

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA- FACOLTA' DI INGEGNERIA**

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

Padova, 19 Marzo 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  $m = 0,3 \text{ Kg}$  e' poggiato nel punto P su una guida circolare di centro O e raggio  $R = 0,5 \text{ m}$  posta nel piano verticale (x,y), con il segmento OP che forma l' angolo  $\theta = 30^\circ$  con l' asse verticale y. Sul blocchetto agisce una forza F diretta tangenzialmente alla guida. Determinare:

a) nell' ipotesi che la guida sia priva di attrito, il valore di F per cui il blocchetto rimane in equilibrio statico:

Proiettando l'eq:  $F^{\text{tot}} = 0$  lungo l' asse tangente alla guida:

$$F - mg \sin \theta = 0 \Rightarrow F = mg \sin \theta = 1,47 \text{ N}$$

b) se la guida e' scabra e la forza applicata e'  $F = 2,5 \text{ N}$ , il minimo valore del coefficiente di attrito statico che si deve avere perche' il blocchetto rimanga fermo:

$$\begin{aligned} \text{si ha: } F - mg \sin \theta - F^{\text{attr}} &= 0 \Rightarrow F^{\text{attr}} = F - mg \sin \theta \leq \mu_s mg \cos \theta \\ &\Rightarrow \mu_s \geq (F - mg \sin \theta) / mg \cos \theta = 0,404 \end{aligned}$$

Con la guida priva di attrito, si applica la forza  $F = 2,5 \text{ N}$  mantenuta costante in modulo e parallela alla guida durante il moto. Determinare:

c) l' accelerazione iniziale del blocchetto :

il blocchetto inizialmente fermo, ha solo accelerazione tangente, data da:

$$a = (F - mg \sin \theta) / m = 3,43 \text{ m/s}^2$$

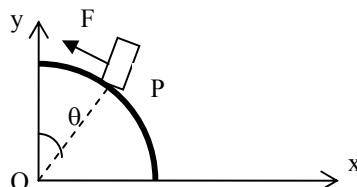
d) la velocita' del blocchetto quando raggiunge la sommita' della guida e la

reazione vincolare in quel punto:  $v = \dots \dots \dots \Phi = \dots \dots \dots$

dal teorema dell' energia cinetica:

$$\begin{aligned} \Delta E_k = E_k^{\text{fin}} = W_{\text{tot}} = W_F + W_{\text{peso}} = FR\theta - mgR(1 - \cos \theta) &= 0,457 \text{ J} \\ \Rightarrow v = [2E_k^{\text{fin}}/m]^{1/2} &= 1,75 \text{ m/s} \end{aligned}$$

proiettando la legge di Newton lungo la direzione normale alla guida nell' istante considerato:  $\Phi - mg = -mv^2/R \Rightarrow \Phi = m(g - v^2/R) = 1,1 \text{ N}$



### Problema 2

Un' asta AB di massa  $M = 0,4$  kg e lunghezza  $\ell = 0,7$  m puo' ruotare senza attrito intorno al suo centro O nel piano verticale. Sul suo estremo A e' incollato un blocchetto di dimensioni trascurabili e massa  $m = 0,15$  kg ed e' applicata una forza F parallela all' asse orizzontale. Inizialmente l' asta e' ferma formando l' angolo  $\theta = 30^\circ$  con l' asse orizzontale. Determinare:

- a) il valore di F affinche' il sistema sia in equilibrio statico:

dall' equilibrio dei momenti rispetto al polo O:  $M_O^{\text{tot}} = 0$

$$\Rightarrow F \sin \theta \ell / 2 - mg \cos \theta / \ell = 0 \quad \Rightarrow \quad F = mg \cos \theta / \sin \theta = 2,55 \text{ N}$$

Se la forza vale  $F = 7$  N, mantenuta costante in modulo e direzione durante il moto, calcolare:

- b) l' accelerazione angolare iniziale dell' asta:

dall' equazione cardinale delle rotazioni:  $M_O^{\text{tot}} = I_O \alpha$

$$\Rightarrow \text{con } I_O = M \ell^2 / 12 + m (\ell / 2)^2 = 0,035 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \text{ momento d' inerzia del sistema rispetto al polo O}$$

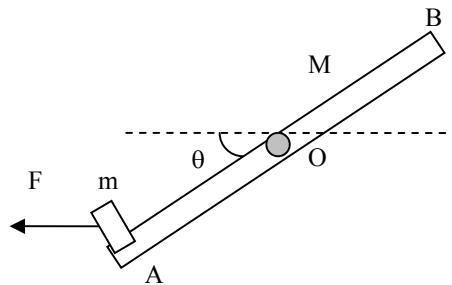
$$\Rightarrow \alpha = (F \sin \theta \ell / 2 - mg \cos \theta) / I_O = 24,6 \text{ rad/s}^2$$

- c) il lavoro compiuto dalla forza F quando l' asta assume la posizione orizzontale  $\theta = 0$  e la velocita' angolare dell' asta in quell' istante:

$$W_F = F \ell / 2 (1 - \cos \theta) = 0,328 \text{ J}$$

$$\Delta E_k = E_k^{\text{fin}} = I \omega^2 / 2 = W_F + W_{\text{peso}} = W_F - mg \ell \sin \theta / 2 = 0,0713 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \omega = [2 E_k^{\text{fin}} / I]^{1/2} = 2,02 \text{ rad/s}$$



### Problema 3:

Un recipiente adiabatico e' chiuso lateralmente da un pistone anch'esso adiabatico di area  $S=1 \text{ dm}^2$ ; al suo interno vi sono  $n= 1,5$  moli di gas ideale biatomico, inizialmente nello stato A in equilibrio alla pressione atmosferica esterna  $p_0=1,01 \cdot 10^5$  ed alla temperatura  $T_A=300 \text{ K}$ . Sul pistone viene applicata una forza  $F = 200 \text{ N}$ , comprimendo il gas fino al nuovo stato di equilibrio B in cui la pressione interna del gas equilibra la pressione esterna totale dovuta alla pressione atmosferica ed alla forza  $F$  applicata.

a) si determini la pressione dello stato B:

$$p_B = p_0 + F/S = 1,21 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

e si dimostri che la temperatura e il volume dello stato B sono rispettivamente  $T_B= 317 \text{ K}$  e  $V_B = 32,6 \text{ dm}^3$ .

$$\begin{aligned} W_{AB} &= p_B(V_B - V_A) = -\Delta U_{AB} = nc_v(T_A - T_B) \\ \Rightarrow p_B(V_B - V_A) &= nRT_B - p_B V_A = nc_v(T_A - T_B) \Rightarrow \\ \Rightarrow p_B V_A + nc_v T_A &= n(c_v + R)T_B = nc_p T_B \Rightarrow T_B = (p_B V_A + nc_v T_A) / nc_p = 317 \text{ K} \\ \text{essendo } c_p &= 7R/2 \text{ e } V_A = nRT_A / p_0 = 37 \text{ dm}^3 \\ \text{e quindi: } V_B &= nRT_B / p_B = 32,6 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

Si sostituisce la base fissa del recipiente con una parete diatermica, ponendo il gas a contatto termico con un serbatoio di calore alla temperatura  $T_C=450 \text{ K}$  e continuando ad esercitare la forza  $F$ . Raggiunto il nuovo stato di equilibrio C, si blocca il pistone e si raffredda il gas ponendolo a contatto termico con un serbatoio alla temperatura  $T_D=T_A$ . Raggiunto lo stato D, si riporta infine il gas nello stato iniziale con una compressione isoterma reversibile. Si determini:

b) il lavoro nella compressione adiabatica AB:

$$W_{AB} = -\Delta U_{AB} = nc_v(T_A - T_B) = -530 \text{ J}$$

c) il calore assorbito nel ciclo:

$$Q_{\text{ass}} = Q_{BC} = nc_p(T_C - T_B) = 5802 \text{ J}$$

d) il rendimento del ciclo:

$$\text{il calore ceduto } e' : Q_{\text{ced}} = Q_{CD} + Q_{DA} = nc_v(T_D - T_C) + W_{DA} = -5523 \text{ J}$$

$$\text{essendo } W_{DA} = nRT_A \ln(V_A / V_D) = -846 \text{ J}$$

$$\text{con } V_D = V_C = nRT_C / p_B = 46,4 \text{ dm}^3$$

$$\text{e quindi il rendimento } e' : \eta = 1 + Q_{\text{ced}} / Q_{\text{ass}} = 0,048$$

Si disegni il ciclo compiuto dal gas nel piano di Clapeyron.

