



**Risolvere, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti. L'esercizio 3 non deve essere svolto da parte degli studenti che sostengono la prova da 6 CFU.**

- E1)** Un'automobile percorre una pista circolare di raggio  $R=225$  m. Partendo da fermo, dall'istante iniziale  $t_0$  all'istante  $t_1=10$ s la sua velocità cresce linearmente con il tempo percorrendo uno spazio di  $\Delta s=150$  m. Determinare il modulo dell'accelerazione all'istante  $t_1$ .
- E2)** Un proiettile ( $m_1=12$ g) viene sparato orizzontalmente su un blocco di legno ( $m_2=100$ g), fermo su una superficie orizzontale, in cui rimane conficcato. Dopo l'urto, il blocco scivola per un tratto  $L=7.5$  m prima di fermarsi. Se il coefficiente di attrito tra il blocco e la superficie è  $\mu_d=0.65$ , determinare la velocità del proiettile all'istante immediatamente precedente l'urto. Si consideri l'urto istantaneo e il proiettile assimilabile ad un punto materiale.
- E3)** Una sfera omogenea, di volume  $V = 25$  litri e densità omogenea  $\rho$ , è trattenuta, completamente immersa nell'acqua contenuta in un grande recipiente, da una funicella ideale ancorata al fondo, soggetta ad una tensione  $T = 200$  N. A causa della rottura della funicella, la sfera emerge parzialmente raggiungendo una nuova posizione di equilibrio. Ad equilibrio raggiunto, si determini la frazione di sfera emergente.
- E4)** Una mole di gas ideale compie un ciclo reversibile formato da una espansione adiabatica da  $T_A = 600$ K a  $T_B = 300$  K, una compressione isoterma fino al volume finale  $V_A$  ed una trasformazione isocora fino a che la temperatura ritorni al valore iniziale  $T_A$ . Si calcoli il rendimento del ciclo.
- E5)** Tre moli di gas perfetto biatomico sono contenute in un recipiente. Partendo da uno stato iniziale A, il gas viene sottoposto a due trasformazioni consecutive:  
*trasformazione 1* - espansione libera con cui il gas viene portato ad un volume finale  $V_B$  doppio di quello iniziale  $V_A$ ;  
*trasformazione 2* - compressione isoterma reversibile alla fine della quale il gas riacquista il suo volume iniziale. Calcolare la variazione di entropia dell'Universo.

### **Sezione TEORIA**

**Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.**

- T1.** Discutere i moti nei sistemi di riferimento non inerziali e in particolare l'accelerazione di Coriolis
- T2.** Dimostrare l'equivalenza dei due enunciati del II principio della Termodinamica.



E1)

$$\Delta s = \frac{1}{2} a_t t_1^2 \Rightarrow a_t = 3 \text{ m/s}^2; \quad v(t_1) = a_t t_1 = 30 \text{ m/s}$$

$$a_n = \frac{|v(t_1)|^2}{R} = 4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 5 \text{ m/s}^2$$

---

E2)

L'urto è totalmente anelastico; si conserva la quantità di moto:  $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$

Nel processo di scivolamento la variazione di energia cinetica è uguale all'energia dissipata per attrito:

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_2^2 = \mu_d (m_1 + m_2) g L, \text{ dove } L \text{ è lo spazio percorso dal blocco.}$$

$$\text{Risolvendo: } v_2 = \sqrt{2 \mu_d g L} = 9.77 \text{ m/s}$$

Dalla conservazione della quantità di moto si ottiene:  $v_1 = 91.2 \text{ m/s}$ .

---

E3)

$$T = \rho_{acqua} V g - \rho V g \Rightarrow \rho = \rho_{acqua} - \frac{T}{V g} = 185 \text{ kg/m}^3$$

All'emersione, detta  $V_{imm}$  la parte che rimane immersa:

$$\rho_{acqua} V_{imm} g = \rho V g \Rightarrow V_{imm} = \frac{\rho V}{\rho_{acqua}}$$

$$\frac{V - V_{imm}}{V} = 1 - \frac{\rho}{\rho_{acqua}} = 0.82$$

---

E4)

Per la trasformazione adiabatica  $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$

Per la trasformazione isoterma  $Q_c = -RT_B \ln \frac{V_B}{V_A} = -\frac{RT_B}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_B}$

Per la trasformazione isocora  $Q_a = c_v(T_A - T_B)$

Il rendimento è dato da  $\eta = 1 + \frac{Q_c}{Q_a} = 1 - \frac{T_B}{T_A - T_B} \ln \frac{T_A}{T_B} = 0.307$

E5)

Le due trasformazioni costituiscono un ciclo (l'espansione libera è isoterma).

$$\Delta S_{universo} = \Delta S_{gas} + \Delta S_{sorgente}$$

$$ciclo \Rightarrow \Delta S_{gas} = 0$$

$$\Delta S_{universo} = \Delta S_{sorgente} = -\frac{Q_{gas}^{isoterma}}{T_A} = nR \ln 2 \approx 17,3 J/K$$

