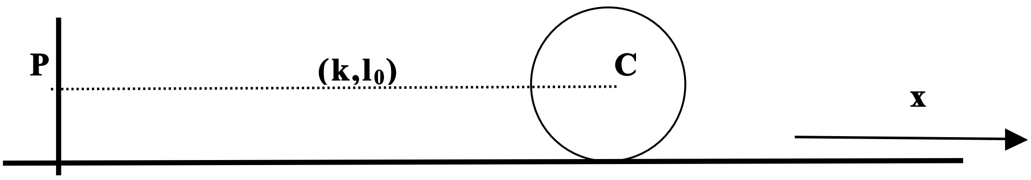
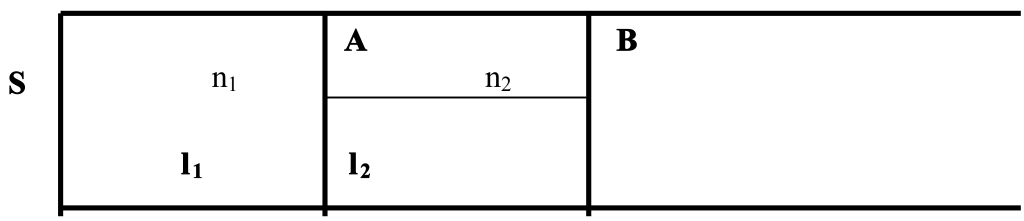
Compito di Fisica Generale di Ingegneria CIVILE-AMBIENTALE- EDILE, CIVILE-AMBIENTALE , e EDILE. 20 Luglio 2012
Civile-Ambientale-Edile: Fisica Generale I 011BB[testi 1,2,3,4]
Edili : Fisica Generale (BB053 e 053 BB) [testi 1,2,3,4]
Civili : Fisica Generale I 011BB [testi 1,2,3,5], Civili : Fisica Generale BB054 [testi 1,2,4,6]

Esercizio 1: Un punto materiale si muove su una circonferenza di raggio r = 1 m con moto uniformemente accelerato. Negli intervalli di tempo (t = 0, t_1 = 1 s) e (t = 0, t_2 = 2 s) il punto percorre rispettivamente gli spazi S_1 = 0.15 m e S_2 = 0.4 m. Calcolare
1.1 - L'accelerazione tangenziale a_T e la velocita' v_0 all'istante t = 0
1.2 - Il valore medio v_m dei moduli della velocita' e a_m dell'accelerazione tangenziale nell'intervallo di tempo (t = 0, t_2 = 2 s)
1.3 - La velocita' angolare ω e il modulo dell'accelerazione all'istante t_2
Esercizio 2 : Un disco di raggio r = 0.2 m e massa M = 0.06 Kg e' appoggiato su una guida orizzontale sulla quale compie un moto di puro rotolamento. Il centro C del disco e' collegato ad un punto fisso P, allineato orizzontalmente con C, mediante una molla (rappresentata con la linea tratteggiata) di costante elastica k = 5 N/m e lunghezza a riposo l_0 = 0.6 m. Inizialmente il disco e' abbandonato in quiete sulla guida orizzontale e la molla ha lunghezza l = 3/2 l_0 .Calcolare



2.1 - L'accelerazione angolare iniziale del disco ed il modulo della forza di attrito esercitata dalla guida
2.2 - Si dica se e' possibile che il coefficiente di attrito statico valga 0.5
2.3 - La velocita' del centro del disco nell'istante nel quale la molla ha lunghezza uguale a l_0
Esercizio 3 (**NON PER I CIVILI DI FISICA GENERALE**)- Un cilindro di sezione S = 0.02 m^2 e' fissato su un piano orizzontale ed e' diviso in due parti dai setti A e B, di spessore trascurabile. Il setto A e' fisso, il setto B e' mobile con attrito trascurabile. Le due parti nelle quali risulta diviso il cilindro contengono rispettivamente n_1 = 0.2 e n_2 = 0.6 moli di un gas perfetto monoatomico. Il setto A e' permeabile al calore, il setto B e tutte le altre pareti del cilindro sono impermeabili al calore. Le capacita' termiche del cilindro e dei setti sono trascurabili. Inizialmente un filo teso collega il setto A al setto B ed il sistema e' in equilibrio alla temperatura T_0 = 293 K. Sono note la distanza l_1 = 0.4 m del setto A dalla parete del recipiente, la distanza l_2 = 0.4 m tra i due setti, e la pressione atmosferica p_A = 10^5 N/m^2.



3.1 – Calcolare la tensione T del filo
Successivemente il filo si spezza e il sistema raggiunge un nuovo stato di equilibrio
3.2 – Calcolare la nuova distanza tra i setti A e B.
Esercizio 4 (NON PER I CIVILI DI FISICA GENERALE I !!):
Nel centro di un conduttore sferico cavo ed elettricamente scarico, di raggio interno R_1 = 0.1 m e raggio esterno R_2 = 0.2 m, e' contenuta una carica puntiforme Q_1 = 3 x 10^{-5} C.

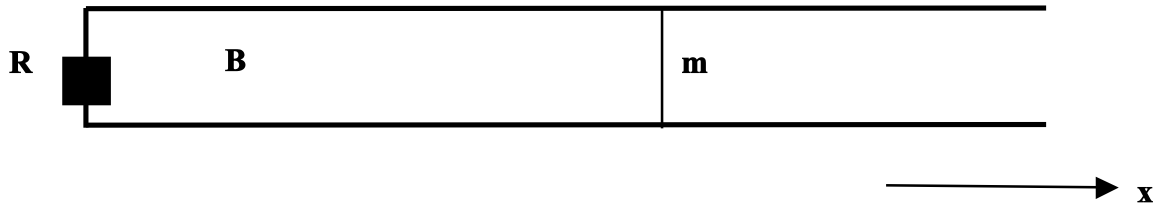
4.1 - Scrivere le espressioni del campo elettrico e del potenziale nelle 3 regioni $r < R_1$, $R_1 < r < R_2$, ed $r > R_2$.
Una carica $Q_2 = 3Q_1$ ($=9 \times 10^{-5}$ C) e' portata da distanza infinita e aggiunta al conduttore.
4.2 – Scrivere le nuove espressioni del campo elettrico e del potenziale nelle 3 regioni e calcolare il lavoro fatto per portare la carica Q_2 dall'infinito al conduttore.

Esercizio 5 (SOLO PER CIVILI DI FISICA GENERALE I).

Un fascio luminoso (λ = 590 nm) illumina due fenditure sottili, poste a distanza D=12 m da uno schermo sul quale compare una figura di interferenza. Sullo schermo la distanza tra il massimo centrale e la prima frangia luminosa e' d=0.0045 m.
5.1- Determinare la distanza d_F tra le due fenditure
5.2- Determinare di quanto si devono avvicinare le due fenditure per avere la prima frangia luminosta a distanza d=0.01 m dal massimo centrale.

Esercizio 6 (SOLO PER STUDENTI CIVILI DI FISICA GENERALE)

Un circuito ha forma rettangolare ed e' costituito da due rotaie identiche parallele e fisse di resistenza nulla, unite da un tratto di filo fisso di lunghezza l=0.45 m e di resistenza R=250 Ohm e da un filo mobile di massa m=50 g e resistenza nulla, parallelo al tratto di filo che contiene R, che puo' scorrere sulle rotaie senza attrito. Il circuito giace nel piano orizzontale ed e' attraversato da un campo di induzione magnetica B uniforme e costante di modulo 0.5 T ortogonale al piano orizzontale e uscente. La componente x della velocita' del filo e' v(t) e non e' costante.



6.1 – Calcolare il modulo della fem indotta nel circuito e la forza magnetica che agisce sul filo mobile all'istante t=0 sapendo che in questo istante v_0=1.6 m/s
6.2 – Assumendo che nessuna forza agisca sul filo mobile nel piano orizzontale oltre alla forza magnetica, e che la velocita' del filo abbia modulo v_0 a t=0, determinare il modulo della velocita' v(t) del filo in funzione del tempo per t>0 ed il tempo necessario per ridurre v_0 di un fattore 1/e.

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- Si hanno le seguenti equazioni per gli spazi percorsi
$S_1 = v_0 t_1 + ½ a_T t_1^2$
$S_2 = v_0 t_2 + ½ a_T t_2^2$
Si risolve il sistema e con i dati del problema si ottiene $a_T = 0.1$ m/s^2 e $v_0 = 0.1$ m/s

1.2- Il valore medio del modulo della velocita' nell'intervallo ($t=0$, $t_2 = 2$ s) e' $v_m = S_2/t_2 = 0.2$ m/s, analogamente il valore medio della accelerazione tangenziale e' $a_m = (v_2-v_0)/t_2 = (a_T\ t_2 + v_0 - v_0)/t_2 = 0.1$ m/s^2

1.3- La velocita' angolare al tempo t_2 e' data da $\omega = v_2/r = (a_T\ t_2 + v_0)/r = 0.3$ rad/s
Il modulo della accelerazione at tempo t_2 e' dato da $a = (a_C^2 + a_T^2)^{1/2}$ con la accelerazione centripetal $a_C = v_2^2/r = 0.09$ m/s^2, si trova $a = 0.13$ m/s^2

Soluzione Esercizio 2.
Il vincolo di puro rotolamento e' descritto dalle relazioni $v_{Cx} = -\omega_z r$, e $a_{Cx} = -(d\omega_z/dt)r$, rispettivamente per la velocita' ed la accelerazione del centro C del disco.
2.1 - Le equazioni cardinali per il disco, scegliendo quale polo il centro C del disco e utilizzando il vincolo di puro rotolamento, sono
I Equazione Cardinale: $-Kl_0/2 + F_{Ax} = Ma_x = -m\ (d\omega_z/dt)r$
II Equazione cardinale con polo in C: $F_{Ax}\ r = ½\ M\ r^2\ (d\omega_z/dt)$
Da queste equazioni si ottiene
Accelerazione angolare: $d\omega_z/dt = 1/3\ (Kl_0/Mr) = 83.33$ rad/s^2
Forza di attrito: $F_{Ax} = 1/6\ (Kl_0) = 0.50$ N
2.2 – Dalla relazione $|F_{Ax}| < \mu_s R_N$ si ottiene, sapendo che $R_N = Mg$, $\mu_s > 1/6\ (Kl_0/Mg) = 0.85$, di conseguenza non e' possibile che $\mu_s = 0.5$.
2.3 - L'energia meccanica del sistema e' costante (la velocita' del punto di contatto del disco e' nulla e di conseguenza il lavoro della forza di attrito e' nullo)
EMecc(Iniziale) = $½\ K\ (l_0^2 /4)$
EMecc(Finale) = $½\ M\ V_{Cx}^2 + ½\ (1/2Mr^2)\ \omega^2$
Dall'eguaglianza EMecc(Iniziale) = EMecc(Finane), si ottiene $v^2 = Kl_0^2/ 6M$, dalla quale si ottiene $v = 2.24$ m/s

SOLUZIONE ESERCIZIO 3:
3.1 – Si scrivono le equazioni per l'equilibrio dello stato inizale
Equilibrio del setto B: $p_2S - T - p_AS = 0$
Equazione di stato del gas 2: $p_2S = n_2RT_0/l_2$
Si ottiene $T = p_2S - p_AS = n_2RT_0/l_2 - p_AS = 1652$ N
3.2 – Si indica con l_F la distanza tra i due setti nella nuova configurazione di equilibrio, la pressione p_2 del gas 2 e' uguale alla pressione atmosferica p_A.
Equazione di stato del gas 2: $p_A = n_2RT_F/Sl_F$
Primo principio applicato all'intero sistema: $L_{atm} = \Delta U_{int} = \Delta U_{int1}+\Delta U_{int2}$ (il calore scambiato con l'esterno e' 0), segue $-p_AS(l_F-l_2) = (n_1+n_2)c_V(T_F-T_0)$
Le due equazioni consentono di ricavare $T_F = 249$ K e $l_F = 0.62$ m.

SOLUZIONE ESERCIZIO 4
4.1- Il campo elettrico nelle tre regioni e'
$r < R_1$: $E_1 = Q_1/(4\pi\varepsilon_0\ r^2)$, $V_1 = Q_1/(4\pi\varepsilon_0)$ x $(1/r - 1/R_1 + 1/R_2)$
$R_1 < r < R_2$: $E_2 = 0$, $V_2 = Q_1/(4\pi\varepsilon_0 R_2)$
$r > R_2$: $E_3 = Q_1/(4\pi\varepsilon_0\ r^2)$, $V_3 = Q_1/(4\pi\varepsilon_0 r)$

4.2- La carica Q_2 modifica solo la carica esterna del conduttore, il campo elettrico varia solo all'esterno del conduttore, i termini costanti del potenziale variano pure all'interno del conduttore per mantenere la convenzione di potenziale nullo all'infinito.
$r < R_1$: $E_1 = Q_1/(4\pi\varepsilon_0 r^2)$, $V_1 = 1/(4\pi\varepsilon_0) \times (Q_1/r - Q_1/R_1 + (Q_1+Q_2)/R_2)$
$R_1 < r < R_2$: $E_2 = 0$, $V_2 = (Q_1+Q_2)/(4\pi\varepsilon_0 R_2)$
$r > R_2$: $E_3 = (Q_1 + Q_2)/(4\pi\varepsilon_0 r^2)$, $V_3 = (Q_1+Q_2)/(4\pi\varepsilon_0 r)$
Il lavoro fatto per portare la carica Q_2 alla superficie del conduttore e' pari alla variazione di energia elettrostatica del sistema
$W = 1//(8\pi\varepsilon_0) \times ((Q_1+Q_2)^2/R_2 - Q_1^2/R_2) = 303.3$ J

SOLUZIONE Esercizio 5.
5.1- L'angolo relativo della prima frangia luminosa e' $\theta_1 = \arctan(0.0045/12) = 0.0215$ gradi
$d_F = m\lambda/\sin(\theta_1) = 590 \times 10\text{-}9 / \sin(0.0215) = 0.0016$ m (si e' assunto m=1)
5.2- In questo caso abbiamo $\theta_1 = \arctan(0.01/12) = 0.0477$ gradi e
$d_F = m\lambda/\sin(\theta_1) = 590 \times 10\text{-}9 / \sin(0.0477) = 0.0007$ m (si e' assunto m=1), si dovrebbero avvicinare le fenditure di 0.0016 m – 0.0007 m = 0.0009 m.

Soluzione Esercizio 6 -
6.1- Assumiamo che a t = 0 il filo mobile si trovi a distanza x dal tratto di filo ad esso parallelo, il flusso di B e' $\Phi_B = Blx$, di conseguenza e' indotta la fem = $Bl\, dx/dt = Blv_0 = 0.36$ V
La resistenza R (250 Ohm) e' la resistenza totale del circuito, di conseguenza la corrente indotta e' $I_{ind} = Blv_0/R = 1.44$ mA e scorre in verso orario, per produrre un campo B entrante nel piano del disegno.
La forza magnetica che agisce sul tratto di filo mobile a t=0 ha componente x pari a $F_x = -I_{ind}Bl = 0.32\text{x}10^{-3}$ N.
6.2- La forza magnetica all'istante t e' $F_x = -I_{ind}(t)Bl = -B^2l^2v(t)/R$ ed e' l'unica forza che agisce sul filo mobile nel piano orizzontale
Dalla F = ma, si ottiene: $mdv/dt = - B^2l^2v/R$ che, data la condizione iniziale v_0 a t=0, ha soluzione $v(t) = v_0\, e^{-t/\tau}$ con $\tau = mR/B^2l^2 = 246.91$ s che e' il tempo necessario per ridurre v_0 di un fattore 1/e.