

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA- FACOLTA' DI INGEGNERIA

Prova scritta di accertamento di FISICA I, Settore dell' Informazione,
gruppi 0-1 (Prof. Gasparini)

Padova, 1 Aprile 2008

COGNOME:..... NOME:..... MATR.....

[N.B.: si scrivano le equazioni usate per ottenere i risultati; i soli risultati numerici, anche se corretti, non verranno considerati; si utilizzi per la soluzione anche il retro dei fogli]

Problema 1

Un blocchetto di massa $m_1 = 0,3$ kg scivola su una guida liscia circolare di raggio $R = 0,21$ m posta nel piano verticale (x,y), partendo da fermo nella posizione di figura. Al termine della guida, giunto sul piano orizzontale anch' esso privo di attrito, incontra una molla di costante elastica $k = 5$ N/m e massa trascurabile, a sua volta appoggiata ad un secondo blocco di massa $m_2 = 0,4$ kg, inizialmente fermo sul piano. Determinare

- a) la velocità del CM del sistema dei due blocchi quando m_1 ha raggiunto il piano:

dalla conservazione dell' energia per il blocco 1:

$$mgR = mv_1^2/2 \Rightarrow v_1 = 2,03 \text{ m/s}$$

Da quando il blocco 1 raggiunge il piano orizzontale, il CM si muove con velocità: $v_{CM} = m_1 v_1 / (m_1 + m_2) = 0,86 \text{ m/s}$,

costante durante la compressione della molla (che esercita una forza interna al sistema)

- b) le accelerazioni dei due blocchi quando la molla è compressa della lunghezza $\Delta x = 0,2$ m:

$$a_1 = -k\Delta x/m_1 = -3,33 \text{ m/s}^2, \quad a_2 = -k\Delta x/m_2 = 2,5 \text{ m/s}^2,$$

- c) l' energia cinetica totale del sistema dei due blocchi quando la molla raggiunge la sua massima compressione:

in quell' istante i due corpi procedono con uguale velocità: $v_1 = v_2 = v_{CM}$

e quindi $E_k^{tot} = (m_1 + m_2)v_{CM}^2/2 = 0,26 \text{ J}$

- d) la massima compressione raggiunta dalla molla:

dalla conservazione dell' energia nel processo di compressione della molla:

$$mv_1^2/2 = k \Delta x_{MAX}^2/2 + E_k^{tot}$$

$$\Rightarrow \Delta x_{MAX} = [(mv_1^2 - 2E_k^{tot})/k]^{1/2} = 0,39 \text{ m}$$



Problema 2

Una carrucola costituita da due dischi di raggio $r=0,1$ m e $R=0,4$ m incollati insieme, di momento d'inerzia totale rispetto all'asse centrale $I_O=0,15$ kg·m², può ruotare senza attrito nel piano verticale intorno al suo centro O. Un blocco di massa $M=100$ kg è appeso alla carrucola tramite una fune arrotolata al disco di raggio minore; un blocco di massa m , poggiato su un piano orizzontale scabro con coefficiente di attrito statico $\mu_s=0,5$ è attaccato ad una fune arrotolata intorno al disco di raggio maggiore (vedi figura). Il sistema è in equilibrio statico. Determinare:

a) la tensione T della fune attaccata ad m ed il minimo valore di m affinché tale equilibrio si verifichi:

dall'equilibrio della carrucola: $T_1 R - Tr = 0$,

essendo $T_1 = Mg$ per l'equilibrio della massa M

$$\text{Quindi:} \quad T = Mg R/r = 245 \text{ N}$$

Per l'equilibrio della massa m : $T = F_{\text{attr}} \leq \mu_s mg$

$$\Rightarrow m \geq T / \mu_s g = 50 \text{ kg}$$

Con $m = 30$ kg, il sistema si mette in moto e si verifica che il coefficiente di attrito dinamico sul piano orizzontale è $\mu_D = 0,2$, mentre la tensione della fune attaccata ad m vale $T = 150$ N. Calcolare:

a) le accelerazioni dei due blocchi:

$$T - \mu_D mg = m a_m \Rightarrow a_m = T/m - \mu_D g = 3,04 \text{ m/s}^2$$

$$a_M = a_m r/R = 0,76 \text{ m/s}^2$$

[nota: per una svista, il valore dato in input per T è diverso da quello corretto: $T=209$ N, che risulta dalla soluzione completa delle eq. del moto:

$$T - \mu_D mg = m a_m$$

$$T_1 r - TR = I_O \alpha = I_O a_m / R$$

$$Mg - T_1 = M a_M = M a_m r / R$$

$$\Rightarrow a_m = (Mgr - \mu_D mgR) / (mR + I_O/R + Mr^2/R) = 5 \text{ m/s}^2$$

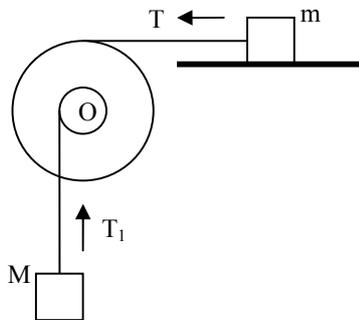
$$T = \mu_D mg + m a_m ;$$

entrambe le soluzioni numeriche sono state considerate corrette]

b) la tensione T_1 della fune attaccata alla massa M :

$$T_1 r - TR = I_O \alpha = I_O a_m / R$$

$$\Rightarrow T_1 = (I_O \alpha + TR) / r$$



Problema 3:

Un recipiente adiabatico e' chiuso da un pistone anch'esso adiabatico; al suo interno vi sono $n=4$ moli di gas ideale biatomico nello stato A alla pressione atmosferica $p_0=1,01 \cdot 10^5$ Pa, in equilibrio termico con una massa $m=10$ gr di ghiaccio alla temperatura di fusione $T_0=273,15$ K. Il gas viene compresso reversibilmente fino allo stato B nel quale tutto il ghiaccio viene fuso.

Sapendo che il calore latente di fusione del ghiaccio e' $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ J/kg, determinare:

- a) il volume iniziale del gas ed il calore ceduto dal gas al ghiaccio nella trasformazione: $V_A = nRT_0/p_0 = 89,9 \text{ dm}^3$,

Il gas compie una compressione isoterma reversibile (scambiando calore, all'interno del recipiente adiabatico, con il solo ghiaccio fondente) alla temperatura T_0 ; il calore scambiato dal gas e': $Q_{AB} = -m\lambda = -3300$ J

- b) il volume finale del gas e la sua pressione:

nella compressione isoterma: $Q_{AB} = W_{AB} = nRT_0 \ln(V_B/V_A)$

quindi: $V_B = V_A e^{Q/nRT_0} = 62,5 \text{ dm}^3$,

$$p_B = nRT_0 / V_B = 1,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Successivamente il sistema viene ulteriormente compresso applicando una pressione esterna costante p_C fino allo stato C, con il gas che subisce il lavoro $W_{BC} = -2500$ J portandosi alla pressione p_C . Determinare:

- b) la variazione di energia interna del sistema totale nella seconda trasformazione ed il suo aumento di temperatura (si consideri trascurabile la variazione di volume dell'acqua, essendo $\Delta U_{\text{acqua}} = Q = m \cdot C \cdot \Delta T$, con $C = 4186$ J/kg capacita' termica dell'acqua):

si ha, per il 1° principio applicato al sistema acqua + gas, che nel suo insieme compie una trasf. adiabatica:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{acqua}} + \Delta U_{\text{gas}} = m \cdot C \cdot \Delta T + n \cdot c_V \cdot \Delta T = -W_{BC} \Rightarrow$$

$$\Delta T = -W_{BC} / [m \cdot C + (5/2)Rc_V] = 20 \text{ K}$$

- c) la pressione esterna applicata:

$$W_{BC} = p_C(V_C - V_B) = nRT_C - p_C V_B \Rightarrow p_C = (nRT_C - W_{BC})/V_B = 1,96 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

essendo $T_C = T_0 + \Delta T = 293,15$ K

