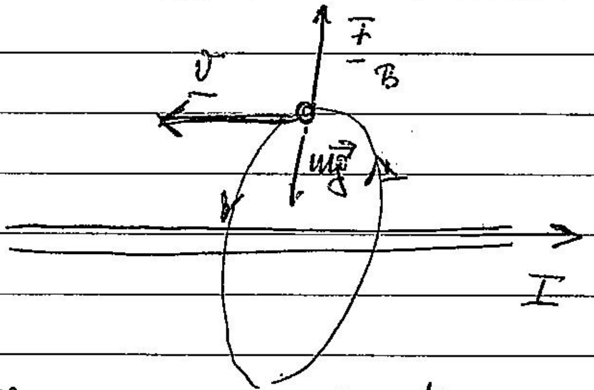
Fisica 2

Seconda prova scritta del 27 Gennaio 2021

1)



$I = 1.20\ \mu A$
$v = 2.3 \cdot 10^4\ m/s$

$m \simeq 1.67 \cdot 10^{-27}\ kg$
$q \simeq 1.6 \cdot 10^{-19}\ C$

a) Il campo magnetico $\underline{B}$ prodotto dal filo ha per linee di campo delle circonferenze con centro sul filo e orientate secondo la regola della mano DX.
Pertanto sul protone agisce un $\underline{B}$ ortogonale al piano, uscente e di modulo $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d}$

b) La forza agente sul protone è la forza di Lorentz

$$\underline{F}_B = q(\underline{v} \times \underline{B})$$

Poiché $\underline{v}$ è verso SX e $\underline{B}$ è uscente, $\underline{F}$ è diretta verso l'alto e ha modulo

$$F_B = qvB = qv \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d}$$

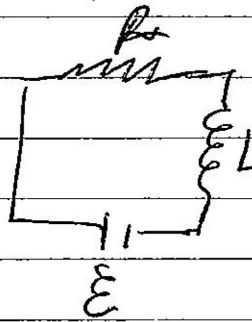
c) Sul protone agisce inoltre la forza peso $\underline{F} = m\vec{g}$, diretta verso il basso

d) Perché il protone prosegua indisturbato è necessario che $F_B = mg \Rightarrow mg = qv \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d}$

$$\Rightarrow d = \frac{qv\mu_0 I}{2\pi mg} \simeq 5.4\ cm$$

Se si invertisse il verso della corrente non ~~è~~ sarebbe possibile l'equilibrio tra $\vec{F} = m\vec{g}$ e $\vec{F}_B = q\,\vec{v} \times \vec{B}$.
In questo caso, infatti, $\vec{B}$ risulterebbe entrante e $\vec{F}_B$ anch'essa diretta verso il basso, facendo così cadere il protone sul filo.

2)



a) Si consideri una carica q che compie un giro completo lungo il circuito.
La carica "guadagna" l'energia $q\mathcal{E}$ e perde l'energia $q\Delta V_R + q\Delta V_L$ con $\Delta V_R = RI$ e $\Delta V_L = L\frac{dI}{dt}$ le cadute di potenziale ai capi della resistenza R ed induttanza L e determinate dalle leggi di Ohm e Faraday-Neumann-Lenz, rispettivamente.
Il bilancio di energia è quindi

$$q\mathcal{E} = q\left(RI + L\frac{dI}{dt}\right)$$

da cui segue

$$\mathcal{E} = RI + L\frac{dI}{dt}$$

b) Risolviamo l'equazione per separazione di variabili

$$\mathcal{E} - RI = L\frac{dI}{dt}$$

$$dt = L\frac{dI}{\mathcal{E} - RI} = \frac{L}{R}\,\frac{dI}{\frac{\mathcal{E}}{R} - I}$$

ovvero

$$-\frac{dt}{\tau} = +\frac{dI}{I-\frac{\mathcal{E}}{R}} \quad \text{essendo} \quad \tau = \frac{L}{R}$$

Integrando entrambi i membri e osservando che

- a $t=0$ $I=0$
- a t generico la corrente vale $I(t)$

$$-\int_0^t \frac{dt}{\tau} = \int_0^{I(t)} \frac{dI}{I-\frac{\mathcal{E}}{R}}$$

$$-\frac{t}{\tau} = \ln\left[\frac{I(t)-\frac{\mathcal{E}}{R}}{-\frac{\mathcal{E}}{R}}\right]$$

$$\Rightarrow \quad I(t)-\frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\mathcal{E}}{R}\,e^{-t/\tau} \Rightarrow \boxed{I(t)=\frac{\mathcal{E}}{R}\left(1-e^{-t/\tau}\right)}$$

c) Iniziamo ad osservare che $I(t)$ ha valore massimo $I_{max} = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (raggiunto asintoticamente per $t \to +\infty$)

Va trovato t^* tale che

$$I(t^*) = 0.8\,I_{max} \quad \text{ovvero} \quad 0.8\,\cancel{\frac{\mathcal{E}}{R}} = \cancel{\frac{\mathcal{E}}{R}}\left(1-e^{-t^*/\tau}\right)$$

$$e^{-t^*/\tau} = 0.2 \Rightarrow t^* = -\tau\ln(0.2) \simeq 1.61\cdot\tau$$

1) La relazione tra sfasamento $\Delta\phi$ e cammino geometrico x è $\Delta\phi = \frac{2\pi x}{\lambda_n}$

con $\lambda_n = \lambda/n$

a) $\Delta\phi_3 = \frac{2\pi n}{\lambda} \cdot t$ perché il raggio 3 compie il cammino geom. t

b) Cammino geometrico: $3t$

$\Delta\phi_4 = \frac{2\pi n}{\lambda} \cdot 3t$

c) Il raggio 4 riflette sempre alla sup. di separazione tra mezzo otticamente più denso e mezzo otticamente meno denso $\Rightarrow \Delta\phi = 0$

d) Si ha interf. completamente costruttiva se

$$\Delta\phi_{TOT} = \Delta\phi_4 - \Delta\phi_3 = 2\pi m \quad \text{con } m = 1, 2, 3 \ldots$$

$$\frac{\cancel{2\pi} n}{\lambda}(3t - t) = \cancel{2\pi} m$$

$$\frac{2tn}{\lambda} = m; \quad \lambda = \frac{2tn}{m}$$

e) Si ha interf. completamente distruttiva se

$$\Delta\phi_{TOT} = \Delta\phi_4 - \Delta\phi_3 = \pi + 2m\pi \quad \text{con } m = 0, 1, 2 \ldots$$

$$\frac{2\pi n}{\lambda}(3t - t) = \pi + 2\pi m$$

$$\frac{2n \cdot 2t}{\lambda} = 1 + 2m;$$

$$\lambda = \frac{4nt}{1+2m}$$