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

Corso di Fisica I

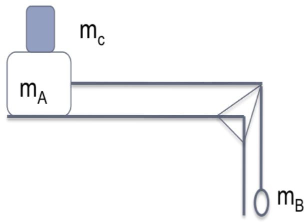
Canale A-L: ***Prof. Marco Rossi***
Canale M-Z: ***Prof. Livia Lancia***

Prova d' esame del 18 giugno 2015 – ***a.a. 2014-15***

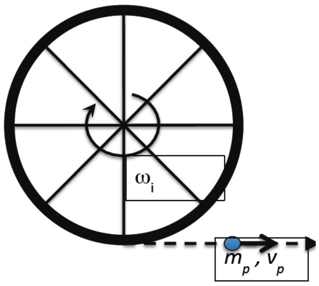
Risolvere, prima analiticamente e poi numericamente, gli esercizi seguenti. L'esercizio 3 non deve essere svolto da parte degli studenti che sostengono la prova da 6 CFU.

1. Un treno che si muove con velocità ***v*** comincia a decelerare con modulo dell'accelerazione pari ad a_t. Ad un certo istante t_o si stacca una lampada dal soffitto di un vagone di altezza *h.* Calcolare la distanza a cui la lampada cade sul pavimento del vagone rispetto alla verticale del punto di distacco. (v = 130 km/h*;* a_t = 7 m/s^2*;* h=3 m*)*

2. Un blocco di massa m_A e un blocco di massa m_B sono disposti come in figura. La fune e la puleggia sono ideali. Tra il corpo A e il piano d'appoggio i coefficienti di attrito statico e dinamico valgono μ_s *e* μ_d. Determinare: (a) quale è la massa minima m_C del corpo C da collocare sopra ad A per impedirgli di spostarsi; (b) l'accelerazione di A se il corpo C è rimosso improvvisamente; (c) la velocità e lo spostamento subìto dalle due masse a Δt dal momento in cui si mettono in moto.
(m_A = 4.4 kg*;* m_B = 2.6 kg; μ_s = 0.18; μ_d = 0.15; Δt = 1s)



3. Una ruota per giochi d'artificio di raggio $R = 1m$ e massa $M = 5kg$ ruota a velocità angolare $w_i = 3\ rad/s$ senza attriti intorno al suo asse centrale disposto orizzontalmente. Ad un certo istante, accendendo una miccia, viene sparato dal punto più basso della ruota un petardo di massa m_p = 500g con una velocità v_p = 15m/s orizzontale e perpendicolare all'asse. Calcolare la velocità che acquista un punto posto al bordo della ruota dopo lo sparo supponendo che il verso di rotazione rimanga lo stesso e la velocità angolare aumenti. (Si tratti la ruota come un anello omogeneo).



4. Un gas ideale biatomico partendo da uno stato 1 (p_1 = 2atm; V_1 = 1l*;* T_1 = 40°C) descrive un ciclo reversibile composto, in successione, dalle seguenti tre trasformazioni: a) un'isoterma 1-2 in cui raddoppia il volume; b) un'isocora 2-3; c) un'adiabatica 3-1 che chiude il ciclo.
A) Disegnare qualitativamente il ciclo nel piano *pV*.
B) Determinare i valori di p_2, p_3 eT_3.
C) Determinare il lavoro *L*, la quantità di calore *Q* e la variazione di energia interna ΔU per ogni trasformazione e per l'intero ciclo.

5. Una mole di gas perfetto monoatomico esegue un ciclo termodinamico composto dalle seguenti trasformazioni:
A-->B una isocora irreversibile che raddoppia la pressione mettendo a contatto il gas con una sorgente ideale a temperatura T_B;
B-->C una isoterma reversibile.
C-->A una isobara reversibile
Calcolare la variazione di entropia dell'universo (gas + sorgenti)

Sezione TEORIA

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

T1. Ricavare il periodo di oscillazione di un pendolo semplice, nell'ipotesi di piccole oscillazioni.

T2. Spiegare l'equivalenza meccanica della caloria.

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 18 giugno 2015 – ***a.a. 2014-15***

Esercizio 1

Nel sistema di riferimento (non inerziale) solidale al vagone (*x', z'*), Il moto della lampada che parte da ferma da un'altezza *h* è descritto da

$$x'(t) = \frac{1}{2}a_t t^2$$
$$z'(t) = h - \frac{1}{2}gt^2$$

all'istante della caduta (t*): $z'(t^*) = 0 \Rightarrow (t^*)^2 = \frac{2h}{g} \Rightarrow x'(t^*) = \frac{ah}{g} = 2.14m$

Esercizio 2

Proiettando l'eq. di Newton per le due masse A e B:

$$\begin{cases} T_A - F_A = m_A a \\ m_B g - T_B = m_B a \\ T_A = T_B \end{cases}$$

$$a) \quad a = 0, F_{As} = \mu_s(m_A + m_C)g \Rightarrow m_C = \frac{m_B - \mu_s m_A}{\mu_s} = 10kg$$

$$b) \quad \begin{cases} T_A - F_{Ad} = m_A a \\ m_B g - T_B = m_B a\,; \quad F_{Ad} = \mu_d m_A g \Rightarrow a = g\dfrac{m_B - \mu_d m_A}{m_A + m_B} \approx 2.7m/s^2 \\ T_A = T_B \end{cases}$$

$$c) \quad v(\Delta t) = a\Delta t = 2.7m/s; \quad \Delta s = \tfrac{1}{2}a\Delta t^2 = 1.35m$$

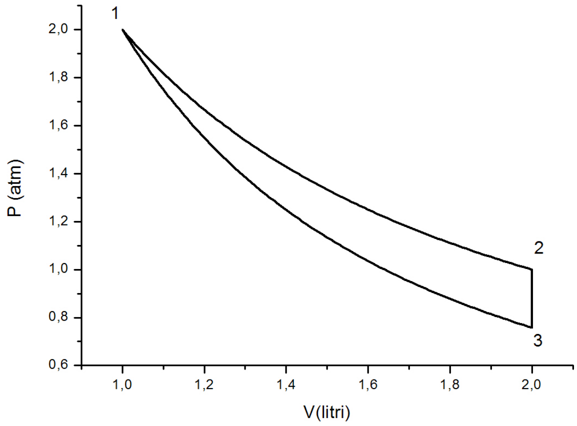
Esercizio 3

Le forze esterne, peso e reazione vincolare, hanno momento assiale nullo. Conservazione del momento angolare rispetto all'asse. Proiettando lungo la direzione scelta positiva:

$$I_{tot}\omega_i = I_{ruota}\omega_f - m_{petardo}vR$$
$$I_{tot} = I_{ruota} + m_p R^2; \quad I_{ruota} = MR^2$$
$$\omega_f = \frac{I_{tot}\omega_i + m_p v_p R}{I_{ruota}} \rightarrow \quad v = \omega R = \frac{I_{tot}\omega_i R + m_p v_p R^2}{I_{ruota}}$$

Esercizio 4

A)



B) Nella 1-2: $p_2=p_1\,(V_1/V_2)=1\ [atm]$;

dalla 3-1 $\begin{array}{l} p_1V_1^{\gamma} = p_3V_3^{\gamma}\ \ con\quad \gamma = 7/5 \quad \rightarrow p_3 = 0.76atm \\ T_1V_1^{\gamma-1} = T_3V_3^{\gamma-1} \quad \rightarrow \quad T_3 = 237K \end{array}$;

C) nella 1-2: $L_{12} = Q_{12} = nRT_1\ ln(V_2/V_1) = p_1V_1\,ln2 = 1.4\ lt\ atm = 141\ J;$

$\Delta U_{12}=0.$

Nella 2-3: $L_{23} = 0;\ \Delta U_{23} = nc_v(T_3\text{-}T_2) = -\ 1.2\ lt\ atm = -121.56\ J = Q_{23}$.

Nella 3-1: $Q_{31}=0$; $L_{31} = -\Delta U_{31} = -nc_v(T_1\text{-}T_3) = -\Delta U_{23} = 121.56\ J$.

Esercizio 5

$$\begin{cases} \Delta S_{gas} = 0 \\ \Delta S_{sorg} = \Delta S^{AB}_{sorg} + \Delta S^{BC}_{sorg} + \Delta S^{BA}_{sorg} \end{cases} \qquad T_B = 2T_A\ ,\ V_C = 2V_A$$

$$\begin{cases} \Delta S^{AB}_{sorg} = \dfrac{-\ n\tilde{c}_v(T_B - T_A)}{T_B} = -\dfrac{\tilde{c}_v}{2} = -\dfrac{3}{4}R \\ \Delta S^{BC}_{sorg} = -\ \Delta S^{BC}_{gas} = -nR\ln\dfrac{V_C}{V_B} = -R\ln 2 \\ \Delta S^{CA}_{sorg} = -\ \Delta S^{CA}_{gas} = -n\tilde{c}_p\ln\dfrac{T_A}{T_C} = \tilde{c}_p\ln 2 = \dfrac{5}{2}R\ln 2 \end{cases}$$

$$\Delta S_{sorg} = R\left(-\frac{3}{4} + \ln 2\left(\frac{5}{2} - 1\right)\right) = 0.57cal/K$$