Fisica 1 per chimica industriale, compito scritto 15/07/2015

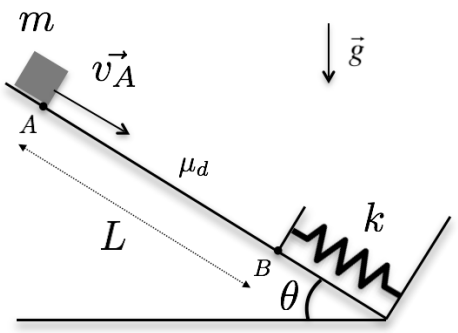
Docente: Santanastasio Francesco

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

Tempo a disposizione 4 ore, e' permessa la consultazione del solo libro di testo ed appunti (no libri di esercizi), e' obbligatorio spegnere i cellulari. Risolvere gli esercizi riportando le formule risolutive ed i risultati numerici utilizzando le unita' di misura del Sistema Internazionale.

Esercizio 1 - Meccanica del punto materiale

Figura 1



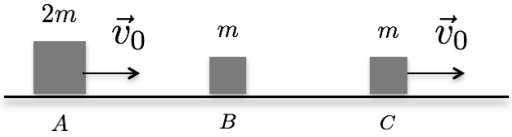
Una corpo (punto materiale) di massa m=5Kg scivola lungo un piano avente un coefficiente di attrito dinamico μ_d=0.2 ed inclinato di un angolo $\theta = 30°$ rispetto all'orizzontale. Nel punto A, il corpo possiede inizialmente una velocita' $v_A = 1m/s$ diretta lungo il piano inclinato (vedi Figura 1). Dopo aver percorso un tratto L=1m lungo il piano, il corpo incontra nel punto B l'estremo libero di una molla ideale di costante elastica k e la comprime. Si misura che la massima compressione della molla e' pari a Δx=20cm.

Determinare:
a) il lavoro della forza di attrito nel tratto AB di lunghezza L;
b) il modulo della velocita' del corpo nel punto B;
c) la costante elastica k della molla.

[N.B. l'attrito e' presente lungo tutto il piano inclinato e quindi anche durante la fase di compressione della molla.]

Esercizio 2 - Meccanica dei sistemi

Figura 2



Tre corpi (A, B, C), schematizzabili come punti materiali di massa $m_A = 2m$ ed $m_B = m_C = m$, possono scorrere senza attrito lungo una guida rettilinea di lunghezza infinita. Inizialmente i corpi A e C si muovono con velocita' costante v_0 mentre il corpo B e' fermo, come mostrato in Figura 2. Ad un certo istante, il corpo A compie un urto elastico contro il corpo B.

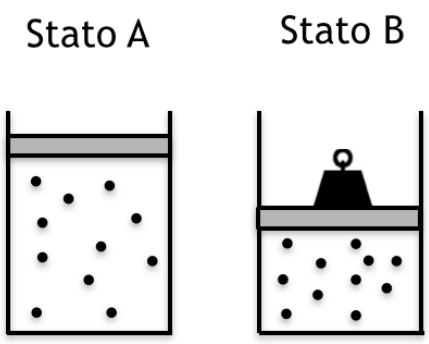
Rispondere alle seguenti domande:
a) determinare l'energia cinetica del corpo B dopo il primo urto elastico tra A e B;
b) mostrare che avverra' successivamente un secondo urto tra B e C.

Assumendo che dopo il secondo urto i corpi B e C rimangano attaccati (urto completamente anelastico), determinare:
c) la velocita' finale del sistema B+C;
d) l'energia meccanica dissipata nel secondo urto.

[Riportare tutti i risultati in funzione delle quantita' note m e v_0]

Esercizio 3 - Termodinamica

Figura 3



Un recipiente rigido, conduttore di calore, chiuso da un pistone mobile di massa trascurabile e sezione pari a $S = 0.007\ m^2$, contiene n=3 moli di gas perfetto biatomico. Il gas si trova inizialmente nello stato A di equilibrio termodinamico con l'ambiente esterno, alla pressione atmosferica $P_A = 1.01\ 10^5\ Pa$ ed alla temperatura ambiente T_A =300K. Il gas viene dunque compresso in maniera irreversibile ponendo sul pistone un blocco di massa M=20Kg. Dopo un certo tempo, il sistema raggiunge un nuovo stato di equilibrio termodinamico B.

Determinare:
a) il volume iniziale V_A occupato dal gas nello stato iniziale A;
b) la pressione P_B , la temperatura T_B , ed il volume V_B del gas nello stato finale B;
c) il lavoro subito dal gas ed il calore scambiato dal gas nella trasformazione AB;
d) la temperatura alla quale il gas si sarebbe portato nello stato finale se il recipiente ed il pistone fossero stati adiabatici.

Soluzione - Esercizio 1

a)
$L_{attrito} = -|F_{attrito}| \cdot L = -\mu_d \cdot mg \cos\theta \cdot L$ = -8.5 J

b)
$L_{attrito} = \Delta E = E_B - E_A$
$E_B = \frac{1}{2} m {v_B}^2 + mgh_B$
$E_A = \frac{1}{2} m {v_A}^2 + mg(h_B + L \sin\theta)$
$v_B = \sqrt{{v_A}^2 + 2gL(\sin\theta - \mu_d \cos\theta)} = 2.72\ m/s$

c)
$L_{attrito}' = \Delta E = E_f - E_B$

$L_{attrito}' = -\mu_d \cdot mg \cos\theta \cdot \Delta x$

$E_f = mgh_{min} + \frac{1}{2} k \Delta x^2$
$E_B = \frac{1}{2} m {v_B}^2 + mg(h_{min} + \Delta x \sin\theta)$

$$k = 2\frac{mg\Delta x(\sin\theta - \mu_d \cos\theta) + \frac{1}{2} m {v_B}^2}{\Delta x^2} = 1085\ N/m$$

Soluzione - Esercizio 2

a)
Nell'urto elastico tra A e B si conservano l'energia e la quantita' di moto.
$\begin{cases} 2mv_0 = 2mv_A + mv_B \\ \frac{1}{2}2mv_0^2 = \frac{1}{2}2mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2 \end{cases}$

Risolvendo il sistema si ottengono:
$v_B = \frac{4}{3}v_0$
$v_A = \frac{1}{3}v_0$
$K_B = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{8}{9}mv_0^2$

b)
$v_B = \frac{4}{3}v_0 \; > \; v_C = v_0$
Quindi, essendo la guida infinita, il corpo B incontrera' il corpo C dopo un certo tempo finito.

c)
Nell'urto completamente anelastico tra B e C si conserva solo la quantita' di moto (non l'energia).
$m\frac{4}{3}v_0 + mv_0 = (m+m)v_f$
$v_f = \frac{7}{6}v_0$

d)
$E_f = \frac{1}{2}(m+m)\left(\frac{7}{6}v_0\right)^2$
$E_i = \frac{1}{2}m\left(\frac{4}{3}v_0\right)^2 + \frac{1}{2}mv_0^2$

$E_{diss}(urto\ BC) = E_f - E_i \; = \; -\frac{mv_0^2}{36}$

Soluzione - Esercizio 3

Per un gas perfetto biatomico: $c_V = \frac{5}{2}R$

a)
$V_A = \frac{n \cdot R \cdot T_A}{P_A} = 0.074\ m^3$

b)
$P_B = P_A + \frac{Mg}{S} = 1.29\ 10^5\ Pa$
$T_B = T_A = 300K$ $(le\ pareti\ del\ recipiente\ conducono\ calore\ e\ quindi\ il\ gas\ e'\ alla\ stessa\ temperatura\ dell'ambiente)$
$V_B = \frac{n \cdot R \cdot T_B}{P_B} = 0.058\ m^3$

c)
$L_{AB} = P_B(V_B - V_A) = -2064\ J$

$\Delta U_{AB} = Q_{AB} - L_{AB}$ = 0 (la temperatura iniziale e' uguale a quella finale)

$Q_{AB} = L_{AB} = -2064\ J$

d)
Se il recipiente e' adiabatico allora $Q_{AB} = 0$
$\Delta U_{AB} = -L_{AB}$
$\Delta U_{AB} = nc_V(T_B - T_A)$

$$\begin{cases} nc_V(T_B - T_A) = -P_B(V_B - V_A) \\ P_B V_B = n \cdot R \cdot T_B \end{cases}$$

Risolvendo il sistema:
$T_B = \frac{nc_V T_A + P_B V_A}{n(c_V + R)} = 324K$
$(V_B = \frac{n \cdot R \cdot T_B}{P_B} = 0.063\ m^3)$