

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

Anno Accademico 2021-2022
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 4 febbraio 2022

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Una sottile sbarretta di massa m e lunghezza L è vincolata, tramite un perno, a ruotare senza attrito in un piano verticale attorno a un asse orizzontale passante per un estremo O . Una massa puntiforme, m , è fissata sulla sbarretta all'estremità opposta a O . La sbarretta viene sollevata fino alla posizione orizzontale ($\alpha = 90^\circ$) e lasciata libera di muoversi, con velocità iniziale nulla. Quale sarà la minima resistenza (il carico di rottura minimo) del perno, affinché non si rompa quando la sbarretta raggiunge il punto a quota più bassa ($\alpha = 0^\circ$)?
2. Un recipiente in quiete su un piano orizzontale contiene acqua. Una sfera rigida di materiale omogeneo e isotropo, posta sul pelo libero dell'acqua, galleggia con metà del suo volume immerso. Se la stessa sfera viene posta sul pelo libero di un liquido ignoto contenuto in un recipiente accelerato verticalmente verso il basso con accelerazione costante $a = 2 \text{ ms}^{-2}$, la sfera galleggia con un quarto del volume immerso. Si determini la densità del liquido ignoto.
3. Due gas perfetti, uno monoatomico l'altro biatomico, si trovano alle stesse condizioni iniziali di temperatura e volume. I due gas sono compressi adiabaticamente così da dimezzare il volume iniziale. Quale dei due gas avrà la temperatura finale maggiore e di quante volte sarà più grande rispetto alla temperatura dell'altro gas?
4. Una macchina termica lavora reversibilmente tra due sorgenti con un rendimento di $1/6$. Quando la temperatura della sorgente fredda (dissipatore) viene ridotta a 62°C il suo rendimento raddoppia. Trovare le temperature della sorgente calda e di quella fredda (dissipatore).

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 04/02/2022
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

Nel sistema si conserva l'energia meccanica. L'energia iniziale del sistema è:

$$U_I = mg\frac{L}{2} + mgL = \frac{3}{2}mgL \quad T_I = 0$$

mentre l'energia finale è:

$$U_F = 0 \quad T_F = \frac{1}{2}I_o\omega^2 + \frac{1}{2}m\omega^2L^2 = \frac{2}{3}m\omega^2L^2$$

con $I_o = 1/3mL^2$. Si ricava

$$\omega = \sqrt{\frac{9}{4}\frac{g}{L}}.$$

Il carico di rottura (resistenza) minimo del perno deve essere almeno uguale alla reazione vincolare che si ha quando la sbarretta transita per la quota minima; applicando la prima equazione della dinamica dei sistemi si ha:

$$R_{\min} - 2mg = 2m\omega^2\frac{3}{4}L \quad \Rightarrow \quad R_{\min} = \frac{43}{8}mg$$

Esercizio N. 2

Le condizioni di equilibrio della sfera sono:

$$\begin{cases} \rho_S V_S g = \rho_A \frac{V_S}{4} g, & \text{sfera in acqua} \\ \rho_S V_S (g - a) = \rho_L \frac{V_S}{2} (g - a), & \text{sfera nel liquido ignoto} \end{cases}$$

dove ρ_S , ρ_A e ρ_L indicano la densità della sfera, dell'acqua e del liquido ignoto, rispettivamente; mentre V_S è il volume della sfera. Dal sistema si ricava:

$$\rho_L = 2\rho_A = 2 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}.$$

Esercizio N. 3

Indicando con il pedice 1 le grandezze termodinamiche del gas monoatomico e con il pedice 2 quelle del gas biatomico, si può scrivere:

$$T_I V_I^{\gamma_1 - 1} = T_{F1} V_{F1}^{\gamma_1 - 1} = T_{F1} \left(\frac{V_I}{2}\right)^{\gamma_1 - 1} \quad \Rightarrow \quad T_{F1} = 2^{\gamma_1 - 1} T_I$$

e

$$T_I V_I^{\gamma_2 - 1} = T_{F2} V_{F2}^{\gamma_2 - 1} = T_{F2} \left(\frac{V_I}{2}\right)^{\gamma_2 - 1} \quad \Rightarrow \quad T_{F2} = 2^{\gamma_2 - 1} T_I.$$

Poiché $\gamma_1 = 5/3 > \gamma_2 = 7/5$, allora $T_{F1} > T_{F2}$; inoltre

$$\frac{T_{F1}}{T_{F2}} = 2^{\gamma_1 - \gamma_2} \simeq 1,2.$$

Esercizio N. 4

Essendo la macchina reversibile si ha:

$$\eta' = 1 - \frac{T_2'}{T_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow T_1 = \frac{3}{2} T_2' \simeq 503 \text{ K} \simeq 230^\circ \text{C}.$$

Inoltre

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{6} \Rightarrow T_2 = \frac{5}{6} T_1 \simeq 419 \text{ K} \simeq 147^\circ \text{C}.$$