

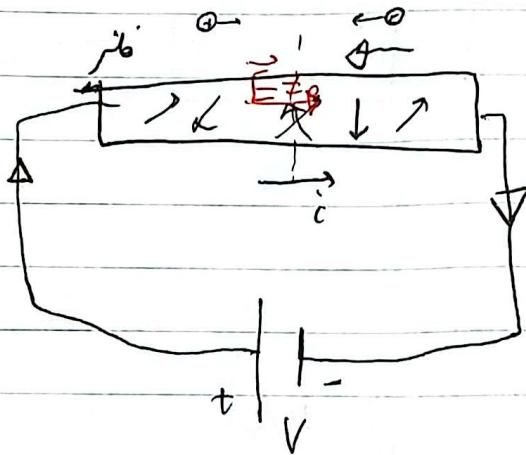
$$= \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} \right) R_0 = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} \right)$$

$$U_{\infty} = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} \right) = \frac{1}{3} \left(\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 R} \right) \Rightarrow \frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = \frac{1}{3R}$$

$$R_0 = \frac{3}{2} R$$

جریان الکتریکی، مقاومت و مدارهای الکتریکی و مدار RC



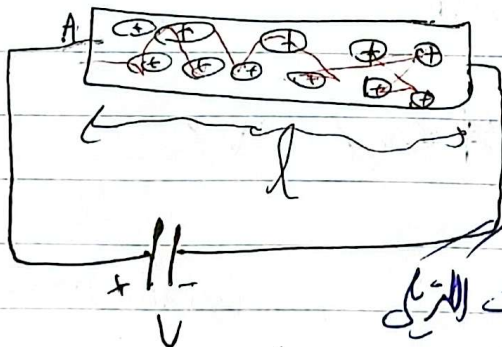
$$i = \frac{q}{t} = \frac{C}{s} = A$$

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$= -e\vec{E}$$

$$E_{\infty}$$

در حالت
توازن
الکترود استاتیکی



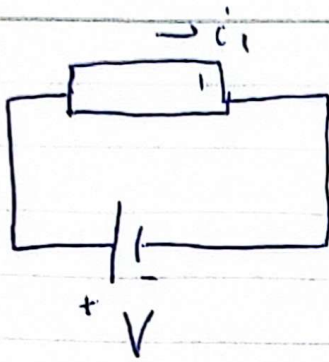
$$R = \frac{V}{I}$$

ولت
آمپر = اهم

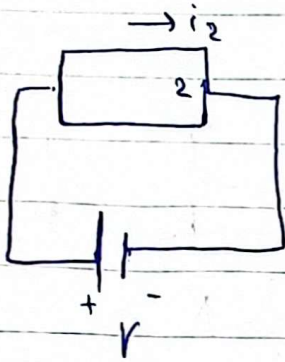
مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی

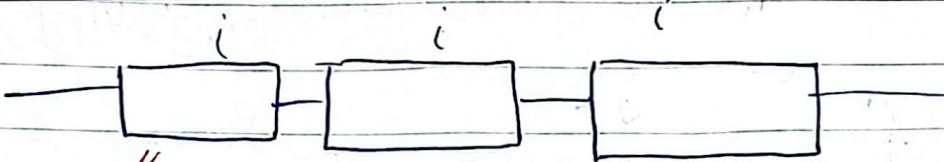
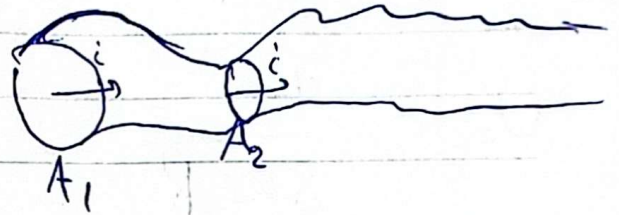
$$v_d = \frac{l}{t}$$



$$R_1 = \frac{V}{i_1}$$



$$R_2 = \frac{V}{i_2}$$



التيار الكهربائي $i = \frac{q}{t} = \frac{q}{\Delta t}$

سرعة سريان الإلكترونات $v_d = \frac{l}{t}$

$$q = neAl$$

$$l = \frac{q}{neA}$$

n تعداد الإلكترونات لكل وحدة حجم

$q = nAlev_d$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{nAlev_d}{\frac{l}{v_d}} = nAev_d$$

$$v_d = \frac{i}{nAe} = \frac{j}{ne}$$

سرعة سريان الإلكترونات

$$v_d = \frac{l}{t} = \frac{q}{neAt} = \frac{i}{neA} = \frac{j}{ne}$$

$$q = \int i dt \quad \sum i = A$$

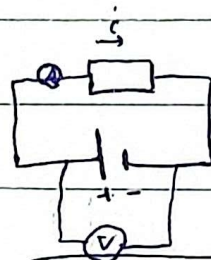
$$i = \frac{dq}{dt}$$

مقاومت
کرنش الکتریکی

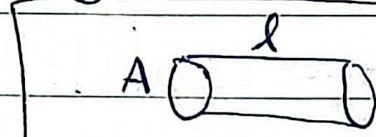
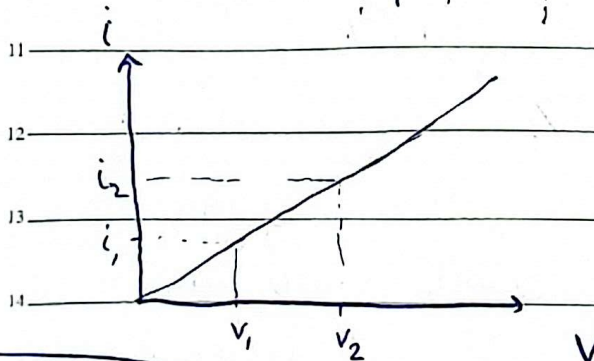
جریان لحظاتی

$$R = \frac{V}{i} \quad \Omega \quad \text{ام} = \frac{\text{Volt}}{\text{A}}$$

V	i	R
V ₁	i ₁	R
V ₂	i ₂	R
V ₃	i ₃	R



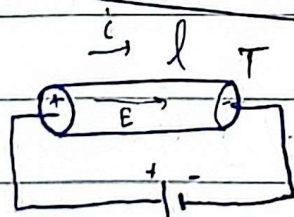
قانون اهم



مقاومت دایره

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

$$\rho = \frac{E}{j}$$



$$E = \frac{V}{l} \quad j = \frac{i}{A}$$

در میان لینا

$$(V_2 - V_1) = \int_1^2 E dl$$

$$\rho = \frac{V l}{i A} = \frac{V}{i} \frac{A}{l} = R \frac{A}{l} \quad \Omega \cdot m$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R = \left\{ \begin{array}{l} \text{مقاومت} \\ \text{ایند} \\ \text{خوبی} \end{array} \right.$$

Benobar

T_0 P_0
 T P

SUBJECT:

Year:

Month:

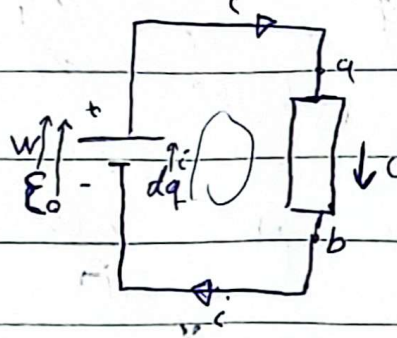
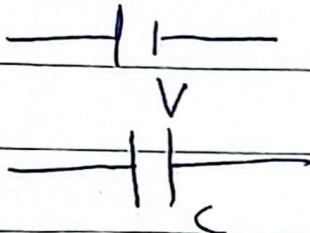
Day:

$$P(T) = P_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

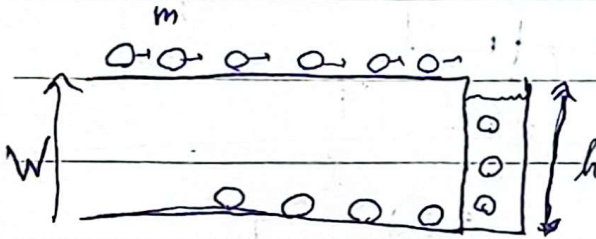
α ضریب دمای معادست جیوه

مدار های الکتریکی

$$\alpha = \frac{P - P_0}{T - T_0} \cdot \frac{1}{P_0}$$



منبع نیروی محرکه الکتریکی (باتری)
 (نیرو نیست)



$$dw = \epsilon dq$$

پتانسیل انرژی

$$dq = \text{زمان جابجایی}$$

$$P_E = \frac{dw}{dt} = \epsilon \frac{dq}{dt} = \epsilon i$$

$$P_E = \frac{dw}{dt} = \epsilon \frac{dq}{dt} = \epsilon i$$

$$V_1 = q V_1$$

$$V_2 = q V_2$$

$$W = U_2 - U_1 = q(U_2 - U_1)$$

نیروی محرکه الکتریکی (نیرو نیست)

(ولت)

$$dU = V_{ab} dq$$

الکتریکی

$$P = \frac{dU}{dt} = V_{ab} \frac{dq}{dt} = V_{ab} i$$

توان مصرفی

توان صرف = توان تلفیه $\Rightarrow$ پتانسیل انرژی

Genobar



$$P_{\epsilon} = P_{\text{مصرفی}} \Rightarrow \epsilon i = V_{ab} i$$

$$V_{ab} = R i$$

آلر مقاومت الکتریکی داشته باشیم

$$\epsilon i = R i^2$$

$$P_{\text{Geno}} = R i^2$$

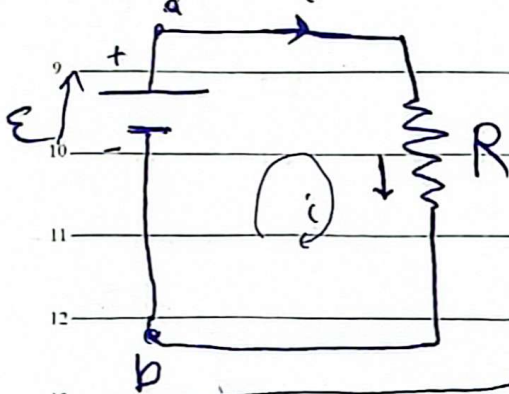
$$P = V_{ab} i$$

$$P_{\epsilon} = \epsilon i$$

$$\epsilon i = R i^2 \Rightarrow$$

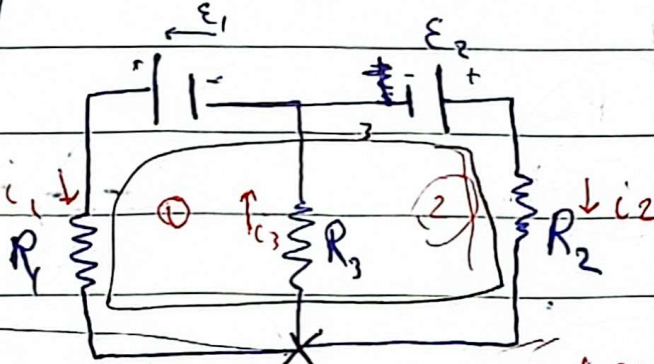
$$i = \frac{\epsilon}{R}$$

بایستی از روی قانون دوم مدارهای الکتریکی: افت ولت



$$\epsilon - iR = 0$$

$$\epsilon = Ri$$



معلوم: $R_3, R_2, R_1, \epsilon_2, \epsilon_1$

i_1, i_2, i_3

معمول: جریان الکتریکی

$$① + i_1 R_1 - \epsilon_1 + i_3 R_3 = 0$$

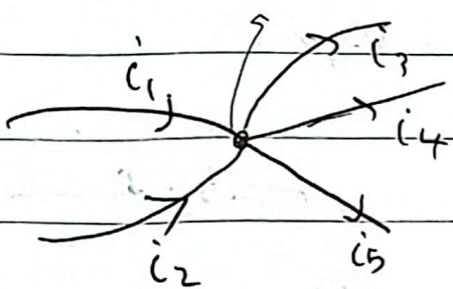
$$② - i_3 R_3 + \epsilon_2 - i_2 R_2 = 0$$

$$③ i_1 R_1 - \epsilon_1 + \epsilon_2 - i_2 R_2 = 0$$

معادله 3 از جمع معادله اول و دوم به دست می آید

$$④ i_1 + i_2 = i_3$$

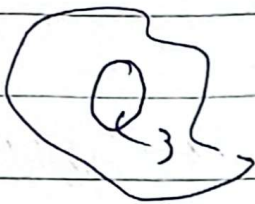
Genobar



باسمى عبد الترى

عبد الله

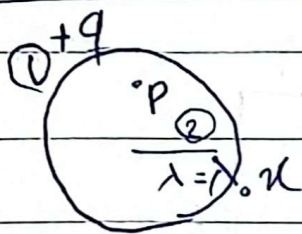
$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$$



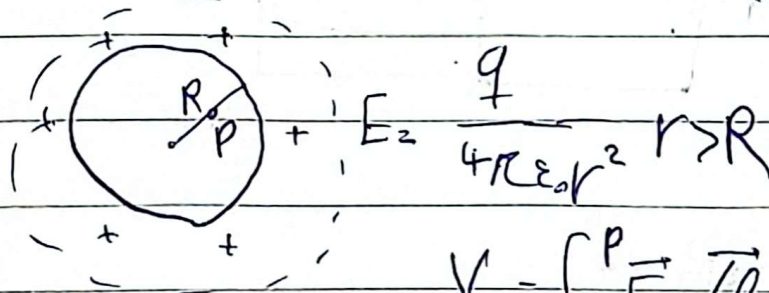
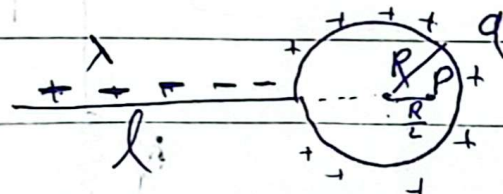
$V_2?$ $E_2?$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$



$\int \rho \, dV$

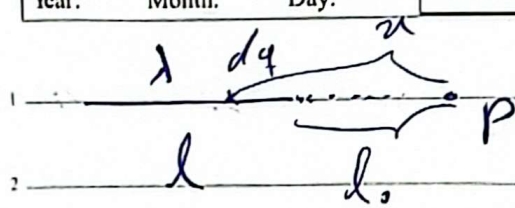


$$V_2 = \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_{\infty}^R \vec{E} \cdot d\vec{l} - \int_R^P \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$= - \int_{\infty}^R E dr - \int_{\infty}^R \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$V_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Senobar



$$dV_2 = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$dV_2 = \int \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r} = \int_{l_0}^{l+l_0} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x}$$

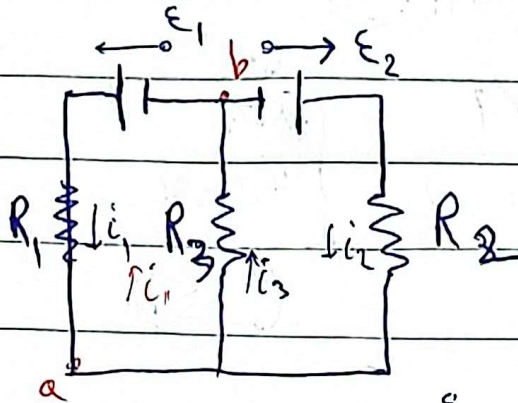
$$= \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{l+l_0}{l_0} \right)$$

$$l_0 = \frac{3}{2}R$$

$$V_2 = V_1 + V_{22} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{l + \frac{3}{2}R}{\frac{3}{2}R} \right)$$



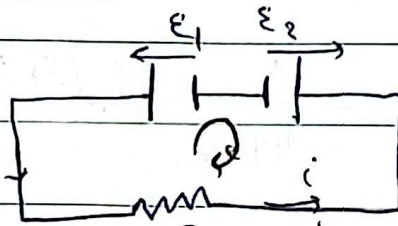
قانون دوم برقی حلقہ قانون اول برقی حلقہ



$$V_a - i_1 R_1 - \epsilon_1 = V_b$$

$$V_b - V_a = -\epsilon_1 + i_1 R_1$$

مثال:



(فرضاً کہ ε₂ > ε₁)

$$-\epsilon_1 + \epsilon_2 + iR$$

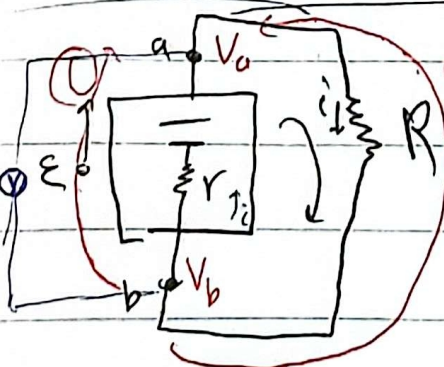
$$i = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{R} = \frac{10 - 20}{10} = -1 \text{ A}$$

$$\epsilon_1 = 10 \text{ V}$$

$$\epsilon_2 = 20 \text{ V}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$i = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{R} = 1 \text{ A}$$



$$\epsilon i = P_{\epsilon}$$

توان تولیدی باتری

$$-ir + \epsilon - iR = 0$$

$$\Rightarrow i = \frac{\epsilon}{r + R}$$



ساده اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار

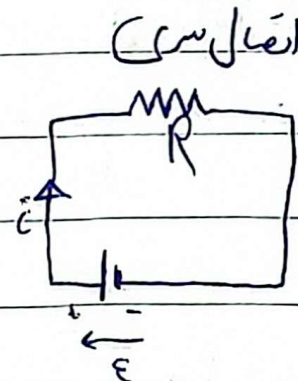
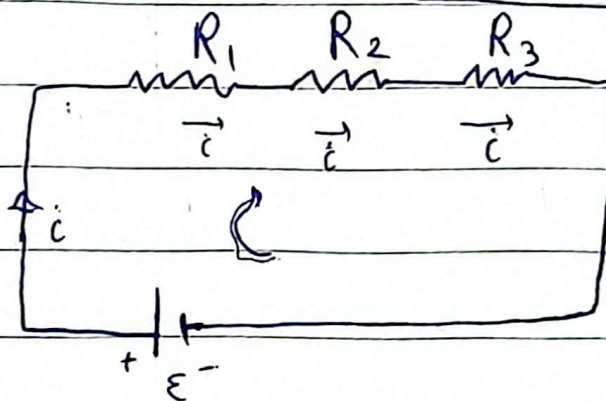
$$\textcircled{1} V_b - iR + \mathcal{E} = V_a$$

$$V_a - V_b = \mathcal{E} - iR$$

$$V_a - V_b = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{R+r} r = \mathcal{E} \left(1 - \frac{r}{R+r} \right)$$

$$V_a - V_b = \mathcal{E} \frac{R}{R+r}$$

$$\textcircled{2} V_b + iR = V_a \Rightarrow V_a - V_b = iR = \mathcal{E} \frac{R}{R+r}$$



$$\mathcal{E} - iR_1 - iR_2 - iR_3 = 0$$

$$\mathcal{E} - iR = 0$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + R_3}$$

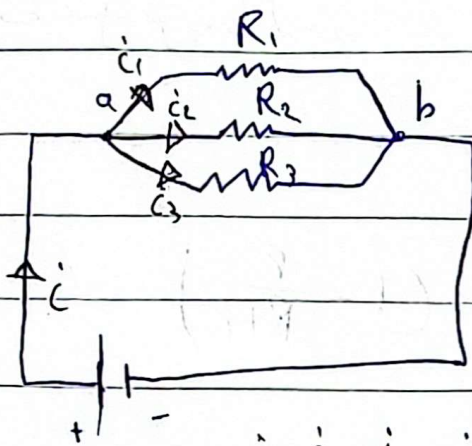
$$i = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$



Senobar

اقبال مولی



$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

نقطة

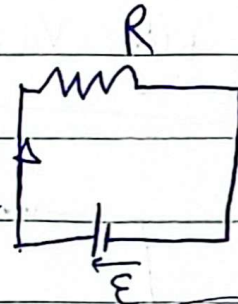
$$V_{ab} = i R_1$$

$$V_{ab} = \varepsilon$$

$$V_{ab} = i_2 R_2$$

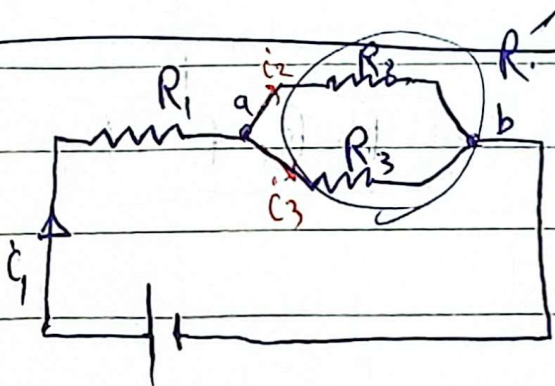
$$V_{ab} = i_3 R_3$$

$$\Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2} + \frac{\varepsilon}{R_3}$$

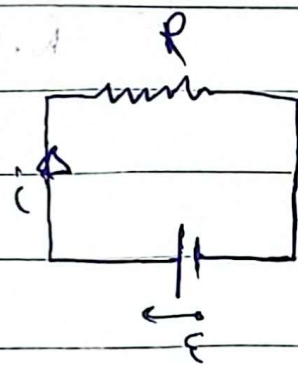


$$\varepsilon - iR = 0 \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{R_1} + \frac{\varepsilon}{R_2} + \frac{\varepsilon}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



$$i_1 = i$$



$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$



Genobar



$$R_2 R_1 + R'$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3}$$

$$R_2 R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$\varepsilon - i_1 R_1 - i_2 R_2 = 0$$

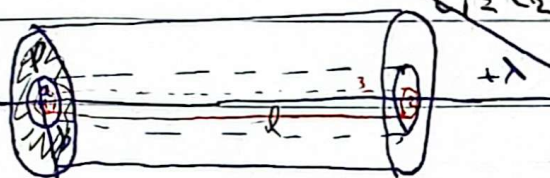
$$i_2 = \frac{\varepsilon - i_1 R_1}{R_2}$$

$$i_2 R_2 = i_3 R_3$$

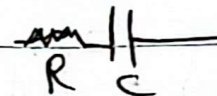
$$V_{ab}$$

$$\frac{i_2}{i_3} = \frac{R_3}{R_2}$$

$$i_1 = i_2 + i_3$$



خوبه به مدارهای RC



با بار الکتریکی مثبت با پتانسیل همی P در هم استوانه ای نارسانا به طول بی نهایت ششاع داخلی a

ششاع بیرونی b به طارک میبواخت توزیع شده است

روی محور استوانه صیله نارسانا به طول بی نهایت قرار دارد به بار الکتریکی با پتانسیل خطی λ به طارک میبواخت

روی آن توزیع شده است

میدان الکتریکی را در $r < a$ و $a < r < b$ حساب کنید



Senobar



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$\int_1 \vec{E} \cdot d\vec{A} + \int_2 \vec{E} \cdot d\vec{A} + \int_3 \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\lambda l}{\epsilon_0}$$

$\theta = \frac{\pi}{2} \quad \theta = \frac{\pi}{2} \quad \theta = 0$

$$\int E dA = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \quad E \int dA = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\epsilon_0 \pi r}$$

$\Rightarrow$ سطح جانبی 3

$$q_{enc} = \lambda l + \rho(\pi r^2 - \pi a^2)l$$

$b > r > a$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\lambda l + \rho \pi (r^2 - a^2) l}{\epsilon_0}$$

$$\oint_3 \vec{E} \cdot d\vec{A} = //$$

$$E(2\pi r l) = \frac{\lambda l + \rho \pi (r^2 - a^2) l}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda + \rho \pi (r^2 - a^2)}{2\pi r}$$



$$q_{\text{enc}} = \lambda + \rho(\pi b^2 - \pi a^2)l \quad r > b$$

$$E = \frac{\lambda + \rho\pi(b^2 - a^2)}{2\pi\epsilon_0 r}$$

دوباره کسی کار هم برکت و ظنری. بار کره

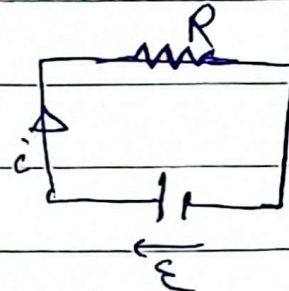
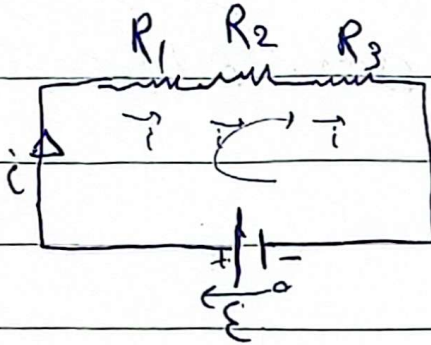


سارهای RC

مقاومت

مقاومت

اتصال موازی } سری
ساز



$$-iR_1 - iR_2 - iR_3 + E = 0$$

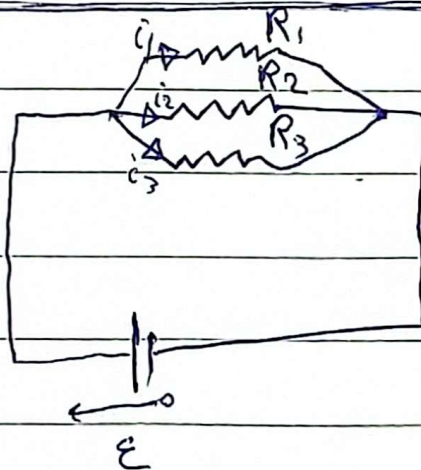
$$-iR + E = 0$$

$$E - i(R_1 + R_2 + R_3) = 0$$

$$i = \frac{E}{R}$$

$$i = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\Rightarrow R = R_1 + R_2 + R_3$$

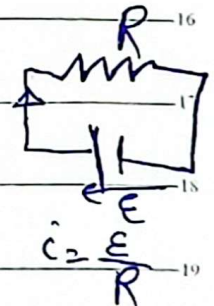


$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

$$i_1 = \frac{E}{R_1}$$

$$i_2 = \frac{E}{R_2}$$

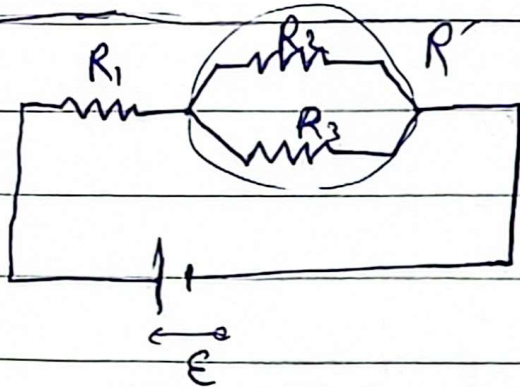
$$i_3 = \frac{E}{R_3}$$



Senobar

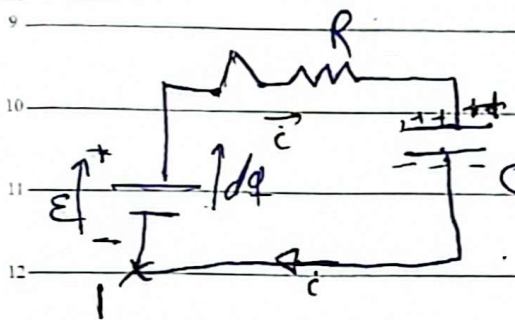
$$\frac{\Sigma}{R} = \frac{\Sigma}{R_1} + \frac{\Sigma}{R_2} + \frac{\Sigma}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = R_1 + R'$$



$$U_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

RC is the
energy of
the capacitor

$$\mathcal{E} dq = Ri^2 dt + dU_C \quad i(t)$$

$$dU_C = \frac{q}{C} dq$$

$$\mathcal{E} dq = Ri^2 dt + \frac{q}{C} dq$$

$$\mathcal{E} - Ri - \frac{q}{C} = 0$$

$$\mathcal{E} \frac{dq}{dt} = Ri^2 \frac{dt}{dt} + \frac{q}{C} \frac{dq}{dt}$$

$$\frac{q(t)}{i(t)}$$

$$\mathcal{E} i = Ri^2 + \frac{q}{C} i$$

$$\mathcal{E} - \frac{dq}{dt} R - \frac{q}{C} = 0$$

$$\mathcal{E} = Ri + \frac{q}{C}$$

لکه در شکل

$$q(t)$$



$$i = \frac{dq}{dt}$$

Genobar

$$y' + p(x)y = q(x)$$

Page: ()

SUBJECT:

Year:

Month:

Day:

$$\epsilon - \frac{q}{c} = t R \frac{dq}{dt}$$

$$\epsilon c - q = R c \frac{dq}{dt}$$

$$q - \epsilon c = -R c \frac{dq}{dt}$$

$$\int_0^t \frac{dt}{R c} = \int_{q_0=0}^{q(t)} \frac{dq}{q - \epsilon c} = \ln(q(t) - \epsilon c) - \ln(-\epsilon c)$$

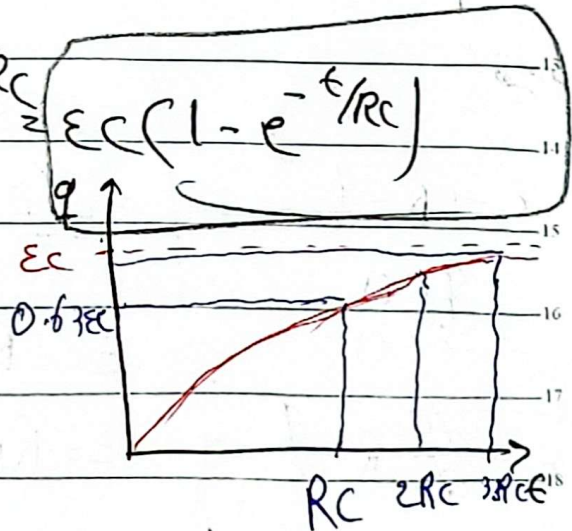
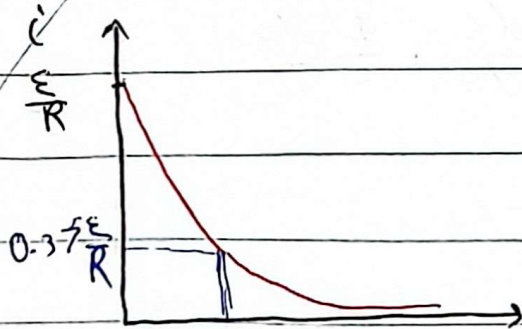
$$\frac{-t}{R c} = \ln\left(\frac{q(t) - \epsilon c}{-\epsilon c}\right)$$

$$e^{\frac{-t}{R c}} = \frac{q(t) - \epsilon c}{-\epsilon c}$$

$$t = 0 \quad q = 0$$

$$t \rightarrow \infty \quad q = \epsilon c$$

$$q(t) = \epsilon c - \epsilon c e^{-t/R c} = \epsilon c (1 - e^{-t/R c})$$



$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{\epsilon c}{R c} e^{-t/R c}$$

$$t = 0 \quad i = \frac{\epsilon}{R}$$

$$t \rightarrow \infty \quad i = 0$$

Genobar



$$R = \frac{V}{I} \quad \frac{V_0 I_0}{A}$$

$$A = \frac{C}{S}$$

$$C = \frac{q}{V} = \frac{C}{V_0 I_0}$$

$$RC = \frac{V_0 I_0}{A} \cdot \frac{C}{V_0 I_0} = \frac{C}{A} = \frac{C}{\frac{C}{S}} = S$$

$$R = 1000 \Omega$$

$$C = 100 \text{ nF}$$

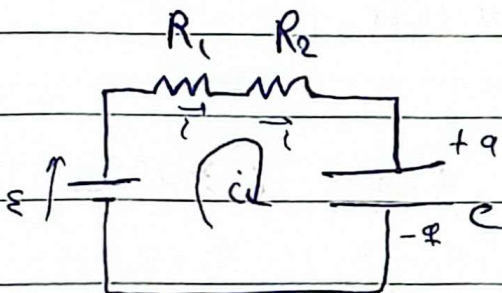
$$RC = 10^3 \times 10^{-4} = 10^{-1} \text{ s}$$

$$\tau = RC \quad (\tau = 10^{-1})$$

$$t = \tau$$

$$q(t) = \epsilon C (1 - e^{-t/\tau}) \quad e^{-1} \sim 0.37$$

$$q(t) = 0.63 \epsilon C$$

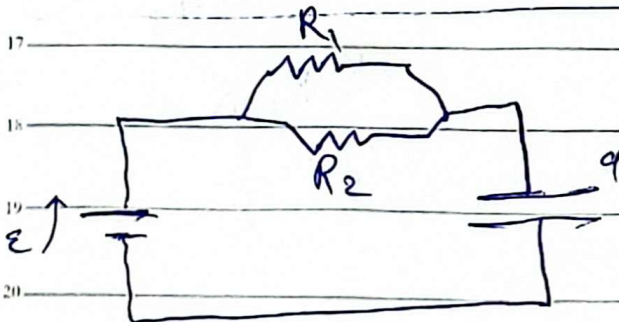


$$\epsilon - iR_1 - iR_2 - \frac{q}{C} = 0$$

$$\epsilon - i(R_1 + R_2) - \frac{q}{C} = 0$$

$$R = R_1 + R_2$$

$$q(t) = \epsilon C (1 - e^{-t/(R_1 + R_2)C})$$

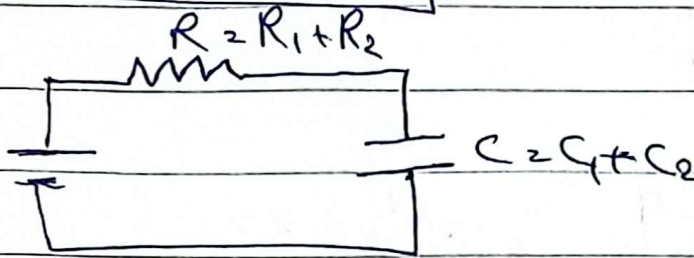
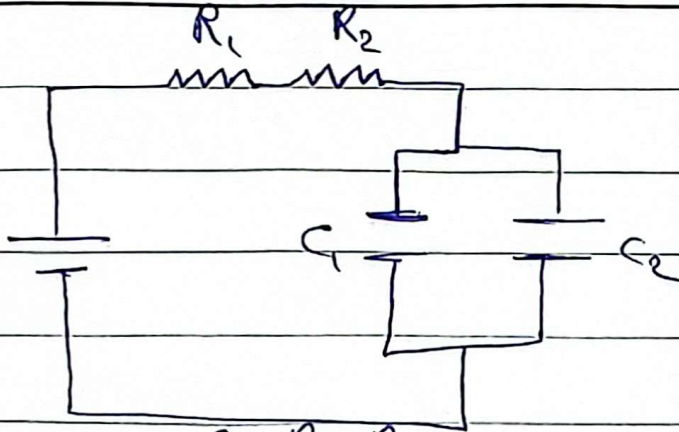


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$q(t) = \epsilon C (1 - e^{-t/(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2})C})$$

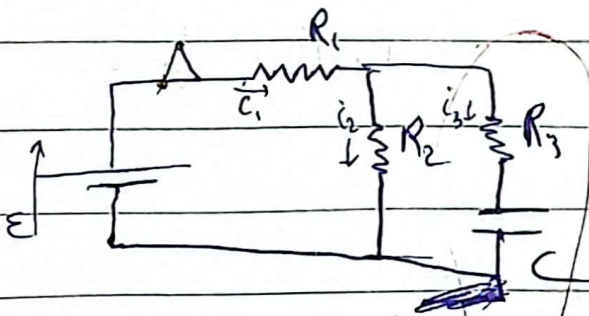


Senobar



$$q(t) = E(C_1 + C_2) \left(1 - e^{-\frac{t}{(R_1 + R_2)(C_1 + C_2)}} \right)$$

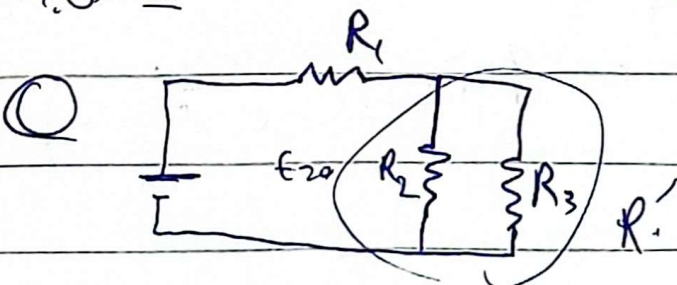
$$\dot{q} = \frac{dq}{dt} = \frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{(R_1 + R_2)(C_1 + C_2)}}$$



$t=0$ $F \neq 0$ $\dot{q} \neq 0$
 $t \rightarrow \infty$ $\dot{q} = 0$
 قطع

① $t=0$ $i_1, i_2, i_3 = ?$

$t \rightarrow \infty$ $i_1, i_2, i_3 = ?$ ②
 قطع



$$R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_2 R_1 + R'$$

$$\dot{q}_1(0) = \frac{E}{R}$$



$$\varepsilon - i_1 R_1 - i_2 R_2 = 0$$

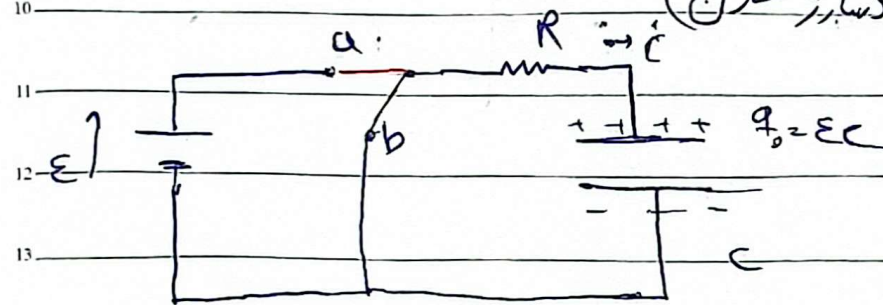
$$i_2(t) = \frac{\varepsilon - i_1(t) R_1}{R_2}$$

$$i_2(t) R_2 = i_3(t) R_3 \quad i_3(t) = i_2(t) \frac{R_2}{R_3}$$

$$\textcircled{1} \quad t \rightarrow \infty \quad i_3(\infty) = 0 \quad i_2(\infty) = i_1(\infty) = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$$

(a) حالت پریشن خازن (شارژ خازن)

(b) حالت تخلیه خازن (دشارژ خازن)



$$-iR - \frac{q}{C} = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$R \frac{dq}{dt} = -\frac{q}{C}$$

$$\int_{q_0=0}^{q(t)} \frac{dq}{q} = \int_0^t -\frac{dt}{RC}$$

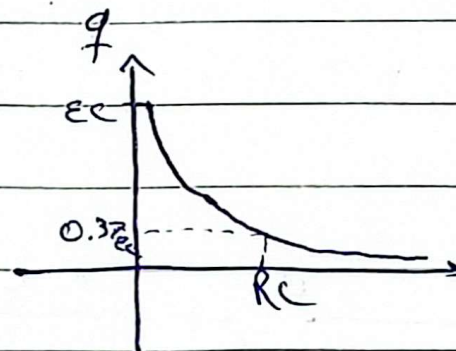
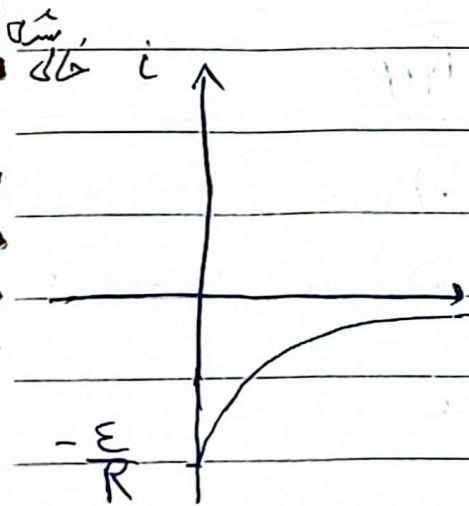
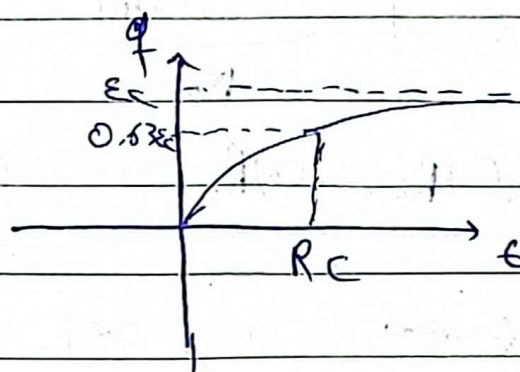
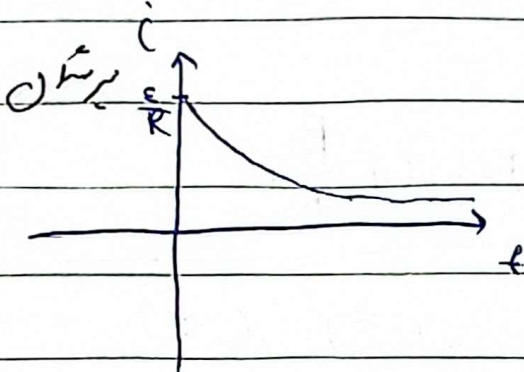
$$\ln \frac{q}{q_0} = -\frac{t}{RC}$$

$$\frac{q}{q_0} = e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow \boxed{q(t) = \varepsilon C e^{-\frac{t}{RC}}}$$



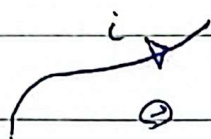
Senobar

$$i_2 \frac{dq}{dt} = -\frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

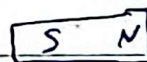
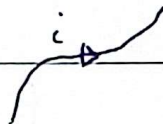
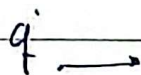




میدان مغناطیسی



میدان نیروی مغناطیسی



میدان مغناطیسی $\vec{B}$

تأثیر میدان مغناطیسی ، اثرات میدان مغناطیسی

نیروی وارد بر بار از جهت مثبت

۱- برابر الکتریکی ساکن نیروی مغناطیسی وارد نمی شود

۲- برابر الکتریکی متحرک نیروی مغناطیسی وارد می شود (نیروی جانبی)

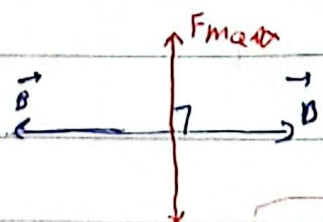
۳- نیرو متناسب با مقدار سرعت است

۴- نیرو تابعی از جهت سرعت است

۵- جهت نیروی الکتریکی جهت نیروی مغناطیسی می شود

۶- راستی وجود دارد که اگر ذره باردار در آن راست حرکت کند، نیروی مغناطیسی صفر می شود

تأثیر راستی نیروی مغناطیسی



۷- اگر ذره باردار عمود بر میدان مغناطیسی (۶) حرکت دارد

نیروی مغناطیسی بیشینه می شود

$$B = \frac{F_{\max}}{q \cdot v}$$

$$\frac{N}{C \cdot \frac{m}{s}} = T$$

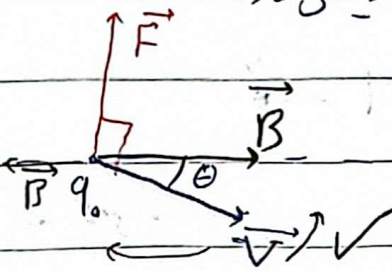
$$1 T = 10^4 G$$

$$1 G = 10^{-4} T$$



Genobar

جهت بردار میدان مغناطیسی از قاعده دست راست تعیین می شود

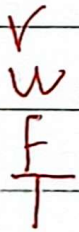
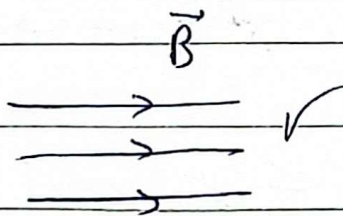


$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$F = qvB \sin \theta$$

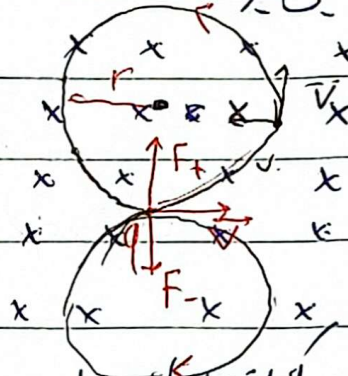
$$\begin{aligned} \theta &= 0 \\ \theta &= \pi \\ \theta &= \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$



حرکت ذره باردار در میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی یکنواخت



نمودار بر صفحه

ذره باردار در میدان مغناطیسی یکنواخت به یک دایره وارده می شود

$$\text{نیروی جانبی مرکز} = \frac{mv^2}{r}$$

$$F = qvB \sin \frac{\pi}{2}$$

$$F = qvB$$

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{v}{\frac{mv}{qB}} = \frac{qB}{m}$$

$$\omega = 2\pi f$$

Senobar



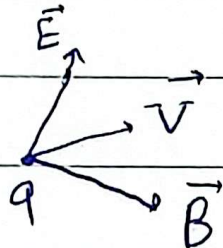
$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{qB}{2\pi m}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

ترکان سیکل دوری

بهرت خدایه سیکل دوری



$\vec{E}, \vec{B}$

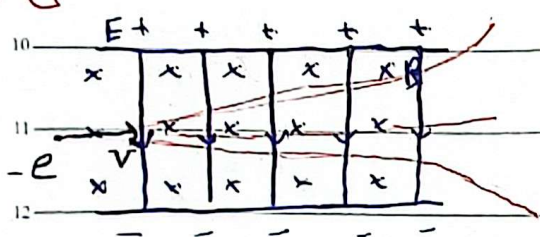
$$\vec{F}_E = q\vec{E}$$

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_E + \vec{F}_B = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

برای لورنتس

صالح سرعت



$$\vec{F}_E = -e\vec{E}$$

$$F_E = eE$$

$$F_B = e v B$$

$$\theta = \frac{\pi}{2}$$

توالت خاص

$$F_E = F_B$$

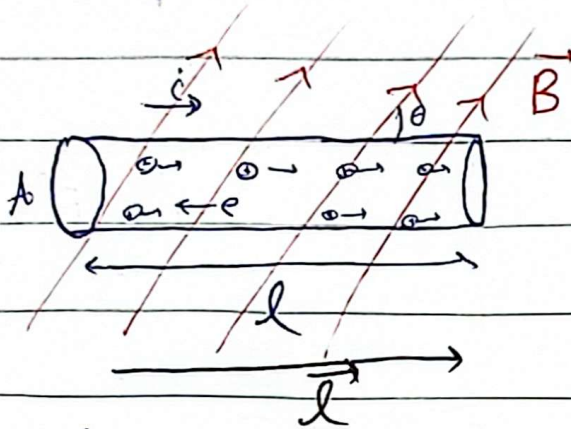
$$eE = evB$$

$$V = \frac{E}{B}$$



Genobar

نیروی دوار بر سیم حامل جریان الکتریکی



سیم مستقیم در میدان یکنواخت

$N = A l n$

n تعداد الکترون های آزاد در واحد حجم فلز
بروت سوزن الکترون ها

$$N = A l n$$

$$F_e = e v B \sin \theta$$

$$F_z = N F_e = A l n (e v B \sin \theta)$$

$$v_d = \frac{j}{n e} = \frac{i}{A n e}$$

$$j = \frac{i}{A}$$

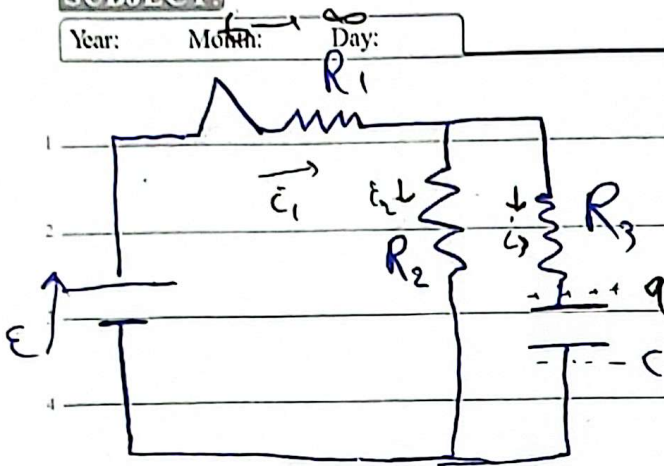
$$= A l n e \frac{i}{A n e} B \sin \theta = i l B \sin \theta$$

$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B}$$

لحظه جهت با جریان معروف می شود
(اندازه های هم طول سیم)

Genobar

CS CamScanner



$$V_{R_2} = i_2 R_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \varepsilon$$

$$= V_{C_{max}}$$

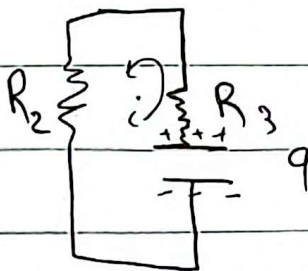
$$q_{max} = C V_{C_{max}} = \varepsilon C \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$t \rightarrow \infty$$

$$i_1 = i_2 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$$

$$i_1 = i_2 = i_3$$

$$i_2 = i_3$$



$$q = q_{max} e^{-\frac{t}{(R_1 + R_2)C}}$$

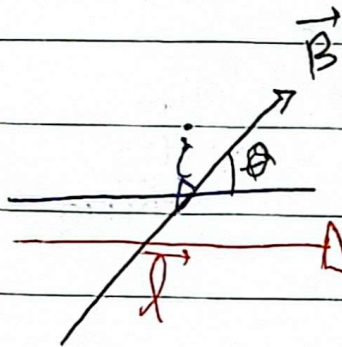
$$q(t) = \frac{\varepsilon R_2}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{(R_1 + R_2)C}}$$

$$i_2 = i_3 = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon R_2}{R_1 + R_2} \left(-\frac{1}{(R_1 + R_2)C} \right) e^{-\frac{t}{(R_1 + R_2)C}}$$

$$= -\frac{\varepsilon R_2}{(R_1 + R_2)^2} e^{-\frac{t}{(R_1 + R_2)C}}$$

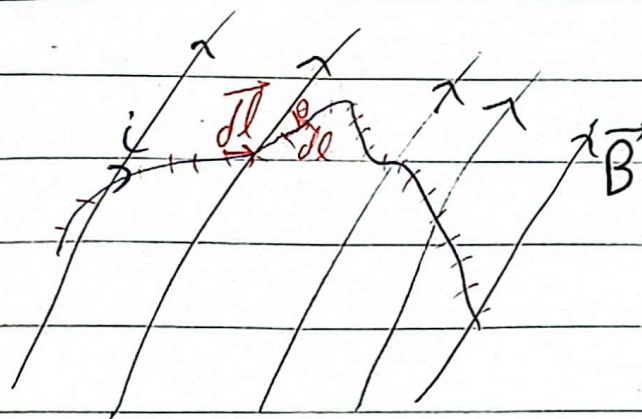


$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

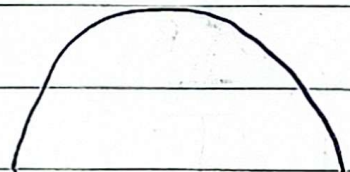


$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B}$$

نیروی وارد بر سیم مستقیم
در میدان یکنواخت



نیروی وارد بر سیم غیر مستقیم (منحنی)

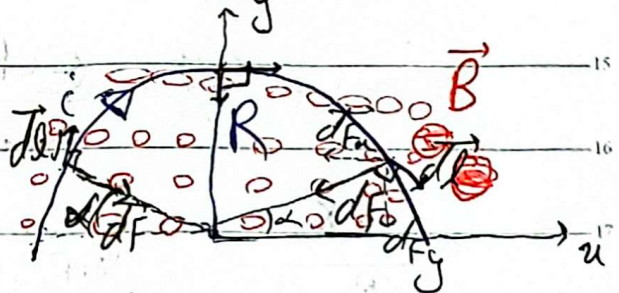


$$d\vec{F} = i d\vec{l} \times \vec{B}$$

$$dF = i dl B \sin \theta$$

$$\vec{F} = \int d\vec{F}$$

$$d\vec{F} \perp d\vec{l}$$



$$F_x = \int dF_x = 0$$

$$F_y = \int dF_y$$

$$\theta = \frac{R}{2}$$



$$dF_y = dF \sin \alpha$$

SUBJECT:

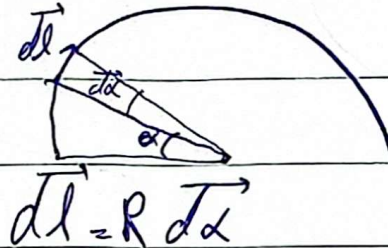
Year: Month: Day:

Page: ()

$$F_y = \int -dF \sin \alpha = \int -iB dl \sin \alpha$$

$$(\sin \theta = \sin \frac{\pi}{2})$$

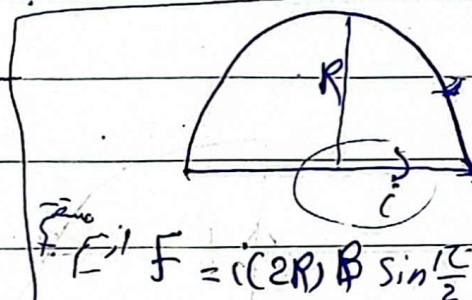
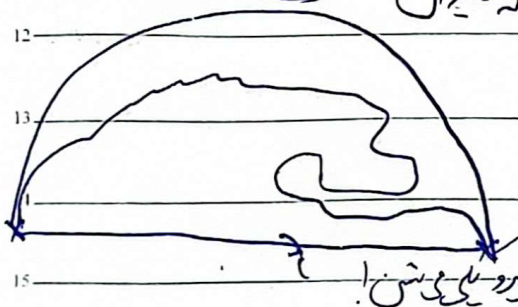
$$F_y = -iBR \int_0^{\pi} \sin \alpha d\alpha$$



$$F_y = iBR \cos \alpha \Big|_0^{\pi} = -iBR (1+1) = -2iBR$$

$$F = |F_y| = 2iRB$$

رابطه شرطی که میدان مغناطیسی بتواند باشد



$$F = i(2R)B \sin \frac{\pi}{2}$$

تمام نیروهای حاصل از نیروی بیرون

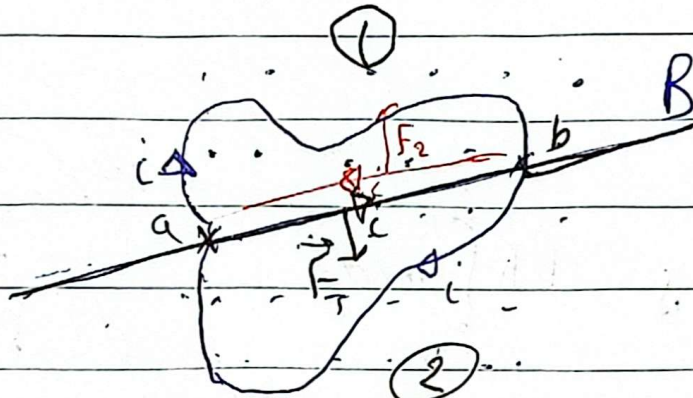
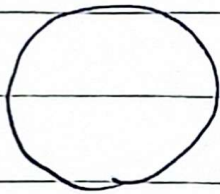
اگر میدان مغناطیسی بتواند باشد، نیروی وارد بر سیم منتهی حاصل نیروی وارد بر سیم مستقیم است که

ابتدا که انتهای سیم را به هم وصل می کند.



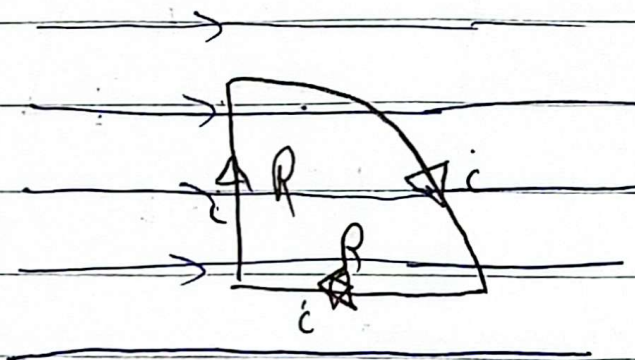
Genobar

نیروی وارده بر جسم حلقه بسته در میدان الینزانت -



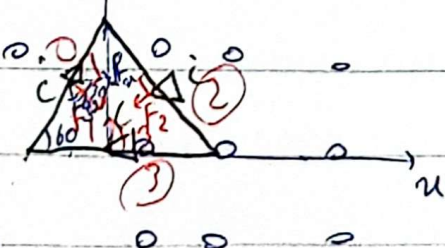
شکل به دراز

مسئله: حلقه سیم بسته که مطابق شکل در یک میدان منطقی الینزانت قرار دارد.
الرا حلقه سیم جریان از عبور کند ما نیروی وارده بر آن را حساب کنید



لطیف

مسئله: حلقه سیم بسته به شکل مثلث متساوی B
الاضلاع در میدان الینزانت B



$$F_1 = F_2 = F_3 = i l B \quad \theta = \frac{R}{2}$$

$$(5 \sin \frac{R}{2} = 1)$$

$$F_{1x} = F_1 \sin 60 \quad F_{1y} = -F_1 \cos 60$$

$$F_{2x} = -F_2 \sin 60 \quad F_{2y} = F_2 \cos 60$$

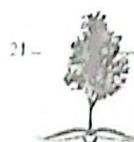
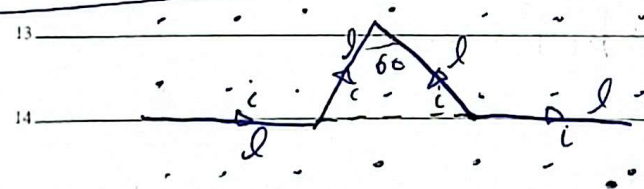
$$F_{3x} = 0 \quad F_{3y} = F_3$$

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} \quad F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$$

$$F_x = i l B \sin 60 - i l B \sin 60 + 0 = 0$$

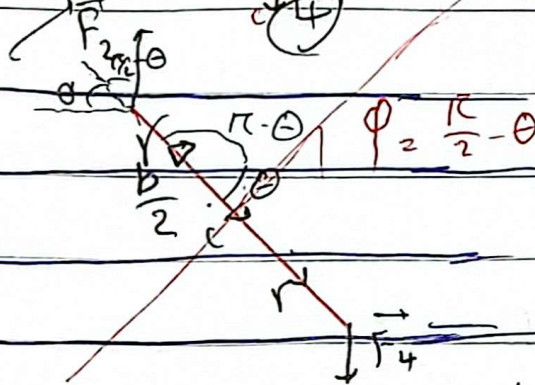
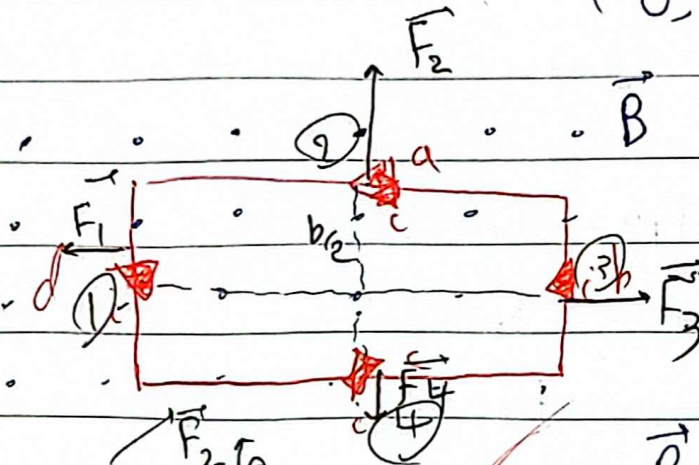
$$F_y = \cancel{i l B \cos 60} - F_1 \cos 60 - F_2 \cos 60 + F_3 =$$

$$= -i l B \cos 60 - i l B \cos 60 + i l B = 0$$



Genobar

گنت و نیروی وار بر حلقه سیم به (مستطیل)



$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau = r F \sin \theta$$

$$F_1 = b i B \sin \theta$$

$$F_3 = b i B \sin(\pi - \theta) = b i B \sin \theta$$

$$F_2 = a i B \sin \frac{\pi}{2} = F_4$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$\tau_1 = 0$$

$$\tau_2 = \frac{b}{2} F_2 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)$$

$$\tau_3 = 0$$

$$\tau_4 = \frac{b}{2} F_4 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)$$

$$\vec{\tau} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \vec{\tau}_3 + \vec{\tau}_4$$

$$\phi = \frac{R}{2} - \theta$$

SUBJECT:

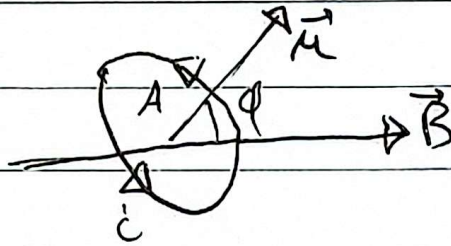
Year: Month: Day:

Page: ()

$$\tau = \tau_2 + \tau_4 = 2 \left(\frac{b}{2} a \sin \phi \right) \sin \left(\frac{R}{2} - \theta \right)$$

$$= b a \sin \phi$$

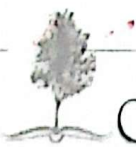
$$A \sin \phi$$



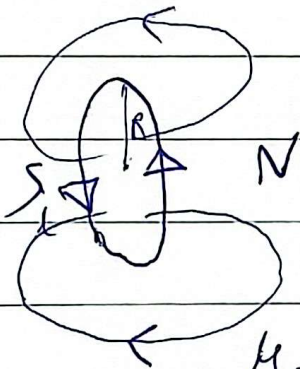
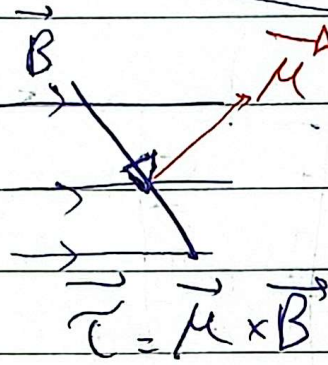
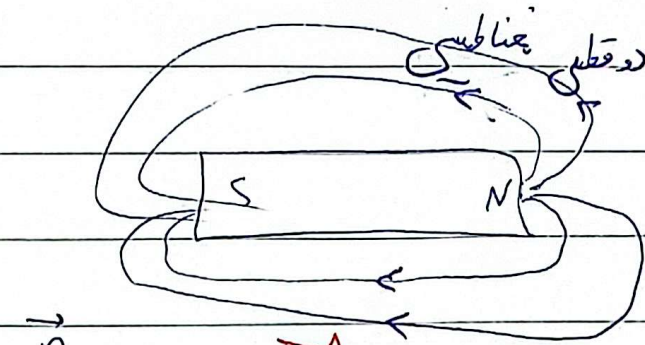
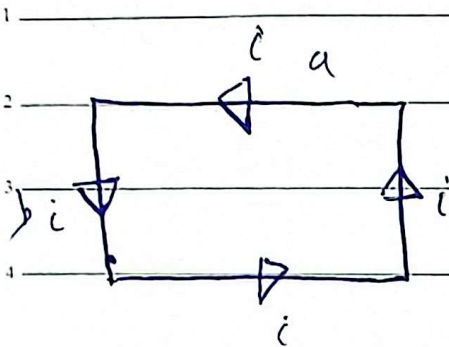
$$\tau = (i A) B \sin \phi$$

$$\tau = \vec{A} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = \vec{P} \times \vec{E}$$



Genobar



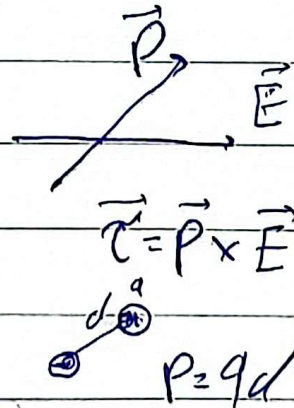
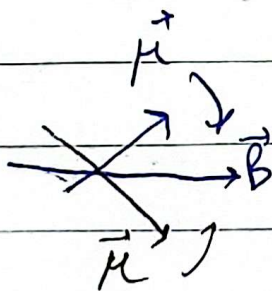
$$\mu = A i$$

$$A = \pi R^2$$

$$\mu = \pi R^2 i$$

$$\mu = A i \text{ zaki}$$

$$\mu = A i$$



$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

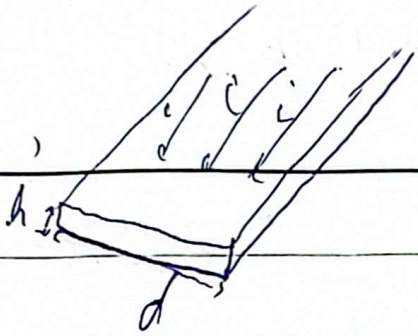
$$p = qd$$

$$\mu = N A i$$

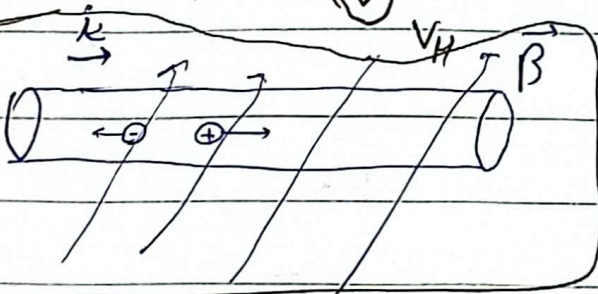
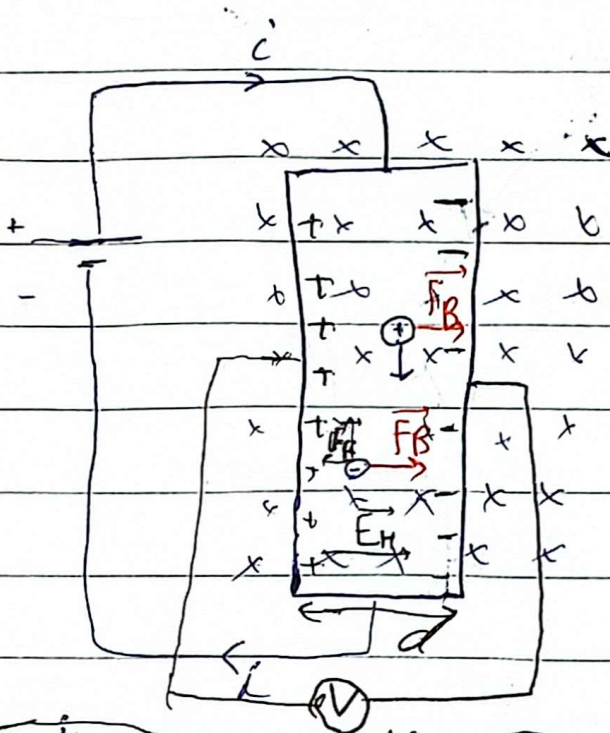
نقطه



Senobar



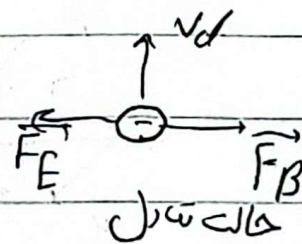
اشرفال



$$\vec{F} = q\vec{E} = -e\vec{E}_H$$

$$\vec{F}_E = -\vec{F}_B$$

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



$$eE = ev_d B \sin \frac{\pi}{2}$$

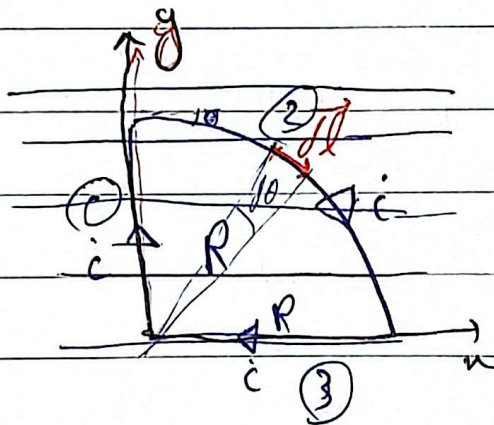
$$v_d = \frac{E_H}{B} = \frac{V_H}{dB}$$

$$V_H = E_H d$$

$$V_d = \frac{c}{h e} = \frac{c}{A h e}$$

$$V_d = \frac{V_H}{d B}$$

$$\frac{c}{h e} = \frac{V_H}{d B} \Rightarrow h = \frac{c B}{e V_H}$$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$\vec{F}_1 = i \vec{L} \times \vec{B} \quad \theta = \frac{\pi}{2}$$

$$\vec{F}_2 = i \vec{L} \times \vec{B} \quad \vec{F}_3 = 0 \quad \theta = \pi$$

$$d\vec{F} = i d\vec{L} \times \vec{B} \quad dF = i dL B \sin \theta$$

$$F_2 = \int dF = \int i dL B \sin \theta = \int i R d\theta B \sin \theta$$

$$F_2 = \int_0^{\pi/2} i R d\theta B \sin \theta = i R B \int_0^{\pi/2} \sin \theta d\theta = i R B (-\cos \theta) \Big|_0^{\pi/2}$$

$$i R B$$

$$F = -i R B + i R B + 0 = 0$$



Senobar



$$\vec{E} = \int d\vec{E}$$

$$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

(ب) گنبد اور نیروی مدار در حلقه هم بسته را حساب کنید.

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$$

$$M = A C = \frac{1}{4} R R^2 c$$

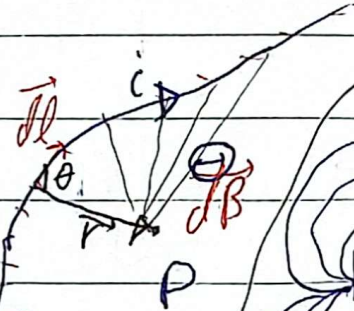
به سمت داخل

$$\vec{C} = \frac{1}{4} R R^2 c B \sin \frac{\pi}{2}, \theta = \frac{\pi}{2}$$

$$\vec{C} = \frac{1}{4} R R^2 c B (-\hat{j})$$

فصل جدید: میدان الکتریکی ناشی از جریان الکتریکی (قانون بیوساوار - قانون آمپر)

$$\vec{B} = \int d\vec{B}$$



$$dB = \frac{\mu_0 i dl \sin \theta}{4\pi r^2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$



قانون بیوساوار

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} i \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$



کتاب میدان مغناطیسی یک سیم مستقیم به طول بینهایت جریان i از آن عبور می‌دهد

dl dy

در نقطه P B را حساب می‌کنیم

$$\vec{B} = \int d\vec{B} \Rightarrow B_z = \int dB_z$$

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dy \sin \theta}{r^2} \quad \sin \theta = \frac{R}{\sqrt{y^2 + R^2}}$$

$$B_z = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dy R}{(y^2 + R^2)^{3/2}} = 2 \int_0^{\infty} \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dy R}{(y^2 + R^2)^{3/2}}$$

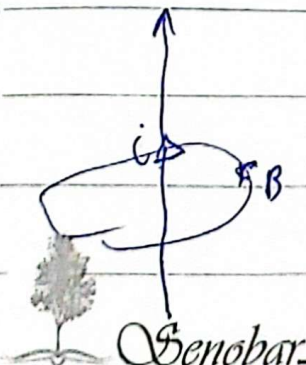
$$\tan \phi = \frac{y}{R} \quad dy = R \sec^2 \phi d\phi$$

$$y = R \tan \phi$$

$$B_z = 2 \int \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{R^2 \sec^2 \phi d\phi}{(R^2 \tan^2 \phi + R^2)^{3/2}} = 2 \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int \frac{\sec^2 \phi d\phi}{(\tan^2 \phi + 1)^{3/2}}$$

$\sec^2 \phi$

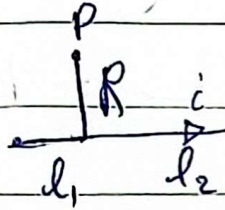
$$\frac{2 \mu_0 i}{4\pi R} \int_0^{\pi/2} \cos \phi d\phi = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} (\sin \phi)_0^{\pi/2} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$



Genobar

مسئله ۱: یک جسم از یک ارتفاع h سقوط می‌کند و در یک مسافت s از یک نقطه P به نقطه R می‌رسد. اگر $s = d_1 + d_2$ باشد، چنانچه

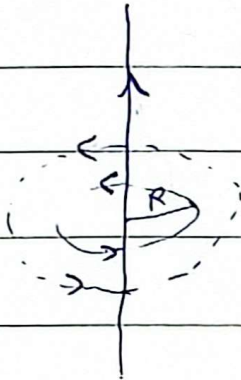
چنانچه



$$s = d_1 + d_2$$



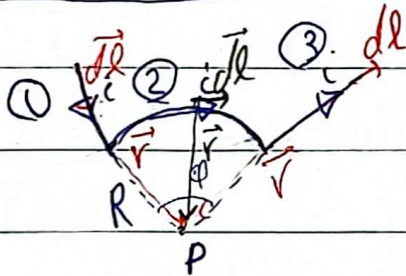
قانون بیوساوار



$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl \sin \theta}{r^2}$$

$$\vec{B} = \int d\vec{B}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$



$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl \sin \theta}{r^2}$$

$$B_1 = 0 \quad \theta = 0$$

$$dB_3 = 0 \quad \theta = \pi \quad B_3 = 0$$

$$\theta = \frac{\pi}{2} \quad dB_2 = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl \sin \frac{\pi}{2}}{R^2}$$

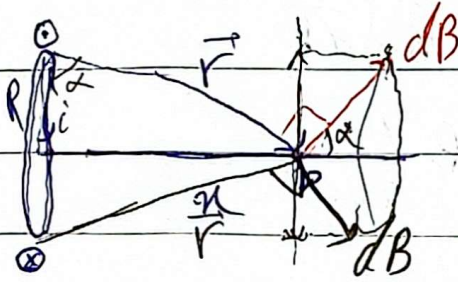
$$B_2 = \int dB_2 = \int \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl}{R^2} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} \int dl = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \phi$$

$$B = B_2 = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \phi$$





$$B_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} \int \frac{dl}{2\pi R} = \frac{\mu_0 i}{2R} \int \frac{dl}{2\pi R}$$



$$dB_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl \times r}{r^3}$$

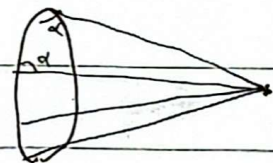
$$r = \sqrt{x^2 + R^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$B_z = \int B \cos \alpha$$

$$dB_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl \sin \frac{\pi}{2}}{x^2 + R^2}$$

$$B_z = \frac{\mu_0 i \cos \alpha}{4\pi (x^2 + R^2)} \int dl$$

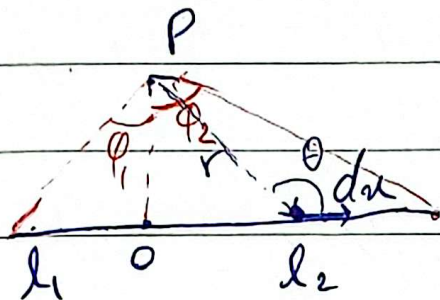


$$B_z = \frac{\mu_0 i (2\pi R^2)}{4\pi (x^2 + R^2)} = \frac{\mu_0 i R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\text{If } x \rightarrow 0 \Rightarrow B_z = \frac{\mu_0 i}{BR}$$



$$l = l_1 + l_2$$



$$dB_z = \frac{\mu_0 i dx \sin \theta}{4\pi R^2}$$

$$B_z = \frac{\mu_0 i \sin \phi}{4\pi R} \Big|_{-\frac{l_2}{2}}^{\frac{l_1}{2}} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} (\sin \phi_1 + \sin \phi_2)$$

$$B_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \sin \phi \Big|_{-\phi_1}^{\phi_2} \rightarrow B_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} (\sin \phi_1 + \sin \phi_2)$$

$$B_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} \Big|_{-l_1}^{l_2}$$

$$B_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \left(\frac{l_1}{\sqrt{l_1^2 + R^2}} + \frac{l_2}{\sqrt{l_2^2 + R^2}} \right)$$

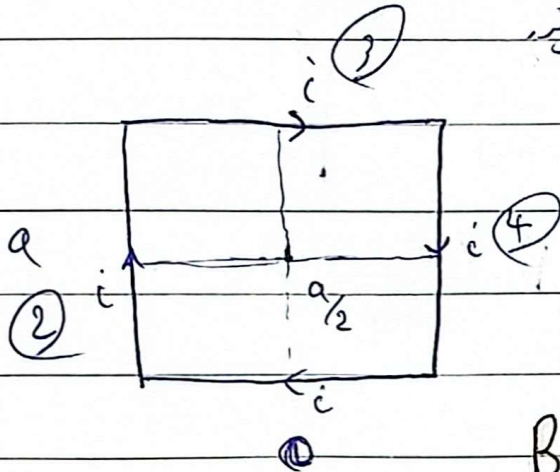
$$\text{if } l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \left(\frac{2 \cdot \frac{l}{2}}{\sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + R^2}} \right) = \frac{\mu_0 i l}{2\pi R \sqrt{l^2 + 4R^2}}$$



مثال: از جمله سیمی به شکل مربع به ضلع a جریان i مطابق شکل عبور می کند.

میدان مغناطیسی را در مرکز مربع حساب کنید.



$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi \frac{a}{2}}$$

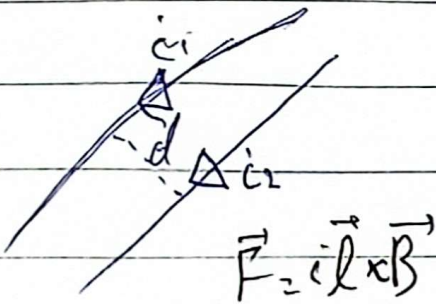
$$R = \frac{a}{2} \quad l = a$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 i}{2\pi \frac{a}{2}} \times \frac{a}{\sqrt{a^2 + 4\left(\frac{a^2}{4}\right)}}$$

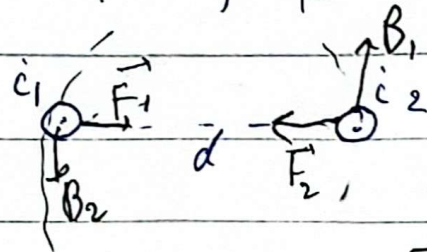
$$\frac{\mu_0 i}{\sqrt{2} \pi a}$$

$$B = 4B_1 = \frac{4\mu_0 i}{\pi \sqrt{2} a} = \frac{2\sqrt{2} \mu_0 i}{\pi a}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

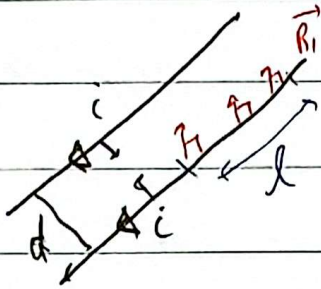


نیروی بین دو سیم مستقیم موازی و همجانب



تکثیر آمار:

$$q = it$$



$$B_1 = \frac{\mu_0 i}{2\pi d}$$

$$\theta = \frac{\pi}{2}$$

~~F = ilB~~

$$\vec{F} = ilB_1 = il \frac{\mu_0 i}{2\pi d} = \frac{\mu_0 i^2 l}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 i^2}{2\pi d}$$

$$d = 1\text{m}$$

$$i = 1\text{A} \rightarrow \frac{F}{l} = 2 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\frac{\mu_0 i^2}{2\pi d} = 2 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}} \Rightarrow \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$

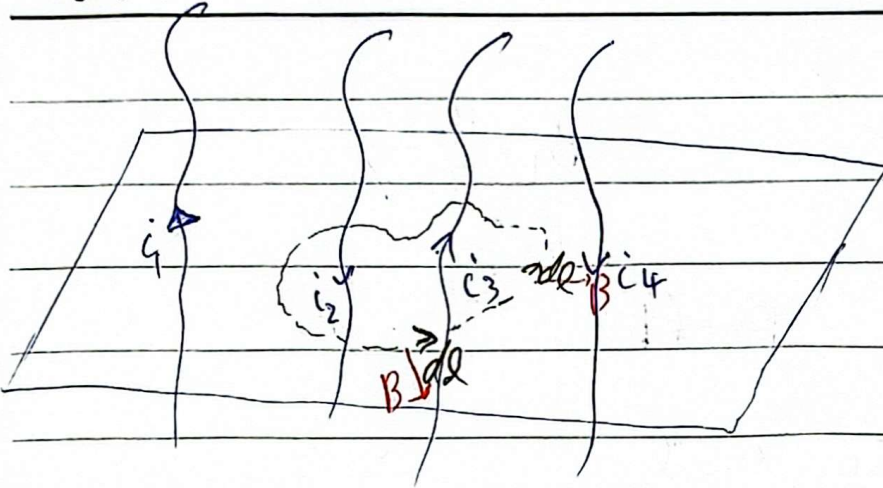


$B = ?$



Senobar

قانون آمپر:



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{net}$$

$$i_{net} = ?$$

$$i_{net} = i_3 - i_2$$

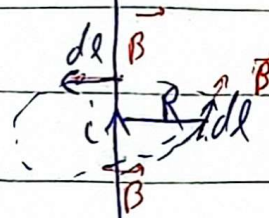
عبارت میدان مغناطیسی از قانون آمپر

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i \Rightarrow \oint B dl = \mu_0 i$$

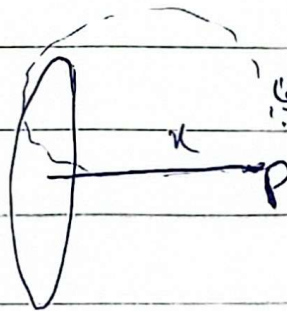
در یک دایره

$$B \oint dl = \mu_0 i$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$



$\theta = 2\pi$



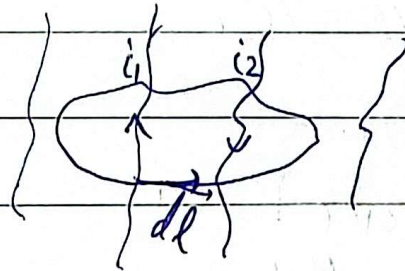
قانون آمپر برای میدان مغناطیسی

چون مسئله تقارن ندارد



قانون امپر

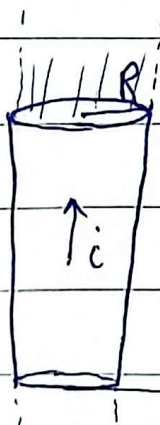
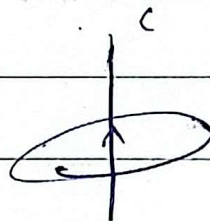
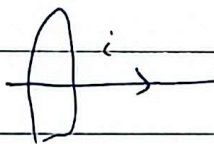
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{net}$$



$$i_{net} = i_1 - i_2$$

$$B = \text{نات}$$

$$\theta = 0^\circ$$



$r \leq R$
 $r > R$

$$B = 0$$

$$i_{net} = \frac{i}{\pi R^2} \pi r^2$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(\frac{i r^2}{R^2} \right)$$

$$\oint B dl = \mu_0 \frac{i r^2}{R^2}$$

$$B \oint dl = \mu_0 \frac{i r^2}{R^2} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 i r}{2 \pi R^2}$$



Senobar

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i$$

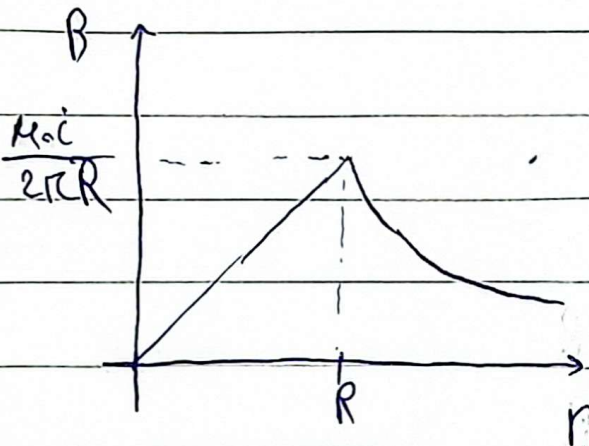
 θ_{20}

$$B(2\pi r) = \mu_0 i$$

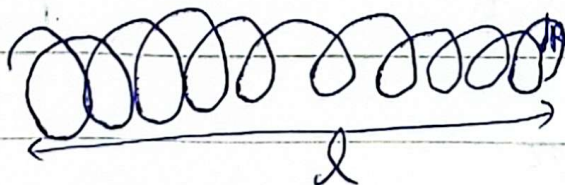
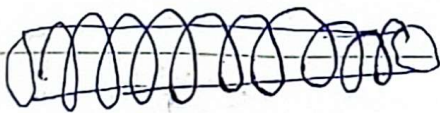
$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$



$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$



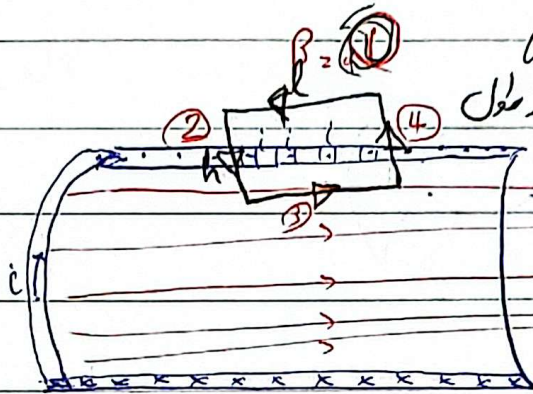
مثال: حساب میدان مغناطیسی سیموله (سیمی استوانه‌ای) از جنس فولاد



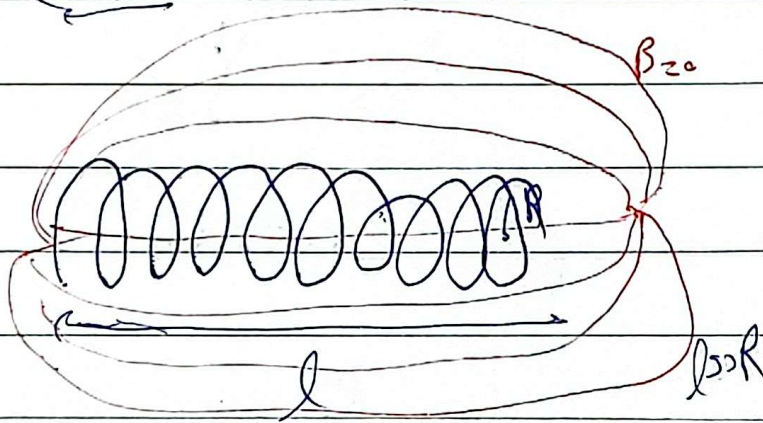
$$l \gg R$$



$\frac{dB_z}{dr} = \frac{\mu_0 i}{r^2}$



$i = \text{current}$
 $B_z = \text{magnetic field}$



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{\text{net}}$$

$n l = N$ $\# \text{ turns per unit length}$

$i_{\text{net}} = N i = n l i$

$$\int_1 \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_2 \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_3 \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_4 \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (n l i)$$

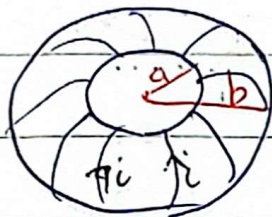
$$\int_3 \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (n l i)$$

$$B \int_3 dl = \mu_0 (n l i)$$

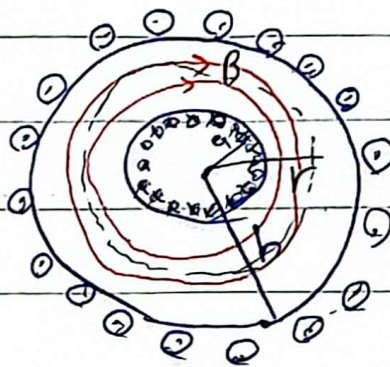
$$B = \mu_0 n i$$



Senobar



سیر الکترون ای
تغییرات حلقه ها



$a < r < b$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{net}$$

$$i_{net} = N i$$

$$\theta = 0$$

$$\oint B dl = \mu_0 N i$$

$$\underbrace{B \oint dl}_{2\pi r} = \mu_0 N i$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 N i}{2\pi r} \quad a < r < b$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (0)$$

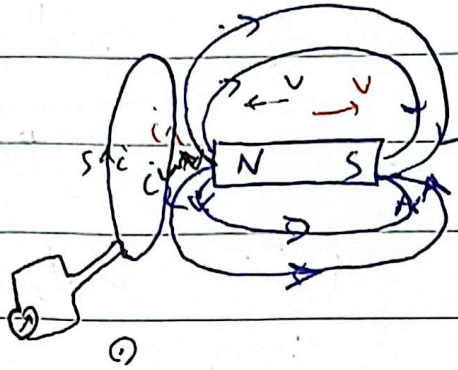
$$r < a \quad B = 0$$

$$\pm \oint B dl = 0$$

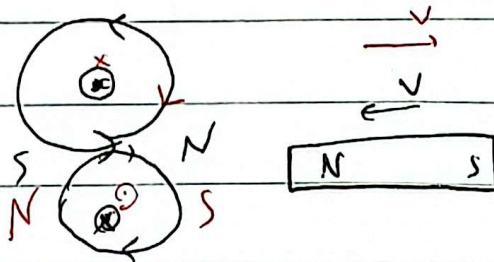
$$r > b \quad B = 0$$

$$\pm \underbrace{B \oint dl}_{2\pi r} = 0 \Rightarrow B = 0$$

قانون القای فاراد $\vec{B} \leftrightarrow \vec{E}$



جریان القایی
نیروی محرکه القایی



قانون لنز:

جهت جریان القای در سیم میانی این می شود که با چپ به چپ می آید و در جهت مخالف می کشد
(که از تفرات شار عبوری اند)

تغیرات شار میدان مغناطیسی Φ_B میان مغناطیسی

$$\mathcal{E} \propto \frac{d\Phi_B}{dt}$$

اندازه گیری

$$\mathcal{E} = Ri$$

$$|\mathcal{E}| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right|$$

$$\mathcal{E} > 0$$

$$\mathcal{E} < 0$$

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



Senobar

$$\epsilon < 0 \quad \frac{d\phi_B}{dt} > 0$$

$$B_{ext} \leftarrow B_{ind}$$

$$\epsilon > 0 \quad \frac{d\phi_B}{dt} < 0$$

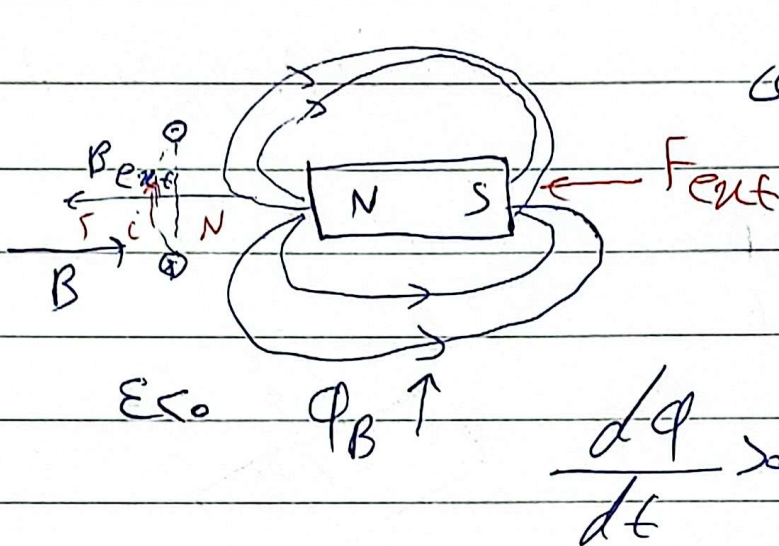
$$B_{ext} \leftarrow B_{ind}$$

کای ادمو ۱۷ (اکسٹرنلزم)
may



قانون القای فارادی:

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



جائیدگی انڈکشن

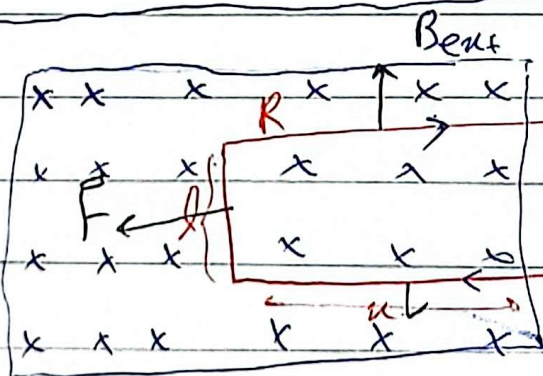
سیریز

$$P_R = R i^2$$

$$P_{ext} = P_R$$

$$\mathcal{E} = N \frac{d\Phi}{dt}$$

P_{ext}



$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B}_{ext}$$

مثال

جڑاں سلسلہ

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$\Phi_B \downarrow$

$\mathcal{E} > 0$

$$\frac{d\Phi}{dt} < 0$$



Genobar

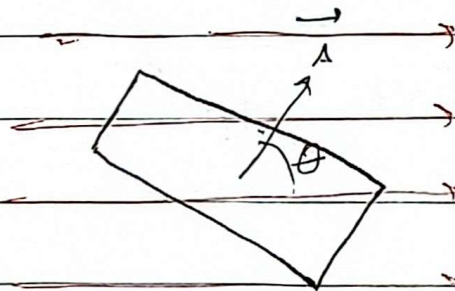
الف) جهت جریان الکتریکی را تعیین کنید. (مسئله در)

ب) مقدار جریان الکتریکی را حساب کنید

ج) پتانسیل اثری در این شکل را نشان دهید.

$$\mathcal{E} = \frac{-d\phi_B}{dt}$$

$$\phi_B = ?$$



$$\phi_B = B_{ext} \cdot A = B_{ext} l x$$

$$B_{ext} A \cos \theta = B_{ext} (l x)$$

$$\theta = 0$$

$$\mathcal{E} = \frac{-d}{dt} (B_{ext} l x) = -B_{ext} l \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dx}{dt} = v$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$\mathcal{E} = B_{ext} l v$$



$$P_R = R i^2 = R \left(\frac{B_{ext} l^2 v^2}{R^2} \right) = \frac{B_{ext}^2 l^2 v^2}{R}$$

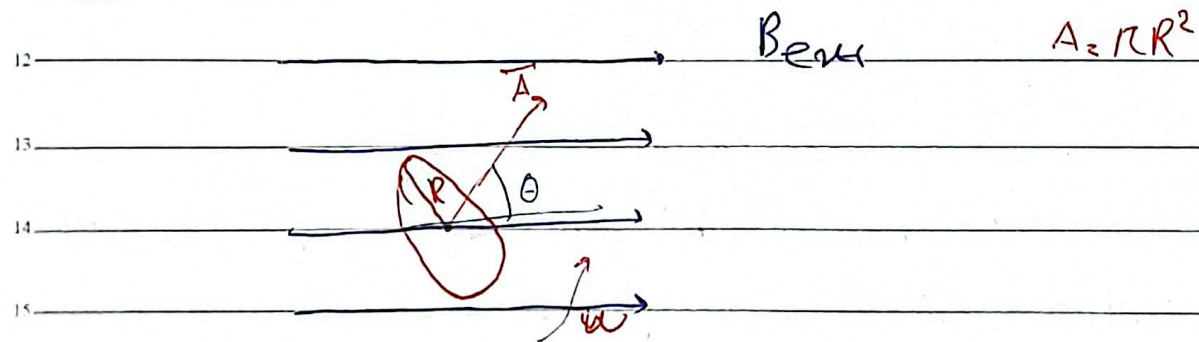
$$\vec{F}_{ext} = -\vec{F}$$

$$F_{ext} = F_z i l B_{ext}$$

$$P_{ext} = \vec{F}_{ext} \cdot \vec{v} = F_{ext} v = i l B_{ext} v$$

$$= \frac{l^2 B_{ext}^2 v^2}{R}$$

$$P_{ext} = P_R$$



$$\Phi_B = \vec{B}_{ext} \cdot \vec{A} = B_{ext} (\pi R^2) \cos \theta$$

$$\theta = \omega t$$

$$t=0 \quad \theta=0$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad \mathcal{E} = -\frac{d}{dt} (B_{ext} \pi R^2 \cos \omega t)$$

$$= -B_{ext} \pi R^2 \frac{d}{dt} (\cos \omega t) = B_{ext} \pi R^2 \omega \sin(\omega t)$$



Senobar

✓ مقدار حلت

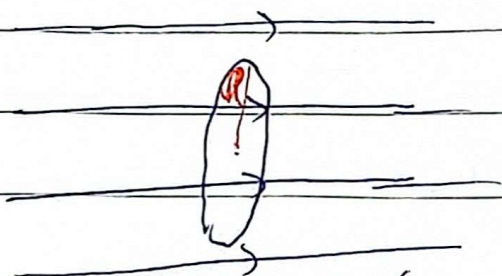
$$\mathcal{E}_2 = \frac{-dN\Phi_B}{dt} \approx N B_{\text{ext}} \pi R^2 \omega \sin \omega t$$

$$\vec{C} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

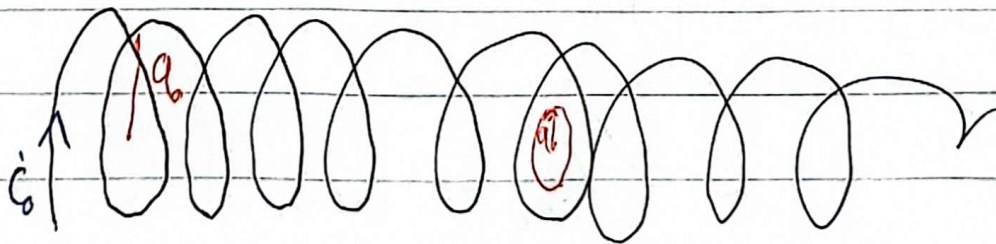
$$\varphi_B = R_{ext} A \cos \theta \quad \frac{d\varphi_B}{dt}$$

$$B_{\text{ext}}(t)$$

لی دوسرے خط میں یہ روح نیا ہے



از سیم لوله ای به شکل به شعاع a و طول l و چگالی ρ و مدول الاستیسیته E در داخل سیم لوله $a \leq r \leq b$ قرار دارد. نیروی مرکزی F و جرمات m و n تعداد حلقه در واحد طول سیم لوله است.



~~Hard~~ (Monic)

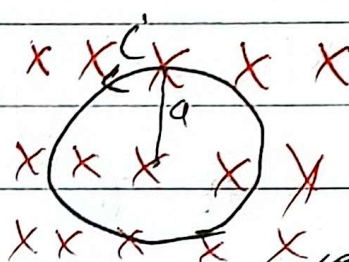
$$B_{MF} = \mu_0 n i_0$$

$$\Phi_B = B_{MF} \pi a^2$$

$$\epsilon \frac{d\Phi}{dt} = -\pi a^2 \frac{dB_{MF}}{dt}$$

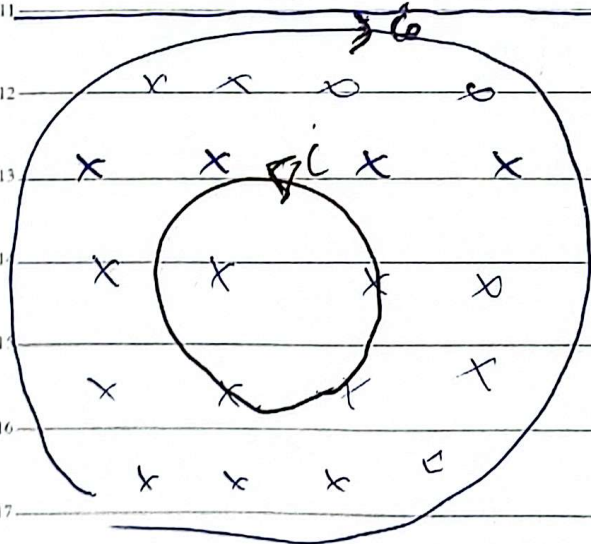
$$\epsilon = -\pi a^2 \mu_0 n \frac{di_0}{dt}$$

$$= -2\pi a^2 \mu_0 n b t$$



$$\epsilon = \frac{|\epsilon|}{R} = \frac{2\pi a^2 \mu_0 n b t}{R}$$

درجه پارتیکلر



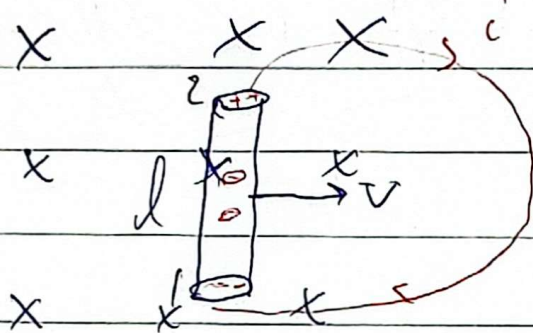
$$\frac{di_0}{dt}$$

$$\frac{dB}{dt}$$

$$\frac{d\Phi_B}{dt} \rightarrow$$



Senobar



$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

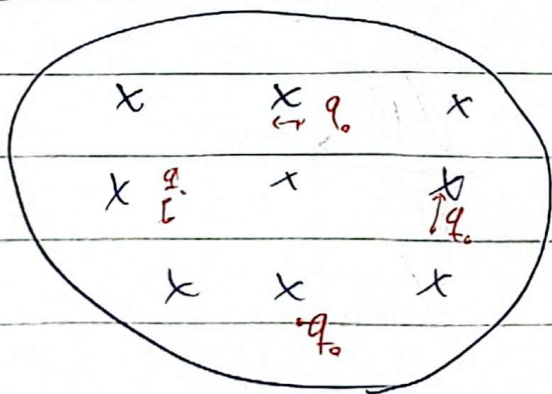
$$F_E = F_B \quad \text{دو حالت متقابل}$$



$$e E = e v B$$

$$E = v B$$

$$\mathcal{E} = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} = E l = B l v$$



$$\frac{d\mathcal{E}}{dt} \gg 0$$

$$\frac{d\mathcal{B}}{dt} \gg 0$$

$$\frac{d\mathcal{Q}_B}{dt} \gg 0$$

$$F = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

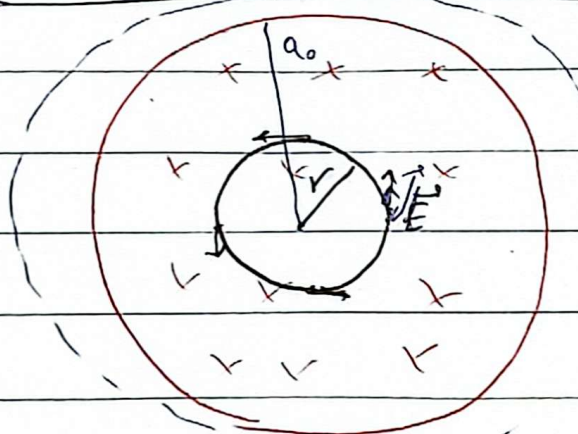
میدان چگانه طبعی متغیر نیست بنابرین میدان الکتریکی تکامل می یابد



$$\mathcal{E} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\mathcal{E} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \mathcal{E} = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\phi_B}{dt}$$



$$\mathcal{E} = - \frac{d\phi}{dt}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\phi}{dt}$$

$$\theta = 0$$

$$\oint E dl = - \frac{d}{dt} (B \pi r^2)$$

$$E \oint dl = - \pi r^2 \frac{dB}{dt}$$

$$E = - \frac{r}{2} \frac{dB}{dt} \quad r < a_0$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} (B \pi a_0^2)$$

$$E (2\pi r) = - \pi a_0^2 \frac{dB}{dt}$$

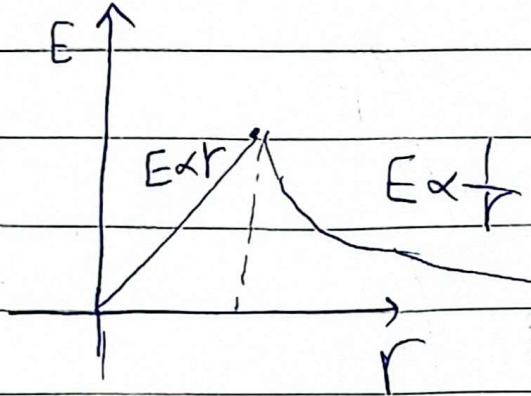
$$E = - \frac{a_0^2}{2r} \frac{dB}{dt}$$

$$r > a_0$$



Senobar

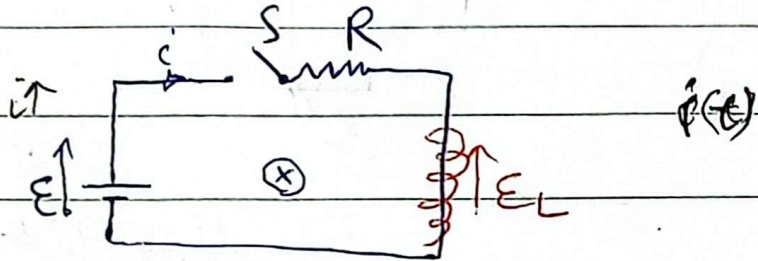
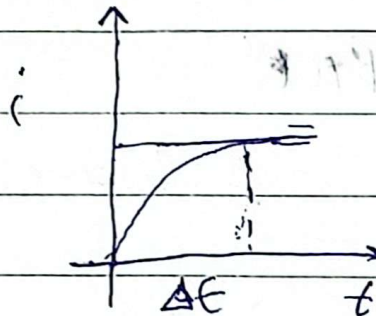
$$\frac{dB}{dt} = \text{sub}$$



خاصیت خود القا

 Φ_B

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

ن
ن

$$\mathcal{E}_L = - \frac{dN\Phi_B}{dt}$$

$$N\Phi_B \propto i$$

$$N\Phi_B = Li$$

ضریب خود القا

$$L = \frac{N\Phi_B}{i} \quad \frac{T \cdot m^2}{A}$$

$$\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt}$$

$$L = - \frac{\mathcal{E}_L}{\frac{di}{dt}} \quad \frac{V \cdot s}{A} = H$$

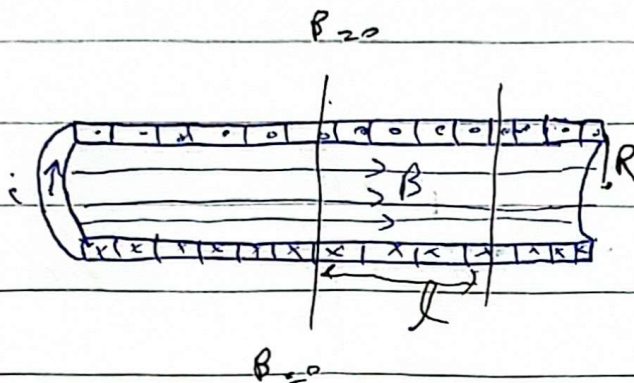
هانی



Benobar

مثال: ضرب خرد الیای یک سیم لوله ای که در آن، اجزای سیم

طول l



$$B = \mu_0 n i$$

✓ مقدار حلقه‌های سیم واحد طول

$$\Phi_B = BA = B \pi R^2$$

$$A = \pi R^2$$

$$N = n l \quad \text{تعداد حلقه در طول } l$$

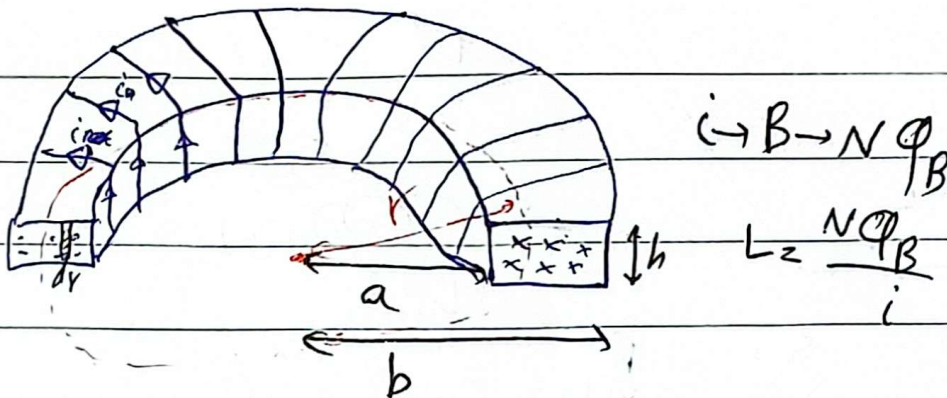
$$N \Phi_B = n l B \pi R^2 = n l (\mu_0 n i) \pi R^2 \quad (n \text{ با } i \text{ هم‌جهت است})$$

$$L = \frac{N \Phi_B}{i} \Rightarrow L = \mu_0 n^2 \pi R^2 l$$



شکل ضرب خورالتی یک سیم به جنبرهای به تعداد N و شعاع داخلی آن

است: a و شعاع بیرونی b است. حساب کنید. مقطع سیم به جنبرهای N مستطیل شکل و دارای ارتفاع h



قانون آمپر

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{net} \quad a < r < b$$

$$B(2\pi r) = \mu_0 Ni$$

$$B = \frac{\mu_0 Ni}{2\pi r}$$

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int \frac{\mu_0 Ni}{2\pi r} h dr$$

$$d\Phi_B = B h dr$$

$$\Phi_B = \int d\Phi_B = \int_a^b \frac{\mu_0 Ni}{2\pi r} h dr = \frac{\mu_0 Ni}{2\pi} \int_a^b \frac{dr}{r}$$

$$= \frac{\mu_0 Ni h}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$



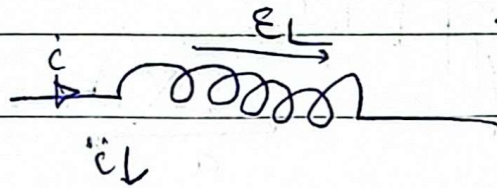
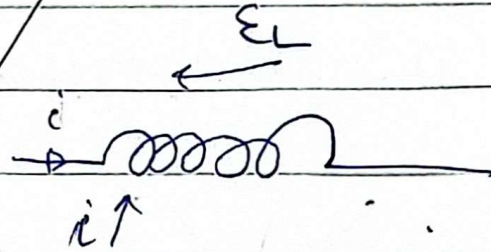
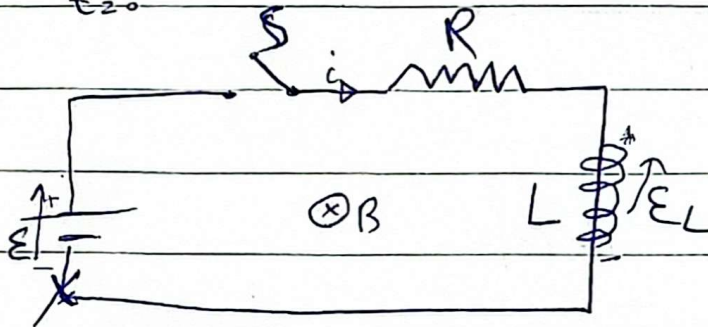
Genobar

$$L = \frac{N \Phi_B}{i} = \frac{\mu_0 N^2 h}{2R} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

L } سلفی
 مقاومت

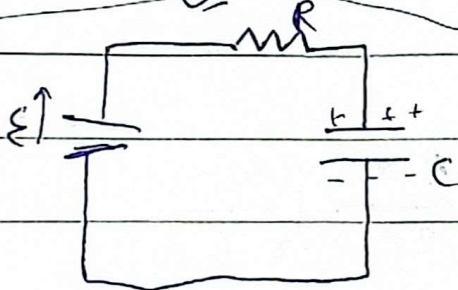
RC

RL

 $t=0$  توازن

$$E - iR - L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\frac{di}{dt} > 0 \Rightarrow E_L < 0$$

 در حالت پایدار 

$$E - iR - \frac{q}{C} = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$E - R \frac{dq}{dt} - \frac{q}{C} = 0$$



$$\epsilon - L \frac{di}{dt} - iR = 0$$

$$q \rightarrow i$$

$$\epsilon - R \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} = 0$$

$$C \rightarrow \frac{1}{R}$$

$$R \rightarrow L$$

$$q = \epsilon C (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$i = \frac{\epsilon}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}})$$

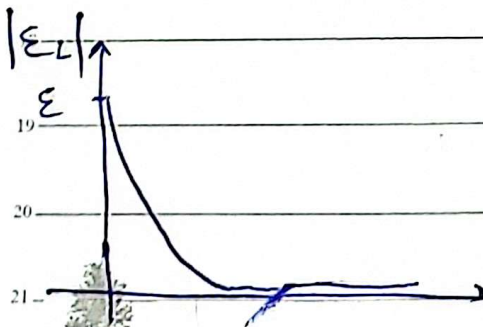
$$i = \frac{\epsilon}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}})$$

$$t=0 \quad i=0$$

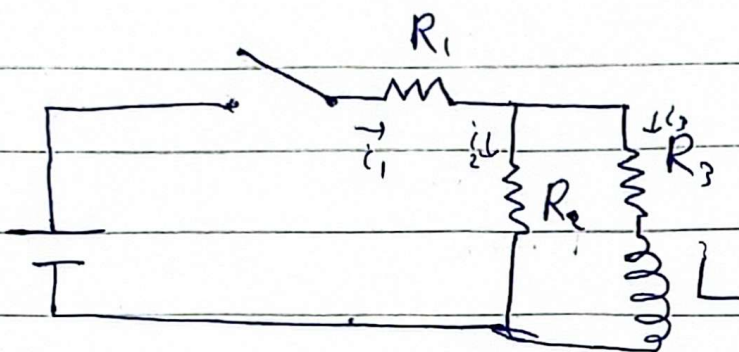
$$t \rightarrow \infty \quad i \rightarrow \frac{\epsilon}{R}$$



$$\epsilon - L \frac{di}{dt} = -L \frac{\epsilon}{R} \left(\frac{R}{L} \right) e^{-\frac{Rt}{L}} = -\epsilon e^{-\frac{Rt}{L}}$$



Senobar



$t = 0$ مدار قطع $i_3 = 0$

$t \rightarrow \infty$ القابریصل سیرویں معاوضت
عملی لینڈ

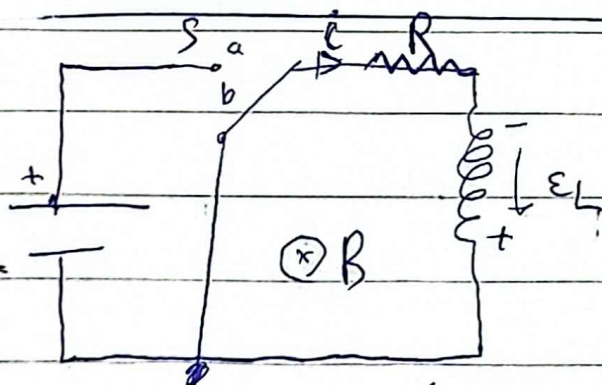
L

$t = 0$ مدار قطع $i_3 = 0$

خازن میں سیم عملی

$t \rightarrow \infty$ القابریصل سیرویں معاوضت عملی لینڈ

مدار قطع



$t = 0$ $i = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$$-iR - L \frac{di}{dt} = 0$$



$$L \frac{di}{dt} = -iR$$

~~$$\int \frac{di}{i} = -\int \frac{R}{L} dt$$~~

$$\int_{i_0}^{i(t)} \frac{di}{i} = -\int_0^t \frac{R}{L} dt$$

$$\ln(i) \Big|_{i_0}^{i(t)} = -\frac{R}{L} t$$

$$\ln\left(\frac{i(t)}{i_0}\right) = -\frac{R}{L} t \Rightarrow \frac{i(t)}{i_0} = e^{-\frac{R}{L} t}$$

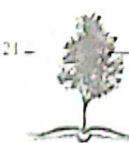
$$i(t) = i_0 e^{-\frac{R}{L} t}$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_L}}\right) \quad \Omega.F = 5$$

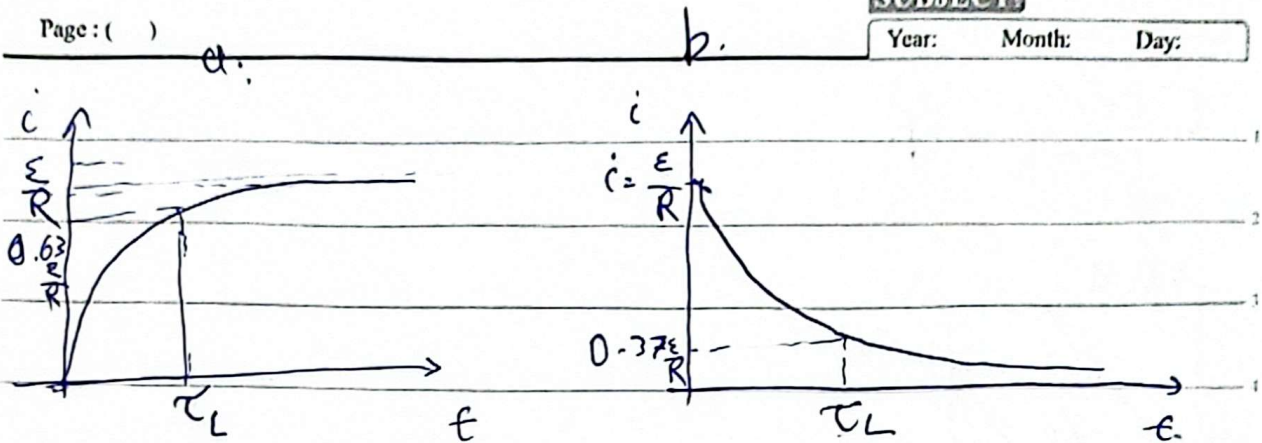
$$\tau_C = RC \quad \text{چون } \tau_L = \frac{L}{R}$$

$$\frac{H}{A} = 5$$

$$\tau_L = \frac{L}{R}$$



Genobar



$$t = \tau_L = \frac{L}{R}$$

$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{L}{L/R}}\right) = \frac{E}{R} (1 - e^{-1}) \approx 0.63 \frac{E}{R}$$

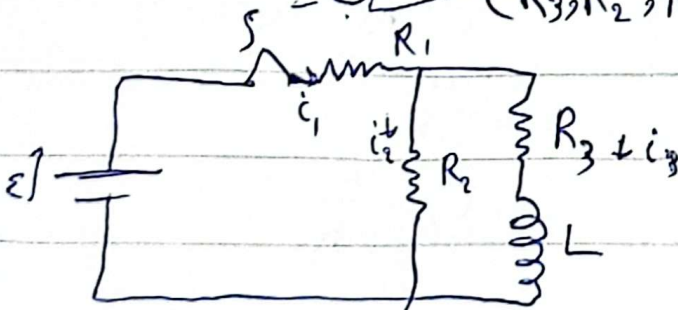
$$t = \tau_L = \frac{L}{R}$$

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{L}{L/R}} = \frac{E}{R} e^{-1} = 0.37 \frac{E}{R}$$

مثال: الف در لحظه بستن کلید جریان i_1 و بعد از بستن کلید i_2

ب) در لحظه باز کردن کلید در زمان طولانی بعد از باز کردن کلید i_3

جریان در شاخه های مختلف مدار (R_3, R_2, R_1) حساب کنید



$$1 - \dot{C}_3(0) = 0 \quad t=0$$

الف

$$2 - \dot{C}_1(0) = \dot{C}_2(0) = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$$

$$t \rightarrow \infty$$

$$R'_2 \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$3 - \dot{C}_1(\infty) = \frac{\varepsilon}{R_1 + R'}$$

$$4 - \varepsilon - \dot{C}_1 R_1 - \dot{C}_2 R_2 = 0 \Rightarrow \dot{C}_2(\infty)$$

$$\dot{C}_1 R_2 = \dot{C}_3 R_3$$

$$\dot{C}_3(\infty) = \dot{C}_2(\infty) \frac{R_2}{R_3}$$

$$5 - \varepsilon - \dot{C}_1 R_1 - \dot{C}_3 R_3 = 0$$

بـ در حالت کلی جواب حساب می شود .

$$6 - \dot{C}_3 = \dot{C}_3(0) e^{-\frac{(R_2 + R_3)t}{L}}$$

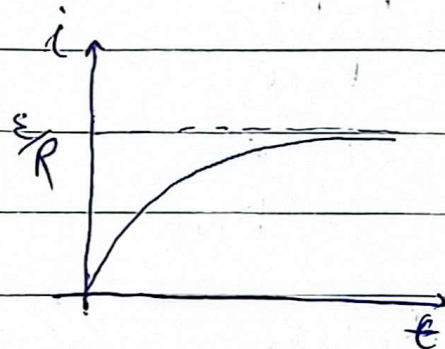
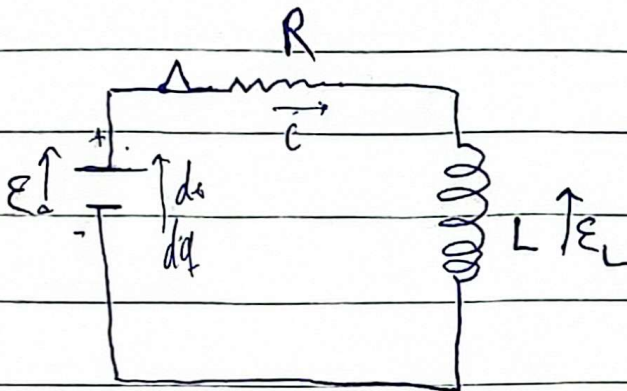
$$\dot{C}_2 = \dot{C}_3$$

$$7 - \dot{C}_1(0) = \dot{C}_2(\infty) \frac{R_2}{R_3}$$



Senobar

امری مختص



$$i(t) = \frac{\epsilon}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}})$$

$$\epsilon_L = -L \frac{di}{dt}$$

$$t \rightarrow \infty \quad i = \frac{\epsilon}{R} \quad \text{--- } \epsilon$$

$$\frac{di}{dt} \rightarrow 0 \Rightarrow \epsilon_L \rightarrow 0$$

$$\epsilon dq \quad \text{در یک لحظه}$$

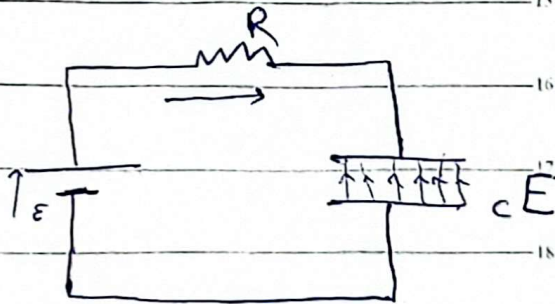
$$P_\epsilon = \frac{\epsilon dq}{dt}$$

$$= \epsilon i$$

$$P_R = Ri^2$$

توان الکتریکی

توان الکتریکی



$$U_E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2$$

$$V_B = ?$$

$$\varepsilon - iR - L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\frac{dV_B}{dt} = Li \frac{di}{dt}$$

$$\varepsilon = iR + L \frac{di}{dt}$$

$$\varepsilon i = Ri^2 + Li \frac{di}{dt}$$

$$\int_0^{V_B} dV_B = \int_0^{\varepsilon} Li di$$

$$\frac{dV_B}{dt}$$

$$V_B = \frac{1}{2} Li^2$$

$$V_B = \frac{1}{2} L \left[\frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}}) \right]^2$$

$$V_B = \frac{1}{2} L \frac{\varepsilon^2}{R^2} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}})^2$$

$$L = 5 \text{ H}, R = 20 \Omega, \varepsilon = 100 \text{ V}$$

مثال :

$$(V_B)_{\max} = \frac{1}{2} L \frac{\varepsilon^2}{R^2} = \frac{1}{2} L i_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times \frac{100^2}{20^2} \text{ joule}$$

با کدام چند ثابت زمان نصف انرژی کل در الکتر ذخیره شده است؟

$$\tau_L = \frac{L}{R} = \frac{5}{20} = 0.25 \text{ s}$$



Genobar

$$V_B = \frac{1}{2} V_{B_{max}} = \frac{L}{4} \frac{\varepsilon^2}{R^2}$$

$$\frac{1}{2} L \frac{\varepsilon^2}{R^2} \left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right)^2 = \frac{1}{4} L \frac{\varepsilon^2}{R^2}$$

$$\left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right)^2 = \frac{1}{2}$$

$$1 - e^{-\frac{Rt}{L}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$e^{-\frac{Rt}{L}} = 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$-\frac{Rt}{L} = \ln\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

$$t = -\frac{L}{R} \ln\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \cancel{t} - \ln\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \tau_L = 1.22 \tau_L$$

$$t = 1.22 \times 0.25$$

ج) در زمانی که انرژی شکست به نصف حدهمگونی رسیده است، برای الکترون محاسبه شود.

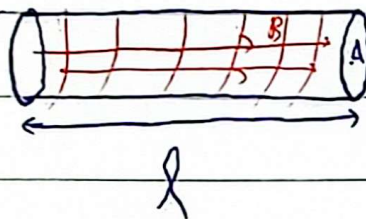
$$i = \frac{\varepsilon}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}(1.22 \times 0.25)}\right) = \frac{\varepsilon}{R} \left(1 - e^{-\frac{1.22 \times \tau_L}{\tau_L}}\right) =$$

$$= \frac{5}{20} (1 - e^{-1.22})$$



$$U_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad \mu_E = \frac{1}{2} K \epsilon_0 E^2$$

در یک سیم لوله ای به طول l در قسمتی از آن به طول l یک مقطع سیم لوله A است.



حجم سیم لوله Al

$$\mu_B = \frac{U_B}{Al} \quad U_B = \frac{1}{2} L i^2$$

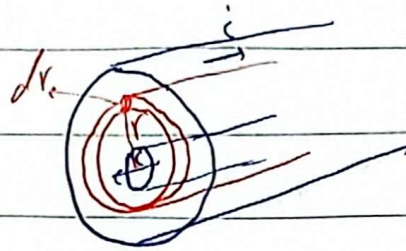
$$L = \mu_0 n^2 l A \quad \left(L = \frac{N \Phi_B}{i} \right) \quad \left\{ \begin{array}{l} B = \mu_0 n i \\ i = \frac{B}{\mu_0 n} \end{array} \right.$$

~~$B = \mu_0 n i$~~

$$U_B = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} (\mu_0 n^2 l A) \left(\frac{B^2}{\mu_0^2 n^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} l A$$

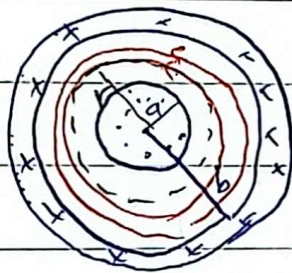
$$\mu_B = \frac{U_B}{Al} = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$$





مثل:

از اثری متناهی در کل
از کابل هم در حساب نیست



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{net}$$

$$\oint B dl = \mu_0 i$$

$$B \oint dl = \mu_0 i$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \quad a < r < b$$

$$dv = 2\pi r dr dl$$

حجم بیست استوانه ای:

$$dU_B = u_B dv$$

از اثری متناهی در کل

$$U_B = \int dU_B = \int u_B dv = \int \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} (2\pi r dr dl)$$

$$= \int \frac{1}{2} \frac{\mu_0 i^2}{4\pi^2 r^2} (2\pi r dr dl) = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

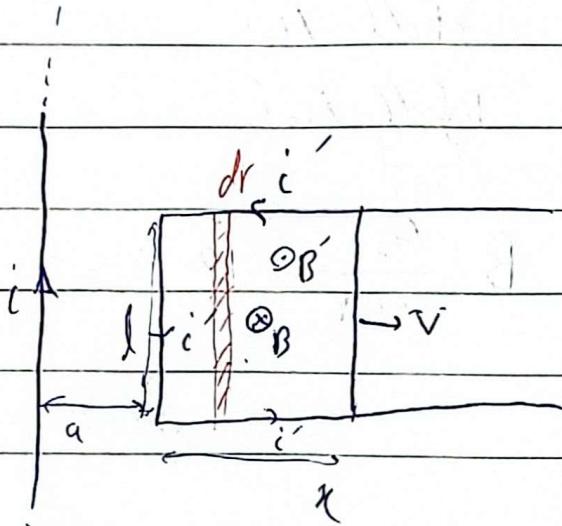


Genobar

بم ضرب خرد القا به طول از کابل هم محدد را حساب کنید.

$$U_B = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \ln \frac{b}{a}$$

$$L = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$



الف) جهت جریان القای را بدست آورید

ب) نیروی عمود القای

ج) مقدار جریان القای

Φ_B

$$\epsilon = \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

$$\cos \theta = 1 \quad \Phi_B = BA \cos \theta$$

$$d\Phi_B = B l dr$$

$$\Phi_B = \int_a^{a+m} \frac{\mu_0 i}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 i l}{2\pi} \int_a^{a+m} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 i l}{2\pi} \ln \left(\frac{a+m}{a} \right)$$

Senobar

$$\frac{\mu_0 i l}{2R} (\ln(a+u) - \ln a)$$

SUBJECT

Year: Month: Day:

Page: ()

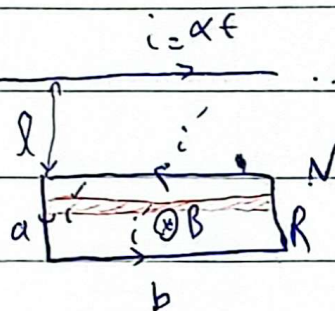
$$\epsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt} \left[\frac{\mu_0 i l}{2R} (\ln(a+u) - \ln a) \right]$$

$$= \frac{\mu_0 i l}{2R} \frac{du}{dt} = \frac{\mu_0 i l v}{2R(a+u)}$$

$$\left(\frac{d}{dt} \ln y = \frac{dy}{dt} \frac{1}{y} \right)$$

$$i = \frac{\epsilon}{R} \quad (2)$$

مسئله



$$B = \frac{\mu_0 i}{2Rr} \uparrow$$

$$\phi_B \uparrow$$

افزایش شار (مغناطیسی)

$$\epsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

$$d\phi_B = B b dr$$

$$\phi_B = \int_a^{a+u} \frac{\mu_0 i}{2Rr} b dr = \frac{\mu_0 i b}{2R} \ln\left(\frac{a+u}{a}\right)$$



Senobar

$i \propto t$

Page: ()

$\propto$

SUBJECT

Year:

Month:

Day:

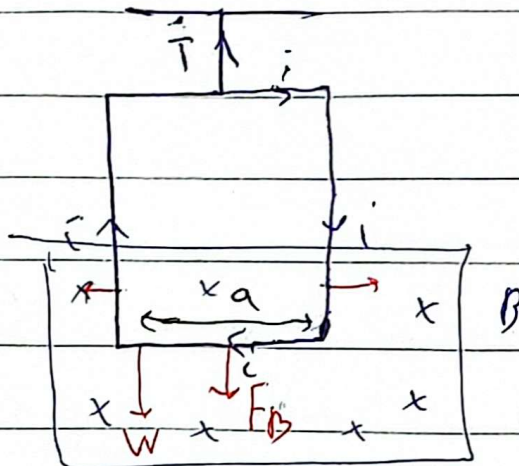
$$\varepsilon = \frac{-d\Phi_B}{dt} = \frac{-\mu_0 b}{2R} \ln\left(\frac{d+a}{d}\right) \left(\frac{di}{dt}\right)$$

$$= \frac{\mu_0 b \propto N}{2R} \ln\left(\frac{d+a}{d}\right)$$

$$i = \frac{|\varepsilon|}{R}$$

(e)

$$= \frac{\mu_0 b \propto N}{2R} \ln\left(\frac{d+a}{d}\right)$$



dc

$$W = 0.2 N$$

$$B = 0.3 T$$

$$T = 0.37 N$$

$$i = ?$$

$$a = 0.05 m$$

$$\vec{T} + \vec{F}_B + \vec{W} = 0$$

$$T = W + F_B$$

$$F_B = i a B \sin \theta \quad \theta = 90^\circ$$

$$\vec{F} = i \vec{L} \times \vec{B}$$

Senobar



$$1 \quad 0.37 = 0.2 + i\alpha\beta$$

$$2 \quad i\alpha\beta = 0.17 \quad i = \frac{0.17}{0.1 \times 0.3} \cdot A$$

