



FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in ingegneria meccanica e ingegneria elettrotecnica

Anno Accademico 2011-2012
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 14 settembre 2012

Risolvete i seguenti esercizi formulando la soluzione dapprima in termini analitici, quindi in termini numerici.

1. Mentre un'automobile viaggia a velocità costante $v_a = 12 \text{ m/s}$, una palla è lanciata orizzontalmente dal finestrino perpendicolarmente alla direzione di moto della macchina con velocità $v_p = 5 \text{ m/s}$. Determinare la velocità della palla, \vec{v}_r , rispetto al suolo e in quale istante toccherà terra se il punto di lancio (ovvero il punto da cui si lancia la palla, assimilabile ad un punto materiale), dista $h = 80 \text{ cm}$ dal suolo.
2. Una massa $M = 5 \text{ kg}$ è appesa a una molla ideale attaccata al soffitto di una stanza allungandola, in condizioni di equilibrio, di un tratto $\Delta l = 20 \text{ cm}$. La massa M viene tolta e sostituita con una massa $m = 100 \text{ g}$, dopodiché si lascia libero il sistema di oscillare. Determinare il periodo T delle oscillazioni.
3. Un'asta omogenea di massa $M = 400 \text{ g}$ e lunghezza $L = 60 \text{ cm}$ è appesa per un estremo P in un piano verticale ed è libera di ruotare senza attrito attorno a un asse per P perpendicolare al piano verticale. Mentre si trova ferma nella posizione di equilibrio stabile, essa viene colpita nell'estremo libero con un impulso \vec{J} diretto parallelamente al piano verticale. Determinare il valore di J sapendo che l'asta descrive un giro completo e la sua velocità angolare nell'estremo superiore della traiettoria è $\omega_0 = 2 \text{ rad/s}$.
4. Un gas monoatomico si espande irreversibilmente all'interno di un calorimetro e si misura tra prima e dopo l'espansione una variazione di temperatura pari a $\Delta T_{\text{irr}} = 15^\circ\text{C}$ e il gas assorbe una quantità di calore $Q = 38.7 \text{ cal}$. Con lo stesso lavoro compiuto dal gas durante l'espansione, il gas viene ricompresso, adiabaticamente e reversibilmente, riconducendolo allo stesso volume iniziale; durante questa trasformazione il gas si riscalda di $\Delta T_{\text{adiab}} = 10^\circ\text{C}$. Si chiede quante sono le moli del gas.
5. Due quantità d'acqua eguali, contenute in due contenitori distinti, costituiscono due sorgenti termiche a temperature $T_1 = 20^\circ\text{C}$ e $T_2 = 45^\circ\text{C}$. Un pezzo metallico di rame, di massa $m = 700 \text{ g}$ e calore specifico $c = 90.91 \text{ cal/kgK}$, inserito inizialmente nel contenitore a temperatura maggiore T_2 , viene successivamente estratto e inserito in quella a temperatura minore T_1 e infine riportato nel primo. Si chiede quale sarà stata la variazione di entropia del pezzo di rame e delle due quantità d'acqua tra la fase iniziale e quella finale.

Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande (facoltative).

1. Sotto quale condizione sono equivalenti due sistemi di forze applicate a un medesimo corpo rigido?
2. Si spieghi per quale ragione fisica in un ciclo qualsiasi l'integrale circuitato di dQ/T non è mai positivo.

NOTA: Il terzo esercizio NON deve essere svolto dagli studenti che sostengono l'esame di Fisica I da 6 CFU.



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 14/09/2012
CORSO DI LAUREA IN ING. MECCANICA E ING. Elettrotecnica

Esercizio N. 1

La velocità della palla rispetto al suolo è data dalla somma vettoriale di \vec{v}_a e \vec{v}_p , pertanto il suo modulo è pari a:

$$v_r = \sqrt{v_a^2 + v_p^2} = 13 \text{ m/s.}$$

La direzione di v_r , indicando con α l'angolo compreso tra \vec{v}_a e \vec{v}_t si ha:

$$v_p = v_r \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad \sin \alpha = \frac{v_p}{v_r} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 23^\circ.$$

L'equazione del moto della palla secondo un asse z perpendicolare al terreno e diretto verso di esso è:

$$z = \frac{1}{2}gt^2;$$

pertanto il tempo di caduta, t' , vale

$$t' = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.41 \text{ s.}$$

Esercizio N. 2

La condizione di equilibrio delle forze quando la massa M è appesa alla molla permette di determinare la costante elastica, k , di quest'ultima:

$$Mg = k\Delta l \quad \Rightarrow \quad k = \frac{Mg}{\Delta l} = 245 \text{ N/m.}$$

Il periodo di oscillazione di una massa m sottoposta alla forza elastica di una molla di costante elastica k è pari a:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0.13 \text{ s.}$$

Esercizio N. 3

Per il principio di conservazione del momento della quantità di moto dell'asta, calcolato rispetto al punto P si ha:

$$JL = I_P\omega \quad \text{dove} \quad I_P = \frac{ML^2}{3},$$

essendo ω la velocità angolare iniziale della sbarra. Per calcolarla si può usare il principio di conservazione dell'energia meccanica:

$$\frac{1}{2}I_P\omega^2 = \frac{1}{2}I_P\omega_0^2 + MgL \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{6g}{L}}.$$

Pertanto:

$$J = \frac{ML}{3}\sqrt{\omega_0^2 + \frac{6g}{L}} = 0.81 \text{ Ns.}$$

Esercizio N. 4

Per la prima trasformazione irreversibile si può scrivere:

$$Q_{\text{irr}} = nc_V \Delta T_{\text{irr}} + L_{\text{irr}},$$

e per la seconda trasformazione adiabatica:

$$Q_{\text{adiab}} = 0 = nc_V \Delta T_{\text{adiab}} + L_{\text{adiab}}.$$

Poiché è $L_{\text{irr}} = -L_{\text{adiab}}$, sarà

$$Q_{\text{irr}} - nc_V \Delta T_{\text{irr}} = +nc_V \Delta T_{\text{adiab}} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{Q_{\text{irr}}}{c_V (\Delta T_{\text{irr}} + \Delta T_{\text{adiab}})} = 0.52.$$

Esercizio N. 5

Tra lo stato iniziale e quello finale ci sarà stato solamente il trasferimento di una quantità di calore $Q = cm(T_2 - T_1)$ tra l'acqua a temperatura maggiore e quella a temperatura minore (che non avrà causato alcuna variazione delle temperature dell'acqua nelle bacinelle, in quanto queste sono da considerarsi come sorgenti termiche, di capacità termica infinita). Il pezzo di rame non avrà subito alcuna variazione. Pertanto:

$$\Delta S_{\text{rame}} = 0; \quad \Delta S_{\text{Sorg1}} = \frac{Q}{T_1} = 5.43 \text{ cal/K}; \quad \Delta S_{\text{Sorg2}} = -\frac{Q}{T_2} = -5.0 \text{ cal/K}.$$