Fisica

18/02/2019

Metodo Scientifico

> Fenomeno di interesse e sua idealizzazione, ho grandezze fisiche per descriverlo (**unità**), osservazione e misura (**incertezze**), formulazione di ipotesi, passando dal **modello alla legge fisica**.
>
> Attraverso quest'ultima (legge fisica) per descrivere e prevedere ed in caso **falsificare l'ipotesi.**

Unità del sistema internazionale

Grandezze fisiche e la loro misurazione

Incertezza di misura

Grandezze Fondamentali

Sistemi di Unità di Misura

Sistema Internazionale

Cifre significative e Arrotondamenti

Cinematica

La cinematica è la descrizione del moto degli oggetti, rappresentati da punti materiali.

Punto materiale: Punto con delle proprietà fisiche, privandolo dell'estensione. Lecito quanto piccolo è l'oggetto.

(Più piccolo, più lecito).

Esempio:

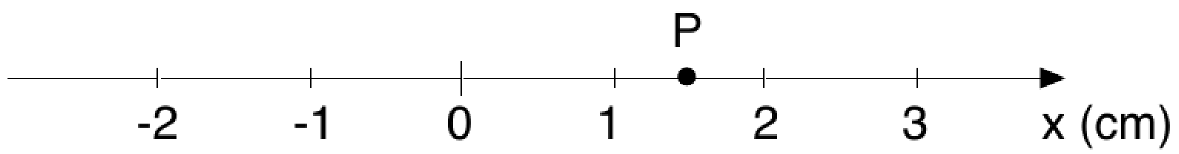
Luna è un punto materiale con un rapporto 100 alla terra .

Legge oraria del moto

Scelgo un **punto**, un **verso di percorrenza** e creo il movimento del punto in **UNA dimensione.**

Un punto materiale non fa spazio ne ingombro.

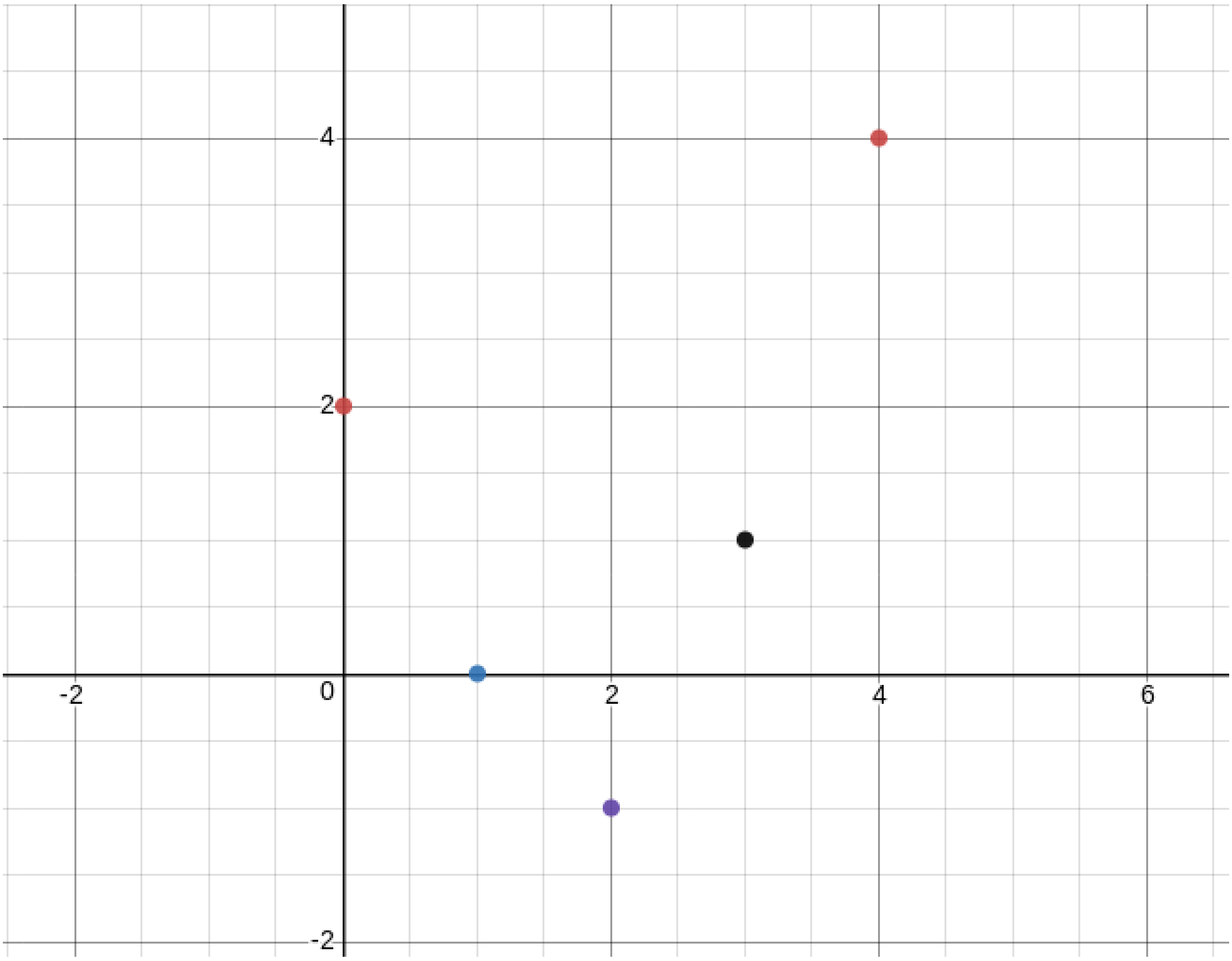
Posso assumere una unità di misura nella retta orientata (tipo centimetri).



La legge oraria posso esprimerla con una **tabella**:

$t(s)$	$s(m)$
0	2
1	0
2	-1
3	1
4	4

E disegno un **GRAFICO**:



Equazione oraria: $s = s(t)$

spazio in funzione del **tempo**.

La legge oraria può variare in base alla funzione che ho su $s(t)$

Esempi

s=$A\cos(Bt)$

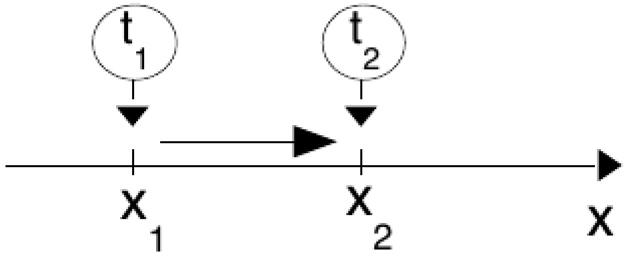
Nota bene che:

NON posso rimuovere la costante A, mentre posso rimuovere la costante B(se ad esempio la B vale 1), ma è consigliato tenerla in ogni caso. Senza A non posso dire di che cosa si tratta, di lunghezza, di tempo etc etc, quindi A deve essere **DEFINITA** ed avere una unità di misura.

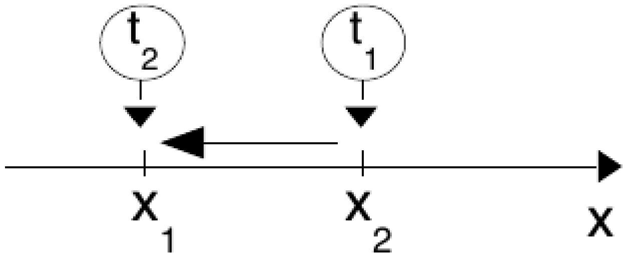
Pulsazione: nella **formula precedente** la pulsazione è $\omega = B$.

Velocità media

Velocità positiva



Velocità negativa



> **Equazione:** $V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

Ovviamente ha una unità di misura

$[v] = \frac{[s]}{[t]}$

Le parentesi quadre indicano una equazione dimensionale, stiamo considerando l'uguaglianza del punto di vista delle **dimensioni**.

Abbiamo ovviamente una **unità di misura**

$udm(v) = \frac{udm(s)}{udm(t)} = \frac{m}{s}$

può essere metri al secondo come altro(km/h...)

> Nota che **è una differenza, non dipende dal sistema che abbiamo utilizzato**.

utilizzando il sistema di riferimento di prima (**tabella**), abbiamo:

$\frac{-2}{1} = -2\frac{m}{s}$

$-1\frac{m}{s}$

$2\frac{m}{s}$

$3\frac{m}{s}$

> **Coefficente Angolare:** Nel grafico ho
>
> $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

> Nota bene che **il grafico con tempo, non può avere valori che "tornano indietro nel tempo".**

Velocità istantanea

> Velocità nel tempo che dipende dall'istante t.

$\lim_{\Delta t \longrightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = v$

anche detta

> $\lim_{\Delta t \longrightarrow 0} \frac{x(t)-x_0}{t-t_0} = v(t)$
>
> Rapporto incrementale, quindi è la **derivata** nel grafico **spazio tempo.**

Esempi:

$s(t) = At \Longrightarrow v(t) = \frac{ds}{dt} = A$

Essendo t Tempo, **A sarà spazio tempo perchè mi fornisce un uguaglianza = spazio, quindi deve dare spazio.** Quindi A sarà la **Velocità**.

$v(t) = A[-\sin(\omega t)]\omega = -A\omega\sin(\omega t)$

In questo caso A è **Spazio**.

Avendo la **legge oraria della velocità**, posso ottenere la **legge oraria del moto** integrando $v(t)$

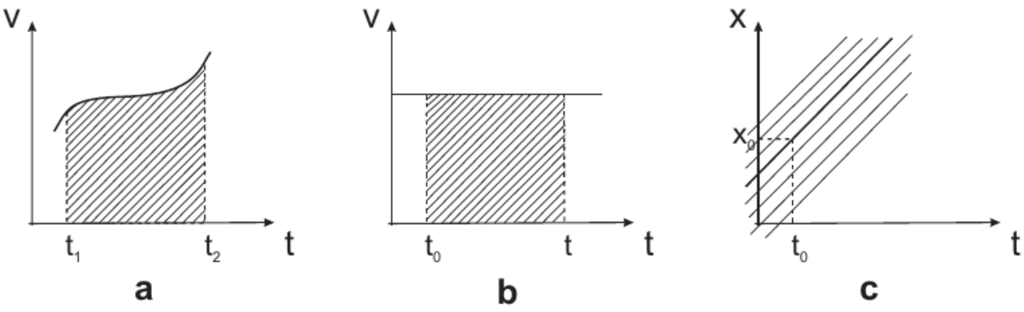


Figura 2.4: Calcolo della legge oraria, nota la velocità in funzione del tempo

> $s(t) - s_0 = \int_{t_0}^{t} d\tau v(\tau) \Longrightarrow s(t) = s_0 + \int_{t_0}^{t} d\tau v(\tau)$

quindi

$s(t) = s_0 + \int_{t_0}^{t} \bar{v} d\tau = s_0 + \bar{v}(t - t_0)$

Avendo una velocità costante ottengo

$s(t_0) = s_0 + \bar{v}(t_0 - t_0) = s_0$

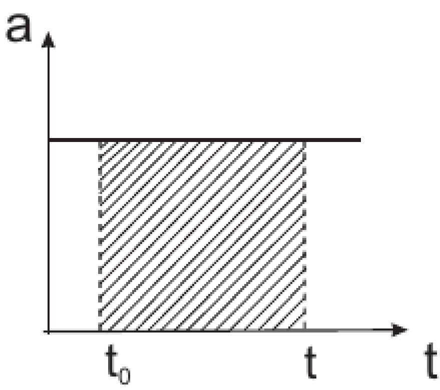
Accelerazione

> **Variazione** della velocità nel tempo o **Derivata** della velocità nel tempo
>
> $\lim_{\Delta t \longrightarrow 0} \frac{v(t) - v(t_0)}{t - t_0} = a(t_0)$

> **Protip**: Controllo di avere consistenza dimensionale
>
> $[a] = \frac{[v]}{[t]} = \frac{[s]}{[t][t]} = [s/t^2]$

Accelerazione Gravitazionale

> L'**accelerazione gravitazionale** è pari a
>
> $g = 9,8055 \frac{m}{s^2}$



> **Punti estremanti**: Punti di massimo e di minimo, punti nei quali l'accelerazione vale ZERO, cioè la velocità è costante.

Integrale della velocità

> $v(t) = v_0 + \int_{t_0}^{t} d\tau a(\tau)$

Nota che:

Integrando accelerazione, ottengo la **velocità**.

Integrando ancora , ottengo lo **spazio**.

Derivando lo spazio, ottengo la **velocità**.

Derivando ancora ottengo **l'accelerazione**.

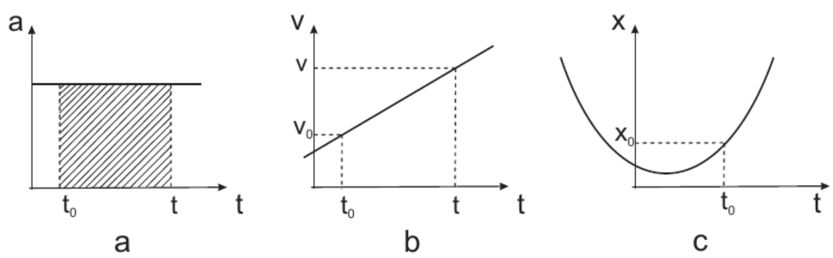


Figura 2.5: Calcolo della legge oraria per un moto uniformemente vario: (**a**) accelerazione, (**b**) velocità, (**c**) posizione in funzione del tempo

> **Protip**:
>
> $F = \frac{-G \cdot m \cdot M}{r^2} = -m \cdot g \cdot r$

> l'accelerazione gravitazionale è **diversa** in base a dove mi trovo nella terra, ma di poco, quindi la **assumo** come **definita prima**.

Esercizio

Protip: Io posso piazzare il mio asse delle x, cioè s(t) come mi pare e piace, quindi posso ottenere una g **negativa**, per avere una accelerazione **positiva**.

> Un tipo tira un sasso in aria
>
> DATI:
>
> $v_0 = ?$
>
> $h = 4,0m$

$s_0 = 0, t_0 = 0$

$a = +g(g = -9,81m/s^2)$

$v(t) = v_0 > 0 + \int_0^t d\tau a(\tau) = v_0 + \int_0^t d\tau g = v_0 + gt$

dove g è ovviamente l'accelerazione gravitazionale.

$s(t) = s_0 + \int_{t0}^t d\tau v(\tau) = \int_0^t d\tau(v_0 + g\tau) = v_0 t + g\frac{t^2}{2}$

22/02/2019

Ricordiamo che **l'accelerazione** è un **differenziale** della velocità

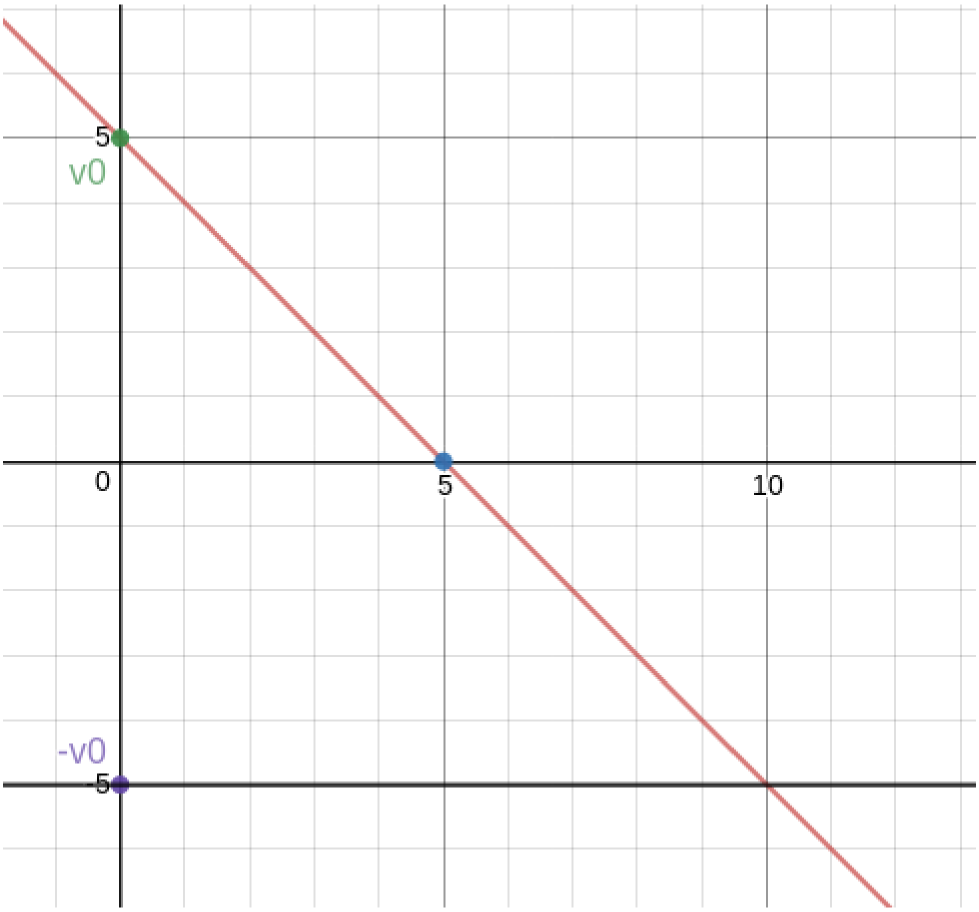
$\frac{dv}{dt} = a$

tornando all'esercizio precedente, otteniamo

$\begin{cases} v(t) = v_0 + gt \\ s(t) = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$

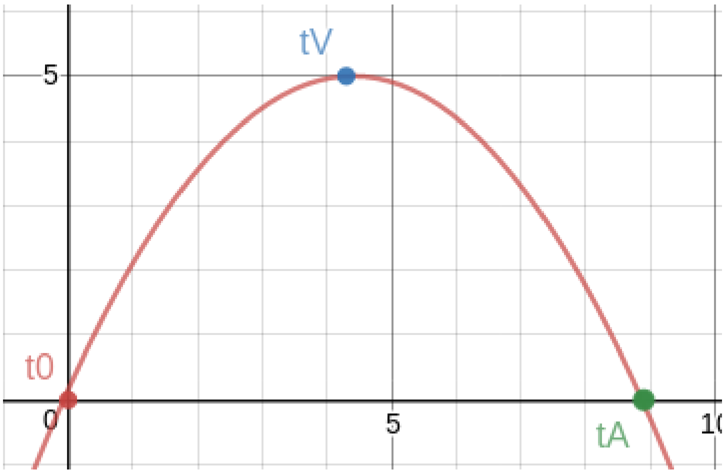
Ora nel punto in cui la velocità è zero:

$\begin{cases} v(t) = 0 = v_0 + gt_{max} \\ s(t) = h_{max} = v_0 t_{max} + \frac{1}{2}gt_{max}^2 \end{cases}$



Continuando:

$$\begin{cases} v_0 = -gt_{max} \\ h_{max} = -\frac{1}{2}gt_{max}^2 \end{cases} = \begin{cases} v_0 = -g\sqrt{\frac{2h_{max}}{-g}} = \sqrt{|g|^2\,\frac{2h_{max}}{-g}} = \sqrt{-2gh_{max}} = 8,9m/s \\ t_{max} = \sqrt{\frac{2h_{max}}{-g}} = \sqrt{\frac{8m}{9{,}8m/s^2}} = \sqrt{0,816} \end{cases}$$



Esercizio: Doppio lancio vericale

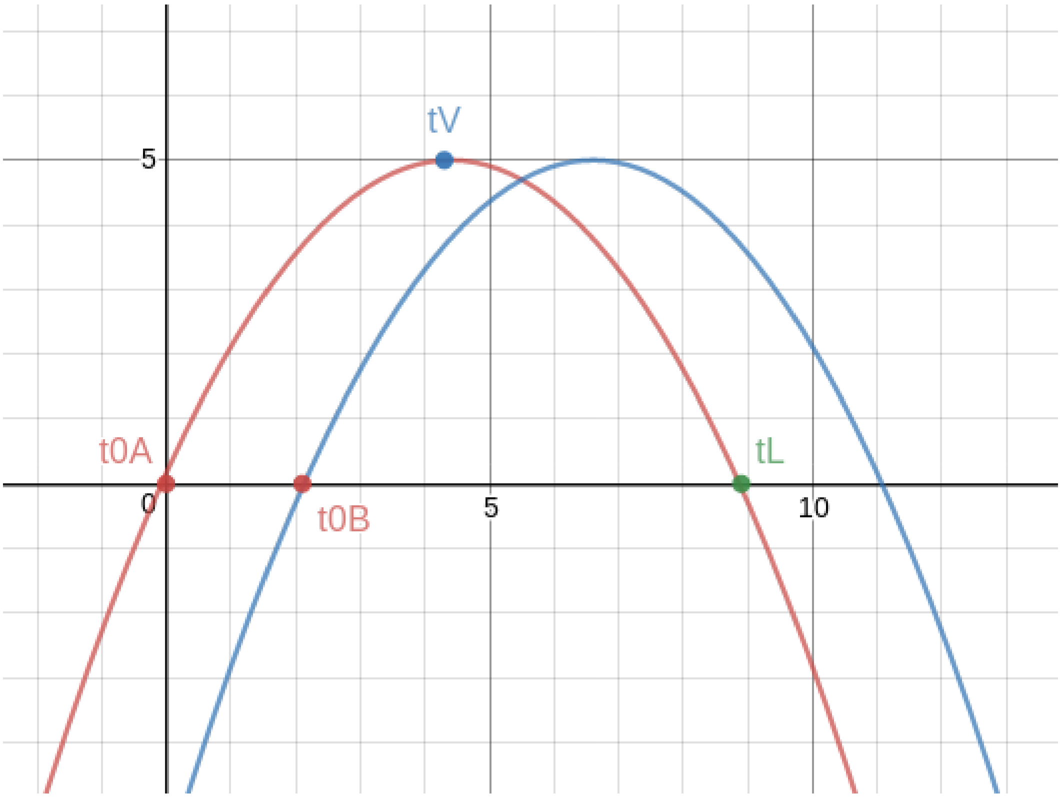
Vengono lanciati due sassi

> **DATI**:
>
> $v_0 = 8,0m/s$
>
> $a = g = -9,8055m/s^2$

> $s_0 = 0m$
>
> $t_{0A} = 0s$
>
> $t_{0B} =$Arbitrario

Si incontrano per $s > 0$?

Se aspetto che il primo sasso vada a terra, **no.**



Come possiamo vedere, la possibilità che si incontrino è **nell'intersezione delle due parabole.**

1. **Primo Caso/Modo:** $t_{0B} > t_{LA} = 2t_{max} = 2\sqrt{\frac{-2h_{max}}{g}}$

   se ho che lo lancio dopo il landing dell'altro.

2. **Secondo Caso/Modo**: $\begin{cases} s(t) = v_{0A}(t - t_{0A}) + \frac{1}{2}g(t - t_{0A})^2 \\ s(t) = v_{0B}(t - t_{0B}) + \frac{1}{2}g(t - t_{0B})^2 \end{cases}$ ottengo

   $\cancel{v_0 t + \frac{1}{2}gt^2} = v_0(\cancel{t} - t_{0B}) + \frac{1}{2}g(\cancel{t} - t_{0B})^2$

   Ottengo dunque che

   $0 = -v_0\ t_{0B} + \frac{1}{2}gt_{0B}^2 - gt_{0B}$

   arrivando a t

   $t = \frac{\frac{1}{2}gt_{0B}^2 - v_0 t_{0B}}{gt_{0B}} = \frac{t_{0B}}{2} - \frac{v_0}{g}$

Grandezze vettoriali

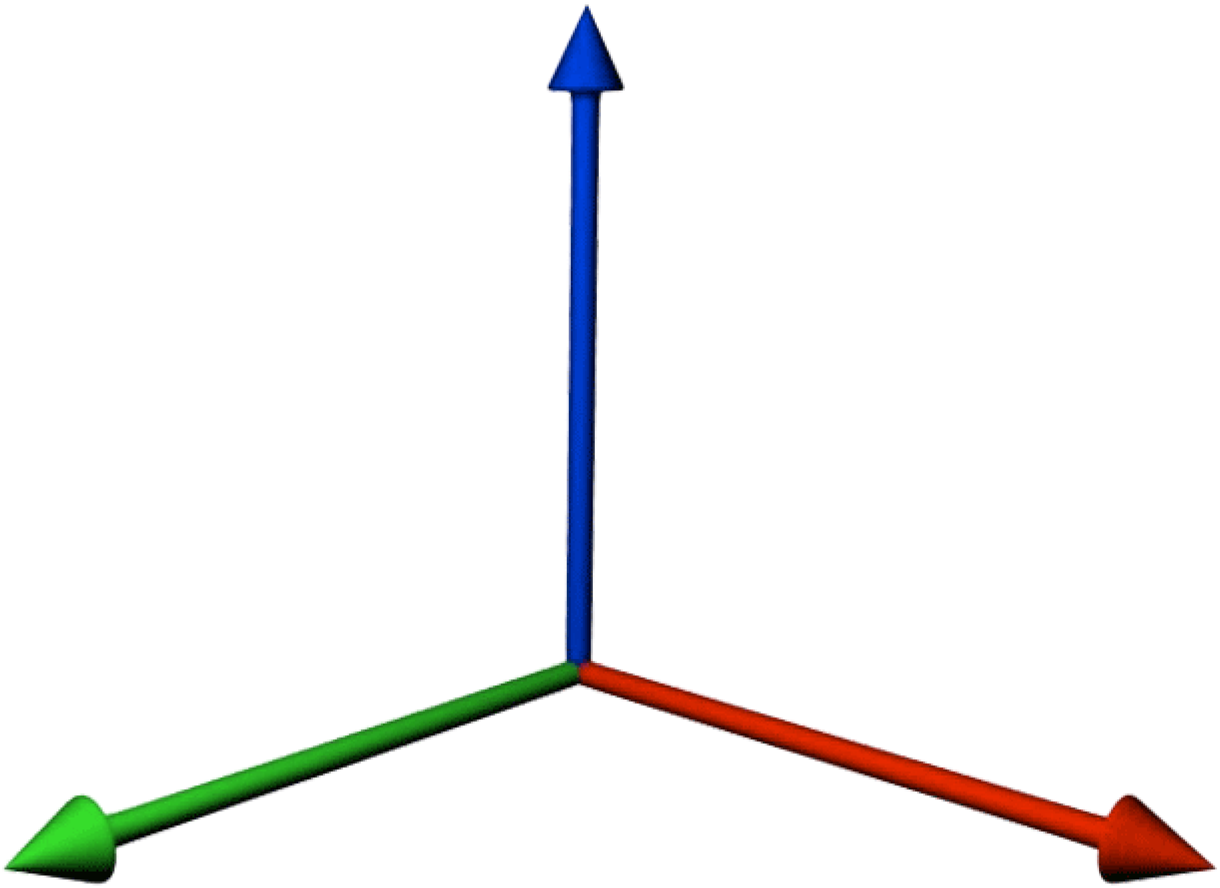
$s \longrightarrow \vec{s}$

$v \longrightarrow \vec{v}$

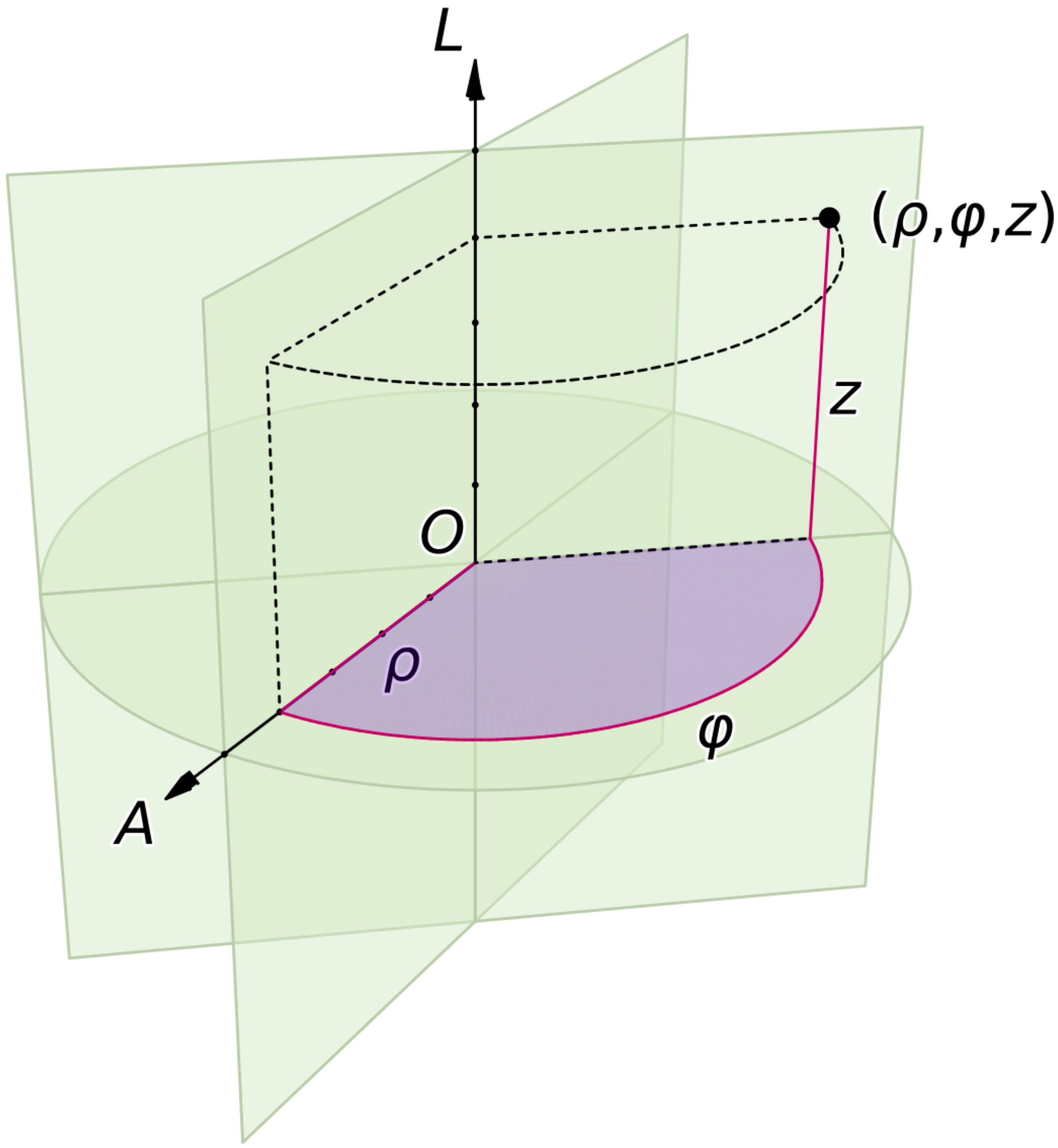
$a \longrightarrow \vec{a}$

Ci sono diversi tipi di **assi**

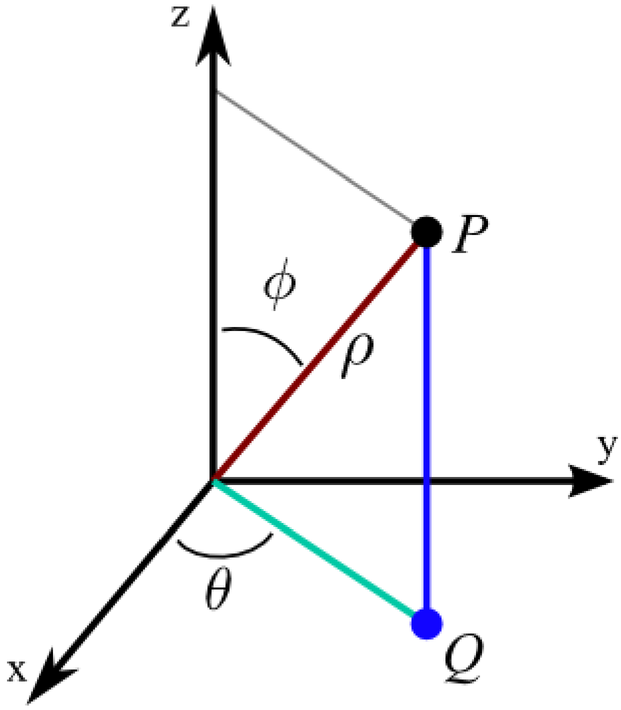
1. **Cartesiano**



2. Cilindrico (Cyl)



3. Polare



Formule (le quali non ho idea a cosa si riferiscano)

$$s \longrightarrow \Delta\vec{s} = \Delta\vec{r} = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} = \Delta x\ \hat{x} + \Delta y\ \hat{y} + \Delta z\ \hat{z}$$

$$\vec{v}_M = \frac{\Delta\vec{s}}{\Delta t} = \begin{pmatrix} \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ \frac{\Delta y}{\Delta t} \\ \frac{\Delta z}{\Delta t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix} = v_x\ \hat{x} + v_y\ \hat{y} + v_z\ \hat{z}$$

Velocità istantanea in più dimensioni

> $\vec{v}(t) = \lim_{t' \longrightarrow t} \frac{\vec{s}(t') - \vec{s}(t)}{t' - t}$

Al cambio di dimensioni posso avere valori in più.

La velocità, in ogni caso, **è sempre tangenziale alla direzione**.

Accelerazione in più dimensioni

> $\vec{a}(t) = \lim_{t' \longrightarrow t} \frac{\vec{v}(t') - \vec{v}(t)}{t' - t}$

Prima avevo solo una variazione di velocità, qui invece ci dice che l'accelerazione c'è se la velocità in un certo istante è **diversa** dalla velocità in un altro istante. Ciò **non implica** che i vue valori siano diversi. In **matematichese**:

$\vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v}(t') \neq \vec{v}(t) \nRightarrow v(t') \neq v(t)$

Possiamo avere

1. Moto rettilineo uniforme **(MRV)**
2. Moto rettilineo uniforme vario **(MRVA)**
3. Moto non rettilineo uniforme **(MNRV)**
4. Moto non rettilineo non uniforme **(MNRNV)**

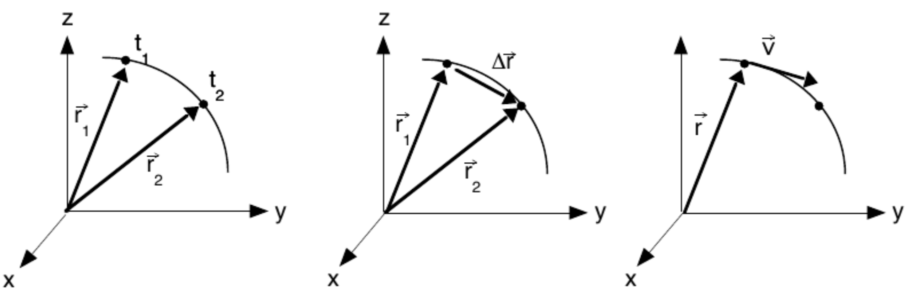


Figura 2.7: Vettori posizione del punto P agli istanti t_1 e t_2 (a sinistra). Vettore spostamento $\Delta\vec{r}$ (al centro). Vettore velocità $\vec{v}$ (a destra).

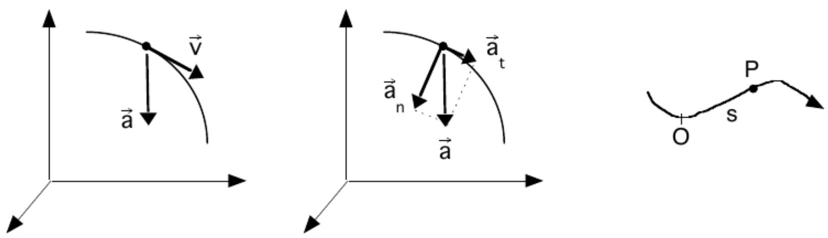


Figura 2.8: A sinistra: il vettore accelerazione è diretto verso la concavità della traiettoria. Al centro: componenti tangenziale e normale dell'accelerazione. A destra: coordinata curvilinea

Moto circolare uniforme

> Ha **velocità costante**, con traiettoria **circonferenza**.

$\begin{cases} x = r\cos\phi \\ y = r\sin\phi \end{cases}$

per trovare le coordinate.

> $r(t) = \cos t = R \Rightarrow s = R\phi$

Perchè R=s_phi.... ? boh(dubbio)

Ogni punto della velocità è tangente alla circonferenza (incerto)

La velocità è il prodotto della **velocità angolare per il raggio**.

> **Velocità:**
>
> $v = \frac{ds}{dt} = \frac{d(R\phi)}{dt} = R\,\frac{dy}{dt} = \omega R$

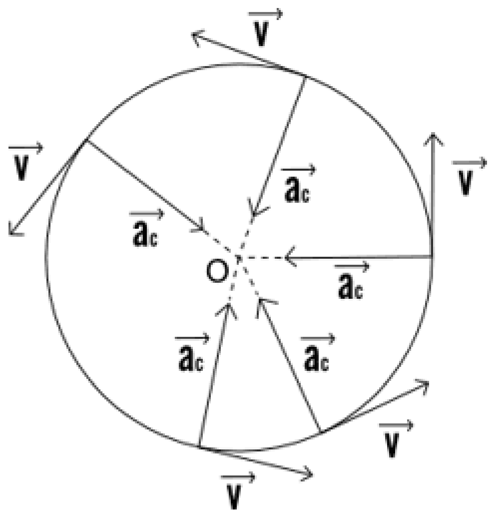
ω è la **pulsazione**, cioè la **velocità angolare.**

> **L'accelerazione**:
>
> $a = \frac{dv}{dt} = R\,\frac{d\omega}{dt} = \alpha R$

L'accelerazione è **diretta verso il centro**, cioè **accelerazione centripeta.**

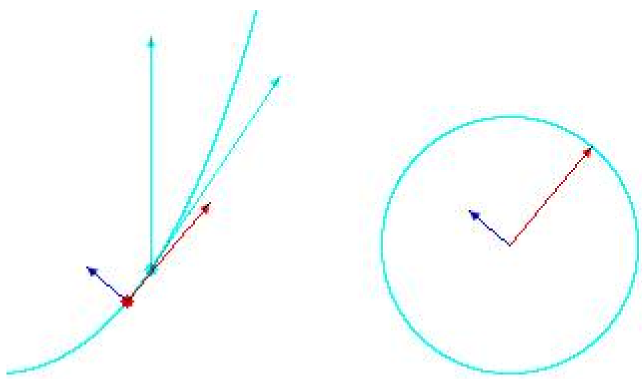
Accelerazione centripeta in un moto non circolare = **accelerazione normale**.

È normale moto, perpendicolare.



Nota che:

Se non ho una circonferenza, posso dire che **l'accelerazione ORTOGONALE** ci porta ad avere un'accelerazione centripeta verso una ipotetica circonferenza per la nostra curva:



$v_x = \frac{dx}{dt} = R\frac{d\cos\phi}{dt} = -R\sin\phi\frac{d\phi}{dt}$
$v_y = \frac{dy}{dt} = R\frac{d\sin\phi}{dt} = R\cos\phi\frac{d\phi}{dt}$

Quindi ottengo che

> $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = R\frac{d\phi}{dt} = R\omega$

con le **accelerazioni**

$a_x = \frac{dv_x}{dt} = -R[\cos\phi(\frac{d\phi}{dt})^2 + \sin\phi\,\cancel{(\frac{d^2\phi}{dt^2})}\,]$

$a_y = \frac{dv_y}{dt} = R[-\sin\phi(\frac{d\phi}{dt})^2 + \cos\phi\,\cancel{(\frac{d^2\phi}{dt^2})}\,]$

> **Nota bene**: $\frac{d^2\phi}{dt^2} = \frac{d}{dt}[\frac{d\phi}{dt}]$
>
> dove $[\frac{dy}{dt}]$=ω è costante, quindi la derivata di una costante è **zero**.

25/02/2019

$\omega = \cos t$

> **Velocità angolare:** $v = \omega r$

esercizio palla di cannone

Calcolo della traiettoria di un oggetto sparato con un cannone.

Il cannone è posizionato su $(0, 0)$.

$x_0 = 0 \; v_{0x} = v_0 \cos\phi$

$y_0 = 0 \; v_{0y} = v_0 \sin\phi$

$\vec{v}_0 = v_{0x}\hat{x} + v_{0y}\hat{y} \iff v_o, \phi$

$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \end{cases} \begin{cases} x = v_{0x}t \\ y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \begin{cases} t = \frac{x}{v_{0x}} \\ y = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}x - \frac{1}{2v_{0x}}gx^2 \end{cases}$

ottenendo

$x = -\frac{b}{a} = \tan\phi\frac{2v_{0x}^2}{g} = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g}$

Sottolineo che ho sostituito $y = \tan\phi x - \frac{g}{2V_{0x}^2}x^2 = bx + ax^2$

La componente **perpendicolare** cambia la direzione del moto.

Nota

Non posso dopo un po' continuare a derivare perchè ottengo

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

derivando rimarrebbe solo c.

Inzerzia

Primo principio di inerzia:

$\vec{v} = \vec{0}$

$\vec{v} = \overrightarrow{costante}$

> Un corpo rimane in moto rettilineo uniforme fino a quando una forza esterna ne cambia e ferma la quiete del moto.

Sistema di riferimento inerziale: Sistema di sistemi di riferimento tra i quali, per passare tra di essi attraverso una **velocità costante**.

> **Molto importante:** Se sono sopra un oggetto movente non posso affermare se si sta muovendo, perchè mi sto muovendo con esso.

Secondo principio di inerzia:

Esperimenti carrelli

IMMAGINE che non trovo

avendo due carrelli che si tirano tra loro con una molla di mezzo cosa succede?

Beh se i carrelli sono uguali, ho i $\Delta v1 = \Delta v2$

altrimenti, se carrello 2 è 2 volte la **massa** del carrello 1 ottengo $\Delta v1 = 2\Delta v2$

idem se vale 3 ottengo $\Delta v1 = 3\Delta v2$

da qui otteniamo che

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

Sull'es di prima ottengo

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

Forza è la variazione della quantità di moto per l'unità di tempo.

La forza è l'interazione.

per l'esercizio di prima, con$v1$ con stessa massa di $v2$ abbiamo

$\frac{d\vec{p}_1}{dt} = -\frac{d\vec{p}_2}{dt}$

dove $\vec{F}_1 = \frac{d\vec{p}_1}{dt}$ $\vec{F}_2 = \frac{d\vec{p}_2}{dt}$

OTTENENDO

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}_2) = \frac{dm}{dt}\vec{v} + m\frac{d\vec{v}}{dt}$

Noi sappiamo che $a = \frac{d\vec{v}}{dt}$

quindi abbiamo la **seconda legge della termodinamica**

> $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$
>
> cioè $\vec{F} = m \cdot \vec{a} + \frac{dm}{dt}\vec{v}$
>
> **LA MAGGIOR PARTE DELLE VOLTE** $\frac{dm}{dt}\vec{v}$ SI PUÒ **IGNORARE** PERCHÈ È NULLO, vale se abbiamo tipo un razzo mandato nello spazio.

Unità di misura: **NEWTON** =km/h

$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

$d\vec{p} = \vec{F}dt$

per calcolare la

forza media dobbiamo avere l'impulso.

> **Impulso**: $\Delta\vec{p} = \int_{t_0}^{t} \vec{F}(\tau)d\tau$

Avendo poi

> **Forza media**: $\vec{\bar{F}} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$

Esercizio pallina da tennis

Ho una pallina da tennis, la tiro contro il muro che succede?

$m = 150g$ di pallina

$v = 36km/h = 10m/s$

otteniamo

$\cancel{\vec{p}_i = 1,5kg\,\frac{m}{s}}$ è sbagliato!

Non ho un vettore dall'altra parte! devo mettere $\hat{x}$

$\vec{p}_i = 1,5kg\,\frac{m}{s} \cdot \hat{x}$

ottenendo

$\begin{cases} \vec{p}_i = 1,5kg\,\frac{m}{s} \cdot \hat{x} \\ \vec{p}_i = -1,5kg\,\frac{m}{s} \cdot \hat{x} \end{cases}$

il professore dovrà fornirmi in quanto tempo si stretcha. (Δt)

> **Principio di sovrapposizione:**
>
> Gli effetti delle forze sono equivalenti alla sovrapposizione degli effetti delle forze (*somma*)
>
> $\vec{F}_{tot} = m\vec{a}_{tot}$

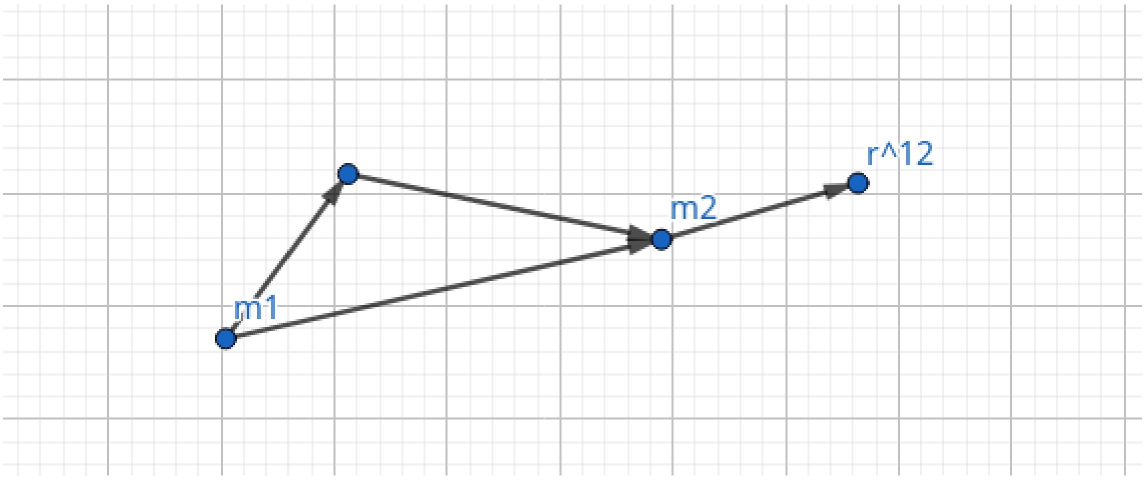
$\vec{s}(t) = \vec{s}_0 + \int_{t_0}^{t} d\tau \vec{v}_0(\tau) + \int_{t_0}^{t} d\tau + \int_{t_0}^{\tau} du \frac{\vec{F}(u)}{m}\cancel{(du - du)}$

in ordine di forza crescente:

1. Forza di gravità
2. Forza debole
3. Forza elettromagnetica
4. Forza Forte

01/03/2019

Forza di gravità



La massa descrive **quanto intensamente** sento la gravità.

> **Forza che 1 esercita su 2:** $\vec{F}_{1\to2} = -G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$

dove G è la costante di **gravitazione universale**

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}\frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

La massa m_1 è influenzata dalla massa m_2 e viceversa.

La gravità si propaga alla velocità della luce, ma non è istantanea, però per noi abbiamo velocità infinita.

> Nota sulla elettricità:
>
> $\vec{F} = Kel\frac{g1g2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$ dove $Kel = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

Forza Peso

Forza con la quale descrivo il fenomeno della caduta dei gravi sulla superfice terrestre.

Ho un palazzo alto 100 metri, butto un sasso.

$\vec{F} = -G\frac{Mm}{r^2}\hat{r}$ dove M è la massa della terra, m è la massa del sasso.($\vec{P} = -m\vec{g}$)

> **Teorema della forza centrale:** Posso assumere che la massa sia concentrata al centro dell'oggetto, poichè le forze applicate vanno al centro.

$\vec{F} = -G\frac{M_T m}{(R_t+h)^2} = -\frac{GM_T}{R_T^2(1+\frac{h}{R_T})}m$

ora so che

$(1+\epsilon)^\alpha = 1 + \alpha\epsilon$ con $\epsilon << 1$

quindi

$\frac{1}{1+e} = 1 - \epsilon$

So che

$-\frac{GM_T}{R_T^2}(1+2\frac{h}{R_T})m = -\frac{GM_T}{R_T^2}$ perchè $(1+2\frac{h}{R_T})$ è dell'ordine di 10^{-5}

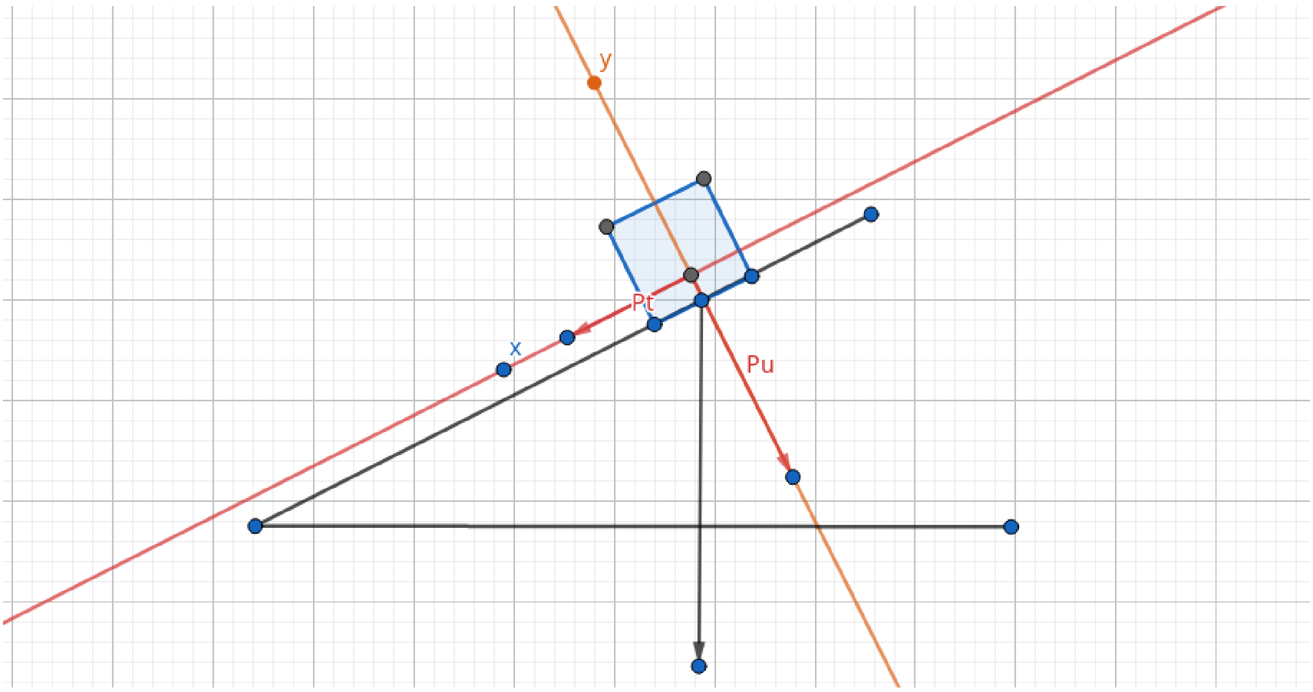
$\vec{g} = G\frac{M_T}{R_T^2}\hat{R}_T$

La gravità della luna è un sesto della gravità della terra

la massa è collegata in qualche modo a ciò?

NO.

Piano inclinato



$\vec{N} + \vec{P}_{perp} = 0$

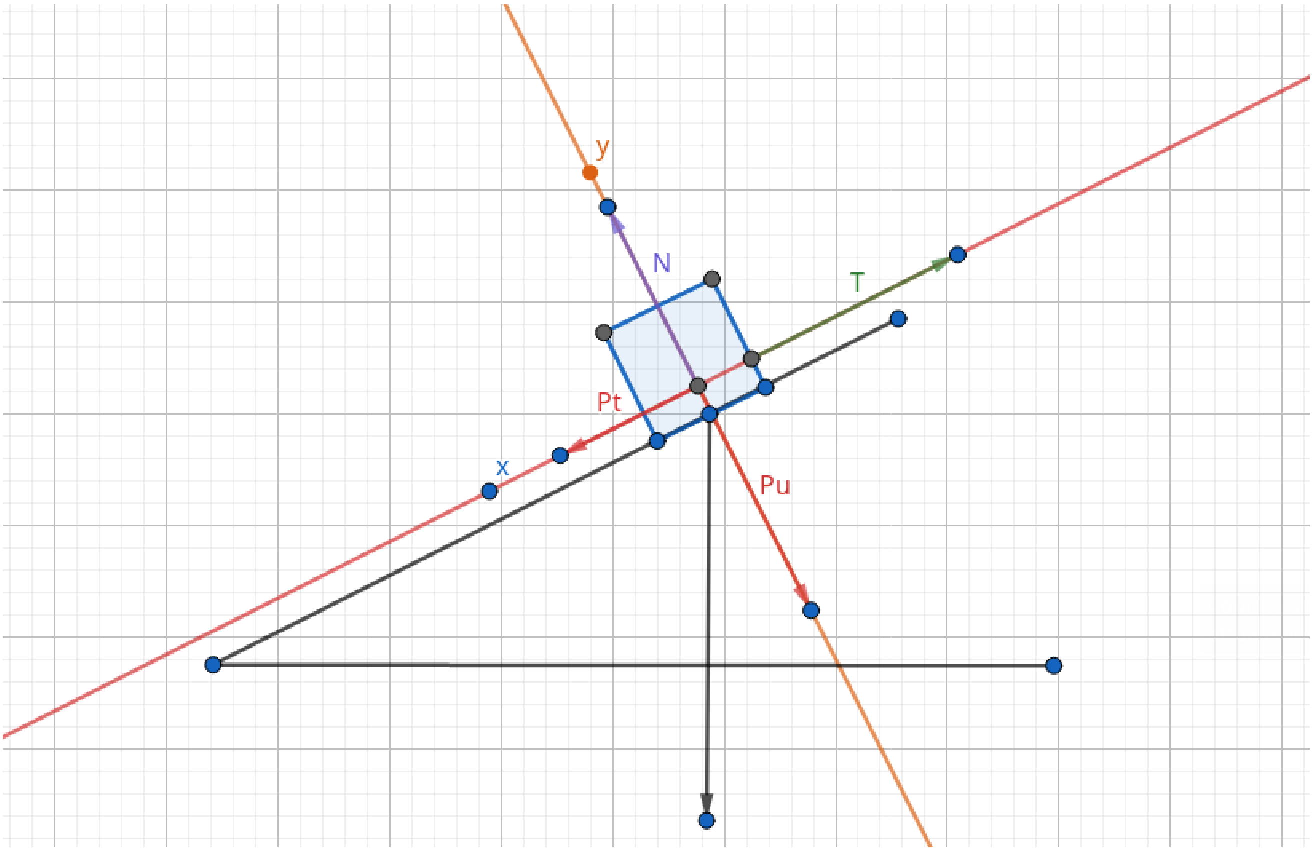
$P_{parall} = P\sin\alpha$

$P_{perp} = P\cos\alpha$

$\begin{cases} t : ma_t = F_t = mg\sin\alpha \\ n : ma_n = F_n = 0 \end{cases}$

da questo ottengo $a_t = g\sin\alpha$

Se aggiungo una fune



ottengo che ho una forza T che sommata a P_t è $= 0$

quindi ottengo

$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = \vec{0}$

Importante:

$\vec{F}_c = m\vec{a}_c \neq \vec{0}$

Con la forza centripeta, posso immaginarmi come una fune che è collegata al centro della circonferenza.

Dunque il carico di rottura sale quadraticamente:

$F_c = -m\omega^2 R = -G\frac{mM}{R^2}$

otteniamo che

> **Terza legge di Keplero**
>
> $\omega^2 = \frac{GM}{R^3} \underset{w=\frac{2\pi}{T^2}}{\Longrightarrow} \frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ dove questa è **costante**.

Forza di attrito

Forza di **reazione vincolare**.

$\vec{F}_a|\vec{F}_t + \vec{F}_A = \vec{0}$

L'attrito statico

dipende da quanto l'oggetto "preme". Ovviamente dipende dalla forza peso, che è uguale e opposta a N. Quindi uso N

> **Nota bene che:**
>
> $\vec{F}_a \leq \vec{F}_{a,max} = \mu_S|\vec{N}|\hat{t}$
>
> Questo esiste sempre. μ_S è il **coefficente di attrito statico**.

Attrito dinamico

> $\vec{F}_{AD} = \mu_C|\vec{N}|\hat{t} \longrightarrow \vec{F}_{AD} = -\mu_C|\vec{N}|\hat{v}$

Disco rotante:

Velocità ω, ho la corona inglese sopra, forza di attrito$\mu s = 0,3$ qual è il massimo a cui posso far girare prima che se ne vada?

04/03/2019

spiegazione disco rotante che ho perso

Esercizio: Macchina che frena(senza ABS)

Ho una macchina che frena

t_f =tempo frenata=?

s_f =spazio frenata=?

μs

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

$-\mu_c N = m\frac{dv}{dt}$

$-\mu_c N(t - t_0) = m(v(t) - v_0)$

$-\mu_c \cancel{m} g(t_f - t_0) = m(v_t - v_0)$ dove $mg = N$ e $v_t = 0$

ottengo:

$\mu_c g t_f = v_0$

Concludendo

$t_f = \frac{v_0}{\mu_c g} \implies s_f = \frac{1}{2} a t_f^2 = \frac{1}{2}(-\mu_c g)\frac{v_0^2}{(\mu_c g)^2} = -\frac{1}{2}\frac{v_0^2}{\mu_c g}$

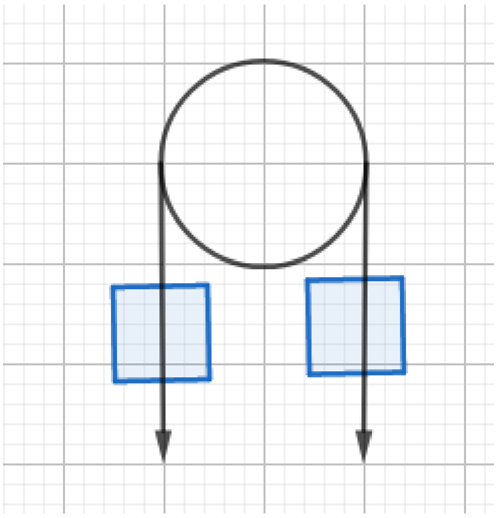
la posso calcolare integrando

$-\mu_c N \frac{(t-t_0)^2}{2} = m[(s(t) - s_0) - v_0(t - t_0)]$

ottenendo

$-\mu g \frac{t_f^2}{2} = s_f - v_0 t_f$

Esempio della carrucola



Ho due carrucole, attaccate ad una ruota.

Supponendo che la corda **non si estende**:

1. Si muovono a velocità uguali;
2. Le variazioni di velocità sono uguali.

Posso dunque supporre che $\vec{a} = \vec{a}_1 = \vec{a}_2$

$\begin{cases} m_1\vec{a} = \vec{P}_1 + T \\ m_2\vec{a} = \vec{P}_2 + T \end{cases} \implies \begin{cases} m_1\vec{a} = \vec{P}_1 - T \\ m_2(-\vec{a}) = \vec{P}_2 - T \end{cases} \implies \begin{cases} m_1\vec{a} = m_1 g - T \\ m_2\vec{a} = T - m_2 g \end{cases}$

Otteniamo:

$(m_1 + m_2)a = (m_1 - m_2)g \implies a = \frac{m_1 - m_2}{m1 + m2} g$

Osservo che

Se le due masse sono uguali, $m_1 - m_2 = 0$ non si muovono! l'accelerazione è nulla!

Se una delle due forze è zero otteniamo "g", quindi ottengo $\vec{a} = \pm g$ cioè uno dei due cade.

Lavoro

Ad una massa, tipo un treno che va per dei binari:

1. Applico forza parallela **concorde**, posso affermare che sono **avvantaggiato dal moto**;
2. Applico forza parallela **discorde** (che ha il senso opposto). Posso affermare che sono **svantaggiato dal moto**.
3. Forza perpendicolare (applicata ad esempio in "giù") non sono avvantaggiato ne svantaggiato dal moto.

Voglio dunque ottenere una forza che dipende da:

1. Per quanto tempo la applico;
2. Come la applico(1,2,3)

> **Lavoro**: Prodotto scalare forza con spostamento.

$$w = \vec{F}\Delta\vec{s} = \cos(\Theta_{F_1\Delta s})$$

cioè

$$[w] = [FL] = M\frac{L}{T^2}L] = [m\frac{L^2}{T^2}]$$

Con **unità di misura** pari a $1N \cdot 1m$

> La formula di prima **VALE SOLO SE UNIFORME SU** $\Delta\vec{s}$

Esempio: Lancio sasso in aria

> Lancio in aria

$$w_{grav} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s} =$$

$$\begin{cases} \vec{F} = -mg \cdot \hat{z} \\ \Delta\vec{s} = h\hat{z} \end{cases} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s} = -mgh$$

$$w_{grav} = -mgh$$

cioè la gravità oppone.

> Il sasso torna giù

$$w_{grav} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s} =$$

$$\vec{F} = -mg\hat{z}$$

$$\Delta\vec{s} = -h\hat{z}$$

ottengo

$$w_{grav} = mgh$$

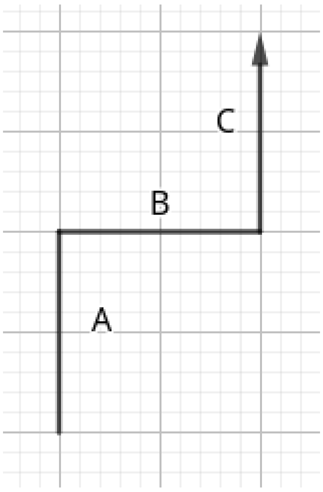
cioè la gravità aiuta.

> Caso dove il sasso viene lanciato+ il sasso torna giù

$\vec{F} = -mg$

$\Delta\vec{s} = \vec{0}$ quindi **zero**.

> Caso dove fa dei giri strani



In questo caso

$$\begin{cases} w_a = -mg\frac{h}{3} \\ w_c = -mg\frac{2}{3}h \\ w_b = 0 \end{cases}$$

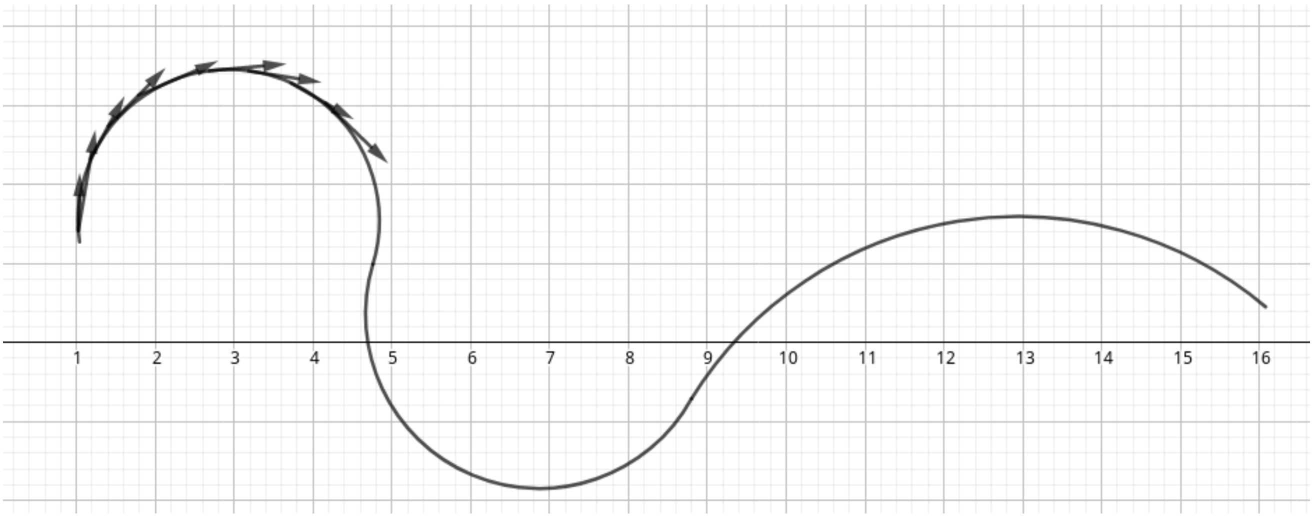
$w_b = 0$ perchè ho $\Delta\vec{s} = 0$

ottengo che alla fine, sommandoli è $= -mgh$.

Questo ci fa capire che la formula rimane la stessa!

Con Forza non costante:

Cosa succede se la **forza non è costante?**



dunque questo grafico, con curva che chiameremo AB

$\overrightarrow{AB} = \sum_{i=1}^{N} d\vec{s}n \longrightarrow_{n\to\infty} \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s}$

Quindi la vera definizione di lavoro è:

> **Lavoro:** $W_{A\to B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s}$

Potenza

Potenza istantanea

Lavoro che compie nel tempo: $\frac{dw}{dt}$

Potenza media

Totale del lavoro nell'intervallo di tempo: $\frac{w_{tot}}{\Delta t}$

08/03/2019

Forza conservativa

$W_{a\to a} = 0$

Cioè $\oint = \vec{F} \cdot d\vec{s}$

> **Teorema**: $\oint_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s}$ non dipende dal percorso $A \to B$

Dimostrazione:

Ho due semimetà I e II

$\oint_{II} \vec{F} \cdot d\vec{s} = 0$

$I \oint_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} + II \oint_B^A \vec{F} \cdot d\vec{s} = 0$

$I \oint_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} = -II \oint_B^A \vec{F} \cdot d\vec{s} = II \oint_B^A \vec{F} \cdot d\vec{s} \implies wI_{a \to b} = wII_{a \to b}$

■.

Forza Non conservativa

> Una forza non conservativa è la **forza di attrito.**

Esempio:

Ho un oggetto sul quale ho una forza esercitata

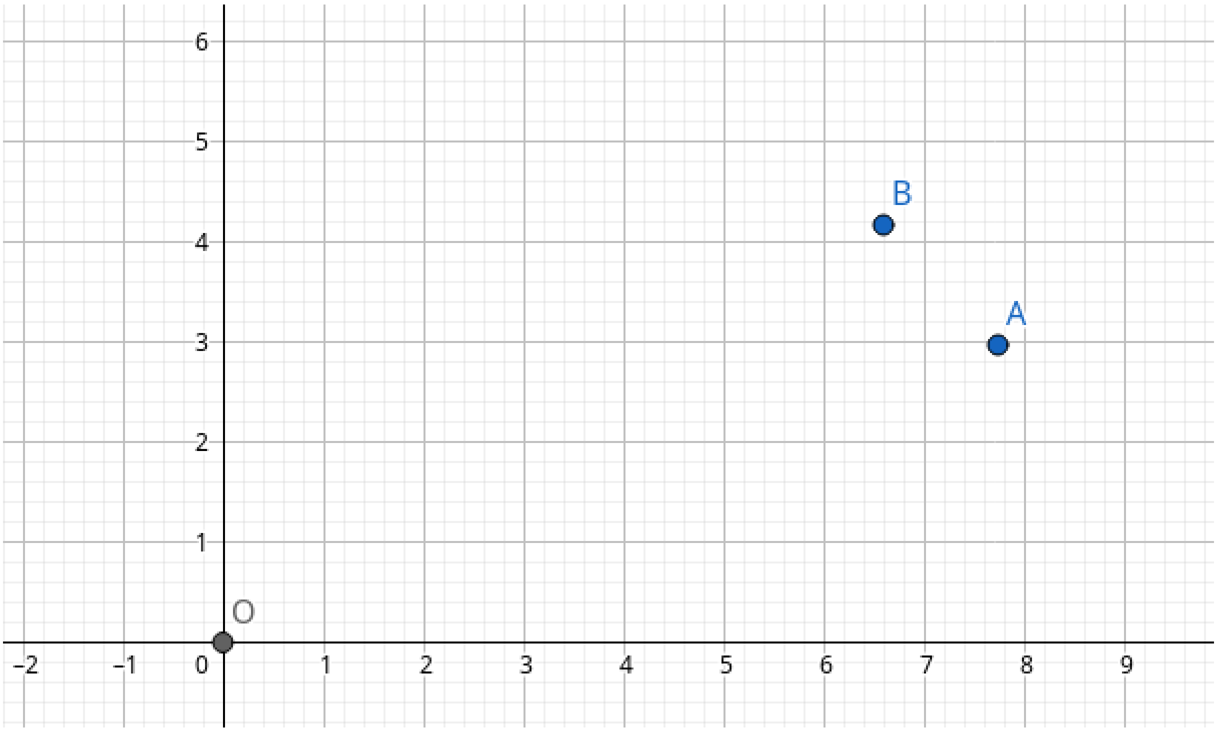
per andare da A a B quanto lavoro applica la forza d'attrito?

$W_{A \to B}^{(A)} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} = \vec{F}_A \cdot \int_A^B d\vec{s} = F_a \times \bar{A}B \cos \alpha_{\vec{F}_A, \overrightarrow{AB}}$

Otteniamo che questa formula è $= -\mu_d mgd = W_{B \to A}^{(A)}$

ci permette di dire che $\implies W_{A \to A}^{(A)} = -2\mu_d mgd$ dove $A \to A$ mi significa qualcosa che va da un punto, fa un percorso non nullo e torna dove era.

Scelta origine del sistema di riferimento



Ho un asse cartesiano.

$W_{O \to B} = \int_O^B \vec{F} d\vec{s} = f(\vec{B})$

$W_{A \to B} = W_{A \to O} + W_{O \to B} = -W_{O \to A} + W_{O \to B}$

che è uguale a

$W_{A \to B} = f(\vec{B}) - f(\vec{A})$

Ma allora facendo così ottengo che

> Il valore di f è arbitrario, dipende dalla posizione di O, mentre **le differenze di f sono non arbitrarie** cioè non dipendono da O, posso avere un'origine qualsiasi.

Energia Potenziale

$\int_O^B \vec{F} d\vec{s} = W_{A\to B} \overset{\longleftarrow}{=}^{def} -(E_p(\vec{B}) - E_p(\vec{A}))$

dove $(E_p(\vec{B}) - E_p(\vec{A})) = \Delta E_p =^{def} -W$

> **Energia Potenziale**: $\Delta E_p =^{def} -W$

tutto questo è possibile solo perchè il Δ **non** è **arbitrario**.

mentre l'energia potenziale è definita a meno di costante arbitraria.

Energia Cinetica

$W_{(W>0)} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_A^B m\frac{d\vec{v}}{d\vec{t}} \cdot d\vec{s} = \int_A^B m d\vec{v} \cdot \vec{v} =$ caso speciale= $\int_A^B mv\, dv$

Per fare questa cosa ho dovuto fare un trick brutalmente poco matematico: passare il dt sotto al ds

$= [m\frac{v^2}{2}]_A^B = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

Ottengo dunque che energia cinetica

- non richiede lavoro;
- non dipende da forze esterne;
- $W = \Delta E_K$ vale sempre;
- se c'è energia cinetica, qualcosa , una forza ci ha lavorato su.

> **Energia Cinetica**: $E_k = \frac{1}{2}uv^2$

Bilancio energetico

Avendo

$A \to B$

$\vec{F}_{TOT} = \sum_i \vec{F}_i = \sum_i \vec{F}_i^{(Con)} + \sum_k \vec{F}_k^{(n.c.)}$

$W_{TOT} = \int_A^B \vec{F}_{TOT} \cdot d\vec{s} = W^{(cons)} + W^{(n.cons)} = \Delta E_k$

con $W^{(cons)} = -\Delta E_p$

dove ho che con è forza **conservativa**

mentre n.c. è forza **non conservativa**.

ottengo che $-\Delta E_p + W^{n.cons.} = \Delta E_k$

Ottenendo il **Teorema generale del bilanciamento energetico**

> $\Delta E_p + \Delta E_k = W^{n.cons.}$

Alla fine gli integrali li devo usare solo con forze non conservative.

Varie casistiche

1. Caso: Non ho forze non conservative

   $\Delta E_p + \Delta E_k = 0$

   $(E_p^f - E_p^i) + (E_k^f - E_k^i) = 0$

   $(E_p^f + E_k^f) + (E_k^i + E_p^i) = 0$

   Quindi abbiamo

   $E = E_p + E_k$

   è energia meccanica!

   $\Delta E = W^{n.cons.}$

2. Ci sono forze non conservative

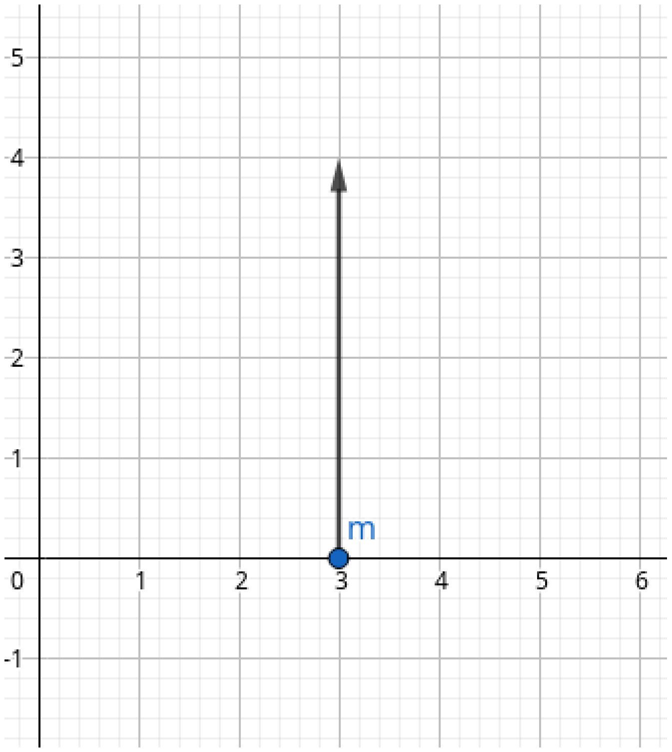
   $W^{n.cons} = \Delta E \neq 0$

Energia Meccanica

> $E = E_p + E_k$

Esercizi:

Lancio massa m in aria, a che altezza arriva?



$E = \cos t$

$E^{=} E_p^i + E_k^i = \frac{\sqrt{\pi}}{e} + \frac{1}{2} m v^{i^2} = \frac{1}{2} m v_0^2$

$E^t = E_p^t + E_k^t = \frac{\sqrt{\pi}}{e} + mgh + 0 = mgh$

dall'insieme di queste due otteniamo

$\cancel{\frac{\sqrt{\pi}}{e}} + gh = \frac{v_0^2}{2} + \cancel{\frac{\sqrt{\pi}}{e}}$

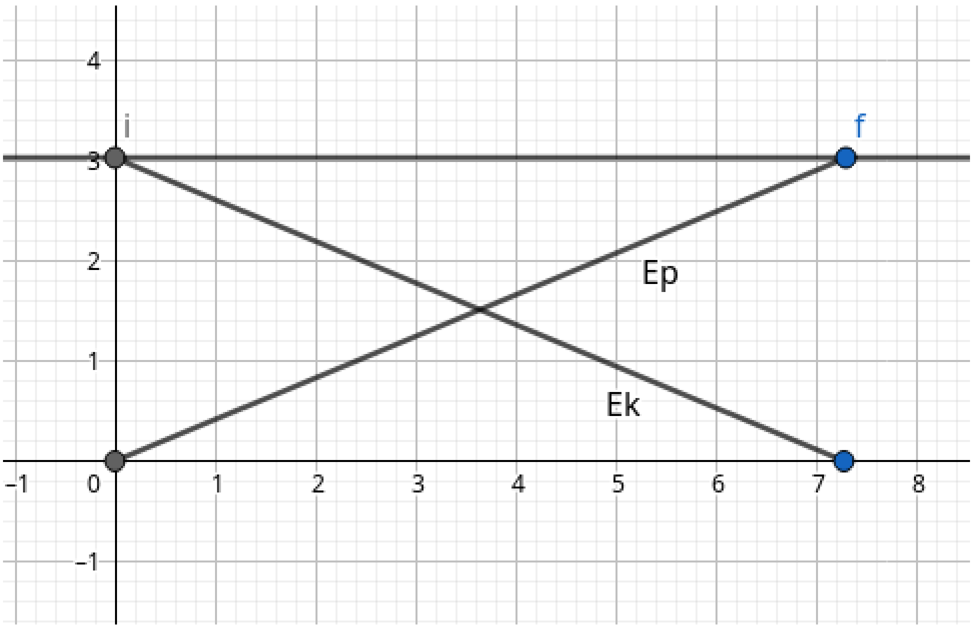
$h = \frac{v_0^2}{2g}$

$\Delta E = 0$

$\Delta E_k = -\Delta E_p$

cosechenonhofattointempoaricopiare

> Poichè le energie sono lineari, alla metà del grafico ho esattamente un'uguaglianza tra $E_P = E_k$



Per casa

Problema del pendolo semplice: FIlo di lunghezza l, viene lasciato il pendolo.

1. Analisi delle forze
2. $\theta = \theta(t)$
3. scegliere c_1, c_2(Sistema di coordinate a piacere)
   1. $c_1 = c_1(t), \frac{d_{c_1}}{d_t(t)}, v_1, a_1$
   2. $c_2 = c_2(t), \frac{d_{c_2}}{d_t(t)}, v_2, a_2$