

قطبی شدگی و مغناطیس شدگی

میدانهای ناشی از بارهای ساکن محدود، در فضای آزاد را \bar{E} و \bar{D} می‌نامیم. در حضور این بارهای ساکن، عایق کاملی با حجم V_1 را قرار می‌دهیم. میدانها را در حالت دوم \bar{E} و \bar{D} می‌نامیم. اگر حجم خارج از V_1 را V_2 بنامیم و بردار \bar{P} ، بردار چگالی دوقطبی الکتریکی داخل عایق باشد، اختلاف انرژی الکتریکی ذخیره شده بواسطه بارهای ساکن در دو حالت یعنی $W_{e1} - W_{e2} = \Delta W_e$ حساب کنید.

$$\begin{aligned} \frac{1}{\gamma} \int_{V_1} \bar{P} \circ \bar{E} dv & - 4 & - \frac{1}{\gamma} \int_{V_1} \bar{P} \circ \bar{E} dv + \frac{1}{\gamma} \int_{V_1} \bar{D}_+ \circ \bar{E}_- dv & - 1 \\ - \frac{1}{\gamma} \int_{V_1} \bar{P} \circ \bar{E}_- dv & - 4 & - \frac{1}{\gamma} \int_{V_1} \bar{P} \circ \bar{E}_- dv + \frac{1}{\gamma} \int_{V_1} \bar{D}_- \circ \bar{E}_+ dv & - 4 \end{aligned}$$

یک کره عایق بشعاع R دارای پلاریزاسیون $\hat{a}_r = \bar{P}$ می‌باشد. پتانسیل در مرکز عایق چقدر است؟

$$\begin{aligned} -\frac{aR}{\varepsilon_o} & -\gamma & \frac{aR^\gamma}{\gamma\varepsilon_o} & -1 \\ -\frac{\gamma aR^\gamma}{\varepsilon_o} & -\gamma & \frac{\gamma aR^\gamma}{\varepsilon_o} & -\gamma \end{aligned}$$

یک استوانه به شعاع a و طول L بصورت دائمی پلاریزه شده است بطوریکه $\bar{P} = P_0 \hat{a}_z$ ثابت). بارهای مقید حجمی و سطحی را بدست آورید.

- ۱- بار حجمی صفر و بار سطحی به چگالی P_0 ، $+P_0$ - به ترتیب در قاعده بالا و پائین استوانه
 - ۲- بار حجمی صفر و بار سطحی به چگالی P_0 ، $-P_0$ + به ترتیب در قاعده بالا و پائین استوانه
 - ۳- بار حجمی به چگالی P_0 در داخل استوانه
 - ۴- صفر

میدان یکتاخت و ساکن $(\bar{E}_z = E_0(\hat{a}_z + 2\hat{a}_y))$ در فضا مفروض است چنانچه تیغه

بسیار بزرگی به ضخامت ۱۰ و ضریب نفوذ پذیری

ع را به موازات xy قرار دهیم (مطابق شکل)

مطلوب است میدانهای \bar{E} و \bar{P} در تمام فضا

بردار پلاریزاسیون الکترونیکی $\bar{P} = \epsilon_0 \epsilon_r \varepsilon$

$$= \varepsilon(\varepsilon_r - 1) \bar{E}_r \quad \text{داخل عایق} \quad P = 0, \quad E = E_a \quad \text{خارج عایق}$$

$$= \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)E \quad \text{خارج عایق} \quad P = 0, \quad E = \frac{E_0}{\varepsilon}$$

$$= \varepsilon_r (\varepsilon_r - 1) \bar{E} \quad \text{داخل عاين} \quad \bar{P} = 0, \quad \bar{E} = \bar{E}_0 \quad \text{خارج عاين}$$

$$\bar{E} = E_0 \left(\frac{1}{\xi_e} \hat{a}_z + \tau \hat{a}_y \right)$$

$$= \varepsilon(\varepsilon_r - 1) \bar{E} \quad \text{خارج عایق} \quad \bar{P} = 0, \quad \bar{E} = \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} \bar{E}_0 \quad \text{داخل عایق}$$

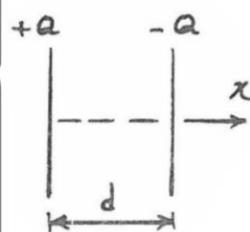
Digitized by srujanika@gmail.com

در یک استوانهٔ عایق بطول l که محور آن روی محور \hat{z} قرار دارد بردار قطبی شدگی الکتریکی یکنواخت بوده و برابر است با $\bar{P} = P_0 \hat{a}_z$. میدان و پتانسیل ناشی از این قطبی شدگی در مرکز استوانهٔ عبارت است از:

۴۹

- ۱- پتانسیل صفر و میدان درجهت \hat{z} -است
- ۳- میدان صفر و پتانسیل مثبت است
- ۲- پتانسیل صفر و میدان درجهت $\hat{a}_z +$ است
- ۴- میدان صفر و پتانسیل منفی است

مادهٔ دیالکتریک بین صفحات خازن یکنواخت نمی‌باشد و پرمیویته (ضریب دیالکتریک) بطور خطی از a روی یک صفحه تا b روی صفحه دیگر خازن



تفییر می‌کند با فرض اینکه فاصله، صفحات a و سطح صفحات S و بار روی صفحات $+Q$ و $-Q$ باشد با صرفنظر کردن از اثرات نشست کناری دانسیته (چگالی) حجمی بارپلازیزه شده (قطبی شدگی) برابر است با:

۵۰

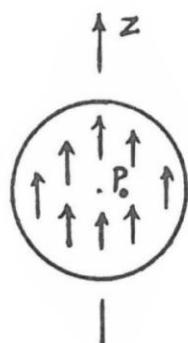
$$\frac{-Q\epsilon_0(\epsilon_1-\epsilon_0)}{sd(\epsilon_0 + \frac{\epsilon_1-\epsilon_0}{d}x)^t} \quad -4 \quad \frac{-Q\epsilon_0(\epsilon_1-\epsilon_0)}{sd(\epsilon_0 + \frac{\epsilon_1-\epsilon_0}{d}x)^t} \quad -3 \quad \frac{-Q\epsilon_0(\epsilon_1-\epsilon_0)}{sd(\epsilon_0 + \frac{\epsilon_1-\epsilon_0}{d}x)^t} \quad -2 \quad \frac{Q\epsilon_0}{sd} - 1$$

از یک هادی بلند استوانه‌ای با شعاع a و پرمایلیته (ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی) μ جریان مستقیم I عبور می‌کند هم محور با هادی، لوله‌ای توخالی و همچنان با هادی داخلی قرار می‌گیرد. شعاع داخلی هادی خارجی b و شعاع خارجی هادی بیرونی C می‌باشد بردار مغناطیس شدگی (مگنیتیزاسیون) \bar{M} برای ناحیه $c < r < b$ برابر است با:

۵۱

$$M_\varphi = \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1 \right) \frac{I}{2\pi r} \quad -2 \quad \bar{M} = 0 \quad -1$$

$$M_\varphi = \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1 \right) \frac{Ir^t}{2\pi a^t} \quad -4 \quad M_\varphi = \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1 \right) \frac{Ir^t}{2\pi a} \quad -3$$



در داخل یک کرهٔ عایق بشعاع a چگالی دوقطبی الکتریکی (بردار پلازیزاسیون) یکنواخت و برابر با $\bar{P} = P_0 \hat{a}_z$ می‌باشد. در مورد میدان و پتانسیل الکتریکی در مرکز کدام عبارت درست است؟

۵۲

- ۱- پتانسیل صفر و میدان در جهت Z -است.
- ۲- پتانسیل صفر و میدان در جهت Z است.
- ۳- پتانسیل و میدان هر دو صفراند.
- ۴- میدان صفر و پتانسیل برابر $\frac{P_0}{4\pi\epsilon_0 a}$ است.

ناحیه $d \leq z \leq d$ از ماده‌ای با ضریب نفوذپذیری (پرماینده) $\mu = \mu_0(1 + \frac{z}{d})^2$ پوشیده است. چگالی شار (فلوی) مغناطیسی $\bar{B}_b = B_0 \hat{a}_y$ را اعمال می‌نماییم. خارج این ناحیه فضای آزاد با ضریب نفوذپذیری μ است. چگالی جریان مغناطیسی (مقید) حجمی داخل ناحیه را بدست آورید.

VI

$$\bar{J}_b = -\left(1 + \frac{z}{d}\right)^2 \frac{B_0}{\mu_0 d} \hat{a}_x \quad -2$$

$$\bar{J}_b = -2 \left(1 + \frac{z}{d}\right)^2 \frac{B_0}{\mu_0 d} \hat{a}_x \quad -4$$

$$\bar{J}_b = -\frac{B_0 z}{\mu_0 d^3} \hat{a}_x \quad -1$$

$$\bar{J}_b = -\frac{B_0 z^3}{\mu_0 d^3} \hat{a}_x \quad -3$$

اگر در داخل ماده مغناطیسی بخصوصی با ضریب نفوذپذیری مغناطیسی نسبی برابر عدد ۳ با چگالی فلو مغناطیسی برابر $A_0 x \hat{a}_z$ (مقداریست ثابت) باشد،

چگالی جریانهای مغناطیسی (آمپری) عبارتست از:

$$\frac{-2A_0 \hat{a}_y}{\mu_0} \quad -2$$

$$\frac{-2A_0}{3\mu_0} \hat{a}_y \quad -4$$

$$\frac{+2A_0}{3\mu_0} \hat{a}_y \quad -1$$

$$\frac{-A_0}{3\mu_0} \hat{a}_y \quad -3$$

کابل هم محوری منطبق بر محور z ها به شعاعهای a و b مطابق شکل مفروض است، از رسانای داخلی آن جریان غیریکنواختی با چگالی $\bar{J} = ar \hat{a}_z A/m^3$ عبور می‌کند و فضای بین دو رسانا از ماده‌ای با پرماینده نسبی $\frac{1}{r} = \frac{1}{\mu}$ پوشیده است. جریانهای مقید را در سطح $r=a$ بدست آورید.

VII

$$\bar{J}_{ms} = 0 \quad -1$$

$$\bar{J}_{ms} = \frac{a^3}{3} \left(1 - \frac{1}{a}\right) \hat{a}_z \quad -2$$

$$\bar{J}_{ms} = \frac{a^3}{3} \left(\frac{1}{a} - 1\right) \hat{a}_z \quad -3$$

$$\bar{J}_{ms} = \frac{a}{3} \left(\frac{1}{a} - 1\right) \hat{a}_z \quad -4$$



یک عایق کروی با شعاع a در نظر بگیرید. این عایق تحت تأثیر یک میدان خارجی به صورت $\bar{P} = P_0 \hat{a}_z$ شده است (P_0 مقداریست ثابت). شدت میدان الکتریکی ناشی از بارهای پلاریزاسیون در مرکز کره چقدر است؟

VIII

$$-\frac{P_0}{3\epsilon_0} \hat{a}_z \quad -2$$

-4 بینهایت

$$-\frac{P_0}{6\epsilon_0} \hat{a}_z \quad -1$$

-3 صفر

سیم فلزی استوانه‌ای به شعاع a هم مرکز بامحور z ها دارای جریان I می‌باشد محیط b را از ماده‌ای با پرماینده μ پر می‌نماییم. انرژی پلاریزاسیون یعنی انرژی که با حضور جریان I ، صرف ایجاد جریان‌های مقید ناشی از پلاریزاسیون مغناطیسی در ماده می‌شود را در واحد طول z در فاصله $a < r < b$ بدست آورید.

V4

$$\frac{I^2}{4\pi(\mu-\mu_0)} \ln \frac{b}{a} \quad -2$$

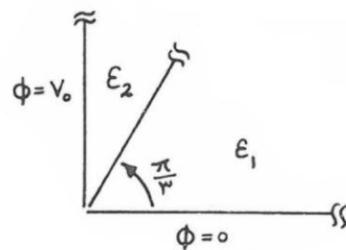
$$\frac{(\mu-\mu_0)I^2}{4\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \quad -4$$

$$\frac{4\pi(\mu-\mu_0)}{I^2} \ln \frac{b}{a} \quad -1$$

$$\frac{1}{4\pi} (\mu-\mu_0) I^2 \ln \frac{b}{a} \quad -3$$

دو نیم صفحه رسانا واقع در $\phi = \frac{\pi}{3}$ در دستگاه مختصات استوانه‌ای به تریب دارای پتانسیلهای صفر و v_0 می‌باشد. ناحیه $\frac{\pi}{3} < \phi < \pi$ را عایق کاملی با ضریب دی‌الکتریک ϵ_2 و ناحیه $\pi < \phi < \frac{\pi}{3}$ را عایق دیگری با ضریب دی‌الکتریک ϵ_1 فراگرفته است. (شکل زیر) به فرض اینکه تابع پتانسیل فقط تابع باشد چگالی بارهای سطحی مقید حاصل از دو قطبی شدن عایق‌ها در مرز $\phi = \frac{\pi}{3}$ برابر است با: (در مختصات قطبی $\nabla = \frac{\partial}{\partial r} \hat{a}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \phi} \hat{a}_\phi$)

V5 $\phi = \frac{\pi}{3}$



$$\rho_{ab} = \frac{v_0(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{(\epsilon_1 - \epsilon_2)r} \quad -1$$

$$\rho_{ab} = \frac{v_0\epsilon_0(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{4\pi(\epsilon_1 - \epsilon_2)r} \quad -2$$

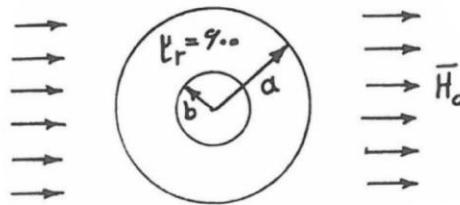
$$\rho_{ab} = \frac{v_0\epsilon_0(\epsilon_1 - \epsilon_2)}{\pi(\epsilon_1 + \epsilon_2)r} \quad -3$$

$$\rho_{ab} = \frac{6v_0\epsilon_0(\epsilon_1 - \epsilon_2)}{\pi(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)r} \quad -4$$

با آن وجود دارد (a) \rightarrow (b). کره را در میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت H_0

قار داده‌ایم. شدت میدان مغناطیسی در درون حفره تقریباً برابر است با:

$$H_{in} = H_0 \quad -1$$



$$H_{in} = \frac{1}{300} H_0 \quad -2$$

$$H_{in} = \frac{1}{600} H_0 \quad -3$$

$$H_{in} = \frac{3}{400} H_0 \quad -4$$

ناحیه $x > a$ از ماده عایق ناهمگن $\epsilon = \epsilon_0 (1 + \frac{1}{x})$ پر شده و در ناحیه $x > b$ که هوای است، میدان الکتریکی $E = E_0 \frac{V}{m}$ وجود دارد. چگالی حجمی بارهای

V6 مقید در ناحیه $x > b$ چقدر است؟

$$\rho_b = \epsilon_0 E_0 \left(\frac{x+1}{x} \right) C/m^3 \quad -2$$

$$\rho_b = 0 \quad -1$$

$$\rho_b = \frac{\epsilon_0 E_0}{(x+1)^2} C/m^3 \quad -4$$

$$\rho_b = \epsilon_0 E_0 \left(\frac{x}{x+1} \right) C/m^3 \quad -3$$

اگر ضریب حساسیت $\chi_m = -4 \times 10^{-5} \text{ wb/m}^2$ باشد، $\bar{B} = 3 \times 10^{-5} \text{ wb/m}^2$ و $\bar{M} = 3 \times 10^{-6} \text{ A/m}$ در این ماده مغناطیسی را محاسبه کنید.

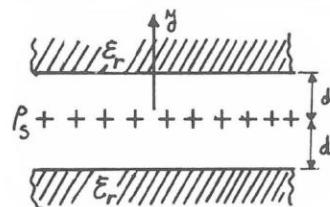
$$\circ / 0.755 \text{ mA/m} \quad (2)$$

$$\circ / 1.42 \text{ mA/m} \quad (4)$$

$$\circ / 0.956 \text{ mA/m} \quad (1)$$

$$\circ / 1.20 \text{ mA/m} \quad (3)$$

ناحیه $d > |y|$ در شکل صفحه بعد با عایقی به ضریب دی الکتریک نسبی ϵ_r پر شده است. در صفحه $y = 0$ بار سطحی نامتناهی به چگالی ثابت ρ_s وجود دارد که باعث قطبی شدگی فضای $d > y$ و $y < -d$ شده است. مطلوب است چگالی بار سطحی مقید ρ_{sb} منشای از این قطبی شدگی بر روی فصل مشترک $y = d$.



$$\rho_{sb} = \frac{-1}{\epsilon_r} \rho_s \quad (2)$$

$$\rho_{sb} = \frac{1 - \epsilon_r}{2\epsilon_r} \rho_s \quad (1)$$

$$\rho_{sb} = \frac{1 - \epsilon_r}{1 + \epsilon_r} \rho_s \quad (3)$$

$$\rho_{sb} = -\rho_s \quad (4)$$

یک کره به شعاع a از ماده مغناطیسی با بردار چگالی دوقطبی مغناطیسی ثابت $M = M_0 \hat{z}$ وجود دارد. چگالی جریان مقید حجمی و \bar{J}_{sm} چگالی جریان مقید سطحی در نقطه $(0, 0, a)$ چقدر است؟

$$\bar{J}_{sm} = \frac{M_0}{2} \hat{z} \quad (2)$$

$$\bar{J}_{sm} = M_0 \hat{z} \quad (1)$$

$$\bar{J}_{sm} = M_0 \hat{z} \quad (4)$$

$$\bar{J}_{sm} = 0 \quad (3)$$

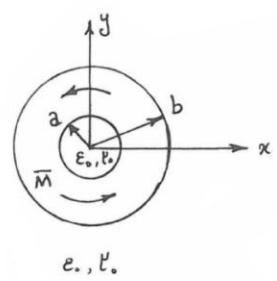
میدان مغناطیسی را در داخل کره‌ای بشعاع R و با چگالی دوقطبی یکنواخت $M_0 \hat{z}$ را برابر \bar{B} فرض می‌کنیم. چگالی بار سطحی یک پوسته کروی به شعاع R که با سرعت زاویه یکنواخت ω حول محور Z می‌چرخد و همان میدان \bar{B} را در داخل ایجاد می‌کند چقدر است؟

$$\frac{M_0}{\omega R} \sin \theta \quad (4)$$

$$\omega R M_0 \sin \theta \quad (3)$$

$$\frac{M_0}{\omega R} \quad (2)$$

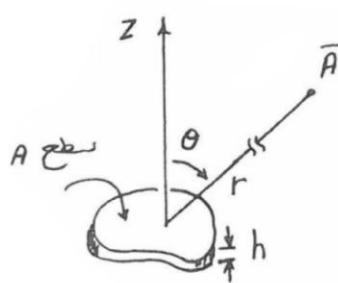
$$\omega R M_0 \quad (1)$$



$$\bar{B} = \frac{\mu_0 A}{r} \hat{\phi}, H = 0 \quad (1) \quad \bar{B} = \frac{\mu_0 A}{a} \hat{\phi}, H = 0 \quad (2)$$

$$\bar{B} = \frac{\mu_0 A}{a} \hat{\phi}, H = \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right) A \hat{\phi} \quad (3) \quad \bar{B} = \frac{\mu_0 A}{b} \hat{\phi}, H = \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right) A \hat{\phi} \quad (4)$$

یک ماده فرو مغناطیسی به شکل یک لوله بینهایت طویل با شعاع داخلی a و شعاع خارجی b به قسمی مغناطیس شده است که بردار دوقطبی مغناطیسی برای $a < r < b$ برابر $\bar{M} = \frac{A}{r} \hat{\phi}$ است. (شکل را ببینید) مطلوب است میدان های H و \bar{B} در ناحیه $a < r < b$ برابر باشند. (شکل را ببینید) مطلوب است میدان های H و \bar{B} در ناحیه $a < r < b$ برابر باشند.

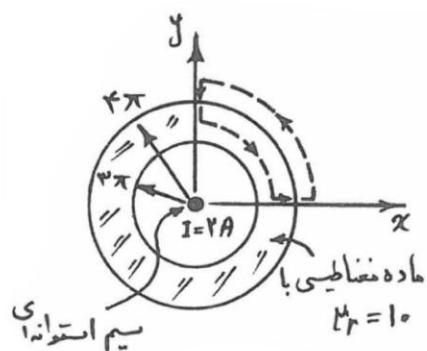


در شکل روبرو، قطعه ماده مغناطیسی بسیار نازک ($h \rightarrow 0$) نشان داده شده در امتداد محور Z به صورت یکنواخت مغناطیس شده است، یعنی $\bar{M} = M_0 \hat{Z}$ عدد ثابتی است. مطلوب است بردار پتانسیل مغناطیسی \bar{A} در نقطه ای دور از این قطعه بسیار دو از آن باشد.

$$\bar{A} = \frac{\mu_0}{4\pi r} M_0 \sin\theta \hat{\phi} \quad (1)$$

$$\bar{A} = \frac{\mu_0}{4\pi r} M_0 Ah \cos\theta \hat{\phi} \quad (2)$$

$$\bar{A} = \frac{\mu_0}{4\pi r} M_0 Ah \sin\theta \hat{\phi} \quad (3)$$

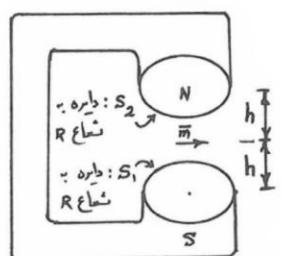


در شکل مقابل سیم و ماده مغناطیسی در امتداد محور Z کشیده شده اند. اگر جهت جریان در سیم خارج از صفحه کاغذ باشد، حاصل انتگرال $\int \bar{B} \cdot d\bar{l}$ روی مسیر خط چین چند است؟ (ابعاد داده شده به متر بوده و

$$10 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$18\pi \times 10^{-7} \quad (2) \quad -18\pi \times 10^{-7} \quad (1)$$

$$22\pi \times 10^{-7} \quad (4) \quad -22\pi \times 10^{-7} \quad (3)$$



دو قطبی \vec{m} دستاً در مرکز واقع است

کدام گزینه با اندازه گشتوار وارد بر دو قطبی افقی \vec{m} در شکل رویرو برابر است؟ فرض کنید \bar{M} بر سطوح S_1 و S_2 عمود بوده و مقدار آن بر روی این سطوح ثابت و برابر $\frac{A}{m}$ است، در حالیکه \bar{M} بر دیگر سطوح آهنربا مماس می باشد.

$$10$$

$$2|\vec{m}|(\sqrt{h^2 + R^2} - h) \quad (1) \quad 2|\vec{m}|(1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}}) \quad (2)$$

$$2\mu_0 |\vec{m}|(\sqrt{h^2 + R^2} - h) \quad (3) \quad 2\mu_0 |\vec{m}|(1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}}) \quad (4)$$

در یک کره عایق چگالی حجمی بارهای پلاریزه (قطبی شده) یکنواخت و برابر با

۸۱ ρ می‌باشد، بردار قطبی شدگی \vec{P} داخل کره کدام است؟

$$\frac{-\rho_b}{3\pi} \frac{1}{r} \hat{r} \quad (4)$$

$$\frac{-\rho_b}{3} \frac{1}{r^2} \hat{r} \quad (3)$$

$$\frac{-\rho_b}{3} \frac{1}{r} \hat{r} \quad (2)$$

$$\frac{-\rho_b}{3} r \hat{r} \quad (1)$$

روی سطح کره‌ای رسانا به شعاع a در محدوده $2a \leq R \leq 2a$ عایق یا ثابت عایقی $\bar{E}_0 = \frac{\epsilon_0 E_0}{r^2}$ باشد،

۸۲ چگالی بار سطحی ρ روی کره چند C/m^2 است؟

$$\frac{\epsilon_0 E_0}{a^2} \quad (4)$$

$$\frac{\epsilon_0 E_0}{\epsilon_0 a^2} \quad (3)$$

$$\frac{\epsilon_0 E_0}{\epsilon_0 a^2} \quad (2)$$

$$\frac{\epsilon_0 E_0}{a^2} \quad (1)$$

نواحی $z \geq 0$ به ترتیب از هوا با $\epsilon_r = 1 + \frac{2}{|z|}$ و ماده‌ای با $\epsilon_r = 1$ پر شده است. میدان \hat{E}_0 در هوا حضور دارد. کل بار پلاریزه شده در $z > 0$ در حجم استوانه‌ای به موازات محور z به شعاع مقطع a چقدر است؟

۸۳

$$\frac{\epsilon_0 E_0}{(\pi a^2)} \quad (4)$$

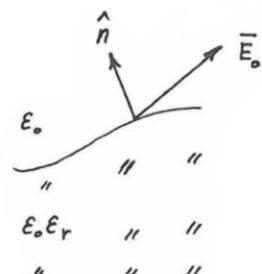
$$\epsilon_0 E_0 (\pi a^2) \quad (3)$$

$$E_0 S \quad (2)$$

$$(1) \text{ صفر}$$

شکل روبرو نقطه‌ای از فصل مشترک یک محیط عایق با هوا را نشان می‌دهد. در این نقطه میدان الکتریکی در طرف هوا \bar{E}_0 است. اگر بردار واحد عمود بر فصل مشترک در این نقطه \hat{n} باشد، کدام گزینه بردار پلاریزاسیون عایق را در همین نقطه نشان می‌دهد؟

۸۴



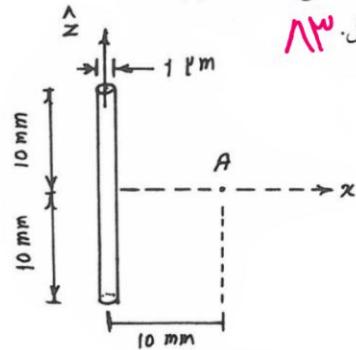
$$\epsilon_0 \frac{(\epsilon_r - 1)}{\epsilon_r} (\hat{n} \cdot \bar{E}_0) \hat{n} \quad (1)$$

$$\epsilon_0 (\epsilon_r - 1) (\hat{n} \cdot \bar{E}_0) \hat{n} \quad (2)$$

$$\epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \bar{E}_0 - \epsilon_0 \frac{(\epsilon_r - 1)^2}{\epsilon_r} (\hat{n} \cdot \bar{E}_0) \hat{n} \quad (3)$$

$$\epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \bar{E}_0 + \epsilon_0 (\epsilon_r - 1)^2 (\hat{n} \cdot \bar{E}_0) \hat{n} \quad (4)$$

یک میله الکتریت با سطح مقطع دایروی و با ابعاد نشان داده شده در شکل مفروض است. بردار پلاریزاسیون برای کلیه نقاط این الکتریت $\bar{P} = 2\hat{z} C/m^2$ میباشد. مطلوب است



میدان الکتریکی \bar{E} بر حسب $\frac{\mu V}{m}$ در نقطه A مشخص شده در شکل.

$$-\frac{\sqrt{2}}{1600\epsilon_0} \hat{z} \quad (1)$$

$$-\frac{\sqrt{2}}{400\epsilon_0} \hat{z} \quad (2)$$

$$-\frac{1}{800\epsilon_0} \hat{z} \quad (3)$$

$$-\frac{1}{200\epsilon_0} \hat{z} \quad (4)$$

در فضای خالی در ناحیه $b < r < L/a$ از دستگاه مختصات استوانه‌ای دو قطبی‌های مغناطیسی با چگالی حجمی $\bar{M} = \frac{a}{r} \hat{r}$ توزیع شده‌اند. میدان مغناطیسی \bar{B} ناشی از این دو قطبی‌ها در صفحه $z = 0$ در نقاط بسیار دور (یعنی $L > r > b$) چه وابستگی به r نشان می‌دهد و چه جهتی دارد؟

$$\frac{1}{r^2} \hat{r} \quad (4)$$

$$\frac{1}{r^2} \hat{\varphi} \quad (3)$$

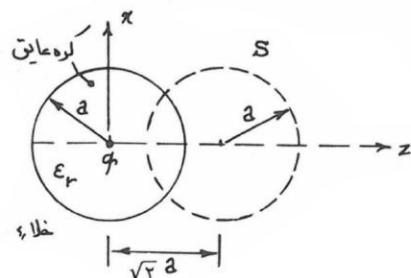
$$\frac{1}{r^2} \hat{\varphi} \quad (2)$$

$$\frac{1}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

بار نقطه‌ای q در مرکز یک کرهٔ عایق به شعاع a قرار گرفته است. ضریب عایقی

کره ϵ_r فرض می‌شود. این مجموعه در فضای خالی قرار می‌گیرد. کدام گزینه حاصل انتگرال

$\oint_S \bar{E} \cdot d\bar{s}$ است که در آن سطح کروی نشان داده شده در شکل روبرو است؟



$$-\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \frac{2 - \sqrt{2}}{4} q \quad (1)$$

$$\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \frac{2 - \sqrt{2}}{4} q \quad (2)$$

$$-\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \frac{2 - \sqrt{2}}{2} q \quad (3)$$

$$\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \frac{2 - \sqrt{2}}{2} q \quad (4)$$

بردار مغناطیس شدگی در حجم کره‌ای به شعاع R به صورت $\vec{M}_v = M_v \hat{z}$ ثابت

است) داده شده است. میدان \bar{H} در مرکز کره چقدر است؟

$$-\frac{M_v}{3} \hat{z} \quad (3)$$

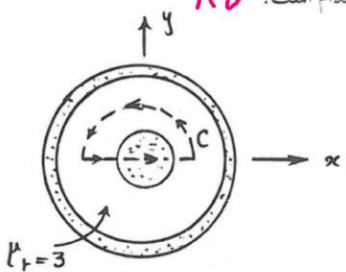
$$\frac{M_v \hat{z}}{3} \quad (1)$$

$$-\frac{2M_v}{3} \hat{z} \quad (2)$$

$$-\frac{2M_v}{3} \hat{z} \quad (4)$$

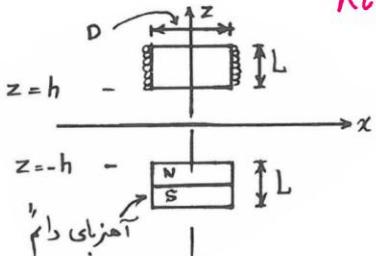
فضای داخلی کابل هم محور نشان داده شده در شکل با یک ماده مغناطیسی به ضریب نفوذی مغناطیسی نسبی $\mu_r = 3$ پر شده است. جریان رسانای مرکزی کابل (به داخل صفحه کاغذ) و جریان رسانای خارجی آن $I = 2A$ (به خارج صفحه کاغذ) است.

حاصل انتگرال $\oint_C \bar{M} \cdot d\bar{l}$. روی مسیر C مشخص شده در شکل، کدام است؟



- ۲ (۱)
- ۳ (۲)
- ۴ (۳)
- ۶ (۴)

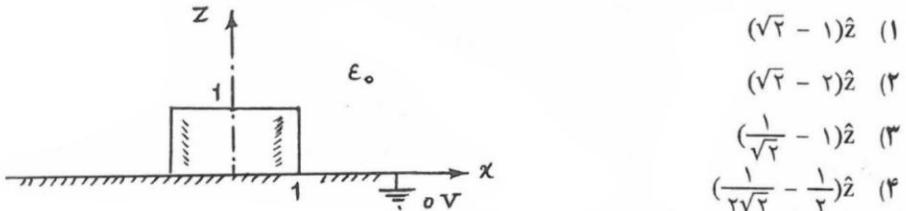
همانند شکل، یک سیم پیچ هوایی با سطح مقطع دایروی به قطر D و طول L در بالای یک آهنربای دائمی با سطح مقطع دایروی به قطر D و طول L واقع شده است. سیم پیچ از سیم‌های بسیار نازک با فشردگی زیاد ۱۰ دور در هر میلی‌متر تشکیل شده است. اگر بردار مغناطیسی شدگی آهنربای دائم $\bar{M} = 32 [A/m]$ باشد، جریان عبوری از سیم پیچ چه اندازه و چهنه داشته باشد تا میدان مغناطیسی \bar{B} در مبدأ مختصات صفر شود؟



- (۱) $30 \mu A$ در جهت $\hat{\phi}$
- (۲) $30 \mu A$ در جهت $+\hat{\phi}$
- (۳) $3/3 mA$ در جهت $\hat{\phi}$
- (۴) $3/3 mA$ در جهت $+\hat{\phi}$

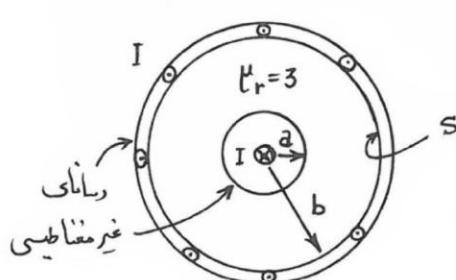
فضای درون یک استوانه به شعاع واحد و ارتفاع واحد توسط دو قطبی‌های میکروسکوپی اشغال شده است. بردار پلازماسیون برای این توزیع $P = P_0 \frac{\hat{z}}{C}$ که در آن $P_0 = \frac{1}{36\pi} F$ است. این استوانه نظیر شکل، در بالای یک صفحه نامحدود رسانا با پتانسیل صفر ولت قرار دارد. و فضای اطراف آن خلاء است. کدام گزینه برای میدان الکتریکی در مرکز قاعدة پایینی استوانه بر حسب $\frac{V}{m}$ است؟

$$\text{۸۵} \quad (\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \frac{F}{m}) \quad \frac{V}{m}$$



- (۱) $(\sqrt{2} - 1)\hat{z}$
- (۲) $(\sqrt{2} - 2)\hat{z}$
- (۳) $(\frac{1}{\sqrt{2}} - 1)\hat{z}$
- (۴) $(\frac{1}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{2})\hat{z}$

فضای داخلی یک کابل هم محور همانند شکل با یک ماده مغناطیسی پر شده است. اگر I_{bound} کل جریان مقید برون سوی موجود روی سطح S (یعنی سطح استوانه‌ای به شعاع b) بوده و I جریان یکنواخت درون سوی رسانای مرکزی کابل باشد، کدام گزینه برابر با نسبت $\frac{I_{bound}}{I}$ خواهد بود؟



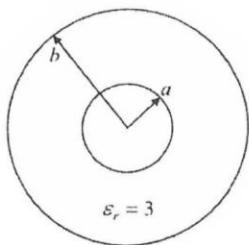
- (۱) -۲ (۱)
- (۲) ۲ (۲)
- (۳) ۳ (۳)
- (۴) -۳ (۴)

فضای داخل یک کابل هم محور با یک عایق با ضریب عایقی نسبی $\epsilon_r = 3$ پر شده است. اگر q_b کل بار مقید در واحد طول کابل روی سطح عایق در $r = b$ باشد و $\rho_L \left(\frac{C}{m} \right)$ کل بار آزاد در واحد طول کابل روی سطح رسانای داخلی به شعاع a باشد، کدام

$$\text{A4} \quad \text{گزینه برابر نسبت } \frac{q_b}{\rho_L} \text{ است؟}$$

$$\frac{1}{4} \quad (1) \quad -\frac{1}{4}$$

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



ناحیه $b < r < a$ در مختصات استوانه‌ای را یک ماده مغناطیسی غیرهمگن اشغال می‌کند. یک رشته سیم نازک، که حامل جریان I در جهت مثبت z و در امتداد محور z است، میدان مغناطیسی ثابت $\bar{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \hat{\phi}$ را در این ماده ایجاد می‌کند. جریان مقید سطحی

$$\text{A4} \quad \text{روی سطح } r = b \text{ کدام است؟}$$

$$\frac{I}{2\pi b} \hat{z} \quad (1)$$

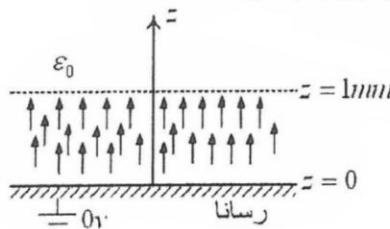
$$\frac{I(a-b)}{2\pi ab} \hat{z} \quad (2) \quad \frac{I(a+b)}{2\pi ab} \hat{z} \quad (3)$$

در شکل زیر، صفحه $z = 0$ یک صفحه رسانای نامتناهی با پتانسیل الکتریکی صفر ولت است. ناحیه $z > 0$ فضای خالی است و بخش 1 mm که $z \leq 0$ است ناحیه توسط دوقطبی‌های الکتریکی میکروسکوپی اشغال شده است. گشتاور هر یک از دوقطبی‌های میکروسکوپی $[Cm] = 2 \times 10^{-12}$ و تعداد آنها در واحد حجم 10^{-11} mm^3 است. پتانسیل الکتریکی ناشی از این دوقطبی‌ها در نقطه $(x, y, z) = (0, 0, 0)$ چند ولت

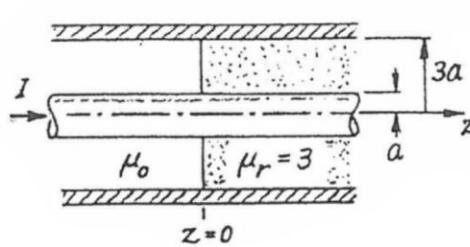
$$\text{A4} \quad (\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-12} \frac{F}{m})$$

$$36\pi \times 10^{-12} \quad (1) \quad 18\pi \times 10^{-12} \quad (3)$$

$$36\pi \times 10^{-1} \quad (4) \quad 18\pi \times 10^{-1} \quad (2)$$



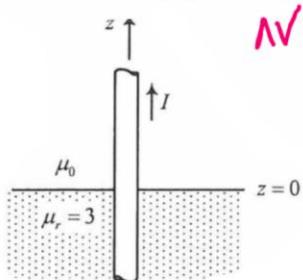
شکل زیر یک کابل هم محور متقارن را نشان می‌دهد که بخش $z > 0$ آن با یک ماده مغناطیسی با $\mu_r = 3$ پر شده است. اگر جریان عبوری از رسانای مرکزی این کابل $I = 2A$ باشد، کدام گزینه جریان مقید سطحی در فاصله $2a$ از محور سیم، روی فصل مشترک $z = 0$ را نشان می‌دهد؟



$$\frac{2}{\pi a} \hat{\phi} \quad (1) \quad -\frac{2}{\pi a} \hat{r} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\pi a} \hat{\phi} \quad (2) \quad -\frac{1}{\pi a} \hat{r} \quad (4)$$

یک سیم از ماده‌ای غیرمغناطیسی با سطح مقطع دایروی به شعاع a در داخل یک نیم فضای پر شده از ماده‌ای مغناطیسی با $\mu_r = 3$ قرار دارد. با فرض آنکه طول سیم بی‌نهایت بوده و جریان عبوری از آن $I = 2A$ باشد، جریان مقید سطحی در فاصله $2a$ از محور سیم روی فصل مشترک $z = 0$ چند آمپر بر متر است؟

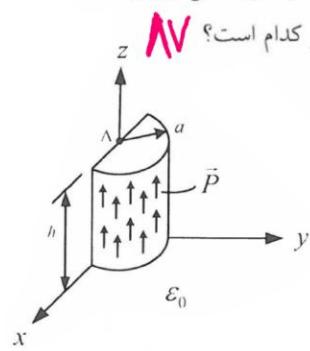


$$\frac{1}{\pi a} \hat{r} \quad (1)$$

$$\frac{2}{\pi a} \hat{r} \quad (2)$$

$$-\frac{1}{\pi a} \hat{r} \quad (3)$$

در فضای خالی دوقطبی‌های الکتریکی میکروسکوپی هر یک با گشتاور $\vec{p} = p_0 \hat{z}$ ، که تعداد آنها در واحد حجم n عدد است. ناحیه نیم استوانه‌ای شکل زیر را اشغال کرده‌اند. پتانسیل الکتریکی ناشی از این دوقطبی‌ها در نقطه A برابر کدام است؟



$$\frac{n p_0}{2\epsilon_0} (a - h + \sqrt{a^2 + h^2}) \quad (1)$$

$$\frac{n p_0}{2\epsilon_0} (a + h - \sqrt{a^2 + h^2}) \quad (2)$$

$$\frac{n p_0}{\epsilon_0} (a + h - \sqrt{a^2 + h^2}) \quad (3)$$

$$\frac{n p_0}{\epsilon_0 \epsilon_r} (a - h + \sqrt{a^2 + h^2}) \quad (4)$$

روی یک صفحه (دیسک) دایره شکل به شعاع a چگالی سطحی گردشی $\bar{k} = 2r\hat{\phi}(A/m)$ برقرار است که در آن r فاصله از مرکز دایره می‌باشد. اندازه گشتاور دو قطبی مغناطیسی (Magnetic Dipole Moment) این دیسک برابر است با:

$$\frac{\pi a^4}{4} \quad (4)$$

$$2\pi a^4 \quad (3)$$

$$\frac{\pi a^4}{2} \quad (2)$$

$$\pi a^4 \quad (1)$$

در فضای خالی در ناحیه کروی $r \leq a$ مغناطیس شدگی با چگالی یکنواخت $M = M_0 \hat{z}$ موجود است. مقدار تابع پتانسیل مغناطیسی اسکالار V_m ناشی از این مغناطیس شدگی در نقطه $(r = 2a, \theta = \frac{\pi}{4}, \varphi = 0)$ چقدر است؟ (فرض کنید مرجع پتانسیل در بی‌نهایت است).

$$\frac{M_0 a \sqrt{2}}{24} \quad (4)$$

$$\frac{M_0 a \sqrt{2}}{6} \quad (3)$$

$$\frac{2M_0 a \sqrt{2}}{3} \quad (2)$$

$$\frac{M_0 a}{3} \quad (1)$$

یک توزیع بار خطی با چگالی بار $\rho = \begin{cases} +\lambda & ; 0 < z < l \\ -\lambda & ; -l < z < 0 \end{cases}$ که در آن λ

یک عدد ثابت است، در نظر می‌گیریم. اندازه گشتاور دو قطبی (Dipole Moment) این توزیع

بار برابر است با: **۸۸**

$$4\lambda l^3 \quad (4) \quad 2\lambda l^3 \quad (3) \quad \frac{\lambda l^3}{2} \quad (2) \quad \lambda l^3 \quad (1)$$

یک استوانه نامتناهی از جنس ماده‌ای دیامغناطیس (diamagnetic) با $\mu_r = \frac{1}{2}$

ناحیه $r \leq a$ یک دستگاه مختصات استوانه‌ای را اشغال کرده است. روی سطح

جریان سطح الکتریکی با چگالی ثابت $\frac{A}{m}$ در جهت $\hat{\phi}$ در گردش است. مطلوب است

تعیین چگالی جریان مقید (bound) سطحی روی استوانه دیامغناطیس یعنی روی $r = a$

بر حسب $\frac{A}{m}$. **۸۸**

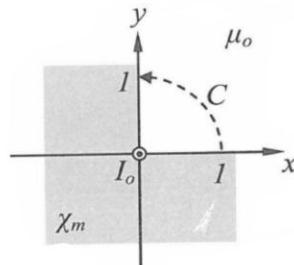
$$-\hat{\phi} \quad (4) \quad +\hat{\phi} \quad (3) \quad +\hat{\phi} \quad (2) \quad -\hat{\phi} \quad (1)$$

رشته جریان یکنواخت I_0 روی محور z قرار گرفته است. همانند شکل ناحیه

$\pi < \phi < 0$ فضای خالی و ناحیه $0 < \phi \leq 2\pi$ با یک ماده مغناطیسی همگن با حساسیت

مغناطیسی $\chi_m = 3$ پر شده است. حاصل انتگرال $\int_C \vec{H} \cdot d\vec{l}$ روی C که ربع دایره واحد در

شکل است، کدام است؟ **۸۹**



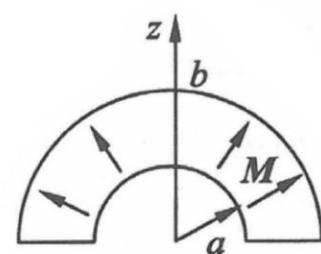
$$\frac{4}{5}I_0 \quad (2) \quad \frac{1}{4}I_0 \quad (1) \\ \frac{4}{7}I_0 \quad (4) \quad \frac{2}{5}I_0 \quad (3)$$

در حجم کره‌ای به شعاع a بارهای حجمی با چگالی بار $\rho = \rho_0 \cos \theta \left(\frac{C}{m} \right)$

(ρ_0 ثابت است) گستردۀ شده‌اند. بردار گشتاور دو قطبی الکتریکی (\vec{p} Dipole Moment)

این توزیع بار کدام است؟ **۹۰**

$$\frac{\pi \rho_0 a^3 \hat{z}}{6} \quad (4) \quad \frac{\pi \rho_0 a^4 \hat{z}}{3} \quad (3) \quad \frac{\pi \rho_0 a^4 \hat{z}}{6} \quad (2) \quad \frac{\pi \rho_0 a^3 \hat{z}}{3} \quad (1)$$



یک آهنربای دائمی به شکل نیمکره‌ای به شعاع داخلی a و شعاع خارجی b دارای مغناطیس شدگی غیریکنواخت شعاعی با بردار $\bar{M} = Cr\hat{r}$ می‌باشد که در آن C یک عدد ثابت است. اندازه پتانسیل برداری مغناطیسی $|\bar{A}|$ ناشی از این آهنربای در نقطه‌ای روی محور Z کدام است؟

$$\frac{\mu_0 C}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{1}{\sqrt{z^2 + a^2}} \right) \quad (2)$$

۴) صفر

$$\frac{\mu_0 C}{2} \left(\frac{z}{\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{z}{\sqrt{z^2 + a^2}} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 C}{2} \quad (3)$$

یک استوانه نامحدود از جنس فروالکتریک دارای پلاریزاسیون یا قطبش دائمی

$$\vec{P}(r) = \left(1 - \frac{r}{a}\right) \hat{r} \quad (1)$$

می‌باشد که در آن a شعاع استوانه و r فاصله از محور استوانه است.

این استوانه با سرعت زاویه‌ای ω حول محور خود در جهت مثلثاتی می‌چرخد. شدت میدان مغناطیسی \vec{H} درون استوانه یعنی برای $r < a < r + a$ کدام است؟

$$\frac{\omega}{r} \left(1 - \frac{r}{a}\right) \hat{z} \quad (2)$$

$$\omega r \left(1 + \frac{r}{a}\right) \hat{z} \quad (4)$$

$$\omega \left(1 - \frac{r}{a}\right) \hat{z} \quad (1)$$

$$\omega r \left(1 - \frac{r}{a}\right) \hat{z} \quad (3)$$

مطابق شکل ناحیه $\frac{L}{2} \leq r \leq L, 0 \leq \varphi < 2\pi, 0 \leq z \leq L$ توسط دو قطبی‌های

مغناطیسی با مغناطیس شدگی (M_z) پر شده است و بقیه نواحی

خلاء است. \vec{B} چگالی شار مغناطیسی ناشی از این دو قطبی‌ها در نقطه $P(\frac{L}{2}, \varphi, z)$ چقدر است؟

$$\mu_0 M_z \hat{z} \quad (2)$$

۱) صفر

$$\mu_0 M_z \left(\frac{\sqrt{5} - \sqrt{8}}{\sqrt{10}} \right) \hat{z} \quad (4)$$

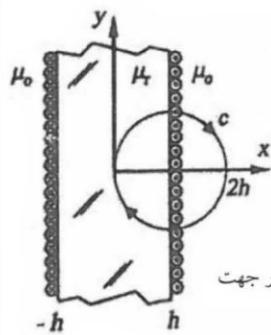
$$\mu_0 M_z \left(\frac{\sqrt{2} - \sqrt{5}}{\sqrt{10}} \right) \hat{z} \quad (3)$$

یک کره عایق به شعاع ۲ متر، به مرکز مبدأ مختصات و با حساسیت الکتریکی $\chi = 3$ در فضای خالی قرار دارد. دو بار نقطه‌ای $C = 4C$ یکی در محل

$(r, \theta, \varphi) = (1, \pi, 0)$ و دیگری در محل $(r, \theta, \varphi) = (1, 0, 0)$ در داخل کره عایق قرار

گرفته‌اند. کل بارسطحی مقید (bound) روی نیمی از سطح جانبی کره عایق به ازای $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$

چند کولن است؟



ناحیه $|x| < h$ همانند شکل توسط یک تیغه با ضریب نفوذپذیری نسبی $\mu_r = 3$ پوششده است. در حالی که فضای اطراف این تیغه خالی است. حال توسط منابع مناسب روی صفحه $x = h$ جریان الکتریکی سطحی با چگالی K_z و روی صفحه $x = -h$ جریان الکتریکی سطحی با چگالی $-K_z$ برقرار می‌شود.

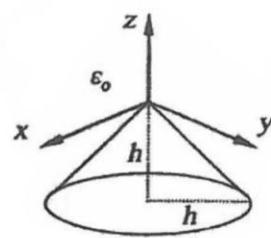
در این صورت حاصل انتگرال خط $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$ روی مسیر دایروی بسته c به شعاع h در جهت $-h$ نشان داده شده در شکل کدام است؟

$$-2\mu_0 K_z h \quad (1)$$

$$-6\mu_0 K_z h \quad (2)$$

$$-3\mu_0 K_z h \quad (3)$$

$$-\mu_0 K_z h \quad (4)$$



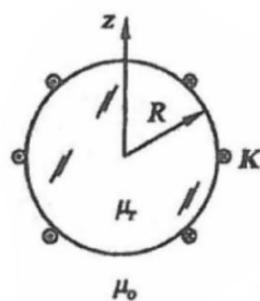
یک فضای مخروطی به شعاع قاعدة h و ارتفاع h مطابق شکل از دوقطبی‌های الکتریکی با بردار پلاریزاسیون ثابت $P\hat{z}$ در امتداد محور مخروط پرشده است. پتانسیل الکتریکی در مبدأ مختصات کدام است؟

$$\frac{Ph}{2\epsilon_0} (2 - \sqrt{2}) \quad (1)$$

$$\frac{Ph}{2\epsilon_0} (2 + \sqrt{2}) \quad (2)$$

$$\frac{Ph}{2\epsilon_0} (3\sqrt{2} - 2) \quad (3)$$

$$\frac{Ph}{2\epsilon_0} (3\sqrt{2} + 2) \quad (4)$$



یک کره به شعاع R از یک ماده مغناطیسی با ضریب نفوذپذیری نسبی $\mu_r = 4$ مفروض است. همانند شکل فضای اطراف کره خالی است و مرکز کره بر مبدأ مختصات مطبق است. روی کره سیم پیچ نازکی وجود دارد که با عبور جریان مستقیم از آن جریان سطحی الکتریکی با چگالی $\vec{K} = K_z \sin \theta \hat{\phi}$ بر روی سطح کره برقرار شده و کره مغناطیسی می‌شود.

در این صورت چگالی جریان سطحی مقدار \vec{K}_m معادل مغناطیس شدگی کره در $\theta = \frac{\pi}{2}$ کدام است؟

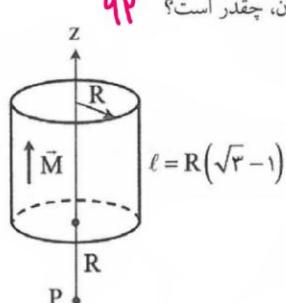
$$+K_z \hat{\phi} \quad (1)$$

$$-\frac{K_z}{3} \hat{\phi} \quad (2)$$

$$+\frac{K_z}{3} \hat{\phi} \quad (3)$$

$$-K_z \hat{\phi} \quad (4)$$

یک استوانه به شعاع R و طول $\ell = R(\sqrt{3} - 1)$ از جنس ماده مغناطیسی با یکنواخت $\vec{M} = M_z \hat{a}_z$ مطابق شکل زیر وجود دارد. مقدار \vec{B} (بردار Magnetization اندازی مغناطیسی) در نقطه P روی محور استوانه به اندازه R پایین‌تر از آن، چقدر است؟



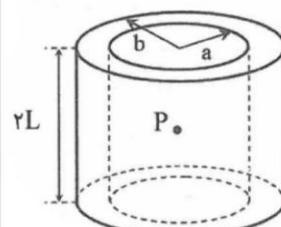
$$B_z = \frac{\mu_0 M_z}{2} (\sqrt{3} - 1) \quad (1)$$

$$B_z = \frac{\mu_0 M_z}{2} (\sqrt{3} + 1) \quad (2)$$

$$B_z = \frac{\mu_0 M_z}{\epsilon} (\sqrt{3} - \sqrt{2}) \quad (3)$$

$$B_z = \frac{\mu_0 M_z}{\epsilon} (\sqrt{3} + \sqrt{2}) \quad (4)$$

یک پوسته استوانه‌ای از ماده مغناطیسی به طول $2L$ و شعاع‌های داخلی و خارجی a و b دارای بردار مغناطیس شدگی غیریکنواخت $\vec{M} = M_0 \sin^2 \phi \hat{a}_z$ داده شده است. شدت میدان مغناطیسی \vec{H} در نقطه P واقع در مرکز جسم کدام است؟



$$\frac{M_0 L}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{b^2 + L^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2 + L^2}} \right) \hat{a}_z \quad (1)$$

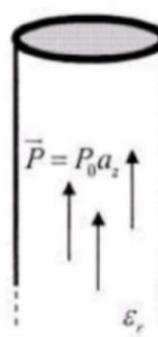
$$\frac{M_0 L}{8} \left(\frac{1}{\sqrt{b^2 + L^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2 + L^2}} \right) \hat{a}_z \quad (2)$$

$$\frac{M_0 L}{4} \left(\frac{1}{\sqrt{b^2 + L^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2 + L^2}} \right) \hat{a}_z \quad (3)$$

اگر میدان الکتریکی خارجی سبب قطبی شدگی استوانه نیمه بینهایت دی

الکتریک با ثابت دی الکتریک ϵ_r به صورت $\vec{P} = P_0 \hat{a}_z$ مطابق شکل زیر شود.

پتانسیل در لبه قاعده بالایی (محیط دایره) کدام است؟



$$\frac{P_0}{a \pi \epsilon_0} \quad (4)$$

$$\frac{P_0 a}{2 \epsilon_0} \quad (5)$$

$$\frac{P_0 a}{\pi \epsilon_0} \quad (6)$$

مرکز یک آهنربای کوچک استوانه‌ای شکل به شعاع a و طول $2L$ در مبدأ مختصات واقع و محور آن بر محور z منطبق است. اگر بردار مغناطیس شدگی این آهنربا به صورت $\vec{M} = M_0 \frac{z^2}{L^2} \hat{a}_z$ باشد، میدان مغناطیسی \vec{B} در فاصله‌ای دور از آهنربا در نقطه $(x, 0, 0)$ کدام است؟

$$-\mu_0 \frac{\tau a^2 L}{\gamma x^2} M_0 \hat{a}_z \quad (1)$$

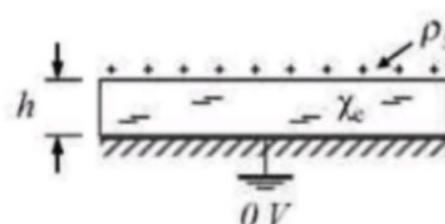
$$-\mu_0 \frac{a^2 L}{\gamma x^2} M_0 \hat{a}_z \quad (2)$$

$$-\mu_0 \frac{a^2 L}{\gamma x^2} M_0 \hat{a}_z \quad (3)$$

$$-\mu_0 \frac{a^2 L}{\gamma x^2} M_0 \hat{a}_z \quad (4)$$

در شکل زیر، بار سطحی آزاد با چگالی یکنواخت $\rho_s = 2 \frac{\mu C}{m^2}$ بر روی یک تیغه عایق نامتناهی با $\chi_e = 3$ و با ضخامت $h = 2mm$ قرار گرفته است. این تیغه عایق بر روی صفحه رسانای نامتناهی زمین شده قرار گرفته است. چگالی بارهای مقید سطحی روی فصل مشترک تیغه عایق با صفحه رسانای زمین شده چند

$$\text{است؟ } \frac{\mu C}{m^2} \quad (1)$$



$$\frac{3}{4} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \quad (3)$$

$$-\frac{3}{4} \quad (4)$$

در فضای خالی دو قطبی‌های مغناطیسی بینهایت کوچک هر یک با گشتاور $\vec{m} = m \hat{a}_z$ در ناحیه استوانه‌ای شکل با شعاع a و ارتفاع h به طور یکنواخت به قسمی توزیع شده‌اند که تعداد آنها در واحد حجم عدد بسیار بزرگ N است. شدت میدان مغناطیسی در مرکز این ناحیه استوانه‌ای شکل را \bar{H}_1 می‌نامیم. اکنون هم شعاع و هم ارتفاع این ناحیه استوانه‌ای شکل را یک‌سوم $\frac{1}{3}$ کرده ولی تعداد این دو قطبی‌ها را در واحد حجم نصف می‌کنیم. اگر شدت میدان مغناطیسی در مرکز ناحیه استوانه‌ای جدید را \bar{H}_2 بنامیم، آنگاه

$$93 \quad \frac{|\bar{H}_2|}{|\bar{H}_1|} \text{ کدام است؟}$$

- ۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{3}$

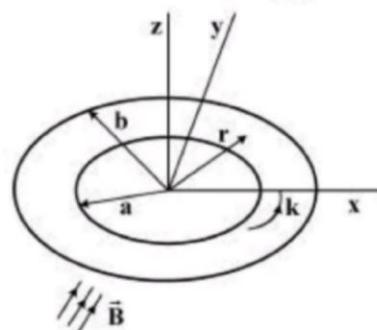
حلقه سیمی به شعاع R ، جریان I را حمل می‌کند. حلقه در صفحه $Z=0$ به مرکز مبدأ مختصات قرار گرفته است. کره کوچکی به شعاع $R < a$ از جنس مغناطیس با نفوذیتی نسبی μ_r در مرکز حلقه قرار دارد. ممان دیبل مغناطیسی کره که از میدان مغناطیسی جریان حلقه ناشی می‌شود، کدام است؟

94

$$\begin{aligned} \vec{m} &= \frac{\gamma(\mu_r - 1)\pi a^3 I}{\mu_r + 2} \hat{a}_z \quad (1) \\ \vec{m} &= \frac{\gamma(\mu_r - 1)\pi a^3 I}{\mu_r + 1} \hat{a}_z \quad (2) \\ \vec{m} &= \frac{\gamma(\mu_r - 1)\pi a^3 I}{\mu_r + 2} \hat{a}_z \quad (3) \\ \vec{m} &= \frac{\gamma(\mu_r - 1)\pi a^3 I}{\mu_r + 1} \hat{a}_z \quad (4) \end{aligned}$$

یک طوق به شعاع داخلی a و شعاع بیرونی b با چگالی سطحی جریان متغیر $\bar{k} = r \hat{a}_\phi$ در میدان مغناطیسی \bar{B} مطابق شکل زیر قرار دارد. انرژی ذخیره شده مغناطیسی، کدام است؟

95



$$\begin{aligned} \frac{\pi}{4}(b^4 - a^4)B_0 &\quad (1) \\ \frac{\pi}{2}(b^4 - a^4)B_0 &\quad (2) \\ \frac{\pi}{4}(b^4 - a^4)B_0 &\quad (3) \\ \frac{\pi}{4}(b-a)B_0 &\quad (4) \end{aligned}$$