



**Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio**  
**13 giugno 2018 - prova scritta di Fisica Generale**

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  $30^\circ$  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

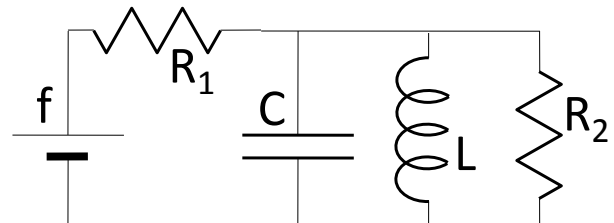
3) Una mole di gas perfetto monoatomico compie la seguente trasformazione ciclica: i)  $A \rightarrow B$  trasformazione isobara con  $p_A = 1 \text{ atm}$ ,  $V_A = 1 \text{ l}$  e  $V_B = 2 \text{ l}$ ; ii)  $B \rightarrow C$  trasformazione isocora; iii)  $C \rightarrow A$  trasformazione isoterma.

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  $\Delta U$  lungo ciascuna trasformazione;

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

4) Il circuito in figura è a regime.

Determinare la corrente erogata dal generatore, la carica sul condensatore e la differenza di potenziale ai capi dell'induttore ( $f=6\text{V}$ ,  $R_1=4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2=8 \text{ k}\Omega$ ,  $C=20 \text{ nF}$ ,  $L=0,4 \text{ mH}$ ).



5) Un elettrone ( $m=9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $q=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) deve ruotare con velocità costante ( $v=3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ) in un anello acceleratore circolare di circonferenza  $L=27 \text{ km}$ . Calcolare l'intensità e la direzione del campo di induzione magnetica necessario per tenerlo in traiettoria.

6) Un circuito rettangolare, di lati  $a$  e  $b$  con un lato  $a$  libero di scorrere, è posto in un piano ortogonale ad un campo di induzione magnetica  $B$  uniforme e variabile nel tempo secondo la legge  $B=kt$ , dove  $k$  è una costante positiva. Si determini la forza (modulo direzione e verso) che bisogna applicare al lato mobile per tenerlo fermo se la resistenza elettrica del circuito vale  $R$ .



**Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio**  
**13 giugno 2017 - prova scritta di Fisica Generale**  
**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:

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

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:

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

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

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

La velocità del sommergibile B sarà quindi:

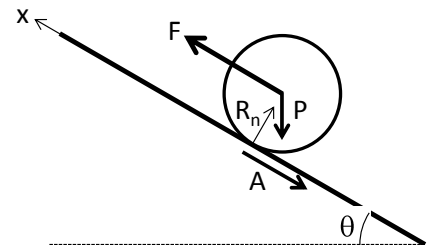
$$v_B = \frac{D_{percorsa}}{T_{tot}} = \frac{D_1 - D_2}{\frac{T_1}{2} + \delta T + \frac{T_2}{2}} = v_{suono} \frac{\frac{T_1}{2} - \frac{T_2}{2}}{\frac{T_1}{2} + \delta T + \frac{T_2}{2}} = 6.0 \frac{m}{s} = 21.7 \frac{km}{h}$$

2) 1° equazione cardinale:

$$ma = F + P + A + R_n$$

2° equazione cardinale rispetto al centro della ruota:

$$I\Omega = M_A$$



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:

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

3a) La trasformazione ciclica è caratterizzata dalle seguenti coordinate termodinamiche:

**stato A:**



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

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

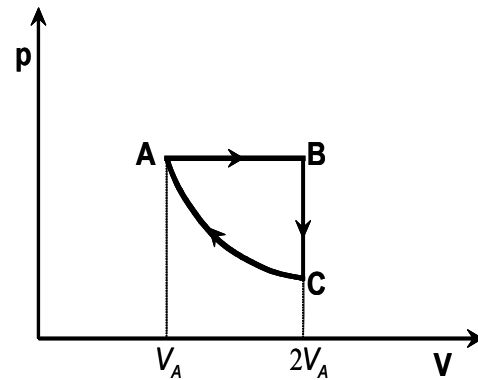
$$T_A = \frac{p_A V_A}{nR} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8.31 \text{ J/Kmole}} \approx 12 \text{ K}$$

**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:**

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

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

$$p_C = \frac{\gamma RT_C}{V_C} = \frac{\gamma RT_A}{2V_A} = \frac{p_A}{2} = 0.5 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0.5 \text{ atm}$$

$\Delta U$

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

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

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

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

**3b)** Trattandosi di una trasformazione ciclica la variazione di energia interna è complessivamente nulla ed il calore scambiato è pari al lavoro svolto, ossia:

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

**4)** Poiché il generatore è in corrente continua ed circuito è a regime l'induttore si comporta come un corto circuito. Quindi la differenza di potenziale ai suoi capi è zero, il condensatore è scarico e nella resistenza 2 non circola corrente. Il generatore eroga una corrente  $I = \mathcal{E}/R_1 = 1.5 \text{ mA}$ .

**5)** Affinché rimanga in traiettoria con velocità costante, l'elettrone deve sentire una forza di Lorentz che agisca da accelerazione centripeta:



$$q\vec{v} \times \vec{z}_0 = n \frac{v^2}{R} \hat{z}$$

sapendo che la circonferenza  $L=2\pi R$ , il valore del campo è quindi

$$B = \frac{2\pi n v}{qL} = 3,9 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

rivolto verso l'alto per una rotazione oraria oppure verso il basso per una rotazione antioraria.

6) Poiché il flusso del campo B varia nella spira viene indotta nel circuito una corrente I:

$$I = - \frac{1}{R} \frac{d\Phi(t)}{dt} = - \frac{1}{R} \frac{d}{dt} (bB) = - \frac{1bk}{R}$$

Per la seconda formula di Laplace sul tratto mobile  $a$  si eserciterà una forza di modulo:

$$F = I a B = \frac{1bk}{R} \cdot a \cdot kt$$

Che tenderà verso l'interno della spira. Quindi bisognerà applicare una forza di modulo

$$F = \frac{a^2 b k^2}{R} t$$

ed orientata verso l'esterno per mantenere fermo il tratto mobile  $a$ .