

## نیرو و انرژی در الکتریتی سکن

$$W_e = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^N q_i V_i \quad \left( \frac{C^r}{\epsilon_0 m} \right)$$

$$W_e = \frac{1}{r} \int P_L V dL$$

$$W_e = \frac{1}{r} \iint P_S V dS \quad W_e = \frac{1}{r} \iiint P V dv$$

$$W_e = \frac{1}{r} \iiint (\vec{E} \cdot \vec{D}) dv = \frac{1}{r} \iiint \epsilon |\vec{E}|^r dv$$

$\frac{C}{\epsilon_0 r^r}$        $\frac{C}{m^r}$

$$W_e = - \vec{P} \cdot \vec{E} \quad , \quad |\vec{F}| = |\nabla W_e|$$

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

$$W_e = \frac{1}{r \pi \epsilon_0 r^r} \left\{ \vec{P}_i \cdot \vec{P}_r - r (\vec{P}_i \cdot \hat{r}) (\vec{P}_r \cdot \hat{r}) \right\}$$

$$\vec{E} \cdot \vec{q} \quad \vec{F}_e = E q \quad \left( \frac{C^r}{\epsilon_0 m^r} \right)$$

$$\vec{F} = k \Delta x \quad \sim \quad T = r \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$q_i \quad q_r \quad |F_e| = \frac{q_i q_r}{\epsilon_0 \pi \epsilon_0 d^r}$$

$$W_e = \frac{r \pi}{\epsilon_0} \left\{ \frac{q_s1}{R_i} + \frac{q_sr}{R_r} + \frac{q_s1 q_sr}{R_i R_r} \right\}$$

$$W_e = \frac{r \pi \rho}{\epsilon_0} \left\{ \frac{R^r}{R_i} + \frac{R^r}{R_r} - \delta R_i R_r \right\}$$

## نیرو و انرژی در مغناطیس سکن

$$W_m = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^N I_i \Phi_i \quad (K_o A_m)$$

$$W_m = \frac{1}{r} \int (\vec{I} \cdot \vec{A}) dL$$

$$W_m = \frac{1}{r} \iint (\vec{J} \cdot \vec{A}) dS \quad W_m = \frac{1}{r} \iiint \vec{J} \cdot \vec{A} dv$$

$$W_m = \frac{1}{r} \iiint (\vec{H} \cdot \vec{B}) dv = \frac{1}{r} \iiint \mu |H|^r dv$$

$\frac{A}{m^r}$        $\frac{\mu A}{m^r}$

$$W_m = - \vec{m} \cdot \vec{B} \quad , \quad |\vec{F}| = |\nabla W_m|$$

$A m^r$        $\frac{\mu A}{m}$

$$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B}$$

$$W_m = \frac{r_o}{\epsilon_0 \pi r^r} \left\{ \vec{m}_i \cdot \vec{m}_r - r (\vec{m}_i \cdot \hat{r}) (\vec{m}_r \cdot \hat{r}) \right\}$$

$m_i$   $m_r$

$$\vec{B} \cdot \vec{q} \quad \vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B} \quad (K_o A^r)$$

$C$   $\frac{m}{s}$   $\frac{\mu A}{m}$

$$\vec{B} \cdot I \quad \vec{F}_m = \int_A I dL \times \vec{B} \quad \frac{\mu A}{m}$$

$$I_i \quad I_r \quad \vec{F}_m = \frac{\mu_o I_i I_r L}{r \pi d}$$

$$L = \frac{\mu_o}{r \pi} \frac{1}{(R_i^r - R_r^r)^r} \left\{ \frac{R_i^r}{R_i} + \frac{R_r^r}{R_r} - \frac{R_i^r R_r^r}{R_i R_r} + \frac{R_i^r R_r^r}{R_i R_r} \ln \frac{R_r}{R_i} \right\}$$

$$W_m = \frac{1}{r} L I^r$$

$$\Delta w = \frac{1}{r} (K - K_o) |H|^r S dx$$

$$|F_m| = |\nabla W_m| = \frac{1}{r} (K - K_o) |H|^r S$$

## بررسی سوابت گذشتگی مکانیکی گذشتگی

### پاسخ هوشمندانه

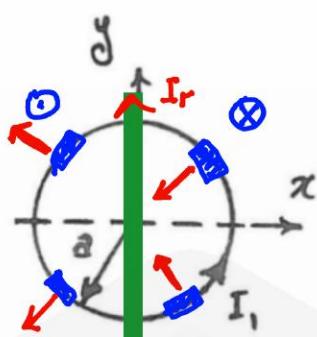
$$\vec{F} = \int I_1 d\vec{l}_1 \times \vec{B}_1$$

$\hat{a}_\varphi (-\hat{a}_z)$

$$\vec{F} = \int I_1 d\vec{l}_1 \times \vec{B}$$

$\hat{a}_\varphi \hat{a}_z$

### بررسی سوابت گذشتگی گذشتگی



- صفر

$-\mu \cdot I_1 I_r \hat{a}_x$

$\checkmark \mu \cdot I_1 I_r \hat{a}_y$

$-\mu \cdot I_1 I_r \hat{a}_z$

۴۷) آبے حلقه وارد می کند عبارت است از :

در صفحه xy حلقه‌ای بشعاع  $a$  و مرکز مبدأء مختصات که حامل جریان  $I_1$  در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت می باشد وجود دارد و محور  $y$  حامل جریان  $I_r$  درجهت  $\hat{a}_y$  است و دو جریان از هم مستقل اند. نیروی که جریان

در صفحه  $xy$  حلقه‌ای بشعاع  $a$  و مرکز مبدأء مختصات که حامل جریان  $I_1$  در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت می باشد وجود دارد و محور  $y$  حامل جریان  $I_r$  درجهت  $\hat{a}_y$  است و دو جریان از هم مستقل اند. نیروی که جریان

کار انجام شده برای آنکه در یک کره بشعاع  $a$  بار الکتریکی با دانسیته  $\rho$  جمع آوری

کنیم چقدر است؟

(۴۸)

مخفیافت

$$W = \frac{1}{r} \iiint \epsilon_0 |E| dv \quad \frac{4\pi\rho_0^2 a^3}{15\epsilon_0} - ۲$$

$$\frac{13\pi\rho_0^2 a^3}{15\epsilon_0} - ۱$$

$$\frac{4\pi\rho_0^2 a^3}{15\epsilon_0} - ۴$$

$$\frac{8\rho_0^2 a^3}{15\epsilon_0} - ۳$$

$$W = \frac{1}{r} \iiint \rho V dv$$



$$\omega = \frac{2\pi P}{\epsilon_0 I} (R_1 + R_2 - \Delta R_1 R_2)$$

$$R_1 = 0 \rightarrow W = \frac{\epsilon \pi \rho_0^2 a^3}{15\epsilon_0}$$

$$R_2 = a \rightarrow W = \frac{\epsilon \pi \rho_0^2 a^3}{15\epsilon_0}$$

$$W_m = \frac{1}{r} L I^2 = \frac{\mu_0 I^2}{16\pi}$$

کل انرژی مغناطیسی موجود در واحد طول یک سیم بطول یک سیم بطول بینهایت که حامل جریان  $I$  می باشد چقدر است؟

$$L = \frac{\mu_0}{8\pi} \frac{I^2}{16\pi} - ۲$$

$$\frac{\mu_0 I^2}{8\pi} - ۴$$

$$\frac{\mu_0 I^2}{4\pi} - ۱$$

- ۳ بینهایت

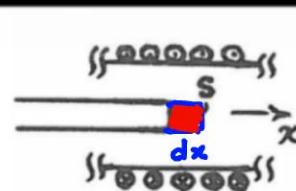
$$W_m = \frac{1}{r} \iiint \mu_0 |H|^2 dv$$

$$W_{mI} = \frac{1}{r} \mu_0 |H|^2 S dx$$

$$W_{mr} = \frac{1}{r} \mu_0 |H|^2 S dx$$

$$dW_m = \frac{1}{r} (\mu - \mu_0) |H|^2 S dx$$

$$|F_m| = |\nabla W_m| \approx \left| \frac{dW_m}{dx} \right|$$



$$H = NI$$

پیچک بلندی با  $N$  دور سیم پیچی در واحد طول با جریان دائم  $I$  مفروض است. میله آهنی با پرماینده  $\mu$  با سطح مقطع  $S$  مطابق شکل تا نیمه هم راستا با پیچک داخل آن قرار دارد نیروی وارد میله آهنی را جهت  $\hat{a}_x$  بدست آورید. پیچک آنقدر بلند است که بتوان از شارهای پراکنده صرف نظر کرد.

(۴۹)

$$F_x = \frac{1}{r} (\mu - \mu_0) N^2 I^2 S - ۲$$

$$F_x = \frac{1}{r} (\mu - \mu_0) N^2 I^2 S - ۴$$

$$F_x = \frac{1}{r} (\mu - \mu_0) NI^2 S - ۱$$

$$F_x = \frac{1}{r} (\mu - \mu_0) NI^2 S - ۳$$

## بررسی سوالات گلکوروسیمایی گذشته

### پاسخ هوشمندانه

$$\vec{E} = -\nabla V = -2\hat{a}_x - \epsilon \hat{a}_y$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{20}$$

$$\epsilon_0 = \frac{\text{جیسی ازرس}}{\text{جیسی ازرس}} = 10$$

$$\mu_0 = \frac{\text{جیسی ازرس}}{\text{جیسی ازرس}} = \infty$$

### بررسی سوالات گلکوروسیمایی گذشته

تابع پتانسیل  $V = 2x + 4y$  در فضای آزاد مفروض است انرژی ذخیره شده در همه فضا و چگالی انرژی الکتریکی به ترتیب برابرند با (۷۹)

$$\frac{1}{2} \iiint \epsilon |E|^2 dv = \frac{1}{2} \epsilon |E|^2$$

$\circ, \infty - 2$

$10 \epsilon_0, \infty - 1$

$10 \epsilon_0, \sqrt{20} - 4$

$\infty, \infty - 3$

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{b}{a}}$$

$$\lambda = CV_0 = \frac{2\pi\epsilon_0 V_0}{\ln \frac{b}{a}}$$

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} = \frac{V_0}{a \ln \frac{b}{a}} \rightarrow \max$$

$$\ln \frac{b}{a} - 1 = 0 \Rightarrow \frac{b}{a} = e$$

شعاع داخلی هادی خارجی و شعاع خارجی هادی داخلی کابل هم محور بترتیب  $b$  و  $a$  می باشد. با فرض اینکه  $b$  ثابت باشد نسبت  $\frac{b}{a}$  را طوری انتخاب کنید که برای اختلاف پتانسیل داده شده بین دو هادی شدت میدان الکتریکی روی سطح هادی داخلی مینیمم باشد. (۷۱)

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 b} \hat{a}_r$$

برقرار

$$\frac{b}{a} = \sqrt{e} \approx 1.65$$

$$\frac{b}{a} = 1/5$$

$$dF = \int I dl \times \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{l} dy \hat{a}_y$$

$$dF = -\mu_0 I dy \hat{a}_z$$

$$\vec{F} = \int dF = \mu_0 I L \hat{a}_y$$

یک سیم طویل روی محور Z ها میدان  $\vec{H}$  را در نقطه  $P(x, y, z)$  در فضای آزاد ایجاد می نماید. نیروی وارد بر یک نوار حامل جریان سطحی  $I$  که بین  $y=1$  و  $y=3$  متر در صفحه  $x=0$  قرار گرفته است در واحد طول Z برابر است با: (۷۱)

$$-4\pi \ln 3 \hat{a}_y$$

$$4\pi \mu_0 \ln 3 \hat{a}_y$$

$$-4\pi \mu_0 \ln 3 \hat{a}_x$$

$$-4\mu_0 \ln 3 \hat{a}_x$$

$$W_m = \frac{1}{2} \iiint \mu_r |H|^2 dv$$

$$W_{m1} = \frac{1}{2} \mu_0 H_0^2 S dz$$

$$W_{mr} = \frac{1}{2} \mu_r H_0^2 S dz$$

$$|E_m| = |\nabla W_m| = \left| \frac{dW_m}{dz} \right|$$

$$\rho_m gh = \frac{1}{2} \mu_0 (\mu_r - 1) H_0^2$$

یک لوله بشکل U محتوی مایع مغناطیسی با نفوذپذیری نامعلوم  $\mu_r$  و چگالی جرمی  $\rho_m$  می باشد. میدان مغناطیسی در داخل قسمتی از لوله که در کادر مربع قرار دارد یکنواخت و برابر مقدار  $H_0$  در

جهت نشان داده شده می باشد. تحت تاثیر

این میدان اختلاف سطح مایع در دوبازوی

لوله  $h$  می باشد. مقدار  $\mu_r$  برای این مایع

چقدر است؟ (g شتاب ثقل زمین) (۷۱)

$$P = \frac{F}{S}$$

$$= \frac{1}{2} (\mu_r - 1) H_0^2$$

$$\mu_r = \frac{\gamma \rho_m gh}{\mu_0 H_0^2} + 1$$

$$\mu_r = \frac{\gamma \rho_m gh}{\mu_0 H_0^2} - 1$$

$$\mu_r = \frac{\gamma \rho_m gh}{(\mu_r + 1) H_0^2} + 1$$

$$\mu_r = \frac{\gamma \rho_m gh - 1}{\mu_0 H_0^2} + 1$$

## بررسی سوالات الکتروسایهای گذشته

### پاسخ هوشمندانه

$$W_e = \frac{1}{2} \iiint_{\text{جسم}} \rho V dV$$

$$W_e = \frac{1}{2} \iiint_{\infty}^{\infty} \epsilon |E|^2 dV$$

کارنامه ای داشت

=====

### بررسی سوالات الکتروسایهای گذشته

کره‌ای ازدی الکتریک به ضریب دی الکتریک  $\epsilon$  و بشعاع  $a$  در خلاء قرار دارد حجم این کره با چگالی بار حجمی  $\rho_0$  بار دار می‌شود، در این رابطه  $\epsilon = \frac{a}{r}$  از مرکز سنجیده می‌شود. انرژی الکترواستاتیک ذخیره شده در این سیستم برابر است با: (۷۲)

$$\frac{\rho_0 a^3}{2\epsilon_0(r)} - 2 \times \quad \frac{\rho_0 a^3 \pi + \rho_0 a^3 \pi}{2\epsilon_0 + 6\epsilon} - 1$$

$$\frac{\rho_0 a^3}{2\epsilon} - 4 \times \quad \frac{\rho_0 a (a-r) + \rho_0 a^3}{2\epsilon} - 3$$

$$W_e \approx \left( \frac{C^2}{\epsilon_0 m} \right) \quad \times$$

$$W_e = \frac{2\pi}{\epsilon_0} \left[ \rho_s^2 a^3 + \rho_s^2 b^3 + 2\rho_s \rho_s a^2 b \right]$$

اگر  $a > b$

$$W_e = \frac{\epsilon \pi \rho_s^2 \rho_s a^2 b}{\epsilon_0}$$

بارهای سطحی بکنوخت  $\rho_s$  به ترتیب روی سطوح دوکره متعدد مرکز به شعاعهای  $a$  و  $b$  ( $b > a$ ) مفروض هستند. انرژی الکتریکی متقابل را بدلست آورید. (۷۳)

$$W_e = \frac{2\pi ab^2 \rho_s \rho_s}{\epsilon_0} - 2 \quad W_e = \frac{4\pi a^2 b \rho_s \rho_s}{\epsilon_0} - 1$$

$$W_e = \frac{4\pi \rho_s^2 \rho_s b^2 a}{\epsilon_0} - 3 \quad W_e = \frac{4\pi a^2 b^2 \rho_s \rho_s}{\epsilon_0} - 3$$

$$W_e = \frac{1}{\epsilon} \sum q_i V_i$$

$$= \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{4\pi \epsilon r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{4\pi \epsilon r_{23}}$$

$$W_{e1} = \frac{11}{\epsilon \pi \epsilon_0}$$

$$W_{e2} = \frac{22}{\epsilon \pi \epsilon_0}$$

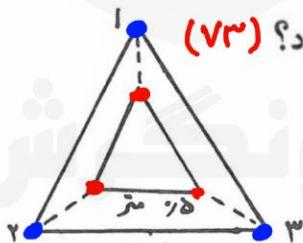
$$\Delta W_e = \frac{11}{\epsilon \pi \epsilon_0}$$

$$\vec{m} = (0/0/0) |0 \hat{a}_z = 0/0 \hat{a}_z$$

$$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B} = 0/0 \hat{a}_z \times [0/0 \hat{a}_y]$$

$$= -0/1 \hat{a}_x$$

سه بار نقطه‌ای به مقدار ۱، ۲، ۳ کولمب در گوشه‌های یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع ۱ متر قرار دارند. چه مقدار انرژی لازم است تا بتوان این بارها را به گوشه‌های مثلث کوچکتری که هر ضلع آن  $0.5$  متر است مطابق شکل منتقل کرد؟ (۷۴)



$$\frac{11}{\pi \epsilon_0} - 2 \quad \frac{22}{\pi \epsilon_0} - 1$$

$$\frac{11}{4\pi \epsilon_0} - 3 \quad \frac{11}{2\pi \epsilon_0} - 3$$

جربان مستقیم  $A = 10 \text{ A}$  از یک حلقه مثلثی که مطابق شکل در صفحه  $x-y$  واقع است عبور می‌کند. با فرض اینکه چگالی فلزی مغناطیسی  $\bar{B} = 0.5 \hat{a}_z \text{ T}$  در محیط وجود داشته باشد گشته از وارد بر حلقه چقدر است؟ مقادیر داده شده در شکل بر حسب سانتی‌متر می‌باشند. (۷۵)

$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B}$

مشوافت

$(0, 20) \text{ cm}$

$(-10, 0) \text{ cm}$

$(0, -10) \text{ cm}$

$-0.1 \hat{a}_z \text{ N.m} - 2$

$-0.1 \hat{a}_x \text{ N.m} - 3$

$+0.1 \hat{a}_z \text{ N.m} - 1$

$+0.1 \hat{a}_x \text{ N.m} - 3$

## بررسی سوالات گنگور سلحنه گذشته

### پاسخ هوشمندانه

$$\vec{m} = NIab(-\hat{a}_x)$$

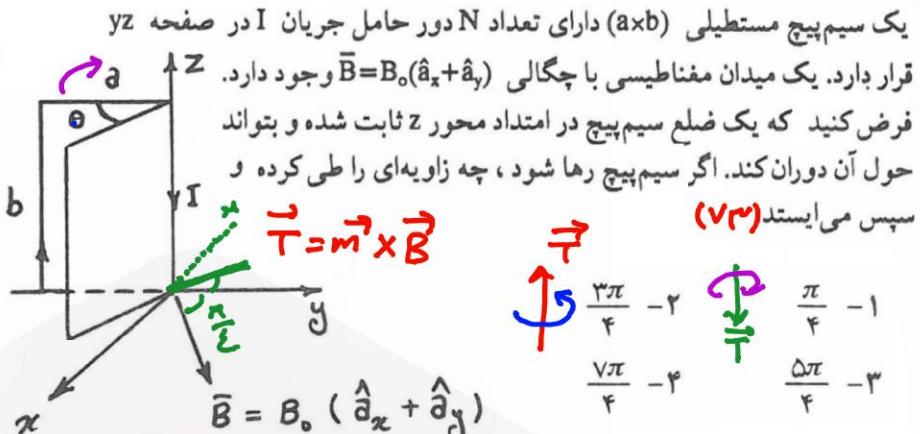
$$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B} = NIabB_0(-\hat{a}_z)$$



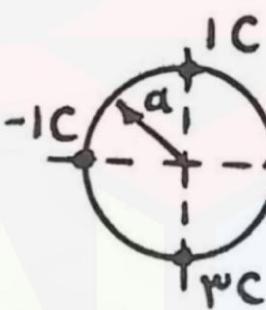
### بررسی سوالات گنگور سلحنه گذشته

یک سیم پیچ مستطیلی ( $a \times b$ ) دارای تعداد  $N$  دور حامل جریان  $I$  در صفحه  $xy$  قرار دارد. یک میدان مغناطیسی با چگالی  $\bar{B} = B_0(\hat{a}_x + \hat{a}_y)$  وجود دارد.

فرض کنید که یک ضلع سیم پیچ در امتداد محور  $z$  ثابت شده و بتواند حول آن دوران کند. اگر سیم پیچ رها شود، چه زاویه‌ای را طی کرده و سپس می‌ایستد?



$$\Delta W = 0$$



چهار بار نقطه‌ای  $-1, -2, -3, -4$  کولمبی مطابق شکل مقابل روی محیط دایره‌ای به شعاع  $a$  مفروض است. هریک از این بارها رابه ترتیب روی محیط دایره به اندازه  $45^\circ$  در جهت عقربه ساعت می‌چرخانیم. کل کار انجام شده چقدر است؟

$$-\frac{\sqrt{3}+\sqrt{2}}{4\pi\epsilon_0}q^2 \quad -4 \quad -\frac{(2\sqrt{3}+3)q^2}{\epsilon_0} \quad -3 \quad \text{صفر} \quad -2 \quad \frac{(\sqrt{3}+2)q^2}{2\epsilon_0} \quad -1$$

$$\frac{1}{2} \frac{P_s^2}{\epsilon_0} = 10^{-7}$$

$$P_s^2 = 2\epsilon_0 \times 10^{-7} = \frac{1}{18\pi} \times 10^{-14}$$

$$P_s = \frac{1}{\sqrt{18\pi}} \times 10^{-7}$$

چگالی بار سطحی روی سطح یک هادی کامل در فضای آزاد برای اینکه چگالی انرژی در مجاورت سطح هادی برابر  $10^{-7} \text{ J/m}^3$  باشد برابر است با:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{ F/m}$$

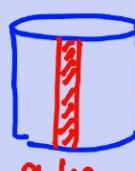
$$\vec{E} = \frac{P_s}{\epsilon_0}$$

$$\frac{1}{4\pi} |E|^2$$

$$0/94 \text{ nc/m}^2 \quad -2$$

$$1/33 \text{ nc/m}^2 \quad -1$$

$$0/66 \text{ nc/m}^2 \quad -3$$



$$I = k_0 a d\varphi (\hat{a}_z)$$

$$F_m = \int_I dI \vec{x} \times \vec{B}$$

$$ad\varphi \rightarrow F_m = \gamma I k_0 L d\varphi \hat{a}_\varphi$$

$$dW = \int F_m \cdot dI = \gamma \pi a (\gamma / k_0 L) d\varphi$$

$$P = \frac{dW}{dt}$$

استوانه‌ای فلزی بشعاع  $r=a$  و طول  $L$  مفروض است بر روی استوانه جریان سطحی  $k=k_0 \hat{a}_z A/m$  وجود داشته و استوانه با سرعت گردشی  $3000 \text{ RPM}$  حول محور خود در یک میدان مغناطیسی  $\bar{B} = \frac{0/1}{r} \hat{a}_r \text{ wb/m}^2$  می‌چرخد. اگر در مختصات استوانه‌ای باشد میزان توان ایجاد شده بر روی استوانه را بدست آورید.

$$= 3000 A/m, L = 20 \text{ cm}, a = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{ازرس}}{\text{زمان}}$$

$$(73)$$

$$F_m = \int I dI \vec{x} \times \vec{B} \quad 13/1 \text{ kW} \quad -2$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega \quad 18/0 \text{ kW} \quad -3$$

$$P = \frac{dW}{dt}$$

$$11/8 \text{ kW} \quad -1$$

$$15/2 \text{ kW} \quad -3$$

## بررسی سوالات الکتروسیمایی گذشته

### پاسخ هوشمندانه

$$|F| = \frac{\gamma P^2}{\epsilon_0 \pi (2d)^2} = \frac{\epsilon_0 P^2}{32 \pi \epsilon_0 d^2}$$

$$w = \frac{1}{r} C V^2$$

$$w_i = \frac{1}{r} \frac{\epsilon_0 \epsilon_r dx}{\ln \frac{b}{a}} V_0^2$$

$$w_r = \frac{1}{r} \frac{\epsilon_0 \epsilon_r dx}{\ln \frac{b}{a}} V_0^2$$

$$|F_e| = |\nabla w| = \left| \frac{dw}{dx} \right| = \frac{\pi V_0^2 (\epsilon_r - 1)}{\ln \frac{b}{a}}$$

$$w_e = \frac{1}{r} \iiint \epsilon |E|^2 S dr$$

$$F_e = \frac{1}{r} (\epsilon_r - 1) |E|^2 S$$

$$F_e = \frac{1}{r} \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \frac{V_0^2}{d^2} S$$

$$F_e = \frac{1}{r} \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \frac{V_0^2}{d^2} L$$

$$w_m = \frac{1}{r} I_1 I_1' + \frac{1}{r} I_2 I_2' \pm M I_1 I_2$$

$$\nabla w_m = I_1 I_2 (\nabla M)$$

$$|F_m| = |\nabla w_m| = |I_1 I_2| |\nabla M|$$

$$|F_m| = \frac{\mu_0}{2\pi} |I_1 I_2| \left\{ \ln \left( \frac{1+x}{x} \right) - \frac{1}{x} \right\}$$

$$x=1 \rightarrow |F_m| = \frac{\mu_0}{2\pi} |I_1 I_2| \left( \ln 2 - 1 \right)$$

### بررسی سوالات الکتروسیمایی گذشته

دیپل الکتریکی با گشتاور دوقطبی  $\bar{P}$  به فاصله  $d$  بالای یک صفحه هادی بزرگ قرار دارد. اندازه نیروی وارد بر صفحه برابر است با : (از تقریب‌های معمولی در دوقطبی الکتریکی استفاده نمایید). (V4)

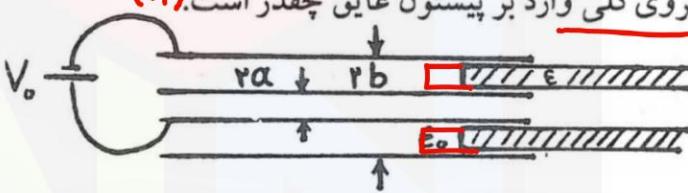
-۲ صفر

$$\frac{3P^2}{32\pi\epsilon_0 d^4} \quad -1$$

$$\frac{P^2}{16\pi\epsilon_0 d^4} \quad -3$$

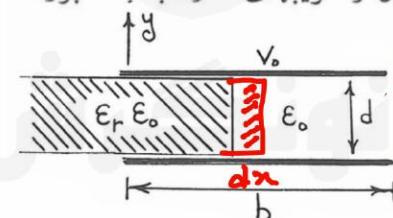
$$\frac{P^2 d^2}{18\pi\epsilon_0} \quad -3$$

در انتهای باز یک کابل هم محور یک پیستون از جنس عایق با ضریب دی الکتریک نسبی  $\epsilon_r$  مطابق شکل زیر قرار داده شده است. اگر اختلاف پتانسیل بین دو هادی  $V_0$  باشد نیروی کلی وارد بر پیستون عایق چقدر است. (V5)



$$F = \frac{\pi V_0^2 \epsilon_r}{\ln a/b} \quad -4 \quad F = \frac{\pi V_0^2 \epsilon_r}{\ln b/a} \quad -3 \quad F = \frac{\pi V_0^2 \ln b/a}{\epsilon_r} \quad -2 \quad F = \frac{\pi V_0^2 (\epsilon_r - 1)}{\ln b/a} \quad -1$$

تیغه‌ای عایقی با ضریب دی الکتریک نسبی  $\epsilon_r = 4$  در داخل خازن صفحه‌ای با ولتاژ ثابت  $V_0$  مطابق شکل قرار گرفته است. مطلوب است محاسبه نیروی وارد بر این تیغه را اگر  $V_0 = 10V$ ,  $L = 10cm$ ,  $d = 1 cm$ ,  $b = 10 cm$ : از تقریب‌های خازن با ابعاد بزرگ بطوریکه طول تیغه و خازن در جهت  $Z$  بوده و از تقریب‌های خازن با ابعاد بزرگ می‌توان استفاده نمود. (V6)

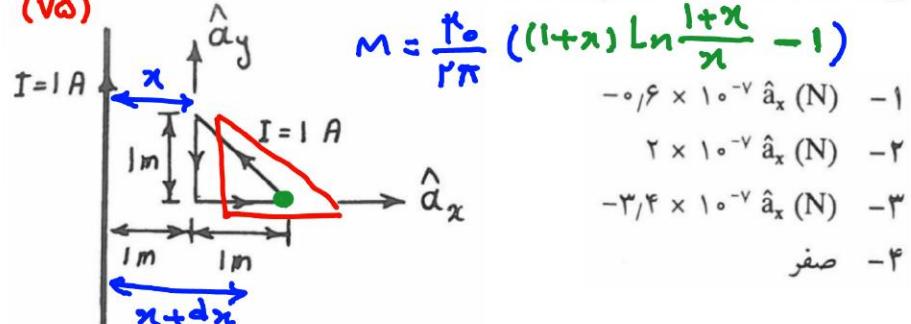


$$E = \frac{V_0}{d}$$

$$1000 \epsilon_0 N \quad -2 \quad 750 \epsilon_0 N \quad -1$$

$$1750 \epsilon_0 N \quad -4 \quad 1500 \epsilon_0 N \quad -3$$

از یک قاب سیمی مثلثی شکل که در کنار سیم طویلی واقع است جریان می‌گذرد نیروی وارد بر سیم طویل برابر است با : ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$ ) (V5)



## بررسی سوالات کنکور سالهای گذشته

### پاسخ هوشمندانه

$$F_m = \frac{1}{\mu} (\mu - \mu_0) |H| S$$

$$F_m = \frac{1}{\mu} (\mu - \mu_0) J_{so} S$$

$$P_m = \frac{F_m}{S} = \frac{1}{\mu} (\mu - \mu_0) J_{so}^2$$

$$F = P_m g h \quad \text{فروزان مایع}$$

$$dgh = \frac{1}{\mu} (\mu - \mu_0) J_{so}^2$$

$$h = \frac{(\mu - \mu_0) J_{so}^2}{\gamma g d}$$

$$d\vec{F}_m = I d\vec{l} \times \vec{B} = I d\rho \hat{\alpha}_\rho \times B \hat{\alpha}_z$$

$$d\vec{F}_m = -I \vec{B} d\rho \hat{\alpha}_\varphi$$

$$d\vec{F}_{ext} = -d\vec{F}_m = I \vec{B} d\rho \hat{\alpha}_\varphi$$

$$dW_{ext} = \int d\vec{F}_{ext} \cdot (\rho d\varphi) \hat{\alpha}_\varphi$$

$$= I B \rho d\rho \frac{\pi}{r} \sim w = \int dW$$

$$|F_m| = I_r |\nabla M|$$

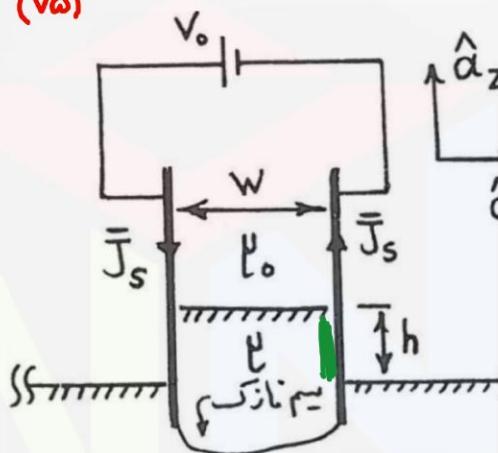
$$= I_r \frac{\mu_0}{2\pi} a \left[ \frac{1}{a+n} - \frac{1}{n} \right]$$

$$= \frac{\mu_0 I_r}{2\pi} = w$$

$$I_r = \frac{4\pi w}{\mu_0 I_r}$$

### بررسی سوالات کنکور سالهای گذشته

دو صفحه فلزی نازک خیلی بزرگ به موازات یکدیگر و به فاصله  $w$  از هم قرار دارند. این دو صفحه در یک طرف به منبع  $H$  و در طرف دیگر به وسیله سیم نازکی به هم وصل گردیده‌اند بطوری که می‌توان با تقریب چگالی جریان سطحی روی صفحات فلزی را یکنواخت و برابر  $(\frac{A}{m}) J_{so} \hat{a}_z$  فرض کرد. این دو صفحه را بطور عمود داخل مایع عایقی با پرمایندهای  $\mu$  کرده‌ایم دیده می‌شود که مایع به ارتفاع  $h$  بین صفحات بالا می‌آید. اگر چگالی جرمی مایع برابر  $(\frac{kg}{m^3}) d$  و شتاب ثقل برابر  $(\frac{m}{s^2}) g$  باشد ارتفاع  $h$  را به دست آورید؟ (V6)



$$|H| = J_{so}$$

$$h = \frac{gd}{\gamma} (\mu - \mu_0) J_{so}^2 \quad -1$$

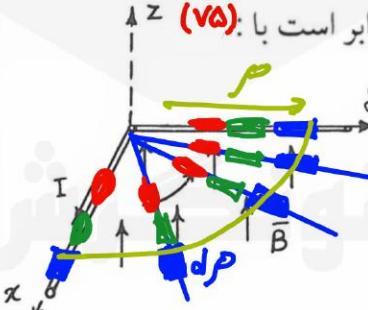
$$h = \frac{1}{\gamma gd} (\mu - \mu_0) J_{so}^2 \quad -2$$

$$h = \frac{gd}{2(\mu - \mu_0)} J_{so}^2 \quad -3$$

$$h = \frac{2(\mu - \mu_0)gd}{J_{so}^2} \quad -4$$

مکتوحه

قطعه‌ای از یک مدار به شکل یک هادی به طول  $l$  در امتداد محور  $x$  با جریان  $I$  در جهت  $\hat{a}_x$  قرار دارد. کار لازم برای اینکه میله فوق در میدان یکنواخت  $\bar{B} = B_0 \hat{a}_z$  بچرخد و روی محور  $y$  قرار گیرد برابر است با:

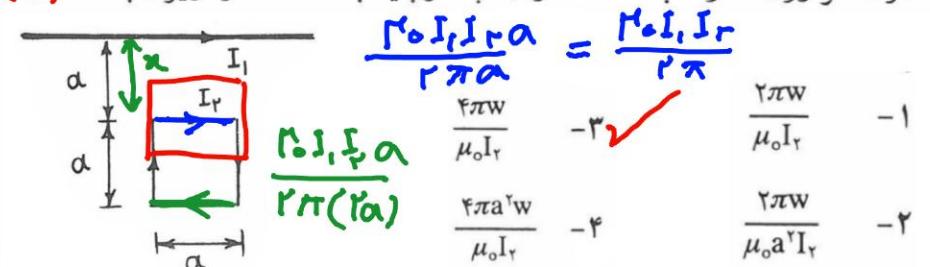


$$\frac{IB_0 l \pi}{2} \quad -1$$

$$\frac{IB_0 l \pi}{4} \quad -2$$

$$\frac{IB_0 l \pi}{2} \quad -3$$

سیم بلندی با جریان ثابت  $I_1$  و مدار سیمی بصورت مربع با ضلع  $a$  و جریان ثابت  $I_2$  مطابق شکل مفروض است. مدار  $I_2$  هم صفحه با سیم  $I_1$  بوده و زیر آن قرار دارد. اگر وزن مدار  $w$  باشد، مقدار  $I_1$  چقدر باید باشد تا مدار آویزان بماند؟ (V6)



$$\frac{\mu_0 I_1 I_2 a}{2\pi a} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$$

$$\frac{4\pi w}{\mu_0 I_2} \quad -1$$

$$\frac{4\pi a^2 w}{\mu_0 I_2} \quad -2$$

$$\frac{4\pi w}{\mu_0 a^2 I_2} \quad -3$$

# بررسی سوالات گنگور سایه‌ای گذشته

## پاسخ هوشمندانه

## بررسی سوالات گنگور سایه‌ای گذشته

جريان I در یک حلقه مربعی شکل به ضلع a در جهت مثلثاتی جاری است. حلقه در صفحه xy قرار دارد و محور آن بمحور Z منطبق است و اضلاع آن موازی محورهای x و y است. در میدان مغناطیسی یکنواخت  $\frac{wb}{m^2} \bar{B} = \bar{B}_0 (\hat{a}_x + \hat{a}_z)$  چه گشتاور نیروئی بر حلقه وارد می‌شود؟ (۷۶)

$$\bar{T} = \frac{1}{2} B_0 I a^2 \hat{a}_x \quad N.m \quad -2 \quad \bar{T} = B_0 I a^2 \hat{a}_x \quad N.m \quad -1$$

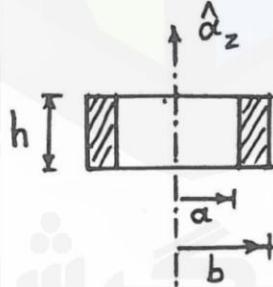
$$\bar{T} = B_0 I a^2 \hat{a}_y \quad N.m \quad -4 \quad \bar{T} = \frac{1}{2} B_0 I a^2 \hat{a}_y \quad N.m \quad -3$$

در یک خازن کروی با عایق هوا با شعاع داخلی a و شعاع خارجی b که بار Q+ و -Q روی کره‌هاست، چه نیروئی بر واحد سطح کره‌داخلی وارد می‌شود؟ (۷۶)

$$F_r = \frac{Q^r}{16\pi^2 \epsilon_r a^r} N/m^r \quad -2 \quad F_r = \frac{Q^r}{32\pi^2 \epsilon_r a^r} N/m^r \quad -1$$

$$F_r = \frac{Q^r}{16\pi \epsilon_r b^r} N/m^r \quad -4 \quad F_r = \frac{Q^r}{16\pi \epsilon_r a^r} N/m^r \quad -3$$

چه مقدار انرژی باید مصرف کنیم تا جریان ثابت I در یک چنبره با هسته هوائی به شعاع داخلی a و شعاع خارجی b با سطح مقطع مستطیل به ابعاد (b-a) و h مطابق شکل با N دور سیم پیچی برقرار شود؟ فرض بر این است که سیم پیچی منظم باشد آنچنانکه تنها مؤلفه  $B_{\phi}$  داخل هسته حضور داشته باشد و در خارج چنبره میدان صفر باشد. (۷۶)



$$W = \frac{1}{4\pi} \mu_0 N^2 I^2 h \ln \left( \frac{b}{a} \right) J \quad -3 \quad W = \frac{1}{4\pi} \mu_0 N^2 I^2 h \ln \left( \frac{b-a}{a} \right) J \quad -1$$

$$W = \frac{1}{2} \mu_0 N^2 I^2 h \ln \left( \frac{b}{a} \right) J \quad -4 \quad W = \frac{1}{4} \mu_0 N^2 I^2 h \ln \left( \frac{b-a}{a} \right) J \quad -2$$

خازن متغیری با عایق هوا، به طور خطی از ۲۵ تا ۳۵۰ پیکو فاراد، به ازای چرخش با زاویه  $\theta$  از صفر تا  $180^\circ$  درجه تغییر می‌کند. چنانچه اختلاف پتانسیل دوسر خازن ( $V = 400$ ) باشد، گشتاور نیروی اعمالی به هر یک از صفحات خازن در  $\theta = 90^\circ$  درجه چقدر است؟ (۷۶)

$$T = 9/26 \times 10^{-6} (N.m) \quad -2 \quad T = 8/28 \times 10^{-6} (N.m) \quad -1$$

$$T = 2/48 \times 10^{-6} (N.m) \quad -4 \quad T = 1/26 \times 10^{-6} (N.m) \quad -3$$

# بررسی سوالات گنگور سایه‌ای گذشته

## پاسخ هموشمذدانه

## بررسی سوالات گنگور سایه‌ای گذشته

میله آهنربائی به طول  $L = 100 \text{ mm}$  و قطر  $2a = 15 \text{ mm}$  محور با محور  $\hat{\mathbf{z}}$  مفروض است. گشتاور دوقطبی مغناطیسی کل این میله  $(\bar{m} = 800 \hat{\mathbf{a}}_z (\text{A}\cdot\text{m}^2))$  است. انرژی کل مغناطیسی ذخیره شده داخل میله را بدست آورید. میله به اندازه کافی بلند فرض می‌شود و بطور یکنواخت مغناطیس می‌باشد، بطوریکه شدت میدان مغناطیس داخل آن را ثابت فرض می‌نماییم.

$$(76) \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

$$-1 \quad -2 \quad 5/7 \text{ (KJ)} \quad -2 \quad 11/4 \text{ (KJ)} \quad -3 \quad 22/8 \text{ (KJ)} \quad -4 \quad 34/2 \text{ (KJ)}$$

سه بار الکتریکی  $q$  با جرم  $m$  در رئوس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع  $a$  قرار گرفته‌اند. اگر یکی از بارها مجاز به حرکت باشد و تنها نیروهای کولمبی حضور داشته و فضای آزاد بدون اصطکاک فرض شود، سرعت آن در پی نهایت برابر است

$$(77)$$

$$v = \frac{q}{\sqrt{ma\pi\epsilon_0}} \quad -2$$

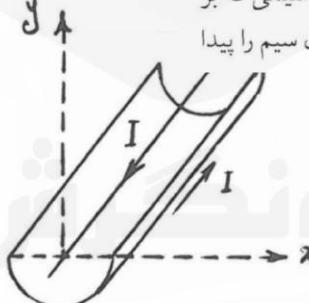
$$v = \frac{q}{\sqrt{3ma\pi\epsilon_0}} \quad -4$$

$$v = \frac{\sqrt{3}q}{\sqrt{ma\pi\epsilon_0}} \quad -1$$

$$v = \frac{q}{\sqrt{2ma\pi\epsilon_0}} \quad -3$$

از یک پوسته رسانای کامل نازک به شکل نیم استوانه و به شعاع  $a$  که طول آن بی‌نهایت فرض می‌شود جریان  $I$  به موازات محور استوانه عبور می‌کند. (جریان از سطح مقطع بطور یکنواخت عبور می‌کند) و سپس این جریان از سیمی که بر روی محور نیم استوانه قرار دارد بر می‌گردد. نیروی وارد بر واحد طول سیم را پیدا نمایید.

$$(77)$$

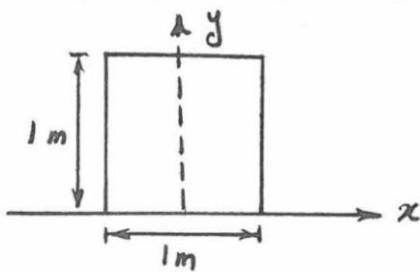


$$\frac{\mu_0 I}{\pi a} \hat{\mathbf{a}}_x \quad -3 \quad \frac{\mu_0 I}{\pi a} \hat{\mathbf{a}}_y \quad -1$$

$$-\frac{\mu_0 I}{\pi^2 a} \hat{\mathbf{a}}_x \quad -4 \quad -\frac{\mu_0 I}{\pi^2 a} \hat{\mathbf{a}}_y \quad -2$$

جریان دائم  $A = 30 \text{ A}$  از حلقه سیمی نازک به شکل مربع به ضلع  $1 \text{ m}$  مطابق شکل در صفحه  $z = 0$  عبور می‌کند. چگالی شار مغناطیسی  $\bar{B} = 0/5 \hat{\mathbf{a}}_y$  در فضا حضور دارد. گشتاور نیروی اعمالی از طرف میدان به حلقه جریان را بدست

$$(78)$$



$$\bar{T} = 1/25 \hat{\mathbf{a}}_z \quad -1$$

$$\bar{T} = 1/25 \hat{\mathbf{a}}_x \quad -2$$

$$\bar{T} = -1/25 \hat{\mathbf{a}}_y \quad -3$$

$$\bar{T} = -1/25 \hat{\mathbf{a}}_x \quad -4$$

# بررسی مسئله ۷: گذشتگر سایه‌ای

## پاسخ هوشمندانه

## بررسی مسئله ۷: گذشتگر سایه‌ای

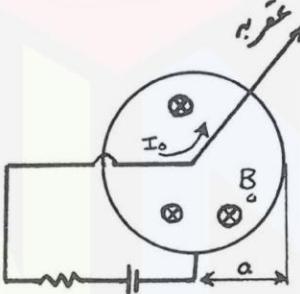
در محیط خلاء وقتی میدانهای مغناطیسی یکنواخت  $\bar{H}_1$  و  $\bar{H}_2$  هر یک به تنها بود وجود داشته باشدند فرض می‌کنیم در حجم  $V$  انرژی‌های ذخیره شده به ترتیب  $W_{m1}$  و  $W_{m2}$  هستند. وقتی دو میدان  $\bar{H}_1$  و  $\bar{H}_2$  با هم وجود داشته باشند انرژی ذخیره شده در حجم  $V$  چقدر است؟ (۷۸)

$$\bar{H}_1 = \bar{H}_1 \hat{a}_z, \quad \bar{H}_2 = -H_2 \hat{a}_z$$

$$W_{m1} + W_{m2} + \mu_0 H_1 H_2 V \quad (۱)$$

$$W_{m1} + W_{m2} - \frac{1}{4} \mu_0 H_1 H_2 V \quad (۲) \quad W_{m1} + W_{m2} + \frac{1}{4} \mu_0 H_1 H_2 V \quad (۳)$$

در شکل مقابل عقربه با حلقه تماس الکتریکی دارد و هر دو از جنس رسانای کامل هستند. جریان  $I$  در جهت نشان داده شده از عقربه می‌گذرد و در این فضا میدان مغناطیسی خارجی  $B$  بطرف داخل صفحه کاغذ برقرار شده است. مقدار و

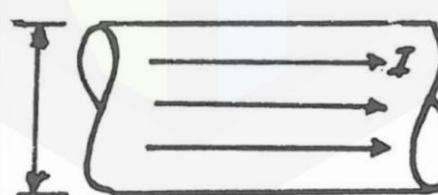


جهت بردار گشتاور نیرو ( $\bar{T}$ ) موثر بر عقربه به مراعت مرکز دایره عبارتست از:

$$(۱) \frac{1}{3} I_B a^2 \quad (۲) \text{در خلاف جهت عقربه‌های ساعت}$$

$$(۳) \frac{1}{3} I_B a^2 \quad (۴) \text{بطرف خارج صفحه کاغذ}$$

$$(۴) \text{بطرف خارج صفحه کاغذ}$$



از یک لوله فلزی با شعاع  $a$  و طول بینهایت جریان  $I$  با توزیع یکنواخت می‌گذرد. ضخامت دیواره لوله ناچیز است. مقدار و جهت فشار موثر بر دیواره لوله برابر است با:

$$(۷۸)$$

$$(۱) \frac{\mu_0 I}{4\pi^2 a^2} \text{بطرف خارج}$$

$$(۲) \frac{\mu_0 I}{2\pi a^4} \text{بطرف داخل}$$

$$(۳) \frac{\mu_0 I}{4\pi^2 a^2} \text{بطرف خارج}$$

الکترونی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت بروی محیط دایره‌ای در صفحه  $z = 0$  حرکت می‌کند. با فرض آنکه  $\bar{B} = 10^{-3} \hat{a}_z \text{ wb/m}^2$  و سرعت اولیه الکترون در  $v = 2000 \hat{a}_x \text{ m/s}$  باشد، مطلوب است محاسبه نیروی  $|\bar{F}|$  که در زمان  $t = 6^{ns}$  بر الکترون وارد می‌شود.

$$(۷۸) e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad \text{الکترون}$$

$$(۱) ۲/۴ \times 10^{-19} \text{ N}$$

$$(۲) ۳/۲ \times 10^{-19} \text{ N}$$

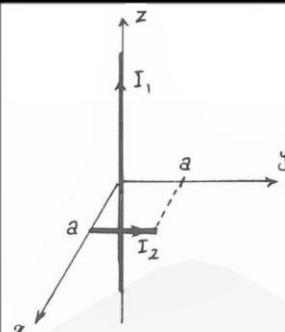
$$(۳) ۱/۲ \times 10^{-19} \text{ N}$$

$$(۱) ۲/۸ \times 10^{-19} \text{ N}$$

$$(۲) ۲/۴ \times 10^{-19} \text{ N}$$

## بررسی سوالات کنکور سالهای گذشته

### پاسخ هوشمندانه



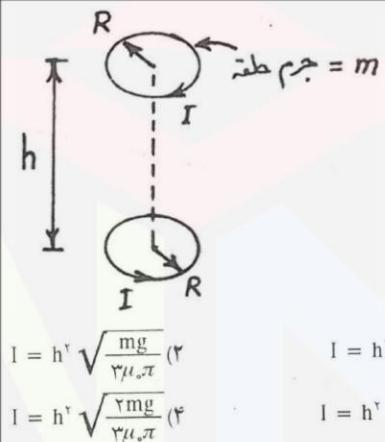
$$\bar{F}_{\tau_1} = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{4\pi} \ln 2 \quad (1)$$

$$\bar{F}_{\tau_1} = -\mu_0 \frac{I_1 I_2}{4\pi} \ln 2 \quad (2)$$

$$\bar{F}_{\tau_1} = -\mu_0 \frac{I_1 I_2}{4\pi} \ln 2 \quad (3)$$

یک سیم نامتناهی حامل جریان  $I_1$  روی محور  $z$  و یک قطعه سیم حامل جریان  $I_2$  در  $y < a < x = a, z = 0$  با جهت‌های نشان داده شده مفروض هستند. نیروی که سیم نامتناهی به قطعه سیم وارد می‌کند، چقدر است؟ (۷۹)

دو حلقه به شعاع  $1m$  و به فاصله  $h$  از یکدیگر ( $h > R$ ) دارای جریان  $I$  در جهت خلاف یکدیگر (مطابق شکل) هستند. اگر حلقه پائینی روی زمین بوده و اندازه ضریب القاء متقابل دو حلقه برابر  $\frac{\mu_0 \pi R^2}{2h^3}$  باشد، کدام رابطه میان جریان  $I$  و جرم حلقه  $m$  وجود داشته باشد تا حلقه بالایی معلق بماند؟ (۸۰)

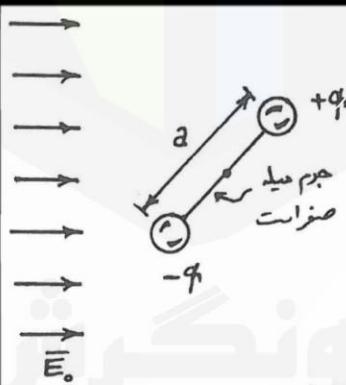


$$I = h^2 \sqrt{\frac{mg}{3\mu_0 \pi}} \quad (1)$$

$$I = h^2 \sqrt{\frac{mg}{3\mu_0 \pi}} \quad (2)$$

$$I = h^2 \sqrt{\frac{\pi mg}{\mu_0 \pi}} \quad (3)$$

$$I = h^2 \sqrt{\frac{3mg}{2\mu_0 \pi}} \quad (4)$$



یک دوقطبی الکتریکی که می‌تواند بدون اصطکاک حول محورش دوران کند، همانند شکل در میدان الکتریکی یکتواخت  $\vec{E}$  قرار گرفته است. اگر جرم کل دوقطبی  $m$  بوده و زاویه اولیه دوقطبی با خطوط  $\vec{E}$  بسیار کوچک باشد، دوقطبی با کدام فرکانس حول محورش نوسان می‌کند؟ (جوابها بر حسب هرتز هستند). (۸۰)

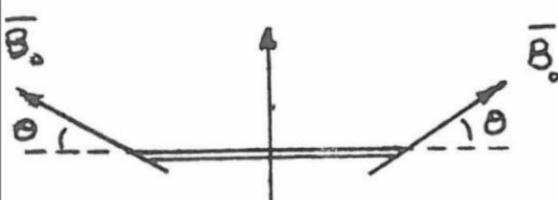
$$2\sqrt{\frac{q|\vec{E}|}{ma}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{q|\vec{E}|}{ma}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{q|\vec{E}|}{\pi ma}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{q|\vec{E}|}{2ma}} \quad (4)$$

یک حلقه دایره شکل به شعاع  $a$  حامل جریان ثابت  $I_0$  بوده و در یک میدان مغناطیسی واگرا قرار گرفته است به طوری که خطوط چگالی شار  $\vec{B}_0$  با صفحه حلقه در محل حلقه زاویه  $\theta$  می‌سازند. اگر میدان ثابت باشد، اندازه نیروی وارد بر حلقه کدام است؟ (۸۱)



$$2\pi a I_0 B_0 \quad (1)$$

$$\pi a I_0 B_0 \cos \theta \quad (2)$$

$$2\pi a I_0 B_0 \sin \theta \quad (3)$$

$$2\pi a I_0 B_0 \cos \theta \quad (4)$$

# بررسی سوالات الگوریتمی گذشته

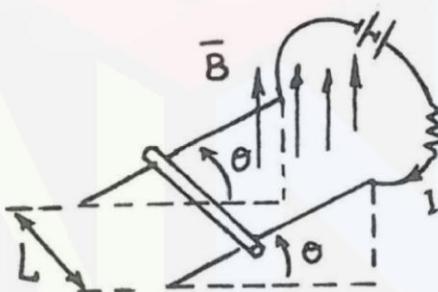
## پاسخ هوشمندانه

## بررسی سوالات الگوریتمی گذشته

ضریب القاء متقابل دو پیچک واقع روی محور  $x$ ها که بفاصله  $a$  از یکدیگر قرار دارند برابر  $\frac{k}{L_{12}}$  (ضریبی ثابت است) می‌باشد. جریان پیچک‌ها بترتیب  $I_1$  و  $I_2$  است. اگر مؤلفه نیروی اعمالی از طرف پیچک اول روی پیچک دوم در جهت  $x$  را  $F_{x1}$  بنامیم و چنانچه فاصله دو پیچک با همان جریان‌ها دو برابر شود، این مؤلفه نیرو، برابر  $F_{x2}$  می‌گردد. نسبت  $F_{x2}$  به  $F_{x1}$  چقدر است؟ (۸۱)

$$\frac{F_{x2}}{F_{x1}} = \frac{1}{2^2/2} (۴) \quad \frac{F_{x2}}{F_{x1}} = \frac{1}{16} (۳) \quad \frac{F_{x2}}{F_{x1}} = \frac{1}{4} (۲) \quad \frac{F_{x2}}{F_{x1}} = \frac{1}{2} (۱)$$

در شکل مقابل چه جریانی لازم است تا میله لغزنده روی سطح شیبدار در جای خود باقی مانده و پایین نیاید؟ (چگالی شار  $\bar{B}$  ثابت و بطرف بالاست.  $m$  جرم میله و  $g$  شتاب جاذب است). (۸۱)



$$\frac{mg}{2BL} \cot \theta (۲) \quad \frac{mg}{BL} \cot \theta (۱)$$

$$\frac{mg}{BL} \tan \theta (۴) \quad \frac{mg}{2BL} \tan \theta (۳)$$

از یک سیم هادی استوانه‌ای به شعاع  $a$  جریان مستقیم  $I$  عبور می‌کند، نسبت انرژی مغناطیسی ذخیره شده داخل استوانه تا شعاع  $r$  ( $r < a$ ) به انرژی ذخیره شده تا شعاع  $a$  برای واحد طول چقدر است؟ (۸۱)

$$\frac{W_m(r)}{W_m(a)} = \left(\frac{r}{a}\right)^2 (۲) \quad W_m(r) = \dots (۱)$$

$$\frac{W_m(r)}{W_m(a)} = \left(\frac{r}{a}\right)^4 (۴) \quad \frac{W_m(r)}{W_m(a)} = \left(\frac{r}{a}\right)^2 (۳)$$

در مختصات استوانه‌ای حلقه جریانی در صفحه  $z=0$  هم مرکز با مبدأ مختصات به شعاع  $a$  با جریان  $I = I_0 \hat{\phi}$  در محیطی با میدان  $H = H_0 \hat{H}$  در فضای آزاد قرار دارد. گشتاور نیروی اعمالی به آن چقدر است؟ (۸۲)

$$\bar{T} = -\hat{\phi} \pi a^2 I \mu_0 H_0 (۲) \quad \bar{T} = -\pi a^2 I \mu_0 H_0 \hat{t} (۱)$$

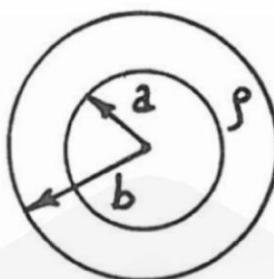
$$\bar{T} = +\hat{t} \pi a^2 I \mu_0 H_0 (۴) \quad \bar{T} = \hat{\phi} \pi a^2 I \mu_0 H_0 (۳)$$

## بررسی سوالات کنکور سالهای گذشته

### پاسخ هوشمندانه

### بررسی سوالات کنکور سالهای گذشته

انرژی لازم برای ایجاد یک لایه کروی بار الکتریکی با چگالی حجمی یکنواخت  $\rho$  در ناحیه  $b < r < a$  چقدر است؟ (۸۲)



$$W = \frac{4\pi\rho^2}{3\varepsilon_0} (b^3 - a^3) \quad (1)$$

$$W = \left(\frac{4\pi\rho}{3\varepsilon_0}\right)^2 (b^3 - a^3) \varepsilon_0 \quad (2)$$

$$W = \frac{1}{\varepsilon_0} \left[ \frac{4\pi}{3} (b^3 - a^3) \rho \right]^2 \quad (3)$$

$$W = \frac{2\pi\rho^2}{15\varepsilon_0} (3a^5 + 2b^5 - 5a^3b^3) \quad (4)$$

یک سیم هادی روی محور  $y$  در ناحیه  $-2m \leq y \leq 2m$  - حامل جریان  $I = 10A$  است. اگر میدان  $\bar{B} = B_0 \hat{x}$  در این ناحیه وجود داشته باشد کار انجام شده برای انتقال سیم فوق به محل زیر با حفظ جهت سیم چند ژول است؟ (۸۲) ( $x = 12m$ ,

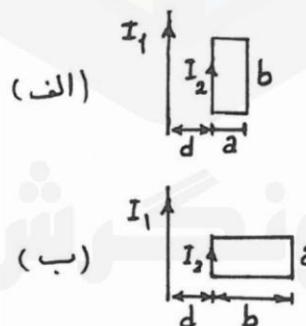
۳۶(۴)

۴۴(۳)

۷۲/۵۶(۲)

۷۵/۳۵(۱)

حلقه‌ای به ابعاد  $a$  و  $b$  با جریان  $I_2$  مطابق شکل "الف" به موازات سیم بلندی  $d$  با جریان  $I_1$  و به فاصله  $d$  از آن قرار دارد. اگر حلقه را در صفحه کاغذ  $90^\circ$  بچرخانیم که شکل "ب" عاید شود چقدر کار انجام داده‌ایم؟ (۸۳)



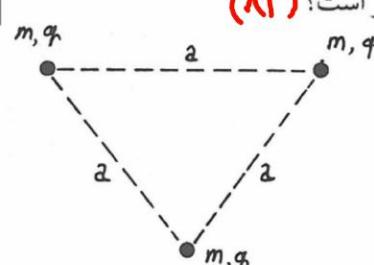
$$I_1 I_2 \frac{\mu_0}{2\pi} \left\{ \ln \frac{(d+b)b d}{ad} \right\} \quad (1)$$

$$I_1 I_2 \frac{\mu_0}{2\pi} \left\{ \ln \frac{(d+b)(d+a)}{bd} \right\} \quad (2)$$

$$I_1 I_2 \frac{\mu_0}{2\pi} \left\{ a \ln \frac{d+b}{d} - b \ln \frac{d+a}{d} \right\} \quad (3)$$

$$I_1 I_2 \frac{\mu_0}{2\pi} \left\{ b \ln \frac{d+b}{d} - a \ln \frac{d+a}{b} \right\} \quad (4)$$

در فضای خالی سه ذره یکسان به جرم  $m$ ، بار الکتریکی  $q$  و شعاع بسیار ناچیز بر روی سه رأس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع  $a$  نگاه داشته شده‌اند. در لحظه‌ای از زمان نیروهای خارجی نگهدارنده این سه ذره حذف می‌شوند و لذا آنها از یکدیگر فاصله  $m$  می‌گیرند. سرعت این ذرات در نقاط بینیانیت دور با کدام گزینه برابر است؟ (۸۳)



$$\frac{\sqrt{3}q}{\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 am} \quad (1)$$

$$\frac{q}{\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 am} \quad (2)$$

$$\frac{q}{\sqrt{\pi\varepsilon_0 am}} \quad (3)$$

$$\frac{q}{\sqrt{2}\pi\varepsilon_0 am} \quad (4)$$

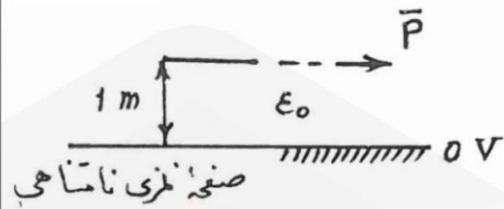
# بررسی سوالات الکتروسایهای گذشته

## پاسخ هوشمندانه

## بررسی سوالات الکتروسایهای گذشته

یک دوقطبی الکتریکی دیفرانسیلی با گشتاور  $\vec{P} = |P|$  کولن متر از نقطه‌ای در بینهایت به فاصله یک مترا از صفحه فلزی نامتناهی منتقل می‌شود. فرض کنید همانند شکل، صفحه فلزی زمین شده، و دوقطبی به موازات آن استقرار یافته است. کار انجام شده توسط عامل خارجی چند ژول بوده است؟

$$(84) \quad (\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \frac{F}{m})$$



$$+4.5 \times 10^{-9} \quad (1)$$

$$-4.5 \times 10^{-9} \quad (2)$$

$$+1.125 \times 10^{-9} \quad (3)$$

$$-1.125 \times 10^{-9} \quad (4)$$

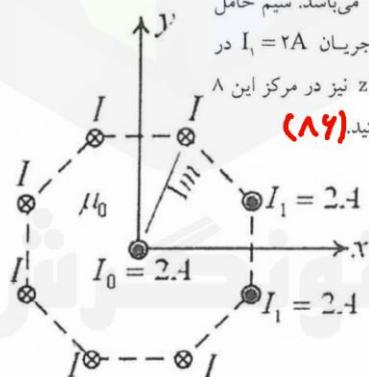
منحنی  $H$ -Mربوط به یک ماده فرومغناطیس بصورت  $\vec{B} = \mu_0 k |\vec{H}| \vec{H}$  تقریب زده می‌شود بطوریکه  $k$  عدد ثابت برحسب  $(\frac{m}{A})$  است. کار انجام شده در واحد حجم جهت مغناطیس کردن این ماده از مقدار صفر تا مقدار نهایی  $B$  چقدر است؟

(85)

$$\frac{2}{3} \frac{B_0^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{\mu_0 k}} \quad (4) \quad \frac{2}{3} (\mu_0 k B_0)^{\frac{3}{2}} \quad (3) \quad \frac{2}{\mu_0 k} \frac{B_0^{\frac{3}{2}}}{2} \quad (2) \quad 2\mu_0 B_0^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

هشت سیم نازک جریان، در رئوس یک  $8$  ضلعی منتظم حول محور  $z$  ها و موازی با آن قرار دارند. فاصله سیم‌ها تا محور  $z$  نیز  $1 \text{ m}$  مطابق شکل ۶ می‌باشد. سیم حامل جریان  $I = 1 \text{ A}$  در خلاف جهت محور  $z$  ها و دو سیم مجاور حامل جریان  $I_0 = 2 \text{ A}$  در جهت محور  $z$  نیز در مرکز این  $8$  ضلعی قرار دارد. نیروی وارد شده بر واحد طول سیم مرکزی را حساب کنید.

(86)



$$\vec{F} = \frac{2\mu_0}{\pi} \sqrt{2 + \sqrt{2}} \hat{x} \quad (1)$$

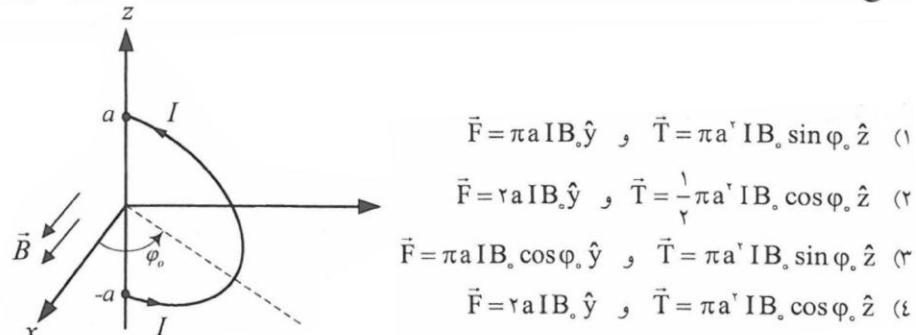
$$\vec{F} = -\frac{2\mu_0}{\pi} \sqrt{2} \hat{x} \quad (2)$$

$$\vec{F} = -\frac{2\mu_0}{\pi} \sqrt{2 + \sqrt{2}} \hat{x} \quad (3)$$

$$\vec{F} = \frac{2\mu_0}{\pi} \sqrt{2} \hat{x} \quad (4)$$

در میدان مغناطیسی ثابت  $\vec{B} = B_0 \hat{x}$  مطابق شکل به نیم حلقه دایروی به شعاع  $a$  در صفحه  $\varphi = \varphi_0$  با جریان ثابت  $I$  چه نیرو و گشتاوری وارد می‌شود؟

(87)



$$\vec{F} = \pi a I B_0 \hat{y} \quad \text{و} \quad \vec{T} = \pi a^2 I B_0 \sin \varphi_0 \hat{z} \quad (1)$$

$$\vec{F} = \pi a I B_0 \hat{y} \quad \text{و} \quad \vec{T} = \frac{1}{2} \pi a^2 I B_0 \cos \varphi_0 \hat{z} \quad (2)$$

$$\vec{F} = \pi a I B_0 \cos \varphi_0 \hat{y} \quad \text{و} \quad \vec{T} = \pi a^2 I B_0 \sin \varphi_0 \hat{z} \quad (3)$$

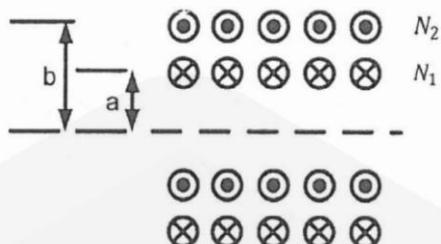
$$\vec{F} = \pi a I B_0 \hat{y} \quad \text{و} \quad \vec{T} = \pi a^2 I B_0 \cos \varphi_0 \hat{z} \quad (4)$$

## بررسی سوالات گنگورسکی‌ای گذشته

### پاسخ هوشمندانه

### بررسی سوالات گنگورسکی‌ای گذشته

دو سیم پیچی خیلی بلند متحدم‌المحور به شعاع‌های  $a$  و  $b$  با جریان‌های یکسان  $I=1\text{ A}$  در جهت‌های نشان داده شده و تعداد دور سیم‌پیچی‌ها در واحد طول بترتیب  $N_1$  و  $N_2$  مطابق شکل مفروض هستند از این‌گونه کل مغناطیسی ذخیره شده در واحد طول چقدر است؟



$$\frac{1}{2} \mu_0 \pi (a^r N_1^r + b^r N_2^r + 2N_1 N_2 a^r) \quad (1)$$

$$\mu_0 \pi (a^r N_1^r + b^r N_2^r + N_1 N_2 ab) \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \mu_0 \pi (a^r N_1^r + b^r N_2^r - 2N_1 N_2 a^r) \quad (3)$$

$$\mu_0 \pi (\frac{1}{2} a^r N_1^r + \frac{1}{2} b^r N_2^r - 2N_1 N_2 a^r) \quad (4)$$

نسبت انرژی الکتریکی  $W$  لازم برای تشکیل یک لایه بار الکتریکی در فضای خالی بین دو سطح کروی  $r = a$  و  $r = 2a$  با چگالی حجمی ثابت  $\rho$  به کل بار الکتریکی موجود در لایه چقدر است؟

(۸۸)

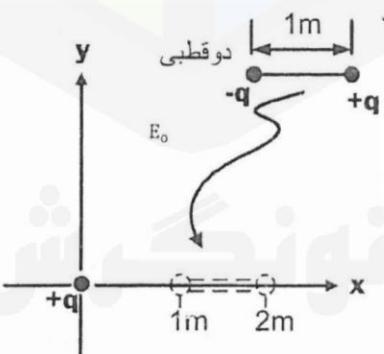
$$\frac{W}{Q} = \frac{15}{70} \frac{a^r \rho_0}{\epsilon_0} \quad (1)$$

$$\frac{W}{Q} = \frac{31}{35} \frac{a^r \rho_0}{\epsilon_0} \quad (2)$$

$$\frac{W}{Q} = \frac{15}{24} \frac{a^r \rho_0}{\epsilon_0} \quad (3)$$

$$\frac{W}{Q} = \frac{35}{48} \frac{a^r \rho_0}{\epsilon_0} \quad (4)$$

دوقطبی نشان داده شده در شکل توسط عامل خارجی از بی‌نهایت به مجاورت بار نقطه‌ای  $q$  واقع در میدان مختصات آورده می‌شود. محل نهایی دو قطبی به قسمی است که بار  $q$  در  $x = 2m$  و بار  $-q$  در  $x = 1m$  قرار می‌گیرد. اگر  $q = 1\mu C$  باشد، خارجی چند میلی‌ژول بوده است؟



$$(۸۸) \left( \epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \frac{F}{m} \right)$$

$$-13/5 \quad (1)$$

$$-4/5 \quad (2)$$

$$+4/5 \quad (3)$$

$$+13/5 \quad (4)$$

در فضای خالی یک دو قطبی مغناطیسی بی‌نهایت کوچک با گشتاور  $m\hat{z}$  در مبدأ مختصات قرار دارد. انرژی مغناطیسی ذخیره شده در ناحیه کروی

$$(۸۹) \quad \text{کدام است؟ } \varphi < \pi, 0^\circ < \theta < \frac{\pi}{2}, a < r < b$$

$$\frac{\mu_0 m^r}{48\pi} \left( \frac{1}{a^r} - \frac{1}{b^r} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 m^r}{4\pi} \left( \frac{1}{a^r} - \frac{1}{b^r} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 m^r}{4\pi} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 m^r}{48\pi} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \quad (4)$$

# بررسی سوالات گذشتہ

## پاسخ هوشمندانه

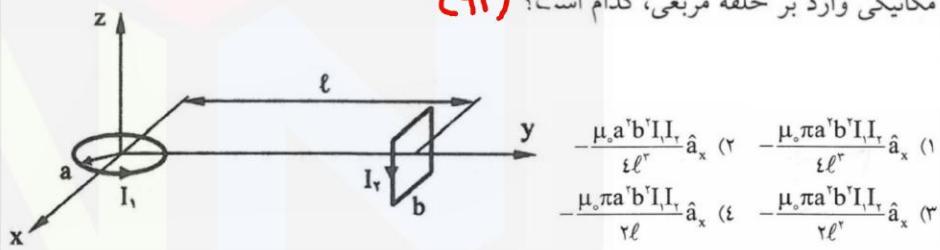
## بررسی سوالات گذشتہ

یک دوقطبی بینهایت کوچک مغناطیسی با گشتاور  $\hat{m}_z m_z$  واقع در مبدأ مختصات بر دوقطبی مغناطیسی بینهایت کوچک با گشتاور  $m_r$  که در فاصله  $d$  خیلی دور از آن در امتداد نیمساز ربع اول صفحه  $yz$  قرار دارد چه گشتاوری وارد می‌کند؟ (۹۱)

$$+ \frac{\mu_0 m_r m_z}{8\sqrt{2}\pi d^3} (\hat{y} + \hat{z}) \quad (2) \quad - \frac{\sqrt{2}\mu_0 m_r m_z}{8\pi d^3} \hat{x} \quad (1)$$

$$- \frac{\mu_0 m_r m_z}{8\sqrt{2}\pi d^3} \hat{x} \quad (4) \quad - \frac{\mu_0 m_r m_z}{8\sqrt{2}\pi d^3} (\hat{y} + \hat{z}) \quad (3)$$

در شکل زیر، در یک حلقهٔ دایره‌ای کوچک به شعاع  $a$  جریان  $I_1$  جاری است؛ و حلقهٔ مربعی کوچک به ضلع  $b$  با جریان  $I_2$  در فاصله  $\ell$  از آن قرار دارد؛ به طوری که  $a, b < \ell$  هستند و می‌توان میدان‌های حلقه‌ها را روی یکدیگر ثابت فرض نمود. گشتاور مکانیکی وارد بر حلقهٔ مربعی، کدام است؟ (۹۲)



سیم‌هایی به طول ۲ متر روی محور  $x$  به طور متقارن در صفحه  $x=0$  دارای توزیع جریان  $I$  به صورت مثلثی و در امتداد محور  $z$  می‌باشد. جریان در  $z=0$  حداقل و برابر با  $I_0$  (برحسب آمیر) و در  $z=1m$  و  $z=-1m$  برابر با صفر است. کار انجام شده برای حرکت دادن این سیم به طور موازی در صفحه  $x=0$  به نقطه  $y=10m$  در میدان مغناطیسی  $\vec{B} = 10^{-4} e^{-|y|/10} \hat{a}_x \left( \frac{wb}{m^2} \right)$  کدام است؟ (۹۳)

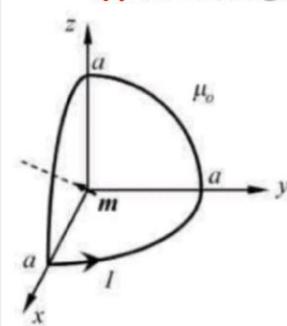
$$-10^{-3} I_0 \frac{e-1}{e} \quad (2)$$

$$-10^{-3} I_0 \frac{1-e}{e} \quad (1)$$

$$2 \times 10^{-3} I_0 \frac{e-1}{e} \quad (4)$$

$$2 \times 10^{-3} I_0 \frac{1-e}{e} \quad (3)$$

یک مسیر بسته با جریان الکتریکی  $I$  مانند شکل از سه ربع دایره هر یک به شعاع  $a$  در صفحات مختصات تشکیل شده است. اگر دو قطبی مغناطیسی با گشتاور  $\hat{m}$  (با فرض  $|m|=m$ ) در مبدأ مختصات و در جهت نیمساز زاویه  $xoz$  واقع شده باشد، بردار گشتاور نیروی وارد بر دو قطبی کدام است؟ (۹۴)



$$\frac{\mu_0 m I}{8a} (\hat{a}_z - \hat{a}_x) \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 m I \sqrt{r}}{16a} (\hat{a}_z - \hat{a}_x) \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 m I \sqrt{r}}{16a} (\hat{a}_y - \hat{a}_z) \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 m I \sqrt{r}}{8a} (\hat{a}_x + \hat{a}_y + \hat{a}_z) \quad (4)$$

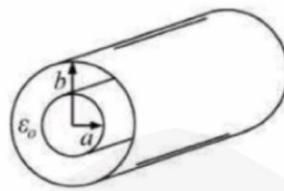
# بررسی سوالات الکتروسایهای گذشته

## پاسخ هوشمندانه

## بررسی سوالات الکتروسایهای گذشته

در کابل هم محور نشان داده شده در شکل زیر در صورت ثابت بودن  $a = b$ ، شعاع داخلی  $a$  چقدر باید باشد تا بدون آنکه شدت میدان الکتریکی درون کابل از میدان شکست  $E_b$  فراتر رود، حداقل انرژی الکتریکی در واحد

طول کابل ذخیره گردید؟ (۹۴)



$$a = \frac{b}{e} \quad (1)$$

$$a = \frac{b}{\sqrt{e}} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sqrt{e}}{2} b \quad (3)$$

$$a = \frac{3}{4} b \quad (4)$$

یک دیپل الکتریکی با ممان  $P_1 \vec{a}_z = P_2 \vec{a}_z$  در مبدأ مختصات قرار دارد. دیپل الکتریکی دیگری با ممان  $P_2 \vec{a}_z$  روی محور  $Z$  + در فاصله  $r$  از مبدأ واقع شده است. نیروی بین دو دیپل، کدام است؟ (۹۵)

$$F_r = \frac{\tau P_1 P_2}{4\pi \epsilon_0 r^3} \quad (1)$$

$$F_r = \frac{\tau P_1 P_2}{2\pi \epsilon_0 r^3} \quad (2)$$

$$F_r = -\frac{\tau P_1 P_2}{4\pi \epsilon_0 r^3} \quad (3)$$

$$F_r = -\frac{\tau P_1 P_2}{2\pi \epsilon_0 r^3} \quad (4)$$

یک کره رسانا به شعاع  $a$  دارای بار الکتریکی  $Q$  می‌باشد.  $\frac{1}{3}$  انرژی سیستم، در چه فاصله‌ای از مرکز کره نهفته است؟ (۹۶)

$$\frac{a}{3} \quad (1)$$

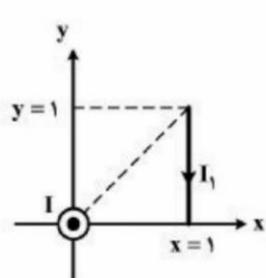
$$\frac{2a}{3} \quad (2)$$

$$\frac{3a}{2} \quad (3)$$

$$3a \quad (4)$$

مطابق شکل زیر، یک سیم بینهایت طویل که بر محور  $Z$  منطبق است، حامل جریان  $I$  به سمت خارج از صفحه است. نیروی  $F$  وارد بر بخشی از یک مدار که حامل جریان  $I_1$  در جهت  $\hat{y}$ - است و روی پاره خط کشیده شده از

$(x, y) = (1, 0)$  به  $(x, y) = (1, 1)$  قرار دارد، کدام است؟ (۹۷)



$$-\frac{\mu_0 I_1 I}{2\pi} \ln 2 \hat{z} \quad (1)$$

$$-\frac{\mu_0 I_1 I}{4\pi} \ln 2 \hat{z} \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 I_1 I}{2\pi} \ln 2 \hat{z} \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 I_1 I}{4\pi} \ln 2 \hat{z} \quad (4)$$

## بررسی مسألهٔ گنگور سلحای گذشته

### پاسخ هوشمندانه

### بررسی مسألهٔ گنگور سلحای گذشته

همانند شکل در فضای خالی، روی سطح جانبی یک استوانه بی‌نهایت طویل به شعاع  $a$  که محور آن بر محور  $z$  منطبق است، جریان  $I$  آمپر به طور یکنواخت از  $\varphi = \alpha$  تا  $\varphi = 2\pi - \alpha$  توزیع شده است. از سوی دیگر روی محور  $z$  این استوانه یک توزیع جریان رشتهدی به مقدار  $I$  آمپر در جهت  $\hat{z}$ - برقرار شده است. نیروی واحد طول وارد بر این جریان رشتهدی کدام است؟ (۹۶)

$$\begin{aligned} \hat{x} \frac{\mu_0 I}{2\pi a (2\pi - \alpha)} \sin \alpha & \quad \quad -\hat{x} \frac{\mu_0 I}{2\pi a (\pi - \alpha)} \sin \alpha \\ \hat{x} \frac{\mu_0 I}{2\pi a (\pi - \alpha)} \sin \alpha & \quad \quad -\hat{x} \frac{\mu_0 I}{2\pi a (\pi - \alpha)} \sin \alpha \end{aligned}$$

نونگرش