



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

Corso di Laurea in Ingegneria - Settore Informazione

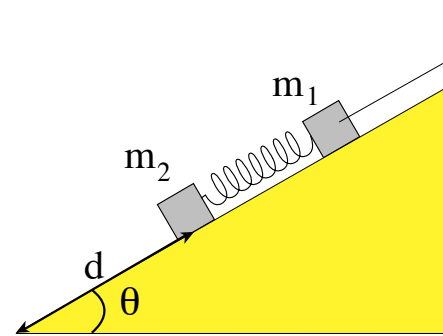
Prova scritta di Fisica 1 – 14 Settembre 2004

Cognome _____ Nome _____ Matricola _____

Docente _____

Problema 1

Due blocchetti di dimensioni trascurabili di massa $m_1 = 200$ g e $m_2 = 300$ g rispettivamente sono appoggiati su un piano inclinato di $\theta = 30^\circ$. Il primo blocchetto, privo di attrito col piano, è collegato con una corda (inestensibile e di massa trascurabile) all'estremo superiore del piano e tramite una molla (ideale, di massa trascurabile, costante elastica $k = 2$ N/m e inizialmente a riposo) al secondo blocchetto che è tenuto fermo a distanza $d = 30$ cm dalla base del piano inclinato. Il coefficiente di attrito dinamico fra m_2 e il piano è $\mu = 0.2$. Si lascia libero m_2 .

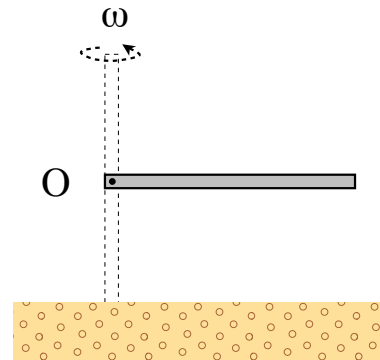


Determinare nell'istante in cui m_2 arriva alla base del piano inclinato:

- | | |
|---|---|
| 1) il lavoro compiuto dalla forza d'attrito | W |
| 2) la velocità di m_2 | v |
| 3) la tensione del filo | T |

Problema 2

Un'asta omogenea di massa $m = 200$ g e lunghezza $d = 70$ cm è vincolata su un estremo e può ruotare solo su un piano orizzontale. Il vincolo è liscio e su di esso viene applicato un motore che esercita un momento costante $M_0 = 0.07$ N m. Il motore viene fatto funzionare per un tempo $t = 30$ s e successivamente spento. Determinare :



- | | |
|--|----------|
| 1) la velocità angolare dell'asta nell'istante in cui viene spento il motore | ω |
| 2) la quantità di moto dell'asta nello stesso istante | Q |
| 3) la potenza media del motore | P |

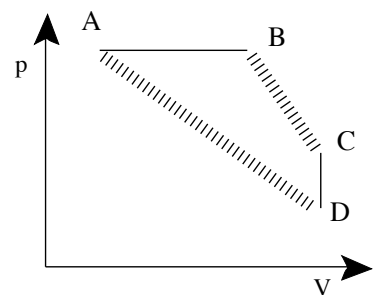
Problema 3

Il seguente ciclo termodinamico viene eseguito da $n = 2$ moli di gas perfetto monoatomico:

- AB trasformazione isobara reversibile da $T_A = 300$ K a $T_B = 350$ K
- BC trasformazione adiabatica irreversibile fino a $T_C = 320$ K
- CD trasformazione isocora reversibile fino a $T_D = T_A$
- DA trasformazione isoterma irreversibile fino allo stato iniziale

Il rendimento del ciclo è $\eta = 0.05$. Si determini:

- | | |
|---|--------------|
| 1) quali trasformazioni assorbono e quali cedono calore | |
| 2) il lavoro fatto dal gas nel ciclo | W |
| 3) il calore scambiato nella trasformazione DA | Q_{DA} |
| <i>Solo per Ingegneria dell'Informazione</i> | |
| 4) la variazione di entropia dell'universo nel ciclo | ΔS_u |

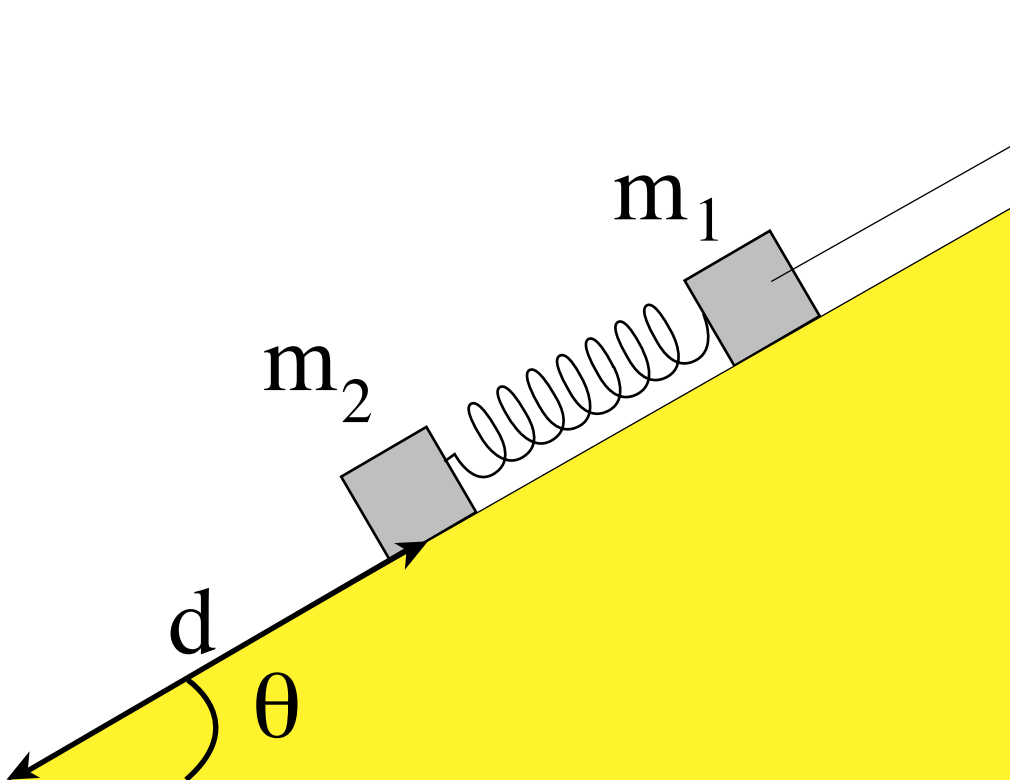


Problema 1

Due blocchetti di dimensioni trascurabili di massa $m_1 = 200 \text{ g}$ e $m_2 = 300 \text{ g}$ rispettivamente sono appoggiati su un piano inclinato di $\theta = 30^\circ$. Il primo blocchetto, privo di attrito col piano, è collegato con una corda (inestensibile e di massa trascurabile) all'estremo superiore del piano e tramite una molla (ideale, di massa trascurabile, costante elastica $k = 2 \text{ N/m}$ e inizialmente a riposo) al secondo blocchetto che è tenuto fermo a distanza $d = 30 \text{ cm}$ dalla base del piano inclinato. Il coefficiente di attrito dinamico fra m_2 e il piano è $\mu = 0.2$. Si lascia libero m_2 .

Determinare nell'istante in cui m_2 arriva alla base del piano inclinato:

- | | |
|---|---|
| 1) Il lavoro compiuto dalla forza d'attrito | W |
| 2) la velocità di m_2 | v |
| 3) la tensione del filo | T |



- 1) Il blocchetto percorre la distanza d , per cui

$$W = -\mu m_2 g \cos \theta d = -0.153 \text{ J}$$

- 2) Applicando il bilancio energetico con m_1 fermo:

$$\frac{1}{2} m_2 v^2 + \frac{1}{2} k d^2 - m_2 g d \sin \theta = -\mu m_2 g \cos \theta d$$

$$v = \sqrt{2 g d (\sin \theta - \mu \cos \theta) - \frac{k}{m_2} d^2} = 1.15 \text{ m/s}$$

- 3) Equazione della statica del primo blocchetto

$$T - k d - m_1 g \sin \theta = 0$$

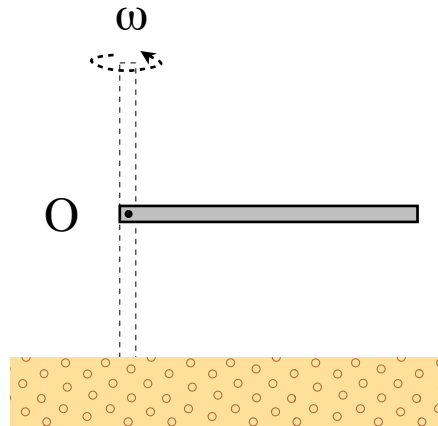
$$T = k d + m_1 g \sin \theta = 1.58 \text{ N}$$

Problema 2

Un'asta omogenea di massa $m = 200 \text{ g}$ e lunghezza $d = 70 \text{ cm}$ è vincolata su un estremo e può ruotare solo su un piano orizzontale. Il vincolo è liscio e su di esso viene applicato un motore che esercita un momento costante $M_o = 0.07 \text{ N m}$. Il motore viene fatto funzionare per un tempo $t = 30 \text{ s}$ e successivamente spento.

Determinare :

- 1) La velocità angolare dell'asta nell'istante in cui viene spento il motore ω
- 2) La quantità di moto dell'asta nello stesso istante Q
- 3) La potenza del motore P



1) Utilizzando le equazioni del moto e osservando che il momento della forza peso è bilanciato dalla reazione vincolare

$$M_o = I_o \alpha \quad \left(I_o = \frac{1}{3} m d^2 = 0.033 \text{ kg m}^2 \right)$$

$$\alpha = \frac{M_o}{I_o} = 2.14 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \alpha t = 64.2 \text{ rad/s}$$

2) Poiché il centro di massa sta ruotando a distanza $d/2$ dal vincolo

$$Q = m v_{CM} = m \omega \frac{d}{2} = 4.5 \text{ kg m/s}$$

3) Dal bilancio energetico e dalla definizione di potenza si ha:

$$W = \frac{1}{2} I_o \omega^2 = 67.5 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = 2.25 \text{ W}$$

Problema 3

Il seguente ciclo termodinamico viene eseguito da $n = 2$ moli di gas perfetto monoatomico:

AB trasformazione isobara reversibile dalla temperatura $T_A = 300$ K alla temperatura $T_B = 350$ K

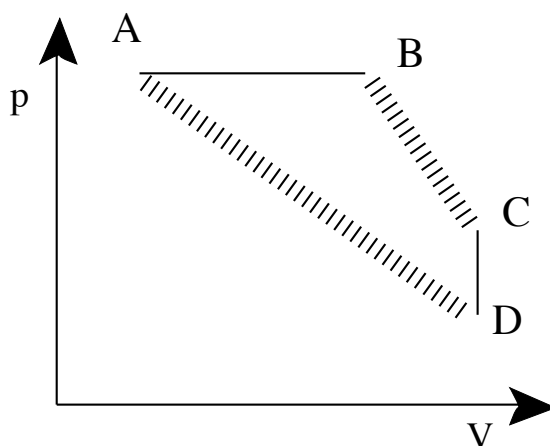
BC trasformazione adiabatica irreversibile fino alla temperatura $T_C = 320$ K

CD trasformazione isocora reversibile fino alla temperatura $T_D = T_A$

DA trasformazione isoterma irreversibile fino allo stato iniziale

Il rendimento del ciclo è $\eta = 0.05$. Si determini:

- 1) quali trasformazioni assorbono e quali cedono calore
 - 2) il lavoro fatto dal gas nel ciclo W
 - 3) il calore scambiato nella trasformazione DA Q_{DA}
- Solo per Ingegneria dell'Informazione*
- 4) la variazione di entropia dell'universo nel ciclo ΔS_u



- 1) Il calore scambiato in ciascuna trasformazione è dato da

$$AB: \text{riscaldamento isobaro } Q_{AB} = nc_p(T_B - T_A) > 0 \text{ assorbito}$$

$$BC: \text{espansione adiabatica } Q_{BC} = 0$$

$$CD: \text{raffreddamento isocoro } Q_{CD} = nc_v(T_D - T_C) < 0 \text{ ceduto}$$

$$DA: \text{compressione isoterma } Q_{DA} = W_{DA} < 0 \text{ ceduto}$$

- 2) Il calore viene assorbito solo nella trasformazione isobara AB per cui dalla definizione di rendimento

$$\eta = \frac{W}{Q_{AB}} = \frac{W}{nc_p(T_B - T_A)}$$

$$W = \eta nc_p(T_B - T_A) = 103.88 \text{ J}$$

- 3) In una isoterma di un gas perfetto il calore è pari al lavoro per cui

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} =$$

$$W = nR(T_B - T_A) - nc_v(T_C - T_B) + 0 + W_{DA}$$

$$Q_{DA} = W_{DA} = W - nR(T_B - T_A) + nc_v(T_C - T_B) = -1475 \text{ J}$$

- 4) La variazione di entropia dell'universo nel ciclo è pari alla variazione di entropia dell'ambiente nel ciclo essendo nulla quella del gas nel ciclo

$$\Delta S_u^{\text{ciclo}} = \Delta S_{\text{amb}}^{\text{ciclo}} = -\Delta S_{AB}^{\text{gas}} + 0 - \Delta S_{CD}^{\text{gas}} - \frac{Q_{DA}}{T_A} = -nc_p \ln\left(\frac{T_B}{T_A}\right) - nc_v \ln\left(\frac{T_D}{T_C}\right) - \frac{Q_{DA}}{T_A} = 0.12 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$