



La Meccanica spiegata da Einstein

Ciao e benvenuto nell'affascinante mondo della fisica, mi presento, mi chiamo Albert, ma tutti mi conoscono come Einstein.

Oggi ti mostrerò il risultato di secoli di ricerche che hanno portato scienziati da tutto il mondo a fare un passo in avanti nella comprensione del mondo che ci circonda.

No, purtroppo oggi non ti insegnerò il significato di:

$$E=mc^2$$

Prima voglio parlarti della
Meccanica

Prima di cominciare...



IMPORTANTE!

Ciao sono sempre io, Einstein. Prima di cominciare volevo dirti che questa dispensa è dotata di una lettura guidata. Aguzza la vista quando vedrai queste icone:



Significa che stai leggendo un concetto importante. Conviene ricordarselo ;)

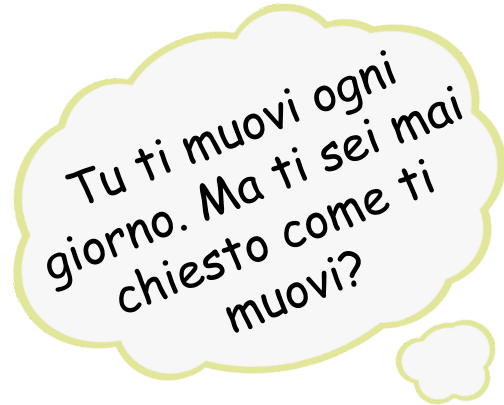


Significa che ciò che stai leggendo per essere compreso e applicato prevede un prerequisito matematico. Potrai studiarlo consultando l'appendice di questa dispensa.

IL moto



Moto
rettilineo
uniforme



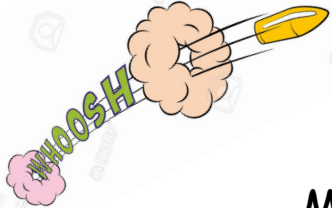
Come
mi
muovo?

Moto
uniformemente
accelerato

Moto
parabolico



Moto
circolare
uniforme
e



La velocità e il moto rettilineo uniforme



Prerequisiti:

- Le grandezze fisiche

Consulta l'appendice per approfondire l'argomento



Non ti spiegherò cos'è la velocità media, sei abbastanza sveglio per arrivarci ;) Sappi solo che essa è uguale a:

$$V_{media} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

Non è altro quindi che il rapporto tra lo spazio percorso e un intervallo di tempo.

Vuoi sapere una cosa curiosa? Per il secondo principio di equivalenza, scrivere $V = S/t$ è uguale a dire che $S = Vt$, ottimo abbiamo quasi scritto la legge oraria del moto rettilineo uniforme.

Il moto rettilineo uniforme è il moto di un punto materiale che si muove a velocità costante con una traiettoria rettilinea. Pensa ad esempio ad un'auto che si muove ad una velocità costante di 70 Km/h, o la luce che viaggia a 300.000 Km/s!

Scriviamo la sua legge oraria

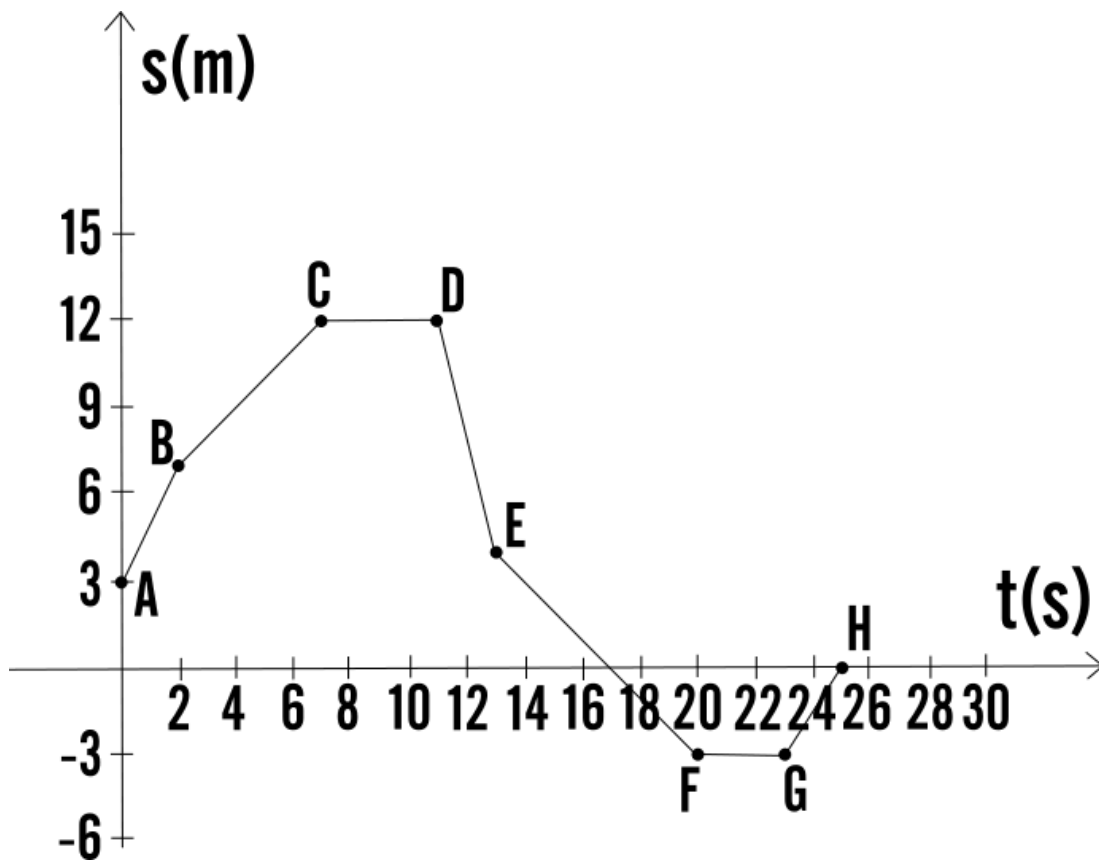
Precedentemente avevamo scritto che $S = Vt$. Questa legge non è nuova, è una funzione lineare (forse ti risulterà più familiare come $y = mx$), e come tutte le funzioni può avere un intercetta. Nel nostro caso chiameremo la nostra intercetta S_0 , ovvero lo spazio percorso dal punto materiale al tempo 0. La nostra legge oraria quindi è:

$$S = S_0 + V \cdot t$$

spazio percorso (m) velocità $\left(\frac{m}{s}\right)$ tempo (s)

spazio percorso rispetto all'origine (m)





Ecco, così è come risulta sul un grafico spazio tempo il moto rettilineo uniforme. Come puoi vedere si tratta proprio di una funzione lineare. Ci sono dei tratti in cui il corpo sembra essere fermo, in altri sembra tornare «sui suoi passi» Sapresti trovarli?

L'ACCELERAZIONE E IL MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Devi sapere tuttavia che il solo moto rettilineo uniforme non basta per descrivere la realtà che ci circonda. Tu vai sempre a velocità costante? Qualche volta, in macchina, a piedi, in bici, nello spazio capita di accelerare.

Cos'è l'accelerazione?

Quando la velocità di un punto materiale cambia durante il moto, si dice che la particella sta accelerando. La legge dell'accelerazione media è:



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$



La legge oraria del moto uniformemente accelerato

Intanto che cos'è, ti starai chiedendo.

È il movimento di un punto materiale che si sposta lungo una retta con accelerazione costante. In tale moto le variazioni di velocità sono direttamente proporzionali agli intervalli di tempo in cui avvengono.

Cosa significa questa porcheria?

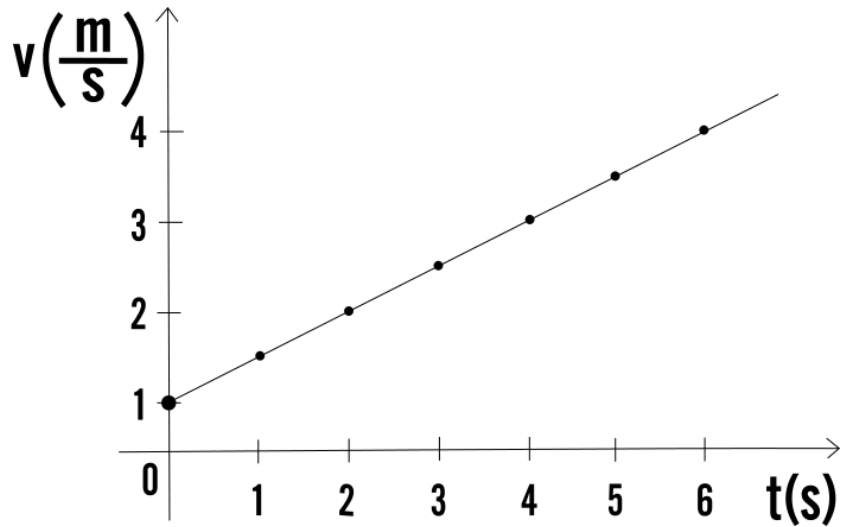
Semplice, in questo tipo di moto l'accelerazione è costante, ma non la velocità che aumenta con il passare di t . Per questo motivo in un grafico Spazio-tempo l'andamento del moto non può che essere di tipo parabolico.

Le leggi orarie di questo moto sono due:

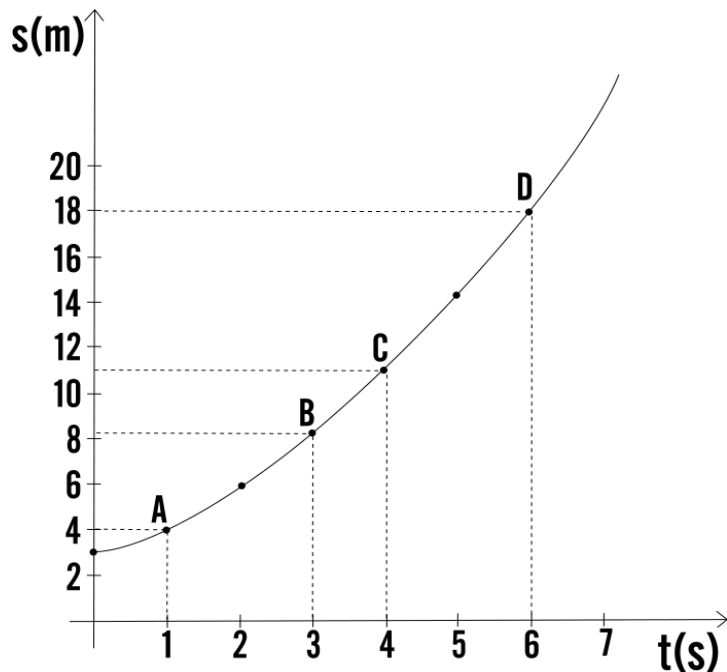
$$v_f = v_i + a \cdot t$$

$$s = v_i \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$





Come puoi notare, il primo grafico velocità-tempo ci mostra come vi sia un rapporto di diretta proporzionalità tra velocità e tempo (perché il loro rapporto è costante). La storia cambia con il secondo grafico, dove vediamo una traiettoria parabolica



Parliamo della gravità



Tutti abbiamo giocato lanciato in alto una palla. Abbiamo visto che essa sale e poi rallenta, fino a fermarsi istantaneamente nel punto più alto della sua traiettoria e infine ricadere verso il basso.

Cosa succede fisicamente?

Il corpo gettato in verticale va verso l'alto in modo da possedere una velocità iniziale v_0 . In una prima parte del moto, l'accelerazione di gravità si comporta come una decelerazione, finché a un certo istante t_1 raggiunge un'altezza massima h_{max} in cui $v_1=0$

I grafici e le equazioni sono esattamente quelle del moto uniformemente accelerato. Attraverso le stesse equazioni possiamo ricavare dei dati utili.

$$t_{max} = \frac{v_0}{g}$$

$$S_{max} = \frac{v_0^2}{g}$$

IL MOTO CIRCOLARE UNIFORME



I
vettori

Ci siamo mai chiesti quale sia il moto che caratterizza una ruota panoramica?

Il moto circolare è un movimento la cui traiettoria è una circonferenza. Nel suo moto chiamato moto circolare uniforme la velocità istantanea mantiene invariato il suo valore ma essendo un vettore, essa cambia continuamente di direzione. La durata di un giro completo di circonferenza è detta periodo T .

RICORDA: Si chiama frequenza f invece il numero di giri compiuti in un secondo e si calcola con:

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



Come calcolare V nel moto circolare



Per comprendere come calcolare il verso e la direzione della velocità in questo moto, ti suggerisco di consultare pag. 171 del tuo manuale. Per calcolare invece il modulo: si adotta la seguente formula:



$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}$$

Dove r è il raggio vettore del moto

La velocità angolare

Lo sai, anche un satellite si muove di moto circolare uniforme attorno alla terra al di sopra dell'atmosfera.

Quando il satellite si muove lungo la traiettoria circolare spazza un angolo al centro della circonferenza caratterizzato da una determinata ampiezza.

Il rapporto tra l'ampiezza e il tempo impiegato dal raggio vettore a spazzare l'angolo è dato da:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

Ma dato che nel moto circolare uniforme la velocità è costante e non dipende dal raggio, possiamo dire che la sua formula è anche uguale a:

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

L'accelerazione centripeta



Per spiegare cosa sia l'accelerazione centripeta basti pensare ai piloti di moto GP. Osservando le loro curve notiamo che **il modulo della velocità nella curva non cambia nonostante sia presente un'accelerazione.**

Dunque, ciò succede perché il vettore velocità istantanea cambia continuamente direzione.

Dunque nel moto circolare si ha un'accelerazione vettoriale istantanea la quale è orientata verso il centro della circonferenza.

Il suo modulo è uguale a:

$$a = \frac{v^2}{R}$$



Il moto parabolico

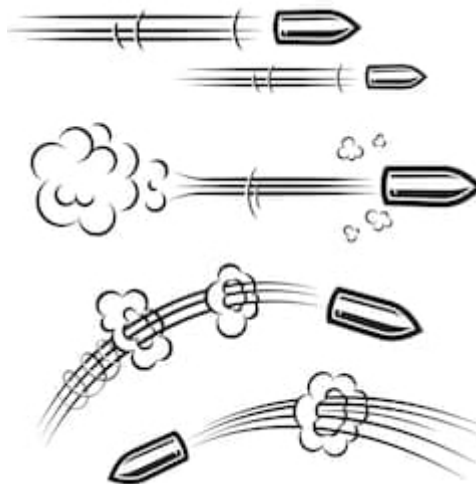
Probabilmente non è necessario dirti che il moto parabolico ha una traiettoria... parabolica. Ciò che devi sapere è che questo è tra i più particolari tipi di moto.

Come per il lancio vero l'alto, anche questo moto è influenzato dalla forza di gravità, infatti ha una **accelerazione pari a g** .

Tuttavia, per analizzare questo tipo di moto è necessario comprendere che esso è caratterizzato da **movimenti simultanei**: un moto rettilineo uniforme lungo l'asse x e un moto uniformemente accelerato lungo y .

Le coordinate x e y della posizione istantanea sono:

$$\begin{cases} x = V_0 t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$



Nel caso in cui la velocità iniziale sia obliqua:

$$\begin{cases} x = V_{0x} t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_{0y} t \end{cases}$$

Adesso che conosciamo la x e la y della posizione possiamo trovare l'equazione della traiettoria.

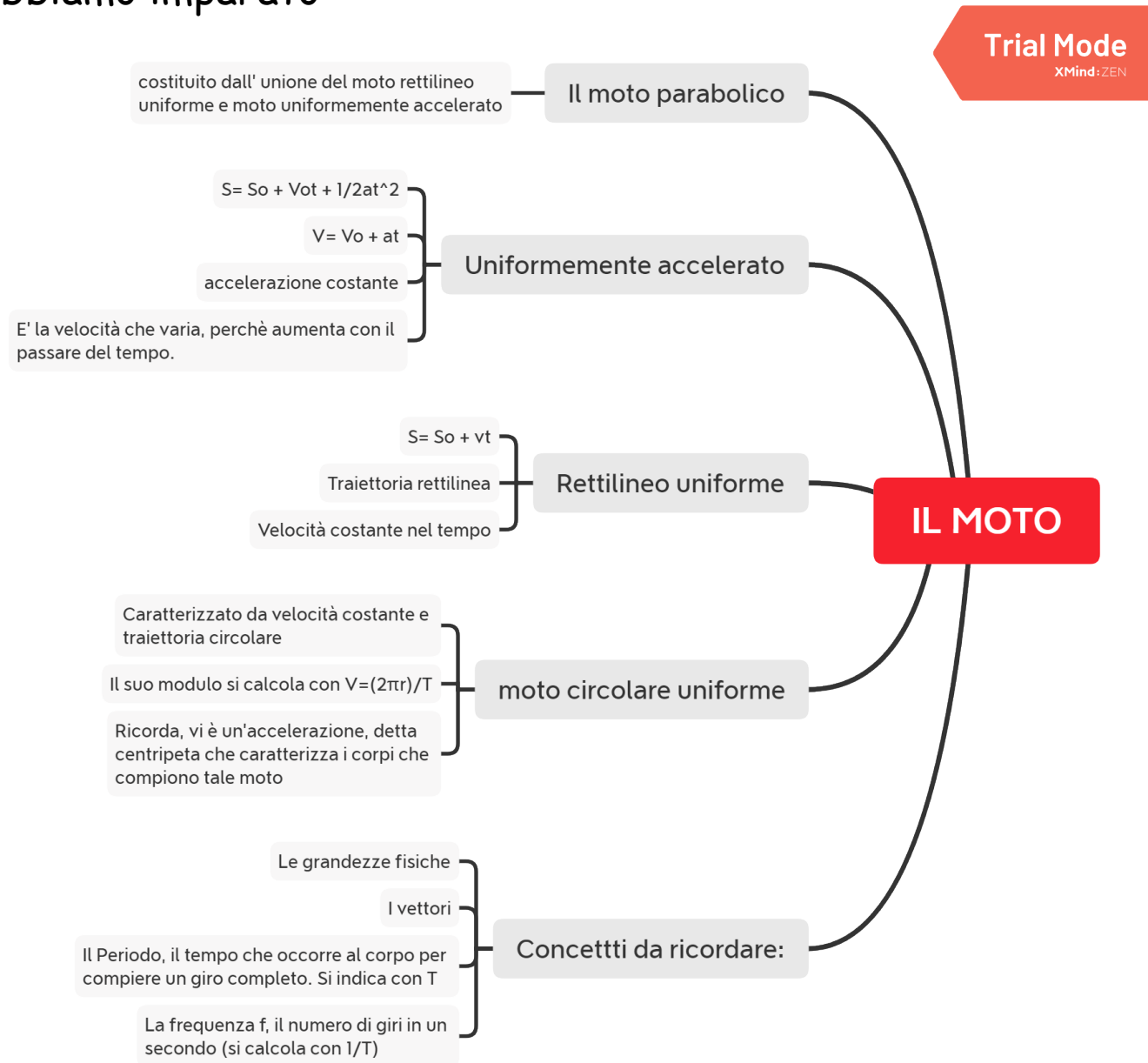
$$y = -\frac{g}{2V_0^2} x^2 + \frac{V_{0y}}{V_{0x}}$$

La gittata massima è invece uguale a:

$$L_{max} = \frac{V_0^2}{g}$$



Ecco a te una mappa riassuntiva di quello che abbiamo imparato



Ciao, sono sempre io, Einstein, il nostro cammino nel mondo della cinematica, la scienza che studia il moto, è terminato, ma non temere, abbiamo tante altre cose da imparare, quindi iniziamo subito a parlare di **Forze!**

Una forza è un'interazione tra due corpi o sistemi di corpi; è una forza la gravità ad esempio, che ci tiene con i piedi per terra. La stessa accelerazione centripeta che abbiamo studiato prima, è dovuta a delle forze.



Attenzione, le forze sono delle grandezze vettoriali, quindi per comprendere pienamente è essenziale una conoscenza basilare dei vettori.

La prima forza che analizzeremo brevemente è la **forza peso**, che NON è uguale alla massa. La forza peso è uguale a:

$$F_p = mg$$

Dove m è la massa del corpo e g è l'accelerazione di gravità



L'attrito



Le forze di attrito sono delle forze di contatto e sono sempre dirette in **senso contrario** al movimento

Di sicuro avrai notato che una palla, quando viene calciata, tende a rallentare fino a fermarsi. Ecco, questo è un esempio di forza d'attrito.

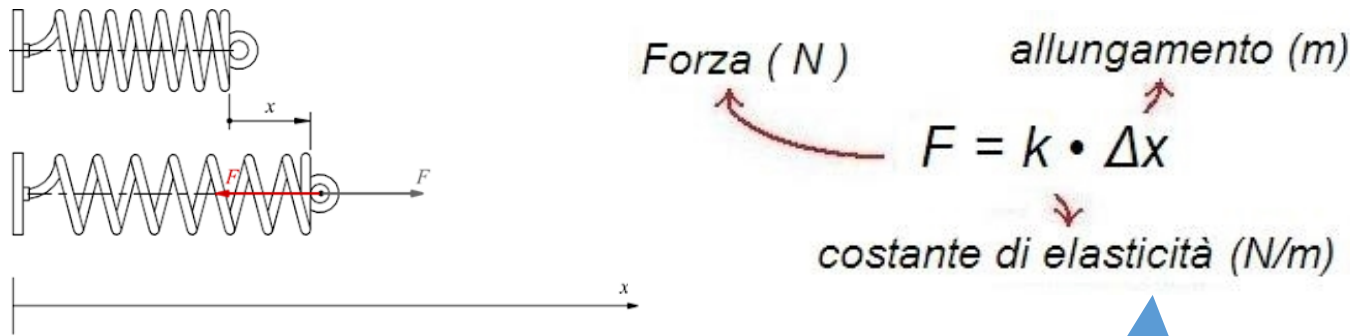
Esistono vari tipi di attrito, ma oggi ci occuperemo **dell'attrito radente statico e di quello dinamico**.

L'attrito radente statico non è altro che la resistenza che riscontriamo quando tentiamo di mettere un corpo in movimento. L'attrito radente dinamico invece, è l'ostacolo al movimento del corpo già in moto. **L'equazione per calcolare le due forze è la stessa**, varia solamente la μ , il coefficiente di attrito. Per il primo attrito si usa il coefficiente statico, per il secondo, il coefficiente dinamico.

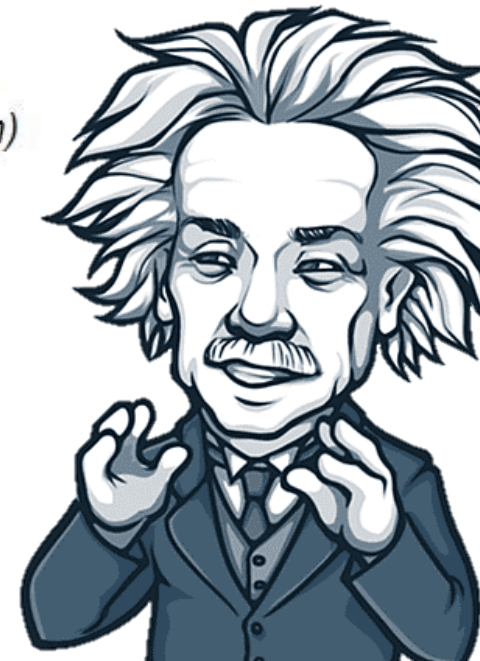
$$\vec{F}_A = \begin{cases} \text{modulo : } F_A = \mu \cdot F_{\perp} \\ \text{direzione : uguale a quella del moto} \\ \text{verso : opposto a quello del moto} \end{cases}$$

Esiste anche una forza elastica?

Certo che esiste, e possiamo rendercene conto anche solo allungando una molla e misurare l'allungamento con un dinamometro.



Questa immagine ci dimostra come la forza sia direttamente proporzionale all'allungamento. Questo fenomeno è regolamentato dalla [legge di Hook](#).



L'equilibrio

(attraverso un esempio pratico)



Sappiamo che un corpo in equilibrio statico quando è **fermo** e continua a restare fermo. Ma che significa esattamente?

Come puoi ben vedere mi trovo in piedi davanti a te. Ho rappresentato graficamente i **vettori delle forze** che agiscono sul mio corpo.

Alla forza peso si contrappone una «**forza vincolare**». Dato che la risultante delle due forze è uguale a 0, **sono in equilibrio**.



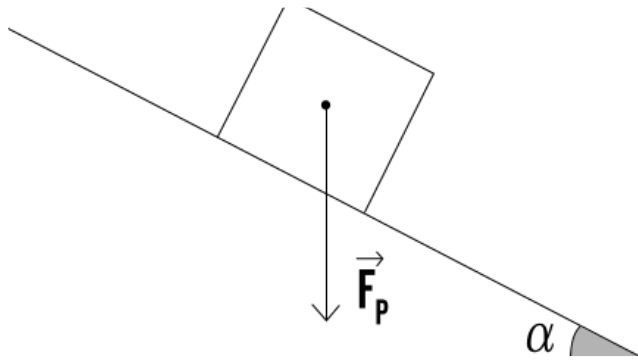
F_p



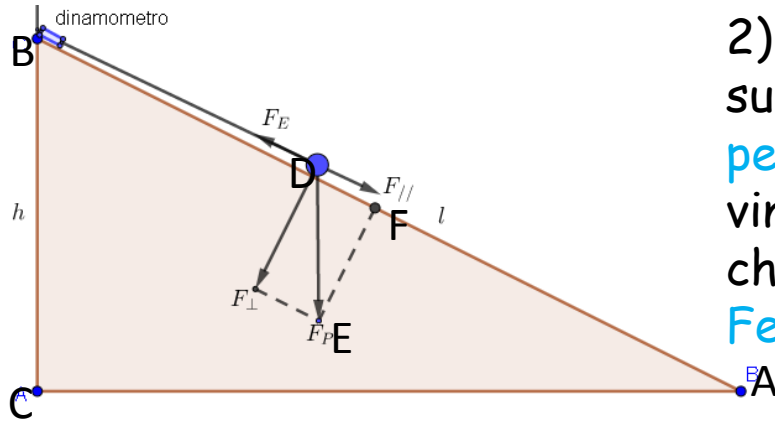
Vincolo

L'equilibrio è possibile anche su un **piano inclinato...**

Per comprendere **l'equilibrio su un piano** inclinato osserviamo queste immagini:



1) Questo è un corpo su un piano inclinato su cui agisce la **forza peso**.



2) Scomponiamo il vettore F_p nelle sue componenti, la componente **perpendicolare**, che si annulla per il vincolo del piano, e quella **parallela**, che è proprio la **forza equilibrante** F_e che dobbiamo trovare.

I triangoli ABC e DEF sono simili, per cui hanno anche i lati in proporzione.

Per trovare la forza equilibrante quindi, ci basta impostare una proporzione:

$$DF:DE=BC:AB$$

quindi:

$$F_e:F_p=h:l$$

$$F_e = F_p \frac{h}{l}$$



Il primo principio della dinamica



Tutti da bambini abbiamo lanciato una macchinina lungo il pavimento e abbiamo visto che questa poco dopo rallenta.

Il rallentamento è dato dalla presenza di forze di attrito ma in assenza di esse, la macchina si muoverebbe con **velocità costante** fino alla parete.

Tuttavia per avere un moto con velocità costante non bisogna eliminare solo gli attriti ma possiamo ottenere lo stesso moto se la somma delle forze agenti sul corpo è nulla. Dunque, un moto mantiene il suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme se su di esso non agisce alcuna forza esterna. Tale principio viene chiamato **principio di inerzia**.

Cos'è l'inerzia? E' la **tendenza dei corpi a mantenere invariata la propria velocità**.

Il primo principio della dinamica è valido solo nei sistemi di riferimento inerziali. In questi sistemi non sono presenti forze apparenti.

Ma quindi cosa sono queste forze apparenti?

Sappi che te ne accorgi ogni giorno della loro presenza. In fisica troviamo queste forze nei sistemi non inerziali.

Pensiamo ad un autobus che sta accelerando:

Quando l'autobus frena improvvisamente, una forza ci spinge. In realtà nessuna forza fisica sta agendo, è solo **apparente**.

Anche l'ascensore è un sistema non inerziale. Infatti se volessimo calcolare il nostro **peso apparente** dovremmo tener conto dell'**accelerazione** del mezzo:



$$F_v = m a + m g$$

Dove F_v è il peso apparente e a è l'accelerazione.

Approfondimento: La forza centrifuga nei sistemi con accelerazione centripeta

Il terzo principio



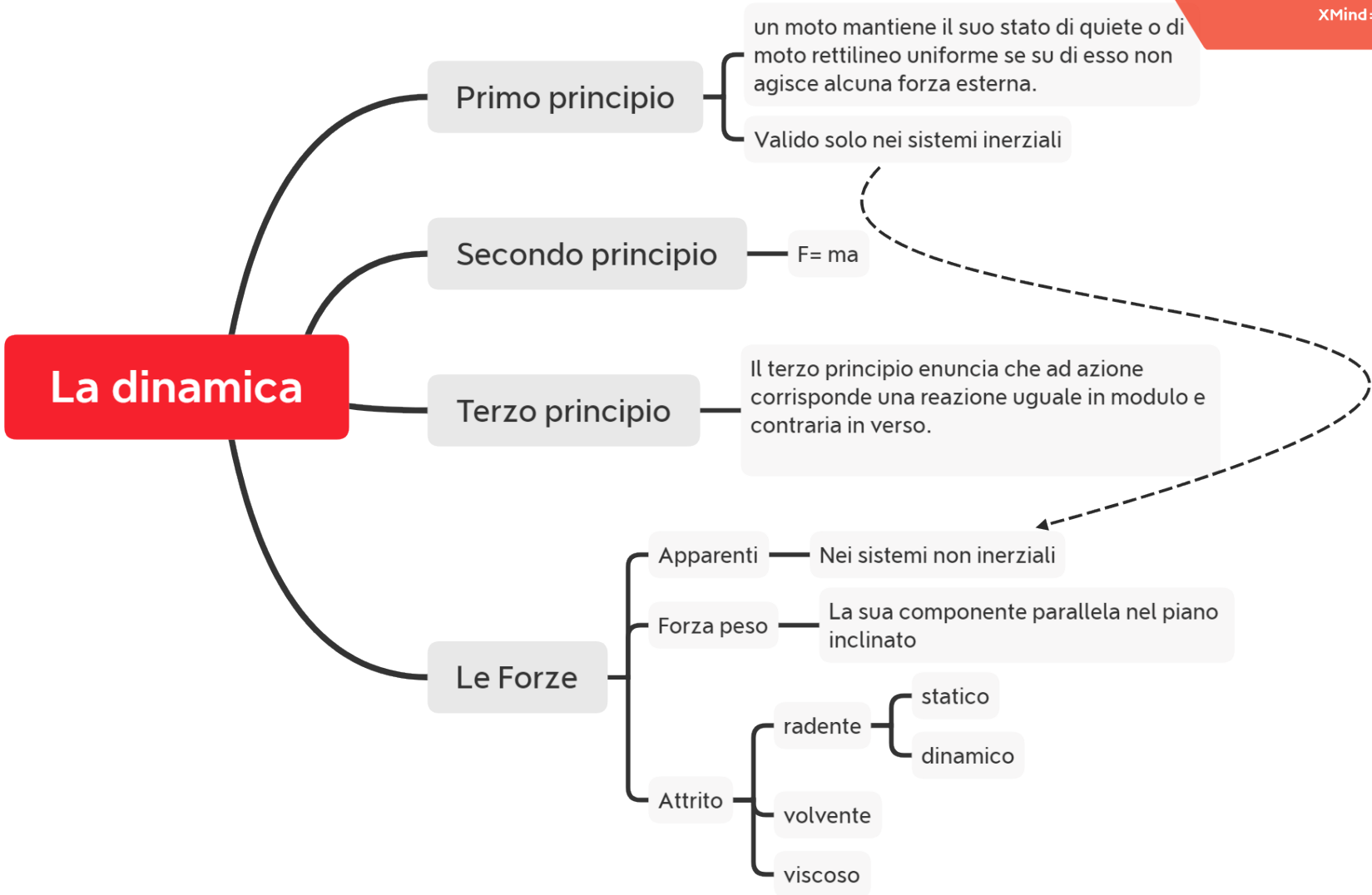
Una forza non si manifesta mai da sola ma fa sempre parte di una **interazione** cioè di una coppia di forze che due corpi esercitano l'uno sull'altro come quando un giocatore di judo entra in contatto con l'avversario e lo spinge.

Il terzo principio enuncia che ad azione corrisponde una reazione uguale in modulo e contraria in verso.

Devi sapere che anche quando corri applichi il terzo principio della dinamica, poiché alla tua spinta verso il suolo, corrisponde una spinta da parte del suolo di pari modulo.



Ecco a te la mappa sulla dinamica





APPENDICE MATEMATICA

Le grandezze fondamentali

| Grandezza fisica | Simbolo della grandezza | Nome dell'unità di misura | Simbolo dell'unità di misura |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|
| lunghezza | l | metro | m |
| massa | m | kilogrammo | kg |
| tempo | t | secondo | s |
| corrente elettrica | I | ampere | A |
| temperatura | T | kelvin | K |
| quantità di sostanza | n | mole | mol |
| intensità luminosa | iv | candela | cd |



Alcune grandezze derivate

| Grandezza fisica | Nome dell'unità di misura | Simbolo dell'unità di misura | Definizione dell'unità di misura SI |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|---|
| area | metro quadrato | m ² | |
| volume | metro cubo | m ³ | |
| densità o massa volumica | kilogrammo al metro cubo | kg/m ³ | |
| forza | newton | N | $N = \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ |
| pressione | pascal | Pa | $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$ |
| energia, calore, lavoro | joule | J | $J = \text{N} \cdot \text{m}$ |
| velocità | metri al secondo | m/s | |
| accelerazione | metri al secondo quadrato | m/s ² | |

Trial Mode

XMind:ZEN

vettore

è un ente matematico

definito da Che può essere rappresentato con una freccia

Modulo

Lunghezza della freccia

Direzione

La retta su cui giace

Verso

In che modo è orientata la freccia

Operazioni con i vettori

Somma

Differenza

Metodo punta-coda

Regola del parallelogramma

Regola del parallelogramma

