۳۲. یک خازن متشکل از دو سطح هادی کروی هم‌مرکز و به شعاعهای a و b مفروض است. فضای بین دو کره هادی محدود به $a<r<c$ را عایقی با قابلیت گذردهی $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ اشغال کرده است. بقیه فضای بین دو کره محدود به $c<r<b$ خلأ فرض می‌شود. بارهای Q و $-Q$ روی هادیها قرار داده می‌شوند. نیرویی که به هادی بیرونی وارد می‌شود را محاسبه کنید.

۳-۱۶ مسائل

۱. میدان الکتریکی یکنواخت $\mathbf{E} = \hat{a}_x + 3\hat{a}_y - 2\hat{a}_z$ ولت بر متر در فضایی با رسانایی ۵ مهو بر متر وجود دارد. مطلوب است محاسبه:

الف) جریانی که از یک سطح دایره‌ای به شعاع $\frac{1}{2}$ متر واقع روی صفحه xy می‌گذرد.

ب) توان تلف شده در ناحیه محدود به $-1 \le x \le 1$، $0 \le y \le 3$ و $-2 \le z \le 5$. ابعاد این ناحیه برحسب متر است.

۲. یک مقاومت از جسمی با رسانایی σ و با تقارن استوانه‌ای مطابق شکل ۳-۳۱ را در نظر بگیرید. سطوح قاعده این مقاومت، واقع در $z = 0$ و $z = l$، با لایه‌ای بسیار نازک از هادی کامل پوشیده فرض می‌شوند؛ از این رو چگالی جریان در یک سطح مقطع دلخواه $z = z_0$ دارای مؤلفه ثابت J_z می‌باشد. سطح جانبی مقاومت با روابط $r = f(z)$ و $0 \le z \le l$ در دستگاه مختصات استوانه‌ای بیان می‌شود.

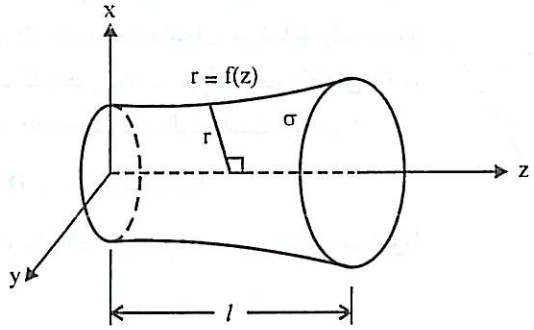
الف) نشان دهید که مقاومت بین سطوح قاعده این جسم از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R = \frac{1}{\pi} \int_0^l \frac{dz}{\sigma f^2(z)}$$

ب) با استفاده از نتیجه بند (الف) مقاومت دو جسم زیر را محاسبه کنید:

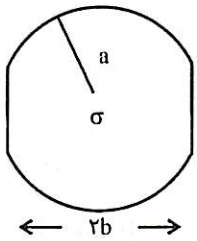
(i) یک مخروط ناقص به طول l، شعاع قاعده کوچک‌تر a و شعاع قاعده بزرگ‌تر b.

(ii) یک سهموی به طول l و به معادله $r = a + z^2/a$، $0 \le z \le l$.



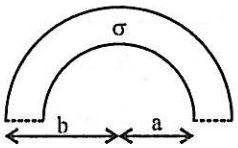
شکل ۳-۳۱

۳. مقاومت مخروط ناقص و سهموی را که در مسئله ۲ تعریف شده‌اند، وقتی که رسانایی ماده به کار رفته به طور خطی از σ_1 تا σ_2 در طول جسم تغییر کند محاسبه کنید.



شکل ۳-۳۲

۴. مقاومت یک کره ناقص به شعاع a و رسانایی σ، که در شکل ۳-۳۲ نشان داده شده است، را محاسبه کنید. طول مقاومت را برابر با ۲b فرض کنید (b<a).



شکل ۳-۳۳

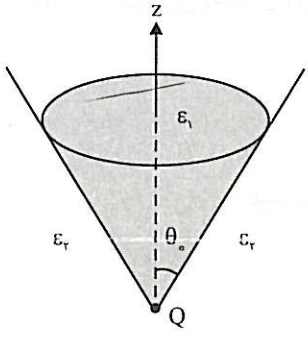
۵. یک مقاومت به‌صورت نیمی از یک لایه کروی به شعاعهای درونی و بیرونی a و b مطابق شکل ۳-۳۳ می‌باشد. رسانایی ماده به کار رفته دراین مقاومت غیرهمگن بوده و به صورت $\sigma=\sigma_0 a/r$ در امتداد شعاعی تغییر می‌کند. فرض کنید سطوح r=a و r=b با یک لایه بسیار نازک هادی کامل پوشیده شده باشند. مقاومت بین این دو سطح نیم‌کره‌ای را محاسبه کنید.

۶. سه ماده نواحی z>d، d>z>۰ و ۰>z از فضا را اشغال نموده‌اند. این سه ماده به ترتیب دارای رسانایی‌های σ_0، $3\sigma_0$ و $4\sigma_0$ و قابلیتهای گذردهی $2\varepsilon_0$، ε_0 و $3\varepsilon_0$ می‌باشند. جریانی با چگالی یکنواخت $\mathbf{J}=4\hat{a}_x-2\hat{a}_y+3\hat{a}_z$ آمپر بر متر مربع در ناحیه z>۰ وجود دارد. مطلوب است محاسبه:

الف) میدان الکتریکی $\mathbf{E}$ در ناحیه z>d.

ب) چگالی سطحی بار الکتریکی آزاد در مرز z=d.

ج) اگر لایه d>z>۰ با یک هادی کامل جایگزین گردد، نتایج مربوط به بندهای (الف) و (ب) چگونه تغییر می‌کنند؟



شکل ۳-۳۴

*۷. ناحیه $\theta<\theta_0$ از فضا را عایقی با قابلیت گذردهی ε_1، همان‌طور که در شکل ۳-۳۴ نشان داده شده است، اشغال می‌نماید. بقیه فضا را عایق دیگری با قابلیت گذردهی ε_2 فرا می‌گیرد. بار نقطه‌ای Q در رأس مخروط عایق قرار داده می‌شود. مطلوب است محاسبه:

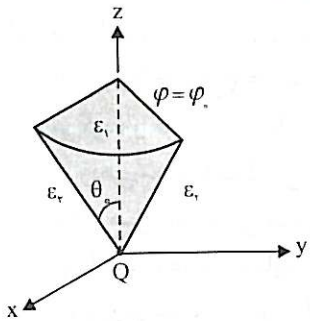
الف) میدانهای $\mathbf{E}$ و $\mathbf{D}$ در تمام نقاط فضا.

ب) چگالی سطحی بارهای القایی مقید در روی سطح مخروط $\theta=\theta_0$.

ج) چگالی حجمی بارهای القایی مقید در تمام نقاط فضا.

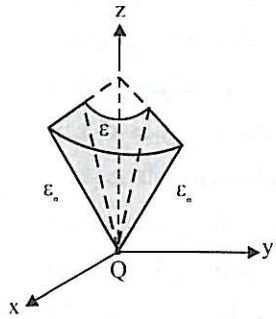
* در مسائل ۷ تا ۱۱ توجیه کنید که تابع تغییرات میدان الکتریکی $\mathbf{E}$ در تمام فضا باید یکسان باشد.

۸. مسئله ۷ را برای وقتی‌که ناحیه $0 < \theta < \theta_0$ و $0 < \varphi < \varphi_0$ از فضا را عایقی با قابلیت گذردهی ε_1 و بقیه فضا را عایق دیگری با قابلیت گذردهی ε_2، به‌صورت شکل ۳-۳۵، اشغال نموده باشد تکرار کنید. نتیجه را برای حالتی که $\theta_0 = \varphi_0 = \pi/2$، یعنی وقتی‌که $\frac{1}{8}$ اول فضا با عایقی که قابلیت گذردهی آن ε_1 است اشغال شده باشد، و $\varepsilon_2 = \varepsilon_0$ خلاصه نمایید. بار نقطه‌ای Q همچنان در مبدأ مختصات قرار دارد.



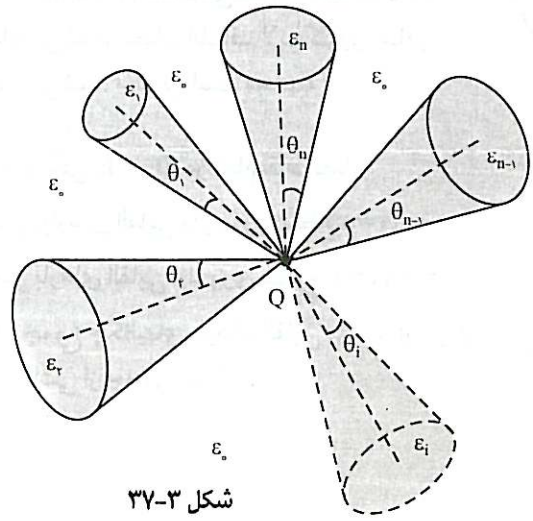
شکل ۳-۳۵

۹. مسئله ۸ را می‌توان به حالت کلی‌تری تعمیم داد، به این ترتیب که فضا توسط n سطح مخروطی به معادلات $\theta = \theta_i \; ; \; i = 1, 2, \ldots, n$ و m نیم‌صفحه به معادلات $\varphi = \varphi_j \; ; \; j = 1, 2, \ldots, m$ به نواحی متعددی تقسیم می‌شود. سپس هر ناحیه را ماده عایقی با قابلیت گذردهی معینی اشغال می‌کند. بار نقطه‌ای Q همچنان در مبدأ مختصات قرار دارد. به عنوان نمونه ساده‌ای از این حالت کلی‌تر، عایق نشان داده شده در شکل ۳-۳۶ را در نظر بگیرید. این عایق ناحیه $\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{\pi}{3}$ و $0 < \varphi < \frac{\pi}{4}$ را اشغال نموده است. قابلیت گذردهی عایق را ε و فضای اطراف عایق را ε_0 فرض کنید. میدانهای الکتریکی **E** و **D** را در تمام نقاط فضا محاسبه کنید.



شکل ۳-۳۶

۱۰. تعداد n عایق مخروطی شکل، که همگی رأس مشترکی مطابق شکل ۳-۳۷ دارند را در نظر بگیرید. نیم‌زاویه عایق مخروطی iام برابر θ_i و قابلیت گذردهی آن برابر با ε_i فرض می‌شود. فضای اطراف عایقها خلأ می‌باشد. بار نقطه‌ای Q در رأس مشترک عایقها، که منطبق بر مبدأ مختصات فرض می‌شود، قرار دارد. میدانهای الکتریکی **E** و **D** را در تمام نقاط فضا محاسبه کنید.

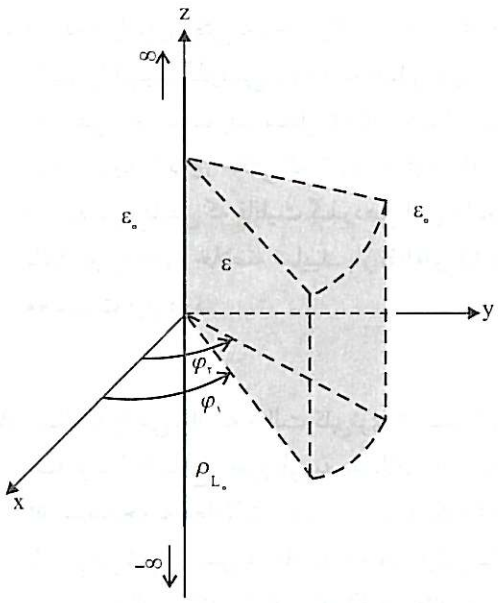


شکل ۳-۳۷

۱۱. فضا توسط n نیم‌صفحه به معادلات $\varphi=\varphi_i$; $i = ۱,۲,...,n$ به n ناحیه تقسیم می‌گردد و هر ناحیه با ماده عایقی با قابلیت گذردهی معینی اشغال می‌شود. همه عایقها دارای مرز مشترکی منطبق بر محور z می‌باشند. خط بار بینهایتی با چگالی ثابت ρ_{L_0} روی محور z قرار داده می‌شود. به عنوان نمونه ساده‌ای از این حالت کلی، عایق نشان داده شده در شکل ۳-۳۸ را در نظر بگیرید. این عایق ناحیه $\varphi_1<\varphi<\varphi_2$ را اشغال می‌نماید. قابلیت گذردهی عایق را ε و فضای اطراف آن را ε_0 فرض کنید. توجه کنید که عایق در امتداد محورهای z و r تا بینهایت ادامه دارد. مطلوب است محاسبه:

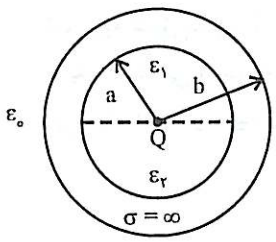
الف) میدانهای E و D در تمام نقاط فضا،

ب) چگالیهای سطحی و حجمی بارهای القایی مقید روی سطوح $\varphi=\varphi_1$، $\varphi=\varphi_2$ و در درون عایق.



شکل ۳-۳۸

۱۲. یک لایه کروی هادی به شعاعهای درونی a و بیرونی b به‌صورت شکل ۳-۳۹ را در نظر بگیرید. درون این لایه کروی را دو عایق، یکی با قابلیت گذردهی ε_1 در نیمه فوقانی $(r<a\,,\ 0<\theta<\pi/2)$ و دیگری با قابلیت گذردهی ε_2 در نیمه پایینی $(r<a\,,\ \pi/2<\theta<\pi)$ اشغال می‌کنند. بار نقطه‌ای Q در مرکز کره‌ها قرار داده می‌شود. فضای اطراف لایه کروی هادی $(r>b)$ خلأ فرض می‌شود. مطلوب است محاسبه:



شکل ۳-۳۹

الف) میدانهای الکتریکی E و D در تمام نقاط فضا،

ب) چگالی سطحی بارهای القایی مقید روی سطح r=a،

ج) چگالی سطحی بارهای القایی آزاد روی سطوح r=a و r=b،

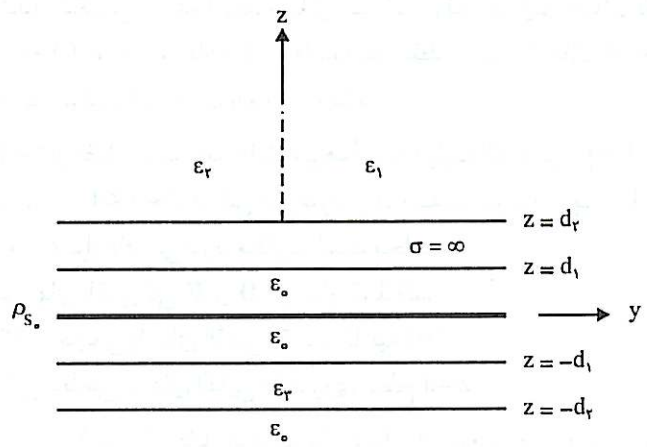
د) نشان دهید که مجموع چگالیهای بارهای القایی مقید و آزاد روی سطح r=a توزیعی یکنواخت دارد. این ویژگی را ناشی از چه می‌دانید؟

۱۳. مجموعه‌ای شامل یک صفحه بینهایت بار با چگالی توزیع یکنواخت ρ_{S_0} واقع در $z=0$، یک هادی کامل در ناحیه $d_1<z<d_2$ و سه عایق با قابلیتهای گذردهی ε_1، ε_2 و ε_3، به ترتیب نواحی $z>d_2$, $y>0$؛ $z>d_2$, $y<0$؛ $-d_1<z<-d_2$ را مطابق شکل ۳-۴۰ اشغال نموده‌اند. مطلوب است محاسبه:

الف) میدانهای الکتریکی $\mathbf{E}$ و $\mathbf{D}$ در کلیه نقاط فضا،

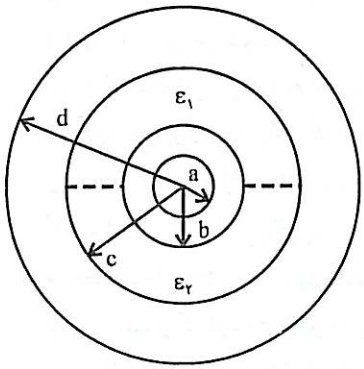
ب) چگالی توزیع بارهای القایی آزاد روی سطوح $z=d_1$, $z=d_2$،

ج) چگالی توزیع بارهای القایی مقید روی سطح $z=d_2$.



شکل ۳-۴۰

۱۴. دو لایه کروی هم‌مرکز از جنس هادی کامل به‌صورت شکل ۳-۴۱ مفروض است. فضای بین دو لایه هادی با دو عایق با قابلیتهای گذردهی ε_1 در نیمه فوقانی و ε_2 در نیمه تحتانی اشغال شده است. بارهای الکتریکی Q_1 و Q_2 به ترتیب روی هادیهای درونی و بیرونی قرار داده می‌شوند. بقیه نواحی فضا که با هادی یا عایق اشغال نشده‌اند خلأ می‌باشند. توزیع بار الکتریکی آزاد را روی سطوح $r=a$، $r=b$، $r=c$ و $r=d$ محاسبه کنید.



شکل ۳-۴۱

۱۵. یک کابل هم‌محور را که شعاعهای هادیهای درونی و بیرونی آن به ترتیب برابر با a و b هستند در نظر بگیرید. فضای بین هادیها را عایق غیرهمگنی با قابلیت گذردهی $\varepsilon=\varepsilon_0(1+\sin^2\varphi)$ اشغال می‌کند. ظرفیت کابل را به ازای واحد طول محاسبه کنید.

راهنمایی: میدان الکتریکی $\mathbf{E}$، تابع تغییراتی مستقل از φ دارد.

۱۶. یک خازن کروی دارای دو سطح هادی منطبق بر $r=a$ و $r=b>a$ می‌باشد. فضای بین دو هادی را عایق غیرهمگنی با قابلیت گذردهی $\varepsilon=\varepsilon_0(1+\sin\theta)$ اشغال می‌کند. ظرفیت این خازن را محاسبه کنید.

۱۷. مسئله ۱۶ را برای وقتی که قابلیت گذردهی عایق به‌صورت زیر باشد تکرار کنید:

$$\varepsilon=\varepsilon_0(1+\sin\theta)(1+\sin^2\varphi),\quad a<r<b$$

۱۸. یک خازن از دو سطح هادی به شکل دیسک، که شعاع هر یک برابر a و فاصله آنها برابر $d<<a$ می‌باشد، تشکیل شده است. عایق به کار رفته در این خازن دارای قابلیت گذردهی $\varepsilon=\varepsilon_0(1+e^{-r^2/a^2})$ می‌باشد که r فاصله یک نقطه در درون خازن تا محور مشترک دیسکهای هادی است. ظرفیت این خازن را محاسبه کنید.

۱۹. ناحیه $z>d$ از فضا را یک ماده عایق غیرهمگن با قابلیت گذردهی $\varepsilon=\varepsilon_0[2+e^{-(z-d)/d}]$ فرا گرفته و ناحیه $z<d$ خلأ فرض می‌شود. یک صفحه بینهایت بار با چگالی توزیع ثابت ρ_{S_0} در $z=0$ قرار داده می‌شود. مطلوب است محاسبه:

الف) میدانهای الکتریکی $\mathbf{E}$ و $\mathbf{D}$ در تمام نقاط فضا.

ب) چگالی حجمی بارهای القایی مقید در ناحیه $z>d$.

ج) چگالی سطحی بارهای القایی مقید روی سطح $z=d$.

۲۰. فضای بین دو هادی یک کابل هم‌محور، که شعاعهای درونی و بیرونی آن به ترتیب برابر با a و b است، را یک ماده عایق غیرهمگن اشغال می‌کند. قابلیت گذردهی این عایق تابع تغییراتی متناوب در امتداد طول کابل داشته و به‌صورت $\varepsilon=\varepsilon_0 f(z)$ با دوره تناوب z_0 بیان می‌شود. همچنین $f(z)\geq 1$ فرض می‌شود.

الف) ظرفیت این کابل را به ازای واحد طول برحسب تابع $f(z)$، ε_0، a و b محاسبه کنید.

ب) نتیجه را برای وقتی‌که $f(z)=1+|\sin z|$ باشد به دست آورید.

۲۱. سیستمی شامل n لایه عایق کروی هم‌مرکز و بار نقطه‌ای Q، که در مرکز مشترک کره‌های عایق قرار گرفته است، را در نظر بگیرید. قابلیت گذردهی هر یک از لایه‌های عایق کروی را تابعی دلخواه از مختصه شعاعی r فرض کنید، مشروط بر اینکه مقدار آن همواره بزرگ‌تر یا مساوی ε_0 باشد. بقیه نواحی فضا را که اجسام عایق در برنگرفته‌اند خلأ فرض کنید.

الف) نشان دهید که میدان $\mathbf{D}$ تابع تغییرات یکسانی در تمام نقاط فضا دارد.

ب) اگر میدان الکتریکی $\mathbf{E}$ در یکی از این عایقها به‌صورت $\mathbf{E}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 br}\hat{a}_r$ باشد، قابلیت گذردهی این عایق چیست؟ این عایق فضای $a<r<b$ را اشغال می‌کند.

ج) چگالی توزیع حجمی بارهای القایی مقید در عایق بند (ب) را به دست آورید.

۲۲. سیستمی شامل n لایه عایق استوانه‌ای هم‌محور و خط بار بینهایتی با چگالی ثابت ρ_{L_0}، که روی محور مشترک عایقها قرار گرفته است، را در نظربگیرید. قابلیت گذردهی هر یک از عایقهای استوانه‌ای را تابعی دلخواه از مختصه شعاعی r فرض کنید، مشروط بر اینکه مقدار آن همواره بزرگ‌تر یا مساوی ε_0 باشد. بقیه نواحی فضا را که عایقها اشغال ننموده‌اند خلأ فرض کنید.

الف) نشان دهید که میدان **D** تابع تغییرات یکسانی در تمام نقاط فضا دارد.

ب) میدان **E** و چگالی توزیع حجمی بارهای القایی مقید را در یکی از این عایقها که قابلیت گذردهی آن برابر با $\varepsilon = \varepsilon_0 (1 + e^{-r})$ می‌باشد محاسبه کنید.

ج) اگر به جای خط بار، یک استوانه هادی که شعاع آن از شعاعهای همه عایقها کوچک‌تر بوده و باری مساوی خط بار روی سطح آن توزیع شده باشد، جایگزین گردد، چه تغییراتی در نتایج بندهای (الف) و (ب) به وجود خواهد آمد؟

۲۳. ناحیه $-a < x < a$ از فضا را ماده عایقی با قابلیت گذردهی $\varepsilon = \varepsilon_0 [2 + \sin(\pi x/a)]$ اشغال نموده است. میدان الکتریکی یکنواخت $\mathbf{E}_a = E_0 \hat{a}_x$ به این ماده اِعمال می‌شود. مطلوب است محاسبه:

الف) میدان **D** در تمام نقاط فضا.

ب) میدانهای **E** و **P** در درون عایق.

ج) چگالی سطحی بارهای القایی مقید روی سطوح $x=a$ و $x=-a$ و نیز چگالی حجمی بارهای القایی مقید در درون عایق.

۲۴. مسئله ۲۳ را برای وقتی که میدان الکتریکی اولیه به‌صورت مایل به ماده عایق اِعمال شود، یعنی $\mathbf{E}_a = E_{0x} \hat{a}_x + E_{0y} \hat{a}_y$، تکرار کنید.

۲۵. ناحیه $-a < x < a$ از فضا را یک ماده عایق اشغال نموده است. وقتی که میدان اولیه‌ای با شدت $|\mathbf{E}_a| = 3$ V/m به‌این عایق اِعمال شود، بردار پلاریزاسیون $\mathbf{P} = \varepsilon_0 (\hat{a}_x + \sqrt{2}\hat{a}_y)$ (کولمب بر متر مربع) در عایق ایجاد می‌شود. مطلوب است محاسبه:

الف) میدان اولیه $\mathbf{E}_a$ در شکل برداری آن.

ب) قابلیت گذردهی نسبی (ε_r) جسم عایق.

۲۶. سه استوانه هادی هم‌محور و بینهایت طویل دارای شعاعهای a، b و c می‌باشند. فضای $a<r<b$ را ماده عایقی با قابلیت گذردهی ε_1 و فضای $b<r<c$ را عایق دیگری با قابلیت گذردهی ε_2 اشغال می‌نماید. روی استوانه درونی ($r=a$) بارالکتریکی به میزان ρ_{L_1} در واحد طول و روی استوانه بیرونی باری به میزان $-\rho_{L_2}$ در واحد طول قرار داده می‌شود. استوانه هادی میانی ($r=b$) به زمین وصل است. مطلوب است محاسبه:

الف) تابع پتانسیل در تمام نقاط فضا (پتانسیل زمین صفر فرض می‌شود)،

ب) انرژی ذخیره شده در واحد طول این مجموعه.

۲۷. ناحیه‌ای از فضا را که با رابطه $2x + y + 2z > 3$ مشخص می‌گردد، ماده عایقی با قابلیت گذردهی نسبی $\varepsilon_r = 2$ اشغال نموده است. میدان $\mathbf{E}$ در بیرون عایق، یعنی در ناحیه $2x + y + 2z < 3$، برابر با $\mathbf{E}_1 = 2\hat{a}_x + 3\hat{a}_y - 5\hat{a}_z$ است. مطلوب است محاسبه:
الف) میدانی الکتریکی $\mathbf{E}_2$ در درون عایق،
ب) چگالی سطحی بارهای القایی مقید روی سطح عایق.

۲۸. ناحیه $x > 0$ از فضا را ماده عایقی با قابلیت گذردهی $\varepsilon_2 = 4\varepsilon_0$ اشغال نموده است، در حالی‌که ناحیه $x < 0$ خلأ می‌باشد. میدانهای الکتریکی یکنواخت $\mathbf{E}_1$ و $\mathbf{E}_2$ به ترتیب در نواحی $x < 0$ و $x > 0$ از میدان اولیه $\mathbf{E}_a$ (که قبل از حضور ماده عایق وجود داشته است) پدید آمده‌اند. درصورتی‌که $\mathbf{E}_1 = 2\hat{a}_x + 3\hat{a}_y$ بوده و هیچ بار الکتریکی آزاد در مرز $x = 0$ وجود نداشته باشد، مطلوب است محاسبه:
الف) میدان $\mathbf{E}_2$ ب) میدان اولیه $\mathbf{E}_a$

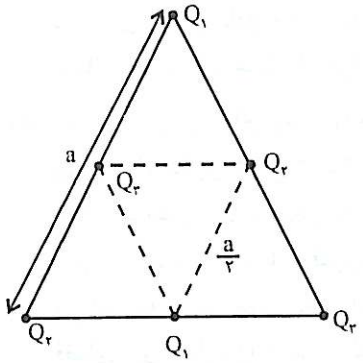
۲۹. ناحیه $x < -d$ از فضا را ماده عایقی با قابلیت گذردهی نسبی ε_r فرا گرفته است. یک خط بار بینهایت با چگالی توزیع یکنواخت ρ_{L_0} به فاصله d از سطح عایق و موازی با آن در $(x = 0, y = 0)$ قرار داده می‌شود. ناحیه $x > -d$ خلأ فرض می‌شود. مطلوب است محاسبه:
الف) میدانهای $\mathbf{E}$ و $\mathbf{D}$ در تمام نقاط فضا. تحقیق کنید که میدان الکتریکی $\mathbf{E}$ در ناحیه عایق همانند میدان حاصل از یک خط بار با چگالی $2\rho_{L_0}/(\varepsilon_r + 1)$ واقع در $(x = 0, y = 0)$ می‌باشد. همچنین میدان $\mathbf{E}$ در بیرون عایق همانند میدانی است که از خط بار اصلی و یک خط بار تصویر با چگالی $-\rho_{L_0}(\varepsilon_r - 1)/(\varepsilon_r + 1)$ واقع در $(x = -2d, y = 0)$ پدید آید.
ب) چگالی سطحی بارهای القایی مقید روی سطح $x = -d$.

۳۰. بار الکتریکی Q در درون کره‌ای به شعاع a به طور یکنواخت توزیع شده است. چه مقدار کار باید انجام گیرد تا توزیع بار متراکم شده، و در درون کره کوچک‌تری به شعاع $b < a$ قرار گیرد؟ توزیع جدید بار هم‌چنان یکنواخت است.

۳۱. بار الکتریکی Q در درون کره‌ای به شعاع a به طور یکنواخت توزیع شده است. اگر توزیع بار از حالت یکنواخت به یک توزیع غیریکنواخت با چگالی حجمی $\rho = \rho_0 \frac{r}{a}$ تغییر کند، چه مقدار انرژی از این تغییر توزیع حاصل می‌شود؟ ناحیه توزیع جدید بار هم‌چنان درون کره به شعاع a است.

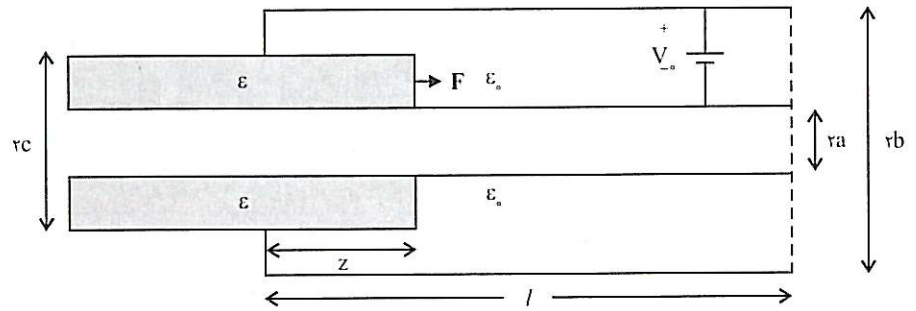
۳۲. مجموعه‌ای شامل یک توزیع بار الکتریکی با چگالی یکنواخت ρ_0 در فضایی کروی به شعاع a و یک لایه کروی هادی که هم‌مرکز با توزیع بار بوده و دارای شعاعهای درونی و بیرونی b و c می‌باشد را در نظر بگیرید. لایه کروی هادی از دو نیم‌کره تشکیل گردیده که می‌توان آنها را از یکدیگر جدا نمود. چه مقدار انرژی باید صرف نمود تا لایه کروی هادی را از اطراف بار الکتریکی دور نموده و به بینهایت انتقال داد؟ فرض کنید $a < b < c$.

۳۳. سه بار نقطه‌ای $Q_1=3q$، $Q_2=5q$ و $Q_3=-q$ در رئوس یک مثلث متساوی الاضلاع، که طول ضلع آن برابر با a می‌باشد، قرار گرفته‌اند. چه مقدار انرژی باید صرف نمود تا این بارها به رئوس مثلث متساوی‌الاضلاع کوچک‌تری که طول آن a/۲ است، به‌صورت شکل ۳-۴۲ انتقال یابند. فضای اطراف بارها را خلأ فرض کنید.



شکل ۳-۴۲

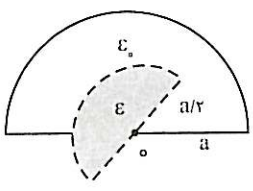
۳۴. یک خازن استوانه‌ای که شعاعهای هادیهای درونی و بیرونی آن به ترتیب a و b می‌باشند را در نظربگیرید. یک لایه عایق استوانه‌ای شکل به شعاعهای درونی a و بیرونی c (c<b)، مطابق شکل ۳-۴۳ به فضای بین دو هادی خازن داخل می‌گردد. اگر ولتاژ ثابت V_0 به هادیهای خازن اِعمال گردد، نیرویی که عایق استوانه‌ای را به درون خازن می‌کشد محاسبه کنید. قابلیت گذردهی عایق برابر با ε است.



شکل ۳-۴۳

۳۵. یک خازن کروی که شعاعهای هادیهای درونی و بیرونی آن به ترتیب برابر با a و b می‌باشند را در نظر بگیرید. فضای بین دو هادی را ماده عایق غیرهمگنی با قابلیت گذردهی $\varepsilon=\varepsilon_0\frac{r}{a}$ اشغال می‌کند. ولتاژ ثابت V_0 به دو هادی خازن اِعمال می‌شود. نیرویی که به هادی بیرونی وارد می‌شود را محاسبه کنید.

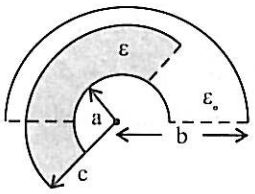
۳۶. یک خازن از دو هادی نیم‌دایره‌ای شکل به شعاع a و به فاصله d<<a از یکدیگر تشکیل شده است. صفحات هادی این خازن غیرمتحرکند، لیکن یک عایق نیم‌دایره‌ای شکل به شعاع a/۲ و ضخامت d بین دو هادی به گونه‌ای تعبیه می‌شود که بتواند حول محور نیم‌دایره‌های هادی بچرخد. فرض کنید بخشی از این عایق، مطابق شکل ۳-۴۴،



شکل ۳-۴۴

در فضای بین دو هادی قرار گرفته باشد. ولتاژ ثابت V_0 به دو صفحه هادی اِعمال می‌شود. گشتاور اِعمال شده بر لایه عایق را با فرض قابلیت گذردهی ε به دست آورید.

۳۷. یک خازن از دو سطح نیم استوانه‌ای هادی به شعاعهای درونی a و بیرونی b، مطابق شکل ۳-۴۵ تشکیل شده است. این دو سطح هادی غیرمتحرک بوده، لیکن یک لایه عایق استوانه‌ای به شعاعهای درونی و بیرونی a و c و قابلیت گذردهی ε به گونه‌ای تعبیه می‌شود که بتواند حول محور استوانه‌های هادی چرخیده و به فضای درون خازن وارد شود. ولتاژ ثابت V_0 به هادیهای این خازن اِعمال می‌شود. گشتاور اِعمال شده بر عایق را محاسبه کنید. فرض کنید a<c<b بوده و میدان الکتریکی در تمام نقاط فضای درون خازن شعاعی است.



شکل ۳-۴۵