UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA- Corsi di INGEGNERIA dell' Informazione

Prova scritta di accertamento di FISICA Generale I (canale 1, prof. Gasparini)

Padova, 10 Luglio 2013

Problema 1

Due blocchi di masse m_1=0,3 kg e m_2=0,5 kg rispettivamente poggiano su di un piano scabro, inclinato di θ = 20° rispetto alla direzione orizzontale. Le due masse sono collegate da una molla di costante elastica k= 4 N/m, come in figura. Il coefficiente d' attrito dinamico tra il piano e ciascuno dei due blocchi e' μ_D=0,3; quello di attrito statico e' μ_S=0,4. All' istante iniziale, il blocco inferiore m_1 ha una velocita' v_0=5 m/s diretta verso l' alto, mentre il blocco m_2 e' fermo in equilibrio statico e la molla ha la sua lunghezza di riposo. Determinare:

a) la forza d' attrito statico iniziale sulla massa m_2 e l' accelerazione iniziale di m_1:

F^S_0 = ..., a_1 = ...

b) la forza d' attrito statico su m_2 quando la molla e' compressa di Δ_1= 0,2 m e la compressione Δ_2 della molla quando la forza d'attrito statico su m_2 si annulla:

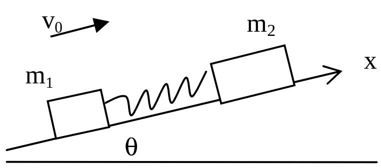
F^S_1 = ..., Δ_2 = ...

c) il lavoro compiuto dalla forza d' attrito dinamico su m_1 ed il lavoro della forza elastica tra l' istante iniziale e questo secondo istante:

W_{attr} = ..., W_{el} = ...

d) la velocita' del blocco 1 in questo istante: v = ...

e) la compressione Δ_3 della molla quando il blocchetto 2 inizia a muoversi: Δ_3 = ...



Soluzione:

a) $F^S_0 - m_2 g\sin\theta = 0 \Rightarrow F^S_0 = 1{,}68$ N

$m_1 a_1 = -m_1 g\sin\theta - \mu_D m_1 g\cos\theta \Rightarrow a_1 = -6{,}11$ m/s^2

b) $k\Delta_1 + F^S_1 - m_2 g\sin\theta = 0 \Rightarrow F^S_1 = 0{,}88$ N

$k\Delta_2 - m_2 g\sin\theta = 0 \Rightarrow \Delta_2 = 0{,}42$ m

c) $W_{attr} = -\mu_D m_1 g\cos\theta\, \Delta_2 = -0.348$ J , Wel = $-k\,\Delta_2^2/2 = -0.353$ J

d) $W_{tot} = W_{peso} + W_{el} + W_{attr} = -1{,}12$ J con $W_{peso} = - m_1 g\sin\theta\, \Delta_2 = -0.422$ J ,

$\Delta E_k = m_1 v^2/2 = W_{tot} \Rightarrow v = [\, 2\,\Delta E_k / m_1\,]^{1/2} = 4{,}19$ m/s

e) $- m_2 g\sin\theta + k\Delta_3 - F^s_{max} = 0$ con $F^s_{max} = \mu_S m_2 g \sin\theta \Rightarrow \Delta_3 = 0{,}88$ m.

Problema 2

Un disco omogeneo di massa m= 0,5 Kg e raggio R =0,6 m e' trainato lungo un piano orizzontale scabro da una forza elastica esercitata nel suo centro O tramite una molla OC disposta orizzontalmente (vedi figura), di costante elastica k = 2 N/m. L' estremo C della molla e' fisso ed il moto e' di puro rotolamento. All' istante iniziale il disco e' fermo con la molla avente un allungamento d = 2 R rispetto alla sua posizione di riposo. Alla coordinata x_A coincidente con la posizione di riposo della molla e' posto un gradino di altezza R/2, contro il quale il disco va ad urtare anelasticamente (nota bene: nell' istante dell' urto la molla ha ancora un allungamento d_1, perche' il centro O del disco non e' ancora nella posizione di coordinata x_A) . Nell' urto, il bordo del disco si incastra nello spigolo A del gradino, ed il disco subito dopo l'urto e' in rotazione intorno al punto fisso A. Determinare:

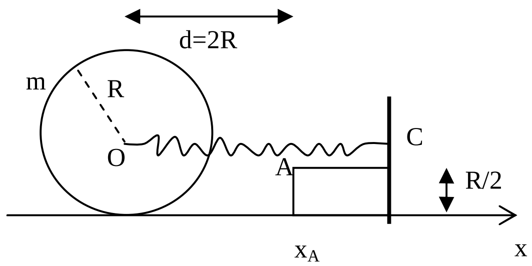
a) l' accelerazione iniziale del CM del disco e la forza d' attrito statico che si sviluppa nel punto di contatto con il piano: a_{CM} = ..., f_S = ...

b) il lavoro compiuto dalla forza elastica fino all' istante dell' urto e la velocita' angolare del disco immediatamente prima dell' urto:

W_{el} = ..., ω = ...

c) il momento angolare del disco rispetto allo spigolo A subito prima dell' urto: L_A=......................

d) la velocita' angolare del disco intorno al polo A dopo l' urto: ω' =..............



Soluzione:

a) $ma = kd - f_S$

$I_o a = f_S R$ => $(mR^2/2)\, a/R = f_S R$ => $(m/2)\, a = f_S$

⇨ $(m + m/2)\, a = kd$ => $a = (2/3)\, kd/m = 3{,}2\ m/s^2$, $f_s = kd - ma = kd / 3 = 0{,}8$ N

b) $W_{el} = -\Delta E^p{}_{el} = kd^2/2 - kd_1{}^2/2 = 1{,}17$ J con $d_1 = \sqrt{3}\, R / 2 = 0{,}52$ m

$W_{el} = \Delta E_k = I_o\omega^2/2 + mv_{cm}{}^2/2$ con $v_{cm} = \omega R$ => $\omega = 2{,}94$ rad/s

c) Per il teor. di Koenig del momento angolare: $\mathbf{L}_A = \mathbf{L}_{cm} + \mathbf{r}_{cm} \times m\mathbf{v}_{cm}$

⇨ $L_A = I_o\omega + mv_{cm}R/2 = 0{,}53$ kg m^2/s

d) Per la conserv. del momento angolare rispetto al polo A durante l'urto:

$L_A = L_A{}^{fin} = I_A\omega'$ con $I_A = (3/2)mR^2$ => $\omega' = 1{,}96$ rad/s

Problema 3

n = 3 moli di un fluido reale inizialmente tutte allo stato liquido alla temperatura T_A = 400 K (stato A del fluido) vengono vaporizzate assorbendo il calore Q_{AB} = 18000 J. La transizione di fase isoterma AB avviene alla pressione costante $p_A = p_B = 2\ 10^5$ Pa. Nello stato B si consideri il vapore come un gas ideale biatomico. Si trascuri inoltre il volume V_A del liquido rispetto al volume V_B del vapore ($V_A \sim 0$). Si determini:

a) il volume dello stato B e la variazione di energia interna del fluido nella trasformazione AB: V_B = ..., ΔU_{AB} = ...

Successivamente, il vapore (sempre considerato come gas ideale biatomico) compie un' espansione adiabatica reversibile sino allo stato C in cui la temperatura e' T_C = 300 K ed una compressione isoterma reversibile alla temperatura $T_C=T_D$ fino allo stato D, con volume V_D = 70 dm^3, in cui il vapore e' saturo (una ulteriore diminuzione di volume rispetto a V_D determina cioe' l' inizio della condensazione). Una ulteriore compressione isoterma DE riporta tutto il fluido allo stato liquido, con una cessione di calore $Q_{DE} = -Q_{AB}$. Infine il fluido viene riportato nello stato iniziale A con un riscaldamento isocoro, ponendo il fluido a contatto termico con un serbatoio a temperatura T_A. Il calore specifico molare del fluido nello stato liquido e' c = 30 J/K. Determinare:

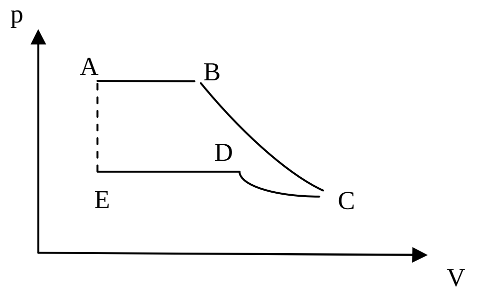
b) il volume V_C ed il calore scambiato nella compressione CD:

V_C = ... Q_{CD} = ...

c) il calore assorbito nel ciclo ed il rendimento del ciclo: Q_{ass} = ... η = ...

d) la variazione di entropia del fluido e dell' Universo nella trasformazione EA:

ΔS_{EA}^{fluido}=............................... ΔS_{EA}^{Univ} = ...



Soluzione

a) $V_B = nRT_B/p_B = 49{,}4\ dm^3$, con $T_B=T_A$ = 400 K
$\Delta U_{AB} = Q_{AB} - W_{AB} = Q_{AB} - p_B V_B$ = 8020 J

b) $T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$ => VC = 102.4 dm^3, con $\gamma = 7/5$
$Q_{CD} = nRT_C \ln (V_D / V_C)$ = -2845 J

c) $Q_{ass} = Q_{AB} + Q_{EA} = Q_{AB} + n\,c\,(T_A - T_E)$ = 27000 J con $T_E = T_D = T_C$ = 300 K
$\eta = 1 + Q_{ced}/Q_{ass} = 0{,}228$, con $Q_{ced} = Q_{DE} + Q_{CD} = -Q_{AB} + Q_{CD}$ = - 20845 J

d) $\Delta S_{EA}^{fluido} = n\,c \ln (T_A/T_E)$ = 25,9 J/K
$\Delta S_{EA}^{serb} = -Q_{EA} / T_A$ = -22,5 J/K = > ΔS_{EA}^{Un} = 3,4 J / K .