



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corsi di laurea in Ing. Meccanica e Ing. Elettrotecnica

Corso di Fisica I
Proff. Andrea Bettucci e Marco Rossi

Prova di esame del 13 luglio 2012 – a.a. 2011-12



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 ciclista percorre un giro completo di una pista circolare orizzontale, di raggio $R=20$ m, con un'accelerazione angolare costante $\alpha=0.05$ rad/s². Nell'ipotesi che $v_s(t=0)=0$, calcolare la velocità e l'accelerazione, entrambe sia all'inizio che alla fine del giro.
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. Una mole di un gas perfetto monoatomico esegue una trasformazione a seguito della quale la sua pressione varia dal valore iniziale $p_A=1.5 \times 10^5$ Pa al valore finale $p_B=2.5 \times 10^5$ Pa. Il calore totale scambiato dal gas durante la trasformazione è $Q=2500$ cal. Sapendo che nello stato iniziale e in quello finale della trasformazione il volume del gas è uguale ($V=3.0$ dm³), determinare: **a)** la variazione di energia interna subita dal gas; **b)** il lavoro fatto dal gas; **c)** la variazione di entropia del gas.
5. Una macchina termica opera con due sorgenti a $T_1=280^\circ\text{C}$ e $T_2=50^\circ\text{C}$, assorbendo una quantità di calore $Q_1=10$ kJ per ciclo. La macchina ha un rendimento pari alla metà di quello massimo 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;
c) se la macchina è reversibile o irreversibile.

Sezione TEORIA

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

- T1.** Commentare almeno una situazione 'quotidiana' in cui si ha a che fare con la forza centrifuga.
- T2.** Dimostrare l'equivalenza dei due enunciati del II principio della Termodinamica.



SOLUZIONI
della prova di esame del 13 luglio 2012 – a.a. 2011-12

Esercizio 1

$$\alpha = \vartheta \quad \vartheta = \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad \text{dopo un giro: } 2\pi = \frac{1}{2} \alpha T^2 \Rightarrow T = 15.85 \text{ s}$$

$$\text{all'inizio del giro (t=0): } v(0) = 0 \quad a_\tau(0) = \alpha R = 1 \frac{m}{s^2} \quad a_n(0) = 0$$

$$\text{alla fine del giro (t=T): } v T = a_\tau T = 15.85 \frac{m}{s} \quad a_\tau = \text{cost} = a_\tau(0) = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$a_n T = \frac{v^2 T}{R} = 12.5 \frac{m}{s^2} \quad a = \sqrt{a_\tau^2 T + a_n^2(T)} = 12.54 \frac{m}{s^2}$$

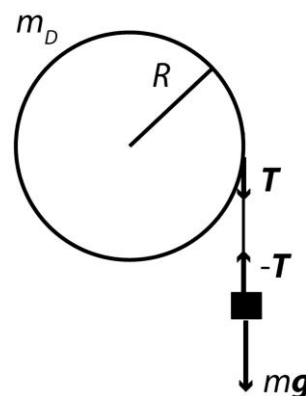
Esercizio 2

$$\text{Sulla massa m: } ma = mg + T$$

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

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

$$a = \frac{gm}{m + \frac{1}{2} m_D} \quad \omega = \frac{a}{R} \quad T = \frac{1}{2} m_D a = \frac{gmm_D}{2m + m_D}$$



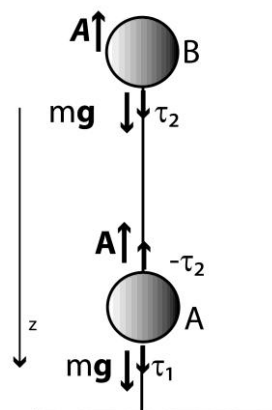
Esercizio 3

Sulla boa A, fissato un asse di riferimento volto in basso, agiscono le seguenti forze:

τ_1 , τ_2 , peso e spinta d'Archimede.

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

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:

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

$$\tau_2 = mg \frac{\varrho_a}{\rho} - 1 = 58.9 \text{ N} \quad \Rightarrow \quad \tau_1 = 2mg \frac{\varrho_a}{\rho} - 1 = 117.7 \text{ N}$$

Esercizio 4

$$\Delta U = n c_v T_f - T_i = n c_v \frac{p_B V}{n R} - \frac{p_A V}{n R} = 450 \text{ J}$$

$$L = Q - \Delta U = 150 \text{ J}$$

ΔS si calcola lungo una trasformazione reversibile

$$\Delta S = \int_A^B \frac{\delta Q}{T} = \int_A^B \frac{n c_v dT}{T} = n c_v \ln \frac{T_B}{T_A} = n c_v \ln \frac{p_B}{p_A} = 6.37 \text{ J/K}$$

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 $\eta = \frac{1}{2} \eta_C = \frac{L}{Q_1} \Rightarrow L_{ciclo} = 2,1 \text{ kJ} \Rightarrow \frac{P}{L} = 19 \text{ cicli/s}$

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

Il ciclo è quindi irreversibile.