



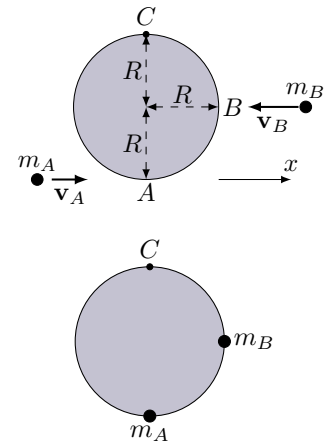
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2022-2023

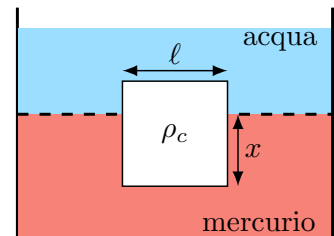
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 18 luglio 2023

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un disco omogeneo e isotropo di massa $M = 800$ g e raggio $R = 20$ cm è fermo in equilibrio in posizione verticale, libero di ruotare attorno a un asse orizzontale perpendicolare alla direzione x e passante per il punto C posto lungo il suo bordo. Due proiettili di massa $m_A = m_B = 300$ g, provenienti da direzioni opposte, urtano contemporaneamente il disco in modo completamente anelastico nei punti A e B indicati in figura. Le velocità dei proiettili prima dell'urto sono dirette lungo la direzione x e sono in modulo pari a $v_A = 30$ m/s e $v_B = 50$ m/s, rispettivamente. Calcolare la velocità angolare, in modulo e verso, con cui il sistema si mette in rotazione subito dopo l'urto doppio.



2. Un solido a forma di cubo di lato ℓ e densità ρ_c galleggia in equilibrio completamente immerso a cavallo dell'interfaccia tra due quantità di acqua e mercurio tra loro non miscelate e contenute in un recipiente disposto su una superficie orizzontale. Si determini la quota x della superficie inferiore del cubo misurata rispetto all'interfaccia acqua-mercurio. ($\rho_c = 10$ g/cm³; $\rho_{Hg} = 13,6$ g/cm³; $\ell = 5$ cm.)



3. In un recipiente dotato di pistone, privo di attrito, sono contenute $n = 4$ moli di idrogeno. Inizialmente il pistone è bloccato e il gas si trova in equilibrio alla pressione di $p_{in} = 3$ atm e alla temperatura $T_{in} = 250$ K. Successivamente il pistone viene sbloccato e il gas si espande molto lentamente, mantenendo la propria temperatura invariata, fino a raggiungere una pressione uguale a quella atmosferica. Determinare il lavoro e la variazione di entropia del gas durante la trasformazione.
4. In un contenitore adiabatico si trovano in equilibrio termico alla temperatura $T_1 = 28^\circ\text{C}$ due moli di gas perfetto monoatomico e due identiche piastre metalliche ciascuna avente una capacità termica $C = 480$ J/(kg · K). Tramite un meccanismo esterno al contenitore, le due piastre vengono sfregate l'una sull'altra per un certo tempo e, raggiunto il sistema l'equilibrio termico, si trova che la nuova temperatura di equilibrio è $T_1 = 30^\circ\text{C}$. Si determini l'energia spesa dal dispositivo esterno e la variazione di entropia del sistema.



**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 18/07/2023
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA**

Esercizio N. 1

Nell'urto si conserva il momento della quantità di moto (momento angolare) del sistema calcolato rispetto al polo C . Prima dell'urto il momento angolare è:

$$m_A v_A (2R) - m_B v_B (\sqrt{2}R \sin 135^\circ) = m_A v_A (2R) - m_B v_B (R).$$

Dopo l'urto il momento angolare è $I_{\text{tot}}\omega$ dove il momento d'inerzia totale del sistema è dato da:

$$\begin{aligned} I_{\text{tot}} &= I_{\text{disco},C} + m_A (2R)^2 + m_B (\sqrt{2}R)^2 = \frac{1}{2}MR^2 + MR^2 + 4m_A R^2 + 2m_B R^2 = \\ &= R^2 \left(\frac{3}{2}M + 4m_A + 2m_B \right). \end{aligned}$$

Si può quindi scrivere:

$$2m_A v_A R - m_B v_B R = R^2 \left(\frac{3}{2}M + 4m_A + 2m_B \right) \omega \quad \Rightarrow \quad \omega = \frac{2m_A v_A - m_B v_B}{R \left(\frac{3}{2}M + 4m_A + 2m_B \right)} = 5 \text{ rad/s}$$

con verso antiorario.

Esercizio N. 2

Se si indica V_c il volume del cubo, e con V' e V'' il volume del cubo immerso nel mercurio e nell'acqua, rispettivamente, deve essere:

$$\rho_c V_c g = \rho_{Hg} V' g + \rho_{H_2O} V'' g \quad \Rightarrow \quad \rho_c \ell^3 = \rho_{Hg} \ell^2 x + \rho_{H_2O} \ell^2 (\ell - x)$$

da cui si ricava

$$x = \frac{\rho_c - \rho_{H_2O}}{\rho_{Hg} - \rho_{H_2O}} \ell \simeq 3,6 \text{ cm.}$$

Esercizio N. 3

Poiché il gas esegue un'espansione isoterma reversibile si ha:

$$L = nRT_{in} \ln \frac{V_{\text{fin}}}{V_{\text{iniz}}} = nRT_{in} \ln \frac{p_{\text{iniz}}}{p_{\text{fin}}} \simeq 9130 \text{ J.}$$

Lungo la trasformazione isoterma $dU = 0$; di conseguenza si ha

$$dQ = pdV = \frac{nRT_{in}}{V} dV$$

e quindi

$$\Delta S = \int_{\text{iniz}}^{\text{fin}} \left(\frac{dQ}{T} \right)_{\text{rev}} = nR \int_{V_{\text{iniz}}}^{V_{\text{fin}}} \frac{dV}{V} = nR \ln \frac{V_{\text{fin}}}{V_{\text{iniz}}} = nR \ln \frac{p_{\text{iniz}}}{p_{\text{fin}}} \simeq 36,5 \text{ J/K.}$$

Esercizio N. 4

L'energia E spesa dal dispositivo esterno serve per scaldare sia il gas (a volume costante) sia le piastre metalliche; per la conservazione dell'energia deve quindi essere:

$$2C_v(T_2 - T_1) + 2C(T_2 - T_1) = E \quad \Rightarrow \quad E = 2(C_v + C)(T_2 - T_1) \simeq 1970 \text{ J.}$$

$$\Delta S_{\text{gas}} = 2C_v \ln \frac{T_2}{T_1} \simeq 0,17 \text{ J/K} \quad \text{e} \quad \Delta S_{\text{piastre}} = 2C \ln \frac{T_2}{T_1} \simeq 6,36 \text{ J/K.}$$

In conclusione, si ha:

$$\Delta S_{\text{sistema}} = \Delta S_{\text{gas}} + \Delta S_{\text{piastre}} \simeq 6,53 \text{ J/K.}$$