



Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio

13 giugno 2018 - prova scritta di Fisica 1

1) Il sommergibile A sta monitorando con il sonar il sommergibile B che si trova alla sua stessa quota e si avvicina a velocità costante. Invia un primo impulso acustico il cui eco gli ritorna dopo 2,5 s. Dopo l'arrivo dell'eco fa passare un tempo $\delta t=10$ s e quindi invia un secondo impulso, il cui eco ritorna dopo 2,4 s. Determinare la velocità del sommergibile B. (velocità del suono nel mare: 1500 m/s).

2) Su un piano inclinato di 30° rispetto all'orizzontale una ruota, assimilabile ad un cilindro di massa M (2 kg) e raggio R , viene trascinata verso l'alto da una forza applicata all'asse della ruota e parallela al piano. La forza applicata accelera, rotolando senza strisciare, la ruota a $1,5 \text{ m/s}^2$. Determinare:

A) il valore della forza

B) il valore e la direzione dell'attrito tra ruota e piano

3) Un ragazzo ($m=60\text{kg}$), partendo da fermo, scende lungo uno scivolo ad acqua, rettilineo ed inclinato di 45° rispetto all'orizzontale. Arriva alla fine dello scivolo con una velocità di 12 m/s. Quanto era alto lo scivolo? Determinare il valore dell'attrito necessario affinché la velocità finale possa essere limitata a 4 m/s.

4) Una mole di gas perfetto monoatomico compie la seguente trasformazione ciclica: i) $A \rightarrow B$ trasformazione isobara con $p_A = 1 \text{ atm}$, $V_A = 1 \text{ l}$ e $V_B = 2 \text{ l}$; ii) $B \rightarrow C$ trasformazione isocora; iii) $C \rightarrow A$ trasformazione isoterma.

a) Dopo avere disegnato la trasformazione nel piano (p, V), determinare le coordinate termodinamiche (p, V, T) per i tre stati A, B, C, e la variazione di energia interna ΔU lungo ciascuna trasformazione;

b) Calcolare il calore Q ed il lavoro W relativi alla intero ciclo.

5) In una giornata fredda di inverno, noti che si è formato sul parabrezza di un automobile uno strato di ghiaccio che ha una spessore di 0,50 cm e un'area di $1,6 \text{ m}^2$. Calcolare il calore necessario per sciogliere tutto il ghiaccio assumendo che la sua temperatura sia di $-2,0^\circ \text{C}$ e la sua densità di 917 Kg/m^3 .

($c_{\text{ghiaccio}}=2090 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}$, $\lambda_{\text{ghiaccio}}=33,5 \cdot 10^4 \text{ J/Kg}$)



Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio

13 giugno 2017 - prova scritta di Fisica 1

SOLUZIONI

1) Chiamiamo T_1 il tempo che impiega il primo impulso sonar ad andare e tornare. La distanza quindi del sommergibile B dal sommergibile A sarà:

$$D_1 = v_{\text{suono}} \frac{T_1}{2}$$

Chiamiamo T_2 il tempo che impiega il secondo impulso sonar ad andare e tornare. La distanza quindi del sommergibile B dal sommergibile A sarà in questo secondo caso:

$$D_2 = v_{\text{suono}} \frac{T_2}{2}$$

Il tempo intercorso tra quando il primo e il secondo impulsi sonar colpiscono il sommergibile è:

$$T_{\text{tot}} = \frac{T_1}{2} + \delta T + \frac{T_2}{2}$$

La velocità del sommergibile B sarà quindi:

$$v_B = \frac{D_{\text{percorsa}}}{T_{\text{tot}}} = \frac{D_1 - D_2}{\frac{T_1}{2} + \delta T + \frac{T_2}{2}} = v_{\text{suono}} \frac{\frac{T_1}{2} - \frac{T_2}{2}}{\frac{T_1}{2} + \delta T + \frac{T_2}{2}} = 6.0 \frac{m}{s} = 21.7 \frac{km}{h}$$

2) 1° equazione cardinale:

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{P} + \vec{A} + \vec{R}_n$$

2° equazione cardinale rispetto al centro della ruota:

$$I\vec{\Omega} = \vec{M}_A$$

Proiettiamo la 1° lungo x:

$$ma = F - A - mg \sin \theta$$

e sviluppiamo la 2°:

$$\frac{1}{2} mR^2 \Omega = AR$$

Considerando la condizione di rotolamento puro:

$$a = R\Omega$$

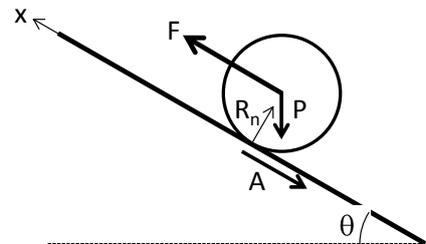
Calcoliamo dalla 2° l'attrito:

$$A = \frac{1}{2} ma = 1,5 N$$

orientato verso $-x$.

Inserendolo nella prima si ottiene:

$$ma = F - \frac{1}{2} ma - mg \sin \theta \quad \rightarrow \quad F = \frac{3}{2} ma + mg \sin \theta = \frac{3}{2} ma + \frac{1}{2} mg = 14,3 N$$





3) Utilizzando la conservazione dell'energia meccanica:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = 7,4 \text{ m}$$

Per la velocità limitata utilizziamo il bilancio dell'energia:

$$mgh = \frac{1}{2}mv'^2 + |L_A| = \frac{1}{2}mv'^2 + A \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}mv'^2 + Ah\sqrt{2} = \frac{1}{2}mv^2$$

Da cui calcoliamo l'attrito:

$$A = \frac{\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv'^2}{h\sqrt{2}} \approx 367 \text{ N}$$

4a) La trasformazione ciclica è caratterizzata dalle seguenti coordinate termodinamiche:

stato A:

$$p_A = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_A = 1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_A = \frac{p_A V_A}{nR} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8.31 \text{ J/Kmole}} \approx 12 \text{ K}$$

stato B:

$$p_B = p_A = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_B = 2V_A = 2 \text{ l} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

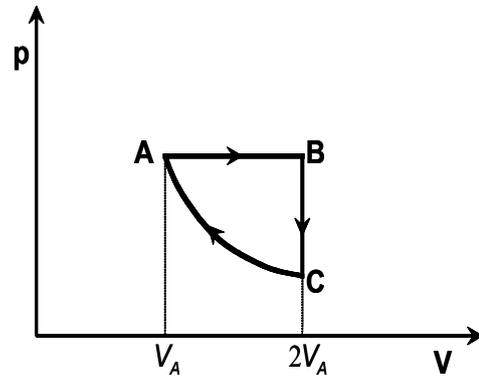
$$T_B = \frac{p_B V_B}{nR} = \frac{p_A \cdot 2V_A}{nR} = 2T_A \approx 24 \text{ K}$$

stato C:

$$V_C = V_B = 2V_A = 2 \text{ l} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_C = T_A \approx 12 \text{ K}$$

$$p_C = \frac{nRT_C}{V_C} = \frac{nRT_A}{2V_A} = \frac{p_A}{2} = 0.5 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0.5 \text{ atm}$$



ΔU

La variazione di energia interna ($\Delta E = \Delta U$) lungo i rami della trasformazione è la seguente:

$$\Delta E_{AB} = n c_V \Delta T_{AB} = \frac{3}{2} RT_A = \frac{3}{2} \times 8.31 (\text{J/Kmole}) \times 12 \text{ K} \approx 150 \text{ J}$$

$$\Delta E_{BC} = n c_V \Delta T_{BC} = -\frac{3}{2} RT_A = -\frac{3}{2} \times 8.31 (\text{J/Kmole}) \times 12 \text{ K} \approx -150 \text{ J}$$

$$\Delta E_{CA} = 0$$

4b) Trattandosi di una trasformazione ciclica la variazione di energia interna è complessivamente nulla ed il calore scambiato è pari al lavoro svolto, ossia:



$$\begin{aligned} Q = W &= W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} \\ &= p_A(V_B - V_A) + 0 + \int_C^A p dV \\ &= p_A V_A + \int_C^A \frac{nRT_A}{V} dV \\ &= p_A V_A + nRT_A \ln \frac{V_A}{2V_A} \\ &= 10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 + 8.31 (\text{J / K mole}) \cdot 12 \text{ K} \cdot \ln(0.5) \\ &= 31 \text{ J} \end{aligned}$$

5) Per sciogliere il ghiaccio è necessario cedere al sistema una quantità di calore tale da portarlo alla temperatura di fusione più la quantità di calore necessaria per fondere tutto il ghiaccio. Pertanto il calore che bisogna cedere al sistema è dato da:

$$Q_{TOT} = Q + Q_F$$

Il termine "Q" indica il calore che è necessario cedere al sistema per far variare la sua temperatura da -2 °C a 0 °C (temperatura di fusione del ghiaccio) e si ricava dall'equazione:

$$Q = m \cdot c_{\text{ghiaccio}} \cdot \Delta T$$

dove $c_{\text{ghiaccio}} = 2090 \text{ J / Kg}^\circ\text{C}$ e la massa di ghiaccio $m = \rho A d = 7,336 \text{ kg}$.

Pertanto si ricava:

$$Q = 30,7 \text{ kJ}$$

Q_F è il contributo che si ottiene dalla fusione e, tenendo presente che il calore latente di fusione del ghiaccio vale $33,5 \cdot 10^4 \text{ J / Kg}$, risulta:

$$Q_F = 2,46 \text{ MJ}$$

Il calore totale è quindi $Q_{TOT} = 2,5 \text{ MJ}$