

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

Anno Accademico 2021-2022
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 9 marzo 2022

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un punto materiale si muove su traiettoria circolare di raggio $R = 0,5$ m con legge oraria $s(t) = (t^2 - 28t)$ m. All'istante $\bar{t} = 15$ s quanto vale l'angolo tra il vettore accelerazione e l'accelerazione normale?
2. Due punti materiali di massa $m_1 = 1$ g ed $m_2 = 0,5$ g si muovono nella stessa direzione e verso con velocità $v_1 = 1$ m/s e $v_2 = 4$ m/s, rispettivamente. Si determini l'energia cinetica del sistema nel riferimento del centro di massa.
3. Una macchina di Carnot reversibile preleva calore da una sorgente in cui acqua e vapore sono in equilibrio (a 100°C) ed utilizza come refrigerante una miscela acqua-ghiaccio (0°C). Calcolare la quantità di ghiaccio che fonde nel refrigeratore per ogni grammo di vapore che condensa nella caldaia, e il lavoro corrispondente prodotto dalla macchina. (Calori latenti di evaporazione dell'acqua a 100°C $\lambda_{\text{evap}} = 540$ cal/g; calore latente di fusione del ghiaccio a 0°C $\lambda_{\text{fus}} = 80$ cal/g.)
4. Un gas perfetto esegue una trasformazione adiabatica irreversibile nella quale volume finale e iniziale coincidono. Si determini se il lavoro compiuto dal gas è positivo o negativo.

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 09/03/2022
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

La velocità scalare è:

$$\dot{s}(t) = 2t - 28 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \quad \dot{s}(\bar{t}) = 2 \text{ m/s}.$$

L'accelerazione tangenziale è costante e vale:

$$a_t = \ddot{s} = 2 \text{ m/s}^2;$$

mentre l'accelerazione normale all'istante \bar{t} è:

$$a_n(\bar{t}) = \frac{\dot{s}(\bar{t})^2}{R} = 8 \text{ m/s}^2.$$

Quindi si ha:

$$a_t = a \sin \alpha \quad \text{e} \quad a_n = a \cos \alpha \quad \Rightarrow \quad \alpha = \arctan \left(\frac{a_t}{a_n} \right) = 14^\circ.$$

Esercizio N. 2

La velocità del centro di massa del sistema è:

$$v_c = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 2 \text{ m/s}.$$

Per il teorema di König si scrive:

$$T_{rc} = T - T_c = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_c^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ J}.$$

In alternativa, indicando con v_{r1} e v_{r2} le velocità delle due masse rispetto al riferimento del centro di massa, sarà

$$v_{r1} = v_1 - v_c = -1 \text{ m/s} \quad \text{e} \quad v_{r2} = v_2 - v_c = 2 \text{ m/s};$$

ricavando così

$$T_{rc} = \frac{1}{2} m_1 v_{r1}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{r2}^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ J}.$$

Esercizio N. 3

Per la condensazione di un grammo di vapore alla temperatura $T_c = 373,15 \text{ K}$ viene assorbita una quantità di calore

$$Q_{ass} = 540 \text{ cal}.$$

La quantità di calore ceduta al refrigerante (alla temperatura $T_f = 273,15 \text{ K}$) è:

$$|Q_{ced}| = \frac{|Q_{ass}|}{T_c} T_f = 395,3 \text{ cal}$$

che provocherà una fusione di una quantità di ghiaccio pari a:

$$m = \frac{|Q_{ced}|}{\lambda_{fus}} = 4,94 \text{ g}.$$

Il lavoro prodotto è:

$$L = Q_{ass} - |Q_{ced}| = 144,7 \text{ cal} = 606 \text{ J}.$$

Esercizio N. 4

Poiché $Q = 0$, per il primo principio della termodinamica il lavoro del gas è:

$$L = -\Delta U = nc_V(T_I - T_F).$$

Poiché la trasformazione è irreversibile, $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{gas}} > 0$; di conseguenza si ha:

$$\Delta S_{\text{gas}} = nc_V \ln \frac{T_F}{T_I} + nR \ln \frac{V_F}{V_I} > 0 \quad \Rightarrow \quad nc_V \ln \frac{T_F}{T_I} > 0$$

essendo $V_F = V_I$. Risulta così

$$T_F > T_I \Rightarrow L < 0.$$