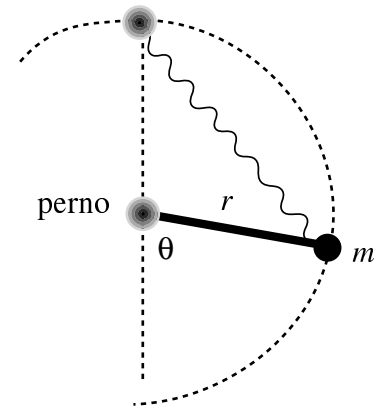


## Meccanica

Un gravimetro è composto da una massa  $m$  appesa ad una molla di costante elastica  $k$  ( $k/m = 4\pi^2 \text{ s}^{-2}$ ) libera di oscillare verticalmente nel campo gravitazionale terrestre di intensità  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .

1. Se la più piccola ampiezza di oscillazione rivelabile è  $\Delta z = 10^{-5} \text{ m}$ , quale è la più piccola variazione  $\Delta g$  misurabile?

Per ottenere un gravimetro con alta sensibilità è stato costruito il sistema illustrato in figura. La massa  $m$  è attaccata ad un'asta di massa trascurabile di lunghezza  $r$  libera di ruotare in un piano verticale attorno ad un perno. La molla è connessa ad un estremo alla massa  $m$  ed all'altro ad un punto fisso a distanza  $r$  sulla verticale del perno.



2. Mostrare che se la molla ha lunghezza a riposo  $\ell_0 = 0$  e se  $r = mg/k$ , il pendolo è in equilibrio per ogni  $\theta$ .
3. Supposto  $mg = 0.9 kr$ , determinare la lunghezza a riposo  $\ell_0$  tale che la posizione 'orizzontale'  $\theta = \pi/2$  sia di equilibrio stabile e determinare la frequenza delle piccole oscillazioni.
4. Se la più piccola ampiezza di oscillazione rivelabile è  $\Delta z = 10^{-5} \text{ m}$ , quale è la più piccola variazione  $\Delta g$  misurabile?

## Relatività

Un protone urta frontalmente un fotone di energia  $E_\gamma = 10^{-12} m_p c^2$ , dove  $m_p$  è la massa del protone.

1. Quale energia  $E_p$  deve avere il protone affinché il processo  $p\gamma \rightarrow \Delta$  sia possibile, se  $m_\Delta = 1.3m_p$ ?
2. La  $\Delta$  viene prodotta e successivamente decade in un protone  $p'$  ed in un fotone  $\gamma'$ . Quali energie hanno le particelle di decadimento, nel sistema di quiete della  $\Delta$ ?
3. Nel sistema di quiete della  $\Delta$ ,  $p'$  e  $\gamma'$  vengono emessi in direzione ortogonale alle velocità delle particelle  $p$  e  $\gamma$  originarie. Quali energie  $E_{p'}$  ed  $E_{\gamma'}$  hanno le particelle di decadimento nel sistema iniziale?

## Termodinamica

Si considerino tre corpi incompressibili  $A$ ,  $B$  e  $C$ , della stessa capacità termica costante nelle trasformazioni che saranno indicate. Le temperature iniziali dei tre corpi sono  $T_A = T_B = 300 \text{ K}$  e  $T_C = 100 \text{ K}$ . Una macchina termica preleva calore da  $B$  e cede calore a  $C$  fino ad esaurimento della differenza di temperatura producendo lavoro nei suoi cicli. Il sistema complessivo è termicamente isolato.

1. Determinare la temperatura finale di  $B$  e  $C$  a cui corrisponde il massimo lavoro prodotto  $L_{\max}$ , giustificando brevemente il risultato.

Viene quindi prelevato calore da  $B$ , ceduto calore ad  $A$  di cui viene aumentata la temperatura, mediante cicli reversibili in cui viene utilizzato il lavoro  $L = L_{\max}$ .

2. Determinare la temperatura raggiunta da  $A$ .
3. Quali relazioni legano alle altre temperature la temperatura massima  $T_{\max}$  che uno dei corpi può raggiungere operando mediante macchine reversibili senza fornire calore o lavoro al sistema dall'esterno? Si verifichi che  $T_{\max} = 400 \text{ K}$  soddisfa queste relazioni, e si determinino le corrispondenti temperature degli altri due corpi.