Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Elettronica
Corso di Fisica Generale
Dott.ssa M. C. Larciprete

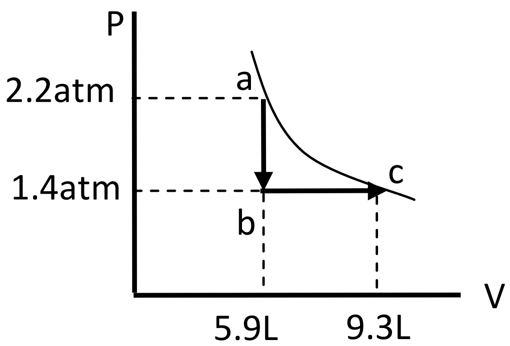
Prova di esame del 17 Luglio 2013
II appello - a.a. 2012-13
Testo A

1) Un punto si muove lungo una circonferenza di raggio R=0.8m con legge oraria $\theta(t)=\ln(At+B)$ con $A=5s^{-1}$, B=2. Determinare la lunghezza dell'arco di circonferenza percorso nell'intervallo di tempo che va da $t_0=0s$ a $t_1=2s$. Calcolare il valore del modulo della velocità e le componenti dell'accelerazione al tempo t_1.

2) Un corpo di massa m=5kg scivola lungo un piano inclinato di un angolo $\alpha=30°$ rispetto all'orizzontale, e assenza di attrito. Esso si ferma dopo avere compresso una molla di costante elastica K=1kN/m e dopo avere percorso una distanza totale L=1m lungo il piano. Calcolare (a) la massima compressione Δx subita dalla molla (b) come si modifica questa grandezza se il piano presenta attrito dinamico con coefficiente $\mu_d=0.2$.

3) Un'asta di lunghezza L=2m può ruotare senza attrito intorno al suo centro O in un piano orizzontale; il suo momento di inerzia è $I_s=0.1$ kg m^2. Sull'asta sono infilate due sferette di massa m=50g che inizialmente si trovano a distanza a=10 cm dal centro, su lati opposti. Tutto il sistema ruota con energia cinetica $K_{in}=2$ J mentre un filo impedisce alle due sferette di allontanarsi dal centro. Se si brucia il filo, le due sferette si allontanano e si arrestano agli estremi dell'asta (dove sono presenti due fermi). Si calcoli il lavoro fatto sul sistema dalle forze interne nel passaggio dalla configurazione iniziale a quella finale.

4) Una mole di gas perfetto monoatomico cede calore a volume costante in modo che la pressione scende da 2.2 atm a 1.4 atm. Successivamente il gas viene fatto espandere a pressione costante da un volume di 5.9 L ad uno di 9.3 L e la temperatura torna al suo valore iniziale. Calcolare (a) il lavoro totale compiuto dal gas nell'intero processo (b) la variazione di entropia del gas (nel passaggio dallo stato "a" allo stato "c"). (R=0.0821 litri·atm/moli·K).



5) Due macchine di Carnot lavorano rispettivamente tra le sorgenti a temperature T_1, T_2 e T_2, T_3, con $T_1>T_2>T_3$. Le macchine sono accoppiate in modo che in ogni ciclo la prima ceda alla sorgente a temperatura T_2 la stessa quantità di calore Q_2 che assorbe la seconda macchina. Calcolare il rendimento e del sistema costituito dalle due macchine sapendo che η_1= 20% ed η_2=30%.

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Elettronica
Corso di Fisica Generale
Dott.ssa M. C. Larciprete

Prova di esame del 17 Luglio 2013
II appello - a.a. 2012-13
Soluzioni – TESTO A

1) $\Delta\theta = \ln\left(\frac{At_1 + B}{B}\right) = 1.79 rad \qquad L = R\cdot\Delta\theta = 1.43m$

$$v(t_1) = \omega(t_1)R = \dot{\theta}(t_1)R = \frac{A}{(At_1 + B)}R = 0.33 m/s$$

$$a_n(t_1) = \omega^2(t_1)R = \frac{A^2}{\left(At_1 + B\right)^2}R = 0.14\ m/s^2$$

$$a_\tau(t_1) = \alpha(t_1)R = -\frac{A^2}{\left(At_1 + B\right)^2}R = -0.14\ m/s^2$$

---

2) In assenza di attrito l'energia meccanica si conserva:

$$mgL\sin(\alpha) = \frac{1}{2}K\Delta x^2 \qquad x = \sqrt{2\frac{mgL\sin(\alpha)}{K}} = 0.22\text{m}$$

In presenza di attrito:

$$mgL\sin(\alpha) - \mu_d mgL\cos(\alpha) = \frac{1}{2}K\Delta x^2 \qquad x = \sqrt{2mgL\frac{(\sin(\alpha) - \mu_d\cos(\alpha))}{K}} \approx 0.18\text{m}$$

---

3) Si conserva il momento della quantità di moto rispetto all'asse di rotazione perché le forze esterne (peso e reazioni vincolari) hanno momento nullo.

$$\left(I_S + 2ma^2\right)\omega_{in} = \left(I_S + 2m\left(\frac{L}{2}\right)^2\right)\omega_{fin} \quad \text{da cui:} \quad \omega_{fin} = \frac{\left(I_S + 2ma^2\right)}{\left(I_S + 2m\left(\frac{L}{2}\right)^2\right)}\omega_{in} = \frac{I_{in}}{I_{fin}}\omega_{in}$$

Con $\quad I_{in} = \left(I_S + 2ma^2\right) = 0.101 kgm^2 \qquad I_{fin} = \left(I_S + 2m\left(\frac{L}{2}\right)^2\right) = 0.5 kgm^2$

$$L_{f.\text{int}} = K_{fin} - K_{in} = \frac{1}{2}I_{fin}\omega_{fin}^{\ 2} - K_{in} = \frac{1}{2}I_{fin}\left(\frac{I_{in}}{I_{fin}}\omega_{in}\right)^2 - K_{in} = \frac{I_{in}}{I_{fin}}\left(\frac{1}{2}I_{in}\omega_{in}^{\ 2}\right) - K_{in}$$

$= K_{in}\left(\frac{I_{in}}{I_{fin}} - 1\right) =$ -0.99J

---

4)

(a) Calcolo del lavoro $Q = L = p_b\left(V_b - V_a\right) = 4.76 litri \cdot atm = 482J$ compiuto dal gas

(b) Essendo l'entropia una funzione di stato, si può calcolare il ΔS lungo una trasformazione isoterma(da "a" a "c"):

$$\Delta S = \int_a^c \frac{dQ}{T_a} = \int_a^c \frac{dL}{T_a} = \int_a^c \frac{nRdV}{V} = nR\ln\frac{V_c}{V_a} = 0.037 litri \cdot atm / K = 3.78J / K$$

---

5) Poiché la sorgente a temperatura intermedia assorbe e cede la stessa quantità di calore Q_2 essa non interviene nel ciclo eseguito dal sistema costituito dalle due macchine, che opera pertanto tra T_1 e T_3:

$$\eta = 1 - \frac{T_3}{T_1}$$

Si ha anche $\eta_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\eta_2 = 1 - \frac{T_3}{T_2}$ pertanto $\frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{T_3}{T_2}\right)\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(1-\eta_1\right)\left(1-\eta_2\right)$

$$\eta = 1 - \left(1-\eta_1\right)\left(1-\eta_2\right) = 44\%$$