Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica I
Prof. Marco Rossi

Prova di esame del 14 ottobre 2017

Risolvere, prima analiticamente e poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un disco di hockey, colpito malamente da un giocatore al livello del ghiaccio, sfiora salendo la sommità di una parete di vetro alta h=2.8 m. Il tempo impiegato dal disco per arrivare a quel punto è t_1=0.65 s e lo spostamento orizzontale è x_1=12 m. Si determini: a) la velocità iniziale v_0 del disco; b) la quota massima y_{max} raggiunta dal disco (da considerare come punto materiale).

2. Un disco omogeneo di massa M_d e raggio R può ruotare senza attrito intorno ad un asse fisso orizzontale passante il suo baricentro. Attorno al disco è avvolto un filo ideale (inestensibile e di massa trascurabile), che aderisce perfettamente al disco e non può scivolare su di esso. All'estremità libera della corda è attaccata una massa *m.* Dopo aver lasciata *m* libera di cadere, determinare l'espressione per:
a) l'accelerazione di *m;* ***b)*** l'accelerazione angolare del disco; ***c)*** la tensione della fune.

3. Sul fondo di una piscina piena d'acqua è ancorata una fune ideale alla quale sono fissate, immerse nell'acqua e a distanze diverse, due boe A e B, entrambe di massa m=3 kg e densità media ρ pari ad un terzo di quella dell'acqua. Determinare le tensioni τ_1 e τ_2 nei due tratti di fune compresi:
a) tra il fondo e la prima boa A; ***b)*** tra la due boe.

4. Un gas perfetto esegue un ciclo diretto reversibile formato da due isobare e da due adiabatiche. Sapendo che una delle due adiabatiche avviene tra i due stadi A e B con T_A=400 K e T_B=700K, mentre l'altra (tra gli stadi C e D) è caratterizzata da una temperatura massima T=1500K, si calcoli il rendimento del ciclo.

5. Una macchina termica opera con due sorgenti a T_1=280°C e T_2=50°C, assorbendo una quantità di calore Q_1=10 kJ per ciclo. La macchina ha un rendimento pari alla metà di quello massimo potenzialmente ottenibile utilizzando le due sorgenti. Determinare:
a) il numero di cicli al secondo che la macchina deve compiere per poter fornire una potenza P=40 kW;
b) la variazione di entropia delle sorgenti per un ciclo di funzionamento;
c) se la macchina è reversibile o irreversibile.

Sezione TEORIA

Rispondete facoltativamente alle seguenti domande.

T1 Per sistemi di punti materiali, ricavare la II equazione cardinale della meccanica e l'espressione del teorema del lavoro e dell'energia cinetica.

T2 Si dia una definizione dell'energia interna di un sistema termodinamico e si illustrino gli argomenti, sia di carattere teorico che sperimentale, in base ai quali l'energia interna di un gas ideale risulta dipendere dalla sola temperatura.

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica I
Prof. Marco Rossi

SOLUZIONI
della prova di esame del 14 ottobre 2017 - III APPELLO a.a. 2016-17

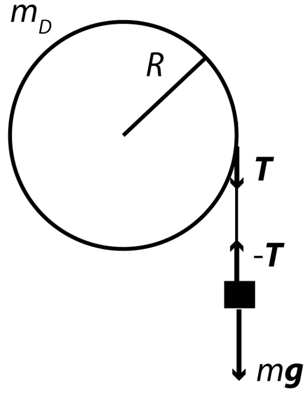
Esercizio 1

$$\vec{v}_0 = v_0 \cos\alpha \ \vec{i} + \ v_0 \sin\alpha \ \vec{j}$$

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha \ t \\ y(t) = v_0 \sin\alpha \ t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} v_0 = \dfrac{\Delta x}{t' \cos\alpha} \\ h = v_0 \sin\alpha \ t' - \dfrac{1}{2} g t'^2 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} \alpha = 22.1° \\ v_0 = 19.92 \ m/s \end{array}$$

L'altezza massima si ha per: $v_y(t_{\max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad t_{\max} = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{g} \quad \Rightarrow \quad y_{\max} = \dfrac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = 2{,}86 \ m$

Esercizio 2



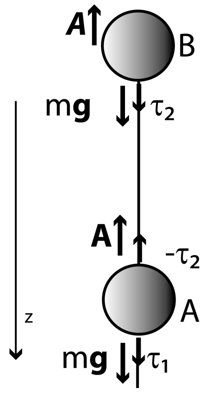
Sulla massa m: $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

Sul disco: $\vec{R} \times \vec{T} = \frac{1}{2} m_D R^2 \vec{\dot{\omega}}$

Da cui: $ma = mg - \frac{1}{2} m_D \dot{\omega} R$

$$a = \frac{gm}{m + \frac{1}{2} m_D} \qquad \dot{\omega} = \frac{a}{R} \qquad T = \frac{1}{2} m_D a = \frac{g m m_D}{2m + m_D}$$

Esercizio 3



Sulla boa A, fissato un asse di riferimento volto in basso,

agiscono le seguenti forze:

τ_1, τ_2, peso e spinta d'Archimede.

All'equilibrio si ha: $\tau_1 - \tau_2 + mg - m_a g = 0$

dove m_a è la massa d'acqua spostata.

Detta ϱ_a la densità dell'acqua: $V_{boa} = \frac{m_a}{\varrho_a} = \frac{m}{\varrho}$

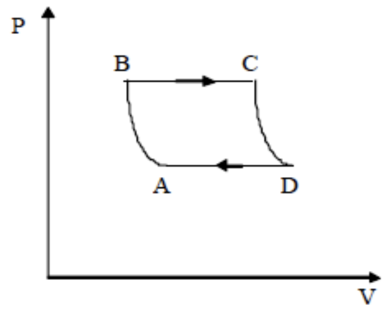
$$\tau_1 - \tau_2 + mg - m\frac{\varrho_a}{\rho}g = 0$$

Sulla boa B, all'equilibrio:

$$\tau_2 + mg - m\frac{\varrho_a}{\rho}g = 0$$

$$\tau_2 = mg\left(\frac{\varrho_a}{\rho} - 1\right) = 58.9\ N \quad \Rightarrow \quad \tau_1 = 2mg\left(\frac{\varrho_a}{\rho} - 1\right) = 117.7\ N$$

Esercizio 4



Per le trasformazioni adiabatiche si ha

$$T_A P_A^{(1-\gamma)/\gamma} = T_B P_B^{(1-\gamma)/\gamma}$$

$$T_D P_D^{(1-\gamma)/\gamma} = T_C P_C^{(1-\gamma)/\gamma}$$

dividendo membro a membro ed essendo $P_A = P_D$ e $P_B = P_C$ si ha che

$$T_D = \frac{T_A T_C}{T_B} \cong 857K \quad \Rightarrow \quad \eta = 1 - \frac{Q_{ced}}{Q_{ass}} = 1 - \frac{nc_p(T_D - T_A)}{nc_p(T_C - T_B)} = 0.43$$

Esercizio 5

Il rendimento massimo si ha con un ciclo di Carnot: $\eta_C = 1 - \frac{T_B}{T_A} = 0,42$

Per la macchina dell'esercizio $\eta = \frac{1}{2}\eta_C = \frac{L}{Q_1} \Rightarrow L_{ciclo} = 2,1\ kJ \Rightarrow \frac{P}{L} = 19\ cicli/s$

Essendo ogni ciclo $Q_2 = L - Q_1 = -7,92\ kJ \Rightarrow \Delta S_{sorgenti} = -\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 6\ J/K$

Il ciclo è quindi irreversibile.