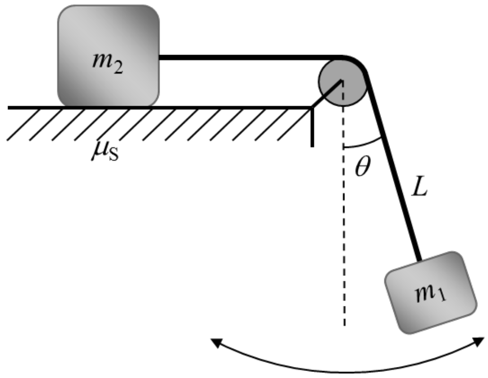
II Appello – 17 settembre 2013

Problema 1

Un corpo di massa m_1 è appeso tramite una fune e una carrucola ideali a un corpo di massa $m_2 = 5m_1$ appoggiato su un piano orizzontale scabro con coefficiente di attrito statico $\mu_S = 0.4$, come in figura. La distanza del corpo di massa m_1 dalla carrucola è pari a L.
Si determini l'ampiezza massima θ_{MAX} con la quale il corpo di massa m_1 può oscillare senza far muovere il corpo di massa m_2.



Problema 2

Si enunci e dimostri il teorema di Carnot.

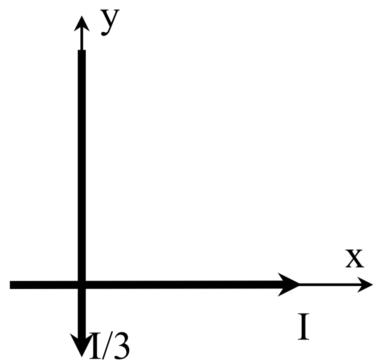
Problema 3

Si considerino i materiali conduttori.

a) Si dia la definizione di condotture in equilibrio elettrostatico e se ne riportino, giustificandole, le principali proprietà.
b) Si chiariscano brevemente i concetti di induzione elettrostatica e di schermo elettrostatico, fornendo qualche esempio.

Problema 4

Si considerino due fili rettilinei indefiniti, elettricamente isolati tra loro, che giacciono nel piano (x,y) (vedi figura), percorsi da una corrente pari ad I e I/3 dirette come in figura.
Si calcoli il campo **B** (*modulo, direzione e verso*) in tutti i punti del piano (x,y) e si individuino i punti dove tale campo è nullo.



Nota: Si invitano gli studenti a motivare e commentare adeguatamente ogni formula usata negli esercizi. Nei problemi a carattere numerico è obbligo dare prima la soluzione in forma letterale, sostituendo i valori numerici soltanto alla fine.

Secondo appello del 17/09/13

Esercizio 1

Applichiamo la seconda legge della Dinamica a entrambi i corpi. Riferendosi alla Fig. 1 si ha per la massa m_1:

$$\begin{cases} m_1 g \cos\theta - T = -m_1 \dfrac{v^2}{L} \\ \\ -m_1 g \sin\theta = m_1 a_T \end{cases}$$

da cui si ottiene che la tensione della fune è pari a:

$$T(\theta) = m_1 g \cos\theta + m_1 \frac{v^2(\theta)}{L} \tag{1}$$

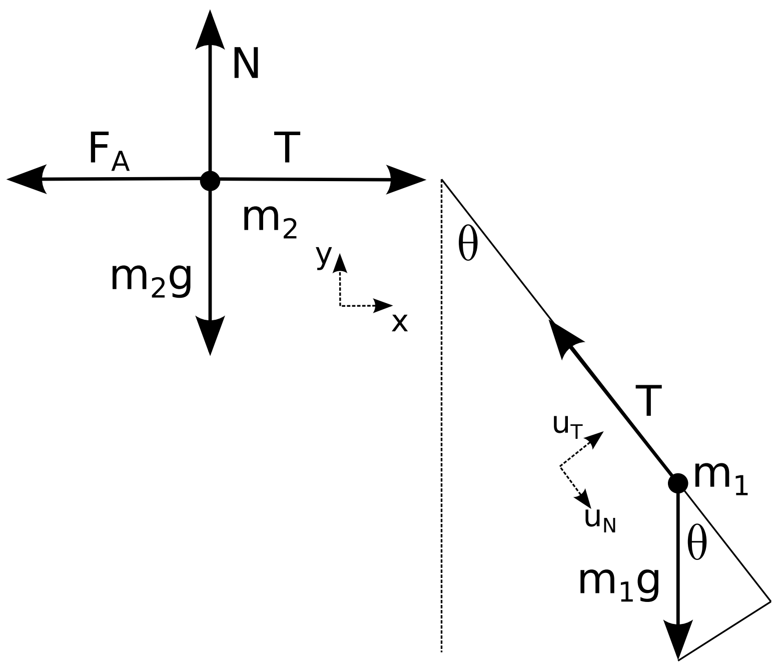


Figura 1: Es 1. Diagramma delle forze.

Per la massa m_2 si ha:

$$\begin{cases} T = F_A \\ \\ N = m_2 g \\ \\ F_A \leq \mu_s m_2 g \end{cases}$$

Dalla (1) si osserva che si ha il massimo della tensione per $\theta = 0$ dove la velocità di m_1 risulta massima. Calcoliamo quindi, utilizzando la conservazione dell'energia meccanica, la velocità della massa m_1 nella posizione $\theta = 0$.

$$(L - L\cos\theta_0)m_1 g = \frac{1}{2}m_1 v_M^2 \quad \Longrightarrow \quad v_M^2 = 2L(1-\cos\theta_0)g \tag{2}$$

dove θ_0 è la posizione iniziale e v_M è la velocità massima (in $\theta = 0$). Utilizzando la (1) e la (2) si ottiene:

$$T_M = m_1 g \left[1 + 2\left(1 - \cos\theta_0\right)\right]$$

Imponiamo quindi la condizione di attrito statico:

$$T_M \leq \mu_s m_2 g \quad \Longrightarrow \quad 3 - 2\cos\theta_0 \leq 5\mu_s \quad \Longrightarrow \quad cos\theta_0 \geq \frac{1}{2} \quad \Longrightarrow \quad \theta_0 \leq 60^\circ$$

Esercizio 2

Vedi teoria.

Esercizio 3

Vedi teoria.

Esercizio 4

Si utilizza il principio di sovrapposizione degli effetti e la legge di Biot-Savart per il campo magnetico generato da un filo sottile indefinito.

$$\begin{cases} \mathbf{B}_1 = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi y}\mathbf{u}_z \\ \\ \mathbf{B}_2 = \dfrac{\mu_0 I}{6\pi x}\mathbf{u}_z \end{cases} \quad \Longrightarrow \quad \mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{3x}\right)\mathbf{u}_z$$

Annullando il campo magnetico totale $\mathbf{B}$ si ottiene l'equazione del luogo dei punti richiesto:

$$\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{3x}\right) = 0 \quad \Longrightarrow \quad y = -3x, \qquad (x, y) \neq (0, 0)$$