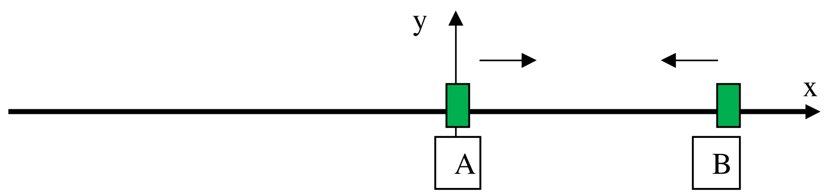
Compito di Fisica Generale di Ingegneria CIVILE-AMBIENTALE- EDILE, CIVILE-AMBIENTALE , e EDILE. 27 Luglio 2015

Civile-Ambientale-Edile: Fisica Generale I 011BB[testi 1,2,3,4] durata 3 ore
Edili : Fisica Generale (BB053 e 053 BB) [testi 1,2,3,4] durata 3 ore
Civili : Fisica Generale I 011BB [testi 1,2,3] durata 2 ore e 15 minuti
Civili : Fisica Generale BB054 [testi 1,2,4] durata 2 ore e 15 minuti

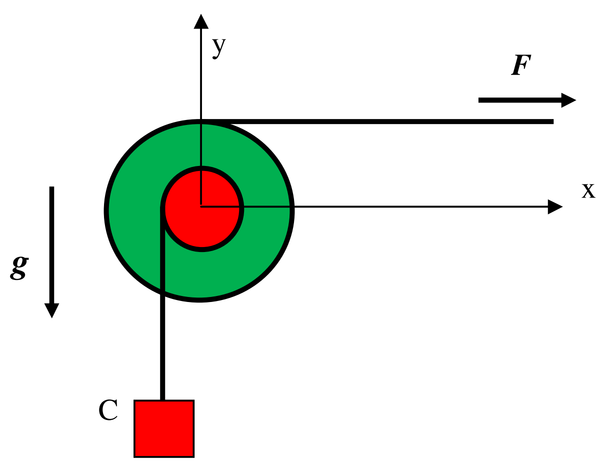
Esercizio 1 - Due persone *A* e *B* camminano su una strada rettilinea e viaggiano in senso opposto con velocità costante di modulo v_0 = 1 m/s. Le persone si trovano inizialmente (t = 0) a distanza d = 1 km e si avvicinano l'uno all'altro. Un cagnolino va avanti e indietro fra le persone con velocità $v = 5\ v_0$. Supponendo trascurabile il tempo necessario al cagnolino per invertire il senso di marcia e che esso si trovi inizialmente accanto alla persona *A*,



1.1 – Si trovi a quale istante il cagnolino incontra per la prima volta la persona *B* e il percorso totale fatto dal cagnolino nell'intervallo di tempo Δt necessario perché *A* e *B* si incontrino.

1.2 – Facendo l'ipotesi semplificativa che all'istante Δt in cui *A* e *B* si incontrano anche il cagnolino li incontri, si trovi il vettore velocità media (componenti *x*, *y* e *z*) del cagnolino nell'intervallo di tempo Δt.

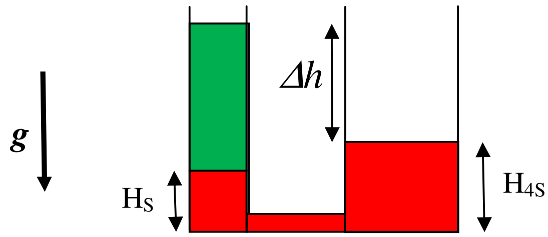
Esercizio 2- Una carrucola è costituita da due cilindri pieni di massa uguale M = 1 kg e raggi r = 10 cm e $b = 2\ r$ = 20 cm coassiali saldati insieme uno sull'altro. La carrucola può ruotare senza attrito attorno al proprio asse. Una fune è collegata al corpo *C* di massa *M* e l'altra estremità della corda è avvolta sul cilindro di raggio *r*. Un'altra fune è avvolta sul cilindro di raggio 2*r* e l'estremità della fune viene tirata con una forza *F* da un operatore. Le funi <u>non scivolano</u> sulla carrucola.



2.1 – Si trovi il valore F_0 della forza *F* necessario per sollevare il corpo *C* a velocità costante.

2.2- Si trovino le componenti *x* ed *y* e il modulo della forza di reazione ***R*** esercitata dall'asse sulla carrucola.

Esercizio 3 – Due cilindri di sezione $S = 10^{-3}$ m^2 e $4S$ sono collegati sul fondo con un tubicino di sezione trascurabile. Un litro di mercurio (densità ρ_m = 13.6 10^3 kg/m^3) viene immesso nel recipiente così costituito. Dalla parte del cilindro di sezione S viene immesso un volume V = 1 l di acqua



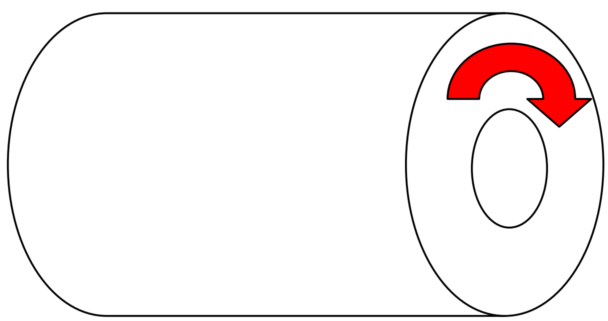
3.1 – Si trovi il dislivello Δh fra la superficie libera dell'acqua nel tubo di sezione S e quella del mercurio nel tubo di sezione $4S$.

3.2 – Si trovino le altezze H_S e H_{4S} del mercurio nei due recipienti cilindrici.

Esercizio 4. Un lungo cilindro cavo conduttore ha raggio interno a = 1 cm e raggio esterno $b = 2\,a$ ed è percorso da una corrente distribuita uniformemente all'interno del cilindro e che scorre su circonferenze concentriche con l'asse del cilindro. La densità di corrente in ogni punto ha modulo J = 1 A/m^2.

4.1 – Si calcoli il campo di induzione magnetica (direzione e modulo) nelle tre regioni di spazio: I) $r < a$, II) $a < r < 2\,a$ e III) $r > 2\,a$ dove r è la distanza di un punto dall'asse.

4.2 - Si faccia il grafico del campo magnetico in funzione di r e si calcoli il flusso del campo attraverso una superficie circolare di raggio $R = a/2$ all'interno della cavità cilindrica e con la normale inclinata ad un angolo $\theta = 60$ ° con l'asse del cilindro. .



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 Es. 1- **1.1**- L'equazione oraria per B è $x_B = d - v_0\, t$ (1)
mentre l'equazione oraria del cagnolino è $x = 5\, v_0\, t$ (2)
Imponendo $x = x_B$ si trova il tempo del primo incontro fra cagnolino e B

$t = d\,/\,(6\, v_0) = 167$ s (3)

l'equazione di moto di A è $x_A = v_0\, t$ (4)
Le due persone A e B si incontrano quando $x_A = x_B$ e, quindi, al tempo

$\Delta t = d/(2\, v_0) = 500$ s (5)

Poiché si trascura il tempo necessario per le inversioni di marcia del cane, la lunghezza totale del percorso del cane nell'intervallo di tempo Δt è $s = v\, \Delta t = 5\, d/2 = 2500$ m (6)

1.2 - All'inizio il cane si trova nel punto individuato dal vettore $\boldsymbol{r}_A = (0, 0, 0)$ (7)
Al tempo Δt, per ipotesi, esso si trova nel punto di incontro di A e B che è individuato dal vettore

$\boldsymbol{r} = (d/2 ,0 ,0)$ (8)

Dunque, la velocità media è $\bar{\vec{v}} = \dfrac{\vec{r} - \vec{r}_A}{\Delta t} = (v_0 , 0, 0) = (1 \text{ m/s}, 0 ,0)$ (9)

Soluzione Esercizio 2. **2.1**- poiché il corpo si muove con velocità costante e la carrucola ruota, quindi, con velocità angolare costante, la forza sul corpo e il momento di forza sulla carrucola devono essere nulli. La tensione della fune su cui è applicata la forza $\boldsymbol{F}$ è pari a $T_1 = F$. Dunque:

$$T - Mg = 0 \quad \Rightarrow \quad T = Mg \tag{1}$$

$$F2r - Tr = 0 \quad \Rightarrow \quad F = \frac{T}{2} = \frac{Mg}{2} \tag{2}$$

Dove T è la tensione della fune in contatto con il corpo C.

2.2 - La somma di tutte le forze applicate sulla carrucola dalle funi, dall'asse e dalla gravità deve essere nulla, dunque

$$\boldsymbol{F} + \boldsymbol{T} + \boldsymbol{R} + 2M\boldsymbol{g} = 0 \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{R} = - \boldsymbol{F} - \boldsymbol{T} - 2M\boldsymbol{g} \tag{3}$$

ma $\boldsymbol{F} = (Mg/2,0)$; $\boldsymbol{T} = (0, - Mg)$; $2M\boldsymbol{g} = (0,- 2\, Mg)$ e, quindi:

$$\boldsymbol{R} = (- Mg/2 \,,\, 3\, Mg) =(- 4.9 \text{ N}, 29.4 \text{ N}) \quad \Rightarrow \quad R = \sqrt{\frac{37}{4}}Mg = 29.8 \text{ N} \tag{4}$$

Soluzione Esercizio 3 – 3.1 – Applicando la legge di Stevino nei due contenitori cilindrici all'altezza della superficie di contatto acqua-mercurio e imponendo l'uguaglianza dei valori ottenuti si ottiene la relazione:

$$p_0 + \rho_a g h_1 = p_0 + \rho_m g h_2 \quad \Rightarrow \quad h_2 = \frac{\rho_a h_1}{\rho_m} \tag{1}$$

dove ρ_a è la densità dell'acqua, ρ_m è la densità de mercurio, h_1 è la differenza fra l'altezza della superficie libera dell'acqua e l'altezza H_S del mercurio nel tubo di sezione S e h_2 è la differenza di altezza fra la superficie del mercurio nel cilindro di sezione $4S$ e in quello di sezione S. Ma $S\, h_1 = V$ e, quindi $h_1 = V/S = 1$ m (2)
che, sostituito nella (1) fornisce $h_2 = 0.073$ m (3)
Dunque $\Delta h = h_1 - h_2 = 0.93$ m (4)
3.2 Il volume di mercurio è $V_m = 10^{-3}$ m^3 e deve corrispondere alla somma dei volumi occupati dal mercurio nei due cilindri (quello nel tubicino è trascurabile per ipotesi). Dunque:

$$SH_s + 4SH_{4S} = V_m \tag{5}$$

D'altra parte, $H_{4S} - H_S = h_2$ (6)

Risolvendo il sistema di equazione (4) e (5) si trova: $H_{4S} = \dfrac{1}{5}\left(\dfrac{V_m}{S} + h_2\right) = 0.215$ m (7)

$$H_S = \frac{1}{5}\frac{V_m}{S} - \frac{4}{5}h_2 = 0.141 \text{ m} \tag{8}$$

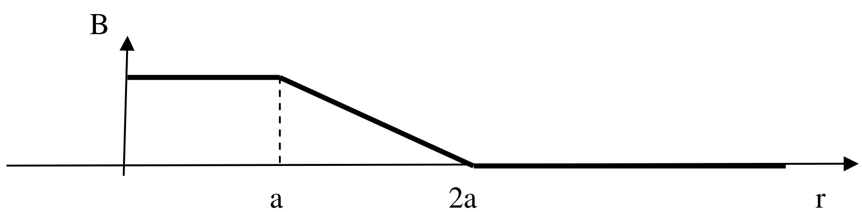
Soluzione Esercizio 4 - 4.1 –La simmetria è quella del solenoide e, quindi, in ogni punto il campo di induzione magnetica è orientato lungo l'asse del solenoide. In particolare, il sistema può essere pensato come sovrapposizione di solenoidi coassiali di raggi compresi fra r = a e r = 2a. Dunque il campo è nullo all'esterno di tutti i solenoidi per r > 2a. Per calcolare il campo negli altri punti si utilizza il teorema di Ampère e delle linee chiuse rettangolari con due lati di lunghezza *l* paralleli all'asse e due perpendicolari all'asse (vedi calcolo del campo in un solenoide). Uno dei lati paralleli all'asse è esterno (r > 2a) dove il campo è nullo. Applicando il teorema di Ampère si trova: $Bl = \mu_0 i_{conc} \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0 i_{conc}}{l}$ (1)

dove i_{conc} è la corrrente concatenata con il circuito rettangolare che è legata al vettore $\boldsymbol{J}$ dalla relazione $i_{conc} = \int \vec{j} \bullet \vec{n} dS$. Si danno due casi:

$$r < a \ , \quad i_{conc} = \int \vec{j} \bullet \vec{n} dS = Jla \quad \Rightarrow \quad B = \mu_0 ja = 1.26\ 10^{-8} \text{ T} \tag{2}$$

$$a < r < 2a \quad i_{conc} = j(2a - r)\,1 \Rightarrow \quad B = \mu_0 j(2a - r) \tag{3}$$

4.2 Il grafico del campo è riportato in figura.



Poiché nella cavità cilindrica il campo è uniforme e diretto lungo l'asse del cilindro a 60° rispetto alla normale alla superficie, il flusso è

$$\Phi = \mu_0 ja\pi \left(\frac{a}{2}\right)^2 \cos\theta = \frac{\mu_0 ja^3\pi}{8} = 4.93\ 10^{-13} \text{ T m}^2 \tag{4}$$