghezza della molla e la forza, generata dalla molla stessa e che quindi chiameremo **FORZA ELASTICA**, che si oppone a tale variazione.

Forza Elastica

Se riportiamo in una tabella e/o in un grafico gli **allungamenti** (ΔL) e le relative **forze** (F) che li hanno provocati, otteniamo:



F_p [N]	ΔL [m]	$k=F/\Delta L$ [N/m]
1,25	0,8	1,25
2	1,6	1,25
3	2,4	1,25
4	3,2	1,25
5	4,0	



Ciò attesta che tra forza e deformazione esiste una **diretta proporzionalità**, in quanto il **rapporto tra le due grandezze è una costante**, detta **costante elastica**, che dipende dalle caratteristiche intrinseche della molla stessa:

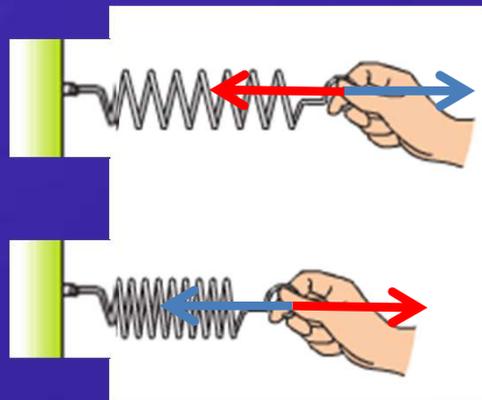
$$\frac{F}{\Delta L} = k = \text{Costante Elastica}$$

Forza elastica

Pertanto possiamo affermare che la legge che descrive la forza elastica è:

$$\vec{F}_E = -k \cdot \Delta\vec{L} \quad \underline{\text{LEGGE DI HOOKE}}$$

Il segno meno rende conto del fatto che la forza elastica agisce sempre in verso opposto rispetto alla variazione di lunghezza.



—→ Forza Esterna (Mano)
—→ Forza Elastica

La legge di Hooke è valida entro certi limiti: se la forza applicata alla molla supera un certo valore, detto **limite di elasticità**, la molla si deforma irreversibilmente e, se supera il **limite di rottura**, si spezza. Superato uno di questi valori limite, forza e allungamento non sono più direttamente proporzionali e la legge di Hooke non è più valida.

Forza di attrito

È esperienza comune che se diamo una spinta, sufficientemente forte, ad un corpo su un altro (ad esempio una cassa sul pavimento) questo si muove e dopo un po', se si smette di applicare la forza, si ferma.

È evidente, inoltre, che questa "resistenza" al moto diminuisce se le superfici a contatto sono maggiormente levigate; ad esempio se la cassa di cui sopra si trovasse su un pavimento molto liscio basterebbe una spinta minore per metterlo in movimento e si fermerebbe dopo aver percorso uno spazio maggiore.



Forza di attrito

La forza responsabile di tale resistenza è la FORZA d'ATTRITO, per la quale sperimentalmente si evincono le seguenti caratteristiche:

- ❑ è una forza che si esplica "a contatto";
- ❑ è direttamente proporzionale alla componente della forza peso ortogonale alla superficie di contatto;
- ❑ non dipende dalla dimensione della superficie di contatto;
- ❑ dipende dal grado di levigatezza dei materiali a contatto;
- ❑ è più difficile mettere in moto un corpo che non mantenerlo in movimento.

Forza di attrito

In base a quanto detto in precedenza, quindi, possiamo formalizzare le leggi che regolano la forza d'attrito distinguendo innanzitutto:

ATTRITO STATICO: interviene quando il corpo è in quiete (cioè è fermo) e deve essere "messo in moto". È una forza con un effetto "a soglia", cioè sino a quando la forza applicata è minore di una certa quantità il corpo NON si muove. La soglia è data da:

$$F_{A_S} = \mu_S F_{P_\perp}$$

La forza di attrito statico, che una superficie esercita su un corpo che si trova appoggiato su di essa, è la minima forza che bisogna applicare al corpo perché esso si metta in moto.

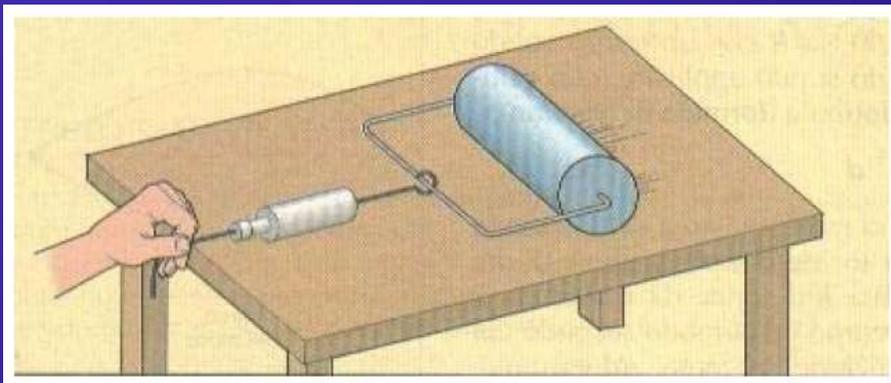
ATTRITO DINAMICO: interviene quando il corpo è già in movimento. In tali condizione la forza resistiva di attrito è data da:

$$F_{A_D} = \mu_D F_{P_\perp} \quad \text{CON } \mu_D < \mu_S$$

Forza di attrito

Nei casi precedentemente discussi si trattava essenzialmente di ATTRITO RADENTE, legato cioè allo "strisciare" o "scivolare" di un corpo su un altro.

Diverso è il caso di "rotolamento", e cioè dall'ATTRITO VOLVENTE, che è quella che si manifesta alla interfaccia (superficie di contatto) fra un corpo solido rotondo che rotola su un altro solido, cambiando ad ogni istante la superficie di contatto.



$$F_{A_v} = \mu_v \frac{F_{P_\perp}}{R}$$

La forza di attrito volvente è minore dell'attrito radente, e questo è il motivo per cui, ad esempio, si usano dei carrelli per spostare oggetti pesanti oppure i cuscinetti a sfera.

Forza di attrito

Infine c'è da sottolineare che la forza d'attrito **NON** è necessariamente una forza "cattiva", ad esempio è essenziale nei seguenti casi:

- ❑ Grazie all'attrito possiamo camminare, in quanto l'attrito impedisce al piede di scivolare e ci consente quindi di muoverci.
- ❑ Le automobili possono muoversi sulla strada solo quando c'è attrito. Infatti, quando la strada è molto bagnata o coperta di nevischio, e l'attrito è quindi molto ridotto, le ruote slittano, o girano su se stesse, non facendo procedere il veicolo.
- ❑ Tutti i veicoli possono rallentare e fermarsi grazie alle forze di attrito esercitate tramite i loro freni.
- ❑ I chiodi e le viti tengono unite le parti di un oggetto grazie al grande attrito che si sviluppa contro le fibre dei materiali.

Energia e Lavoro

Il termine Energia proviene dalla contrazione di due parole greche: en – dentro ed ergon – lavoro.

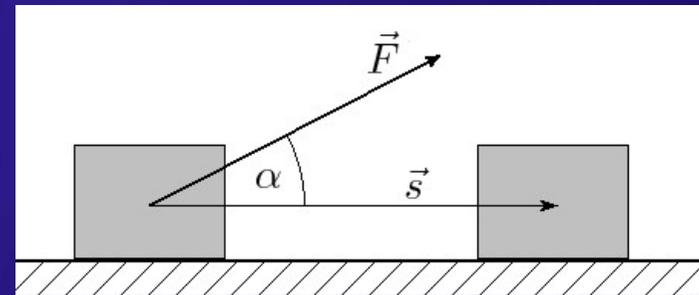
Da ciò segue una delle definizioni di energia:

L'Energia è la capacità di un sistema di compiere un lavoro o un'azione.

Consideriamo un punto materiale che si sposta da A a B in linea retta sotto l'azione di una **forza costante**, il lavoro compiuto da tale forza è così definito:

Il Lavoro di una forza costante è dato dal prodotto scalare fra la forza e lo spostamento:

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s} = F_{//} \cdot s = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

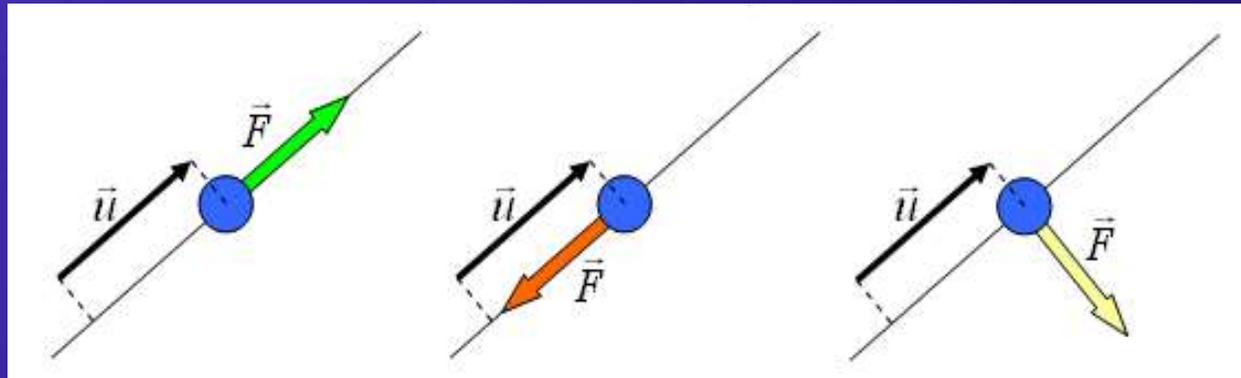


Il Lavoro è una grandezza scalare e la sua unità di misura, nel S.I., è il joule:

$$\mathbf{J = N \cdot m}$$

Il Lavoro

Poiché il \cos assume valori compresi fra -1 e $+1$, il lavoro assumerà, a seconda dell'angolo fra forza e spostamento, valori negativi, positivi o nulli:



Lavoro motore
($\alpha=0^\circ$)

Lavoro resistente
($\alpha=180^\circ$)

Lavoro nullo
($\alpha=90^\circ$)

$$\begin{cases} 0 \leq \alpha < \pi/2 \\ \alpha = \pi/2 \\ \pi/2 < \alpha \leq \pi \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq \alpha < 90^\circ \\ \alpha = 90^\circ \\ 90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0 < \cos \alpha \leq 1 \\ \cos \alpha = 0 \\ -1 \leq \cos \alpha < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L > 0 & \text{(Lavoro Motore)} \\ L = 0 & \text{(Lavoro Nullo)} \\ L < 0 & \text{(Lavoro Resistente)} \end{cases}$$

L'Energia Cinetica

Si definisce **Energia Cinetica** l'energia posseduta da un corpo in movimento, dovuta al movimento stesso.

Tale energia è proporzionale al quadrato della velocità ed alla massa del corpo:

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

L'Energia Cinetica è legata al Lavoro dal:

TEOREMA DELL'ENERGIA CINETICA

Il lavoro L compiuto da una qualunque forza risultante F su un corpo di massa m che si sposta dalla posizione A (al tempo t_0) alla posizione B (al tempo t_F), lungo un tratto della sua traiettoria, è dato dalla variazione dell'energia cinetica tra l'istante t_0 e l'istante t_F :

$$L = \Delta E_C = E_{C_F} - E_{C_0} = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(v_F^2 - v_0^2)$$

L'Energia Cinetica è una grandezza scalare e la sua unità di misura, nel S.I., è il joule così come per il Lavoro.

L'Energia Cinetica

Il Teorema dell'Energia Cinetica è una diretta conseguenza del II Principio della Dinamica, come possiamo vedere in un caso semplice quale quello di un corpo inizialmente in quiete che, sotto l'azione di una forza, inizia a muoversi di moto rettilineo uniformemente accelerato:

$$\begin{cases} s = \frac{1}{2}at^2; \\ v = at; \end{cases} \Rightarrow s = \frac{1}{2} \frac{v}{t} t^2 = \frac{1}{2}vt;$$

$$F = m \cdot a$$

$$L = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = m \cdot \frac{v}{t} \cdot \frac{1}{2}vt = \frac{1}{2}mv^2$$

L'Energia Potenziale

Si definisce **Energia Potenziale** l'energia associata alla posizione di un corpo su cui influiscono le forze generate da altri corpi.

Tale energia è legata al lavoro che il corpo, in virtù della sua posizione, può **potenzialmente** compiere.

Possiamo calcolare l'energia potenziale e verificare come questa sia legata strettamente alla posizione nel semplice caso della forza gravitazionale.

Supponiamo di avere un corpo di massa m posto ad una altezza h rispetto al suolo e consideriamo trascurabile la resistenza dall'aria. Sappiamo che su tale corpo agisce la forza gravitazionale pertanto, se il corpo è libero di muoversi, cadrà sotto l'azione della forza peso e, al termine della caduta, avrà acquisito una velocità che dipende solo dall'altezza iniziale e non dal percorso seguito.

Ciò significa che quando il corpo si trova ad una altezza h possiede una certa quantità di energia, energia potenziale gravitazionale, legata essenzialmente alla sua posizione ed alla forza peso, che gli consente di compiere un lavoro:

$$\begin{cases} v_F = \sqrt{2gh}; \\ v_0 = 0; \end{cases} \Rightarrow L = \frac{1}{2}mv_F^2 = \frac{1}{2}m \cdot 2gh = mgh \Rightarrow E_{PG} = mgh$$

L'Energia Potenziale

Consideriamo ora gli andamenti dell'energia potenziale (gravitazionale) e dell'energia cinetica durante il moto descritto in precedenza.

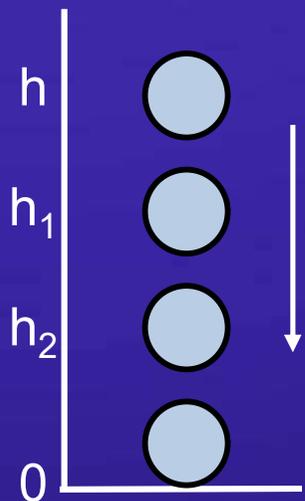
Come abbiamo visto quando il corpo si trova, fermo, ad un'altezza h possiede solo energia potenziale, mentre cade la sua energia cinetica aumenta (perché passa da una velocità nulla ad una velocità non nulla) e quella potenziale diminuisce (perché diminuisce la quota in cui si trova), al termine del moto il corpo possiede solo energia cinetica (arriva al suolo con la velocità massima) in quanto la sua quota è divenuta nulla.

Negli istanti in cui il corpo occupa posizioni intermedie possiede entrambe le forme di energia, e considerando il lavoro compiuto si ha:

$$L = \Delta E_C = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_1 - mgh_2 = -(mgh_2 - mgh_1) = -\Delta E_P$$

$$E_{M_2} = E_{C_2} + E_{P_2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = E_{C_1} + E_{P_1} = E_{M_1}$$

dove E_M , somma di Energia Potenziale e Cinetica, costituisce l'Energia Meccanica.



Conservazione dell'Energia Meccanica

Nel caso precedentemente esaminato è risultato che, istante per istante, l'energia meccanica posseduta dal corpo è costante.

Ciò vale perché quella gravitazionale è una **Forza Conservativa**, cioè una forza il cui lavoro su un oggetto lungo un percorso dipende esclusivamente dalla posizione iniziale e finale, e non dalla natura del percorso. Per tali forze vale la:

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA

Se un corpo è sottoposto solo a forze conservative l'energia meccanica è costante durante il moto:

$$E_M = E_C + E_P = \text{COSTANTE}$$

La forza peso e la forza elastica sono 2 esempi di forze conservative. Per tali forze si ha:

$$\begin{array}{l} \text{Forza Gravitazionale } (\vec{F} = m \cdot \vec{g}) \quad E_C = \frac{1}{2}mv^2; \quad E_P = mgh; \\ \text{Forza Elastica } (\vec{F} = -k \cdot \vec{x}) \quad E_C = \frac{1}{2}mv^2; \quad E_P = \frac{1}{2}kx^2; \end{array}$$

Conservazione dell'Energia

Non tutte le forze sono conservative, alcune, come ad esempio l'attrito, sono dissipative.

Ciò significa che, nel caso siano presenti tali forze, la legge di conservazione dell'energia meccanica non è valida e questo perché una parte dell'energia si trasforma in un altro tipo di energia, ad esempio quella termica nel caso dell'attrito.

Se però consideriamo l'insieme di tutte le energie, non solo la meccanica, la legge di conservazione è ancora applicabile.

Si parla in questo caso di:

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA TOTALE

In un sistema isolato la somma di tutte le forme di energia è costante nel tempo:

$$E_{TOT} = E_{Conservative} + E_{NonConservative} = COSTANTE$$

La Potenza

Supponiamo di dover portare una cassa dal piano terra all'ultimo piano di un palazzo, possiamo compiere questa operazione salendo per le scale o usando l'ascensore.

In entrambi i casi la forza che compie il lavoro è la forza peso e lo spostamento è sempre lo stesso, coincidente con il dislivello h che dobbiamo far fare alla cassa, quindi il lavoro è lo stesso. È però ovvio che il tempo impiegato nei due casi è ben diverso, la grandezza fisica che esprime la rapidità con cui si svolge un lavoro è chiamata potenza.

Si definisce **Potenza media** il rapporto tra il lavoro e l'intervallo di tempo in cui tale lavoro è stato svolto:

$$P = \frac{L}{\Delta t}$$

La Potenza è una grandezza scalare e la sua unità di misura, nel S.I., è il watt:

$$W = \frac{J}{s}$$

Poiché il watt è un'unità di misura piccola molto spesso si usano i multipli di tale unità di misura: $1kW=1000W$.

Test (2013/2014)

Un satellite impiega 100 giorni per descrivere un'orbita circolare attorno ad un pianeta. Quale/i delle seguenti affermazioni relative al suo moto è corretta?

1. Mantiene una velocità scalare costante
2. Accelera in direzione del pianeta
3. Nell'arco temporale di 100 giorni la sua velocità vettoriale media è pari a zero

- A) Tutte
- B) 2
- C) 1 e 2
- D) 1 e 3
- E) 2 e 3

1. Il moto è circolare uniforme, quindi la velocità scalare è costante
2. L'accelerazione è centripeta
3. La velocità vettoriale ha tutte le direzioni tangenti a una circonferenza

Test (2014/2015)

Una forza costante $F = 7,00 \text{ N}$ viene applicata lungo una linea retta ad un corpo, per spostarlo di $s = 13 \text{ m}$, parallelamente alla direzione della forza, in un tempo $\Delta t = 5 \text{ s}$.

Qual è la potenza sviluppata dalla forza per spostare il corpo?

- A) 9,10 W
- B) 455 W
- C) 18,2 W
- D) 91,0 W
- E) 1,82 W

$$L = F \cdot s = (7 \text{ N}) (13 \text{ m}) = 91 \text{ J}$$

$$P = L / \Delta t = (91 \text{ J}) / (5 \text{ s}) = 18.2 \text{ W}$$

Test (2014/2015)

Una particella si muove lungo una linea retta ad una velocità di 5,0 m/s. Essa viene accelerata di 3,0 m/s² nella direzione e nel verso del suo moto. Quale sarà la sua velocità 4,0 secondi dopo l'inizio di questa accelerazione?

- A) 19,0 m/s
- B) 12,0 m/s
- C) 11,0 m/s
- D) 8,0 m/s
- E) 17,0 m/s

$$v = v_0 + a t = 5,0 \text{ m/s} + (3,0 \text{ m/s}^2)(4,0 \text{ s}) = 17,0 \text{ m/s}$$

Test (2014/2015)

Quale/i dei seguenti prodotti tra grandezze ha/hanno le stesse unità di misura di un lavoro?

1. Pressione \times volume
2. Massa \times variazione di altezza
3. Carica \times differenza di potenziale

- A) Solo 1 e 3
B) Solo 1
C) Solo 2
D) Solo 3
E) Solo 2 e 3

$$L = F \cdot s = [m] [l] [t]^{-2} [l] = [m] [l]^2 [t]^{-2}$$

1. $P \times V = ([F] [l]^{-2}) [l]^3 = [m] [l] [t]^{-2} [l]^{-2} [l]^3 = [m] [l]^2 [t]^{-2}$ si
2. $m \times \Delta h = [m] [l]$ no
3. $q \times \Delta V =$

La Quantità di moto

Si definisce **Quantità di moto** (non relativistica) il prodotto della massa per la velocità:

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

Si tratta di una grandezza vettoriale. La direzione e il verso sono gli stessi della velocità. Assume particolare importanza nella meccanica dei sistemi formati da più corpi.

L'unità di misura della Quantità di moto nel S.I. è
 $\text{kg m s}^{-1} = \text{N s}$

La Quantità di moto: esempio

Quantità di moto di una bambina:

$$m_b = 18 \text{ kg} \quad v_b = 3 \text{ m/s} \quad p_b = m_b v_b = 54 \text{ kg m s}^{-1}$$

Quantità di moto di un giocatore di football lanciato:

$$m_g = 100 \text{ kg} \quad v_g = 8 \text{ m/s} \quad p_g = m_g v_g = 800 \text{ kg m s}^{-1}$$

Per possedere la stessa quantità di moto della bambina il giocatore di football dovrebbe avere una velocità:

$$v_g' = p_b / m_g = (54 \text{ kg m s}^{-1}) / (100 \text{ kg}) = 0.54 \text{ m s}^{-1}$$

(è una camminata lenta)



Conservazione della Quantità di moto

Derivando rispetto al tempo la Quantità di moto (con m costante)

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$

Quindi se

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \text{COST}$$

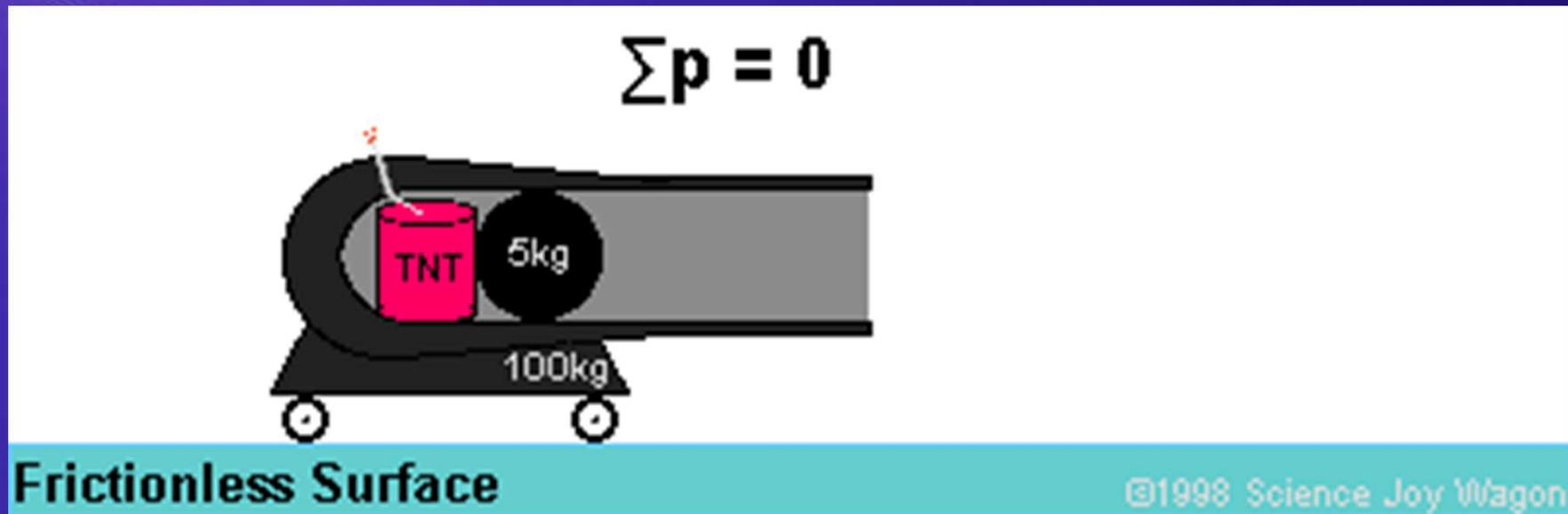
Se la risultante delle forze su un sistema è pari a 0, la Quantità di moto si conserva.

Le forze agenti su un sistema si dividono in forze esterne e forze interne.

Sono interne le forze scambiate tra i corpi che fanno parte del sistema. La loro risultante è sempre 0 per la III Legge di Newton.

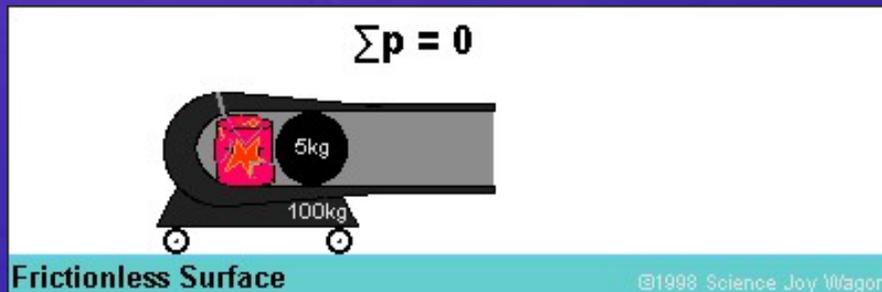
Quindi se la risultante delle forze esterne su un sistema è pari a 0, la Quantità di moto si conserva.

Conservazione della Q.d.m.: esempio



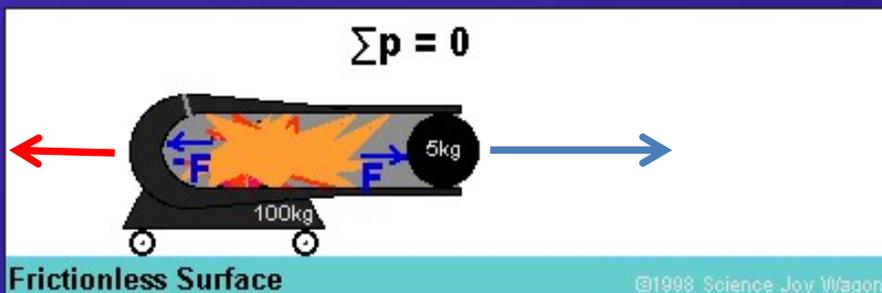
Conservazione della Q.d.m.: esempio

Inizialmente sia il cannone che la palla sono fermi. (velocità nulla)
Chiamiamo M la massa del cannone, m la massa della palla; le velocità dopo lo scoppio sono v_{pF} per la palla e V_{CF} per il cannone.



$$p_I = mv_{pl} + MV_{Cl} = 0$$

Le forze sono solamente interne, e la loro somma è nulla per la III Legge di Newton. Quindi si conserva la Quantità di moto: $p_F = 0$



$$p_F = mv_{pF} + MV_{CF} = 0$$

$$V_{CF} = \frac{m}{M} v_{pF}$$

2011-2012 (77)

Una pallina di gomma viene lasciata cadere, da ferma, da una altezza di 1 m, e rimbalza sul pavimento. Si osserva che l'energia cinetica della pallina, tra l'istante subito prima e l'istante subito dopo ogni rimbalzo, diminuisce del 20%. Dopo il terzo rimbalzo, trascurando l'attrito con l'aria, a quale altezza massima ci aspettiamo che possa arrivare la pallina?

- A) circa 40 cm
- B) circa 33 cm
- C) meno di 10 cm
- D) circa 51 cm
- E) circa 20 cm

2010-2011 (71)

Facciamo compiere piccole oscillazioni a un pendolo, costituito da un peso sostenuto da un filo di massa trascurabile. Quando il pendolo si trova alla massima ampiezza di oscillazione tagliamo il filo. Cosa succede al peso?

- A) Cade lungo una traiettoria che per i primi istanti coincide con quella che seguirebbe se il filo fosse integro
- B) Sale in verticale per un breve tratto sino a fermarsi, per poi iniziare a cadere
- C) Descrive una parabola, partendo con una velocità iniziale verso l'alto, tangente alla traiettoria del pendolo quando il filo viene tagliato
- D) Cade in verticale, partendo con velocità iniziale nulla
- E) Descrive una parabola, partendo con una velocità iniziale in direzione orizzontale

2009-2010 (71)

Un aereo di linea viaggia ad altezza e velocità di crociera. Il segnale luminoso relativo alle cinture di sicurezza è spento e tutti i passeggeri le hanno slacciate. Mantenendo costante la velocità orizzontale, l'aereo inizia a perdere quota al regime di circa 9,8 metri al secondo per ogni secondo, descrivendo in questo modo una traiettoria parabolica. Indicare l'affermazione più adeguata tra le seguenti:

- A) I passeggeri galleggiano nella cabina dell'aereo apparentemente privi di peso
- B) I passeggeri non si accorgono di nulla
- C) I passeggeri rimangono seduti, ma si sentono alleggeriti
- D) I passeggeri provano una forte turbolenza
- E) I passeggeri si sentono schiacciati contro il sedile

2009-2010 (72)

Due sfere di diametro identico, l'una di sughero e l'altra di piombo, sono ricoperte esternamente con la stessa vernice, rendendole identiche all'aspetto. Vengono lasciate cadere contemporaneamente dalla stessa altezza. In che modo è possibile distinguere la sfera di sughero da quella di piombo?

- A) La sfera di sughero arriva prima di quella di piombo e lascia una traccia meno profonda nel terreno
- B) La sfera di piombo arriva prima di quella di sughero e lascia una traccia più profonda nel terreno
- C) Questo esperimento non permette di distinguerle
- D) Entrambe le sfere arrivano allo stesso tempo, ma quella di piombo lascia una traccia più profonda nel terreno
- E) La sfera di sughero ondeggia nell'aria mentre quella di piombo cade lungo una linea retta

2008-2009 (69)

Un corpo di 200 grammi viene legato ad un estremo di un filo sottile inestensibile, molto leggero e lungo un metro. Il corpo viene fatto oscillare con un'ampiezza di pochi centimetri. Il tempo impiegato a percorrere un ciclo completo (periodo) dipende essenzialmente?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- A) dalla natura del filo
- B) dall'ampiezza delle oscillazioni
- C) dal tipo di supporto a cui è agganciato il filo
- D) dalla lunghezza del filo
- E) dal materiale che forma il corpo appeso

2020-2021 (58)

Una molla ha costante elastica pari a 8 N/m, quale massa si deve sospendere alla molla affinché oscilli con periodo $T = 1$ s?

- A) 1 kg
- B) 0,6 kg
- C) 2 kg
- D) 0,2 kg
- E) 5 kg

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

2007-2008 (70)

Un sasso lasciato cadere da 20 cm di altezza arriva a terra con una velocità $V = 2 \text{ m/s}$ (circa). Se lo stesso sasso è lasciato cadere da un'altezza doppia arriverà a terra con una velocità di circa:

A) $2\sqrt{2} \text{ m/s}$

B) 4 m/s

C) $2 \cdot 9.8 \text{ m/s}$

D) 8 m/s

E) dipende dalla massa del sasso

$$\begin{cases} v = v_0 - g t \\ h = h_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \begin{matrix} \Rightarrow \\ (v_0=0) \\ (h=0) \end{matrix} v = \sqrt{2gh_0}$$

$$h_0 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m s}^{-2} \cdot 0.2 \text{ m}} = 2 \text{ m s}^{-1}$$

$$h_0 = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m s}^{-2} \cdot 0.4 \text{ m}} = 2.82 \text{ m s}^{-1} \approx 2\sqrt{2} \text{ m s}^{-1}$$

2007-2008 (72)

Una fionda è costituita da un sasso vincolato a percorrere 5 giri al secondo lungo una circonferenza di raggio $L = 1 \text{ m}$ per mezzo di una corda rigida. Quando il sasso si stacca dalla corda la sua velocità è:

$$v = 5 \text{ s}^{-1} \Rightarrow T = \frac{1}{v} = \frac{1}{5 \text{ s}^{-1}} = 0.2 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 1 \text{ m}}{0.2 \text{ s}} = 31.4 \text{ m s}^{-1}$$

- A) di circa 300 m/s
- B) di 5/s
- C) di circa 30 m/s
- D) diversa per sassi di massa diversa
- E) pari alla velocità del suono

2007-2008 (73)

Un corpo è sottoposto ad una forza di modulo F costante e parallela al piano di appoggio; si verifica che il moto risultante è rettilineo ed uniforme con velocità V . Se ne conclude che la forza d'attrito:

- A) è uguale ed opposta alla forza di modulo F
- B) è nulla
- C) è ortogonale al piano di appoggio
- D) è metà della forza F ed ha la stessa direzione e verso
- E) è metà della forza F ed ha la stessa direzione e verso opposto

2006-2007 (69)

Un corpo pesante è sospeso ad una fune lunga ed è in equilibrio: il corpo è quindi fermo e la corda perfettamente in verticale. Se, in queste condizioni, si spinge orizzontalmente e lentamente il corpo di un piccolo tratto, si scoprirà che tale spostamento è per nulla faticoso malgrado il suo grande peso: perché?

- A) Il perno su cui è fissata la corda al soffitto produce una spinta orizzontale
- B) I piccoli spostamenti praticamente orizzontali non sono impediti da alcuna forza apprezzabile
- C) La fune produce anche una spinta in orizzontale
- D) L'attrito dell'aria è nullo per spostamenti piccoli
- E) Il corpo è sottoposto alla pressione atmosferica anche orizzontalmente