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

Corso di Fisica I

Canale A-L: ***Prof. Marco Rossi***
Canale M-Z: ***Prof. Livia Lancia***

Prova di esame del 30 ottobre 2015 – ***a.a. 2014-15***

Sezione ESERCIZI

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 α=0.05 rad/s^2. 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. 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. Un pendolo semplice di massa m, con calore specifico cs, si trova all'interno di un contenitore rigido adiabatico in cui è presente una mole di gas perfetto biatomico. All'istante iniziale la massa e il filo teso di lunghezza l formano un angolo α rispetto alla verticale e tutto il sistema è in equilibrio a temperatura T_{IN}=300 K. Ad un certo istante si rilascia la massa. Dopo che la massa ha cessato di oscillare, determinare:
a) la differenza di temperatura ΔT tra quella finale cui si porta tutto il sistema e quella iniziale;
b) la variazione di entropia ΔS dell' Universo.
Si trascurino le capacità termiche del recipiente e del filo, da considerarsi ideale. (α = 45°, l=0.4 m, m=1 kg; c_s=390J/K kg)

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.

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

Corso di Fisica I
Canale A-L: ***Prof. Marco Rossi***
Canale M-Z: ***Prof. Livia Lancia***

SOLUZIONI
Della prova di esame del 30 ottobre 2015 – ***a.a. 2014-15***

Esercizio 1

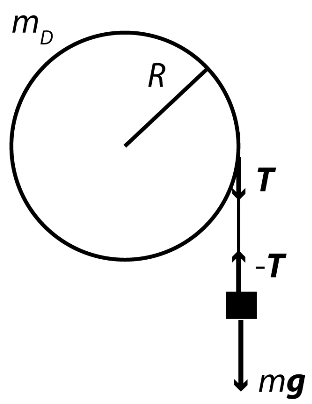
$\alpha = \ddot{\vartheta} \qquad \vartheta = \frac{1}{2}\alpha t^2$ dopo un giro: $2\pi = \frac{1}{2}\alpha T^2 \implies T = 15.85\ s$

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

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

$$a_n(T) = \frac{v^2(T)}{R} = 12.5\frac{m}{s^2} \qquad |a| = \sqrt{a_\tau^2(T) + a_n^2(T)} = 12,54\ \frac{m}{s^2}$$

Esercizio 2



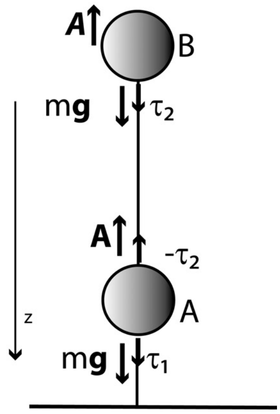
Sulla massa m: $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

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

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

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

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.

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: $V_{boa} = \frac{m_a}{\varrho_a} = \frac{m}{\varrho}$

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

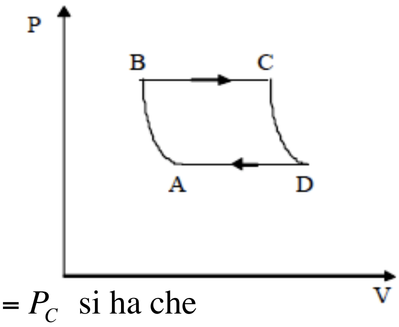
Sulla boa B, all'equilibrio:

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

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

Esercizio 4

Per le trasformazioni adiabatiche si ha



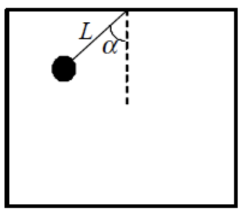
$$T_A P_A^{(1-\gamma)/\gamma} = T_B P_B^{(1-\gamma)/\gamma}$$

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

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



Dal I principio della Termodinamica $\Delta U_{gas} + \Delta U_{massa} = -L$

$$nc_v\Delta T + mc_s\Delta T = mgl(1-\cos\alpha) \quad \Rightarrow \quad \Delta T = 3\text{mK}$$

$$\Delta S_{univ} = \Delta S_{gas} + \Delta S_{massa} = nc_v \ln\frac{T_{FIN}}{T_{IN}} + mc_s \ln\frac{T_{FIN}}{T_{IN}} = 3.8\cdot 10^{-3}\ J/K$$
