



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

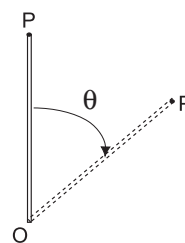
Anno Accademico 2012-2013

Prova scritta dell'esame di Fisica I (6/9 CFU) - 11 aprile 2013

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

1. Un punto materiale si muove lungo una traiettoria circolare di raggio $R = 0.5$ m giacente su un piano orizzontale scabro. Determinare il coefficiente di attrito dinamico tra piano e punto sapendo che se quest'ultimo partisse con una velocità $v_I = 2$ m/s si fermerebbe dopo aver percorso due giri completi.

2. Una sbarretta omogenea di lunghezza l è libera di ruotare senza attrito in un piano verticale attorno a un asse orizzontale passante per un suo estremo O e normale alla sbarra. Inizialmente la sbarra si trova in quiete in posizione verticale, con l'estremo libero a una quota superiore di quello vincolato; a causa di una piccola perturbazione la sbarra inizia a ruotare. Calcolare il modulo della velocità e dell'accelerazione dell'estremo libero P nell'istante in cui la sbarra passa per la posizione orizzontale, cioè per $\theta = \pi/2$. ($I_o = 1/3 ml^2$.)



3. **NOTA: Questo esercizio è solo per gli studenti i quali devono sostenere l'esame di Fisica I da 9 crediti**

Una nave che porta un carico di massa $M_C = 10^5$ kg, navigando, passa dall'acqua di mare (densità $\rho_M = 1.03$ g/cm³) a quella di un lago (densità $\rho_L = 1$ g/cm³) e, pertanto, aumenta leggermente la parte immersa. Quando viene scaricato il carico, essa ritorna al livello che aveva sul mare. Determinare la massa della nave.

4. 10 moli di gas perfetto vengono compresse isotermicamente e reversibilmente da un volume iniziale $V_1 = 1$ m³ a un volume finale V_2 . Il gas è contenuto in un recipiente adiabatico che può scambiare calore unicamente con una massa $m = 0.1$ kg di ghiaccio fondente alla temperatura $t = 0$ °C. Per quale valore di V_2 si ha la completa fusione del ghiaccio? (Calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda = 79.7$ kcal/kg).
5. Una massa d'acqua $m_A = 20$ kg (da non considerarsi come sorgente termica) alla temperatura $t_0 = 20$ °C viene messa a contatto termico con una sorgente termica avente temperatura $t_S = 100$ °C per un tempo sufficiente a far assorbire all'acqua una quantità di calore $Q = 10$ kcal. Determinare la variazione di entropia e l'integrale di Clausius per l'acqua, per la sorgente termica e per il sistema acqua+sorgente termica.

Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande.

1. Ricavate l'espressione del momento di inerzia di una sbarra cilindrica sottile rispetto a un asse perpendicolare per un estremo.
2. Che cosa è l'equivalente meccanico della caloria?



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 11/04/2013
CORSO DI LAUREA IN ING. MECCANICA E ING. Elettrotecnica

Esercizio N. 1

Applicando il teorema del lavoro e dell'energia cinetica tra la posizione iniziale ($v_I = 2 \text{ m/s}$) e quella finale ($v_F = 0 \text{ m/s}$) del punto materiale si ha:

$$\Delta T = -\frac{1}{2}mv_I^2 = L$$

essendo L il lavoro della sola forza di attrito dinamico ($A = \mu_d mg$), quindi:

$$L = \int_I^F \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l} = -\mu_d mgl = -2\mu_d mg(2\pi R) \Rightarrow -\frac{1}{2}mv_I^2 = -4\mu_d \pi mgR \Rightarrow \mu_d = \frac{v_I^2}{8\pi gR} = 0.03$$

Esercizio N. 2

Conservazione dell'energia tra la posizione iniziale ($t = 0, \theta = 0$) e quella finale ($t = t', \theta = \pi/2$):

$$mg\frac{l}{2} = \frac{1}{2}I_o\omega^2(t') \Rightarrow \omega(t') = \sqrt{\frac{3g}{l}}$$

Poichè

$$v_p = \omega l \Rightarrow v_p(t') = \omega(t')l = \sqrt{3gl}.$$

Dalla velocità angolare si ricava anche l'accelerazione normale del punto P :

$$a_n(t') = \omega(t')^2 l = 3g.$$

Applicando alla sbarretta, nell'istante t' , la seconda legge della dinamica dei sistemi si ha:

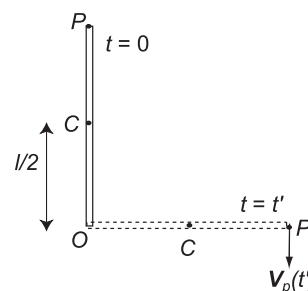
$$mg\frac{l}{2} = I_o\dot{\omega}(t') \Rightarrow \dot{\omega}(t') = \frac{3g}{2l}.$$

L'accelerazione tangenziale del punto P è:

$$a_t = \frac{dv_p}{dt} = \dot{\omega}l \Rightarrow a_t(t') = \dot{\omega}(t')l = \frac{3}{2}g.$$

Quindi:

$$a(t') = \sqrt{9g^2 + \frac{9}{4}g^2} = \frac{\sqrt{45}}{2}g.$$



Esercizio N. 3

Indicando con M_N la massa della nave, con V_I il volume immerso e con ρ_L la densità dell'acqua del lago ($1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

$$\text{Nell'acqua del mare: } \rho_M V_I g = (M_N + M_C)g \quad 1)$$

$$\text{Nell'acqua del lago: } \rho_L V_I g = M_N g \quad \implies \quad V_I = \frac{M_N}{\rho_L}$$

Sostituendo il valore di V_I nella 1) si ha:

$$M_N = M_L \left(\frac{\rho_M}{\rho_L} - 1 \right)^{-1} = 3.33 \times 10^6 \text{ kg}.$$

Esercizio N. 4

Il calore necessario a fondere la massa di ghiaccio è: $Q = m\lambda$. Applicando il I principio della termodinamica al gas, tenendo presente che per esso $\Delta U = 0$ perchè la trasformazione è isoterma alla temperatura $T = 273 \text{ K}$, si ha:

$$-Q = L = \int_1^2 p dv = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Quindi

$$m\lambda = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \implies \quad V_2 = V_1 \exp\left(-\frac{m\lambda}{nRT}\right) = 0.23 \text{ m}^3.$$

Esercizio N. 5

La temperatura finale dell'acqua sarà:

$$T_F = T_0 + \frac{Q}{cm} = 293.5 \text{ K}.$$

$$\Delta S_S = \frac{-Q}{T_S} = -112.22 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_A = \int_{T_0}^{T_F} \frac{dQ_A}{T} = \int_{T_0}^{T_F} \frac{cmdT}{T} = cm \ln \frac{T_F}{T_0} = 142.74 \text{ J/K}.$$

$$\Delta S_A + \Delta S_S = 30.5 \text{ J/K}.$$

L'integrale di Clausius vale $\int dQ/T$ essendo T la temperatura *corpo* con il quale il sistema scambia la quantità di calore dQ ; pertanto:

$$I_A = \frac{Q}{T_S} = 112.22 \text{ J/K}$$

$$I_S = \int \frac{dQ_S}{T} = \int \frac{-dQ_A}{T} = \int_{T_0}^{T_F} \frac{-cmdT}{T} = -142.74 \text{ J/K}.$$

$$I_A + I_S = -30.5 \text{ J/K}.$$