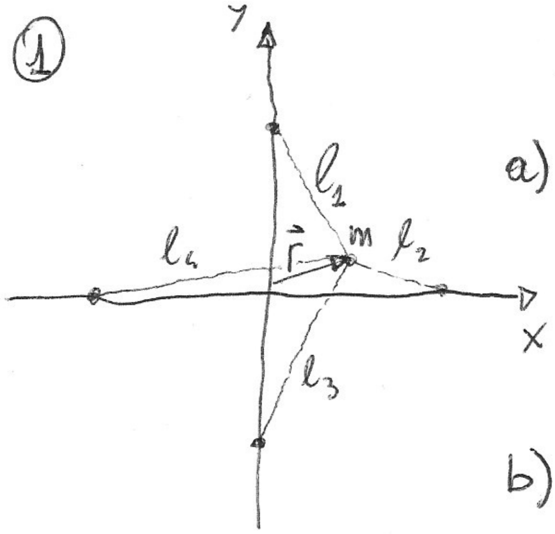
① 

sia $\vec{r} = (x, y)$

a) $\sum_{i=1}^{4} \ell_i^2 = (L-y)^2 + x^2 + (L-x)^2 + y^2 + (L+y)^2 + x^2 + (L+x)^2 + y^2 =$

$= L^2 + y^2 \cancel{-2Ly} + x^2 + L^2 + x^2 \cancel{-2Lx} + y^2 + L^2 + y^2 \cancel{+2Ly} +$

$+ x^2 + L^2 + x^2 \cancel{+2Lx} + y^2 =$

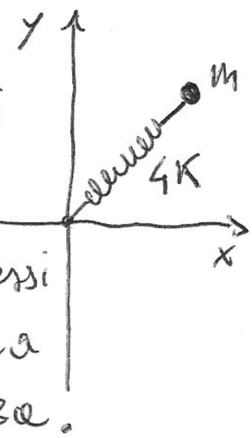
$= 4L^2 + 4x^2 + 4y^2 = \underline{4L^2 + 4r^2}$

b) $U = \sum_{i=1}^{4} \frac{1}{2} K \ell_i^2 = \frac{1}{2} K \sum_{i=1}^{4} \ell_i^2 = \frac{1}{2} K (4L^2 + 4r^2)$

ma siccome all'energia potenziale si può sempre aggiungere o sottrarre una costante, scelgo $U = \frac{1}{2}(4K)r^2$

c) la funzione $U = \frac{1}{2}(4K)r^2$ ha ovviamente un minimo assoluto in $r=0$

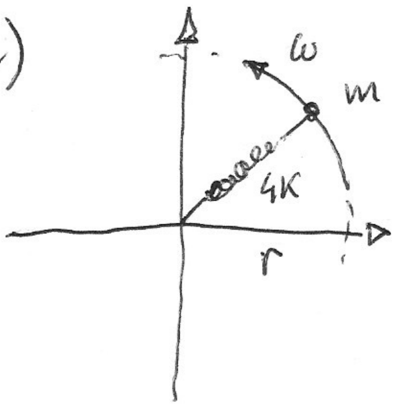
d) $U = \frac{1}{2}(4K)r^2$ è la stessa energia potenziale di questo sistema.



quindi tutti i moti possibili sono gli stessi del sistema di partenza.

una massa m connessa ad un punto fisso tramite una molla di costante elastica 4K ovviamente può compiere un moto armonico di

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4K}} = \pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

e) 

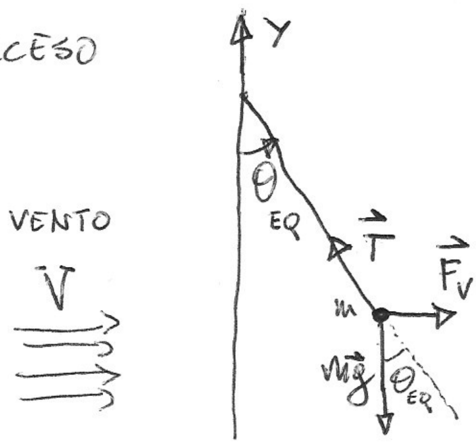
una massa m connessa ad un punto fisso tramite una molla di costante elastica 4K può ovviamente compiere un moto circolare uniforme purché la forza centripeta sia quella data dalla molla

$m\omega^2 \cancel{r} = 4K \cancel{r} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{4K}{m}} \Rightarrow T = \pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

②

Fase 1 - VENTILATORE ACCESO

all'equilibrio:

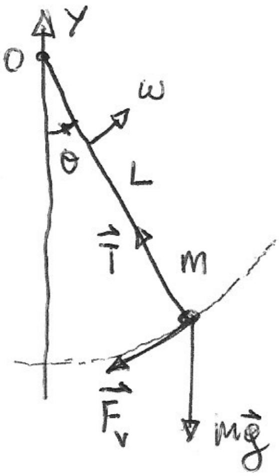


$\theta_{EQ} = 8°$

$$\begin{cases} mg = T\cos\theta_{EQ} \\ 6\pi R\eta V = T\sin\theta_{EQ} \end{cases}$$

$$6\pi R\eta = \frac{mg}{V}\, tg\,\theta_{EQ}$$

Fase 2 - VENTILATORE SPENTO - moto armonico smorzato



SI SCRIVA LA II EQ CARDINALE PER m rispetto al polo O

$$mL^2\ddot{\theta} = -6\pi R\eta L^2\dot{\theta} - mg\sin\theta$$

dividiamo per L^2 e poniamo $\sin\theta \simeq \theta$

$$m\ddot{\theta} + \underbrace{6\pi R\eta}_{b}\,\dot{\theta} + \frac{mg}{L^2}\theta = 0$$

MOTO ARMONICO SMORZATO. SI HA QUINDI PER L'AMPIEZZA $\theta_{MAX} = \theta_0 e^{-\frac{b}{2m}t}$

PONENDO L'AMPIEZZA FINALE $\theta_{MAX} = \theta_{FIN} = 2°$

ED AVENDO L'AMPIEZZA INIZIALE $\theta_{MAX} = \theta_0 = \theta_{EQ} = 8°$

DETTO t^* IL TEMPO RICHIESTO

$$\theta_{FIN} = \theta_{EQ}\, e^{-\frac{6\pi R\eta}{2m}t^*} \qquad \frac{\theta_{FIN}}{\theta_{EQ}} = e^{-\frac{\cancel{m}g\, tg\,\theta_{EQ}}{2\cancel{m}V}t^*}$$

$$t^* = \frac{2V}{g\, tg(8°)}\ln\left(\frac{8°}{2°}\right) = \frac{2V}{g\, tg(8°)}\ln(4)$$

③ → supponiamo per assurdo che si abbia un corpo per cui $\varepsilon_I \neq \varepsilon_A$. sia T_0 la sua temperatura

→ si racchiuda tale corpo in una scatola fatta da un materiale con $\varepsilon = 1$ (corpo nero) e posta anch'essa a temperatura T_0

→ sia tutto il sistema isolato dall'esterno

→ IN TALI CONDIZIONI la potenza irraggiata dal corpo vale

$$P_{OUT} = \varepsilon_I \sigma A T_0^4,$$

mentre la potenza assorbita $P_{IN} = \varepsilon_A \sigma A T_0^4$,

QUINDI la potenza totale in ingresso, fornita al corpo, vale

$$P = P_{IN} - P_{OUT} = (\varepsilon_A - \varepsilon_I)\, \sigma A T_0^4$$

→ SE $\varepsilon_A \neq \varepsilon_I$ si ha $P \neq 0$ e quindi il corpo in questione si raffredda (o si riscalda) mentre la scatola si riscalda (o si raffredda)

→ in entrambi i casi si ha una violazione diretta del II principio, in quanto trasmissione di calore da un corpo + freddo ad uno + caldo senza fornire lavoro

→ DI CONSEGUENZA l'ipotesi $\varepsilon_I \neq \varepsilon_A$ deve essere falsa, quindi

$$\varepsilon_I = \varepsilon_A \qquad \forall \text{ corpo} \quad \forall T_0$$