



**Politecnico di Milano**  
**Fisica Sperimentale I**  
**a.a. 2010-2011 - Facoltà di Ingegneria dei Sistemi**

II prova in itinere - 30/06/2011

*Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.*

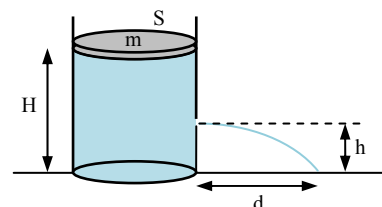
1. Un disco omogeneo di massa  $m = 1 \text{ kg}$  e raggio  $R = 20 \text{ cm}$  può scendere lungo un lungo piano inclinato scabro, che forma un angolo  $\theta = 30^\circ$  con l'orizzontale; sapendo che il disco parte da fermo dalla cima del piano inclinato, calcolare:
- il momento d'inerzia del disco rispetto al centro di massa e rispetto al punto di istantanea rotazione;
  - il valore minimo che deve avere  $\mu_s$  per cui il moto possa effettivamente essere di puro rotolamento.

$$[I_C = \frac{1}{2}mR^2 = 0.02 \text{ kg m}^2; I = I_C + mR^2 = 0.06 \text{ kg m}^2; \mu_s \geq \frac{\tan\theta}{1 + \frac{mR^2}{I_C}} = \frac{1}{3}\tan\theta = 0.192]$$

2. Una botte cilindrica appoggiata al suolo è piena di vino fino ad una altezza di  $H = 2 \text{ m}$ ; la botte è chiusa con un coperchio di massa  $m$  e superficie  $S = 1.2 \text{ m}^2$ , che appoggia direttamente sul vino e può scorrere senza attrito all'interno della botte. Quando si toglie il tappo (avente una sezione trascurabile rispetto alla superficie del coperchio), che si trova ad  $h = 80 \text{ cm}$  dal fondo della botte, si osserva che il vino zampilla formando un getto che tocca il suolo ad una distanza  $d = 2.5 \text{ m}$  dal foro. Assumendo che il vino esca dal foro lungo una direzione orizzontale e che la sua densità sia pari a quella dell'acqua, si calcoli

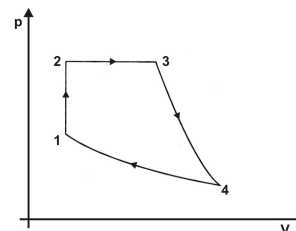
- la velocità di uscita del vino quando il tappo è stato tolto;
- la massa del coperchio.

$$[v_0 = d\sqrt{\frac{g}{2h}} = 6.19 \text{ m/s}; m = \frac{\rho S}{g} \left[ \frac{1}{2}v_0^2 - g(H-h) \right] = 903 \text{ kg}]$$



3. Una mole di un gas perfetto biatomico effettua un ciclo reversibile costituito da un'isocora (1→2), un'isobara (2→3), un'adiabatica (3→4) ed un'isoterma (4→1) come in figura. Sapendo che nel punto 1 il gas occupa un volume  $V_1 = 2 \text{ m}^3$ , si calcoli:

- il volume del gas nel punto 3 e nel punto 4;
- i calori scambiati nelle quattro trasformazioni;
- il rendimento del ciclo;
- la variazione di entropia relativa alle quattro trasformazioni.



( $T_1 = 313 \text{ K}$ ;  $T_2 = 533 \text{ K}$ ;  $T_3 = 753 \text{ K}$ ;  $R = 8.314 \text{ J/(K·mol)}$ )

$$[V_3 = \frac{T_3}{T_2}V_2 = 2.83 \text{ m}^3; V_4 = V_3 \left( \frac{T_3}{T_1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = 25.4 \text{ m}^3;$$

$$Q_{12} = nc_V(T_2 - T_1) = 4573 \text{ J}; Q_{23} = nc_p(T_3 - T_2) = 6402 \text{ J}; Q_{34} = 0; Q_{41} = nRT_1 \ln \frac{V_1}{V_4} = -6614 \text{ J};$$

$$\eta = 1 + \frac{Q_{41}}{Q_{12} + Q_{23}} = 39.7 \%;$$

$$\Delta S_{12} = nc_V \ln \frac{T_2}{T_1} = 11.1 \text{ J/K}; \Delta S_{23} = nc_p \ln \frac{T_3}{T_2} = 10.1 \text{ J/K}; \Delta S_{34} = 0; \Delta S_{41} = nR \ln \frac{V_1}{V_4} = -21.1 \text{ J/K}]$$

4. Si definisca il calore specifico di un materiale e si illustrino i casi studiati in cui esso dipende dal tipo di trasformazione svolta.

In laboratorio viene effettuato il seguente esperimento: un cubetto di ghiaccio di massa  $m_g = 30 \text{ g}$  si trova alla temperatura  $T_1 = -10.0^\circ\text{C}$ , e viene immerso in un recipiente contenente  $200 \text{ cm}^3$  di acqua alla temperatura  $T_2 = 70.0^\circ\text{C}$ . Sapendo che il calore latente di fusione del ghiaccio è pari a  $\lambda_{\text{fus}} = 80 \text{ cal/g}$ , e che la temperatura finale della miscela è  $T_f = 49.8^\circ\text{C}$ , si stimi il calore specifico del ghiaccio. Si confronti il valore ottenuto con quello teorico pari a  $0.50 \text{ cal/(}^\circ\text{C·g)}$  e si giustifichi l'eventuale discrepanza.

$$[c_g = -\frac{m_a c_a (T_f - T_2) + m_g \lambda_{\text{fus}} + m_g c_a (T_f - T_{\text{fus}})}{m_g (T_{\text{fus}} - T_1)} = 2038 \text{ J/kg }^\circ\text{C} = 0.487 \text{ cal/g }^\circ\text{C}]$$