Cinematica unidimensionale	**Spazio (legge oraria)**	**Velocità (istantanea)**	**Accelerazione (istantanea)**
	$x = x_0 + \int_0^t v$	$x' = v = v_0 + \int_0^t a$	$x'' = v' = a$
uniforme	$x = x_0 + vt$	$v = v_0$	$a = 0$
	$x' = \frac{1}{t}x - \frac{x_0}{t}$	$x' = v_0$	$x'' = 0$
	$x \sim x_0 + v_0 t$		
uniformemente accelerato	$x = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2}t^2$	$v = v_0 + at$	$a = a_0$
	$x = x_0 + \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$		$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(x - x_0)}$
	$x'' - \frac{2}{t^2}x + \frac{2}{t^2}(x_0 + v_0 t) = 0$	$x'' - \frac{1}{t}x' + \frac{v_0}{t} = 0$	$x'' = a_0$
	$x \sim x_0 + v_0 t + \frac{a_0}{2}t^2$	$v \sim v_0 + a_0 t$	
smorzato	$x = x_0 + \frac{v_0}{k}\left(1 - e^{-kt}\right)$	$v = v_0 e^{-kt}$	$a = -kv_0 e^{-kt}$
		$x' = v_0 e^{-kt}$	$x'' + kx' = 0$
	$x \sim x_0 + v_0 t + \frac{a_0}{2}t^2$	$v \sim v_0 + a_0 t$	$a \sim -k \cdot v_0$
armonico $A^2 = x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2$, $\operatorname{tg}\varphi = x_0\frac{\omega}{v_0}$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$	$x = A\,\operatorname{sen}(\omega t + \varphi)$	$v = A\omega\cos(\omega t + \varphi)$	$a = -A\omega^2\operatorname{sen}(\omega t + \varphi)$
		$x' = A\omega\cos(\omega t + \varphi)$	$x'' + \omega^2 x = 0$
	$x \sim A\operatorname{sen}\varphi + v_0 t + \frac{a_0}{2}t^2$	$v \sim A\omega\cos\varphi + a_0 t$	$a \sim -A\omega^2\operatorname{sen}\varphi$

	Equazione differenziale	Soluzione
moto uniforme	$\frac{dx}{dt} = v_0$	$x(t) = x_0 + v(t)t$
del tipo:	$\frac{dx}{dt} = x'(t) = \text{cost.}$	$x(t) = x_0 + x'(t)t$
moto uniformemente accelerato	$\frac{d^2x}{dt^2} = a_0$	$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}a(t)t^2$
del tipo:	$\frac{d^2x}{dt^2} = x''(t) = \text{cost.}$	$x(t) = x_0 + x'_0 t + \frac{1}{2}x''(t)t^2$
moto smorzato	$\frac{dv}{dt} = -kv(t)$	$v(t) = v_0 e^{-kt}$
del tipo:	$\frac{dx}{dt} = ax(t) + b$	$x(t) = x_0 e^{at} + \frac{b}{a}(e^{at} - 1) = e^{at}\left(x_0 + \frac{b}{a}\right) - \frac{b}{a}$
moto armonico	$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x(t)$	$x(t) = A\,\text{sen}(\omega t + \varphi)$ con $A^2 = x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2$, $\text{tg}\,\varphi = x_0 \frac{\omega}{v_0}$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$
del tipo:	$\frac{d^2x}{dt^2} = -k^2 x(t)$	$x(t) = \frac{x'_0}{k}\text{sen}(kt) + x_0 \cos(kt)$

Moto in coordinate intrinseche	**Moto rettilineo**		**Moto circolare**	
	uniforme	**uniformemente accelerato**	**uniforme**	**uniformemente accelerato**
accelerazione tangenziale $\vec{a}_T = \frac{dv}{dt}\hat{u}_T$	$a_T = 0$	$a_T = \frac{dv}{dt}$	$a_T = 0$	$a_T = R \cdot \alpha$
accelerazione normale $\vec{a}_N = \frac{v^2}{R}\hat{u}_N$	$a_N = 0$	$a_N = 0$	$a_N = R \cdot \omega^2$	$a_N = R \cdot \omega^2$

	Moto circolare	
	uniforme	**uniformemente accelerato**
angolo $\theta = \theta_0 + \int_0^t \omega = \frac{s}{R}$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t$	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$
velocità angolare $\frac{d\theta}{dt} = \omega = \omega_0 + \int_0^t \alpha = \frac{v}{R}$	$\omega = \omega_0$	$\omega = \omega_0 + \alpha t$
accelerazione angolare $\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{d\omega}{dt} = \alpha = \frac{a_T}{R}$	$\alpha = 0$	$\alpha = \alpha_0$

Moto in coordinate polari		**Moto rettilineo**	**Moto circolare**
velocità radiale $\vec{v}_r = \frac{dr}{dt}\hat{u}_r$	**velocità angolare** $\vec{v}_\theta = r\frac{d\theta}{dt}\hat{u}_\theta$	$v_r = \frac{dr}{dt}$	$v_\theta = r\frac{d\theta}{dt}$
accelerazione radiale $\vec{a}_r = \left[\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\right]\hat{u}_r$	**accelerazione angolare** $\vec{a}_\theta = \left(2\frac{dr}{dt}\frac{d\theta}{dt} + r\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)\hat{u}_\theta$	$a_r = \frac{d^2r}{dt^2}$	$\vec{a} = -r\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 \hat{u}_r + r\frac{d^2\theta}{dt^2}\hat{u}_\theta$

Forze		Moto		
di attrito dinamico	$F_a = N \cdot \mu_d$	uniformemente decelerato	$x'' - \frac{1}{t}x' = \frac{v_0}{t}$	$x(t) = x_0 + v_0 t - \frac{a}{2}t^2$
di attrito viscoso + generica	$R(t) = F - \lambda v$	smorzato + uniformemente accelerato	$x' = \frac{F}{mk}(1 - e^{-kt}) + v_0 e^{-kt}$	
elastica	$F(t) = -k(x - L)$	armonico	$x'' + \frac{k}{m}x = \frac{kL}{m}$	$x(t) = A\,\text{sen}\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \varphi\right) + L$
(oscillatore armonico) + di attrito viscoso	$R(t) = -kx - \lambda x'$	armonico smorzato	$x'' + 2\gamma x' + \omega_0^2 x = 0$ con $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, $\gamma = \frac{\lambda}{2m}$	$x(t) = e^{-\gamma t}(Ae^{tR} + Be^{-tR})$ con $R = \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$
smorzamento forte	$\gamma > \omega_0;\ \lambda > 2k$	*(più smorzato)*	$x(t) = e^{-\gamma t}(Ae^{tR} + Be^{-tR})$	
smorzamento critico	$\gamma = \omega_0;\ \lambda = 2k$		$x(t) = e^{-\gamma t}(at + b)$	
smorzamento debole	$\gamma < \omega_0;\ \lambda < 2k$	*(meno smorzato)*	$x(t) = e^{-\gamma t}A_0\,\text{sen}(\omega t + \varphi)$	
(oscillatore armonico) + di attrito viscoso + periodica	$R(t) = -kx - \lambda x' + F_0\,\text{sen}(\omega t)$	armonico smorzato	$x'' + 2\gamma x' + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m}\text{sen}(\omega t)$	$x(t) = A_0 e^{-\gamma t} \cdot \text{sen}(\tilde{w}t + \varphi) + x_{SP}$ $x_{SP} = A\,\text{sen}(\omega t + \phi)$ con $R = \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}$, $\phi = \text{arctg}\left(\frac{-2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}\right)$, $A = \frac{F_0}{mR}$ $\overline{\omega} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\gamma^2}$, se $\gamma \to 0$:
in fase	$\omega \ll \omega_0;\ \phi \simeq 0$	*(facilitato dalla forzante)*	$x_{SP}(t) \simeq \frac{F_0}{k}\text{sen}(\omega t)$	$\omega \ll \overline{\omega}$
in quadratura di fase	$\omega = \omega_0;\ \phi \simeq \frac{\pi}{2}$		$x_{SP}(t) \simeq \frac{F_0}{2\gamma m\omega}\cos(\omega t)$	$\omega \simeq \overline{\omega}$ (risonanza)
in opposizione di fase	$\omega \gg \omega_0;\ \phi \simeq \pi$	*(ostacolato dalla forzante)*	$x_{SP}(t) \simeq -\frac{F_0}{m\omega^2}\text{sen}(\omega t)$	$\omega \gg \overline{\omega}$
di attrito viscoso	$\vec{F}(\vec{r}) = -\lambda\vec{v}$, con $\lambda = mk$	smorzato	$\vec{a} + k\vec{v} = 0$	$\vec{v}(t) = v_0 e^{-kt}$
(pendolo semplice)	$\vec{F}(t) = \vec{T} + m\vec{g}$	armonico	$\theta'' + \frac{g}{R}\theta = 0$	$\theta(t) = A\,\text{sen}(\omega t + \varphi)$
di gravità	$\vec{F}_1(\vec{r}) = -\gamma\frac{m \cdot m_1}{r^2}\hat{u}_r$, $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N · m^2 / kg^2			
di Coulomb	$\vec{F}_1(\vec{r}) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \cdot q_1}{r^2}\hat{u}_r$, $\varepsilon_0 = 8{,}8542 \cdot 10^{-12}$ C^2 / N · m^2			

<table>
<tr><th>Massa singola</th><th>Sistema di masse</th><th>Corpo rigido</th></tr>
<tr><td>$\vec{r} = x\hat{u}_x + y\hat{u}_y + z\hat{u}_z$</td><td colspan="2">$\vec{R}_{CM} = \frac{\sum_j m_j \vec{r}_j}{M}$</td></tr>
<tr><td>$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v_x\hat{u}_x + v_y\hat{u}_y + v_z\hat{u}_z$</td><td colspan="2">$\vec{V}_{CM} = \frac{\sum_j m_j \vec{v}_j}{M}$</td></tr>
<tr><td>$\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = a_x\hat{u}_x + a_y\hat{u}_y + a_z\hat{u}_z$</td><td colspan="2">$\vec{A}_{CM} = \frac{\sum_j m_j \vec{a}_j}{M}$</td></tr>
<tr><td>legge d'inerzia: $\vec{p} = m\vec{v} = \text{cost.}$</td><td colspan="2">teorema della conservazione della quantità di moto: $\vec{P}_{CM} = M\vec{V}_{CM} = \text{cost.}$</td></tr>
<tr><td>legge di Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$</td><td colspan="2">teorema del centro di massa: $\vec{R}^E = M\vec{A}_{CM}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$E_K = \frac{1}{2}m\vec{v}^2$</td><td colspan="2">2° teorema di König: $E_K = \frac{1}{2}M\vec{V}_{CM}^2 + E'_K$</td></tr>
<tr><td>$E'_K = \frac{1}{2}\sum_j m_j \vec{v}_j'^2$</td><td>$E'_K = \frac{1}{2}I_z\omega^2$</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">$E_P = \sum_j U^E(\vec{r}_j) + \frac{1}{2}\sum_i \sum_{j\neq i} U(\lvert\vec{r}_i - \vec{r}_j\rvert)$</td></tr>
<tr><td>$\vec{L} = m\vec{R} \times \vec{v} + \vec{L}'$, con $\vec{L}' = m\vec{r} \times \vec{v}$</td><td>1° teorema di König: $\vec{L} = M\vec{R}_{CM} \times \vec{V}_{CM} + \vec{L}'$
con $\vec{L}' = \sum_j m_j \vec{r}_j' \times \vec{v}_j'$</td><td>$\vec{L} = I_z\vec{\omega} + \vec{L}_{xy}$
con $I_z = \sum_j m_j \vec{R}_j^2$, $\vec{L}_{xy} = -\sum_j m_j z_j \omega \vec{R}_j$</td></tr>
<tr><td>teorema del momento angolare:
$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}^E$</td><td>teorema del momento angolare:
$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}^E - \vec{V}_O \times \vec{P}_{CM}$, con $\vec{M}^E = \sum_j \vec{r}_j \times \vec{F}_j^E$</td><td>$\vec{M}_{TOT}^E = \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}^E + \vec{M}_{RV}$
con $\vec{M}^E = \sum_j \vec{R}_j \times \vec{F}_j^E$, $\vec{M}_{RV} = \hat{u}_z \times \sum_j z_j \vec{F}_j^E$</td></tr>
</table>

	Velocità relativa	Accelerazione relativa
<u>Moto di trascinamento</u>	$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V} + \vec{\omega} \times \vec{r}'$ ($\vec{V}$ traslatorio, $\vec{\omega} \times \vec{r}'$ rotatorio)	$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{A} + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}') + 2\vec{\omega} \times \vec{v}' + \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r}'$ ($\vec{A}$ traslatorio, $\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$ centrifugo, $2\vec{\omega} \times \vec{v}'$ di Coriolis, $\frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r}'$ di inclinazione asse)
rettilineo ($\vec{\omega} = \vec{\omega}' = 0$)	$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}_0 + \vec{A}t$	$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{A}$
rotatorio uniforme ($\vec{\omega} = \text{cost.}$, $\vec{\omega}' = \text{cost.}$, $O = O'$, $z = z'$)	$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{\omega} \times \vec{r}'$	$\vec{a} = \vec{a}' - \omega^2 \vec{r}' + 2\vec{\omega} \times \vec{v}'$
rispetto alla Terra	*(la forza di Coriolis determina una caduta dei gravi verso est)*	$\vec{a}' = \vec{g} + 2\omega v' \cos\varphi \hat{u}_y' + \omega^2 r' \cos\varphi \hat{u}_x'$

Campi scalari e vettoriali	**Campo di forze**	**Energia potenziale**	**Campo di accelerazione**	**Potenziale**
	$\vec{F}(\vec{r}) = -\nabla_{\vec{r}} U(\vec{r})$	$U(\vec{r}) = -\int \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r}$	$\vec{f}(\vec{r}) = -\nabla_{\vec{r}} V(\vec{r})$	$V(\vec{r})$
gravitazionale $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N{\cdot}m^2/kg^2}$	$\vec{F}_i(\vec{r}) = m\vec{G}_i(\vec{r})$	$E_{P_i}(\vec{r}) = mV_i(\vec{r})$	$\vec{G}_i(\vec{r}) = -\gamma \frac{m_i}{\lvert\vec{r}-\vec{r}_i\rvert^2} \hat{u}_r$	$V_i(\vec{r}) = \lvert\vec{r}-\vec{r}_i\rvert \cdot G_i(\vec{r})$
elettrostatico $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ $\varepsilon_0 = 8{,}8542 \cdot 10^{-12}\ C^2/N \cdot m^2$	$\vec{F}_i(\vec{r}) = q\vec{E}_i(\vec{r})$	$E_{P_i}(\vec{r}) = qV_i(\vec{r})$	$\vec{E}_i(\vec{r}) = k \frac{q_i}{\lvert\vec{r}-\vec{r}_i\rvert^2} \hat{u}_r$	$V_i(\vec{r}) = \lvert\vec{r}-\vec{r}_i\rvert \cdot E_i(\vec{r})$
	distribuzione planare	*(esterno)*	$\vec{E}(z) = \pm \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \hat{u}_N$	$V(z) = \pm zE(z)$
		(tra due)	$\vec{E}(z) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \hat{u}_N$	$V(z) = -zE(z)$
	guscio sferico (esterno)		$\vec{E}(r) = k \frac{Q}{r^2} \hat{u}_r$	$V(r) = \frac{1}{r} \vec{E}(r)$
	filo		$\vec{E}(\vec{r}) = k \frac{\lambda}{r} \hat{u}_r$	$V(r) = -r \log\left(\frac{r}{r_0}\right) E(\vec{r})$
di volume	$\vec{F}(z) = m\vec{g}(z)$	$P(z) = -\rho V(z)$	$\vec{g}(z) = -g\hat{u}_z$	$V(z) = gz$

<u>**Trasformazioni termodinamiche**</u> (per i gas ideali)	**Quantità di calore** $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ $(\Delta W = P \cdot \Delta V,\ \Delta U = n \cdot c_v \cdot \Delta T)$	**Entropia** (trasformazioni reversibili) $S = \frac{Q}{T} = n \cdot c_V \cdot \ln \frac{T \cdot V^{\gamma - 1}}{\Lambda} = n \cdot c_V \cdot \ln \frac{P \cdot V^{\gamma}}{\Lambda'}$
isoterme $P \cdot V =$ cost. (legge di Boyle)	$\Delta Q = nRT \cdot \ln \frac{V_B}{V_A}$ $(\Delta U = 0)$	$\Delta S = nR \cdot \ln \frac{V_B}{V_A}$
isobare $V = V_0 \alpha T$ (I legge di Gay-Lussac)	$\Delta Q = n \cdot c_P \cdot \Delta T$	$\Delta S = n \cdot c_P \cdot \ln \frac{V_B}{V_A}$
isocore $P = P_0 \alpha T$ (II legge di Gay-Lussac)	$\Delta Q = n \cdot c_v \cdot \Delta T$ $(\Delta W = 0)$	$\Delta S = n \cdot c_V \cdot \ln \frac{T_B}{T_A}$
adiabatiche $T \cdot V^{\gamma - 1} =$ cost., $P \cdot V^{\gamma} =$ cost.	$\Delta Q = 0$	$\Delta S = 0$