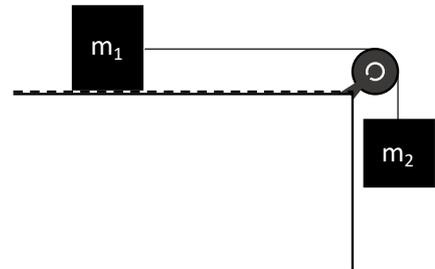


## Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

### 7 settembre 2020– prova scritta di Fisica 1 in presenza & online

1) Una massa puntiforme, appesa ad una corda estremamente leggera, oscilla liberamente. Il modulo della sua accelerazione è lo stesso sia nel punto più basso che nei punti estremi dell'oscillazione. Trovare l'angolo massimo di oscillazione rispetto alla verticale.

2) Si consideri una massa  $m_1=4.5$  kg appoggiata ad un piano orizzontale scabro con coefficiente di attrito statico  $\mu_s=0,75$  e coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d=0,6$ . Una seconda massa  $m_2$  è collegata a  $m_1$  mediante un filo che passa attraverso una carrucola (priva di attrito) ed è sospesa in aria. Il sistema è inizialmente fermo. Determinare:



- A) il valore minimo che deve avere  $m_2$  affinché il sistema si metta in movimento;
- B) l'accelerazione sul sistema se  $m_2$  avesse un valore doppio del suo valore minimo.

3) Un blocco di alluminio di massa  $m_1 = 0,1$  Kg ed alla temperatura di  $T_1 = 580$ K viene immerso in un recipiente di vetro di massa  $m_2 = 0,2$  Kg ed avente temperatura pari a  $T_2=300$ K. Il recipiente di vetro contiene una massa di acqua pari a  $m_3 = 0,5$  Kg alla temperatura di  $T_3=300$ K. Trascurando gli scambi di calore con l'ambiente esterno, determinare:

- A) la temperatura di equilibrio del sistema
- B) la variazione di entropia del sistema.

I calori specifici dell'alluminio, del vetro e dell'acqua sono rispettivamente:  $c_1 = 896$  J/KgK -  $c_2 = 630$  J/KgK -  $c_3 = 4187$  J/KgK.

## Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

7 settembre 2020 – soluzioni della prova scritta di Fisica 1 in presenza & online

1) Bilancio dei moduli delle accelerazioni:

$$mg \sin \theta = m \frac{v^2}{R}$$

Il quadrato della velocità si calcola dal bilancio dell'energia meccanica totale (T+U=0) :

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR(1 - \cos \theta) \quad \rightarrow \quad m \frac{v^2}{R} = 2 mg (1 - \cos \theta)$$

Sostituendo si ottiene l'equazione trigonometrica:

$$\sin \theta = 2(1 - \cos \theta)$$

che, elevata al quadrato, porta all'equazione di secondo grado:

$$5 \cos^2 \theta - 8 \cos \theta + 3 = 0$$

Questa equazione ammette le due soluzioni:

$$\cos \theta = \begin{cases} 1 \\ 0,6 \end{cases}$$

La prima corrisponde alla soluzione triviale  $\theta=0^\circ$  e quindi si scarta; la seconda soluzione porta all'angolo:

$$\theta = \arccos 0,6 = 0,927 \text{ rad} \cong 53^\circ$$

2A) La massa 1 è ferma per l'equilibrio tra l'attrito statico e la tensione del filo. La massa 2 è ferma per l'equilibrio tra il peso e la tensione del filo. Quindi il sistema resta fermo per l'equilibrio:

$$\vec{A} + \vec{P} = 0$$

La massa  $m_2$  più piccola che mette in moto il sistema è quella per cui l'attrito statico assume il suo valore massimo:

$$\mu_s m_1 g = m_2 g$$

da cui:

$$m_2 \geq \mu_s m_1 = 3,4 \text{ kg}$$

2B) Nel secondo caso:

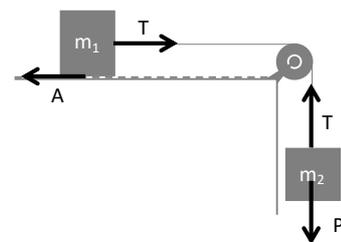
$$\vec{A} + \vec{P} = (m_1 + m_2)\vec{a}$$

che, rettificando il filo, diventa:

$$-\mu_d m_1 g + m_2 g = (m_1 + m_2)a$$

Sostituendo la condizione su  $m_2$ :

$$-\mu_d m_1 g + 2\mu_s m_1 g = (m_1 + 2\mu_s m_1)a$$



da cui:

$$a = \frac{2\mu_s - \mu_d}{2\mu_s + 1} g \cong 3,5 \frac{m}{s^2}$$

**3A)** Essendo il sistema isolato:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0 \\ m_1 c_1 (T_e - T_1) + m_2 c_2 (T_e - T_2) + m_3 c_3 (T_e - T_3) &= 0 \\ T_e &= \frac{m_1 c_1 T_1 + m_2 c_2 T_2 + m_3 c_3 T_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3} = 310,9 \text{ K} \end{aligned}$$

**3B)**

$$\Delta S_{\text{sistema}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$$

In generale per queste trasformazioni:

$$\Delta S = \int_{T_{\text{iniziale}}}^{T_e} \frac{mc \, dT}{T} = mc \ln \frac{T_e}{T_{\text{iniziale}}}$$

Quindi:

$$\Delta S_{\text{sistema}} = m_1 c_1 \ln \frac{T_e}{T_1} + m_2 c_2 \ln \frac{T_e}{T_2} + m_3 c_3 \ln \frac{T_e}{T_3} = (-55,6 + 4,5 + 74,5) \frac{J}{K} = 23,4 \frac{J}{K}$$