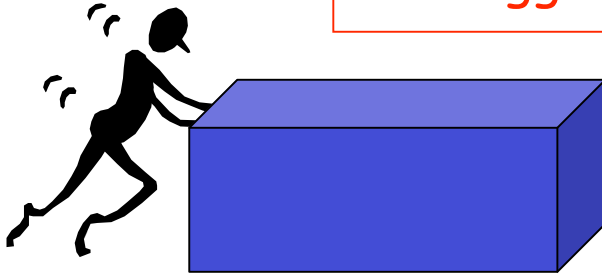


Le leggi Newtoniane del moto

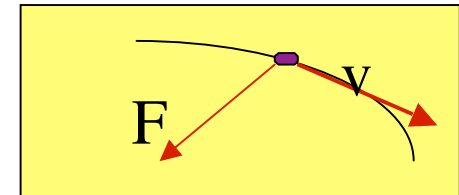


Le forze sono vettori

I⁰ Principio

o legge d'inerzia: un corpo **non** soggetto ad alcuna sollecitazione esterna **mantiene** il suo **stato di quiete o di moto rettilineo uniforme**

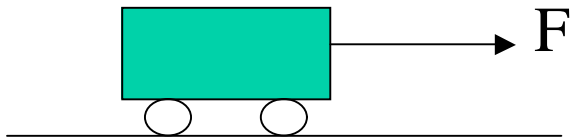
- Moto accelerato: agisce una Forza
- Nel moto circolare agisce una Forza
- Definizione sistema inerziale*



*Se la forza che agisce su un corpo è nulla, è possibile trovare sistemi di riferimento rispetto ai quali quel corpo non subisce alcuna accelerazione

II^o Principio

Un corpo soggetto a un sistema di forze la cui risultante **sia diversa da zero** è soggetto ad accelerazione



esiste una **proporzionalità diretta** tra forza risultante applicata ed accelerazione prodotta esprimibile attraverso la relazione

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

La costante di proporzionalità **m** è una grandezza riferita al corpo detta **massa inerziale**

la **massa** è stata scelta come grandezza fondamentale nel S.I

m si misura in **kg** (nel SI), g (10⁻³ kg) ,

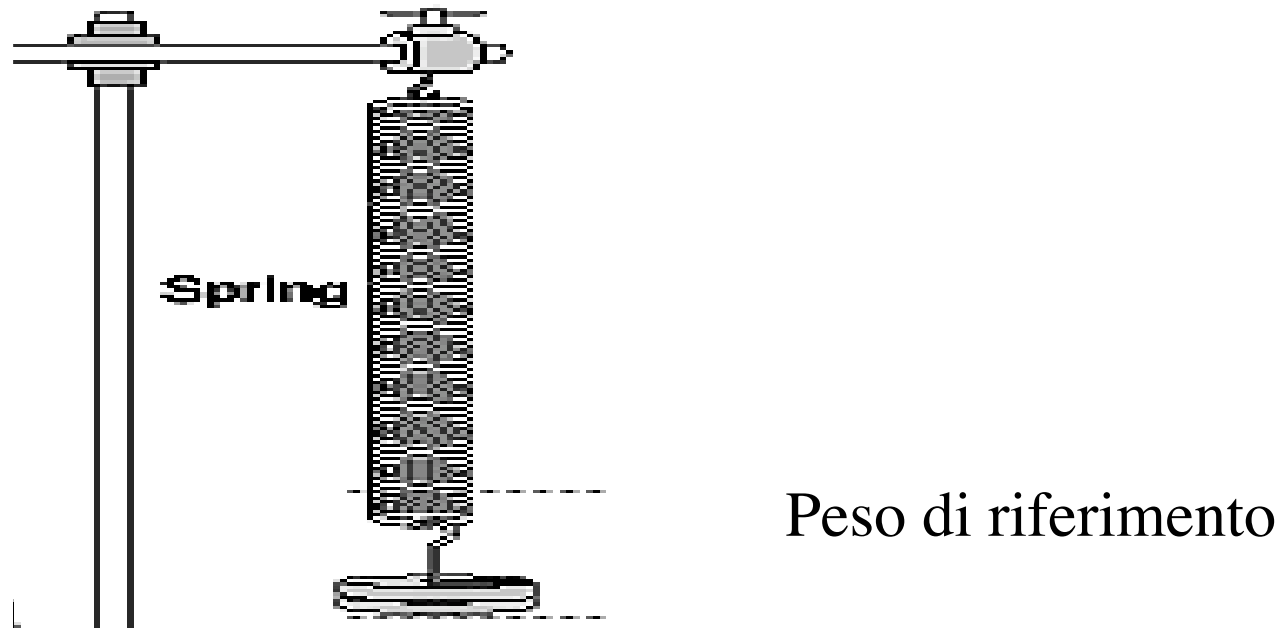
la **forza** è una grandezza derivata

F si misura in **N** (nel SI), 1N= 1kg m/s² , 1dyne=10⁻⁵N, 1kg_p=9.8N

il kg peso (1kg_p): la forza con cui la terra attrae un corpo di massa pari ad 1kg

La grandezza fisica “Forza”

Il dinamometro è uno strumento che sfruttando la capacità di deformazione di una molla permette eseguire una misura **statica** della forza.



Due pesi sono uguali se producono lo stesso allungamento della molla, un peso doppio triplo...infatti allunga la molla del doppio, triplo....Segnati questi allungamenti si costruisce una scala graduata con cui misurare una qualsiasi forza incognita

Riassumendo:

- Quiete $\Rightarrow \vec{F}_{ris} = 0$
- Moto rettilineo uniforme $\Rightarrow \vec{F}_{ris} = 0$
- Moto rett. unif. Accelerato $\Rightarrow \vec{F}_{ris} = \text{costante}$
- Moto parabolico di un proiettile $\Rightarrow \vec{F}_{ris,x} = 0$
 $\vec{F}_{ris,y} = mg$

Forza gravitazionale e forza peso

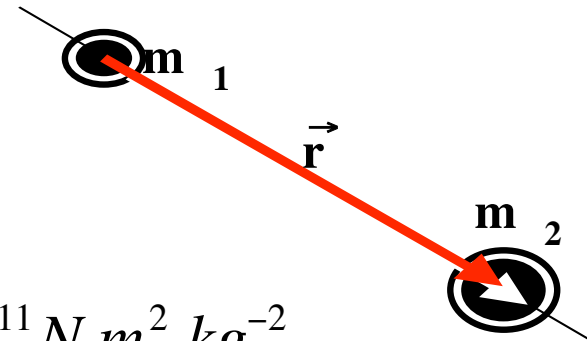
Legge di Gravitazione Universale

(Newton)

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

alla superficie della Terra

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$



$$F = G \frac{M_T m}{R^2} = g m$$

M_T massa della Terra

R raggio della Terra

$$g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

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

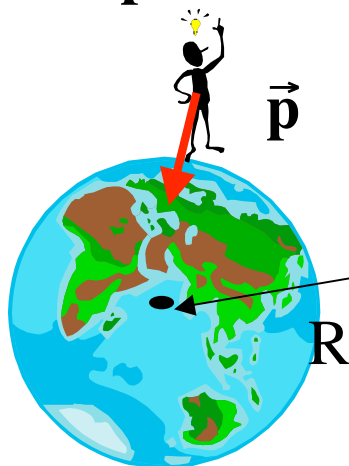
$\vec{p} =$ forza peso

Modulo: mg

Direzione: verticale

Verso: verso il centro della terra

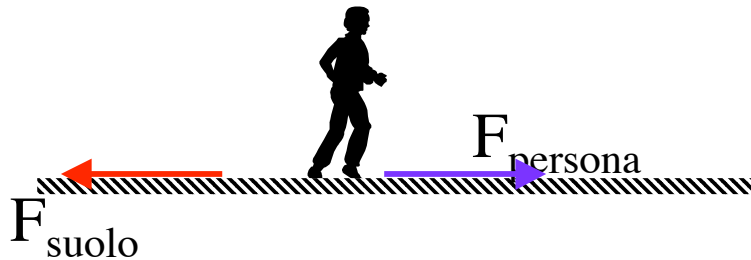
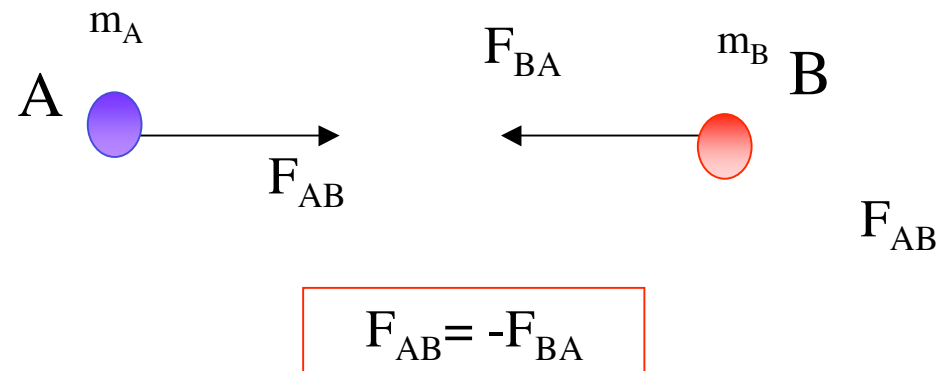
M_T



III^o Principio

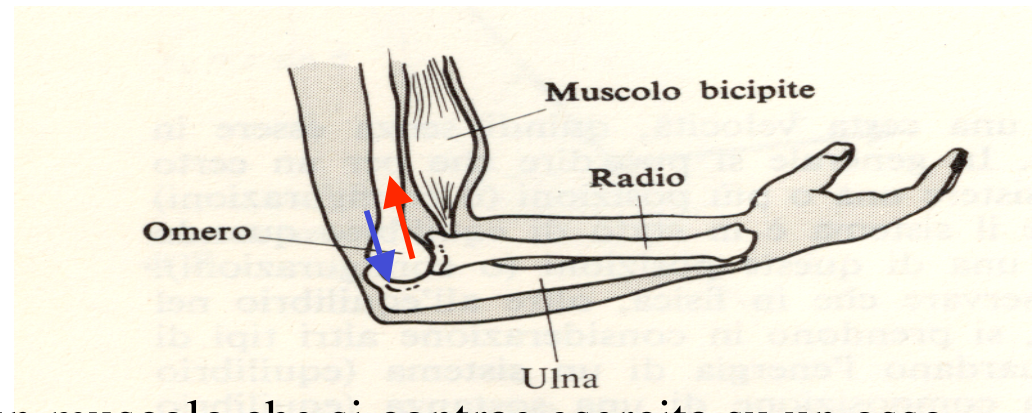
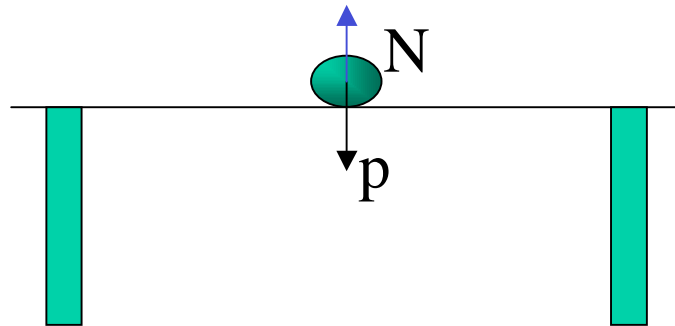
Le forze non possono esistere isolate ; quando si manifesta una forza c'è sempre il suo partner in qualche posto dell'universo

- Le forze nascono sempre in coppia
- Ciascuna forza della coppia è uguale ed opposta all'altra forza ed ha la sua stessa linea d'azione
- L'azione e la reazione non sono mai applicate allo stesso corpo ma agiscono sempre su corpi diversi
- L'azione e la reazione sono tra loro interscambiabili

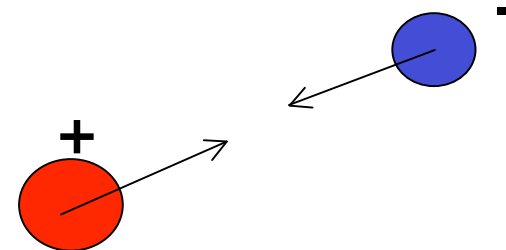
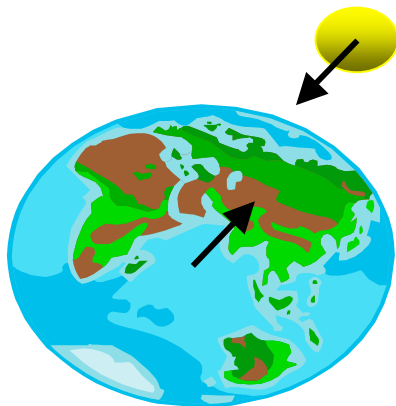


Forze di contatto e forze a distanza

Un corpo fermo su un tavolo rimane fermo anche se sappiamo essere sempre presente la forza peso \Rightarrow la risultante delle forze agenti è **zero**



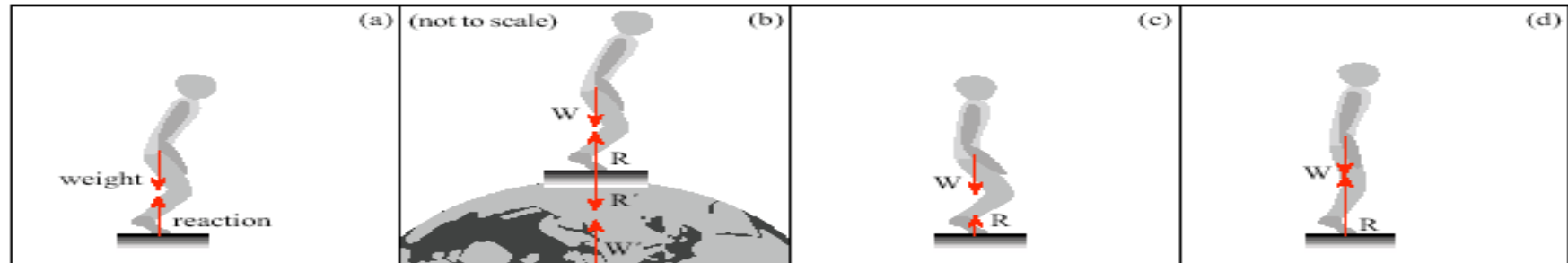
E' una forza di contatto quella che un muscolo che si contrae esercita su un osso



Sono forze a distanza ad esempio la forza gravitazionale e la forza elettrica

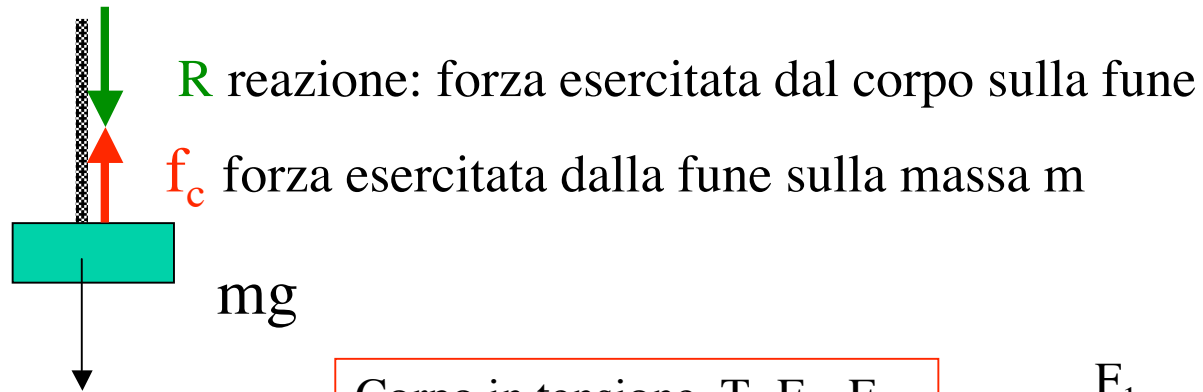
La bilancia misura il nostro peso?

K Parker



- a) Fermi sulla bilancia la forza peso \mathbf{W} è uguale ed opposta alla forza di reazione esercitata dalla bilancia e la risultante sulla persona è una forza nulla
- b) La forza di reazione è dovuta alla pressione dei piedi \mathbf{R}' sulla bilancia mentre il peso è dovuto alla gravità; $\mathbf{R}' = -\mathbf{R}$ è ciò che indica la bilancia
- c) La persona piega le ginocchia e le lascia accelerare verso il basso così che la forza di reazione è ridotta $\mathbf{R} < \mathbf{W}$ (la bilancia segnerà un valore più basso)
- d) Quando si estendono le ginocchia esse premono i piedi più fortemente sulla bilancia e la forza di reazione $\mathbf{R} > \mathbf{W}$ (la bilancia segnerà un valore più alto)

Forze di contatto: la tensione e l'attrito



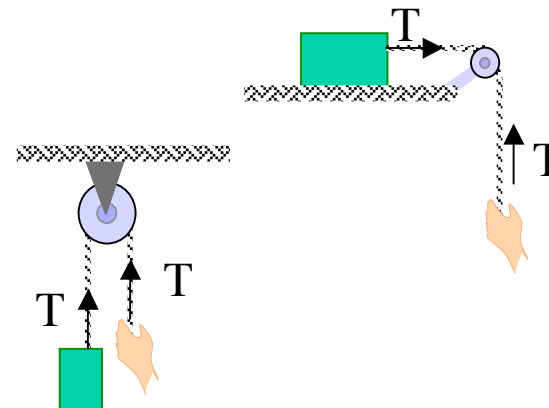
Corpo in tensione $T=F_1=F_2$




Corpo in compressione $C=F_a=F_b$




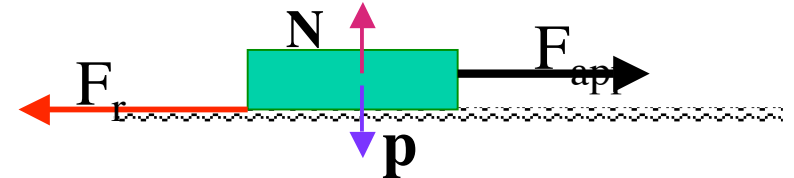
Una fune esercita sul corpo una forza di trazione T



Forza d'attrito: forza che una superficie esercita su un corpo a contatto con essa

Reazione vincolare  alla superficie

Forza d'attrito  alla superficie




L'attrito è una forza che si oppone sempre al moto

Il blocco non si muove finché F_{app} non supera un'altra forza che si oppone (F_r)

$$\vec{F}_{app} = -\vec{F}_r$$

Se F_{app} supera un certo valore ($\mu_s N$) allora F_r non riesce più ad equilibrarla e il blocco si mette in moto


$$F_r \leq \mu_s N$$

μ_s coefficiente di attrito statico (dipende dal tipo di superfici a contatto)

Nel caso di un corpo in movimento



$$F_r \cong \mu_d N$$

$\mu_d \neq \mu_s$ rappresenta il coefficiente di attrito dinamico

Riassumendo:

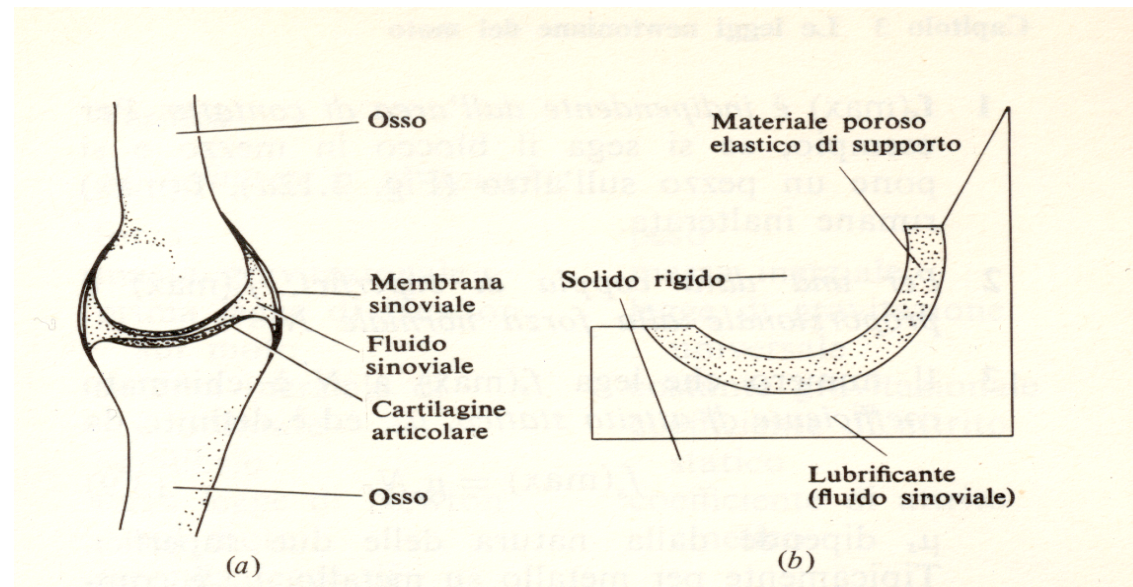
- $F_{r \max} = \mu_s N$ per una data coppia di superfici è proporzionale alla forza normale N
- Dipende attraverso μ_s (o μ_d) dal tipo di superfici ma non dall'area di contatto
- La forza d'attrito per un corpo in movimento è minore dell'attrito statico $\mu_d < \mu_s$

Le relazioni ricavate non sono leggi fondamentali della fisica ma
leggi empiriche approssimate

Da tener presente:

1. Abbiamo indicato la forza d'attrito agente sul corpo che si trova al di sopra della superficie di contatto ma anche per l'attrito vale il Terzo Principio della Dinamica e quindi una forza uguale e contraria a quella finqui` indicata agisce sulla superficie di contatto
2. La forza d'attrito è sempre contraria al **moto relativo** dei due corpi a contatto (può essere concorde al moto di uno dei due corpi in un altro sistema di riferimento)
3. L'attrito può trascinare un corpo; l'aderenza tra le superfici a contatto frena il movimento dei solidi ma d'altra parte permette al solido “passivo” di essere trascinato dal solido “motore”.
4. In un solido che rotola il verso delle forze d'attrito statico **non è definito** una volta per tutte ma dipende dalle condizioni di sollecitazione. Ad esempio se un'automobile viene messa in moto dal motore la forza d'attrito statico sulle ruote motrici ha verso opposto a quello che avrebbe se l'automobile in panne, fosse spinta da dietro da una persona

Le forze di attrito nei fluidi: forze viscosse e generalmente molto piccole rispetto all'attrito tra superfici solide

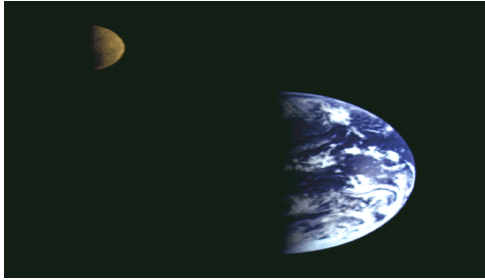


Quando si cammina le giunture delle gambe sono ben lubrificate dal **fluido sinoviale** che spremuto attraverso la cartilagine riveste le giunture, questo lubrificante tende ad essere assorbito quando la giuntura è ferma aumentando l'attrito e facilitando la posizione fissa.

Interazioni fondamentali

Tutte le forze sono riconducibili a 4 interazioni fondamentali

Gravitazionali



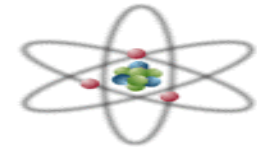
Interazione fra masse.

Attrattiva, raggio d'azione infinito

Domina la dinamica celeste.

forza peso ecc.

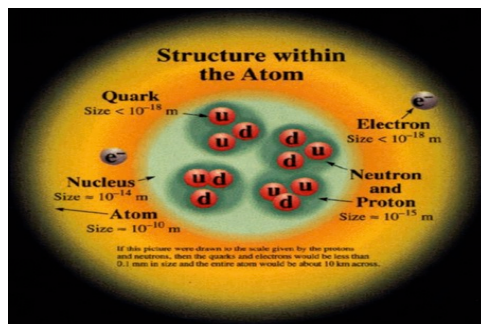
Elettromagnetiche



Interazioni fra cariche elettriche.

Attrattiva o repulsiva, raggio infinito. Domina interazioni atomiche/molecolari ecc.

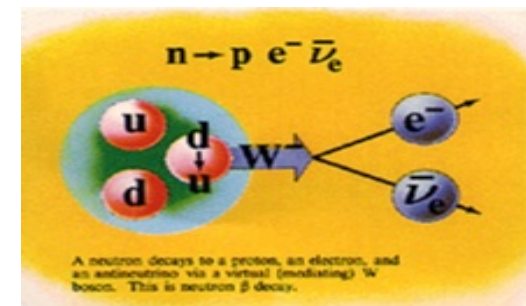
Forti



Interazione fra quark. Molto complessa. Corto raggio ($<10^{-15}$ m) Domina struttura e interazioni nucleari, dinamica stellare, primi istanti dell'universo

Interazione fra 'cariche deboli'
Decadimento beta. Importante nella dinamica stellare.

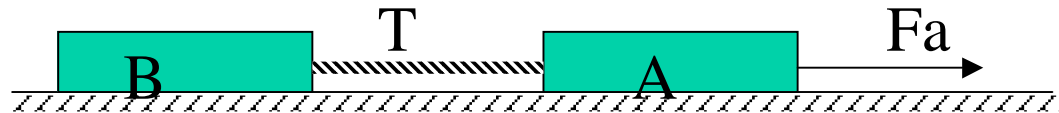
Deboli



Esempi

Due blocchi da 10N sono collegati con una corda tesa e appoggiano su una superficie. Il coefficiente di attrito statico $\mu_s=0.6$. Calcolare:

- la forza minima F_a necessaria per muovere il sistema
- la tensione sulla corda di collegamento nel momento in cui il corpo comincia a muoversi



Un blocco da 10N poggia su un piano inclinato (come in figura) ed è fermo. Calcolare:

- le forze di contatto e di attrito che agiscono sul blocco
- il minimo valore del coefficiente di attrito tra il blocco e il piano affinché il blocco stia fermo

