NUMERO: 552

DATA: 10/06/2013

A P P U N T I

STUDENTE: Aparo

MATERIA: Fisica I + Esercitaz.
Prof. Agnello

APPUNTI DI FISICA 1

anno accademico 2012/21013

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 3 di 339

CRITERIO DI CONFRONTO

Metodo, anche solo concettuale, che permette di stabilire quando due grandezze fisiche della stessa specie sono uguali.

CRITERIO DI SOMMA

Permette di stabilire quando una grandezza fisica è somma di altre grandezze della stessa specie.

SCELTA DELL'UNITÀ DI MISURA

Per ogni grandezza fisica che viene definita occorre scegliere un'unità di misura della stessa specie della grandezza da misurare.

Es. per una lunghezza scelgo una lunghezza.

Per ogni unità di misura bisogna ~~avere~~ definire un campione.

ESPRESSIONE DELLA MISURA

$$L = l_1 [L]$$ → è l'unità di misura

$$t = t_1 [t]$$

FATTORI DI CONVERSIONE

$$l_1 [L_1] = l_2 [L_2] \qquad \frac{[L_1]}{[L_2]} = \frac{l_2}{l_1}$$

es. cm — es. pollici

CAMPIONI DEL S.I.

m = distanza percorsa dalla luce in etc...

ANALISI DIMENSIONALE

se cerco una grandezza con una sua unità di misura, i calcoli che ~~compio~~ svolgo devono ottenere una grandezza con la stessa unità di misura.

ovvero faccio 2 CALCOLI

eq. numerica

es. $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

eq. tra unità di misura

$[v] = \frac{[\Delta x]}{[\Delta t]} = \frac{m}{s}$

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $\qquad [a] = \frac{[\Delta v]}{[\Delta t]} = \frac{m}{s^2}$

RICORDA

Ogni vettore può essere scritto con una freccia $\vec{f}$

o come il suo modulo per un versore

$$\vec{f} = f \cdot \vec{\tau}$$

modulo di $f \rightarrow [f]$ $f = m[m] \cdot a[a]$

$$[f] = kg \cdot \frac{m}{s^2} = N \text{ (Newton)}$$

ERRORE SISTEMATICO

porta ad una valutazione per eccesso o per difetto
Va calcolato con misure di grandezze fisiche campione

$$X = x \pm \varepsilon_m \pm \varepsilon_{sist} \, [X]$$

o solo + o solo −

ERRORE ACCIDENTALE

Bisogna fare almeno una decina di misure

$x_1, x_2 \ldots x_n$ facciamo la media aritmetica $\frac{x_1 + \ldots + x_n}{n} = \bar{x}$

cerchiamo il valore minimo x_{min} e x_{max} valore MASSIMO

$$\text{se } (x_{max} - x_{min}) < \varepsilon_m$$

allora

$$X = \bar{x} \pm \varepsilon_m \, [X] \quad (\text{in caso } \pm \varepsilon_{sist})$$

$$\text{se } (x_{max} - x_{min}) > \varepsilon_m$$

non bastano 10 misure

MEDIA, VARIANZA ..

media $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$

devianza $= \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 = D_x$

Varianza $= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 = \sigma_x^2$

Varianza empirica $\sigma_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})$

PROPRIETÀ

DISTRIBUTIVA $\lambda(\vec{U}+\vec{V}) = \lambda\vec{U} + \lambda\vec{V}$

OMOGENEITÀ $(\lambda\mu)\vec{U} = \lambda(\mu\vec{U}) = \mu(\lambda\vec{U})$

ESISTENZA DELL'ELEMENTO NEUTRO RISPETTO AI PRODOTTI $1\vec{U} = \vec{U}$

SISTEMA DI RIFERIMENTO CARTESIANO ORTOGONALE (C.O.)

asse X con versori $\vec{i}$ che individuano la direzione
" " Y " " " " $\vec{j}$ " " " "
" " Z " " " " $\vec{k}$ " " " "

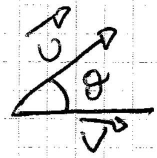
OPERAZIONI

es $\vec{W} = (\vec{U}+\vec{V}) = (\vec{U}_x + \vec{V}_x)\,\vec{i} + (\vec{U}_y + \vec{V}_y)\,\vec{j} + (\vec{U}_z + \vec{V}_z)\,\vec{k}$

PRODOTTO SCALARE

È UN NUMERO

Si definisce prodotto scalare di due vettori il numero μ tale che $\mu = \vec{U}\cdot\vec{V} = |\vec{U}||\vec{V}|\cos\theta$



PROPRIETÀ

COMMUTATIVA $\vec{U}\cdot\vec{V} = \vec{V}\cdot\vec{U}$

OMOGENEITÀ $(\lambda\vec{U})\vec{V} = \lambda(\vec{U}\cdot\vec{V}) = \vec{U}(\lambda\cdot\vec{V})$

ASSOCIATIVA $\vec{U}(\vec{V}+\vec{Z}) = \vec{U}\cdot\vec{V} + \vec{U}\cdot\vec{Z}$

DERIVATA DI UN VETTORE

indichiamo $\vec{p} = p_x \vec{i} + p_y \vec{j} + p_z \vec{k}$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\vec{p}(t+\Delta t) - \vec{p}(t)}{\Delta t} =$$ divido $\vec{p}$ nei suoi componenti ...

dt → Tempo

$$= \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta p_x}{\Delta t} \vec{i} + \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta p_y}{\Delta t} \vec{j} + \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta p_z}{\Delta t} \vec{k}$$

$$\boxed{= \frac{dp_x}{dt} \vec{i} + \frac{dp_y}{dt} \vec{j} + \frac{dp_z}{dt} \vec{k}}$$

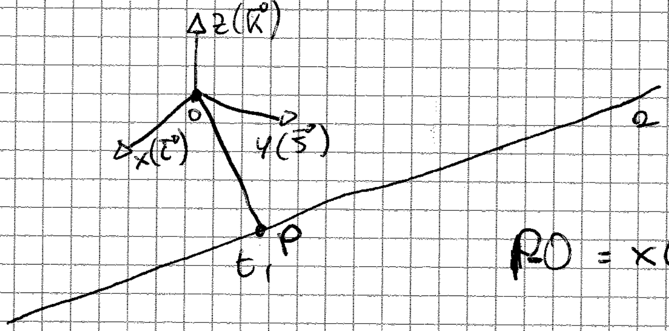
EQUAZIONI PARAMETRICHE DEL MOTO

$$x = x(t)$$
$$y = y(t)$$
$$z = z(t)$$

MOTO RETTILINEO

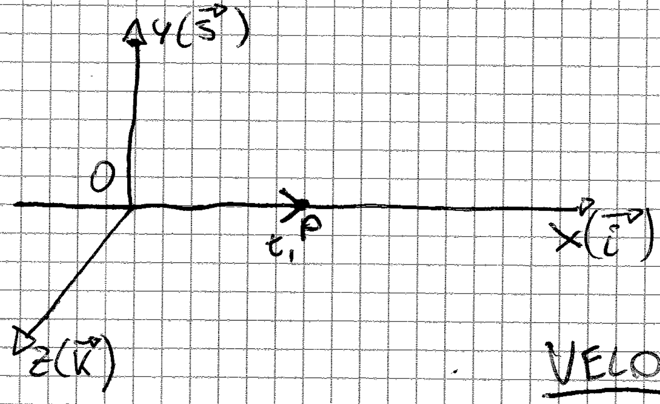
corpo che si muove su una retta

fissiamo un sist di riferimento, es. C.O.



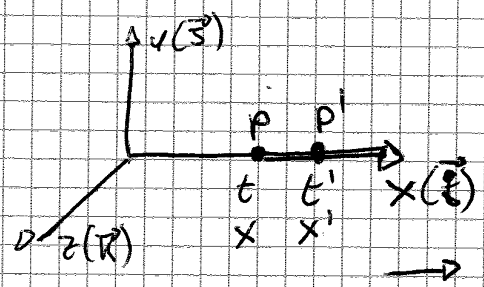
$$P-O = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

Cerco di semplificare il tutto, ad esempio la retta a coincidere con asse x



VELOCITÀ

VELOCITÀ MEDIA ED INSTANTANEA VETTORIALE



al tempo t $\quad P-O = x\vec{i}$

al tempo t' $\quad P'-O = x'\vec{i}$

Vel MEDIA VETTOR.
$$\vec{V}_{m,x} = \frac{(P'-O)-(P-O)}{t'-t} = \frac{x'\vec{i} - x\vec{i}}{t'-t} = \boxed{\frac{\Delta x\,\vec{i}}{\Delta t}}$$

modulo $\quad V_{m,x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad [V_{m,x}] = \frac{[\Delta x]}{[\Delta t]} = \frac{m}{s}$

RELAZIONI:

$$V_x = \frac{dx}{dt} \qquad dx = V_x \cdot dt$$

in un intervallo di tempo finito

$$\int_{x_0}^{x} dx = \int_{t_0}^{t} V_x \, dt$$

$$\boxed{x(t) = x_0 + \int_{t_0}^{t} V_x \, dt}$$

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} \qquad dV_x = a_x \, dt$$

$$\int_{V_{0x}}^{V_x} dV_x = \int_{t_0}^{t} a_x \, dt$$

$$\boxed{V_x(t) = V_{0x} + \int_{t_0}^{t} a_x \, dt}$$

Il problema centrale della cinematica è ricavare le eq. parametriche risolvendo gli integrali prima proposti.

es

$$a_x = a_{0x}$$

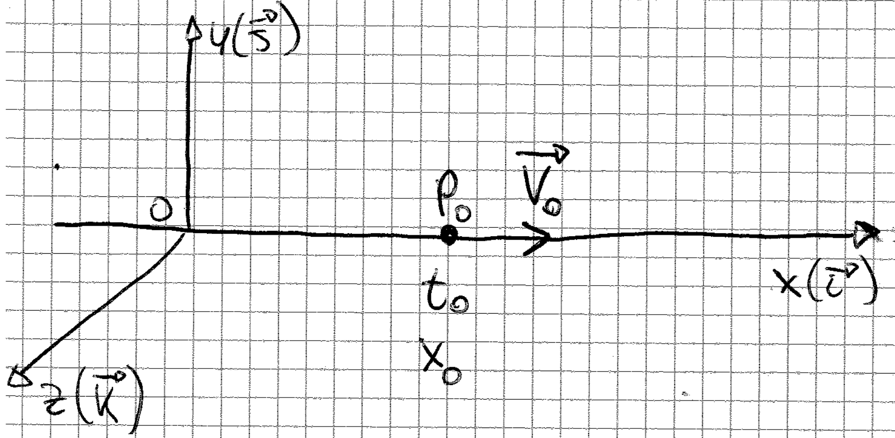
$$V_x(t) = V_{0x} + \int_{t_0}^{t} a_{0x} \, dt = V_{0x} + a_{0x} \int_{t_0}^{t} dt$$

$$V_x(t) = V_{0x} + a_{0x}(t - t_0)$$

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^{t} \left[V_{0x} + a_{0x}(t - t_0) \right] dt =$$

$$\boxed{x(t) = x_0 + V_{0x}(t - t_0) + \frac{1}{2} a_{0x} (t - t_0)^2}$$

MOTO RETTILINEO UNIFORME



Vel cost

$$\boxed{\vec{V}_x = \vec{V}_0}$$

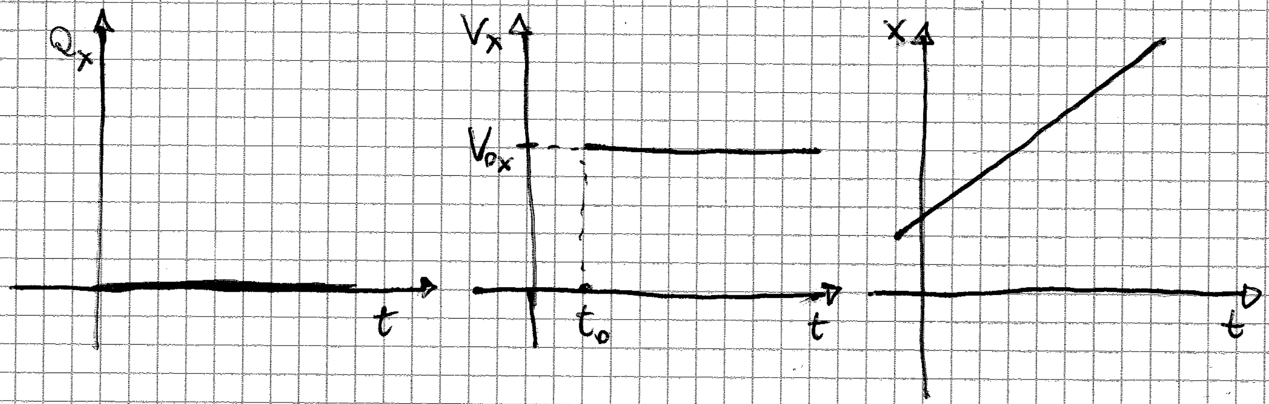
$$\vec{a}_x = \frac{d\vec{V}_x}{dt} = \frac{d\vec{V}_0}{dt} = 0$$ poiché derivata di una costante

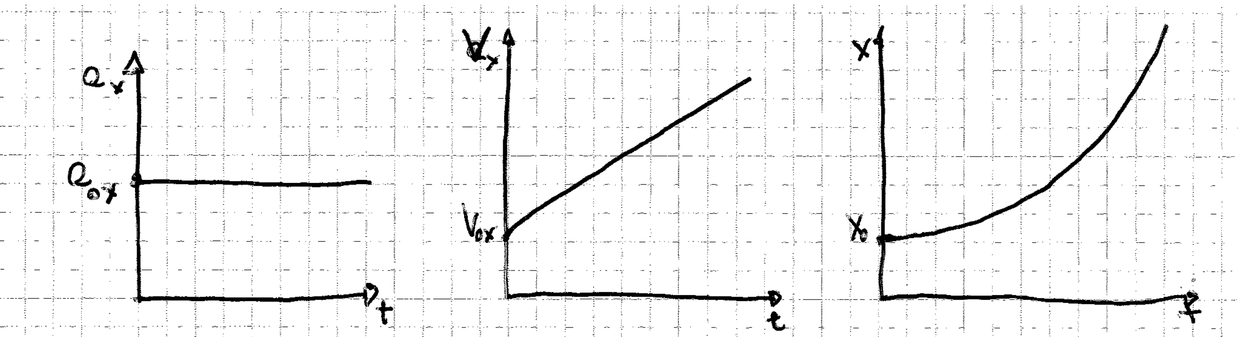
$$\vec{V}_x = V_x \vec{i} = V_0 \vec{i} = \frac{dx}{dt}\vec{i}$$

$$\frac{dx}{dt} = V_0 \qquad dx = V_0\, dt$$

EQ PARAM. DEL MOTO

$$\int_{x_0}^{x} dx = \int_{t_0}^{t} V_0\, dt \Rightarrow \boxed{x(t) = x_0 + V_0(t - t_0)}$$

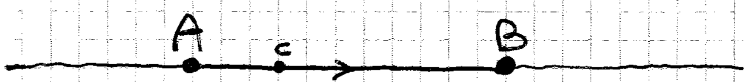




MOTO ARMONICO SEMPLICE

È un moto periodico, ovvero il moto di un punto che percorre sempre la stessa traiettoria e attraversa un punto della traiettoria (qualsiasi esso sia) ad intervalli costanti di tempo con la stessa velocità e la stessa accelerazione

Il moto armonico semplice è il moto di un corpo che percorre sempre lo stesso segmento rettilineo e attraversa un punto della traiettoria (qualsiasi esso sia) ad intervalli costanti di tempo ~~ecc~~ con la stessa velocità e la stessa accelerazione.



OSCILLAZIONE COMPLETA = è la traiettoria percorsa dal corpo partendo da un certo punto per poi tornarvi con la stessa velocità e accelerazione.

T (periodo) = tempo impiegato a compiere un oscillazione completa

ν (ni, frequenza) = numero di oscillazioni complete nell'unità di tempo

$$\boxed{\nu = \frac{1}{T}}$$

la soluzione è $x(t) = A \operatorname{sen}(\omega t + \varphi)$

$$x(t) = x(t+T)$$

$$\cancel{A} \operatorname{sen}(\omega t + \varphi) = \cancel{A} \operatorname{sen}[\omega(t+T) + \varphi]$$

$$\omega t + \varphi + 2\pi = \omega(t+T) + \varphi$$

$$\cancel{\omega t} + \cancel{\varphi} + 2\pi = \cancel{\omega t} + \omega T + \cancel{\varphi}$$

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}} \qquad \boxed{\omega = 2\pi \nu}$$

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x} \qquad V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y} \qquad V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$$

[sistema di riferimento cilindrico]

$$P-O = r(t)\,\vec{\lambda}(t) + z(t)\,\vec{k}$$

$$\vec{V} = \frac{dr}{dt}\vec{\lambda} + r(t)\frac{d\vec{\lambda}}{dt} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$P-O = r(t)\,\vec{\lambda}(t)$$

$$\vec{V} = \frac{dr}{dt}\vec{\lambda}(t) + r(t)\frac{d\vec{\lambda}}{dt}$$

[sist. polare]

$$\vec{V} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \lim_{t' \to t} \frac{\vec{r}' - \vec{r}}{t' - t}$$

[vedi disegno]

$\vec{V}$ è sempre tangente alla traiettoria del moto

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} \qquad a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} \qquad a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{z}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$\begin{cases} dv_x = a_x\, dt \\ dv_y = a_y\, dt \\ dv_z = a_z\, dt \end{cases}$$

$$v_x\, dv_x = a_x \underbrace{v_x\, dt}$$

$$v_x\, dv_x = a_x\, dx$$

$$\begin{cases} dx = dv_x\, dt \\ dy = dv_y\, dt \\ dz = dv_z\, dt \end{cases}$$

$$\int_{v_{0x}}^{v_x} v_x\, dv_x = \int_{x_0}^{x} a_x\, dx \Rightarrow \frac{1}{2}v_x^2 - \frac{1}{2}v_{0x}^2 = \int_{x_0}^{x} a_x\, dx$$

$$a_x = a_0 x$$
$$a_y = a_0 y$$
$$a_z = a_0 z$$

$$\frac{1}{2}v_x^2 - \frac{1}{2}v_{0x}^2 = a_{0x}(x - x_0)$$

$$\boxed{\begin{aligned} v_x^2 - v_{0x}^2 &= 2a_{0x}(x - x_0) \\ v_y^2 - v_{0y}^2 &= 2a_{0y}(y - y_0) \\ v_z^2 - v_{0z}^2 &= 2a_{0z}(z - z_0) \end{aligned}}$$

$$dx = \left[V_{0x} + a_{0x}(t - t_0)\right] dt$$

$$\int_{x_0}^{x} dx = \int_{t_0}^{t} \left[V_{0x} + a_{0x}(t - t_0)\right] dt$$

$$x(t) - x_0 = \int_{t_0}^{t} V_{0x}\, dt + a_{0x} \int_{t_0}^{t} (t' - t_0)\, dt = V_{0x}(t - t_0) + a_{0x}\left[\int_{t_0}^{t} t' dt - \int_{t_0}^{t} t_0\, d\ldots\right.$$

$$= V_{0x}(t - t_0) + a_{0x}\left[\frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t_0^2 - t_0(t - t_0)\right] \cancel{= V_{0x}(t - t_0) + a_{0x}\left[\frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t_0^2 - t_0(t-\ldots\right.}$$

$$= V_{0x}(t - t_0) + a_{0x}\left[\frac{1}{2}t^2 - \frac{1}{2}t_0^2 + t_0^2 - t\,t_0\right] =$$

$$= V_{0x}(t - t_0) + a_{0x}\,\frac{1}{2}\left[(t - t_0)^2\right] =$$

$$= V_{0x}(t - t_0) + \frac{1}{2}a_{0x}\left[(t - t_0)^2\right]$$

$$\boxed{\begin{cases} x(t) = x_0 + V_{0x}(t - t_0) + \frac{1}{2}a_{0x}(t - t_0)^2 \\ \text{ANALOGAMENTE} \\ y(t) = y_0 + V_{0y}(t - t_0) + \frac{1}{2}a_{0y}(t - t_0)^2 \\ z(t) = z_0 + V_{0z}(t - t_0) + \frac{1}{2}a_{0z}(t - t_0)^2 \end{cases}}$$

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \quad \begin{cases} a_x = \frac{dV_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = 0 \\ a_z = \frac{dV_z}{dt} = -g \end{cases} \quad \begin{cases} V_x = cost = 0 \\ V_y = cost = 0 \\ \boxed{dV_z = -g\,dt} \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$\int_{0}^{V_z} dV_z = \int_0^t -g\,dt$$

$$\boxed{V_z = -gt}\ \checkmark$$

$$\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = 0 \\ V_y = \frac{dy}{dt} = 0 \\ V_z = \frac{dz}{dt} = -gt \end{cases} \longrightarrow dz = -gt\,dt$$

$$\int_0^z dz = \int_0^t -gt\,dt$$

$$\boxed{z(t) = h - \frac{1}{2}gt^2}\ \checkmark$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\begin{cases} x(t) = x_0 \\ y(t) = y_0 \\ z(t) = h - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}}\ \checkmark$$

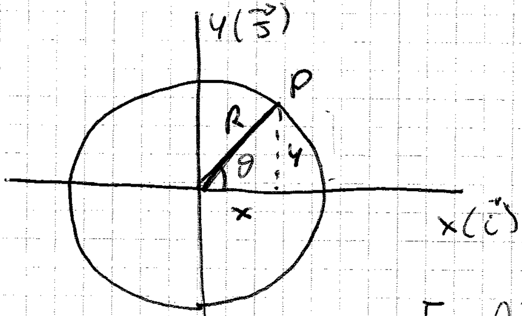
CRITERI DI SIMILITUDINE TRIANG

1° CRITERIO = 2 tr sono simili se hanno 2 ANGOLI CONGRUENTI

2° CRIT. = " " se hanno 1 ANGOLO CONGR e i 2 LATI CHE LO CONTENGONO PROPORZIONALI

3° CRIT. = " " se hanno i 3 LATI PROPORZ.

SIN E COS



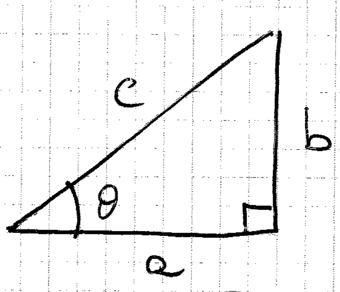
$$\cos\theta = \frac{x}{R} \qquad -1 \leq \cos\theta \leq 1$$

$$\sin\theta = \frac{y}{R} \qquad -1 \leq \sin\theta \leq 1$$

$$[\cos\theta] = [\sin\theta] = \text{ADIMENSIONALI}$$

Se $R = 1$

$\cos\theta = x$
$\sin\theta = 1$
} MA SOLO NUMERICAMENTE



$$\cos\theta = \frac{a}{c} \qquad \sin\theta = \frac{b}{c}$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\cancel{c}^2\cos^2\theta + \cancel{c}^2\sin^2\theta = \cancel{c}^2$$

$$\boxed{\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1}$$

BISEZIONE

$$2\theta = \alpha$$

$$\cos\alpha = \cos^2\frac{\alpha}{2} - \operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}$$

$$\cos^2\frac{\alpha}{2} + \sin^2\frac{\alpha}{2} = 1$$

$$\cos^2\frac{\alpha}{2} = 1 - \operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}$$

$$\cos\alpha = 1 - 2\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}$$

$$\operatorname{sen}\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}}$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}}$$

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha}}$$

$$\vec{v} = \frac{d(P-O)}{dt} = \overbrace{\frac{dr}{dt}}^{\dot{r}}\vec{\lambda} + r\frac{d\vec{\lambda}}{dt} = \dot{r}\vec{\lambda} + r\dot{\theta}\vec{\mu}$$

$$\boxed{\vec{v} = \dot{r}\vec{\lambda} + r\dot{\theta}\vec{\mu}}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \ddot{r}\vec{\lambda} + \dot{r}\dot{\vec{\lambda}} + \dot{r}\dot{\theta}\vec{\mu} + r\ddot{\theta}\vec{\mu} + r\dot{\theta}\dot{\vec{\mu}} =$$

$$= \ddot{r}\vec{\lambda} + \dot{r}\dot{\theta}\vec{\mu} + \dot{r}\dot{\theta}\vec{\mu} + r\ddot{\theta}\vec{\mu} - r\dot{\theta}^2\vec{\lambda}$$

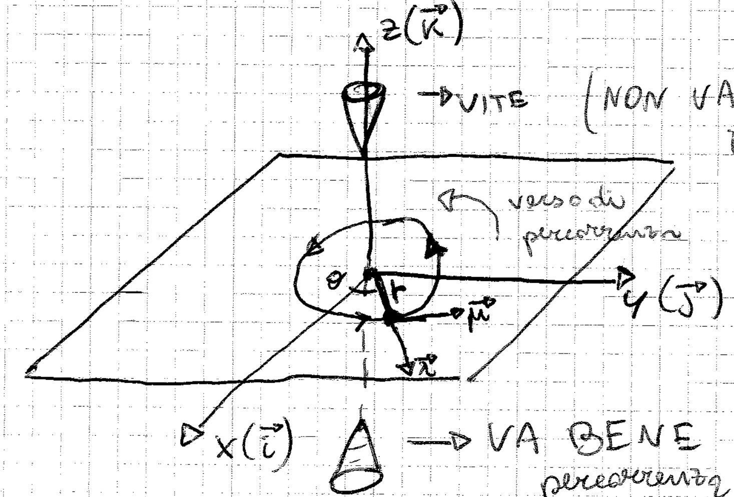
$$\boxed{\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{\lambda} + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{\mu}}$$

$$\vec{a}_r = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{\lambda} = \text{accel. radiale}$$

$$\vec{a}_t = (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{\mu} \quad \text{accel. trasversa}$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 37 di 339

VELOCITÀ ANGOLARE $\vec{\omega}$



(NON VA BENE, perchè se seguo il verso di percorrenza la SVITO)

→ VA BENE, perchè col verso di percorrenza SI AVVITA

DIREZIONE DI $\vec{\omega}$

È perpendicolare al piano dell'orbita

$\vec{\omega}$ // asse z

Verso di $\vec{\omega}$: REGOLA DELLA VITE

Il verso coincide con il verso di avanzamento di una vite, il cui asse coincide con la direz. di $\vec{\omega}$, che si avvita secondo il verso di percorrenza della traiettoria.

$$\boxed{\begin{array}{l}\vec{\omega} = \dot{\theta}\,\vec{k} \\ \text{modulo di } \vec{\omega} = |\vec{\omega}| = \dot{\theta}\end{array}}$$

allora $\vec{v} = r\dot{\theta}\vec{\mu}$ $\qquad$ $P-O = r\vec{\lambda}$

$\vec{\mu} = \vec{k} \wedge \vec{\lambda}$

$$\vec{v} = r\dot{\theta}\,\vec{k} \wedge \vec{\lambda} = (\dot{\theta}\vec{k}) \wedge (r\vec{\lambda})$$

$$\boxed{\vec{v} = \vec{\omega} \wedge (P-O)}$$

$$\vec{V}_P = \frac{d}{dt}\left\{\xi\vec{\lambda} + \eta\vec{\mu} + \zeta\vec{\nu}\right\} + \frac{d}{dt}\left\{x_\Omega\vec{i} + y_\Omega\vec{j} + z_\Omega\vec{k}\right\} =$$

$$= \left\{\dot{\xi}\vec{\lambda} + \dot{\eta}\vec{\mu} + \dot{\zeta}\vec{\nu} + \xi\dot{\vec{\lambda}} + \eta\dot{\vec{\mu}} + \zeta\dot{\vec{\nu}}\right\} + \left\{\dot{x}_\Omega\vec{i} + \dot{y}_\Omega\vec{j} + \dot{z}_\Omega\vec{k}\right\}$$

DATO CHE

relativo

$$\vec{V}_P^{(r)} = \dot{\xi}\vec{\lambda} + \dot{\eta}\vec{\mu} + \dot{\zeta}\vec{\nu} \qquad \vec{V}_\Omega = \dot{x}_\Omega\vec{i} + \dot{y}_\Omega\vec{j} + \dot{y}_\Omega\vec{k}$$

$$\vec{V}_P = \vec{V}_P^{(r)} + \xi\vec{\omega}^{(t)}\wedge\vec{\lambda} + \eta\vec{\omega}^{(t)}\wedge\mu + \zeta\vec{\omega}^{(t)}\wedge\vec{\nu} + \vec{V}_\Omega =$$

$$= \vec{V}_P^{(r)} + \vec{\omega}^{(t)}\wedge\left[\xi\vec{\lambda} + \eta\vec{\mu} + \zeta\vec{\nu}\right] + \vec{V}_\Omega =$$

$$= \vec{V}_P^{(r)} + \vec{\omega}^{(r)}\wedge(P-\Omega) + \vec{V}_\Omega$$

$$\vec{V}_P = \vec{V}_P^{(r)} + \boxed{\vec{V}_\Omega + \vec{\omega}^{(t)}\wedge(P-\Omega)}$$

$$\vec{V}_\Omega + \vec{\omega}^{(t)}\wedge(P-\Omega) = \vec{V}_P^{(t)}$$

velocità di trascinamento del punto P

$$\boxed{\vec{V}_P = \vec{V}_P^{(r)} + \vec{V}_P^{(t)}}$$

$$\boxed{\vec{a}_P = \vec{a}_P^{(r)} + 2\,\vec{\omega}^{(t)} \wedge \vec{V}_P^{(r)} + \vec{a}_\Omega + \frac{d\vec{\omega}^{(t)}}{dt} \wedge (P-\Omega) + \vec{\omega}^{(t)} \wedge \left[\vec{\omega}^{(t)} \wedge (P-\Omega)\right]}$$

Si sa che

$$2\vec{\omega}^{(t)} \wedge \vec{V}_P^{(r)} = \vec{a}_P^{(c)}$$ accelerazione di CORIOLIS

$$\vec{a}_\Omega + \frac{d\vec{\omega}^{(t)}}{dt} \wedge (P-\Omega) + \vec{\omega}^{(t)} \wedge \left[\vec{\omega}^{(t)} \wedge (P-\Omega)\right] = \vec{a}_P^{(t)}$$ accelerazione di trascinamento

Allora

$$\boxed{\vec{a}_P = \vec{a}_P^{(r)} + \vec{a}_P^{(c)} + \vec{a}_P^{(t)}}$$

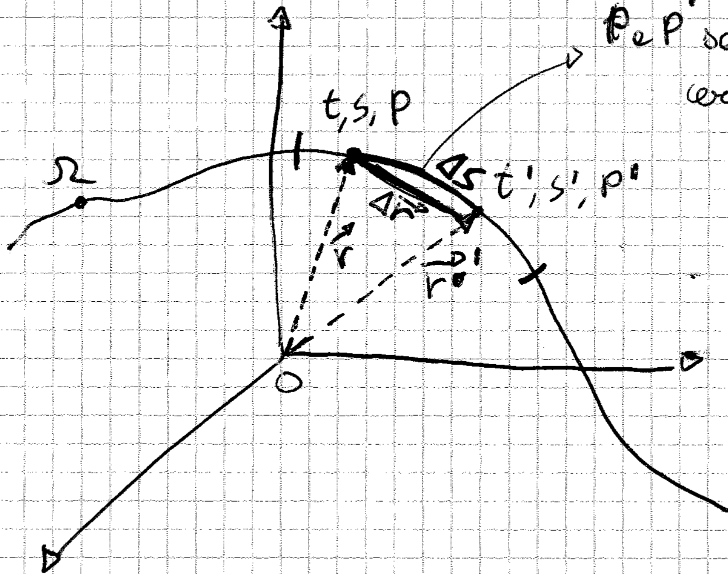
$\vec{r} = \vec{r}[s(t)]$ → tramite $\vec{r}$ determino $s(t)$

NON È UNA FORMULA

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \dot{s}\,\frac{d\vec{r}}{ds}$$

$$\frac{d\vec{r}}{ds} = \lim_{\Delta s \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta s}$$

P e P' sono sullo stesso arco di cerchio OSCULATORE



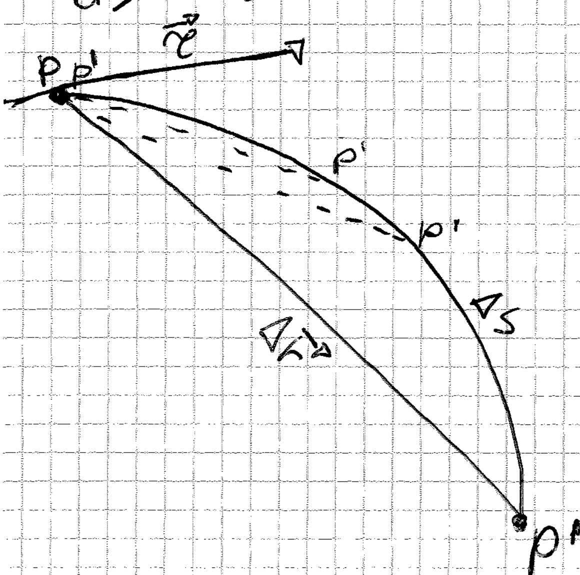
$$\vec{r}' - \vec{r} = \Delta\vec{r}$$

$$s' - s = \Delta s$$

tende a 1

$$\frac{d\vec{r}}{ds} = \lim_{\Delta s \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta s} = \lim_{\Delta s \to 0} \left|\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta s}\right| \cdot \vec{\tau} = \vec{\tau}$$

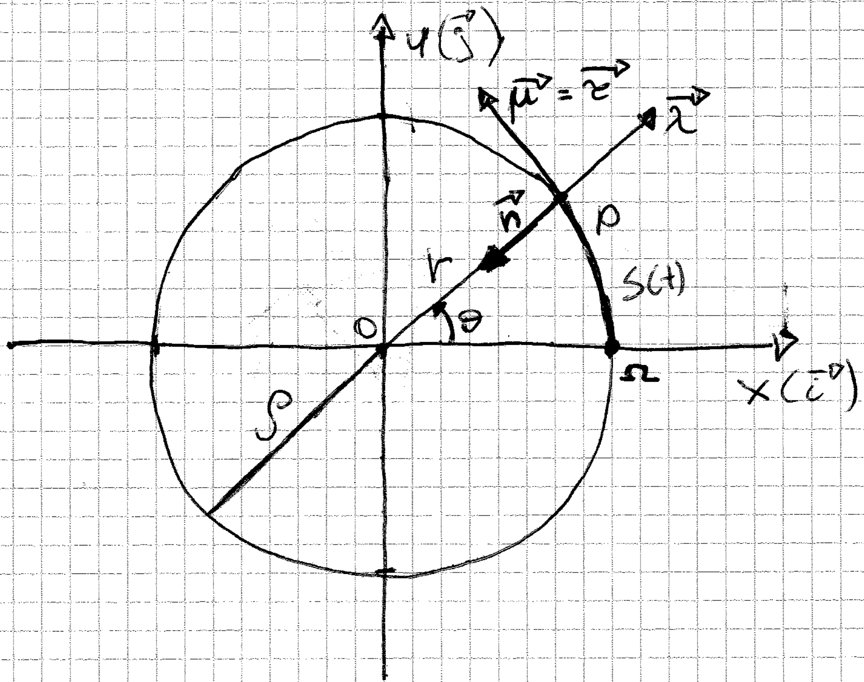
versore per $\Delta s \to 0$



$$\boxed{\vec{v} = \dot{s}\,\vec{\tau}}$$

$$\boxed{\vec{a} = \ddot{s}\,\vec{\tau} + \frac{\dot{s}^2}{\rho}\,\vec{n}} \qquad \boxed{\vec{v} = \dot{s}\,\vec{\tau}}$$

MOTO CIRCOLARE (COMPONENTI INTRINSECHE)



$$\vec{v} = \rho\dot{\theta}\,\vec{\mu}$$

$$\vec{a} = -\rho\dot{\theta}^2\,\vec{\lambda} + \rho\ddot{\theta}\,\vec{\mu}$$

$$\vec{v} = \dot{s}\,\vec{\tau}$$

$$\vec{a} = \ddot{s}\,\vec{\tau} + \frac{\dot{s}^2}{\rho}\,\vec{n}$$

$$s = \rho\theta$$

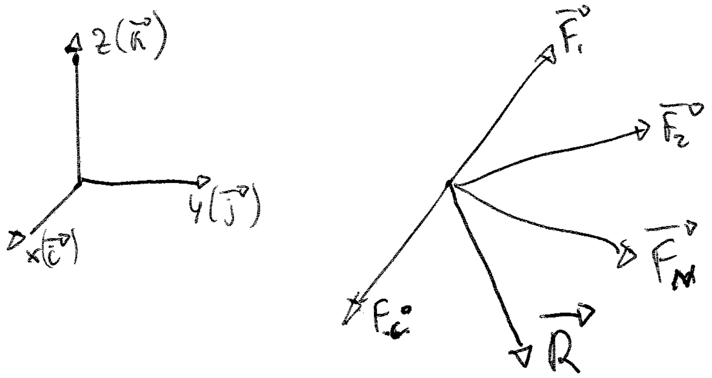
$$\dot{s} = \rho\dot{\theta}$$

$$\ddot{s} = \rho\ddot{\theta}$$

$$\vec{v} = \rho\dot{\theta}\,\vec{\tau}$$

$$\vec{a} = \rho\ddot{\theta}\,\vec{\tau} + \frac{\rho^2\dot{\theta}^2}{\rho}\,\vec{n} = \rho\ddot{\theta}\,\vec{\tau} + \rho\dot{\theta}^2\,\vec{n} = \boxed{\rho\ddot{\theta}\,\vec{\mu} - \rho\dot{\theta}^2\,\vec{\lambda}}$$

SISTEMA DI N FORZE CONCORRENTI



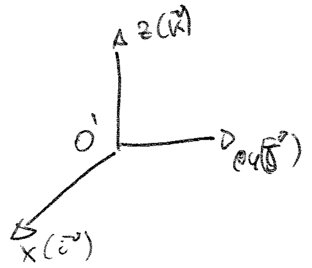
$$\vec{R} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \dots + \vec{F_i} + \dots + \vec{F_N} = \sum_{i=1}^{N} (\vec{F_i})$$

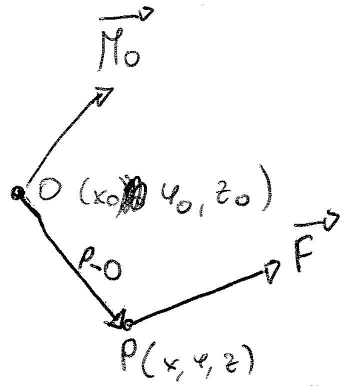
$$\vec{R} = \sum_{i=1}^{N} (\vec{F_i}) = \sum_{i=1}^{N} \left(F_{ix} \vec{i} + F_{iy} \vec{j} + F_{iz} \vec{k} \right) =$$

$$= \sum_{i=1}^{N} (F_{ix} \vec{i}) + \sum_{i=1}^{N} (F_{iy} \vec{j}) + \sum_{i=1}^{N} (F_{iz} \vec{k}) =$$

$$\vec{R} = \underbrace{\left(\sum_{i=1}^{N} F_{ix} \right) \vec{i}}_{\vec{R_x}} + \underbrace{\left(\sum_{i=1}^{N} F_{iy} \right) \vec{j}}_{\vec{R_y}} + \underbrace{\left(\sum_{i=1}^{N} F_{iz} \right) \vec{k}}_{\vec{R_z}}$$

CASO GENERICO



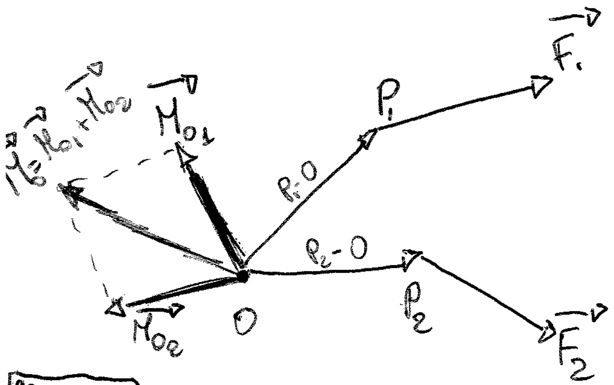


$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k}$$

$$P-O = (x-x_0)\vec{i} + (y-y_0)\vec{j} + (z-z_0)\vec{k}$$

$$\vec{M}_O = (P-O)\wedge\vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x-x_0 & y-y_0 & z-z_0 \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} = \boxed{\left[(y-y_0)F_x-(z-z_0)F_y\right]\vec{i}+\left[(z-z_0)F_x-(x-x_0)F_z\right]\vec{j}+\left[(x-x_0)F_y-(y-y_0)F_x\right]\vec{K}}$$

I MOMENTI POLARI SI SOMMANO

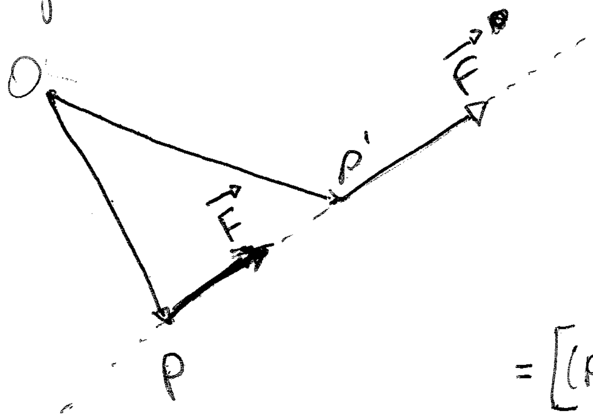


$$\boxed{\vec{M}_O = \sum_{i=1}^{N}\left[(P_i-O)\wedge\vec{F}_i\right]}$$

PROPRIETÀ

Spostando la forza sulla sua retta d'azione il momento polare non cambia

es



$$|\vec{F}| = |\vec{F}'|$$

$$\vec{M}_O = (P-O)\wedge\vec{F}$$

$$\vec{M}_O' = (P'-O)\wedge\vec{F} = \left[(P'-P)+(P-O)\right]\wedge\vec{F} =$$

$$= \underbrace{\boxed{(P'-P)\wedge\vec{F}}}_{=0} + (P-O)\wedge\vec{F} = (P-O)\wedge\vec{F}$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 53 di 339

Dimostriamo che $\vec{M}_a$ non dipende da O

$$P-O' = (P-O) + (O-O')$$

$$\vec{M}_{O'} = (P-O')\wedge\vec{F} = \left[(P-O)+(O-O')\right]\wedge\vec{F} =$$

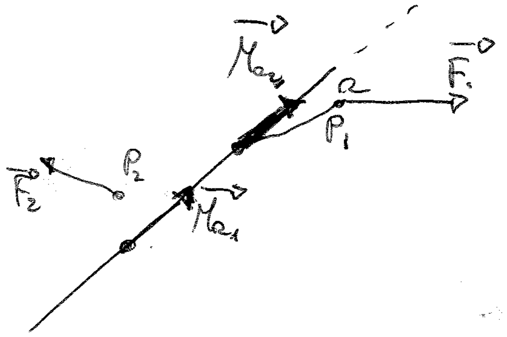
$$= \underbrace{(P-O)\wedge\vec{F}}_{\vec{M}_O} + (O-O')\wedge\vec{F} = \vec{M}_O + (O-O')\wedge\vec{F}$$

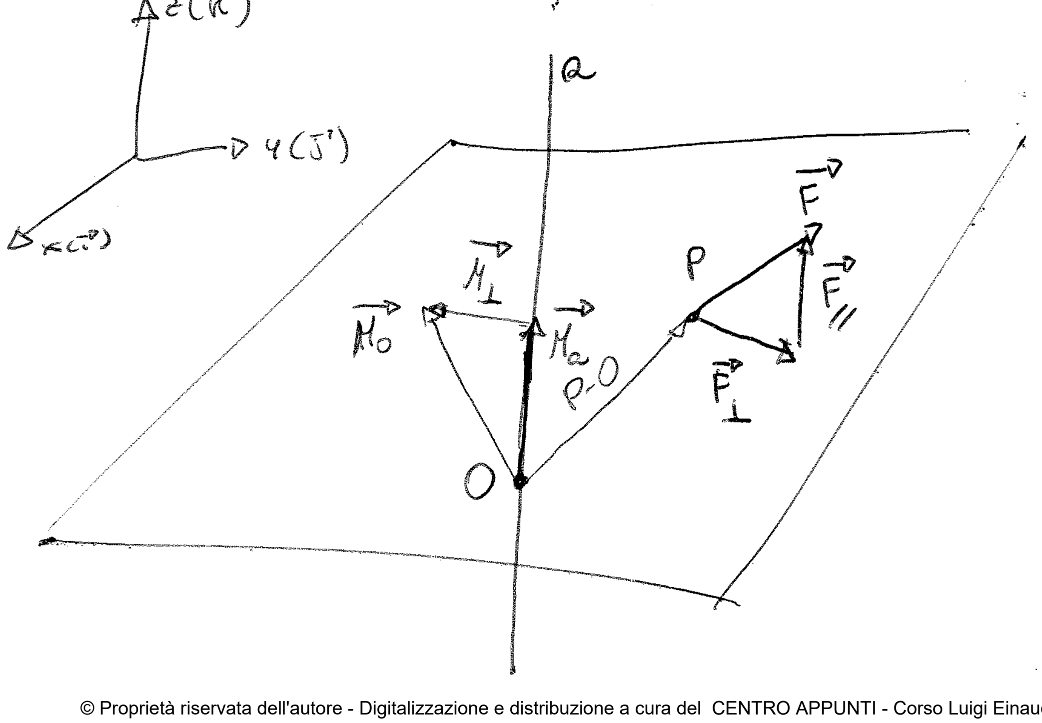
$$= \vec{M}_a + \vec{M}_\perp + (O-O')\wedge\vec{F} = \vec{M}_a + \vec{M}_\perp + \vec{M}_\perp{}'$$

$\vec{M}_\perp$ varia, ma $\vec{M}_a$ non cambia al variare di O

ANCHE I MOMENTI ASSIALI SI SOMMANO

$$\vec{M}_a = \vec{M}_{a_1} + \vec{M}_{a_2}$$



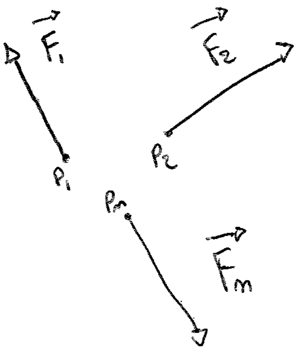


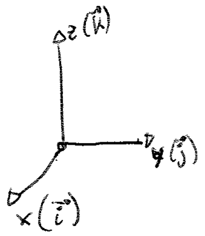
$\Longrightarrow$

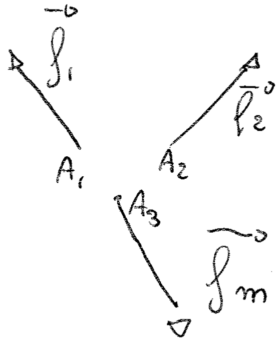
FISICA

SOMMA DI 2 FORZE PARALLELE

Due sistemi di forze sono equivalenti quando hanno la stessa risultante $\vec R$ e lo stesso momento risultante $\vec M_O$ calcolato rispetto ad un punto qualsiasi.

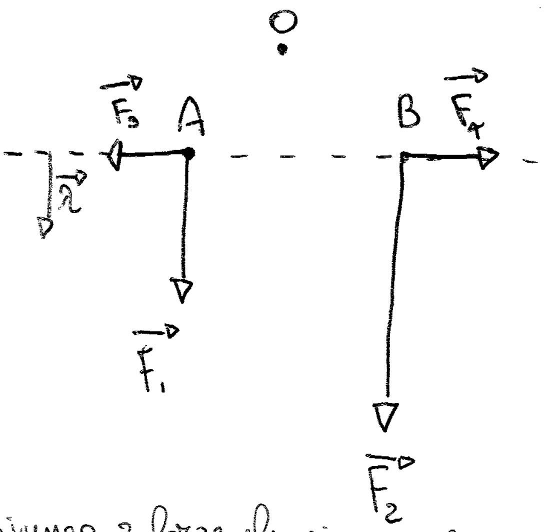






$$\vec R = \sum_{i=1}^{n} (\vec F_i) \qquad \vec R' = \sum_{i=1}^{n} (\vec f_i)$$

$$\vec M_O = \sum_{i=1}^{n} [(P_i - O)\wedge \vec F_i] \qquad \vec M_O' = \sum_{i=1}^{n} [(A_i - O)\wedge \vec f_i]$$



$$\left.\begin{aligned}\vec F_1 &= F_1 \cdot \vec\lambda \\ \vec F_2 &= F_2 \vec\lambda\end{aligned}\right\} \text{sono parallele}$$

$$\vec R = \vec F_1 + \vec F_2 = F_1\vec\lambda + F_2\vec\lambda = (F_1 + F_2)\vec\lambda = R\vec\lambda$$

Se aggiungo 2 forze che si annullano?

$$\vec F_3 + \vec F_4 = 0$$

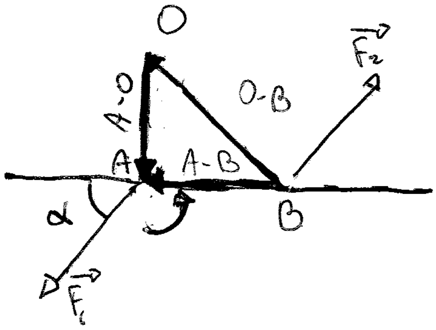
$$\vec R = \vec F_1 + \vec F_2 \qquad \vec R_O' = \vec F_1 + \vec F_2 + \vec F_3 + \vec F_4 = \boxed{\vec F_1 + \vec F_2 = \vec R}$$ NON CAMBIA

$$\vec F_4 = -\vec F_3$$

$$\vec M_O = (A-O)\wedge \vec F_1 + (B-O)\wedge \vec F_2$$

$$\vec M_O' = (A-O)\wedge \vec F_1 + (B-O)\wedge \vec F_2 + (A-O)\wedge \vec F_3 + (B-O)\wedge \vec F_4 = \vec M_O + (A-O)\wedge \vec F_3 - (B-O)\wedge \vec F_3$$

COPPIA DI FORZE



2 forze uguali e contrarie

$$\vec{R} = \vec{F_1} + \vec{F_2} = 0$$

$$\vec{M_0} = (A-O) \wedge \vec{F_1} + (B-O) \wedge \vec{F_2} =$$

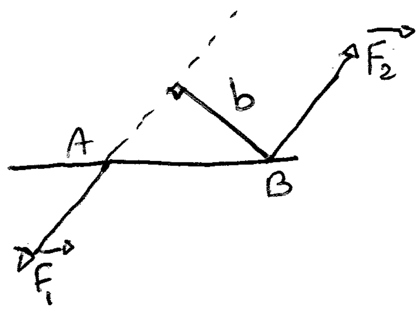
$$= (A-O) \wedge \vec{F_1} - (B-O) \wedge \vec{F_1} =$$

$$= (A-O) \wedge \vec{F_1} + (O-B) \wedge \vec{F_1} =$$

$$= [(A-O) + (O-B)] \wedge \vec{F_1} = (A-B) \wedge \vec{F_1}$$

Il momento polare di una coppia di forze è un vettore non applicato in nessun punto

$$|\vec{M_0}| = |A-B| F_1 \cdot \sin\alpha = F_1 \cdot b$$

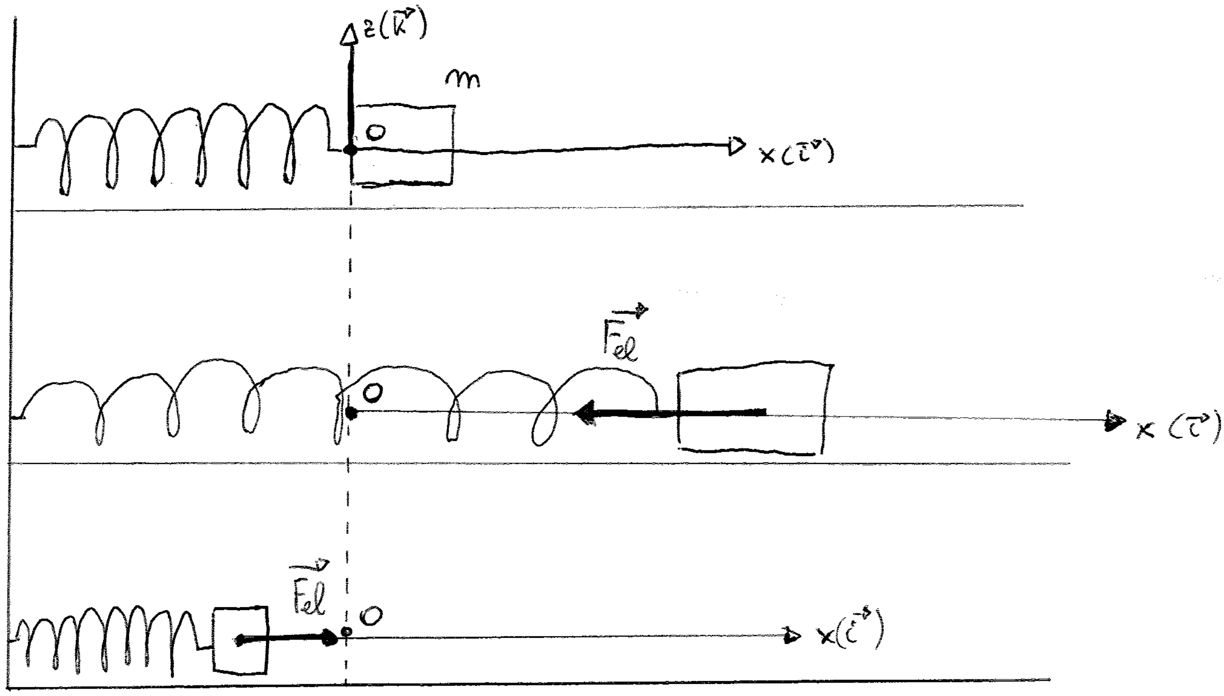


$$x_C R = \sum_{i=1}^{n} (x_i F_i)$$

$$\left.\begin{array}{l} x_i = \dfrac{\sum_{i=1} x_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} F_i} \\[2ex] y_i = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} y_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} F_i} \\[2ex] z_i = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} z_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} F_i} \end{array}\right\}$$

COORDINATE DEL CENTRO
C
DELLE FORZE PARALLELE

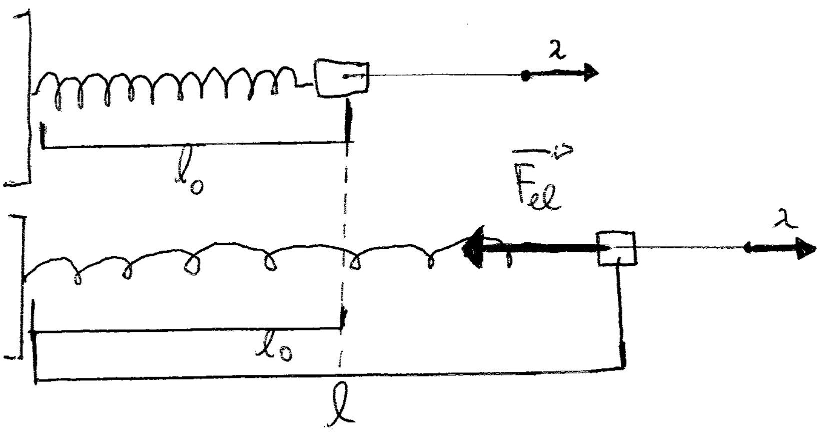
FORZA ELASTICA



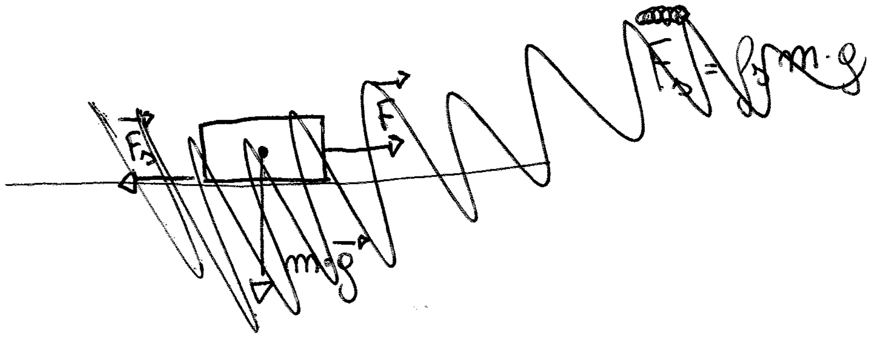
$\vec{F_{el}} = -Kx\,\vec{i}$

K: cost elastica della molla

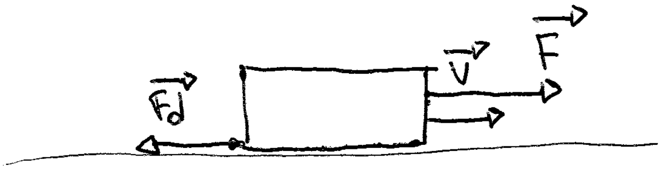
$[K] = \frac{[F]}{[x]} = \frac{N}{m} = \frac{Kg \cdot \frac{m}{s^2}}{m} = Kg/s^2$



$$\boxed{\vec{F_{el}} = -K(l - l_0)\vec{\lambda}}$$



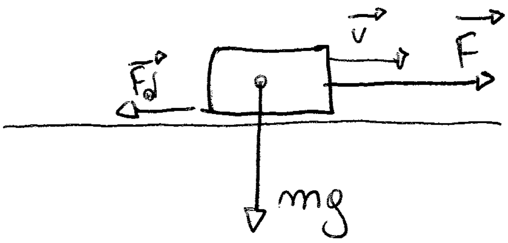
FORZA DI ATTRITO DINAMICO



F_d = forza di attrito dinamico

$F_d = f_d \cdot N$ $\quad \vec{F_d} = f_d \cdot N \cdot \tau$ $\quad \tau = -\frac{\vec{v}}{v}$

$f_d < f_s$



f_d e f_s adimensionali

se $\vec{g}_i = \vec{g}$

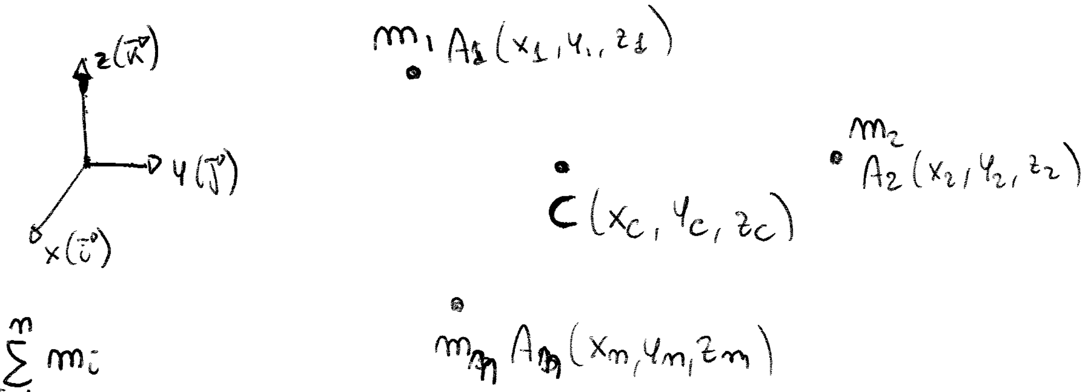
$$\vec{P}_{TOT} = \sum_{i=1}^{n} (m_i \vec{g}) = M\vec{g}$$

$$M = \sum_{i=1}^{n} m_i$$

$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i m_i g)}{\sum_{i=1}^{n} (m_i g)} = \frac{\cancel{g} \sum_{i=1}^{n} x_i m_i}{\cancel{g} \sum_{i=1}^{n} m_i}$$

$$\begin{cases} x_G = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{n} (x_i m_i) \\ y_G = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{n} (y_i m_i) \\ z_G = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{n} (z_i m_i) \end{cases}$$

CENTRO DI MASSA C DI UN SISTEMA DI N MASSE PUNTIFORMI



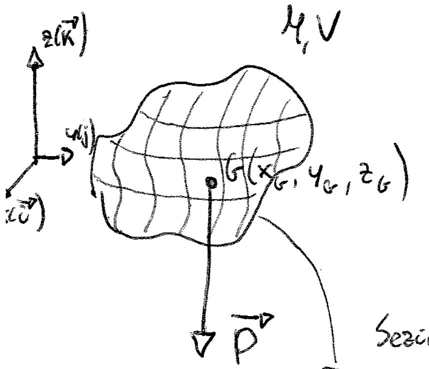
$$M = \sum_{i=1}^{n} m_i$$

$$\begin{cases} x_C = \frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i m_i \\ y_C = \frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^{n} y_i m_i \\ z_C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{n} z_i m_i \end{cases}$$

- Occhio, nonostante baricentro e centro di massa sono concettualmente 2 punti diversi, se l'accelerazione di gravità g è uniforme, essi possono coincidere.

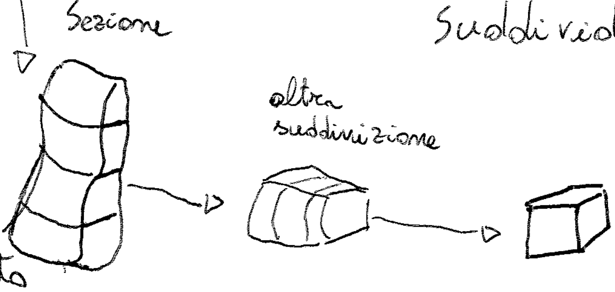
BARICENTRO DI UN CORPO RIGIDO

CORPO RIGIDO → un corpo in cui la distanza tra 2 punti presi a caso rimane sempre invariata (NON SI DEFORMA) [ASTRAZIONE]



Supponiamo che il corpo si trovi vicino alla sup. terrestre affinché sia soggetto ad una forza peso $\vec{P}$.

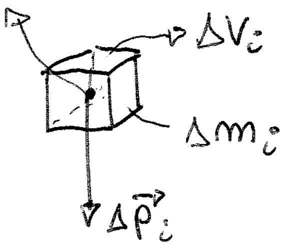
Suddividiamo il corpo fino ad ottenere dei cubetti



i.esimo volumetto di N volumetti.

i.esimo cubetto

$P_i(x_i, y_i, z_i)$

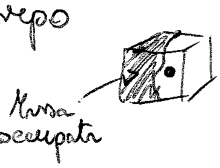


P_i = Punto del centro geometrico del cubo in cui applico la forza peso

$$\Delta\vec{P_i} = \Delta m_i \, \vec{g_i}$$

Se il cubo è all'interno della massa totale, ovvero viene occupato TUTTO il volume del cubo dalla massa del corpo, questa rappres. è corretta

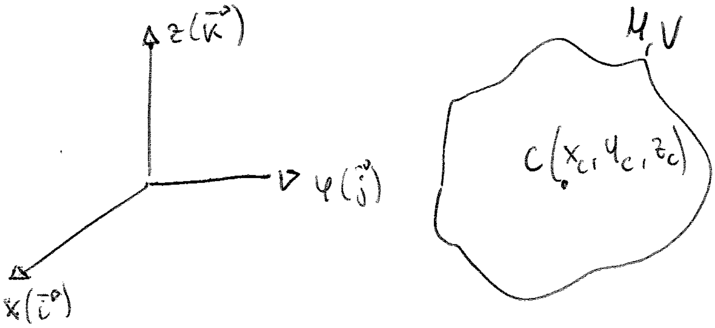
[All'esterno il centro dei cubetti potrebbe essere fuori dal corpo]



$$x_G \simeq \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i \Delta P_i}{\sum_{i=1}^{N} \Delta P_i} \qquad y_G \simeq \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i \Delta P_i}{\sum_{i=1}^{N} \Delta P_i} \qquad z_G \simeq \frac{\sum_{i=1}^{N} z_i \Delta P_i}{\sum_{i=1}^{N} \Delta P_i}$$

⟹

CENTRO DI MASSA DI UN CORPO RIGIDO

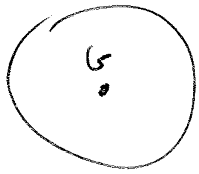


$$\begin{cases} x_c = \frac{1}{M}\int_M x\,dm = \frac{1}{M}\int_V x\rho(x,y,z) \\ y_c = \frac{1}{M}\int_M y\,dm = \frac{1}{M}\int_V y\rho(x,y,z) \\ z_c = \frac{1}{M}\int_M z\,dm = \frac{1}{M}\int_V z\cdot\rho(x,y,z) \end{cases}$$

È un punto diverso dal baricentro, ma se l'accelerazione di gravità è costante, coincidono.

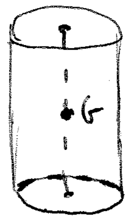
BARICENTRO DI ALCUNI CORPI

SFERA $\rho = cost$



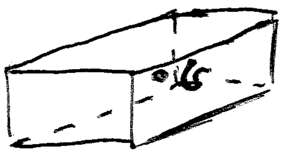
G è nel centro della sfera

CILINDRO $\rho = cost$



G è sull'asse, a metà altezza

PARALLELEPIPEDO $\rho = cost$

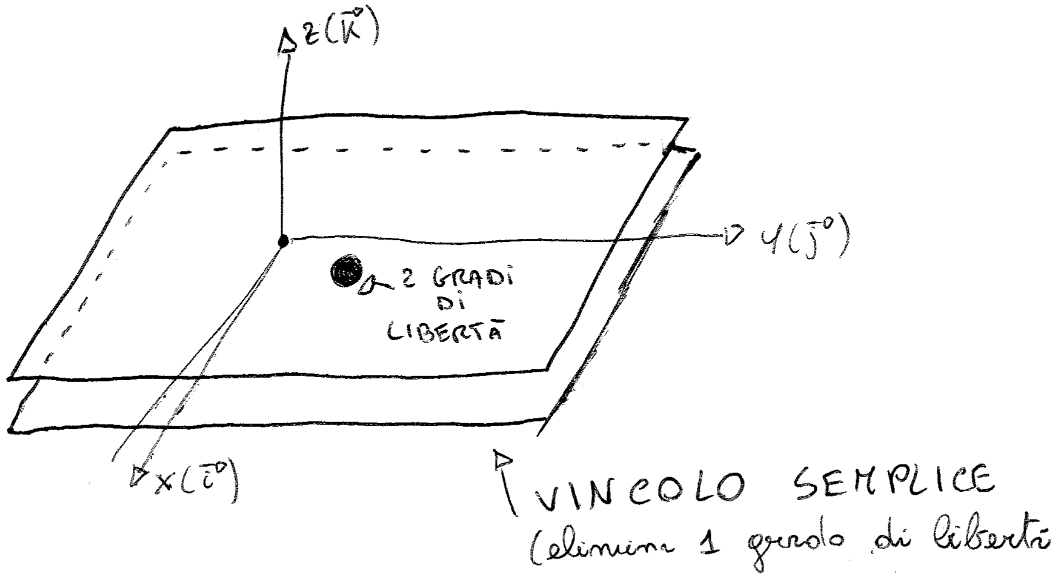


G è nel centro geometrico

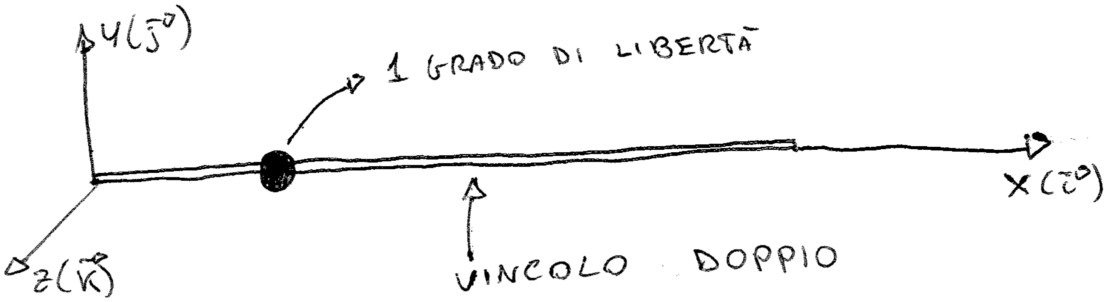
© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 73 di 339

es corpo puntiforme tra due piani vicini

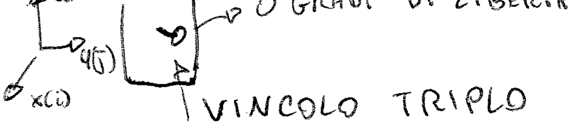
(il corpo li tocca tutti e due contemporaneamente)



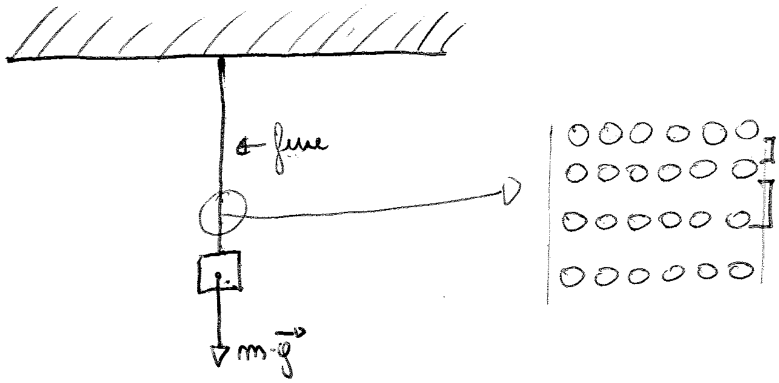
es corda



es chiodo in una parete

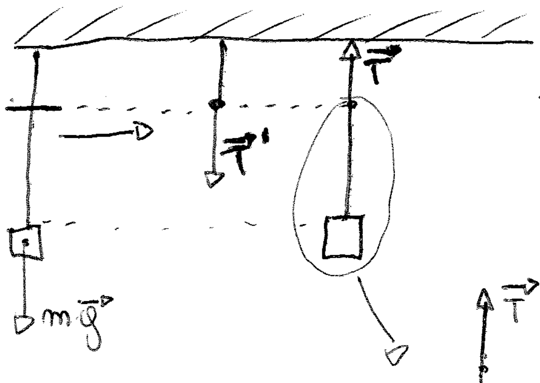


TENSIONI DELLE FUNI

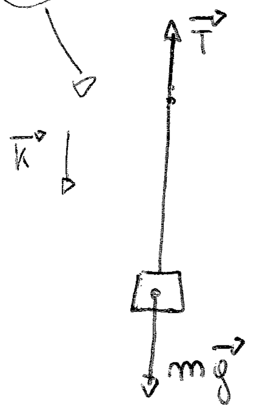


aumenta la distanza tra gli atomi.

Immaginiamo di tagliare la corda in due



$$\vec{T} = \vec{T}'$$



$$\vec{T} + m\vec{g} = 0$$

$$\vec{T} = -m\vec{g}$$

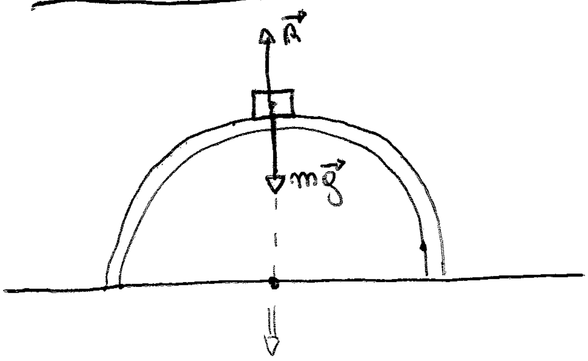
$$\vec{T} = -T\vec{k} \qquad m\vec{g} = mg\vec{k}$$

$$-T\vec{k} + mg\vec{k} = 0$$

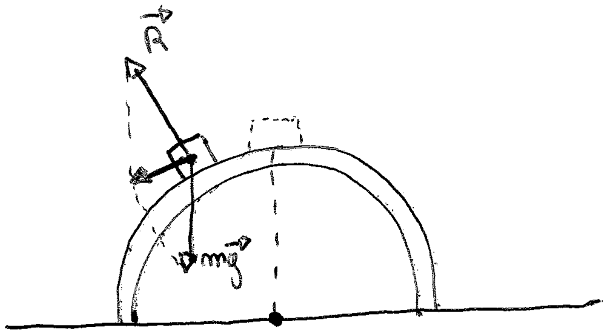
$$-T + mg = 0 \Rightarrow T = mg$$

[Stessa cosa per T']

EQ. INSTABILE

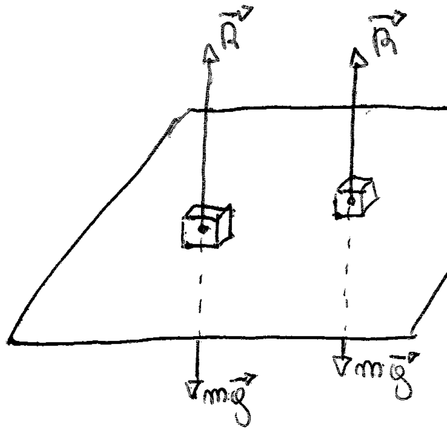


$\vec{R}+m\vec{g}=0$



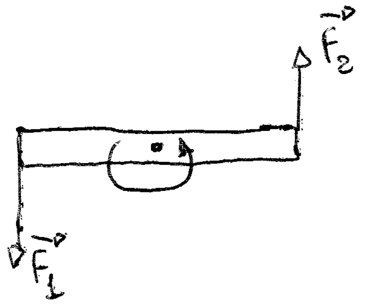
La risultante allontana il corpo dall'equilibrio iniziale

EQ. INDIFFERENTE



Ovunque sposto il corpo, si troverà sempre in condizione di equilibrio.

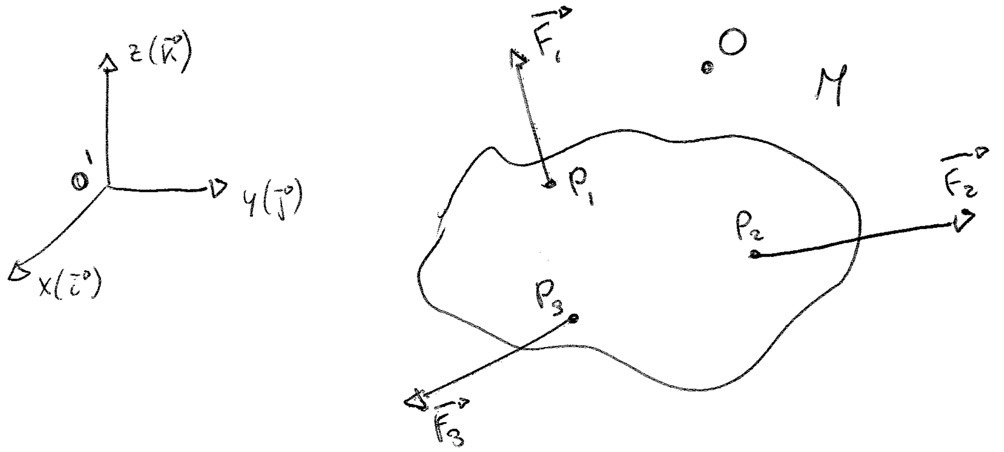
STATICA DEL CORPO RIGIDO



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

OCCHIO

"Condizione nec. e suff affinché un corpo rigido sia in equil. è che la risultante $\vec{R}$ di tutte le forze attive, passive o vincolanti e il MOMENTO RISULTANTE M_0 calcolato rispetto ad un punto qualsiasi siano nulli."



$$\vec{R} = \sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i = 0$$

$$\vec{M}_0 = \sum_{i=1}^{N} \left[(P_i - O) \wedge \vec{F}_i \right] = 0 \qquad \forall O$$

Es. PULEGGIA

~~DINAMICA~~ FISICA 11 APRILE 2013

DINAMICA CLASSICA DEL CORPO PUNTIFORME

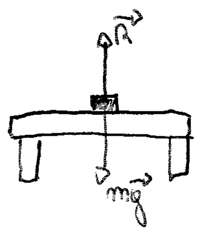
1° PRINCIPIO - "principio di inerzia"

2° PRINCIPIO - "legge di azione delle forze"

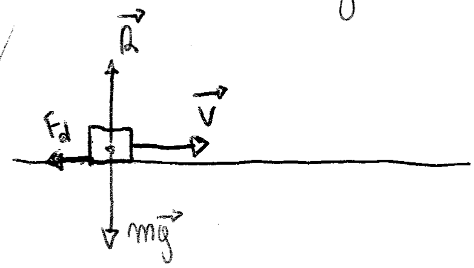
3° PRINCIPIO - "principio di azione e reazione".

PRINCIPIO DI INERZIA

"Un corpo non soggetto ad alcuna azione esterna, mantiene il suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme."



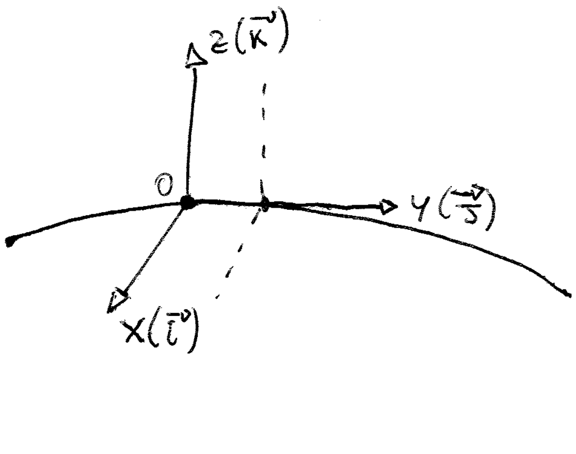
$R + m\vec{g} = 0$



STATO DI QUIETE e MOTO RETT UNIF = Sistema di rif. INERZIALE

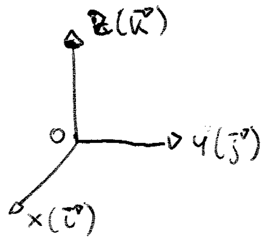
MOTO ACCELERATO = Sist di riferimento NON INERZIALE

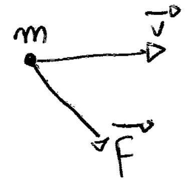
SISTEMA DI RIF. SOLIDALE ALLA SUPERFICIE TERRESTRE



In intervalli di tempo piccoli, il moto può essere considerato INERZIALE, ovvero il moto del punto O è quasi rettilineo

LEGGE DI AZIONE DELLE FORZE

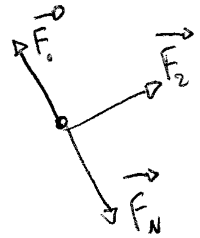




$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

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

PIÙ FORZE

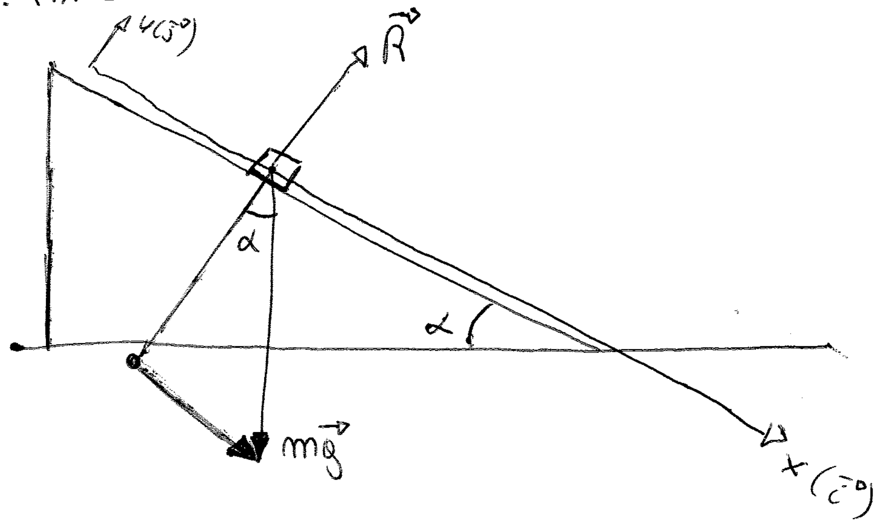


$$\vec{F} = \sum_{i=1}^{N} \vec{F}_i$$

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

Dunque la risultante delle forze è uguale a $m\vec{a}$

es. PIANO INCLINATO



$$\boxed{\vec{R} + m\vec{g} = m\vec{a}}$$

$$\vec{R} = R\vec{j}$$

$$m\vec{g} = mg\,sen\alpha\,\vec{i} - mg\cos\alpha\,\vec{j}$$

$$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

$$R\vec{j} + mg\,sen\alpha\,\vec{i} - mg\cos\alpha\,\vec{j} = ma_x\vec{i} + ma_y\vec{j} + ma_z\vec{k}$$

MOLTIPLICO SCALAR. $\times\ \vec{i}, \vec{j}$ e $\vec{k}$

$\cdot\vec{i})\ mg\,sen\alpha = ma_x$

$\cdot\vec{j})\ R - mg\cos\alpha = ma_y$

$\cdot\vec{k})\ 0 = ma_z$

$$\vec{f}_1 + \vec{f}_2 + \vec{f}_3 + \dots + \vec{f}_N = \frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} + \dots + \frac{d\vec{p}_N}{dt}$$

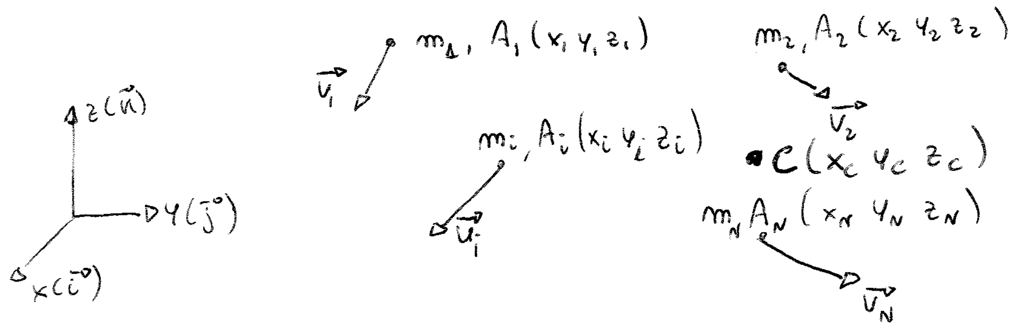
$$0 = \frac{d}{dt}\left\{\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots + \vec{p}_N\right\} \Rightarrow \frac{d\vec{p}_{TOT}}{dt} = 0$$

$$\boxed{\vec{p}_{TOT} = cost}$$

CONCLUSIONE

"La quantità di moto totale di un sistema ISOLATO di N corpi puntiformi interagenti tra di loro è costante."

CENTRO DI MASSA



$$\vec{V}_1 = \dot{x}_1 \vec{i} + \dot{y}_1 \vec{j} + \dot{z}_1 \vec{k}$$
$$\vec{V}_2 = \dot{x}_2 \vec{i} + \dot{y}_2 \vec{j} + \dot{z}_2 \vec{k}$$
$$\vec{V}_i = \dot{x}_i \vec{i} + \dot{y}_i \vec{j} + \dot{z}_i \vec{k}$$
$$\vec{V}_N = \dot{x}_N \vec{i} + \dot{y}_N \vec{j} + \dot{z}_N \vec{k}$$

$$\begin{cases} x_c = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} x_i m_i \\ y_c = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} y_i m_i \\ z_c = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} z_i m_i \end{cases}$$

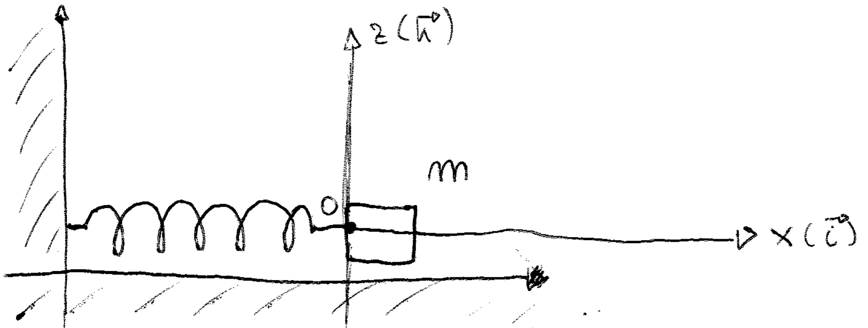
$$\vec{V}_c = \dot{x}_c \vec{i} + \dot{y}_c \vec{j} + \dot{z}_c \vec{k} =$$

$$= \frac{d}{dt}\left\{\frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} x_i m_i\right\} \vec{i} + \frac{d}{dt}\left\{\frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} y_i m_i\right\} \vec{j} + \frac{d}{dt}\left\{\frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} z_i m_i\right\} \vec{k} =$$

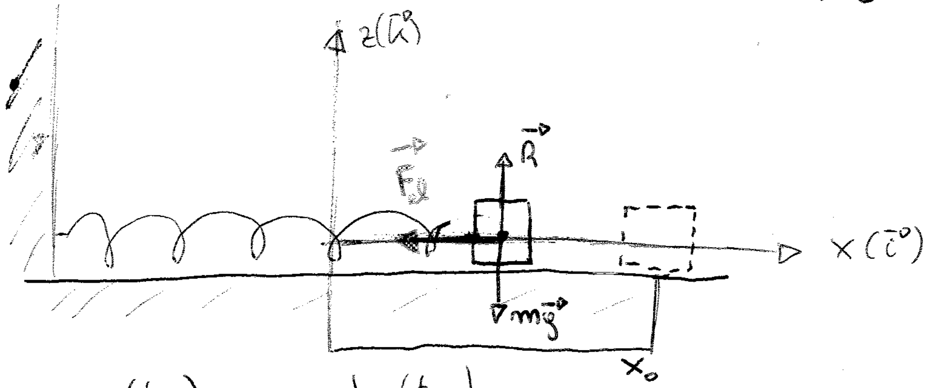
$$= \frac{1}{M}\left\{\left[\dot{x}_1 m_1 + \dot{x}_2 m_2 + \dots + \dot{x}_N m_N\right]\vec{i} + \left[\dot{y}_1 m_1 + \dot{y}_2 m_2 + \dots + \dot{y}_N m_N\right]\vec{j} + \left[\dot{z}_1 m_1 + \dot{z}_2 m_2 + \dots + \dot{z}_N m_N\right]\vec{k}\right.$$

$$= \frac{1}{M}\left\{m_1\left(\dot{x}_1\vec{i} + \dot{y}_1\vec{j} + \dot{z}_1\vec{k}\right) + m_2\left(\dot{x}_2\vec{i} + \dot{y}_2\vec{j} + \dot{z}_2\vec{k}\right) + \dots + m_N\left(\dot{x}_N\vec{i} + \dot{y}_N\vec{j} + \dot{z}_N\vec{k}\right)\right\} = \Rightarrow$$

OSCILLAZIONI LIBERE



TIRIAMO LA MOLLA E LA LASCIAMO ANDARE



$t=0$ $\quad x(t=0)=x_0 \quad V_x(t=0)=0$

$\quad y(t=0)=0 \quad V_y(t=0)=0$

$\quad z(t=0)=0 \quad V_z(t=0)=0$

$$\vec{R}+m\vec{g}+\vec{F}_{el}=m\vec{a}$$

$$\vec{R}=R\vec{k} \qquad m\vec{g}=-mg\vec{k} \qquad \vec{F}_{el}=-Kx\vec{i}$$

$$\vec{a}=a_x\vec{i}+a_y\vec{j}+a_z\vec{k}$$

$$R\vec{k}-mg\vec{k}-Kx\vec{i}=ma_x\vec{i}+ma_y\vec{j}+ma_z\vec{k}$$

MOLTIPL. SCAL.

$\cdot\vec{i})\ -Kx=ma_x$

$\cdot\vec{j})\ 0=ma_y$

$\cdot\vec{k})\ R-mg=ma_z$

$\Rightarrow$

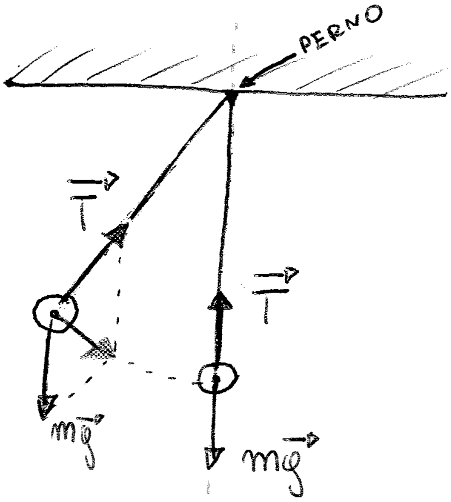
$a_y=0 \rightarrow \frac{dV_y}{dt}=0 \rightarrow V_y=\text{cost}=0$

$\frac{dy}{dt}=0 \rightarrow y=\text{cost}=0$

$a_z=0 \quad \frac{dV_z}{dt}=0 \quad V_z=\text{cost}=0$

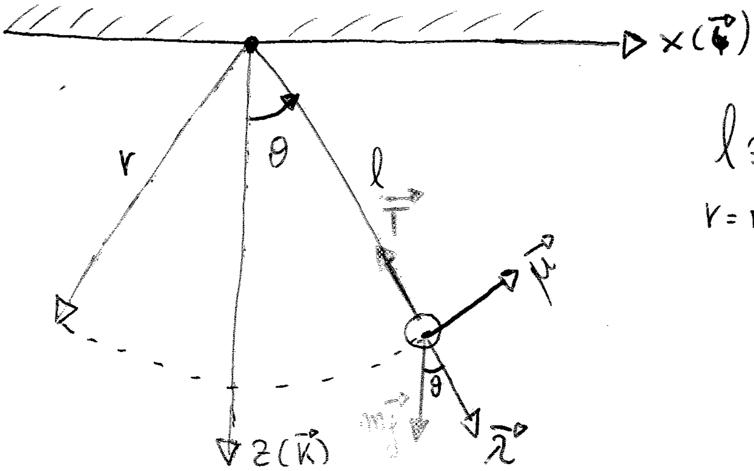
$\frac{dz}{dt}=0 \quad z=\text{cost}=0$

PENDOLO SEMPLICE



Quando il baricentro del corpo è sulla verticale passante per il perno

$$\vec{T} + m\vec{g} = 0$$



$l \cong r$

r = raggio dell'arco di circonferenza

$$\vec{T} + m\vec{g} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{T} = -T\vec{\lambda} \qquad m\vec{g} = mg\cos\theta\,\vec{\lambda} - mg\,\mathrm{sen}\,\theta\,\vec{\mu}$$

$$\vec{a} = -r\dot{\theta}^2\vec{\lambda} + r\ddot{\theta}\,\vec{\mu} \qquad \vec{v} = r\dot{\theta}\,\vec{\mu}$$

$$t=0 \quad \theta(t=0) = \theta_0$$

$$\dot{\theta}(t=0) = 0$$

$$-T\vec{\lambda} + mg\cos\theta\,\vec{\lambda} - mg\,\mathrm{sen}\,\theta\,\vec{\mu} = mr\dot{\theta}^2\vec{\lambda} + mr\ddot{\theta}\,\vec{\mu}$$

MOLTIPL. SCALARE

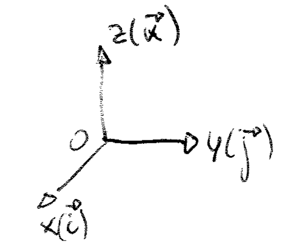
$$\cdot\vec{\lambda}) \quad -T + mg\cos\theta = mr\dot{\theta}^2$$

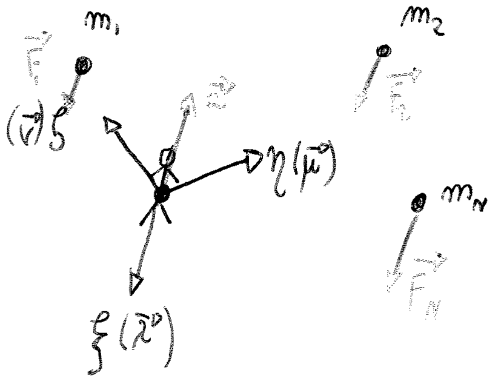
$$\cdot\vec{\mu}) \quad -mg\,\mathrm{sen}\,\theta = mr\ddot{\theta}$$

FISICA 10 APRILE 2013

FORZE FITTIZIE

N CORPI FERMI; OSSERVATORE ACCELERATO





Nonostante i corpi siano fermi, per l'osservatore si muovono con un accelerazione uguale e contraria a quella sua.

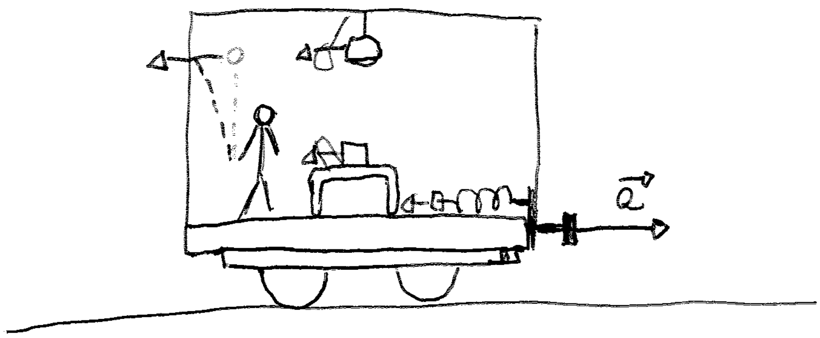
$$\vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1 = m_1(-\vec{a})$$

$$\vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2 = m_2(-\vec{a})$$

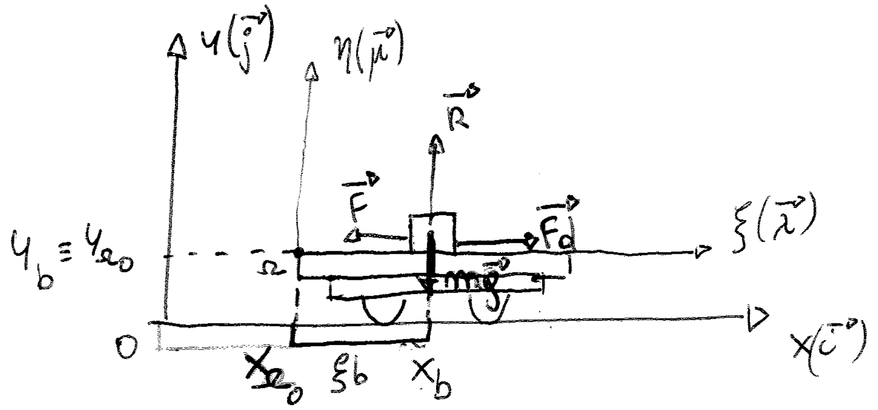
$$\vec{F}_N = m_N \vec{a}_N = m_N(-\vec{a})$$

$F = m \cdot (-\vec{a})$

$\vec{a}$ = acceler. del sistema.



CHE MOTO AVRÀ IL BLOCCO SE SI SUPERA LA a LIMITE!



$$t=0 \quad \begin{cases} x(t=0) = x_b = x_{\Omega_0} + \xi_b \\ y(t=0) = y_b = y_{\Omega_0} \end{cases} \qquad \begin{cases} V_x(t=0) = 0 \\ V_y(t=0) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \xi(t=0) = \xi_b \\ \eta(t=0) = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \dot{\xi}(t=0) = 0 \\ \dot{\eta}(t=0) = 0 \end{cases}$$

$$\vec{R} + m\vec{g} + \vec{F_d} + \vec{F} = m\,\vec{a}_m$$

$$\vec{R} = R\vec{\mu} \quad m\vec{g} = -mg\vec{\mu} \quad \vec{F_d} = f_d\, mg\vec{\lambda} \quad \vec{F} = -ma\,\vec{i} \quad \vec{a}_m = \ddot{\xi}\vec{\lambda}$$

$$R\vec{\mu} - mg\vec{\mu} + f_d\, mg\vec{\lambda} - ma\vec{i} = m\,\ddot{\xi}\vec{\lambda}$$

$\bullet\ \vec{\mu})\ \ R - mg = 0 \Rightarrow R = mg$

$\bullet\ \vec{\lambda})\ \ f_d\, mg - ma = m\ddot{\xi} \Rightarrow \ddot{\xi} = f_d\, g - a$

$$\vec{a}_p^{(r)} = \ddot{\xi}\vec{\lambda} + \ddot{\eta}\vec{\mu} = (f_d\, g - a)\vec{\lambda}$$

$$\vec{a}_p = \vec{a}_p^{(H)} + \vec{a}_p^{(t)} + \vec{a}_p^{(c)}$$

$$\vec{a}_p^{(c)} = 2\,\boxed{\vec{\omega}^{(t)}} \wedge \vec{V}_p^{(r)} = 0 \;\Big/\; \vec{a}_p^{(t)} = \vec{a}_\Omega + \frac{d\vec{\omega}^{(t)}}{dt} \wedge (P-\Omega) + \vec{\omega}_A^{(H)} \left[\vec{\omega}^{(t)} \wedge (P-\Omega)\right] = \vec{a}_a$$

IN UN SISTEMA ASSOLUTO

$$\vec{R} + m\vec{g} + \vec{F_d} = m\vec{a_m}$$

$$\vec{R} = R\vec{j} \quad m\vec{g} = -mg\vec{j} \quad \vec{F_d} - f_d mg\vec{i} \quad \vec{a_m} = a_m\vec{i}$$

$$R\vec{j} - mg\vec{j} + f_d mg\vec{i} = ma_m\vec{i}$$

$$\cdot\vec{j}) \; R = mg \qquad \cdot\vec{i}) \; f_d g = a_m$$

$$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} - f_d g\vec{i}$$

$$\begin{cases} a_x = f_d g \\ a_y = 0 \end{cases}$$