



Politecnico di Milano
Fisica Sperimentale I
a.a. 2011-2012 - Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

II prova in itinere - 25/06/2012

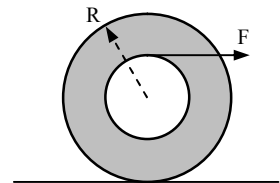
Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.

1. Un rullo, utilizzato per spianare i campi di bocce, è costituito da un cilindro cavo pesante (di densità ρ e raggio R) e da un cilindro più leggero (di densità $\rho/2$ e raggio $R/2$) posto nella cavità del primo. Il cilindro più piccolo viene tirato per mezzo di una fune (di massa trascurabile) avvolta con perfetta aderenza sullo stesso, alla quale viene applicata una forza F costante nota. Supponendo che il coefficiente d'attrito statico tra il rullo ed il campo di bocce sia μ_s , e che il rullo ruoti senza strisciare, calcolare (in funzione della massa m_1 del cilindro più piccolo):

- il momento d'inerzia dell'intero sistema rispetto all'asse dei cilindri;
- l'accelerazione lineare cui è soggetto il rullo durante la trazione;
- il minimo valore del coefficiente d'attrito statico affinché il moto sia di rotolamento senza strisciamento.

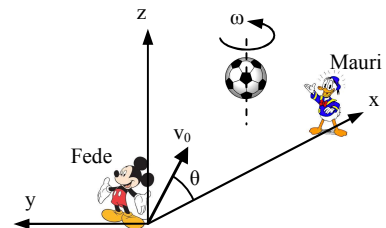
[momento d'inerzia del disco $I_{\text{disco}} = \frac{1}{2} m R^2$]

$$\left[I = \frac{31}{8} m_1 R^2 ; a = \frac{4}{29} \frac{F}{m_1} ; \mu_s \geq \frac{F}{203 m_1 g} \right]$$



2. Federico e Maurizio sono al mare e stanno giocando con una palla omogenea di densità $\rho = 3.9 \text{ kg/m}^3$ e raggio $R = 30 \text{ cm}$. Dal bagnasciuga, Federico calcia la palla verso Maurizio, che si trova in mare esattamente davanti a lui, imprimendole una velocità iniziale $v_0 = 30 \text{ m/s}$ inclinata di un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto al suolo e una rotazione intorno al suo asse, perpendicolare al suolo, pari ad $\omega = 10 \text{ giri/s}$. Supponendo che la palla sia approssimabile ad un corpo rigido e che l'aria ($\rho_{\text{aria}} = 1.2 \text{ kg/m}^3$) aderisca perfettamente alla superficie della palla:

- Qual è la direzione lungo la quale, ai bordi della palla, si riscontra una differenza di pressione, e quanto vale tale differenza?
- Supponendo che tale differenza di pressione eserciti una forza pari a $F = 3 \text{ N}$, calcolare lo scostamento lungo l'asse y quando la palla cade in mare (trascurare nel moto l'attrito viscoso dell'aria);
- Giustificare l'eventuale galleggiamento della palla una volta arrivata sulla superficie del mare ($\rho_{\text{acqua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$);
- Calcolare la frazione di volume della palla immersa.



$$\left[\Delta p = 2 \rho_{\text{aria}} v_{0x} \omega R = 1176 \text{ Pa} ; y = 2 a_y \left(\frac{v_{0z}}{g} \right)^2 = 31.8 \text{ m} ; \frac{V_{\text{imm}}}{V} = \frac{\rho}{\rho_{\text{acqua}}} = 0.4 \% \right]$$

3. Un pezzo di metallo di dimensioni trascurabili ed avente capacità termica $C_m = 1 \text{ J/}^\circ\text{C}$, che si trova alla temperatura $T_m = 120^\circ\text{C}$, viene inserito in un cilindro le cui pareti sono termicamente isolanti, chiuso da un pistone di massa trascurabile ed anch'esso isolante. Il cilindro contiene $n = 2$ moli di un gas ideale monoatomico a temperatura ambiente $T_a = 25^\circ\text{C}$. Calcolare:

- la temperatura raggiunta dal sistema nel caso in cui il pistone sia bloccato nella posizione iniziale, ed il calore trasferito in questo caso dal metallo al gas;
- la temperatura raggiunta dal sistema nel caso in cui il pistone venga lasciato libero di muoversi contro la pressione esterna, ed il lavoro compiuto dal gas durante la trasformazione.

[$R = 8.314 \text{ J/mol K}$]

$$\left[T_f = \frac{C_m T_m + n c_V T_a}{C_m + n c_V} = 28.7^\circ\text{C} ; Q_m = C_m (T_f - T_m) = -91.3 \text{ J} ; \right.$$

$$\left. T_f = \frac{C_m T_m + n c_p T_a}{C_m + n c_p} = 27.2^\circ\text{C} ; W_a = n R (T_f - T_a) = 36.6 \text{ J} \right]$$

4. Due contenitori d'acqua di massa $m_1 = 12 \text{ kg}$ ed $m_2 = 30 \text{ kg}$ si trovano rispettivamente alle temperature $T_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ e $T_2 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. I due liquidi vengono riversati l'uno nel contenitore dell'altro. Determinare:

- la temperatura di equilibrio raggiunta, supponendo nulle le dispersioni verso l'ambiente;
- la variazione di entropia dell'intero sistema.

Nel caso in cui i due liquidi non venissero mescolati, ma utilizzati come serbatoi reali per una macchina termica reversibile, calcolare:

- la variazione di entropia di ognuno dei due serbatoi d'acqua e totale;
- la temperatura d'equilibrio raggiunta al termine del funzionamento della macchina;
- il lavoro prodotto dalla macchina.

$$[T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = 33.6 \text{ }^\circ\text{C} ; \Delta S = m_1 c \ln \frac{T_f}{T_1} + m_2 c \ln \frac{T_f}{T_2} = 780 \text{ J/K} ;$$

$$\Delta S_1 = m_1 c \ln \frac{T_f}{T_1} = -7360 \text{ J/K} = -\Delta S_2 ; W = -[m_1 c (T_f - T_1) + m_2 c (T_f - T_2)] = 241 \text{ kJ}]$$