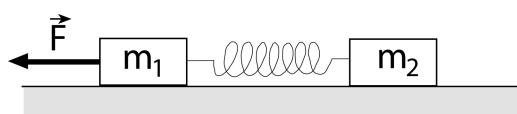




**Risolvere, prima analiticamente e poi numericamente, gli esercizi seguenti. L'esercizio 3 non deve essere svolto da parte degli studenti che sostengono la prova da 6 CFU.**

1. Un bersaglio viaggia ad una quota  $h$  dal suolo con velocità orizzontale costante  $w$ . Si calcoli, in modulo, direzione e verso, la velocità minima che deve essere impressa ad un proiettile per colpire il bersaglio qualora esso sia esploso da un punto P del suolo nell'istante in cui il bersaglio si trova sulla sua verticale.  
[ $h=400$  m;  $w=300$  km/h]
2. Due corpi ( $m_1=5$  kg e  $m_2=10$  kg) dello stesso materiale sono collegati da una molla ideale di costante elastica  $k=50$  N/m e si trovano su un piano orizzontale scabro. La massa  $m_1$  è tirata da una forza orizzontale di modulo  $F=15$  N, tale che i due corpi si muovono con la stessa velocità costante. Determinare l'allungamento della molla e il valore del coefficiente di attrito dinamico tra il piano e i due corpi.  

3. Una sbarra rigida, di lunghezza  $l=50$  cm e densità  $\rho_s=0.5$  g/cm<sup>3</sup>, può ruotare su un piano verticale intorno ad un asse fisso orizzontale cui è incernierata ad un estremo. L'asse si trova immerso in acqua ad una profondità  $h=30$  cm. Si determinino le possibili posizioni di equilibrio.
4. Una macchina termica diretta, che lavora con Argon (da considerarsi ideale), compie un ciclo reversibile composto da un'espansione politropica ( $A \Rightarrow B$ ), una compressione isoterma ( $B \Rightarrow C$ ) e una compressione adiabatica ( $C \Rightarrow A$ ). Sapendo che  $T_A/T_B=2$  e che il rapporto di compressione dell'isoterma  $V_C/V_B=0.5$ , calcolare:
  - a) la variazione di entropia della politropica;
  - b) il calore molare e l'indice della politropica;
  - c) il rendimento della macchina termica.
5. In un recipiente diatermico è presente una massa  $M$  di acqua in equilibrio con l'ambiente ( $T_{amb}=27^\circ\text{C}$ ). Una massa  $m=200$  g di ghiaccio, inizialmente alla temperatura  $T_{gh}=-10^\circ\text{C}$ , viene immersa nell'acqua e, dopo un certo periodo di tempo, il sistema torna in equilibrio con l'ambiente. Assumendo che il calore specifico del ghiaccio sia pari alla metà di quello dell'acqua, calcolare:
  - a) il calore scambiato tra il sistema e l'ambiente esterno;
  - b) la variazione di entropia del sistema;
  - c) la variazione di entropia dell'ambiente.

### Sezione TEORIA

**Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.**

- T1. Spiegare le ragioni per le quali la direzione di  $\vec{g}$  non è in realtà diretta esattamente verso il centro della Terra. Dare una valutazione dello scostamento ad una latitudine di  $45^\circ$ .
- T2. Spiegare l'equivalente meccanico della caloria.



**SOLUZIONI**  
della prova di esame del 5 febbraio 2016 – a.a. 2014-15

**Esercizio 1.**

Lanciando il proiettile con velocità in modulo pari a  $v$  e angolo  $\alpha$  rispetto all'orizzontale si ha:

$$x(t) = v \cos \alpha \cdot t \quad e \quad y(t) = v \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_x(t) = v \cos \alpha \quad e \quad v_y(t) = v \sin \alpha - g t$$

Affinché il proiettile centri il bersaglio all'istante  $t_v$  deve essere:

$$\begin{aligned} v_x(t) &= w \\ v_y(t_v) &= 0 \\ y(t_v) &= h \end{aligned} \quad \text{da cui si ottiene} \quad \begin{aligned} v \cos \alpha &= w \\ t_v &= v \frac{\sin \alpha}{g} \\ h &= \frac{1}{2} \frac{(v \sin \alpha)^2}{g} \end{aligned} \quad \text{cioè'}$$

$$v = \sqrt{2gh + w^2} = 121.6 \, m/s \quad e \quad \alpha = 46.7^\circ$$

**Esercizio 2.**

Il sistema (masse+molla) si muove con velocità costante.

Considerando il sistema:  $\sum \vec{F}_i = 0 \Rightarrow F - A_1 - A_2 = 0 \Rightarrow \mu_d = \frac{F}{(m_1 + m_2)g} = 0.1$

Considerando la massa  $m_2$ :  $\vec{F}_{elast} + \vec{A}_2 = 0 \Rightarrow k \Delta l = A_2 \Rightarrow \Delta l = \frac{\mu_d m_2 g}{k} = 20 \, cm$

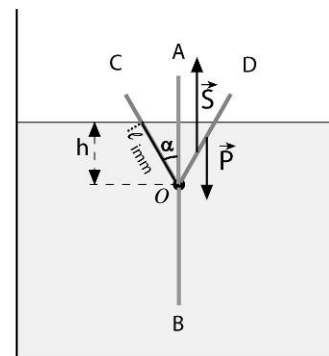
**Esercizio 3.**

All'equilibrio  $\sum (\vec{M}_O) = 0$ . Saranno posizioni di equilibrio instabile quelle verticali A e B. La condizione di equilibrio stabile si ha nelle posizioni C e D.

$$(\vec{M}_O)_{peso} = (\vec{M}_O)_{sp.Arch.} \Rightarrow \rho_S V_S g \frac{l}{2} \sin \alpha = \rho_A V_A g \frac{l_{imm}}{2} \sin \alpha$$

$$l_{imm} = \frac{h}{\cos \alpha} \Rightarrow \rho_S l^2 = \rho_A \frac{h^2}{\cos^2 \alpha}$$

$$\alpha = 31.9^\circ$$



#### Esercizio 4

La variazione di entropia del gas è nulla in un ciclo.

$$a) \quad \Delta S = c_k \ln\left(\frac{T_B}{T_A}\right) + R \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right) = 0 \quad \text{da cui si ottiene}$$

$$b) \quad c_K = -R \Rightarrow K = \frac{7}{5}$$

$$c) \quad \text{Il rendimento del ciclo vale } \eta = 1 + \frac{RT_B \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right)}{c_K(T_B - T_A)} = 0.3$$

---

#### Esercizio 5

La temperatura dello stato finale è quella iniziale, uguale a quella dell'ambiente esterno; il calore scambiato con l'ambiente è quindi quello necessario per portare il ghiaccio fino alla temperatura di equilibrio finale:

$$Q = m \cdot c_{gh}(T_0 - T_{gh}) + m\lambda + m \cdot c_{H_2O}(T_{amb} - T_0) = 16.4 \quad kcal.$$

Le variazioni di entropia del ghiaccio e dell'ambiente sono date da:

$$\Delta S_{gh} = mc_{gh} \ln\left(\frac{T_0}{T_{gh}}\right) + \frac{m\lambda}{T_0} + mc_{H_2O} \ln\left(\frac{T_{amb}}{T_0}\right) \approx 81.15 \quad cal/K$$

$$\Delta S_{amb} = \frac{-Q}{T_{amb}} \approx -54.7 \quad cal/K$$