FISICA GENERALE

- TONELLI GUIDO
- guido.tonelli@cern.ch - andrea.rizzi@cern.ch - silvio.donato@pi.infn.it
- RICEVIMENTO MERCOLEDI 17:30
- C/O INFN EDIFICIO C POLO FIBONACCI I PIANO
- BERLWAY: FISICA PER SCIENZE E INGEGNERIA VOL I e II

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{e}_r$

① DEFINIZIONE DELLE INTERAZIONI RILEVANTI ED PRECISIONE DELLE MISURE
(ci possono interessare i corpi che non interagiscono su un punto)

ORDINE DI GRANDEZZA a seconda della precisione, espresso in potenze di 10

L	spazio (altezza, lunghezza, profondità)	m	UNITÀ DI MISURA
T	tempo (intervalli di tempo)	s	
M	massa	kg	

10^{12}	
10^{9}	giga
10^{6}	mega
10^{3}	kilo → (km)
10^{-3}	milli
10^{-6}	micro
10^{-9}	nano
10^{-12}	pico

② MISURA NON MODIFICA LO STATO DEL SISTEMA (a parte quando entra in gioco la meccanica quantistica)
- DEFFETTI QUANTISTICI TRASCURABILI

③ EFFETTI RELATIVISTICI TRASCURABILI (perché non si vuole precisione infinita)

$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt}$ $[v] = \frac{[L]}{[T]}$ $[v] = [L][T]^{-1}$ RELAZIONI DIMENSIONALI

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ $[a] = [L][T]^{-2}$

$E_k = \frac{1}{2} m v^2$ $[v] = [L][T]^{-1}$ $[g] = [L][T]^{-2}$ $[h] = [L]$

$v = gh$ $LT^{-2} \cdot L = (L^2 T^{-2})^{1/1} = LT^{-1}$ $v = \sqrt{gh}$
$v = g/h$ $LT^{-1} \cdot L^{-1} = T^{-2}$
$v = h/g$ $L \cdot L^{-1} T^2 = T^2$
$t = h/g$ $L \cdot L^{-1} \cdot T^2 = (T^2)^{1/2}$ $t = \sqrt{h/g}$



$[T] = [\cancel{M}]^b [m]^a [L]^e [L][T]^{-2}$ $[T] = \left[\frac{[L]}{[L][T]^{-2}}\right]^{1/2}$ $t = \sqrt{l/g}$

mostri 050/8312126 388/5837715

CINEMATICA

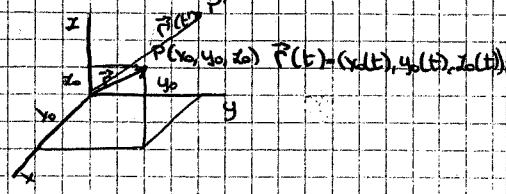
TRAIETTORIA: direzione che prende il corpo NO!
curva, funzione della coordinate spaziali, $f(x,y,z)=0$ (non compare il tempo)
che unisce tutti i punti per i quali passa il corpo

EQUAZIONE ORARIA: relazione che collega la posizione del punto e il tempo $\vec{r}(t)$ $\vec{r}(t)$ cost → il corpo è fermo
(una funzione descrive in un certo tempo dove si trova il corpo)

Su una stessa traiettoria si possono avere infinite equazioni orarie; cambiando l'equazione oraria si può modificare la traiettoria.

$\vec{r}(t)$ è un vettore una terna ordinata di numeri $\begin{pmatrix} x(t)=p_1(t) \\ y(t)=p_2(t) \end{pmatrix}$ POSIZIONE → rappresenta un vettore

$\begin{cases} x(t)=A\cos\omega t & x^2(t)=A^2\cos^2\omega t \\ y(t)=A\sin\omega t & y^2(t)=A^2\sin^2\omega t \end{cases}$ $x^2+y^2=A^2$ → TRAIETTORIA



$\vec{v}=\frac{d\vec{r}(t)}{dt}$ $\vec{a}=\frac{d\vec{v}(t)}{dt}$

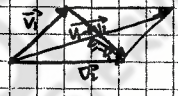
$\vec{v}=\frac{d\vec{r}(t)}{dt} \Rightarrow \lim_{\Delta t\to 0} \frac{\vec{r}_2-\vec{r}_1}{\Delta t}$

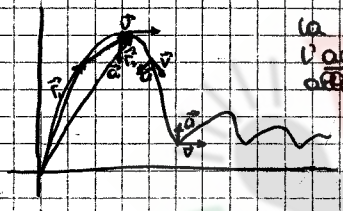
MASTER COPY

Tel. 388/9837745

SOMMA DI VETTORI $\vec{v}_1+\vec{v}_2=(v_{1x}+v_{2x}, v_{1y}+v_{2y}, v_{1z}+v_{2z})$
DIFF $\vec{v}_1-\vec{v}_2=(v_{1x}-v_{2x}, v_{1y}-v_{2y}, v_{1z}-v_{2z})$

$\vec{v}_1=(1,-3,\pi)$ $\vec{v}_2=(\sqrt{2},0,5)$ $\vec{v}_1+\vec{v}_2=(1+\sqrt{2},-3,5+\pi)$
$\vec{v}_1-\vec{v}_2=(1-\sqrt{2},-3,\pi-5)$





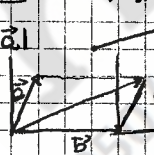
La VELOCITÀ è quella per quale tangente alla traiettoria nell'istante considerato
L'ACCELERAZIONE può essere qualunque, dei punti di max e min è perpendicolare alla velocità (quel vettore accelera e spinge una componente perpendicolare)

TRAIETTORIA RETTILINEA
- SI: velocità e accelerazione direzione retta $\vec{a}\neq 0$ $\vec{a}=0$
- NO: velocità tangente alla traiettoria → MOTO ACCELERATO

(VETTORI → MODULO, INTENSITÀ, NORMA, $\vec{v}:(v_x,v_y,v_z)$ $|\vec{v}|=\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$

$\lambda\vec{a}=(\lambda a_x, \lambda a_y, \lambda a_z)$ $|\lambda\vec{a}|=|\lambda||\vec{a}|$

$\vec{a}+\vec{b}=(a_x+b_x, a_y+b_y, a_z+b_z)$



REGOLA DEL PARALLELOGRAMMA

$\vec{a}+\hat{a}=(0,0,0)$ $(a_x+\hat{a}_x, a_y+\hat{a}_y, a_z+\hat{a}_z)$ $\hat{a}_x=-a_x$ $\hat{a}_y=-a_y$ $\hat{a}_z=-a_z$ $\hat{a}=-1\cdot\vec{a}$

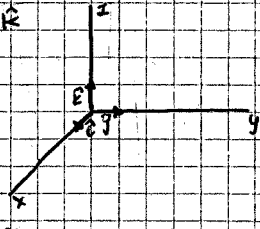
$\vec{a}-\vec{b}=\vec{a}+(-1\cdot\vec{b})=(a_x-b_x, a_y-b_y, a_z-b_z)$



$\vec{a}-\vec{b}$)

(VERSORI $|\vec{v}|=1$
↳ individuano solo le verso

$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$

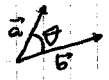


$\hat{i}=(1,0,0)$ $\hat{j}=(0,1,0)$ $\hat{k}=(0,0,1)$

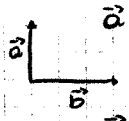
$\vec{a}=a_x\hat{i}+a_y\hat{j}+a_z\hat{k}$

Quando l'angolo è π (vettori stessa direzione verso opposto) la direzione sarà ANTIPARALLELE)

(PRODOTTO SCALARE $\vec{a}\cdot\vec{b}=s$ $s=\vec{a}\cdot\vec{b}=a_xb_x+a_yb_y+a_zb_z$
$=|\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta$



$\vec{a}\perp\vec{b}\Leftrightarrow\vec{a}\cdot\vec{b}=0$



$(3,2,0)$ $(0,0,9)$ $s=\vec{a}\cdot\vec{b}=0$ $\vec{a}\cdot\vec{a}=|a|^2$ $\vec{a}\cdot\vec{b}=\vec{b}\cdot\vec{a}$ $\lambda(\vec{a}\cdot\vec{b})=(\lambda\vec{a})\cdot\vec{b}=\vec{a}\cdot(\lambda\vec{b})$

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

$\vec{a}\cdot\hat{u}$ = componente lungo la direzione $\hat{u}$ $(\vec{a}+\vec{b})\cdot\vec{c}=\vec{a}\cdot\vec{c}+\vec{b}\cdot\vec{c}$ $\hat{a}=\vec{a}/\|a\|$)

(PRODOTTO VETTORIALE (ESTERNO) $\vec{v}=\vec{a}\times\vec{b}$ $\vec{v}=\vec{a}\wedge\vec{b}=(a_yb_z-a_zb_y,\ a_zb_x-a_xb_z,\ a_xb_y-a_yb_x)$

$\vec{v}=\vec{a}\wedge\vec{b}=-\vec{b}\wedge\vec{a}$

$\vec{v}=\hat{i}(a_yb_z-a_zb_y)+\hat{j}(a_zb_x-a_xb_z)+\hat{k}(a_xb_y-a_yb_x)$

$\vec{v}=\begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\a_x&a_y&a_z\\b_x&b_y&b_z\end{vmatrix}$

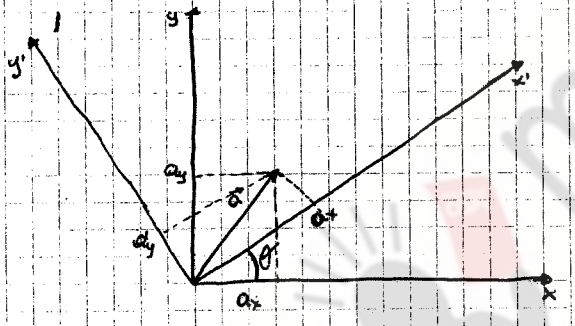
$|\vec{v}|=|\vec{a}||\vec{b}|\sin\theta$ direzione ortogonale al piano dei vettori (REGOLA DELLA MANO DESTRA)

⊙ USCENTE ⊗ ENTRANTE

$\vec{a}\wedge\vec{a}=0$)

$|\vec{a}+\vec{b}|^2=|\vec{a}|^2+|\vec{b}|^2+2\vec{a}\cdot\vec{b}=|\vec{a}|^2+|\vec{b}|^2+2|a||b|\cos\theta$

$|\vec{a}+\vec{b}|^2=(a_x+b_x)^2+(a_y+b_y)^2+(a_z+b_z)^2=a_x^2+b_x^2+2a_xb_x+a_y^2+b_y^2+2a_yb_y+a_z^2+b_z^2+2a_xb_x+2(a_xb_x+a_yb_y+a_zb_z)=|\vec{a}|^2+|\vec{b}|^2+2\vec{a}\cdot\vec{b}$

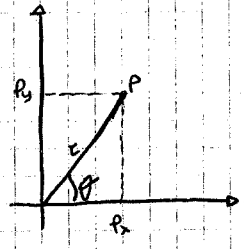


$\begin{cases}a'_x=a_x\cos\theta+a_y\sin\theta\\a'_y=-a_x\sin\theta+a_y\cos\theta\end{cases}$

- $\vec{v}=\frac{\vec{a}\wedge\vec{b}}{|\vec{a}\wedge\vec{b}|}$ $\vec{a}=(1,0,3)$ $\vec{b}=(0,1,0)$

- $(1,0,0)$ $(0,1,0)$ $(1,1,0)$

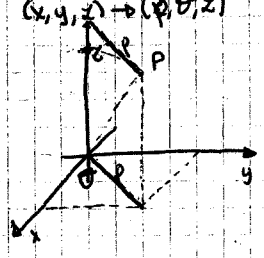
(COORDINATE POLARI (PIANE)



(x,y)
(r,θ) $\begin{cases}x=r\cos\theta\\y=r\sin\theta\end{cases}$ $\begin{cases}r=\sqrt{x^2+y^2}\\\theta=\arctg(y/x)\end{cases}$)

(COORDINATE (CILINDRICHE) POLARI

$(x,y,z)\to(\rho,\theta,z)$



$\begin{cases}x=\rho\cos\theta\\y=\rho\sin\theta\\z=z\end{cases}$ $\begin{cases}\rho=\sqrt{x^2+y^2}\\\theta=\arctg(y/x)\\z=z\end{cases}$

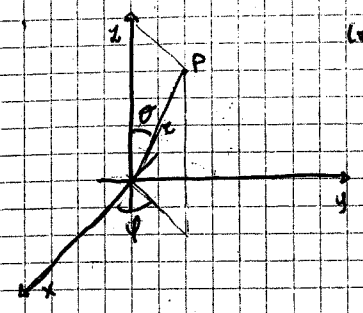
CILINDRO $\rho=R$
$\theta=[0,2\pi]$
$z=[-h/2,\ h/2]$)

www.matteocostantini.com 3831312126 3831983745

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

(COORDINATE POLARI (SFERICHE)



r = angolo polare
(r,θ,φ) $\theta \in [0,\pi]$
$\varphi \in [0,2\pi]$
↳ angolo azimutale

$\begin{cases} x = r \sin\theta \cos\varphi \\ y = r \sin\theta \sin\varphi \\ z = r\cos\theta \end{cases}$

)

MOTO → come la posizione varia nel tempo

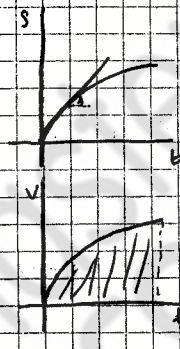
ASCISSA CURVILINEA → distanza di P da O curvilinea $\widehat{OP} = s$ $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t_1 - t_0}$

MOTO UNIFORME → la velocità è costante, scelta qualsiasi coppia di punti

↳ $s(t) = vt + s_0$

$v_0(t_1, t_0) = \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{s(t+\varepsilon) - s(t)}{\varepsilon}$ $v = \frac{ds}{dt}$

↳ VELOCITÀ ISTANTANEA



$v = tg\alpha = \frac{\text{cateto } s}{\text{cateto } t}$

$\Delta s(t_0, t) = \int_{t_0}^{t} v(t)\,dt$

$\Delta \vec{s} = \vec{s}(t_2) - \vec{s}(t)$

$\vec{v}_M = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{1}{t_1 - t} \Delta \vec{s}$

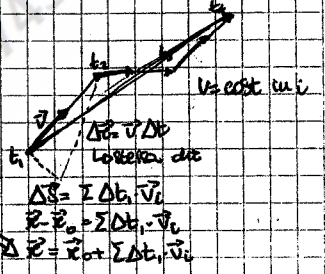
$v_{Mx} = \frac{x_x(t_1) - x_x(t)}{t_1 - t} = \frac{x(t_1) - x(t)}{t_1 - t}$

$v_{My} = \frac{x_y(t_1) + x_y(t)}{t_1 - t}$

$v_{Mz} = \frac{x_z(t_1) - x_z(t)}{t_1 - t}$

$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}\right)$ $\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \dot{\vec{s}}$

$\Delta \vec{s}(t_0, t) = \int_{t_0}^{t} \vec{v}(t)\,dt$ $\vec{s}(t) = \vec{s}_0 + \int_0^t \vec{v}(t)\,dt$

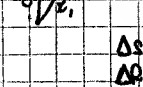


$\vec{s} = (x)$ $v_x = \frac{dx}{dt}$ $v(t) = x_0 + \int_0^t a(\omega t)$ $v(t) = v_0 = \frac{a(\omega)(\omega t)}{\omega}$

↳ abbiamo bisogno della condizione iniziale

$x(t) = 3t^2 + 9t$ $v(t) = 6t + 9$ $x(0) = 0, t$ $x(0) = x_0 + 1 = 0, t + 1$

$v_s = \frac{ds}{dt}$ $|\vec{v}| = |v_s|$



$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \frac{d\vec{s}}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \frac{d\vec{s}}{ds} \cdot v_s$ $\vec{\tau} = \frac{d\vec{s}}{ds}$ $|\vec{\tau}| = 1$ $\vec{\tau}$

$\vec{\tau} \cdot v_s \Rightarrow |\vec{v}| = v_s$

Δs = diff ascissa curvilinea
Δl = diff spostamento

MOTO RETTILINEO UNIFORME → la sua traiettoria è una retta e $\vec{v} = cost$ (è unico)

$\vec{s}(t) = \vec{s}_0 + \int_0^t \vec{v}(t)\,dt = \vec{s}_0 + \vec{v} \cdot t$

ACCELERAZIONE

$\vec{a}_m = \frac{\vec{v}(t_1) - \vec{v}(t_0)}{t_1 - t_0}$ $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{s}}{dt^2}$ $\vec{a} = \frac{d^2\vec{s}}{dt^2} = \ddot{\vec{s}}$ $a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$ $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a}(t)\,dt$

$\vec{s}(t) = \vec{s}_0 + \int_0^t (\vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a}(t)\,dt)\,dt$

MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO $\vec{a} = cost$ $\vec{v} \parallel \vec{a}$ in qualsiasi caso $(\vec{a}(t) = \vec{a})$

$a = \left|\frac{v(t_1) - v(t_0)}{t_1 - t_0}\right|$

$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a}\,dt = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

$\vec{s}(t) = \vec{s}_0 + \int_0^t \vec{v}_0\,dt + \int_0^t \vec{a}t\,dt = \vec{s}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$ → valle solo perché $\vec{a}$ è costante!!!

$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$
$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$
$z(t) = z_0 + v_{0z}t + \frac{1}{2}a_z t^2$