

Fisica 1 per chimica industriale, Esame scritto 13/09/2018

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

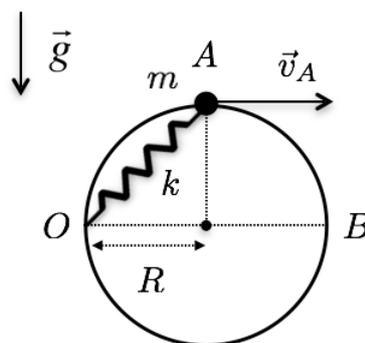
Una biglia forata (punto materiale) di massa $m = 10\text{ g}$ puo' scorrere senza attrito lungo una guida circolare di raggio $R = 0.1\text{ m}$ posta in verticale. La biglia e' connessa ad un estremo di una molla ideale, di costante elastica $k = 100\text{ N/m}$ e lunghezza a riposo pari ad R , mentre l'altro estremo della molla e' fissato alla guida nel punto O, come mostrato in Figura 1. Inizialmente la biglia si trova nel punto A e viene lanciata con velocita' orizzontale $v_A = 10\text{ m/s}$.

Determinare:

- la forza elastica nel punto A;
- la velocita' della biglia nel punto B;
- l'accelerazione centripeta e l'accelerazione tangenziale della biglia in B.

[Suggerimento: utilizzare la conservazione dell'energia per risolvere il punto b)]

Figura 1



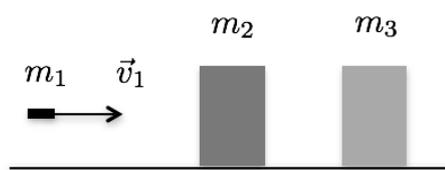
Esercizio 2

Un proiettile di massa $m_1 = 2\text{ g}$ viene lanciato orizzontalmente con velocita' v_1 incognita verso due blocchi di massa $m_2 = 1.2\text{ kg}$ ed $m_3 = 0.4\text{ kg}$, inizialmente fermi su un piano orizzontale senza attrito. Il proiettile passa attraverso il blocco m_2 (primo urto) e poi si conficca in m_3 (secondo urto). Nello stato finale il blocco 2 si muove con velocita' $v_2 = 0.5\text{ m/s}$ mentre il blocco 3 (con il proiettile conficcato al suo interno) si muove con velocita' $v_3 = 0.8\text{ m/s}$.

Determinare:

- la velocita' v'_1 del proiettile in uscita dal blocco 2;
- la velocita' v_1 iniziale del proiettile e l'energia dissipata nel primo urto;
- la velocita' del centro di massa del sistema 1+2+3 dopo il secondo urto.

Figura 2



Esercizio 3

Un recipiente adiabatico dotato di pistone mobile isolante contiene n moli di un gas perfetto biatomico. Il gas si trova inizialmente a temperatura $T_1 = 70^\circ\text{C}$, volume $V_1 = 0.350\text{ m}^3$ e pressione $P = 4 \cdot 10^5\text{ Pa}$. All'interno del recipiente viene inserito un blocco di ghiaccio di massa $m = 0.5\text{ kg}$ e temperatura iniziale $T_m = -10^\circ\text{C}$ (si trascuri il volume del ghiaccio). Il ghiaccio riceve lentamente calore dal gas fino a raggiungere la temperatura di fusione $T_f = 0^\circ\text{C}$. Il processo continua fino a raggiungere l'equilibrio termodinamico alla temperatura finale T_f , con una parte Δm del ghiaccio sciolto ed il resto ancora in fase solida. La pressione del gas resta costante durante tutte le trasformazioni.

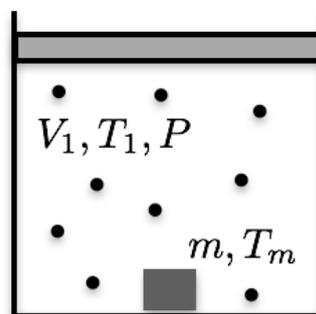
Determinare:

- la temperatura T_2 del gas quando il ghiaccio ha raggiunto la temperatura di fusione $T_f = 0^\circ\text{C}$;
- la massa di ghiaccio sciolta Δm ed il volume del gas V_f nello stato finale;
- la variazione di entropia del ghiaccio.

[calore specifico ghiaccio: $c_{gh} = 2090 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$;

calore latente di fusione del ghiaccio: $\lambda = 333.5 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$]

Figura 3



Soluzione - Esercizio 1

a)

$$\Delta l_A = OA - R = \sqrt{2}R - R = R(\sqrt{2} - 1) = 0.04 \text{ m}$$
$$F_{el} = k\Delta l_A = 4 \text{ N}$$

b)

Conservazione dell'energia.

Assumiamo lo zero dell'energia potenziale per la forza peso corrispondente alla quota dei punti O e B.

$$E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}k\Delta l_A^2 + mgR$$

$$E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}k\Delta l_B^2$$

$$\Delta l_B = 2R - R = R = 0.1 \text{ m}$$

$$E_A = E_B$$

$$v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gR - \frac{k}{m}(\Delta l_B^2 - \Delta l_A^2)} = 4.24 \text{ m/s}$$

c)

$$F_c = m\omega_B^2 R = m \frac{v_B^2}{R} = ma_c \text{ da cui } a_c = F_c/m = \frac{v_B^2}{R} = 180 \text{ m/s}^2$$

$$F_t = mg = ma_t \text{ da cui } a_t = g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Soluzione - Esercizio 2

a)

Conservazione della quantità di moto nel secondo urto (completamente anelastico)

$$(m_1 + m_3)v_3 = m_1v'_1$$

$$v'_1 = \frac{(m_1 + m_3)}{m_1}v_3 = 160.8 \text{ m/s}$$

b)

Conservazione della quantità di moto nel primo urto (anelastico)

$$m_1v'_1 + m_2v_2 = m_1v_1$$

$$v_1 = \frac{m_1v'_1 + m_2v_2}{m_1} = 460.8 \text{ m/s}$$

$$E_{diss} = E_f - E_i = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 = -186 \text{ J}$$

c)

$$p_{tot} = M_{tot}v_{CM}$$

Non essendo presenti forze esterne che agiscono sul sistema, $p_{tot} = cost.$

$$p_{tot}(finale) = p_{tot}(iniziale) \text{ da cui}$$

$$v_{CM}(finale) = v_{CM}(iniziale) = p_{tot}(iniziale)/M_{tot} = \frac{m_1v_1}{(m_1 + m_2 + m_3)} = 0.575 \text{ m/s}$$

Soluzione - Esercizio 3

$$c_V = \frac{5}{2}R, \quad c_P = \frac{7}{2}R \text{ (gas biatomico)}, \quad T_1 = 70^\circ\text{C} = 343 \text{ K}, \quad T_f = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}, \quad T_m = -10^\circ\text{C} = 263 \text{ K}$$

a)

$$n = \frac{PV_1}{RT_1} = 49 \text{ mol}$$

$$Q_{gas} = \Delta U_{gas} + L_{gas} = nc_V(T_2 - T_1) + P(V_2 - V_1) = nc_VT_2 - nc_VT_1 + nRT_2 - nRT_1 = nc_P(T_2 - T_1) < 0 \text{ (ceduto dal gas)}$$

$$Q_m = mc_{gh}(T_f - T_m) > 0 \text{ (assorbito dal ghiaccio)}$$

$$Q_{gas} + Q_m = 0 \text{ (recipiente adiabatico)} \implies nc_P(T_2 - T_1) + mc_{gh}(T_f - T_m) = 0 \text{ da cui:}$$

$$T_2 = T_1 - \frac{mc_{gh}}{nc_P}(T_f - T_m) = 336 \text{ K}$$

b)

$$Q_{gas} = nc_P(T_f - T_2) < 0 \text{ (ceduto dal gas)}$$

$$Q_m = \lambda \Delta m > 0 \text{ (assorbito dal ghiaccio)}$$

$$Q_{gas} + Q_m = 0 \text{ (recipiente adiabatico)} \text{ da cui } \Delta m = -\frac{nc_P(T_f - T_2)}{\lambda} = 0.270 \text{ kg}$$

$$V_f = nRT_f/P = 0.278 \text{ m}^3$$

c) (2)

$$\Delta S_{ghiaccio}(trasf. 1) = \int_{T_m}^{T_f} \frac{mc_{gh}dT}{T} = mc_{gh} \ln\left(\frac{T_f}{T_m}\right) = 39 \text{ J/K} > 0$$

$$\Delta S_{ghiaccio}(trasf. 2) = \frac{\lambda \Delta m}{T_f} = 330 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{ghiaccio} = \Delta S_{ghiaccio}(trasf. 1) + \Delta S_{ghiaccio}(trasf. 2) = 369 \text{ J/K} > 0$$