UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA- FACOLTA' DI INGEGNERIA

Prova scritta di accertamento di FISICA I, Settore dell' Informazione,
canale 1 (Prof. Gasparini) Padova, 15 Giugno 2009

Problema 1

Un blocco di massa m=0,15 Kg poggia su una piattaforma di massa M=0,6 Kg che scende su di un piano inclinato scabro, con coefficiente d' attrito μ_D=0,2. L'angolo d'inclinazione del piano rispetto all' orizzontale e' θ=20°. Il blocco m e' fermo rispetto alla piattaforma; tra di esso e l' estremo inferiore della piattaforma e' compressa una molla di costante elastica k=0,6 N/m (vedi figura). Tra il blocco e la piattaforma non vi e' attrito. Determinare:

a) l' accelerazione del sistema blocco+piattaforma: $a = 1{,}51\ m/s^2$

$$(m+M)a = R^{(E)} = Mg\sin\theta + mg\sin\theta - \mu_D(M+m)g\cos\theta$$

$$\rightarrow \quad a = g(\sin\theta - \mu_D\cos\theta)$$

b) la forza elastica agente e la compressione della molla rispetto alla sua lunghezza di riposo: $F_{el} = 0{,}276$ N

$\Delta = 0{,}461$ m

$$ma = mg\sin\theta - F_{el}$$

$$\rightarrow \quad m\,g(\sin\theta - \mu_D\cos\theta) = mg\sin\theta - F_{el} \quad \rightarrow \quad F_{el} = m\,g\,\mu_D\cos\theta \ ;$$

$$\Delta = F_{el}/k$$

Dopo un tempo t=0,8 s rispetto all'istante iniziale in cui il sistema e' fermo, la piattaforma viene bloccata da un ostacolo, fermandosi. Si determini:

c) l 'impulso trasferito alla piattaforma: I = -0,484 N s

Immediatamente dopo l'istante del blocco della piattaforma, il blocco procede ancora con velocita' uguale a quella acquisita dal sistema blocco+ piattaforma nel tempo t considerato: $v = a\,t = 1{,}21$ m/s

(la forza elastica agente su di esso non e' impulsiva, quindi non esercita alcun impulso sul blocco). La piattaforma invece subisce una variazione di quantita' di moto :

$$\Delta p = -Mv = I.$$

d) la velocita' del blocco m nell' istante in cui la molla si e' ulteriormente compressa di una lunghezza d=0,3 m rispetto alla compressione iniziale Δ, e l' accelerazione di m in quell' istante: $v_1 = 1{,}42$ m/s , $a_1 = 0{,}306\ m/s^2$

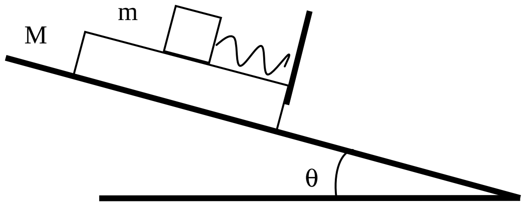
Dalla conservazione dell' energia:

$$k\Delta^2/2 + mv^2/2 = k(\Delta+d)^2/2 + mv_1^2 - mg\sin\theta\, d$$

$$\rightarrow \quad v_1 = [\ k(\Delta^2-(\Delta+d)^2)/m + v^2 + 2g\sin\theta\, d]^{1/2}$$

Nell' istante considerato il blocchetto e' ancora in fase di accelerazione:

$$a_1 = g\sin\theta - k(\Delta+d)/m = 0{,}306\ m/s^2 > 0$$



Problema 2

Un disco omogeneo di massa m=0,5 Kg e raggio R=0,3 m e' appeso in un suo punto periferico P ad un vincolo fisso, intorno al quale e' libero di ruotare senza attrito nel piano verticale sotto l' azione della forza peso. Inizialmente il disco e' fermo con il segmento **CP**, dove C e' il centro del disco, che forma l' angolo θ=20° con la direzione verticale. Determinare:

a) il momento della forza peso rispetto a P e l' accelerazione angolare del disco nell' istante iniziale: $M_{peso} = mgR \sin\theta = 0{,}5027$ N m,

$$\alpha = M_{peso}/I_P = 7{,}43 \text{ rad/s}^2 \text{ , con } I_P = 3\, mR^2/2 = 0{,}0675 \text{ Kg m}^2$$

b) la velocita' angolare nell' istante in cui il segmento **CP** e' verticale: ω_1=1,62 rad/s

per la conservazione dell' energia: $I\omega_1^2/2 = mgR(1-\cos\theta)$

c) la reazione vincolare in P in quell'istante: Φ = 6,21 N

dalla eq. del moto del CM: $m\, a_N = m\, \omega_1^2 R = \Phi - mg$

d) il periodo di oscillazione, assumendo valida l' approssimazione per piccole oscillazioni ($\text{sen}\theta \approx \theta$):

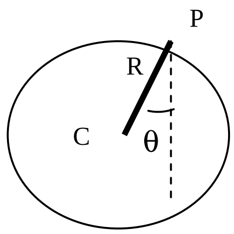
dall' eq. del moto di rotazione : $I_P\, \alpha = I_P\, d^2\theta(t)/dt^2 = -mgR\sin\theta \approx -mgR\, \theta$

$$\rightarrow \quad d^2\theta(t)/dt^2 = -(mgR/I_P)\, \theta(t) \equiv -\Omega^2\theta(t)$$

si ha una pulsazione $\Omega = -(mgR/I_P)^{1/2} = 4{,}67 \text{ s}^{-1}$

e quindi il periodo:

$$T = 2\pi/\Omega = 1{,}35 \text{ s}$$



Problema 3

Un gas ideale biatomico con n=3 moli alla temperatura iniziale T_A=350 K e pressione p_A=1,2 · 10^5 Pa viene fatto espandere reversibilmente mantenendo il gas in contatto termico con un serbatoio a temperatura T_A fino al volume V_B=130 dm^3. Il gas viene quindi messo in contatto termico con un serbatoio a temperatura T_C=280 K, mantenendo il suo volume costante in questa seconda trasformazione. Infine si riporta il gas allo stato iniziale A con una compressione adiabatica reversibile.

a) si disegni il ciclo nel piano (p,V) e si determini il calore ceduto nel ciclo: $Q_{ced} = Q_{BC} = nc_V(T_C-T_A) = -4363$ J

Si determinino inoltre:

b) il lavoro nella trasformazione adiabatica: $W_{adiab} = -\Delta U_{CA} = nc_V(T_A-T_C) = -4363$ J

c) il rendimento del ciclo:

$$\eta = 1 + Q_{ced}/Q_{ass} = 0,14$$

con $Q_{ass} = Q_{AB} = W_{AB} = nRT_A \ln(V_B/V_A) = 5071$ J

essendo $V_A = nRT_A/p_A = 72,2\ dm^3$

Se si invertono le due trasformazioni reversibili, ed il gas nello stato C viene posto a contatto termico con il serbatoio a temperatura T_A, si ottiene un ciclo monotermo.

c) calcolare il lavoro totale del sistema in questo ciclo: $W' = -W_{ciclo\ termico} = -(Q_{ass}+Q_{ced}) = -708$ J

(complessivamente subito dal sistema, in accordo con il 2° Principio della Termodinamica)

e) calcolare la variazione di entropia dell' Universo nel ciclo termico e quella nel ciclo monotermo:

$$\Delta S_{UN} = \Delta S_{serb.1} + \Delta_{serb.2} = -Q_{AB}/T_A - Q_{BC}/T_C = 1,09 \text{ J/K}$$

$$\Delta S'_{UN} = \Delta S'_{serb.1} = Q_{BC}/T_A + Q_{AB}/T_A = 2,02 \text{ J/K}$$