



Risolvere gli esercizi seguenti formulando la loro soluzione prima analiticamente e poi numericamente

1. Un punto materiale di massa $m = 0.1$ kg si muove con accelerazione tangenziale costante $a_T = 0.2$ m/s² lungo una guida circolare di raggio $R = 3.0$ m posta in un piano orizzontale e priva di attrito. All'istante iniziale $t = 0$ la velocità del corpo è nulla. Determinare: **(a)** il tempo impiegato dal corpo a compiere 10 giri; **(b)** il valore della forza massima esercitata dalla guida sul corpo in tale intervallo di tempo.
2. 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.
3. Una sfera omogenea, di volume $V = 25$ litri e densità omogenea ρ , 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.
4. Un gas ideale biatomico ($n = 0.3$ moli) descrive il seguente ciclo: (1) dallo stato iniziale A ($p_A = 10^5$ Pa, $V_A = 8 \cdot 10^{-3}$ m³) esegue una trasformazione adiabatica reversibile fino allo stato B ($V_B = 4 \cdot 10^{-3}$ m³, $T_B = 424$ K); (2) dallo stato B esegue una trasformazione isoterma irreversibile fino allo stato C ($V_C = 7 \cdot 10^{-3}$ m³), durante la quale il gas assorbe il calore $Q_1 = 550$ J; (3) dallo stato C allo stato iniziale A esegue una trasformazione reversibile in cui la pressione decresce linearmente col volume.
(a) Disegnare il ciclo nel piano PV. **(b)** Calcolare il rendimento del ciclo.
5. Un gas perfetto è contenuto in un recipiente a pareti rigide munito di un pistone che può scorrere senza attrito, in equilibrio con l'ambiente esterno (da considerarsi una sorgente ideale) caratterizzato da pressione atmosferica e temperatura $T = 27^\circ\text{C}$. Nel recipiente è presente anche un disco omogeneo di massa m e raggio R che può ruotare liberamente attorno a un asse passante per il suo centro e perpendicolare al disco. Al disco viene applicato un momento $M = 10$ Nm per $N = 100$ giri mediante un motorino che poi viene spento, lasciando il disco libero di proseguire il suo moto fino a fermarsi per effetto dell'attrito col gas. Quando il sistema raggiungerà nuovamente l'equilibrio, determinare:
(a) la variazione di entropia del gas e **(b)** la variazione di entropia dell'ambiente.

Sezione TEORIA

Rispondere facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

T1. Ricavare il periodo di oscillazione di un pendolo semplice.

T2. Ricavare la disuguaglianza di Clausius.



SAPIENZA Università di Roma
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica



Corso di Fisica I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

SOLUZIONI della prova di esame del 15 luglio 2022
APPELLO ordinario – a.a. 2021-22

E1. Per il moto del corpo con a_T costante, si ha $\alpha = a_T/R$. Per compiere 10 giri $\theta = (2\pi 10)$, partendo con $\omega = 0$ rad/s si ottiene $t = \sqrt{(40 \pi/\alpha)} = 43.4$ s. La forza che deve esercitare la guida sarà quella necessaria a far curvare il moto del corpo e dunque $F = ma_N$ con $a_N = v^2/R$ e sarà massima alla fine del moto: per $t = 43.4$ s, si ottiene $F = 2.51$ N.

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 percorrendo il tratto L: $\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_2^2 = \mu_d (m_1 + m_2) g L$

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

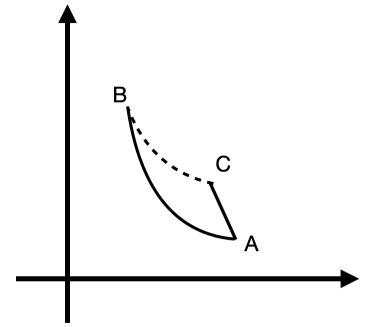
Dalla conservazione della quantità di moto si ottiene: $v_1 = 91.2$ m/s

E3. $T = \rho_{acqua} V g - \rho V g \Rightarrow \rho = 185$ kg/m³

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

$$\rho_{acqua} V_{imm} g = \rho V g \Rightarrow V_{imm} = \rho V / \rho_{acqua} \Rightarrow (V - V_{imm}) / V = 1 - \rho / \rho_{acqua} = 0.82$$

E4. $T_A = PV/nR = 321$ K. Per l'isoterma irreversibile $T_B = T_C = 424$ K e la pressione finale è $p_C = nRT_C/V_C = 1.5 \cdot 10^5$ Pa. $\eta = 1 + Q_{ced}/Q_{ass}$ con $Q_{ass} = Q_1 = 550$ J e Q_{ced} dal primo principio della TD. L_{CA} e' pari a $(p_A + p_C)(V_A - V_C)/2 = 125$ J, mentre $\Delta U_{CA} = n c_V (T_A - T_C) = -642$ J da cui $Q_{CA} = -517$ J. Sostituendo nell'espressione del rendimento si ottiene $\eta = 0.06$.



E5. Il motorino compie un lavoro $L = MN2\pi$ che viene dissipato a causa dell'attrito diventando interamente calore Q ceduto al gas. Nella nuova condizione di equilibrio, essendo pressione e temperatura dell'ambiente invariate, il gas avrà lo stesso volume iniziale. Di conseguenza la variazione di entropia del gas è nulla. Il calore trasmesso al gas sarà interamente ceduto all'ambiente, con corrispondente variazione di entropia data da $\Delta S_{amb} = Q/T = MN2\pi/T = 20.9$ J/K.