

Le Forze

www.fisicaxscuola.altervista.org

Le Forze

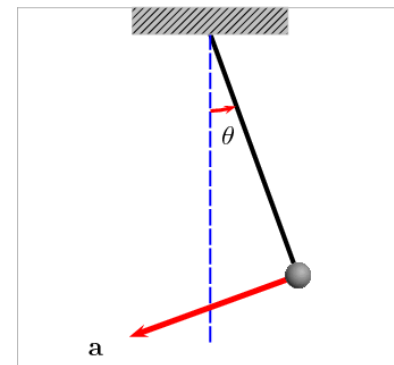
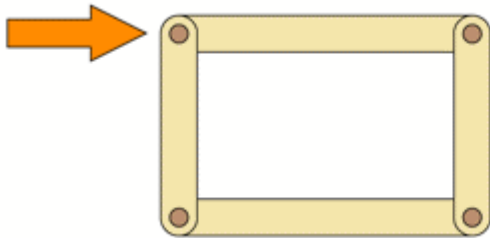
- Definizioni
- Le Forze sono Vettori
- La Forza Peso
- Densità e Peso Specifico
- La Forza Elastica
- La Forza di Attrito
- Le 4 Interazioni Fondamentali

Definizioni

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

Per quanto sopra detto le **FORZE** hanno quindi **2 effetti**:

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



Definizioni

Le **FORZE** agiscono essenzialmente in **2 modi**:

- ❑ **a contatto**: ad esempio l'attrito, le reazioni vincolari, la forza elastica ...;
- ❑ **a distanza**: ad esempio la forza gravitazionale, le forze elettromagnetiche

L'**unità di misura** della **FORZA**, nel **S.I.**, è il **newton** (simbolo N), che si ottiene dalle udm fondamentali:

$$1 N = \frac{1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}^2} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ s}^{-2}$$

1 newton è la **forza** necessaria a dare ad un corpo di **massa** 1kg una **accelerazione** di 1m/s^2 .

Lo strumento di misura della forza è il **DINAMOMETRO**.

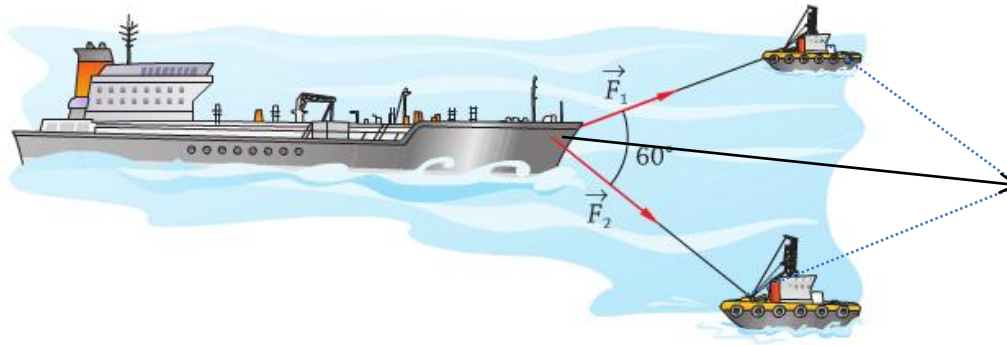


Le Forze sono Vettori

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

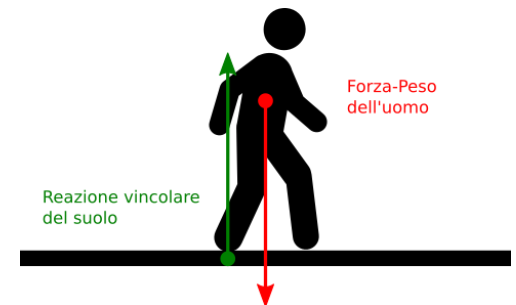
- ❑ **intensità o modulo** (valore numerico e unità di misura);
- ❑ **direzione**;
- ❑ **verso**;
- ❑ **punto di applicazione**.

e si compongono come i vettori.



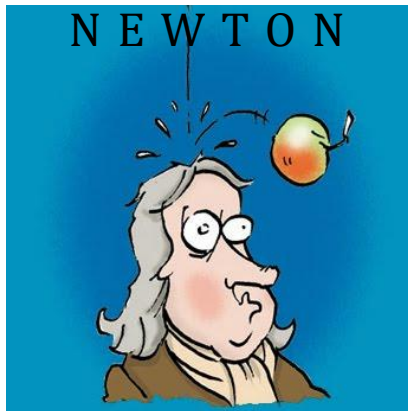
Il vettore ottenuto dalla composizione di tutte le forze in gioco si chiama **RISULTANTE delle FORZE**.

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



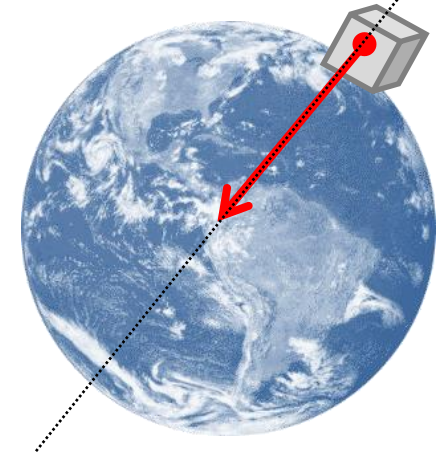
La Forza Peso

La **FORZA PESO** è la forza con cui la Terra attrae i corpi a sé.



La **FORZA PESO** ha un **modulo** direttamente proporzionale alla massa del corpo, è **applicata** nel baricentro del corpo, è **diretta** lungo la congiungente del corpo con il centro della Terra ed è **orientata** verso il centro della Terra.

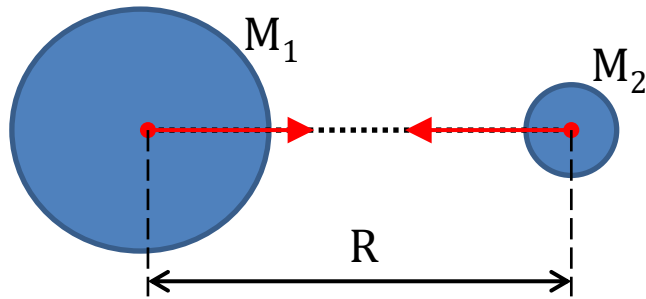
$$\vec{F}_P = m \cdot \vec{g}$$



dove: $g = 9,81 \text{ ms}^{-2} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Accelerazione di gravità

La Forza Peso

La **Forza Peso** è un caso particolare della **Forza Gravitazionale**, la forza attrattiva fra masse, descritta dalla seguente legge:



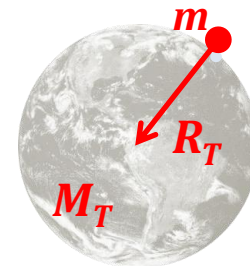
$$F_G = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2}$$

$$G \cong 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

Costante di Gravitazione Universale

Nel caso della forza peso le masse sono quelle della Terra (M_T) e del corpo (m) e la distanza è il raggio della Terra (R_T):

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



$$g_T = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \cong \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \text{ ms}^{-2} \cong 9,81 \text{ ms}^{-2} \cong 10 \text{ m/s}^2$$

La Forza Peso

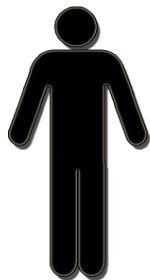
Da quanto detto appare chiaro che, mentre la **massa** è **invariante** ed è caratteristica di un corpo, il suo **peso** può cambiare in quanto dipende anche dall'accelerazione di gravità.

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



$$g_{Terra} = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \cong \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \text{ ms}^{-2} \cong 9,81 \text{ ms}^{-2}$$

$$g_{Luna} = \frac{G \cdot M_L}{R_L^2} \cong \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,74 \cdot 10^6)^2} \text{ ms}^{-2} \cong 1,63 \text{ ms}^{-2} \approx \frac{1}{6} g_{Terra}$$



$m = 60 \text{ kg}$

$$P_{Terra} \cong 600 \text{ N}$$

$$P_{Luna} \cong 100 \text{ N}$$

La Forza Peso

Ma la forza peso non cambia solo quando si considerano pianeti diversi dal nostro, cambia anche sulla Terra, per una serie di motivi tra cui:

- ❑ **Schiacciamento della Terra ai Poli**

$(R_E = 6378 \text{ km} \Rightarrow g_E = 9.814 \text{ m/s}^2; R_P = 6356 \text{ km} \Rightarrow g_P = 9.832 \text{ m/s}^2);$

- ❑ **Rotazione della Terra**, che produce una forza centrifuga che si oppone all'attrazione gravitazionale;

- ❑ **Variazioni topografiche** (montagne, mari, depressioni ...).

In ogni modo l'insieme di tutto ciò causa delle variazioni dell'accelerazione di gravità g che, almeno in prima approssimazione, possiamo considerare trascurabili.

Densità e Peso Specifico

Come abbiamo già visto la **densità** di un corpo è una grandezza derivata che dipende strettamente dalle caratteristiche del materiale di cui è costituito il corpo.

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

$$\text{Densità : } d = \frac{M}{V}$$

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

$$\text{con } [d] = \frac{kg}{m^3} \text{ e } [p_s] = \frac{N}{m^3}$$

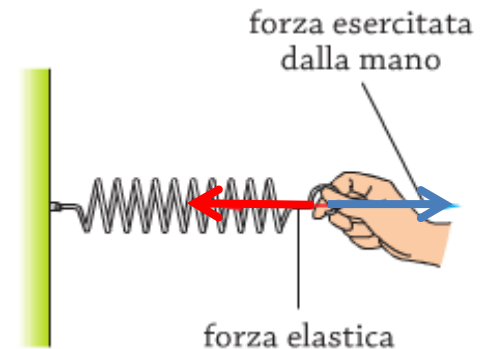
Da ciò segue che:

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

La 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.

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

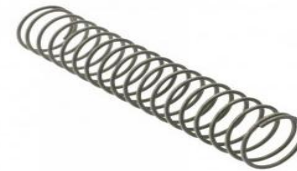


La **FORZA ELASTICA** è quindi una forza interna ai corpi che si **oppone alle deformazioni**.

La Forza Elastica

Possiamo osservare sperimentalmente che:

- ❑ L'elasticità di un corpo dipende essenzialmente dal **materiale**, dalla **forma** e dalle **dimensioni**.

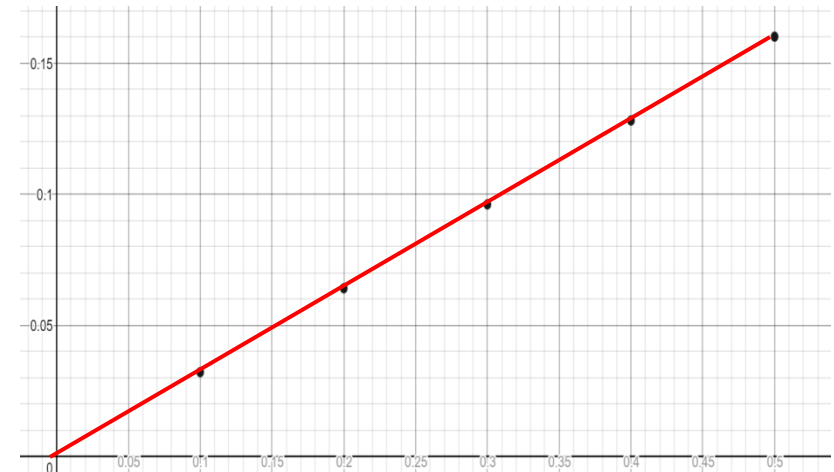


- ❑ Esistono due limiti al regime elastico:
 1. **limite di elasticità:** superato tale limite il corpo si deforma irreversibilmente;
 2. **carico di rottura:** superato tale limite il corpo si rompe.
- ❑ Le **deformazioni** che un corpo elastico subisce sono **proporzionali** alla **forza** che li produce (e quindi alla forza elastica che vi si oppone):
quanto più grande è la forza tanto più grande è la deformazione.

La Forza Elastica

Possiamo verificare sperimentalmente la relazione esistente tra forza e deformazioni, riportando in una tabella gli allungamenti che si hanno in una molla sottoposta a forza peso via via crescente:

F [N]	ΔL [m]	F/ ΔL [N/m]
0.1	0.032	3,125
0.2	0.064	3,125
0.3	0.096	3,125
0.4	0.128	3,125
0.5	0.160	3,125



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

Il rapporto tra le due grandezze è una costante, detta **costante elastica** che dipende dalle caratteristiche intrinseche della molla stessa, e ciò attesta che tra **forza** e **deformazione** esiste una **diretta proporzionalità**.

La Forza Elastica

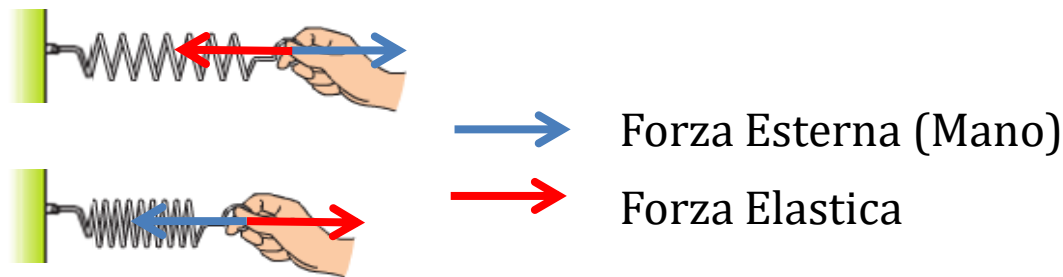
La **forza F** e la **deformazione ΔL** sono **direttamente proporzionali**, il rapporto tra le due grandezze è una costante, detta **costante elastica K** , che dipende dalle caratteristiche intrinseche della molla stessa.

La legge che descrive la forza elastica è:

$$\vec{F}_E = -k \cdot \Delta \vec{L}$$

LEGGE DI HOOKE

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



La legge di Hooke è valida entro il **limite di elasticità**, superato questo valore limite forza e allungamento non sono più direttamente proporzionali.

La Forza d'Attrito

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

Questa “resistenza” al moto **diminuisce** se le superfici a contatto sono maggiormente **levigate**; ad esempio se il libro di cui sopra si trovasse sul ghiaccio basterebbe una spinta minore per metterlo in movimento e si fermerebbe dopo aver percorso uno spazio maggiore.



La Forza d'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 agisce “a contatto”;
- ❑ dipende dal grado di levigatezza dei materiali a contatto;
- ❑ è sempre opposta al moto;
- ❑ è direttamente proporzionale alla componente della forza peso ortogonale alla superficie di contatto;
- ❑ è più difficile mettere in moto un corpo che non mantenerlo in movimento.

L'attrito è dovuto al fatto che, anche se le **superfici** sembrano lisce, a livello microscopico presentano delle **irregolarità**.

Quando le superfici dei due corpi entrano in contatto, le asperità tendono ad **incastrarsi** nelle corrispondenti depressioni e ciò ostacola il moto relativo dei due corpi.



La Forza d'Attrito

ATTRITO STATICO: interviene **quando il corpo è in quiete** 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:

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

μ_S = Coefficiente di attrito statico

La forza di attrito statico è la **minima forza che bisogna applicare al corpo perché esso si metta in moto** (forza di primo distacco).

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

$$F_{A_D} = \mu_D F_{P_{\perp}}$$

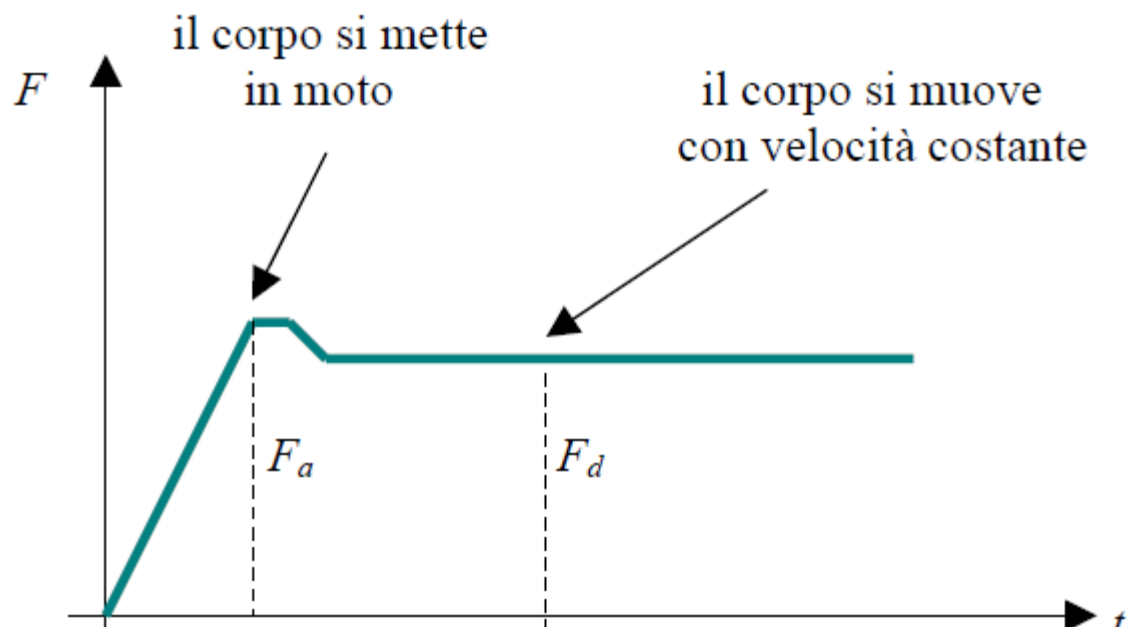
μ_D = Coefficiente di attrito dinamico

$$\mu_D < \mu_S \Rightarrow F_{A_D} < F_{A_S}$$

L'attrito dinamico è sempre minore dell'attrito statico

La Forza d'Attrito

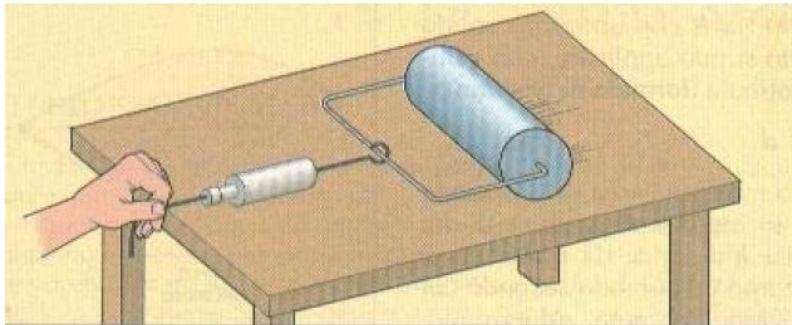
Dal punto di vista grafico si ha:



La Forza d'Attrito

Nei casi precedentemente discussi si trattava essenzialmente di **ATTRITO RADENTE**, legato cioè allo “strisciare” 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.



$$F_{Av} = \mu_v \frac{F_{P\perp}}{r}$$

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.

La Forza d'Attrito

Infine c'è da sottolineare che la forza d'attrito NON è necessariamente una forza “cattiva”, ad esempio ...

- ❑ È proprio grazie all'attrito che possiamo camminare.
- ❑ 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 sé 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.

Attrito nel mezzo

Quando un corpo si muove in un liquido o in un gas (cioè in un fluido) subisce effetti di **resistenza da parte del mezzo**, causata dagli urti che il corpo subisce dalle molecole che compongono il fluido.

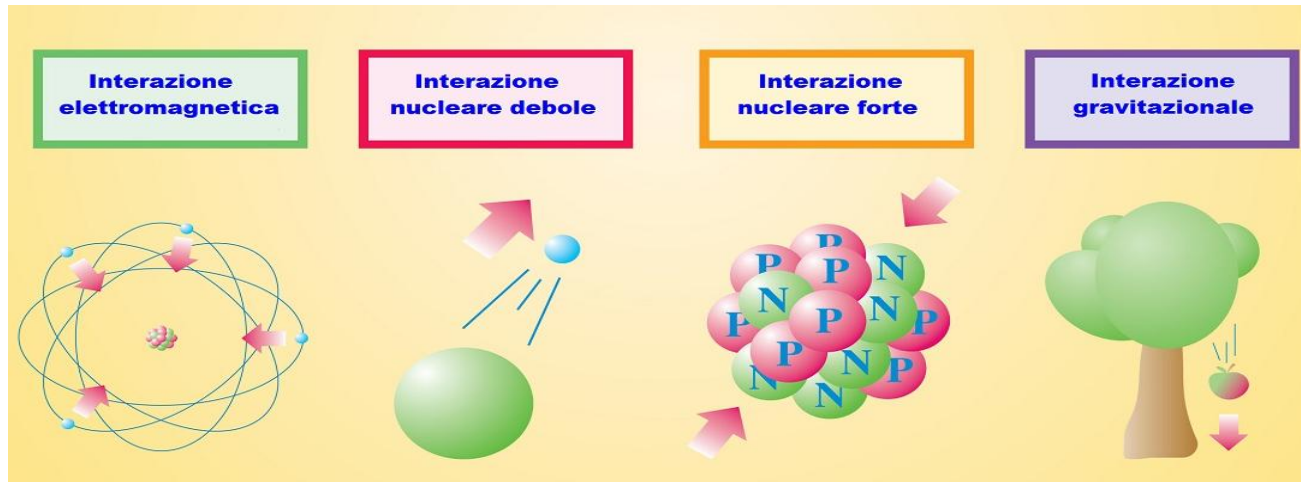
Tale resistenza dipende da:

- ❑ **velocità relativa tra corpo e fluido**, in generale corpi che si muovono più velocemente incontrano una maggiore resistenza del mezzo;
- ❑ **proprietà del fluido**, fluidi più densi e viscosi oppongono maggiore resistenza;
- ❑ **forma e dimensioni del corpo**, i corpi con maggiore estensione subiscono una maggiore resistenza.



Le 4 Interazioni Fondamentali

La grande varietà delle forze naturali, tra cui quelle che abbiamo visto in precedenza, si riduce a poche forze fondamentali:



- ❑ le forze **gravitazionali** che tengono insieme l'universo, pur essendo le più deboli;
- ❑ le forze **elettriche** e **magnetiche** di cui fanno parte anche tutte le forze di contatto;
- ❑ le forze **nucleari deboli** responsabili della radioattività, processi in cui i nuclei di alcuni atomi emettono particelle e radiazione;
- ❑ le forze **nucleari forti** che tengono insieme i nuclei degli atomi, consentendo la stabilità degli atomi e quindi della materia.