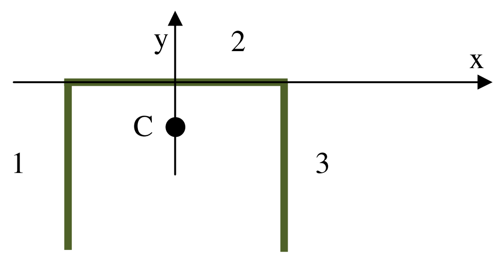
Compito di Fisica Generale di Ingegneria CIVILE-AMBIENTALE- EDILE, CIVILE-AMBIENTALE , e EDILE. 13 giugno 2014
Civile-Ambientale-Edile: Fisica Generale I 011BB[testi 1,2,3,4]
Edili : Fisica Generale (BB053 e 053 BB) [testi 1,2,3,4]
Civili : Fisica Generale I 011BB [testi 1,2,3,5]
Civili : Fisica Generale BB054 [testi 1,2,4,6]

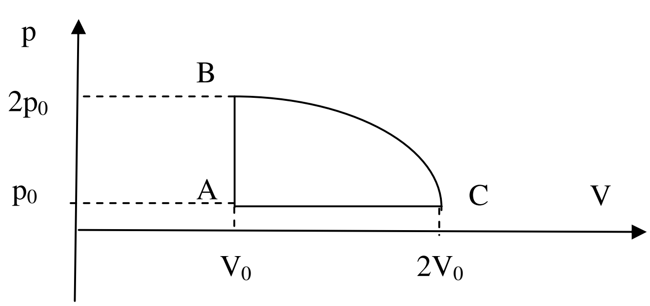
Esercizio 1 - Tre asticelle sottili di lunghezza L = 20 cm e massa M = 0.3 kg sono collegate insieme su tre lati di un quadrato giacente nel piano xy come mostrato in figura. Il sistema ruota attorno all'asse passante per il centro di massa C e uscente dal piano della figura con velocità angolare $\omega = 50$ rad/s.



1.1 - si trovino le coordinate x ed y del centro di massa C.
1.2 – Si calcoli il lavoro (con il segno corretto) che deve fare un operatore per fermare il sistema.

Esercizio 2- Un'automobile di massa totale (auto + passeggero) m = 1000 kg si muove su una pista circolare di raggio r = 300 m. L'auto è inizialmente ferma e al tempo t = 0 inizia ad accelerare lungo la pista con accelerazione tangenziale che cresce linearmente nel tempo secondo la legge
$a = K\,t$ dove K = 0.2 m/s^3 è una costante.
2.1 - Si trovino i moduli delle componenti radiali e tangenziali della forza di attrito all'istante t = 20 s.
2.2 - L'automobile inizia a slittare sulla pista al tempo t = 20 s. Si trovi il valore del coefficiente di attrito statico μ fra auto e pista.

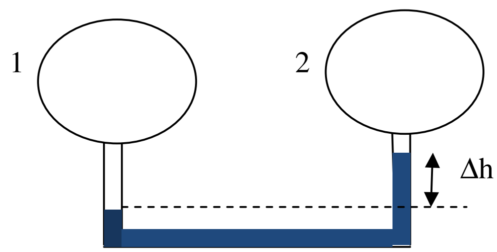
Esercizio 3 – Un motore funziona con un gas perfetto biatomico con n = 0.2 moli e compie un ciclo $ABCA$ come mostrato schematicamente in figura. Il volume in A è V_0 = 5 litri e la pressione nel tratto BC segue la legge $p = a\,V^2 + b$ dove a e b sono coefficienti costanti. Il lavoro totale fatto dal gas nel ciclo è W = 150 J.



3.1– Si trovino i valori dei coefficienti a e b in termini dei parametri p_0 e V_0 mostrati in figura e si dica quali sono le corrette unità di misura di questi coefficienti.
3.2– Si trovi la temperatura T_0 del sistema in A e la pressione p_0 in A.

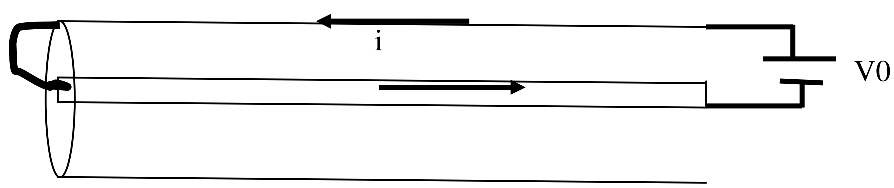
Esercizio 4 - Un solenoide ideale viene costruito avvolgendo in modo compatto uno strato di filo conduttore di diametro $d = 0.2$ mm su un tubo isolante di raggio $r = 5$ mm e lunghezza $h = 50$ cm (il filo conduttore è rivestito da un isolante di spessore trascurabile per evitare il contatto elettrico fra spire adiacenti). Assumendo che la conducibilità elettrica del filo sia $6\ 10^{7}\ (\Omega m)^{-1}$,
4.1 – si calcoli la resistenza R dell'avvolgimento
4.2 – Si calcoli il campo di induzione magnetica generato all'interno del solenoide da una corrente elettrica i = 3 A.

Esercizio 5 – 2 ampolle 1 e 2 di volume $V_0 = 2$ litri contengono due gas perfetti identici alla stessa temperatura $T_0 = 300$ K. Le ampolle sono collegate da un tubo ad U di volume trascurabile all'interno del quale è contenuto un fluido di densità $\rho = 1000$ kg/ m^3. Si osserva che il dislivello fra le superfici del fluido è $\Delta h = h_2 - h_1 = 5$ cm.



5.1 – Si trovi la differenza di pressione $\Delta p = p_1 - p_2$ fra i gas nell'ampolla 2 e 1.
5.2 – Il gas nell'ampolla 2 viene portato ad una temperatura $T_2 = 11\ T_0/10$ mentre quello nell'ampolla 1 viene mantenuto alla temperatura iniziale. In queste condizioni si osserva che il dislivello Δh diventa nullo. Si trovi la pressione p_1 del gas nell'ampolla 1.

Esercizio 6 - Uno speciale cavo coassiale è costituito da due cilindri conduttori coassiali di lunghezza $h = 2$ m. Il conduttore interno è pieno ed ha raggio $r_1 = 1$ mm, il conduttore esterno è cavo ed ha raggio $r_2 = 2$ mm e $r_3 = 4$ mm. Ad un estremo i cilindri sono collegati insieme con un filo di resistenza trascurabile. Agli altri estremi i cilindri sono collegati ad una batteria che fornisce una d.d.p. costante $V_0 = 10$ V. I due cilindri sono fatti da un materiale con resistività elettrica $\rho = 2\ 10^{-8}$ Ωm. La geometria è mostrata molto schematicamente in figura.



6.1 – si trovi la corrente i che scorre nei cilindri.

6.2- Si calcoli il campo magnetico presente nei punti A e B a distanza $r_A = 0.5$ mm e $r_B = 1.5$ mm dall'asse dei cilndri.

ATTENZIONE: LE RISPOSTE DEVONO ESSERE GIUSTIFICATE INDICANDO I PASSAGGI LOGICI ESSENZIALI UTILIZZATI PER ARRIVARE AL RISULTATO FINALE. RISPOSTE SENZA ALCUNA GIUSTIFICAZIONE, ANCHE SE CORRETTE, NON SARANNO PRESE IN CONSIDERAZIONE.

Soluzione Esercizio 1-

1.1- I centri di massa delle tre barrette 1, 2 e 3 sono individuati dai vettori posizione:

$\boldsymbol{r}_1 = (- L/2, - L/2)$, $\boldsymbol{r}_2 = (0,0)$ e $\boldsymbol{r}_3 = (L/2, - L/2)$ (1)

Dunque, il vettore posizione del centro di massa C è

$\boldsymbol{r}_C = [(-L/2 +0+L/2)/3, (- L/2 + 0 - L/2)/3] = (0 , - L/3) = (0 \text{ m}, - 0.0666 \text{ m})$ (2)

1.2 - Il lavoro è uguale alla variazione di energia meccanica fra l'istante iniziale ($E_i = I\omega^2/2$) e quello finale ($E_f=0$). Dunque,

$L = E_f - E_i = - I\, \omega^2/2$ (3)

dove I è il momento di inerzia rispetto all'asse passante per O che è pari alla somma dei momenti di inerzia delle tre sbarrette $I = I_1 + I_2 + I_3 = 2\, I_1 + I_2$ (essendo $I_1 = I_3$)

$I_1 = I_3 = M\, L^2/12 + M\, d^2 = 13M\, L^2/36= 4.33\ 10^{-3}$ Kg m^2 (4)

Dove d è la distanza fra il centro di massa della sbarretta e il punto O con

$$d^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{L}{3}\right)^2 = \frac{10L}{36} \qquad (5)$$

e $I_2 = M\, L^2/12 + M\, L^2/9 = 7\, M\, L^2/36 = 2.33\ 10^{-3}$ Kg m^2 (6)

Dunque, $I = 33\, ML^2/36 = 1.10\ 10^{-2}$ Kg m^2 e $L = - I\, \omega^2/2 = -13.75$ J (7)

Soluzione Esercizio 2. **2.1**- La velocità tangenziale v raggiunta ad un generico istante t è pari a:

$$v = \int_0^t Kt dt = \frac{Kt^2}{2} \qquad (1)$$

L' accelerazione ha una componente tangenziale a_{tan} ed una centripeta a_{cen} diretta verso il centro. Poiché l'unica forza nel piano orizzontale è la forza di attrito, conseguentemente le componenti tangenziale e radiale della forza di attrito hanno modulo:

$F_{tan} = m\, a_{tan}= m\, K\, t = 4000$ N (2)

e $F_{cen} = m\, a_{cen} = m\, K^2\, t^4/(4\, r) = 5333$ N (3)

2.2 – La macchina inizia a slittare quando il modulo della forza di attrito $F = (F_{tan}^{\ 2} + F_{cen}^{\ 2})^{1/2}$ supera il valore massimo consentito, cioè:

$$mKt\sqrt{1+\frac{K^2t^6}{16r^2}} \geq \mu mg \qquad \Rightarrow \qquad \mu = \frac{Kt}{g}\sqrt{1+\frac{K^2t^6}{16r^2}} = 0.68 \qquad (4)$$

Soluzione Esercizio 3 - 3.1 – Applicando la relazione $p = a\, V^2 + b$ nei due punti B e C, si ottiene

$2\, p_0 = a\, V_0^{\ 2} + b$ (1)

$p_0 = 4a\, V_0^{\ 2} + b$ (2)

Risolvendo il sistema di equazioni (1), (2) si trova: $a = - p_0/(3\, V_0^{\ 2})$ e $b = 7\, p_0/3$ (3)

Le unità di misura sono $[a]$ = Pa /m^6 e $[b]$ = Pa

3.2 – Il lavoro W è pari all'area del ciclo e, quindi:

$$W = \int_{V_0}^{2V_0} (aV^2 + b)dV - p_0V_0 = \frac{5}{9}p_0V_0 \qquad (4)$$

Dunque: $p_0 = \dfrac{9W}{5V_0} = 5.40\ 10^4$ Pa e $T_0 = \dfrac{p_0V_0}{nR} = 162$ K (5)

Soluzione Esercizio 4 - 4.1 : Le spire sono avvolte in modo compatto e, quindi, sono l'una a contatto dell'altra. Ciò significa che, siccome il diametro di ciascuna spira è d, allora il numero di spire avvolte sul cilindro di altezza h è

$N = h/d$ (1)

Inoltre, ciascuna spira ha lunghezza $2\pi r$. Dunque, la lunghezza totale dell'avvolgimento è

$L = N\, 2\, \pi\, \mathrm{r} = 2\, \pi\, h\, r\, /\, d = 78.5$ m (2)

La resistenza è, dunque : $R = 8\, h\, r\, /\, \sigma d^3 = 41.66\ \Omega$ (3)

4.2 – Il campo magnetico del solenoide ideale è $B = \mu_0\, N\, i\, /h = \mu_0\, i\, /d = 1.88\ 10^{-2}$ T (4)

Soluzione Esercizio 5 - 5.1 – In seguito alla legge di Stevino, la pressione del gas 1 deve soddisfare la relazione

$p_1 = p_2 + \rho\, g\, (h_2 - h_1) \Rightarrow \quad p_1 - p_2 = \rho\, g\, (h_2 - h_1) = 490$ pa (1)

5.2- Δh è nullo se le pressioni dei due gas sono uguali. Poiché la temperatura del gas 1 non è cambiata, anche la pressione non cambia ed è pari a $p_1 = n_1\, RT_0\, /V_0$, mentre la pressione finale del gas 2 sarà pari a $p_{2f} = 11 n_2\, RT_0\, /(10\, V_0)$. Uguagliando tali pressioni si ottiene:

$n_1 = 11\, n_2/10$ (2)

Dunque, le pressioni iniziali dei gas erano $p_1 = n_1\, RT_0\, /V_0 = 11 n_2\, RT_0\, /(10 V_0)$ e $p_2 = n_2\, RT_0\, /V_0$.
Sostituendo tali espressioni nella (1) si ottiene :

$n_2 = 10\, \rho\, g\, (h_2 - h_1) V_0/(RT_0)$ (3)

e, quindi, dalla (2), $n_1 = 11\, \rho\, g\, (h_2 - h_1) V_0/(RT_0)$ (4)

La pressione del gas 1 è, quindi: $p_1 = n_1\, RT_0\, /V_0 = 11\, \rho\, g\, (h_2 - h_1) = 5390$ Pa (5)

Soluzione Esercizio 6 - 6.1 Le sezioni dei cilindri sono:

$S_1 = \pi r_1^2 = 3.14\ 10^{-6}\ \mathrm{m}^2$ e $S_2 = \pi(r_3^2 - r_2^2) = 37.7\ 10^{-6}\ \mathrm{m}^2$ (1)

e., quindi, le resistenze dei due cavi sono: $R_1 = \rho\, h//S_1 = 1.27\ 10^{-2}\ \Omega$ e $R_2 = \rho\, h//S_2 = 0.106\ 10^{-2}\ \Omega$

Dunque, la resistenza complessiva è $R = R_1 + R_2 = 1.38\ 10^{-2}\ \Omega$ (2)

E la corrente $i = V_0/\mathrm{R} = 7.26\ 10^2$ A. (3)

6.2- La simmetria è cilindrica e le linee di campo sono circonferenze concentriche con l'asse.
Applicando il Teorema di Ampère si trova:

$B(r_A) = \mu_0\, i\, r_A\, /\, (2\, \pi\, r_1^2) = 1.05\ 10^{-2}$ T (4)

e $B(r_B) = \mu_0\, i\, /\, (2\, \pi\, r_B) = 9.68\ 10^{-2}$ T (5)