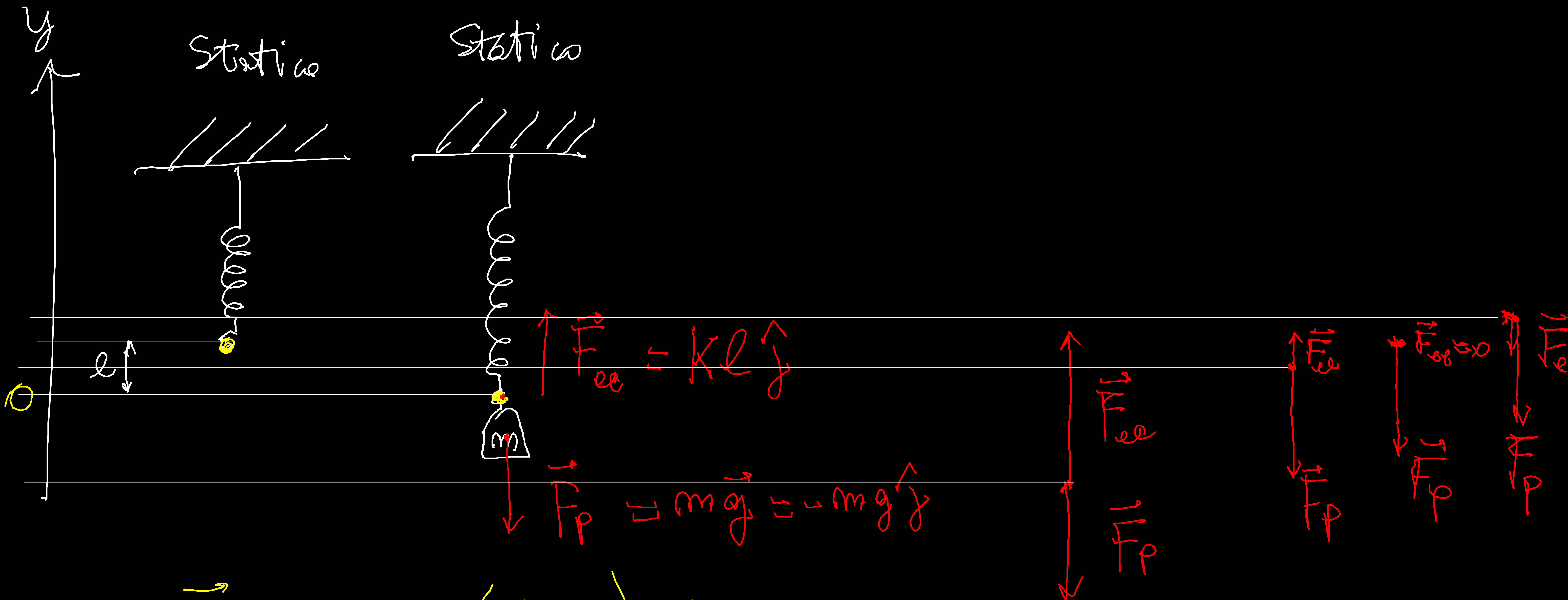


$$\vec{F}_{el} = K\ell\hat{j}$$

$$\vec{F}_p = m\vec{g} = -mg\hat{j}$$

$$\vec{F}_{el} = K(\ell - y)\hat{j}$$

Statica $\quad Kl = mg$

Dinamica $\quad$ origine y nella posizione equilibrio con massa m appesa

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

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

P2, y $\quad (l-y)K - mg = m a_y \qquad$ uso $Kl = mg$

$$-yK = m a_y$$

formalmente identica all'eq. blocco m orizz.

$$y(t) = A\cos(\omega t + \phi)$$

oscillatore armonico $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$

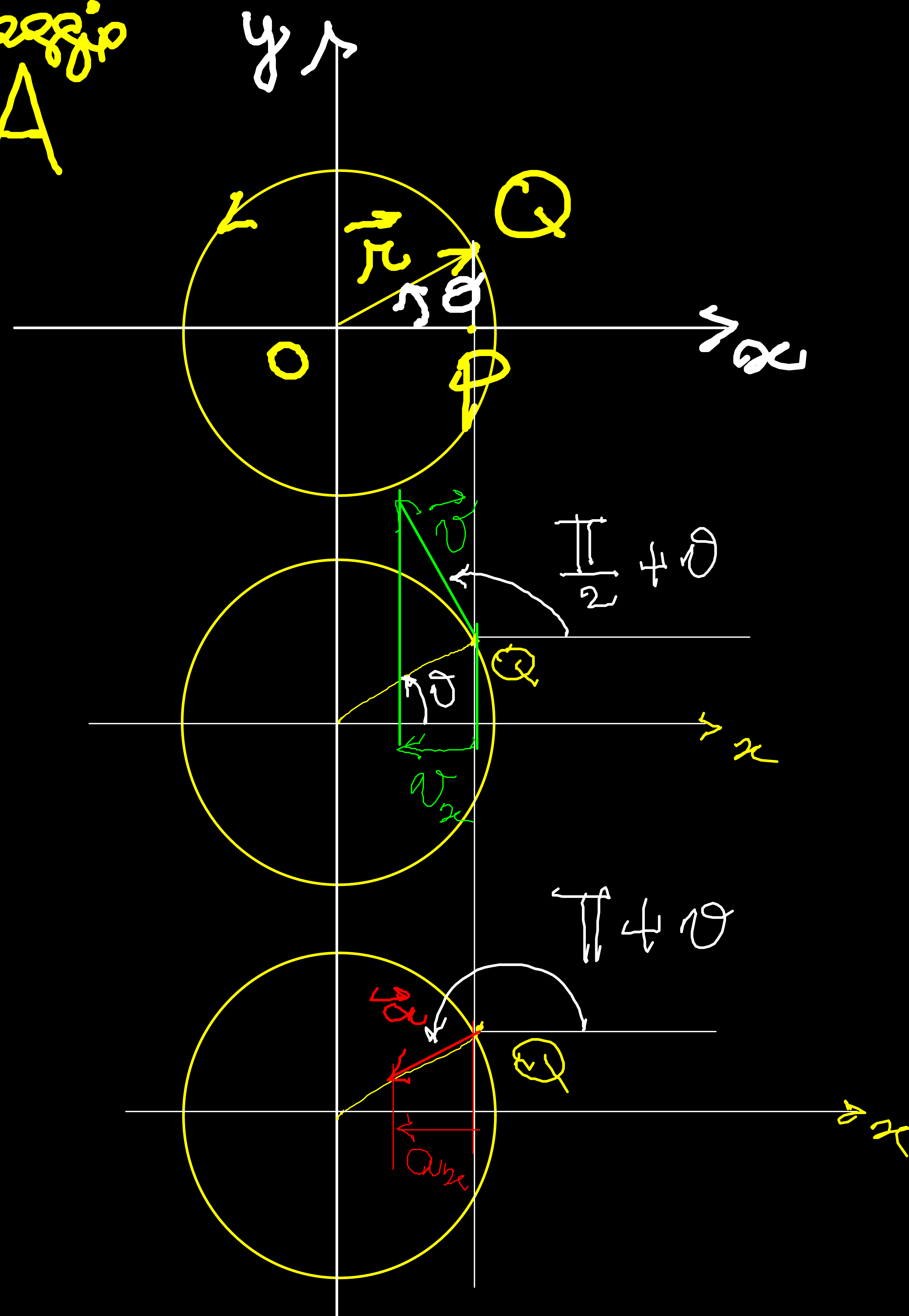
$y \longleftrightarrow x$

14.5 esercitatevi sugli altri esempi

di oscillatori armonici

14.6 Moto armonico $\longleftrightarrow$ moto circolare unif.

raggio A



$\vartheta = \vartheta(t)$ $\qquad \frac{d\vartheta}{dt} = \omega_z = \text{cost}$

$\vartheta = (\omega t + \phi)$

Proiezione x $\qquad x = A\cos\vartheta$

$x = A\cos(\omega t + \phi)$

$v_x = v\cos\left(\vartheta + \frac{\pi}{2}\right) = -v\,\text{sen}\,\vartheta$

$v = A\omega \qquad \vartheta = \omega t + \phi$

$a_x = a\cos(\vartheta + \pi) =$

Analogamente per proiezione $y(t)$

$\operatorname{sen}\theta \Longrightarrow$ differenza di fase $\frac{\pi}{2}$

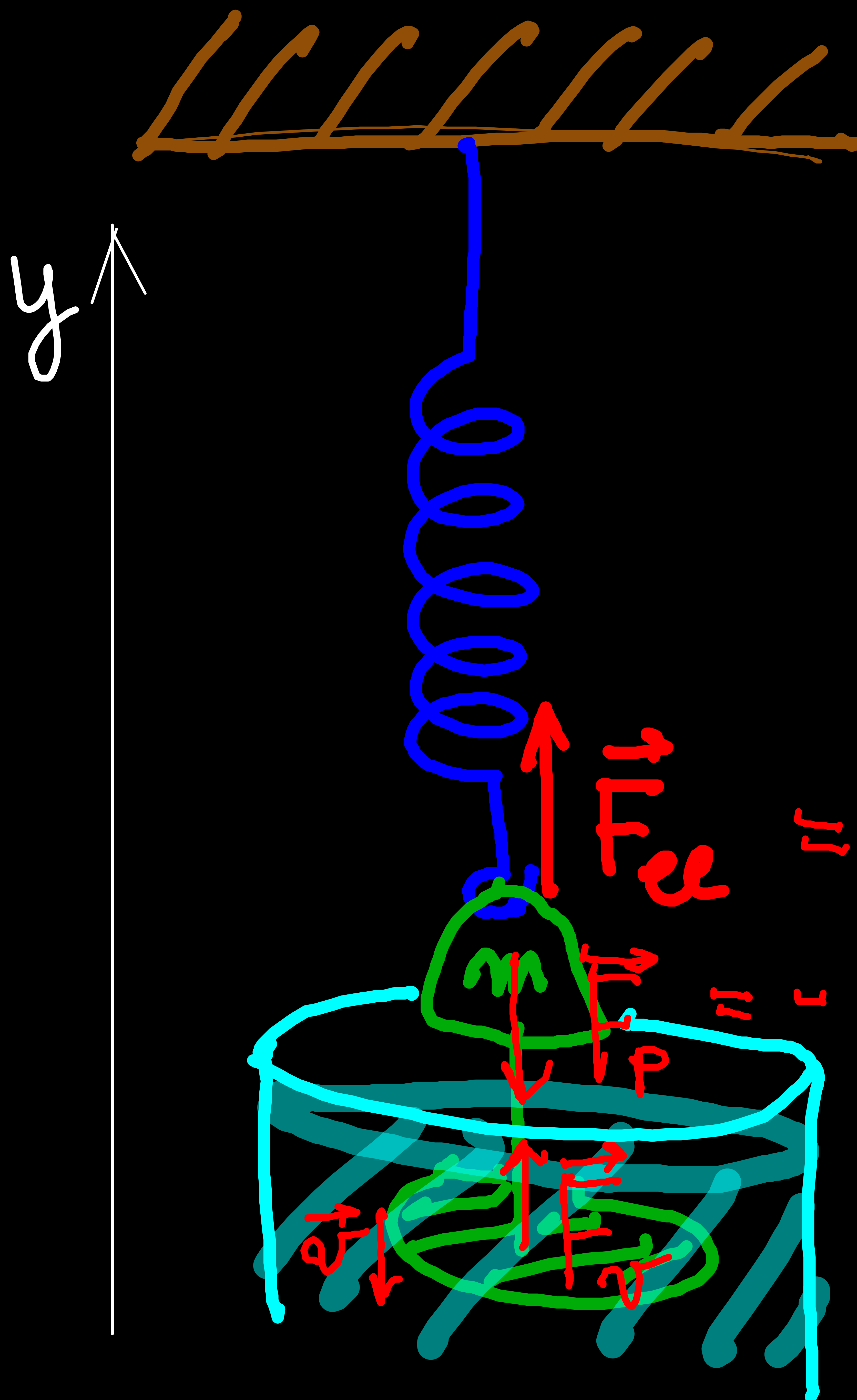
risp. proiezione $x(t)$

Vale anche il viceversa se compongo

due moti armonici $x(t)$ e $y(t)$ sfasati $\frac{\pi}{2}$

moto circolare uniforme con ω

Moto armonico smorzato



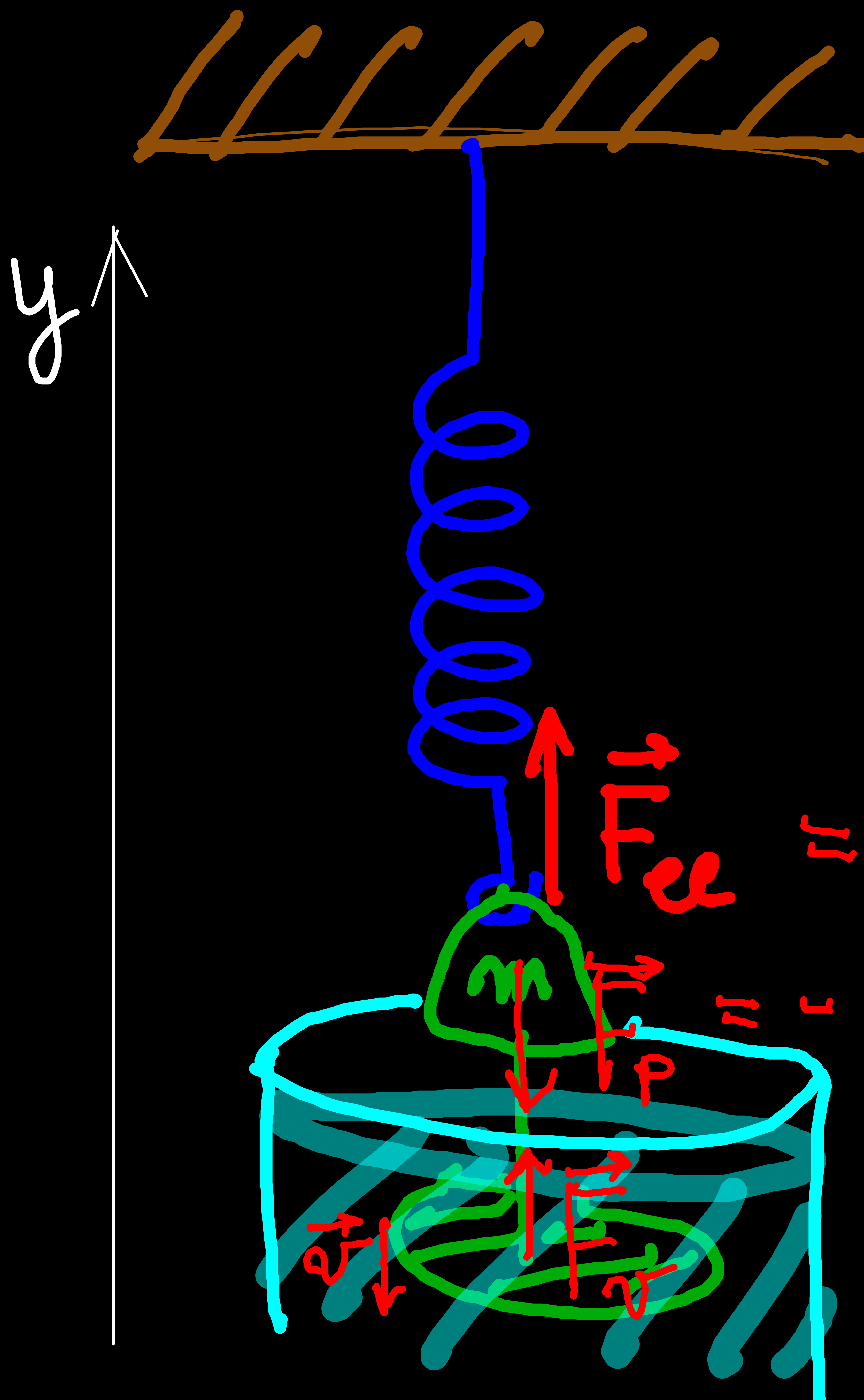
$\vec{F}_{el} = k(\ell - y)\,\hat{j}$

$\vec{F}_P = -mg\,\hat{j}$

$\uparrow \vec{v} \quad \downarrow \vec{F}_v$

$\vec{F}_v = -b\vec{v}$

Moto armonico smorzato



$$\vec F_{el} = k(l-y)\hat j$$

$$\vec F_p = -mg\hat j$$

$\uparrow \vec v$ $\downarrow \vec F_v$

$$\vec F_v = -b\vec v$$

$$\sum \vec F = m\vec a$$

$$\vec F_{el} + \vec F_p + \vec F_v = m\vec a$$

proietto in y

$$k(l-y) - mg + F_{vy} = m a_y$$

$$F_{vy} = (-b\vec v)_y = \underbrace{(-b)(\vec v)_y}_{-b v_y}$$

$$\cancel{K\ell} - Ky - \cancel{mg} - b v_y = m a_y$$

$$m a_y = -Ky - b v_y$$

$$a_y = -\frac{K}{m} y - \frac{b}{m} v_y$$

attenzione
y, v_y, a_y
sono funzioni del tempo

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dy}{dt} + \frac{K}{m} y = 0 \qquad y = y(t)$$

Eq. del moto oscillatore armonico smorzato

L'incognita è la funzione $y(t)$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dy}{dt} + \frac{K}{m}y = 0$$

eq. diff. 2° ordine, lineare, omogenea, coeff. cost.

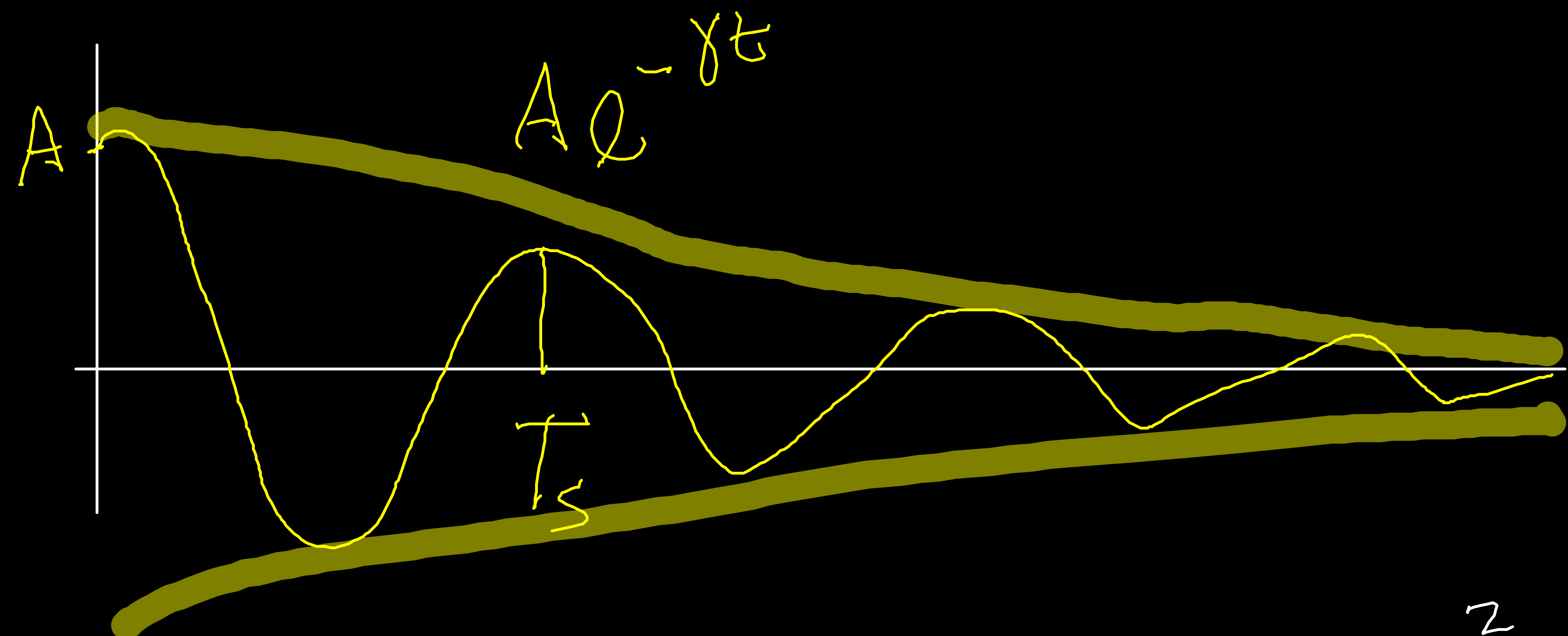
Soluzione di prova $y(t) = e^{\lambda t}$ $\lambda = \alpha + i\beta$

trovo una eq. algebrica di 2° grado in λ

1) Soluzione **sotto-smorzata** $\left(\frac{b}{2m}\right)^2 < \frac{K}{m}$

$$y(t) = \underbrace{A e^{-\gamma t}}_{\text{amp. dip. dal } t} \cos(\omega_s t + \phi)$$

$$\begin{cases} \gamma = \frac{b}{2m} \\ \omega_s = \sqrt{\frac{K}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2} \end{cases}$$



2) Soluzione sovrasmorzata $\left(\frac{b}{2m}\right)^2 > \frac{K}{m}$

la forza smorzante impedisce le oscillazioni

$y(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}$ ← si porta esponenzialmente all'equ

3) Soluzione con smorzamento critico

$y(t) = (C_1 + C_2 t)\, e^{\lambda t}$ $\quad \lambda = -\frac{b}{2m}$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dy}{dt} + \frac{K}{m}y = 0$$

nei circuiti elettrici ho una analogia

completa con eq. meccanica

fcm i $\quad i(t) \quad q(t)$

$L \quad R \quad C$

Cap. 15 → Solidi e fluidi

Sostanze in Natura rientrano in 3 fasi
$\begin{cases} 1 \text{ SOLIDA} \\ 2 \text{ LIQUIDA} \\ 3 \text{ GASSOSA} \end{cases}$

(1) forze esterne → tendono a mantenere Volume forze

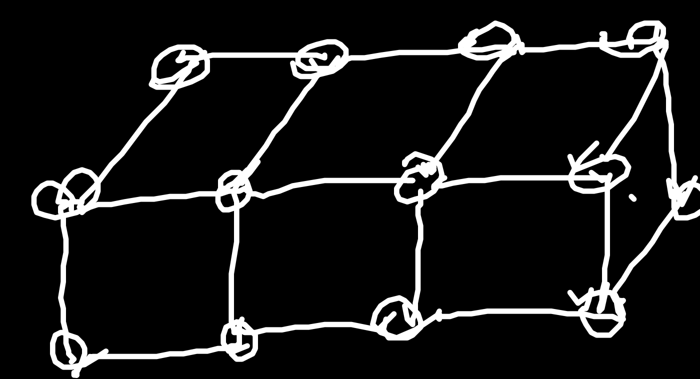
(2) " " → " " " solo Volume

(3) " " né volume né forma

Demarcazione 1/2/3 non sempre netta

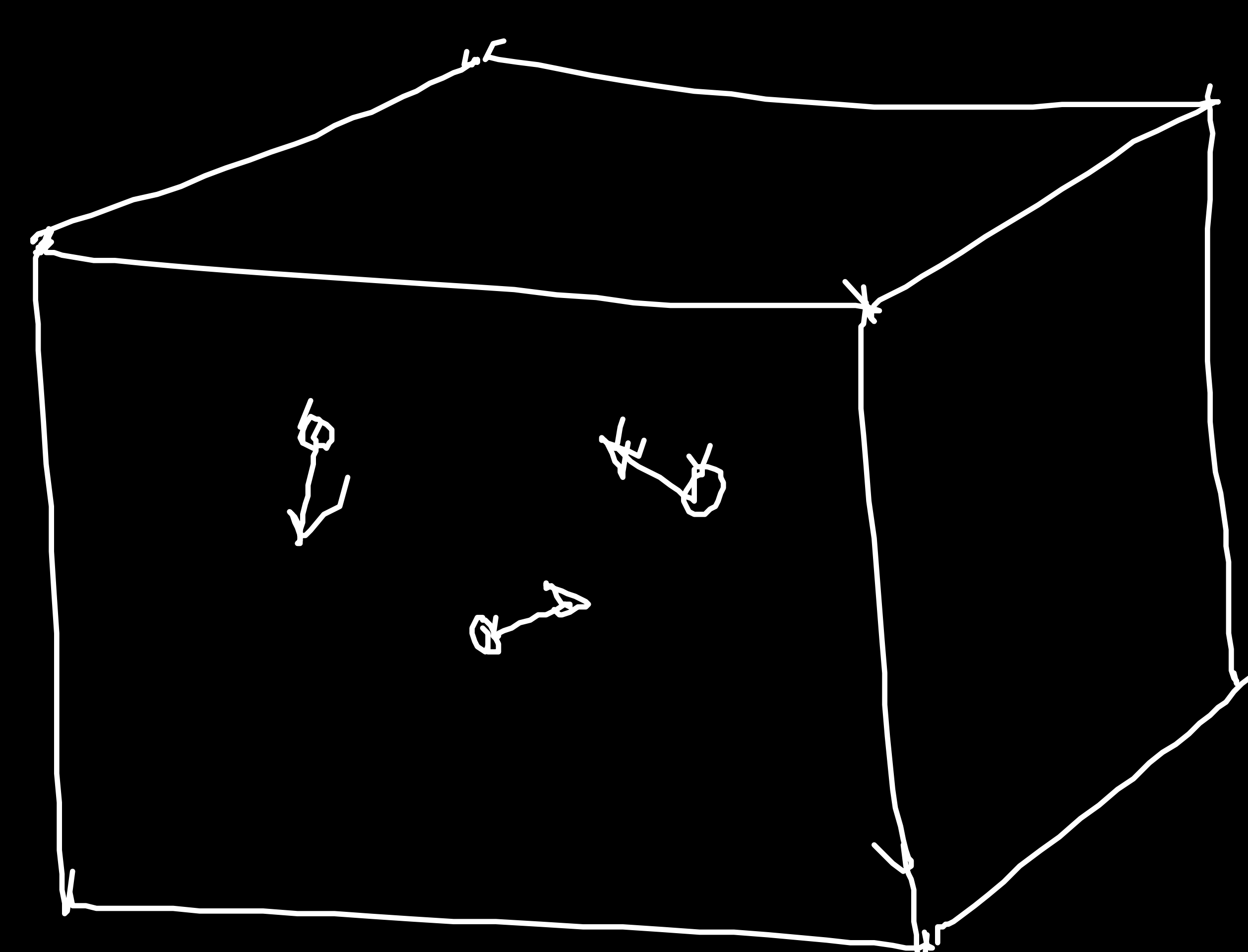
4ª fase plasma

sostanze tipiche

1)  sale, diamante

2)  disordinati

acqua

3)  aria

Proprietà generali dei solidi

hanno forma propria

densità tipiche $(0.8 \div 20) \cdot 10^3 \frac{Kg}{m^3}$

max osmio $Z=76$
22.6

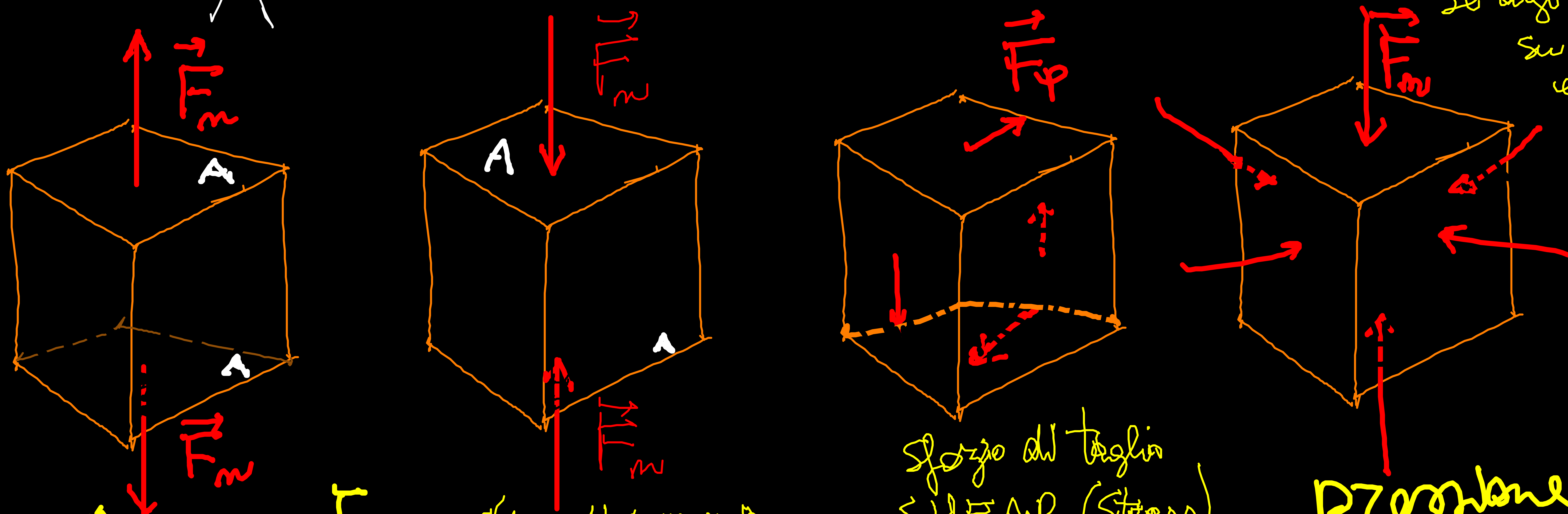
esistono anche aerogel $2 Kg/m^3$

Applicando forze esterne e mantenendoli in equilibrio (" " + eventualmente vincoli).
i solidi cambiano "poco" dimensioni geometriche e forma

Si introduce la grandezza fisica SFORZO

σ (sigma) rapporto intensità forza diviso la superficie A

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



Se agisco su tutte e 6 le facce

sforzo di trazione $\sigma_t = \frac{F_n}{A}$

sforzo di compressione σ_t

sforzo di taglio SHEAR (stress) $\sigma_s = \frac{F_p}{A}$

pressione $p = \frac{F_n}{A}$

l'atmosfera terrestre 1 atm

$$P_0 = \underbrace{1.01}_{3\ \text{cifre}} \times 10^5\ Pa$$

$$Pa = \frac{N}{m^2}$$

$$\underbrace{1.01325}_{6\ \text{cifre}} \cdot 10^5\ Pa$$