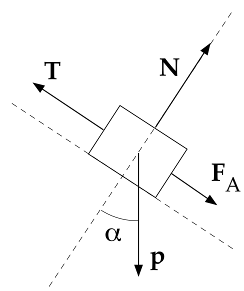
Fisica I per Ing. Elettronica □ e *Fisica* per Ing. Informatica □

A.A. 2011/2012 - Prima prova di accertamento - 24 aprile 2012

Soluzione del problema n. 1B

1. Sulla massa m_1 agiscono, oltre alla forza peso ($p = m_1 g$) e alla reazione normale del piano (N), anche la reazione del filo (T) e la forza di attrito (F_A). Poiché il filo è ideale, in condizioni di equilibrio la tensione del filo deve uguagliare la forza peso della massa m_2. Per orientare correttamente la forza di attrito, consideriamo dapprima il caso in cui il piano sia liscio: allora esiste un unico valore di m_2 (che indicheremo con $\overline{m}_2$) per cui il sistema rimane in equilibrio. Per valori di $m_2 > \overline{m}_2$ la massa m_1 sale lungo il piano. Se adesso "accendiamo" l'attrito, esso cercherà di mantenere l'equilibrio di m_1 esercitando su di essa una forza diretta nella stessa direzione della tensione del filo, ma in verso opposto. Il diagramma di corpo libero è quindi il seguente:



Le condizioni di equilibrio impongono che sia $T = F_A + m_1 g \sin\alpha$ e $N = m_1 g \cos\alpha$. Dalla prima si ha

$$F_A = g(m_2 - m_1 \sin\alpha)\,,$$

che però non può superare il valore massimo di $\mu_s N = \mu_s m_1 g \cos\alpha$. Pertanto

$$F_A = g(m_2 - m_1 \sin\alpha) \le \mu_s m_1 g \cos\alpha \qquad \Rightarrow \qquad m_2 \le m_1(\sin\alpha + \mu_s \cos\alpha) \simeq 0.93 \text{ kg}\,.$$

2. Quando il filo viene tagliato, la risultante delle forze dirette lungo il piano inclinato risulta pari a $F = m_1 g \sin\alpha - \mu_d N = m_1 g \sin\alpha - \mu_d m_1 g \cos\alpha$, per cui l'accelerazione di m_1 risulta

$$a = F/m_1 = g(\sin\alpha - \mu_d \cos\alpha) \simeq 2.35 \text{ m/s}^2\,.$$

3. Si può ragionare in termini di energia meccanica (E). Essa non si conserva per la presenza della forza di attrito, ma la sua variazione uguaglia il lavoro fatto dalla forza di attrito dalla posizione iniziale (i) alla posizione finale (f). In formule, si ha

$$m_1 g h = \frac{1}{2} m_1 v_f^2 + \mu_d m_1 g \cos\alpha \frac{h}{\sin\alpha} \qquad \Rightarrow \qquad v_f = \sqrt{2gh\left(1 - \frac{\mu_d}{\tan\alpha}\right)} \simeq 2.16 \text{ m/s}\,.$$