

# Fisica 1 per chimica industriale, Esame scritto 05/11/2018

Docente: Santanastasio Francesco

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

Tempo a disposizione 3 ore, e' permessa la consultazione di un solo libro di testo (no libri di esercizi svolti, no quaderni/appunti), e' obbligatorio spegnere i cellulari. Risolvere gli esercizi riportando le formule risolutive ed i risultati numerici utilizzando le unita' di misura del Sistema Internazionale.

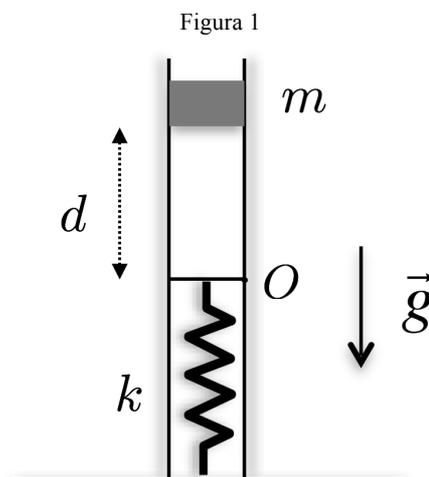
## Esercizio 1

Un corpo (punto materiale) di massa  $m = 2 \text{ Kg}$  puo' scorrere lungo una guida verticale alla cui base e' posta una molla ideale priva di massa, inizialmente nella posizione di riposo, di costante elastica  $k = 150 \text{ N/m}$ . Il corpo, inizialmente fermo, viene lasciato cadere da una quota  $d = 0.5 \text{ m}$  rispetto all'estremo superiore della molla a riposo O. Dopo aver raggiunto il punto O, il corpo inizia a comprimere la molla. Si sa inoltre che la forza di attrito  $F_a = 5 \text{ N}$ , che agisce sul corpo durante il moto a contatto con la guida, ha modulo costante e verso sempre contrario allo spostamento del corpo.

Determinare:

- il tempo di caduta  $\Delta t$  che il corpo impiega per raggiungere l'estremo superiore della molla percorrendo il tratto di lunghezza  $d$ ;
- la massima compressione della molla  $\Delta x$ ;
- la massima quota  $h$  raggiunta dal corpo dopo il primo contatto con la molla (calcolare la quota rispetto all'estremo superiore della molla a riposo O)

[Note: l'unica forza dissipativa  $F_a$  agisce sempre, anche nelle fasi in cui la molla e' compressa. La molla puo' solo spingere il corpo verso l'alto.]

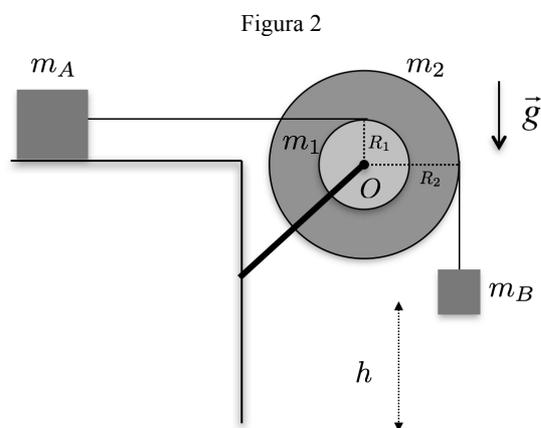


## Esercizio 2

Una carrucola e' assimilabile ad un corpo rigido costituito da due dischi omogenei e concentrici, rispettivamente di massa  $m_1 = 25 \text{ kg}$  ed  $m_2 = 44 \text{ kg}$  e raggio  $R_1 = 0.2 \text{ m}$  ed  $R_2 = 0.5 \text{ m}$ . Essa puo' ruotare liberamente attorno ad un asse fisso orizzontale passante per il centro O. Due corpi (punti materiali) di massa  $m_A = 10 \text{ kg}$  ed  $m_B = 4 \text{ kg}$  sono collegati alla carrucola tramite due funi, inestensibili e di massa trascurabile, arrotolate attorno a ciascun disco. Si assuma che durante il moto le funi non scivolino mai rispetto ai due dischi. Il sistema, inizialmente in quiete, viene lasciato libero di muoversi: il corpo B scende lungo la verticale, il corpo A si sposta verso destra lungo il piano liscio e la carrucola ruota in senso orario.

Determinare:

- il momento d'inerzia totale I della carrucola rispetto all'asse di rotazione O;
- le due velocita'  $v_A$  e  $v_B$  (diverse) quando il corpo B e' sceso di una quota  $h = 1 \text{ m}$ ;
- il lavoro totale compiuto dalle forze che agiscono sulla carrucola dall'istante iniziale di quiete a quando B e' sceso della quota  $h$ .

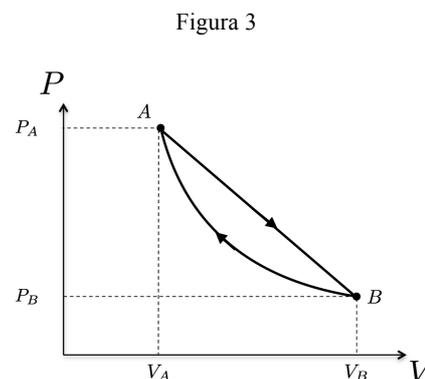


## Esercizio 3

Una quantita' di gas perfetto pari ad  $n = 2$  moli esegue il ciclo termodinamico reversibile rappresentato in Figura 3: la trasformazione AB corrisponde ad una espansione rappresentata dal segmento rettilineo nel piano "P-V", mentre la trasformazione BA e' una compressione isoterma. Sono note le seguenti grandezze:  $P_A = 30.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $P_B = 10.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  e  $V_A = 2.31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .

Determinare:

- il volume  $V_B$ .
- il lavoro  $L_{gas}$  compiuto dal gas in un ciclo (indicando se positivo o negativo);
- la variazione di entropia del gas nella trasformazione AB, la variazione di entropia del gas nella trasformazione isoterma BA, e la variazione di entropia dell'universo (gas+ambiente) in un ciclo.



### Soluzione - Esercizio 1

a)

Equazioni del moto in caduta:  $a = \frac{(mg-F_a)}{m}$  ,  $v = \frac{(mg-F_a)}{m} t$  ,  $y = \frac{1}{2} \frac{(mg-F_a)}{m} t^2$

$$d = \frac{1}{2} \frac{(mg-F_a)}{m} \Delta t^2$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2dm}{mg-F_a}} = 0.370 \text{ s}$$

b)

Assumiamo lo zero dell'energia potenziale per la forza peso corrispondente alla massima compressione della molla.

$$L_a = -F_a(d + \Delta x)$$

$$E_i = mg(d + \Delta x)$$

$$E_f = \frac{1}{2} k \Delta x^2$$

$$L_a = E_f - E_i \text{ da cui } k \Delta x^2 - 2(mg - F_a) \Delta x - 2(mg - F_a)d = 0$$

$$\Delta x = \frac{mg-F_a + \sqrt{(mg-F_a)^2 + 2kd(mg-F_a)}}{k} = 0.424 \text{ m (soluzione positiva)}$$

c)

Assumiamo lo zero dell'energia potenziale per la forza peso corrispondente alla massima compressione della molla.

$$L_a = -F_a(\Delta x + h)$$

$$E_i = \frac{1}{2} k \Delta x^2$$

$$E_f = mg(\Delta x + h)$$

$$L_a = E_f - E_i \text{ da cui } h = \frac{1}{2} \frac{k \Delta x^2}{(mg+F_a)} - \Delta x = 0.124 \text{ m}$$

### Soluzione - Esercizio 2

a)

$$I = I_1 + I_2 = \frac{m_1 R_1^2}{2} + \frac{m_2 R_2^2}{2} = 6 \text{ kgm}^2$$

b)

Assumiamo lo zero dell'energia potenziale per la forza peso corrispondente al punto in cui il corpo B e' sceso di una quantita' pari ad  $h$ .

$$E_i = m_B g h$$

$$E_f = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{con } v_A = R_1 \omega \text{ e } v_B = R_2 \omega$$

Conservazione dell'energia  $E_f = E_i$  da cui

$$\omega = \sqrt{\frac{2m_B g h}{(m_A R_1^2 + m_B R_2^2 + I)}} = 3.25 \text{ rad/s}$$

$$v_A = R_1 \omega = 0.65 \text{ m/s}$$

$$v_B = R_2 \omega = 1.62 \text{ m/s}$$

c)

$$L_{tot} = K_f - K_i = \frac{1}{2} I \omega^2 - 0 = 31.7 \text{ J}$$

### Soluzione - Esercizio 3

a)

$$T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = 417 \text{ K}$$

$$T_B = T_A$$

$$V_B = \frac{nRT_B}{P_B} = 6.93 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

b)

$$L_{AB} = \frac{(V_B - V_A)(P_A - P_B)}{2} + P_B(V_B - V_A) = (V_B - V_A) \frac{P_B + P_A}{2} = 9.24 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$L_{BA} = nRT_B \ln(V_A/V_B) = -7.62 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$L_{gas} = L_{AB} + L_{BA} = 1.62 \cdot 10^3 \text{ J}$$

c)

$$\Delta S_{gas,AB} = nR \ln(V_B/V_A) = +18.3 \text{ J/K} > 0$$

$$\Delta S_{gas,BA} = \Delta S_{gas,ciclo} - \Delta S_{gas,AB} = 0 - 18.3 \text{ J/K} < 0$$

$$\Delta S_{universo,ciclo} = 0 \text{ (sistema adiabatico con tutte trasformazioni reversibili)}$$