

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

Anno Accademico 2019-2020  
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 4 maggio 2020

*Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.*

1. Un palloncino riempito di elio è trattenuto dalla mano di un bambino tramite una cordicella esercitando su di essa una forza  $\mathbf{F}$  diretta verso il basso. All'improvviso la cordicella sfugge di mano al bambino e il palloncino sale verso l'alto raggiungendo rapidamente una velocità costante  $v = 3.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Si determini il modulo della forza  $\mathbf{F}$  sapendo che il coefficiente di viscosità dell'aria è  $b = 1.4 \times 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}$ .
2. Su un binario rettilineo orizzontale un carrello  $A$  di massa  $100 \text{ kg}$  si muove verso un secondo carrello  $B$ , inizialmente fermo. Al momento dell'urto la velocità di  $A$  è  $0.5 \text{ m/s}$  e immediatamente dopo l'urto esso rincula con la velocità di  $0.1 \text{ m/s}$ , mentre  $B$  comincia a muoversi con la velocità di  $0.3 \text{ m/s}$ . Determinare il lavoro delle forze che hanno agito durante l'urto.
3. Un gas perfetto esegue un'espansione politropica a seguito dell'assorbimento di una quantità di calore  $Q = 10^3 \text{ J}$ . Si determini il lavoro compiuto dal gas sapendo che per esso il rapporto tra il calore specifico della politropica e il calore specifico a volume costante vale  $c_k/c_V = 1.3$ .
4. Un motore di un sottomarino può essere schematizzato come una macchina di Carnotn operante fra una sorgente a temperatura  $T_1 = 450 \text{ K}$  e la sorgente costituita dal mare alla temperatura  $T_2 = 270 \text{ K}$ . La quantità di calore ceduta al mare in ogni ciclo della macchina è  $Q_2 = 600 \text{ cal}$ . Il sottomarino sta procedendo alla velocità di regime e, pertanto, tutto il lavoro fornito dalla macchina in ogni ciclo viene speso per attrito nel mare. Si determini, per ogni ciclo, la corrispondente variazione di entropia del sistema costituito dalle due sorgenti.

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 04/05/2020  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

**Esercizio N. 1**

Se si indica con  $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{S}$  e  $\mathbf{F}_v = -bv$  la forza peso, la spinta di Archimede e la forza viscosa esercitata dall'aria, la seconda equazione della dinamica per il palloncino nelle due condizioni: a) trattenuto dalla cordicella; b) in moto con velocità costante, si scrive:

$$\begin{cases} \mathbf{p} + \mathbf{S} + \mathbf{F} = 0, & \text{a);} \\ \mathbf{p} + \mathbf{S} + \mathbf{F}_v = 0, & \text{b).} \end{cases}$$

Dal sistema di equazioni si ricava:

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_v \quad \Rightarrow \quad F = bv \simeq 5 \times 10^{-2} \text{ N.}$$

**Esercizio N. 2**

Nell'urto si conserva la quantità di moto mentre il lavoro delle forze interne è pari alla variazione di energia cinetica del sistema. Proiettando la quantità di moto nel verso della velocità iniziale di A:

$$m_A v_A + m_B v_B = -m_A v'_A + m_B v'_B$$

da cui

$$m_B = m_A \left( \frac{v_A + v'_A}{v_B} \right) = 100 \left( \frac{0.5 + 0.1}{0.3} \right) = 200 \text{ kg.}$$

$$L = T_f - T_i = \left( \frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B \right) - \left( \frac{1}{2} m_A v^2_A \right) = -3 \text{ J.}$$

**Esercizio N. 3**

Dal primo principio della termodinamica

$$L = Q - \Delta U = Q - n c_V \Delta T.$$

Nella trasformazione politropica

$$Q = n c_k \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{Q}{n c_k}.$$

In conclusione,

$$L = Q \left( 1 - \frac{c_V}{c_k} \right) \simeq 231 \text{ J.}$$

**Esercizio N. 4**

Il rendimento del motore è:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0.4,$$

e quindi

$$Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta} = 10^3 \text{ cal} \quad \text{e} \quad L = Q_1 - Q_2 = 400 \text{ cal.}$$

Poiché il lavoro viene dissipato per attrito in mare, la sorgente  $T_2$  riceve il calore  $Q_2 + L$ ; pertanto:

$$\Delta S_1 = -\frac{Q_1}{T_1} \quad \text{e} \quad \Delta S_2 = \frac{Q_2 + L}{T_2}.$$

In conclusione:

$$\Delta S_{TOT} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 1.48 \text{ cal/K.}$$