

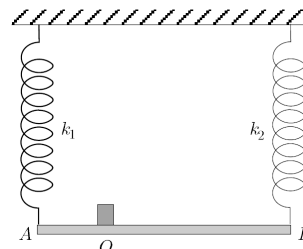


Politecnico di Milano
Fisica Sperimentale I
a.a. 2011-2012 - Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

III appello - 28/01/2013

Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.

1. Una sbarra omogenea AB di sezione costante, lunghezza $L = 40$ cm e massa $m = 200$ g è sospesa ad un soffitto per mezzo di due molle ideali verticali, di uguale lunghezza a riposo e costanti elastiche $k_1 = 50$ N/m e $k_2 = 13$ N/m, poste agli estremi A e B. Volendo posizionare la sbarra in equilibrio orizzontale, viene fissato ad essa un corpo puntiforme, di massa $m_0 = 800$ g in un punto O compreso tra gli estremi. Determinare:



- l'allungamento delle molle nella configurazione di equilibrio;
- la distanza rispetto al punto A, rispetto alla quale deve essere posizionato il corpo m_0 affinché la sbarra sia perfettamente orizzontale;
- il periodo delle piccole oscillazioni del centro di massa del sistema quando la sbarra venga sollecitata verticalmente.

$$[\Delta y = \frac{(m + m_0)g}{k_1 + k_2} = 15.6 \text{ cm}; x = \frac{\frac{k_2}{k_1 + k_2}(m + m_0) - \frac{m}{2}}{m_0} L = 5.32 \text{ cm}; T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m + m_0}}} = 0.791 \text{ s}]$$

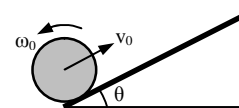
2. Un satellite di massa m sta ruotando di moto circolare uniforme attorno al suo pianeta (massa del pianeta: $M = 10^{24}$ kg; raggio del pianeta: $R = 10^5$ m) con un periodo $T = 10^5$ s. Un razzo avente massa un decimo di quella del satellite viene lanciato dal pianeta con una velocità iniziale $v_0 = 50$ km/s ortogonale alla superficie, e durante il suo moto va a collidere anelasticamente con il satellite. Trascurando ogni attrito con l'atmosfera del pianeta, calcolare:

- il raggio di rotazione r_1 e la velocità v_1 del satellite rispetto al centro del pianeta;
- la velocità v_2 del razzo un istante prima dell'impatto col satellite;
- la velocità v_3 del sistema razzo+satellite dopo l'impatto.

$$[r_1 = \sqrt[3]{\frac{\gamma M T^2}{4\pi^2}} = 25.7 \cdot 10^6 \text{ m}; v_1 = \frac{2\pi r_1}{T} = 1614 \text{ m/s}; v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2\gamma M \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r_1} \right)} = 34200 \text{ m/s};$$

$$v_3 = \sqrt{v_1^2 + \left(\frac{v_2}{10} \right)^2} = 3780 \text{ m/s}]$$

3. Una sfera di raggio $R = 10$ cm e massa $m = 500$ g si trova sul fondo di un piano inclinato con velocità iniziale $v_0 = 7$ m/s ed una velocità angolare iniziale $\omega_0 = 1.5$ rad/s, che imprime alla sfera una rotazione contraria al verso di avanzamento (vedi figura). Sapendo che la pendenza del piano inclinato è $\theta = 30^\circ$ e il coefficiente di attrito dinamico risulta $\mu_d = 0.7$, calcolare (momento di inerzia della sfera $I = \frac{2}{5} mR^2$):



- dopo quanto tempo il moto della sfera diventa di puro rotolamento;
- l'altezza raggiunta dalla sfera nel punto in cui inizia a rotolare senza strisciare;
- l'altezza massima a cui giunge la sfera sul piano inclinato.

$$[t_1 = \frac{v_0 + \omega_0 R}{\alpha R - a} = 0.277 \text{ s}; s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2 = 1.52 \text{ m}; v_1 = v_0 + a t_1 = 3.98 \text{ m/s}; h = \frac{7v_1^2}{10g} + s_1 \sin \theta = 1.89 \text{ m}]$$

4. Un recipiente contiene al suo interno $V_0 = 10$ litri di elio alla temperatura $T_0 = 27^\circ \text{C}$. Il gas subisce le due trasformazioni reversibili seguenti:

- una compressione isoterma che ne riduce il volume ad un quinto;
- un'espansione adiabatica che riporta il volume al valore originario.

Sapendo che al termine delle due trasformazioni la variazione di entropia del sistema è stata di $\Delta S = -50$ J/K, calcolare il lavoro svolto dal gas per ognuna delle due trasformazioni.

$$[n = \frac{\Delta S}{R \ln \frac{1}{5}} = 3.74; W_1 = nRT_0 \ln \frac{1}{5} = -15 \text{ kJ}; W_2 = -nc_V T_0 \left(\frac{1}{5^{1/\gamma-1}} - 1 \right) = 9.21 \text{ kJ}]$$