



23/9/2011

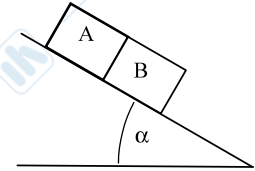
ore 16:30

**FISICA (secondo appello)**

Proff. Ciucci, Della Valle, Magni, Nisoli, Torricelli

1)

- (a) Si enunci il terzo principio della dinamica di Newton.  
 (b) Due casse A e B di uguale massa  $m$  scivolano, appoggiate una all'altra, lungo un piano scabro inclinato di un angolo  $\alpha$  rispetto all'orizzontale. I coefficienti di attrito dinamico sono  $\mu_A$  e  $\mu_B > \mu_A$  rispettivamente. Si calcoli:
- l'accelerazione delle due casse;
  - la forza esercitata da A su B.



2)

- (a) Si discutano i principi di conservazione nei fenomeni di urto.  
 (b) Due particelle di massa  $m_A$  e  $m_B = 2m_A$ , in moto in verso opposto lungo la stessa retta con velocità di moduli  $v_A$  e  $v_B$ , si urtano frontalmente. Dopo l'urto l'energia cinetica del sistema è:

$$E_{Cf} = \frac{1}{6} m_A (v_A - 2v_B)^2.$$

Si dica, giustificando la risposta, se l'urto è elastico, anelastico oppure perfettamente anelastico.

3)

Un disco omogeneo di massa  $M$  può ruotare intorno ad un asse verticale fisso passante per il suo centro. Inizialmente il disco ruota con velocità angolare  $\omega_0$  e un insetto di massa  $m$  si trova al centro del disco. In seguito l'insetto, camminando sul disco, si sposta sino a raggiungerne il bordo ove rimane "incollato".

Si determini:

- la velocità angolare del disco al termine del moto dell'insetto;
- la quantità di moto del disco all'inizio e alla fine del moto dell'insetto.

4)

- (a) Si enunci il primo principio della Termodinamica precisando il significato di tutti i termini coinvolti, discutendo in particolare il caso delle trasformazioni reversibili di un gas ideale.  
 (b) Dieci moli di gas ideale vengono compresse isotermicamente e reversibilmente a partire da un volume iniziale  $V_0$ . Il gas è contenuto in un recipiente a contatto termico con un serbatoio di calore costituito da una massa  $m$  di ghiaccio a  $0^\circ\text{C}$ . Detto  $\lambda$  il calore latente di fusione del ghiaccio, determinare il volume finale  $V_f$  cui è necessario portare il gas perchè si abbia la completa fusione del ghiaccio.

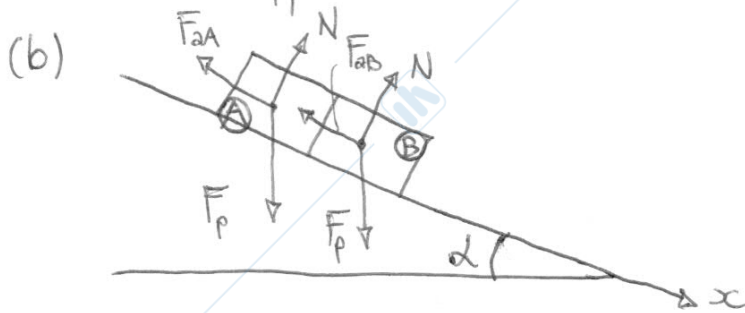
5)

- (a) Si enunci il principio di accrescimento dell'entropia definendo precisamente tutti i simboli e le grandezze fisiche utilizzate.  
 (b) Con esso si ricavi l'enunciato del secondo principio della Termodinamica nella formulazione di Kelvin.

- Scrivere in stampatello NOME, COGNOME e numero di MATRICOLA
- **FIRMARE** l'elaborato
- **MOTIVARE** e **COMMENTARE** adeguatamente le formule utilizzate

1)

(a) Vedi appunti di lezione

Forze agenti su A lungo  $x$ :

Forza d'attrito dinamico:  $\vec{F}_{aA} = -\mu_A N \hat{u}_{xc} = -\mu_A mg \cos \alpha \hat{u}_x$

Componente forza peso:  $F_{px} \hat{u}_x = mg \sin \alpha \hat{u}_x$

Forza esercitata da B:  $\vec{T}_{AB} = -T \hat{u}_x$

Equazione del moto di A lungo  $x$ :

$$\vec{F}_{aA} + F_{px} \hat{u}_x + \vec{T}_{AB} = m \vec{a}_A$$

$$-\mu_A mg \cos \alpha + mg \sin \alpha - T = m a_A$$

Analogamente per B (essendo  $\vec{T}_{BA} = -\vec{T}_{AB}$  per III PD):

$$\vec{F}_{aB} + F_{px} \hat{u}_x + \vec{T}_{BA} = m \vec{a}_B$$

$$-\mu_B mg \cos \alpha + mg \sin \alpha + T = m a_B$$

Vincolo cinematico:  $\vec{a}_A = \vec{a}_B = a \hat{u}_x$  (le due casse scivolano insieme).

$$\left. \begin{array}{l} mg(\sin \alpha - \mu_A \cos \alpha) - T = m a \\ mg(\sin \alpha - \mu_B \cos \alpha) + T = m a \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} mg(\sin \alpha - \mu_A \cos \alpha) - T = m a \\ mg(\sin \alpha - \mu_B \cos \alpha) + T = m a \end{array} \right\}$$

2 eq. in 2 inc.

$$a = \frac{1}{2} (2 \sin \alpha - (\mu_A + \mu_B) \cos \alpha) g$$

$$T = \frac{1}{2} (\mu_B - \mu_A) \cos \alpha mg$$

2)

(a) Vedi appunti di lezione

(b) Nell'urto si conserva la quantità di moto del sistema:

$$m_A \vec{V}_{Ai} + 2m_A \vec{V}_{Bi} = m_A \vec{V}_{Af} + 2m_A \vec{V}_{Bf}$$

diciamo, in accordo con il testo,  $\vec{V}_{Ai} = v_A \hat{u}_x$ ,  $\vec{V}_{Bi} = -v_B \hat{u}_x$   
e sia dunque l'energia cinetica iniziale:

$$E_{ci} = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} 2m_A v_B^2 = \frac{1}{2} m_A (v_A^2 + 2v_B^2)$$

L'energia cinetica finale è

$$E_{cf} = \frac{1}{6} m_A v_A^2 + \frac{2}{3} m_A v_B^2 - \frac{2}{3} m_A v_A v_B =$$

$$= E_{ci} - \frac{1}{3} m_A v_A^2 - \frac{1}{3} m_A v_B^2 - \frac{2}{3} m_A v_A v_B =$$

$$= E_{ci} - \frac{1}{3} m_A (v_A + v_B)^2 < E_{ci} \quad \text{essendo } v_A + v_B > 0$$

Quindi l'urto è anelastico. Potrebbe essere perfettamente anelastico qualora  $E_{cf}$  risultasse essere l'energia del CM.

$$E_{cm} = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{cm}^2$$

$$v_{cm} = \frac{m_A}{M} v_A - \frac{m_B}{M} v_B = \frac{1}{M} (m_A v_A - 2m_A v_B) =$$

$$= \frac{m_A}{M} (v_A - 2v_B)$$

$$E_{cm} = \frac{1}{2} M \frac{m_A^2}{M^2} (v_A - 2v_B)^2 = \frac{1}{6} m_A (v_A - 2v_B)^2 = E_{cf}$$

Quindi l'urto è perfettamente anelastico.

3)

(a) Poiché il sistema (disco + insetto) è isolato rispetto a momenti di forza esterni, conserva il momento angolare:

$$L_i = I \omega_0 = \frac{1}{2} M R^2 \omega_0 \quad \text{con } R \text{ raggio del disco.}$$

$$L_f = I \omega + (R \hat{u}_r \times (m \omega R \hat{u}_t)) \cdot \hat{u}_z = \\ = I \omega + m R^2 \omega$$

$$L_i = L_f \Rightarrow \frac{1}{2} M R^2 \omega_0 = \frac{1}{2} M R^2 \omega + m R^2 \omega$$

$$\frac{1}{2} M \omega_0 = \left( \frac{1}{2} M + m \right) \omega$$

$$\omega = \frac{M}{M + 2m} \omega_0$$

(b)  $\vec{P}_i = \vec{P}_f = 0$  (moto rotatorio puro).

4)

(a) Vedi appunti di lezione

(b)  $n = 10$ 

Poiché il gas compie trasf. isoterma  $\Delta U = 0$   
 in base a IPTD,  $Q = L$ , inoltre poiché  
 la trasf. è reversibile  $L = nRT \ln\left(\frac{V_F}{V_0}\right) < 0$

Dunque  $Q < 0$  (verrà assorbito dal ghiaccio).

In base alla legge della transizione di stato, la  
 massa  $m$  di ghiaccio per sciogliersi deve as-  
 sorbere una quantità di calore  $Q_{gh} = dm$ .

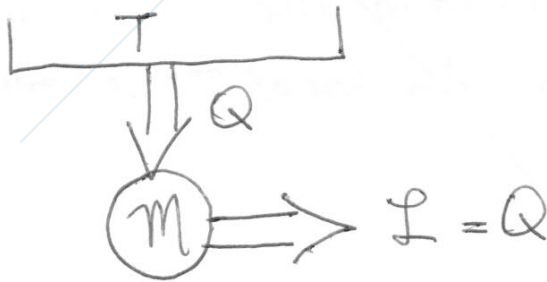
Otteniamo quindi  $Q + Q_{gh} = 0$ , da cui

$$-nRT_0 \ln\left(\frac{V_F}{V_0}\right) = dm$$

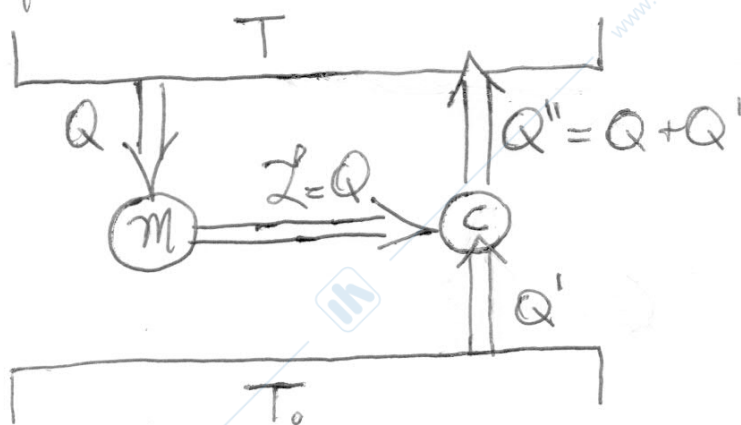
$$V_F = V_0 \exp\left(\frac{-dm}{nRT_0}\right) \quad \text{con } T_0 = 273.15 \text{ K.}$$

5)

(a) Vedi appunti di lezione

(b) Supponiamo che esista una macchina termica  $M$  capace di trasformare in lavoro tutto il calore assorbito da una sola sorgente, in violazione del II PTD secondo Kelvin:

Allora possiamo considerare una macchina frigorifera (qualsiasi si) che, alimentata dal lavoro  $L$  prodotto da  $M$ , sia in grado di trasferire alla sorgente a temperatura  $T$  la quantità di calore  $Q'' (> 0)$ , assorbendo da una seconda sorgente a temperatura  $T_0 < T$  la quantità di calore  $Q' < Q''$ :



Il sistema  $M$  e  $C$  compie un ciclo quindi  $\Delta S_s = 0$ ,  
e  $\Delta S_u = \Delta S_s + \Delta S_A = \Delta S_A$ .

La variazione di entropia dell'ambiente sarà

$$\Delta S_A = \frac{Q'' - Q}{T} + \frac{-Q'}{T_0} = Q' \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) < 0.$$

Troviamo quindi che  $\Delta S_0 < 0$  in contrasto con il principio di accrescimento dell'entropia di un sistema isolato. Aver supposto falso il IIPTD secondo Kelvin conduce quindi ad un assurdo, c.v.d.