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

Anno Accademico 2022-2023
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 20 ottobre 2023

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un massa $m = 100\,\mathrm{g}$, è appesa all'estremità di una molla la cui estremità opposta è attaccata al soffitto di una stanza. Quando dalla posizione di equilibrio la massa viene tirata di $10\,\mathrm{cm}$ verso il basso essa oscilla con un periodo di $2\,\mathrm{s}$. Si determini il tempo che impiega la massa per passare dal punto che si trova $5\,\mathrm{cm}$ sotto la posizione di equilibrio al punto che si trova $5\,\mathrm{cm}$ sopra la posizione di equilibrio.

2. Un cilindro omogeneo di massa $M = 3\,\mathrm{kg}$ e raggio $R = 33\,\mathrm{cm}$ ruota con attrito intorno al suo asse baricentrale parallelo alle generatrici, con velocità angolare iniziale $\omega_i = 3\,\mathrm{rad/s}$. Supponendo costante il valore della coppia frenante calcolarne il momento frenante, supposto costante, sapendo che per sua azione in un tempo $\Delta t = 3\,\mathrm{s}$ il cilindro si ferma.

3. Un pistone mobile avente massa $m = 1\,\mathrm{kg}$ e area $S = 20\,\mathrm{cm}^2$ può scorrere senza attrito all'interno di un cilindro contenente un gas perfetto alla temperatura $T_1 = 30\,°\mathrm{C}$. Il sistema si trova in un'ambiente in cui la pressione dell'aria è $p_a = 1 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$. Dapprima il gas viene scaldato fino alla temperatura $T_2 = 100\,°\mathrm{C}$ e si osserva che il pistone si alza di $h = 20\,\mathrm{cm}$; dopodiché il pistone viene bloccato e il gas è raffreddato fino alla temperatura iniziale $T_1 = 30\,°\mathrm{C}$. Si determini il lavoro fatto dal gas.

4. Una macchina di Carnot lavora tra una sorgente a $500\,°\mathrm{C}$ ed una realizzata con ghiaccio fondente. Se si misura la quantità di ghiaccio che fonde, si trova un valore di 1,5 grammi al secondo. Calcolare la potenza sviluppata dalla macchina. (Calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda = 80\,\mathrm{cal/g}$.)

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 20/10/2023
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

La massa esegue un moto armonico di ampiezza $A = 10\,\mathrm{cm}$ e pulsazione $\omega = 2\pi/T = \pi\,\mathrm{rad/s}$. Considerando un asse y diretto verso il basso con origine nella posizione di equilibrio della massa, l'equazione del moto di quest'ultima, supponendo il moto abbia inizio all'istante $t = 0\,\mathrm{s}$, è:

$$y(t) = A\cos\omega t.$$

Se t_1 e t_2 sono gli istanti in cui la massa passa per i punti di ordinata $y_1 = 5\,\mathrm{cm}$ e $y_2 = -5\,\mathrm{cm}$, rispettivamente, si scriverà:

$$\begin{aligned} y_1 =& A\cos\omega t_1 \quad \Rightarrow \quad \omega t_1 = \arccos\frac{y_1}{A} \quad \Rightarrow \quad \omega t_1 = \frac{\pi}{3} \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{1}{3}\,\mathrm{s}, \\ y_2 =& A\cos\omega t_2 \quad \Rightarrow \quad \omega t_2 = \arccos\frac{y_2}{A} \quad \Rightarrow \quad \omega t_2 = 2\frac{\pi}{3} \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{2}{3}\,\mathrm{s}. \end{aligned}$$

In conclusione, si ha: $\Delta t = t_2 - t_1 = \dfrac{1}{3}\,\mathrm{s}$.

Esercizio N. 2

Indicando con α l'accelerazione angolare del cilindro, si scriverà:

$$\omega(t) = \omega_i - \alpha t \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{\omega_i}{\Delta t} = 1\,\mathrm{rad/s^2}.$$

D'altra parte si ha

$$\vartheta(t) = \omega_i t - \frac{1}{2}\alpha t^2 \quad \Rightarrow \quad \Delta\vartheta = \omega_i\Delta t - \frac{1}{2}\alpha\Delta t^2 = 4{,}5\,\mathrm{rad}$$

essendo $\Delta\vartheta$ l'angolo descritto dal cilindro prima di fermarsi. Dal teorema del lavoro e dell'energia cinetica, si ottiene:

$$L = -M\Delta\vartheta = \frac{1}{2}I\omega_f^2 - \frac{1}{2}I\omega_i^2 \quad \Rightarrow \quad M = \frac{\frac{1}{2}I\omega_i^2}{\Delta\vartheta} \simeq 0{,}16\,\mathrm{Nm}.$$

Esercizio N. 3

Se si indica con Q_1 il calore assorbito dal gas per passare da T_1 a T_2 e con Q_2 è il calore ceduto dal gas per passare da T_2 a T_1, allora si ha:

$$Q_1 = L_{12} + \Delta U_{12} = p_{\mathrm{gas}}\Delta V + \Delta U_{12} = \left(p_a + \frac{mg}{S}\right)Sh + \Delta U_{12}$$

e

$$Q_2 = L_{21} + \Delta U_{21} = \Delta U_{21} = -\Delta U_{12}.$$

In conclusione, si ottiene:

$$L = Q_1 + Q_2 = \left(p_a + \frac{mg}{S}\right) Sh \simeq 14\,\mathrm{J}.$$

Esercizio N. 4

La potenza della macchina è:

$$W = \frac{L}{\Delta t} = \frac{Q_{\mathrm{ass}} + Q_{\mathrm{ced}}}{\Delta t}.$$

Poiché la macchina esegue un ciclo di Carnot, allora deve essere:

$$\frac{Q_{\mathrm{ced}}}{Q_{\mathrm{ass}}} = -\frac{T_f}{T_c} \quad \Rightarrow \quad Q_{\mathrm{ass}} = -\frac{T_c}{T_f} Q_{\mathrm{ced}}.$$

In conclusione, si ha:

$$W = \frac{Q_{\mathrm{ced}}}{\Delta t}\left(1 - \frac{T_c}{T_f}\right) = \frac{-m\lambda}{\Delta t}\left(1 - \frac{T_c}{T_f}\right) \simeq 220\,\mathrm{cal/s} \simeq 920\,\mathrm{W}.$$