Università degli Studi di Roma "La Sapienza" – Facoltà di Ingegneria
Sede di Latina
Corsi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione
Corso di FISICA 1
A.A. 2004/2005

Esame del 12 aprile 2005

Esercizi Numerici

1) Un treno inizialmente fermo si mette in moto all'istante $t=0$ con accelerazione scalare iniziale $a_0=0.5\ m/s^2$. L'accelerazione diminuisce poi linearmente con il tempo e si annulla all'istante t_1 in cui il treno ha raggiunto una velocità di modulo $v_1=90\ km/h$. Si determini lo spazio percorso dal treno fino all'istante t_1.

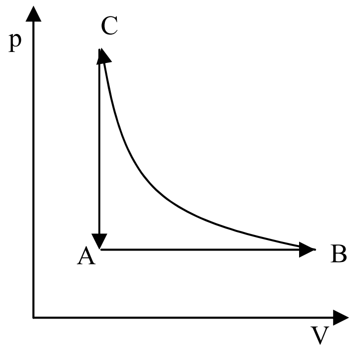
2) La cabina di un ascensore, di massa $M=1000\ kg$, si trova ad un'altezza $h=5m$ dall'estremo di un ammortizzatore verticale di attenuazione, di costante elastica $k= 2\times10^5\ N/m$. Ad un certo punto, il cavo di sospensione si rompe, e la cabina viene frenata durante la discesa da un sistema di sicurezza capace di sviluppare una forza d'attrito di modulo costante F_A. a) calcolare la velocità della cabina immediatamente prima di urtare la molla. b) Calcolare quanto deve valere F_A affinché l'ammortizzatore si comprima di $\Delta l=0.5m$.

3) Una massa di acqua $m=20g$ alla temperatura $t_1=20°C$, viene posta all'interno di un recipiente contenente un blocco di ghiaccio di massa $M=500g$ alla temperatura $t_2= -10°C$. Si determini la temperatura cui si portano le masse una volta raggiunto l'equilibrio termico a temperatura costante. Si consideri l'intero sistema isolato e trascurabile la capacità termica del recipiente. ($\lambda_{GH}= 3.3\cdot10^5\ J/kg,\ c_{acq}=4186\ J/kgK,\ c_{gh}=2051\ J/kgK$)

4) Una mole di gas ideale monoatomico ($C_V=3/2R;\ C_p=C_V+R;\ R=8.31J/mol\ K$) si trova alla pressione $p_A=10^5Pa$ ed occupa un volume $V_A=22.4\ l$. Il gas compie un ciclo composto in successione dalle seguenti trasformazioni:

   - una espansione isobara con temperatura finale $T_B=100°C$
   - una compressione isoterma con volume finale $V_C=V_A$
   - una isocora con pressione finale p_A.

   Calcolare il lavoro totale ed il calore totale scambiato dal gas nel corso del ciclo.
   ($C_V=3/2R;\ C_p=C_V+R;\ R=8.31J/mol\ K$)



Domande Teoriche

1) Enunciare e dimostrare il teorema del lavoro e dell'energia cinetica (detto anche teorema dell'energia cinetica oppure delle forze vive) per un punto materiale.

2) Definire calore specifico e capacità termica di un corpo solido. Scrivere e discutere l'espressione del calore ceduto/assorbito in funzione della variazione di temperatura del corpo solido.

1. $a(t) = a_0 - kt$ $\qquad v(t) = a_0 t - \frac{1}{2}kt^2$ $\qquad s(t) = \frac{1}{2}a_0 t^2 - \frac{1}{6}kt^3$

$0 = a_0 - kt_1 \qquad k = \frac{a_0}{t_1}$

$v_1 = a_0 t_1 - \frac{1}{2}kt_1^2 = \frac{a_0 t_1}{2} \qquad t_1 = \frac{2v_1}{a_0} = 100\,s \qquad k = 5\,10^{-3}\,m/s^3$

$s(t_1) = \frac{1}{2}a_0 t_1^2 - \frac{1}{6}kt_1^3 = 1.67\,10^3\,m = 1.67\,km$

3. Dall'inizio della caduta fino alla compressione massima dell'ammortizzatore si ha:

$E_{mecc}^{fin} - E_{mecc}^{in} = W_{nc}$ da cui $-mg\Delta l + \frac{1}{2}k\Delta l^2 - mgh = -F_A(h + \Delta l)$ che porta a:

$$F_A = mg - \frac{1}{2}k\frac{\Delta l^2}{h + \Delta l} = 5.26kN$$

Dall'inizio della caduta fino al contatto cabina ammortizzatore si ha:

$E_{mecc}^{fin} - E_{mecc}^{in} = W_{nc}$ da cui $\frac{1}{2}mv^2 - mgh = -F_A h$ che porta a:

$$v = \sqrt{2(g - F_A/m)h} = 5.2m/s$$

4. Il calore ceduto da m per solidificarsi e rimanere a 0°C è dato da:

$Q_m^{min} = m_1 c_{acq}\left(0°C - t_m^{in}\right) - m_1\lambda_{gh} = 8274J < 0$

La massima quantità di calore che M può assorbire prima di raggiungere 0°C e di cominciare a fondere è:

$Q_M^{max} = Mc_{gh}(0°C - t_M^{in}) = 10258J > 0$ Si ha che $Q_M^{max} > -Q_m^{min}$ quindi il blocco di ghiaccio può assorbire tutto il calore che m cede per congelarsi senza fondere. Per calcolare la temperatura di equilibrio si usano le relazioni:

$Q_m = mc_{acq}\left(0°C - t_m^{in}\right) - m\lambda_{gh} + mc_{gh}\left(t_e - 0°C\right) \qquad Q_M = Mc_{gh}(t_e - t_M^{in})$

Imponendo che $Q_M = -Q_m$ si ottiene:

$$t_e = \frac{Mc_{gh}t_M^{in} + mc_{acq}t_m^{in} + m\lambda_{gh}}{c_{gh}(m + M)} = -1.86°C$$

4. Il lavoro compiuto nei vari tratti di trasformazione è dato da:

$L_{AB} = p\Delta V = p_A(V_B - V_A) = 860J$ avendo utilizzato l'equazione di stato dei gas perfetti per trovare $V_B = \frac{nRT_B}{p_A} = 31.0l$.

$$L_{BC} = \int_B^C pdV = \int_B^C \frac{nRT_B}{V}dV = nRT_B\int_B^C \frac{dV}{V} = nRT_B\,ln\frac{V_C}{V_B} = nRT_B\,ln\frac{V_A}{V_B} = -1007J$$

$L_{CA} = 0$ perché isocora. Si ottiene quindi $L_{ciclo} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CA} = -147J$ (subito).

Sapendo che $\Delta U_{ciclo} = Q_{ciclo} - L_{ciclo} = 0$ si ha $Q_{ciclo} = L_{ciclo} = -147J$ (ceduto)