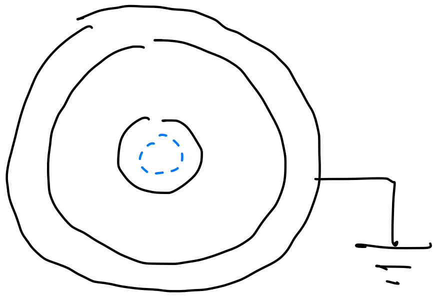
ESERCIZIO 1



a) Per $r < R_1$

$$\Phi_E = E(r)\, 2\pi r h = \frac{\rho \pi r^2 h}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow E(r) = \frac{\rho \pi r^2 h}{2\pi r h \varepsilon_0} = \frac{\rho r}{2\varepsilon_0}$$

$R_1 < r < R_2$

$$E\, 2\pi r h = \frac{\rho \pi R_1^2 h}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\rho R_1^2}{2\varepsilon_0 r}$$

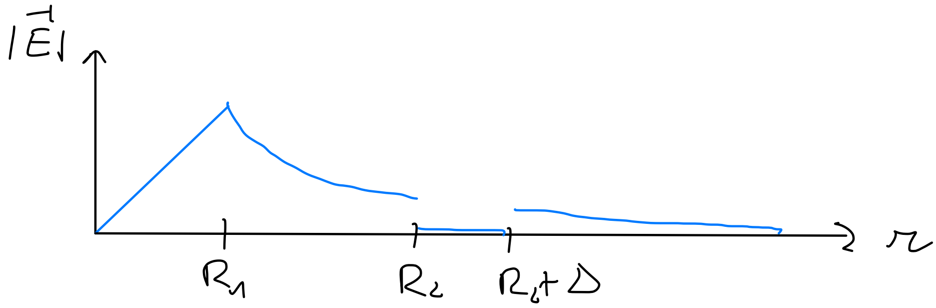
$R_2 < r < R_2 + \Delta$

$E = 0$ perché il materiale è conduttore

$r > R_2 + \Delta$

$$E = \frac{\rho R_1^2}{2\varepsilon_0 r}$$

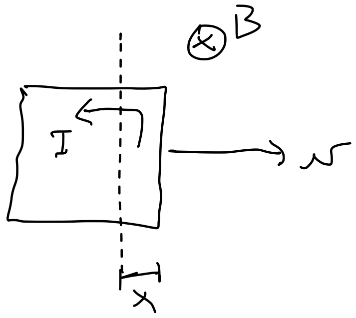
b)



c) $V(R_2) = V(R_2) + \Delta$ perché il campo è nullo nel conduttore

$$V(R_1) = -\int_{R_2+\Delta}^{R_1} E(r)\,dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho R_1^2}{2\varepsilon_0 r}\,dr = \frac{\rho R_1^2}{2\varepsilon_0} \log\frac{R_2}{R_1} \approx 122\ V$$

ESERCIZIO 2



a) la fem nella spira vale

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -BLv$$

$$\Rightarrow I = \frac{BLv}{R} \approx 1.36 \text{ A}$$ in senso antiorario

b) La forza agisce sul lato destro della spira

$|\vec{F}| = ILB \approx 0.23$ N   opposta alla velocità $\vec{v}$

c) $$F = m\frac{dv}{dt} = -ILB = -\frac{B^2L^2}{R}v$$

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2L^2}{Rm}v \equiv -\frac{v}{\tau}$$ con $\tau \approx 17$ ms

$$v = v_0 \exp\left(-\frac{B^2L^2}{Rm}t\right)$$

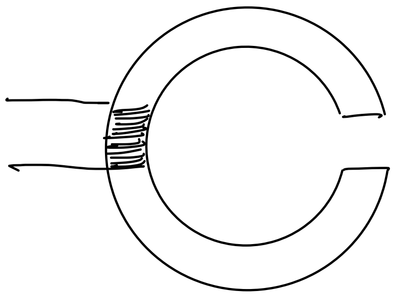
d) $$x = \int_0^t v(t')\,dt' = v_0\int_0^t e^{-t'/\tau}\,dt' = -v_0\tau\left(e^{-t'/\tau}\right)_0^t$$

$$= v_0\tau\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

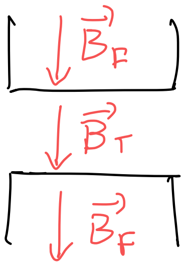
La spira si ferma ad una distanza

$$\Delta x = v_0\tau \approx 6.9 \text{ cm}$$

ESERCIZIO 3



a) $\mathcal{E}_{mm} = NI \approx 1.24\ kA$



b) All'interfaccia tra ferro e traferro la componente ortogonale di B è continua.

$$\Rightarrow B_T = B_F \equiv B$$

Per il campo H vale

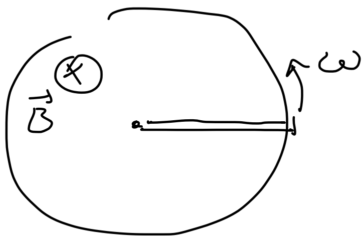
$$H_F = \frac{B}{\mu_0 \mu_r} \qquad H_T = \frac{B}{\mu_0}$$

La circuitazione di H è

$$NI = \oint H\, dl = H_F L + H_T h = \frac{BL}{\mu_0 \mu_r} + \frac{Bh}{\mu_0}$$

$$\Rightarrow B = \mu_0 NI \left(\frac{L}{\mu_r} + h\right)^{-1} = \frac{\mu_0 \mu_r}{L + \mu_r h} \mathcal{E}_{mm} \approx 0.59\, T$$

c)



Su un portatore di carica nella sbarretta a distanza r dal centro agisce una forza

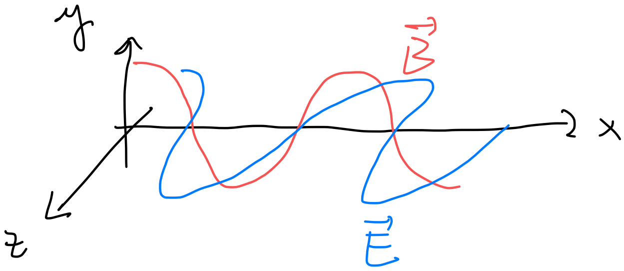
$$F = q v B = q \omega r B$$ (verso il centro per $q > 0$)

Muovendosi da un capo all'altro della sbarretta subisce un lavoro

$$\mathcal{L} = \int_R^0 F\, dr = q \omega B \frac{R^2}{2}$$

La fem è pari a $V = \frac{\mathcal{L}}{q} = \frac{\omega B R^2}{2} \approx 0.012\ V$

ESERCIZIO 4



a) $B_0 = E_0/c \approx 9.0\ \frac{V}{m}$

b) $\vec{B} = B_0\,\hat{y}\,\cos(kx - \omega t + \phi)$

con $\omega = 2\pi\nu \approx 6.3 \times 10^{5}\ s^{-1}$

$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c} \approx 2.1 \times 10^{-3}\ m^{-1}$

So che $\cos(kx_1 - \omega t_1 + \phi) = 1$

$\Rightarrow kx_1 - \omega t_1 + \phi = 2n\pi$ con $n \in \mathbb{Z}$ arbitrario

Prendo $n = 0$:

$$\phi = -(kx_1 - \omega t_1)$$

$kx_1 - \omega t_1 \approx 2.64 \approx 0.84\pi \approx 151°$

c) $\langle I \rangle = \frac{1}{2}\varepsilon_0 c E_0^2 = \frac{1}{2\mu_0} E_0 B_0 = \frac{c}{2\mu_0} B_0^2 \approx 0.11\ \frac{W}{m^2}$