UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria - Settore Informazione

Prova scritta di Fisica 1 – 31 Agosto 2004

Cognome ____________________ **Nome** ______________________ **Matricola** ______________

Docente ______________

Problema 1

Un punto materiale di massa m = 0.8 kg è tenuto fermo tramite una forza **F** ortogonale al piano inclinato e orientata come in figura; l'angolo θ vale 30º, l'altezza h vale 0,5 m, il coefficiente di attrito statico è $\mu_s = 0.45$.

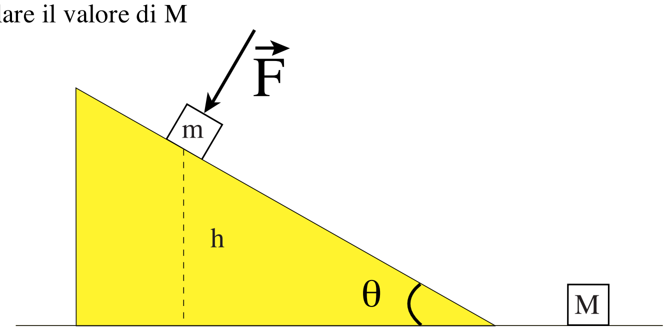
1) Calcolare il minimo valore di F per cui il punto resta in quiete.

Si annulla la forza **F** e il punto inizia a scendere lungo il piano inclinato; alla fine della discesa la sua velocità è v_1 = 3 m/s.

2) Calcolare il valore del coefficiente di attrito dinamico μ_d

Il punto prosegue con velocità v_1 lungo un piano orizzontale liscio e urta in modo completamente anelastico un punto fermo di massa M. Si osserva che dopo l'urto l'energia cinetica del sistema m+M vale E_{kfin} = 1.2 J.

3) Calcolare il valore di M



Problema 2

Un disco di acciaio, di massa m = 5 kg e raggio R = 0.14 m, ruota in un piano orizzontale rispetto ad un asse verticale passante per il centro con velocità angolare ω_1 = 8 rad/s. Ad un certo istante entra in funzione un freno e la velocità angolare scende al valore ω_2; in questo processo viene speso il lavoro W = -1.4 J.

1) Calcolare il valore di ω_2
2) Se il tempo di frenata è pari a t = 1.6 s, qual è il valore medio del momento frenante M?

Lo stesso valore ω_2 può essere raggiunto facendo aderire al disco, che ruota con velocità angolare ω_1, un secondo disco, di massa m' e raggio R', avente lo stesso asse di rotazione; a regime il sistema dei due dischi ruota con velocità angolare ω_2.

3) Calcolare il momento d'inerzia I' del secondo disco.

Problema 3

n = 0.35 moli di gas ideale compiono una trasformazione isobara dallo stato A ($p_A = 1.2\cdot10^5$ Pa, $V_A = 7\cdot10^{-3}$ m^3) allo stato B (($p_B = p_A$, $V_B = 1.6\ V_A$). La variazione di energia interna del gas nella trasformazione è ΔU = 1510 J.

1) Calcolare il calore specifico a pressione costante del gas.

Con una seconda trasformazione il gas torna dallo stato B allo stato A, subendo il lavoro W_{BA} = -314 J

2) Calcolare il calore scambiato dal gas nella trasformazione BA.
3) Qual è il rendimento del ciclo descritto?

Problema 1

Due blocchetti di dimensioni trascurabili di massa m_1 = 200 g e m_2 = 300 g rispettivamente sono inclinato e orientata come in figura; l'angolo θ vale 30º, l'altezza h vale 0,5 m, il coefficiente di attrito statico è $\mu_s = 0.45$.

1) Calcolare il minimo valore di F per cui il punto resta in quiete.

Si annulla la forza **F** e il punto inizia a scendere lungo il piano inclinato; alla fine della discesa la sua velocità è v_1 = 3 m/s.

2) Calcolare il valore del coefficiente di attrito dinamico μ_d

Il punto prosegue con velocità v_1 lungo un piano orizzontale liscio e urta in modo completamente anelastico un punto fermo di massa M. Si osserva che dopo l'urto l'energia cinetica del sistema m+M vale E_{kfin} = 1.2 J.

3) Calcolare il valore di M

1) Equazione della statica lungo il piano inclinato

$$mg\sin\theta \leq \mu_s\left(mg\cos\theta + F\right)$$

$$F \geq 1.91N$$

2) Applicando il bilancio energetico:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - mgh = -\mu_d mg\cos\theta\frac{h}{\sin\theta}$$

$$\mu_d = \left(1 - \frac{v_1^2}{2gh}\right)\tan\theta = 0.047$$

3) Nell'urto si conserva la quantità di moto per cui si può ricavare la velocità finale v_2 come funzione di quella iniziale v_1

$$mv_1 = \left(m + M\right)v_2$$

$$v_2 = \frac{mv_1}{m + M}$$

Per cui l'energia cinetica finale è

$$E_{kfin} = \frac{1}{2}\left(m + M\right)v_2^2 = \frac{1}{2}\left(m + M\right)\left(\frac{mv_1}{m + M}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{m^2v_1^2}{m + M}$$

e quindi risolvendo per M si ottiene infine

$$M = \frac{m^2v_1^2 - 2mE_{kfin}}{2E_{kfin}} = 1.6kg$$

Problema 2

Un disco di acciaio, di massa m = 5 kg e raggio R = 0.14 m, ruota in un piano orizzontale rispetto ad un asse verticale passante per il centro con velocità angolare ω_1 = 8 rad/s. Ad un certo istante entra in funzione un freno e la velocità angolare scende al valore ω_2; in questo processo viene speso il lavoro W = -1.4 J.

1) Calcolare il valore di ω_2
2) Se il tempo di frenata è pari a t = 1.6 s, qual è il valore medio del momento frenante M?

Lo stesso valore ω_2 può essere raggiunto facendo aderire al disco, che ruota con velocità angolare ω_1, un secondo disco, di massa m' e raggio R', avente lo stesso asse di rotazione; a regime il sistema dei due dischi ruota con velocità angolare ω_2.

3) Calcolare il momento d'inerzia I' del secondo disco.

1) Applicando il bilancio energetico fra istante iniziale e finale si ottiene

$$\frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2 = W \qquad \left(I_O = \frac{1}{2}mR^2 = 0.049kgm^2\right)^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2W}{I} - \omega_1^2} = 2.62 rad/s$$

2) L'accelerazione angolare media nel tempo t è data da

$$\alpha_m = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} = -3.36 rad/s^2$$

e quindi il momento frenante medio risulta

$$M_m = I\alpha_m = I\frac{\omega_2 - \omega_1}{t} = 0.0168 Nm$$

3) Con il secondo metodo si sviluppa fra i due dischi una forza d'attrito interna che rallenta il disco in moto e accelera quello fermo finché scompare nel momento in cui i due dischi hanno velocità relativa nulla. Questa forza compie lavoro, ma essendo interna non contribuisce alla seconda equazione cardinale. Di conseguenza si ha la conservazione del momento angolare del sistema. Considerando che inizialmente il secondo disco è fermo e alla fine i due dischi hanno la stessa velocità angolare si ottiene:

$$I\omega_1 = (I + I')\omega_2$$

$$I' = I\left(\frac{\omega_1}{\omega_2} - 1\right) = 0.101 kgm^2$$

Problema 3

n = 0.35 moli di gas ideale compiono una trasformazione isobara dallo stato A (p_A = $1.2 \cdot 10^5$ Pa, V_A = $7 \cdot 10^{-3}$ m^3) allo stato B ((p_B = p_A , V_B = 1.6 V_A). La variazione di energia interna del gas nella trasformazione è ΔU = 1510 J.

1) Calcolare il calore specifico a pressione costante del gas.

Con una seconda trasformazione il gas torna dallo stato B allo stato A, subendo il lavoro W_{BA} = -314 J

2) Calcolare il calore scambiato dal gas nella trasformazione BA.
3) Qual è il rendimento del ciclo descritto?

Gli stati iniziali e finali s ono completamente determinati calcolando le temperature

$$T_A = \frac{p_A V_A}{nR} = 288.7K \qquad T_B = \frac{p_B V_B}{nR} = 461.8K$$

1) Applichiamo la formula dell'energia interna del gas perfetto alla trasformazione ottenendo

$$\Delta U = nc_v(T_B - T_A)$$

$$c_v = \frac{\Delta U}{n(T_B - T_A)} = 24.9J/(molK)$$

per cui dalla relazione di Mayer si ha

$$c_p = c_v + R = 33.2J/(molK)$$

2) Il calore scambiato in BA si ottiene dal primo principio ricordando che l'energia interna ~e funzione di stato per cui $\Delta U_{BA} = -\Delta U_{AB}$

$$Q_{BA} = W_{BA} + \Delta U_{BA} = -1824J$$

3) Il calore Q_{AB} è il calore assorbito nel ciclo, mentre il calore Q_{BA} è quello ceduto, per cui

$$Q_{AB} = nc_p(T_B - T_A) = 2014J$$

$$Q_{BA} = -1824J$$

$$\eta = 1 + \frac{Q_{BA}}{Q_{AB}} = 0.094$$