

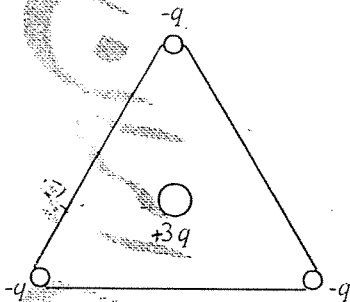
مجموعه تمرینات فیزیکی بخش الکتریسته

مسئله‌ی (۱)

بر روی سه گوشه از چهار گوشه‌ی یک هرم چهار وجهی منتظم سه بار $+q$ قرار می‌دهیم. میدان الکتریکی را در مرکز هرم محاسبه کنید. بیاال چهار وجهی منتظم است.

مسئله‌ی (۲)

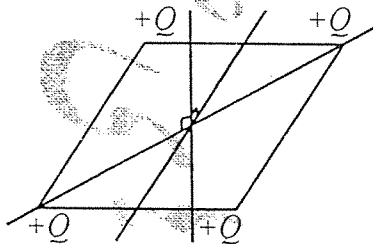
سه بار به اندازه‌های $-q$ روی یک مثلث متساوی‌الاضلاعی به طول‌های a و بار $3q$ در مرکز مثلث قرار داده شده‌اند. در فواصل خیلی دور پتانسیل $\Phi(x, y, z)$ را به دست آورید. (کافی است که اولین جمله‌ی غیر صفر را به دست آورید.)



مسئله‌ی (۳)

تعادل بارها

الف) چهار بار $+Q$ در چهار گوشه‌ی یک مربع قرار دارد. تعادل بار $+q$ را که در مرکز مربع قرار دارد در راستاهای زیر بررسی کنید. (در کدام یک از راستاها تعادل پایدار و کدام ناپایدار است.)



الف-۱) راستای قطر

الف-۲) راستای عمود بر ضلعها

الف-۳) راستای عمود بر صفحه‌ی مربع

ب) شش بار $+Q$ در شش گوشه‌ی یک مکعب قرار دارند. تعادل بار $+q$ را که در مرکز مکعب قرار دارد در راستاهای زیر بررسی کنید.

ب-۱) راستای قطر

ب-۲) راستای عمود بر وجهها

مسئله‌ی (۴)

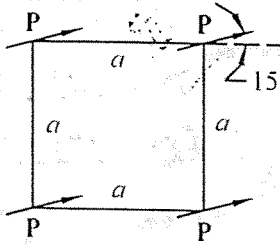
دو بار نقطه‌ای غیر همنام و نامساوی Q و q به فاصله‌ی $2a$ از یکدیگر قرار دارند. نشان دهید که سطح هم پتانسیل صفر، یک کره است.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۰)

مسئله‌ی (۵)

میدان الکتریکی که یک دو قطبی P در نقطه‌ای به فاصله‌ی r از آن ایجاد می‌کند از رابطه‌ی:

$$E(\mathbf{r}) = \frac{[3n(\mathbf{P} \cdot \mathbf{n}) - P]}{r^3}$$



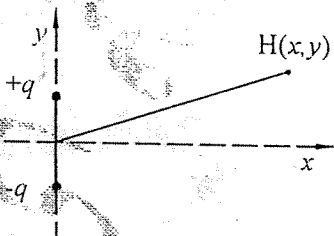
به دست می‌آید، که در آن π بردار واحد از دو قطبی تا نقطه‌ی مورد نظر است. حال چهار دو قطبی یکسان و همسایه در نظر گرفته که در رئوس یک مربع به شکل روبرو واقع است.

(الف) میدان الکتریکی در مرکز مربع چیست؟
 (ب) میدان الکتریکی در یکی از رئوس چیست؟
 (پ) دو قطبها به چه صورتی قرار گیرند تا میدان الکتریکی در مرکز مربع صفر شود.

مسئله‌ی ۶

یک دو قطبی الکتریکی مطابق شکل در مبدا مختصات قرار گرفته است. می‌دانیم که میدان حاصل از این دو قطبی در نقطه‌ای دور از مبدا روی محور x ها ($x=r \gg a$) برابر است با:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \quad E = -k(P/r^3)$$



(الف) نشان دهید که در روی محور y ها و در نقطه‌ای دور از مبدا ($r \gg a$) میدان به صورت $E = 2k(P/r^3)$ می‌باشد.

(ب) نقطه‌ای مطابق H به مختصات (x, y) در نظر بگیرید. به طریق زیر عمل کنید و مولفه‌های میدان را در این نقطه به دست آورید. بردار گشتاور دو قطبی P را بر روی محور x موازی و عمود بر بردار مکان H تجزیه کنید.

با استفاده از اطلاعات مسئله و نتیجه‌ی قسمت (الف) مولفه‌های میدان را در راستای x و y محاسبه کنید (E_x, E_y) . توجه: روش مستقیم جمع میدانهای برداری دو بار مورد نظر نمی‌باشد.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)

مسئله‌ی ۷

(الف) یک دو قطبی الکتریکی داخل یک میدان الکتریکی یکنواخت به گونه‌ای قرار گرفته که بردار دو قطبی در راستای خطوط میدان می‌باشد. نشان دهید که این سیستم در حالت تعادل است. نوع تعادل آن را تعیین کنید.

(ب) یک دو قطبی الکتریکی در یک میدان الکتریکی غیر یکنواخت وجود دارد، به طوری که بر روی یکی از خطوط میدان و هم جهت با آن بردار قطبش دو قطبی هم جهت با بردار شدت میدان قرار دارد. یک عبارت ریاضی برای نیروی وارد بر دو قطبی بیابید. (این عبارت را به ساده‌ترین شکل ممکن بنویسید.)

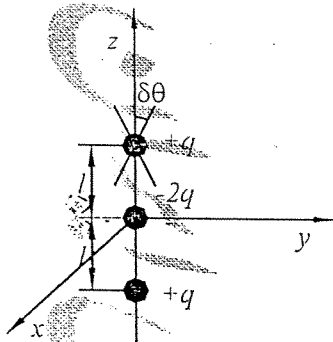
(پ) هر گاه یک سیستم از دو قطبی کوچک بی‌بار در داخل یک میدان الکتریکی قرار گیرد، در اثر میدان الکتریکی چگال بارهای آن جابه‌جا شده به طوری که یک دو قطبی کوچک ایجاد می‌شود و رابطه‌ی بردار شدت میدان به صورت $E = KP$ است که K یک ثابت بوده که بستگی به جنس و شکل جسم عایق دارد. حال فرض کنید که دو قطبه‌ی عایق کوچک و مشابه را در یک میدان الکتریکی یکنواخت قرار دهیم. نیروی وارد بر این دو

قطعه را در حالتی که هر دو قطعه بر روی یک خط نیرو و با فاصله d از یکدیگر که خیلی بزرگتر از ابعاد آنهاست قرار دارند بیابید. (برای سادگی این خط نیرو را خط مستقیم در نظر بگیرید.)

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۲)

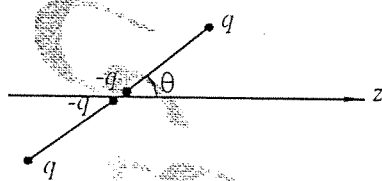
مسئله ۸

یک چهار قطبی الکتریکی مطابق شکل از یک بار $-2q$ و دو بار $+q$ روی محور z تشکیل شده است. فاصله ی بارها از یکدیگر l است.



- (الف) خطوط میدان الکتریکی را ترسیم کنید.
 (ب) خطوط میدان الکتریکی که از بار $+q$ در زاویه ی قطبی کروی خیلی کوچک $\delta\theta$ از قطب شمال و جنوب آن سرچشمه می‌گیرند، در چه زاویه ی قطبی کروی ($\delta\theta'$ روی بار $-2q$ فرود می‌آیند؟
 (پ) میدان الکتریکی ناشی از این چهار قطبی روی محور z چقدر است؟
 (ت) با استفاده از قانون گاوس، میدان الکتریکی شعاعی در امتداد بردار واحد e_p و در نقاط دور از بارها و نزدیک محور z را به دست آورید.
 (e_p بردار واحد شعاعی در مختصات استوانه‌ای است.)

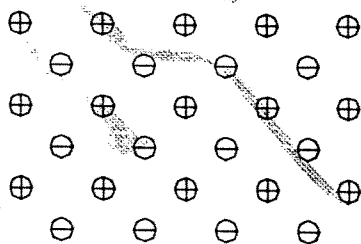
مسئله ۹



- یک چهار قطبی مطابق شکل موجود است. اگر این چهار قطبی در یک میدان غیر یکنواخت E (موضعی) قرار داده شود که در اینجا فرض می‌کنیم $E = E(z)k$ است:
 (الف) نیرویی را که به این چهار قطبی وارد می‌شود تعیین کنید.
 (ب) گشتاور وارد بر این چهار قطبی را تعیین کنید.
 (پ) در این حالت معنای چهار قطبی چیست؟ (کوچک بودن l در مقایسه با چه؟)

مسئله ۱۰

محیطی که در آن بارهای الکتریکی مثبت و منفی به طور آزادانه حرکت می‌کنند پلاسما نامیده می‌شود. فرض کنید در یک پلاسمای خنثی چگالی بارهای مثبت و منفی برابر و به تعداد n ذره در واحد حجم

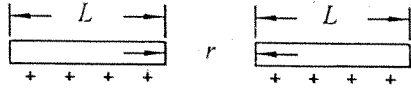


می‌باشد. بار الکتریکی هر یک از بارهای منفی e و جرم آنها m است. جرم بارهای منفی از جرم بارهای مثبت بسیار کوچکتر است، به طوری که در صورت ایجاد میدان الکتریکی، بارهای مثبت تقریباً ساکن می‌مانند و تنها حرکت بارهای منفی قابل توجه است. یک توده ی پلاسمای معلق در فضا مطابق شکل در نظر بگیرید. در یک نوع حرکت خاص، کل بارهای منفی به طور صلب نسبت

به محیط پلاسما نوسان می‌کنند. با فرض کوچک بودن دامنه ی نوسان نسبت به ابعاد پلاسما بسامد این نوسان را به دست آورید.

مسئله ۱۱)

دو میله‌ی باردار نارسانا و مشابه با چگالی بار خطی مثبت λ و طول L در فاصله‌ی r از یکدیگر بر روی یک خط قرار دارند (مطابق شکل).



الف) نیروی وارد بر هر یک از میله‌ها را محاسبه کنید.

ب) برای فواصل زیاد ($r \gg L$) رابطه‌ی به دست آمده

در قسمت الف) به چه شکلی درمی‌آید؟

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

مسئله ۱۲)

دو صفحه‌ی بینهایت که از یکدیگر به فاصله‌ی l

هستند، چگالی بار سطحی یکنواخت $+\sigma$ و $-\sigma$ دارند.

این دو صفحه دو سوراخ دایره‌ای هم مرکز به شعاع

R دارند. (شکل زیر)

الف) میدان الکتریکی بر روی محور عبور کننده از

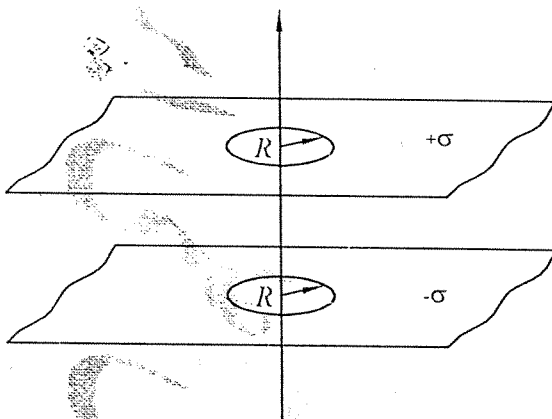
مراکز سوراخها را به دست آورید.

ب) میدان الکتریکی شعاعی را در نقاط دور از

صفحه‌ها و نزدیک محور پیدا کنید.

پ) شکل تقریبی میدان الکتریکی را رسم کنید.

تذکر: مبدا مختصات را وسط دو صفحه و روی محور انتخاب کنید.



مسئله ۱۳)

یک پوسته‌ی استوانه‌ای با طول بسیار زیاد و شعاع R به طور یکنواخت باردار شده و چگالی خطی آن λ است.

با در نظر گرفتن نقطه‌ای به فاصله‌ی r_0 از محور استوانه به عنوان مبدا پتانسیل ($r_0 > R$):

الف) روابطی برای پتانسیل در نقاط خارج استوانه ($R < r < r_0$) و نیز داخل استوانه به دست آورید.

ب) محلی پتانسیل را بر حسب r بین بازه‌ی صفر تا r_0 رسم کنید.

حال دو پوسته‌ی استوانه‌ای هم محور و رسانا با شعاعهای a و b ($a < b$) در نظر بگیرید.

پ) هر گاه این دو پوسته را به اختلاف پتانسیل V متصل کنیم چه رابطه‌ای بایستی بین چگالی بارهای λ_a

و λ_b القا شده روی پوسته‌ها وجود داشته باشد تا پتانسیل پوسته‌ی بیرونی صفر شود. (پوسته‌ی داخلی به

پتانسیل مثبت وصل است).

ت) شدت میدان در ناحیه‌ی بین دو پوسته‌ی $a < r < b$ را بر حسب اختلاف پتانسیل V به دست آورید.

ث) در صورتی که بین این دو استوانه از هوا پر باشد، با توجه به اینکه می‌دانیم در صورت افزایش شدت

میدان از حد خاصی، در هوا تخلیه‌ی الکتریکی صورت می‌گیرد. برای یک استوانه‌ی خارجی مشخص، شعاع

استوانه‌ی داخلی را به گونه‌ای معین کنید که این مجموعه بیشترین پتانسیل را بتواند تحمل کند.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

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

مسئله ۱۴

روی یک پوسته‌ی استوانه‌ای نیمه‌بینه‌ای به شعاع مقطع a باری با چگالی سطحی یکنواخت σ توزیع شده است.

الف) میدان را روی محور استوانه در فاصله‌ی l از انتهای آن حساب کنید و نمودار آن را بر حسب فاصله از انتهای استوانه به طور تقریبی رسم کنید.

ب) یک میله‌ی کوچک و بسیار نازک به جرم m از یک جسم دی‌الکتریک با ضریب دی‌الکتریک k روی محور پوسته و در داخل آن قرار می‌دهیم. مقدار نیرو و جهت آن را تعیین کنید.

پ) حداکثر سرعتی که این میله‌ی کوچک تحت اثر نیروهای الکتریکی می‌تواند پیدا کند چقدر است؟

(امتحان نهایی مرحله‌ی سوم ۷۱)

مسئله ۱۵

روی یک پوسته‌ی استوانه‌ای نیمه‌بینه‌ای به شعاع a باری به چگالی سطحی یکنواخت σ توزیع شده است.

الف) میدان الکتریکی را روی محور استوانه و در فاصله‌ی l از انتهای آن حساب کنید.

ب) یک دو قطبی با بردار دو قطبی P در راستای محور استوانه قرار دارد. نیروی وارده به آن را محاسبه کنید.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)

مسئله ۱۶

یک استوانه‌ی نیمه‌بینه‌ای با چگالی بار سطحی σ مفروض است.

الف) میدان و پتانسیل را بر روی محور استوانه محاسبه کنید.

ب) نمودارهای میدان و پتانسیل الکتریکی به دست آمده را بر حسب تابعی از فاصله از صفحه‌ی قاعده‌ی

استوانه رسم نمایید.

پ) میدان را در تمامی نقاط صفحه‌ی قاعده‌ی استوانه محاسبه نمایید.

مسئله ۱۷

یک پوسته‌ی کروی با بار سطحی به چگالی σ و شعاع a مفروض است. از پوسته‌ی این کره دایره‌ای به

شعاع b ($b < a$) برمی‌داریم. میدان الکتریکی را در مرکز سوراخ ایجاد شده بیابید.

مسئله ۱۸

بارهای Q و $-Q$ به ترتیب روی نیمکره‌های شمالی و جنوبی کره‌ای به شعاع a به طور یکنواخت توزیع شده

است. پتانسیل را در نقاط دور از کره به دست آورید.

مسئله ۱۹

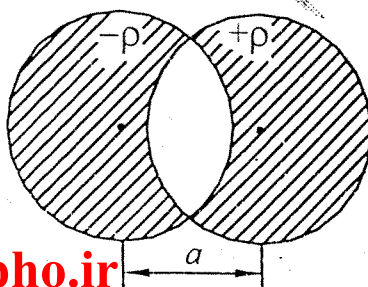
دو کره‌ی نارسانا مانند شکل در هم فرو رفته‌اند. (قسمت

مشترک تو خالی است و هر یک از قسمت‌های مشترک ندارند

دارای بار الکتریکی هستند که با چگالی‌های ρ و $-\rho$ به طور

یکنواخت در حجم کره توزیع شده‌اند. فاصله‌ی مراکز کره‌ها از

یکدیگر a است. میدان الکتریکی را در داخل کاواک میانی بیابید.

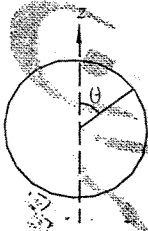


مسئله‌ی ۲۰

روی کره‌ای به شعاع a بار $+Q$ به طور یکنواخت توزیع شده است. نیروی وارد بر واحد سطح کره را به دست آورید.

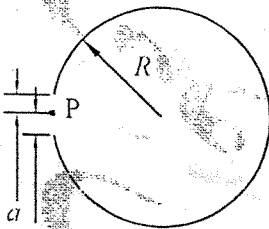
مسئله‌ی ۲۱

بر روی یک کره چگالی باری متناسب با $\cos\theta$ وجود دارد. دو قطبی الکتریکی معادل این توزیع بار را در فاصله دور حساب کنید.



مسئله‌ی ۲۲

باری با چگالی خطی λ روی سیمی مطابق شکل مقابل توزیع شده است (دایره‌ای به شعاع R). میدان الکتریکی را در نقطه‌ی P محاسبه کنید. حال فاصله‌ی a را به سمت صفر میل دهید. چه مشکلی پیدا می‌شود؟ این مشکل از چه فرض غیر فیزیکی ناشی شده است؟



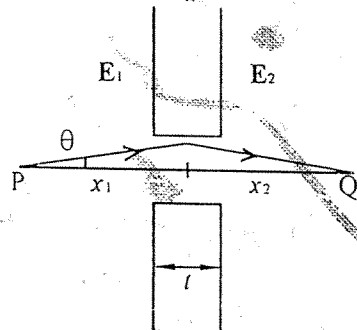
(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)

مسئله‌ی ۲۳

یک قرص نارسا به شعاع a و چگالی یکنواخت بار سطحی $-\sigma$ در نظر بگیرید. (σ عددی مثبت است). فرض کنید در یک لحظه یک الکترون در مرکز قرص بدون سرعت اولیه از آن جدا شود. سرعت این الکترون را در فاصله‌ی d از صفحه‌ی قرص بیابید. (از اثرات نسبیتی صرف‌نظر کنید).
 $10^{-31} \text{ kg} \times 10^{-19} \text{ J}$, $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

مسئله‌ی ۲۴

مطابق شکل در دو طرف صفحه‌ها میدانهای ثابت E_1 و E_2 وجود دارد. پرتوی الکترونی با سرعت v از نقطه‌ی P در فاصله‌ی x_1 به شکاف تابانیده می‌شود. الکترونها در اطراف ناحیه‌ی مرکز شکاف تابانیده شده‌اند رابطه‌ای بین x_1 و x_2 و دیگر پارامترهای مسئله بیابید. (x_2 را بر حسب بقیه‌ی پارامترها محاسبه کنید).



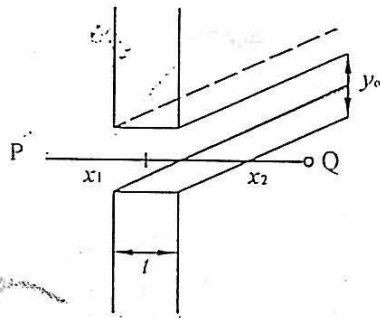
راهتمایی: فرم دیفرانسیلی قانون گوس به صورت زیر است (در صورت عدم حضور بار)

$$z=0 \quad \partial E_x / \partial x + \partial E_y / \partial y + \partial E_z / \partial z = 0$$

$$z=0 \quad \Delta E_x / \Delta x + \Delta E_y / \Delta y + \Delta E_z / \Delta z = 0$$

که تقریباً به صورت مقابل است:

شکل بریز می‌تواند به کمک مسئله کمک کند.



$$x_1, x_2 \gg l$$

$$x_1, x_2 \sim y_0$$

$$\theta \ll 1$$

y_0 : عرض شکاف
سرعت اولیه الکترونها، v را بزرگ
فرض کنید.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)

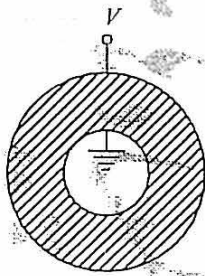
مسئله ۲۵

دو برهه رسانای یکسان به مساحت A در فاصله $d < \sqrt{A}$ از یکدیگر قرار دارند. روی یکی از هادیها بار q و روی دیگری $4q$ است. با صرف نظر کردن از اثرات لبه، مطلوبست:

- الف) توزیع بار روی هادیها
ب) میدان الکتریکی در نقاط مختلف.
پ) اختلاف پتانسیل بین دو هادی.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

مسئله ۲۶



فاصله‌ی میان دو کره‌ی رسانای هم‌مرکز به شعاعهای b و a ($a < b$) با یک ماده که رسانندگی ویژه‌ی آن از رابطه‌ی $\alpha = a/r$ تبعیت می‌کند پر شده است. (r فاصله از مرکز کره‌ها و α ثابت است). هرگاه کره‌ی خارجی در پتانسیل V و کره‌ی داخلی به زمین متصل باشد:

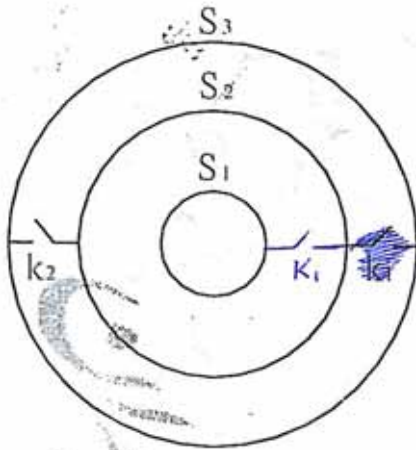
الف) عبارتی برای تابع پتانسیل در نقطه‌ای داخل فضای بین دو کره و به فاصله‌ی r از مرکز کره‌ها به دست آورید.

ب) مقاومت این مجموعه چقدر است؟
توجه: کره‌ها را رسانای ایده‌آل فرض کنید.

(امتحان پایان دوره‌ای تابستان ۷۳)

مسئله ۲۷

سه پوسته‌ی کره‌ی رساننده هم‌مرکز S_1, S_2, S_3 به ترتیب با شعاعهای $r_1 > r_2 > r_3$ بدون هیچ تماسی با یکدیگر قرار دارند و کلیدی کلیدهای k_1 و k_2 می‌توانند به ترتیب کره‌های S_1, S_2, S_3 را به یکدیگر متصل نمایند. (مطابق شکل). وقتی کلیدها باز هستند بار $+q$ را از روزنه‌ی بسیار کوچکی که در روی این کره‌ها ایجاد شده، بدون تماسی با کره‌ها به مرکز آنها می‌بریم. (در حل این مسئله از اثرات وجود روزنه روی کره‌ها صرف نظر کنید).



الف) آرایش و اندازه‌ی بار القا شده بر روی سطح هر یک از کره‌ها چگونه است؟
 ب) در صورتی که در این موقع کل پتانسیل k_1 و k_2 را ببینیم، آرایش بار چه تغییری می‌کند؟
 پ) کلیدها را دوباره باز می‌کنیم. آرایش بار در این حالت چگونه خواهد بود؟
 ت) در این هنگام بار قرار گرفته در مرکز را از کره‌ها خارج می‌کنیم. آرایش بار چنانچه بر روی سطوح کره‌ها را شرح دهید.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۲)

مسئله‌ی ۲۸

چهار صفحه‌ی هادی با فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و سیستم بدون بار است. با قرار دادن یک باتری



اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی وسطی را به کامیونیتانیم و دو صفحه‌ی خارجی را با یک سیم رابط به هم وصل می‌کنیم. توزیع بار سیستم را به دست آورید. پتانسیل دو صفحه‌ی خارجی را نیز به دست آورید. فاصله‌ی بین صفحات را نسبت به ابعاد آنها کوچک در نظر بگیرید و از اثرات لبه صرف‌نظر کنید.

مسئله‌ی ۲۹

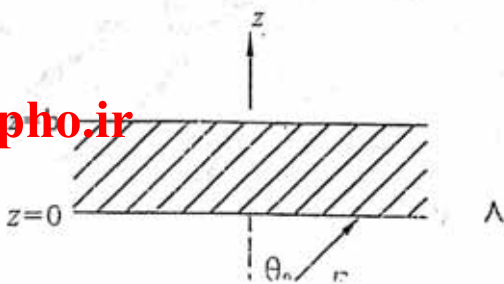
یک خازن با صفحات افقی داریم. صفحه‌ی پایینی خازن ثابت شده است و صفحه‌ی بالایی آن به یک فنر عمودی متصل است. مساحت هر یک از صفحات A است و در حالت تعادل فاصله‌ی بین صفحات d_0 و فرکانس نوسان صفحه‌ی بالایی ω_0 می‌باشد. هنگامیکه خازن به منبع ولتاژ با ولتاژ U متصل می‌شود، یک حالت تعادل جدید با فاصله‌ی d ایجاد می‌گردد.

الف) ثابت فنر را تعیین کنید.

ب) ماکزیمم ولتاژ برای یکسانی داده شده چقدر است تا یک فاصله‌ی تعادل امکان پذیر باشد؟

پ) فرکانس نوسان سیستم را حول فاصله‌ی تعادل d به دست آورید.

ت) مقادیر قابل قبول برای تعادل پایدار حول d چه هستند؟



فرض کنید بین صفحات $z=0$ و $z=b$ یک برهه‌ی دی‌الکتریک با ضریب دی‌الکتریک K قرار دارد و $K(z)=1+z/b$ است. فرض کنید یک میدان الکتریکی E_0 در $z=0$ (خارج دی‌الکتریک) که با محور z زاویه‌ی θ_0 می‌سازد وجود دارد. با فرض این که بار آزاد وجود ندارد ($\rho_f=0$):

الف) میدان الکتریکی را در دی‌الکتریک برحسب پارامترهای مسئله به دست آورید (جهت و اندازه).
 ب) چگالی بار سطحی و حجمی قطبش را به دست آورید.
 پ) به طور صریح مجموع بار قطبش سطحی و حجمی را در مکعب مستطیلی که روی بره انتخاب می‌کنید (با طول و عرض دلخواه و ارتفاع b) به دست آورید.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)

مسئله‌ی (۳۱)

ورقی از دی‌الکتریک به ضخامت d و مساحت A را که ضریب دی‌الکتریک آن K است در میدان الکتریکی یکنواخت E_0 طوری قرار می‌دهیم که امتداد میدان یکنواخت با عمود بر سطح دی‌الکتریک زاویه‌ی α بسازد.
 الف) سطوح هم‌پتانسیل در داخل دی‌الکتریک را رسم کنید.
 ب) اگر دی‌الکتریک بتواند حول محوری عمود بر امتداد میدان یکنواخت بچرخد در چه جهتی خواهد چرخید؟

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۰)

مسئله‌ی (۳۲)

خازنی با صفحات تخت و موازی که داخل آن دی‌الکتریک با ثابت ϵ قرار گرفته به یک باتری با نیروی محرکه‌ی E وصل است؛ مساحت سطوح خازن A و فاصله‌ی جدایی آنها و نیز ضخامت دی‌الکتریک d است. صفحات خازن را به اندازه‌ی $(d+b)$ از یکدیگر دور می‌کنیم. الف) مقدار و جهت نیرویی را که بایستی اعمال کنیم بیابید. (برای لحظه‌ای که فاصله‌ی صفحات $d+x$ است.)

ب) کاری که انجام می‌شود به چه مصرف می‌رسد؟

پ) انرژی سیستم چه مقدار تغییر می‌کند؟

(امتحان مرحله‌ی دوم ۷۱)

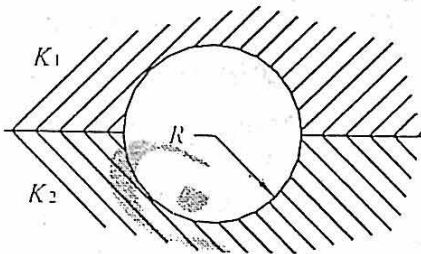
مسئله‌ی (۳۳)

به یک ورقه‌ی تخت رسانا به مساحت A بار Q می‌دهیم و آن را میان دو ورقه‌ی تخت و رسانای دیگر که به فاصله‌ی d از یکدیگر واقع اند در فاصله‌ی x از یکی از ورقه‌ها قرار می‌دهیم.

الف) بارهایی که روی هر یک از ورقه‌ها القا می‌شود چقدر است؟

ب) نمودار اختلاف پتانسیل میان ورقه‌ی میانی و یکی از ورقه‌ها را برحسب فاصله‌ی x به دست آورید و

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۰)



مسئله ی ۳۴

کره‌ی هادی به شعاع R و بار Q را مطابق شکل بین دو محیط دی‌الکتریک با ثابتهای دی‌الکتریک K_1 و K_2 قرار داده‌ایم.

الف) نشان دهید اگر پتانسیل در همه‌ی نقاط به صورت A/r باشد، شرایط مرزی روی دی‌الکتریک ارضا می‌شود (شرایط پیوستگی E و D).

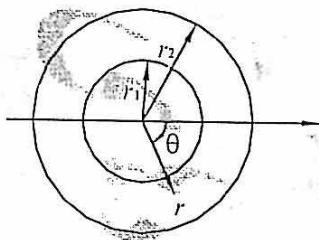
ب) با در نظر گرفتن فرض الف) میدان الکتریکی و پتانسیل را در نقاط مختلف به دست آورید.

پ) توزیع بار سطحی روی کره را به دست آورید.

ت) توزیع بار قطبیدگی را به دست آورید.

ث) ظرفیت این هادی چقدر است؟

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۲)



مسئله ی ۳۵

الف) خازن کره‌ی مطابق شکل مفروض است، که شعاع داخلی آن r_1 و شعاع خارجی آن r_2 می‌باشد. دو این قسمت فرض کنید دی‌الکتریک آن خلا باشد. در این حالت ظرفیت خازن، C_0 را حساب کنید.

ب) یک دی‌الکتریک خاص با $K=K_1(r)$ بین صفحات خازن قرار می‌دهیم. ظرفیت خازن، C_1 را حساب کنید.

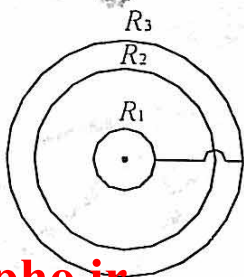
پ) اینبار یک دی‌الکتریک با $K=K_2(\theta)$ در بین صفحات خازن قرار می‌دهیم. ظرفیت خازن، C_2 را به دست آورید.

ت) برای بار سوم دی‌الکتریک دیگری با $K=K_1(r)K_2(\theta)$ بین صفحات خازن قرار می‌دهیم. ظرفیت خازن، C_3 را حساب کنید.

(در سوالهای فوق جواب را بر حسب توابع K_1 و K_2 به دست آورید).

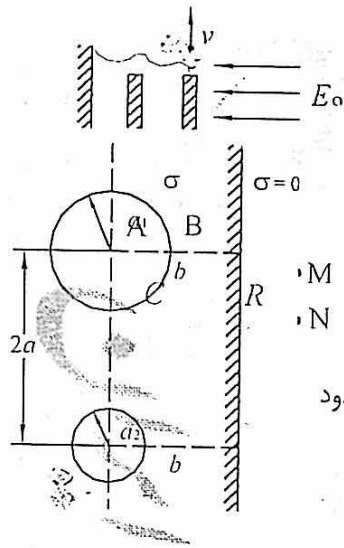
ث) نشان دهید: $C_3 = C_1 C_2 / C_0$

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)



مسئله ی ۳۶

سه پوسته‌ی کره‌ی به شعاعهای $R_3 > R_2 > R_1$ در نظر بگیرید، به طوری که کره‌ی داخلی و خارجی با سیم بدون مقاومت به هم وصل شده باشند. ظرفیت معادل سیستم را به دست آورید.



(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

مسئله‌ی ۳۷

دو کره‌ی رسانای کوچک با شعاع‌های a_1 و a_2 به عنوان الکتروود درون یک دی‌الکتریک نامحدود با رساناس σ قرار گرفته است. مراکز آنها به اندازه‌ی $2a$ از یکدیگر فاصله دارند ($2a \gg a_1, a_2$).

الف) نشان دهید مقاومت بین دو کره تقریباً برابر است با:

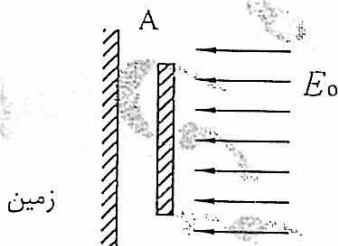
$$R = [1/(4\pi\sigma)](1/a_1 + 1/a_2 - 1/a)$$

ب) اگر دی‌الکتریک بوسیله‌ی یک صفحه‌ی بینهایت از یک طرف محدود شود (همانند شکل) نشان دهید:

$$R' = R + [1/(4\pi\sigma)] [1/b - 1/(a^2 + b^2)^{1/2}]$$

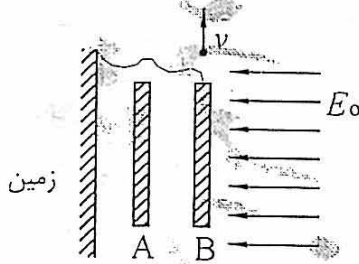
پ) در هر دو حالت خطوط چگالی جریان (j) را رسم کنید ($a, b \gg a_1, a_2$).

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۴)



مسئله‌ی ۳۸

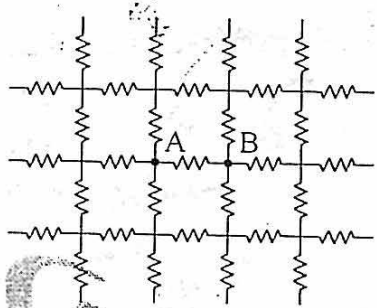
الف) یک صفحه‌ی مربعی رسانا به ضلع a در میدان الکتریکی یکنواخت E_0 که جهت آن به سمت چپ است و برابر $100V/m$ می‌باشد واقع شده است. با صرف نظر کردن از اثرات لبه، کل بار القایی روی صفحه را پیدا کنید. ب) صفحه‌ی رسانای دیگر، B با همان ابعاد صفحه‌ی اول، A در نظر گرفته که در زمان $t=0$ درست مقابل صفحه‌ی اول واقع و به زمین متصل



است. حال فرض کنید صفحه‌ی B با سرعت ثابت v به سمت بالا حرکت کرده و درست وقتی کاملاً از روی صفحه‌ی A کنار رفت با همان سرعت به سمت پایین برگردد تا بار دیگر سطح A را بپوشاند و این کار را به طور تناوبی ادامه می‌دهد. کل بار القا شده روی A را به صورت تابعی از زمان در یک پرپود کامل به دست آورده و نمودار آن را رسم کنید.

پ) در حالی که صفحه‌ی B به نوسانات خود ادامه می‌دهد، مدار RC زیر را تشکیل می‌دهیم. (فرض کنید ظرفیت سیستم A و B نسبت به ظرفیت C بسیار ناچیز است). اختلاف پتانسیل بین نقاط M و N را وقتی $RC \gg a/v$ باشد به دست آورده و آن را رسم کنید.

(امتحان پایان دوره‌ای تابستان ۷۲)

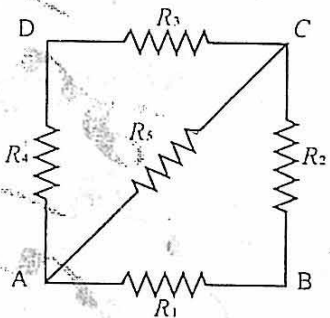


مسئله ۳۹

یک شبکه‌ی مقاومتی شامل بینهایت مقاومت است که مطابق شکل در صفحه‌ای توزیع شده‌اند. مقاومت معادل بین نقاط A و B را بیابید. همگی مقاومتها مساوی r هستند.

مسئله ۴۰

آرایی از 5 مقاومت مطابق شکل موجود است. برای به دست آوردن اندازه‌ی مقاومت‌های تشکیل دهنده، تعدادی اندازه‌گیری انجام می‌دهیم. نتایج این اندازه‌گیری به شرح زیر است:



مقاومت معادل بین A و B: $R_{AB} = 3\Omega$

مقاومت معادل بین B و C: $R_{BC} = 4\Omega$

مقاومت معادل بین C و D: $R_{CD} = 8/3\Omega$

مقاومت معادل بین D و A: $R_{DA} = 5/3\Omega$

مقاومت معادل بین A و C: $R_{AC} = 3\Omega$

مقاومت معادل بین D و B: $R_{BD} = 4\Omega$

با این اطلاعات مقدار مقاومت R_6 را محاسبه کنید.

(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

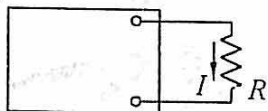
مسئله ۴۱

یک خط مقاومت با مقاومت کل nR میان پتانسیل Φ_0 و زمین وصل شده است. خط مقاومت روی $n-1$ تیر یا فواصل مقاومتی یکسان قرار گرفته است، به طوری که مقاومت میان هر دو تیر R است. مقاومت نشت به زمین در هر یک از تیرها βR است. اگر پتانسیل خط مقاومت در m امین تیر باشد نشان دهید:

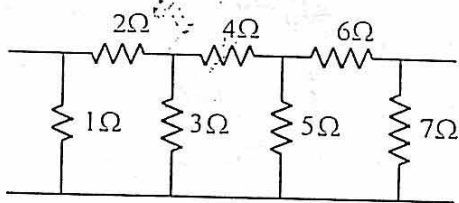
$$\Phi_{m+1} - (2 + \beta^{-1})\Phi_m + \Phi_{m-1} = 0$$

مسئله ۴۲

در یک جعبه‌ی سیاه مقاومتها و نیروهای محرکه‌ی الکتریکی نامعلوم طوری به هم وصل شده‌اند که:
 اولاً: از مقاومت 10 اهمی متصل به دو سر جعبه، جریان 1 آمپر می‌گذرد.
 ثانیاً: از یک مقاومت 18 اهمی متصل به دو سر جعبه، جریان 0.6 آمپر می‌گذرد.

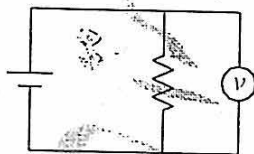


از چه مقاومتی جریان 0.1 آمپر می‌گذرد؟

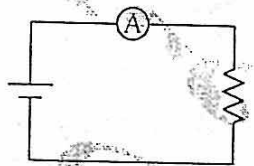


یک باتری 2 ولتی جریان شدیدی در دانی مقاومتها را در شکل تامین می کند. در چه مرحله ای مقدار جریان در مقاومت های متوالی از 0.1 آمپر کمتر می شود. در این محل توان مقاومتها باید چند وات باشد.

مسئله ۴۴



دانش آموزی جهت تعیین دقیق اندازه یک مقاومت نامشخص از وسایل زیر کمک می گیرد.
الف) یک وسیله اندازه گیری جریان و اختلاف پتانسیل با کلید انتخاب برای هر منظور (مولتی متر)، بر روی این وسیله نوشته شده است که مقاومت درونی جهت اندازه گیری ولتاژ 10560Ω و جهت اندازه گیری آمپر 20Ω می باشد.

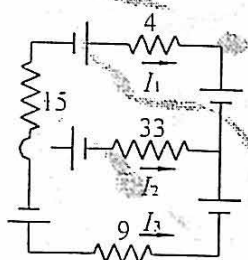


ب) یک باتری او برای منظور خود آزمایشی زیر را انجام می دهد:
آزمایش اول: به کمک وسیله اندازه گیری در حالت اندازه گیری ولتاژ، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را اندازه گرفته و مقدار $V_1 = 59.9\text{ Volt}$ را مشاهده می کند.
آزمایش دوم: مقاومت مجهول را به باتری متصل کرده و ولتاژ دو سر آن را می خواند و مقدار $V_2 = 58.7\text{ Volt}$ را اندازه گیری می کند.

آزمایش سوم: به کمک آمپر متر جریانی را که از مقاومت مجهول در هنگام اتصال به باتری می گذرد اندازه گرفته و مقدار $i = 0.06\text{ A}$ را می خواند.

با اطلاعات فوق اندازه ی مقاومت مجهول را با دقت دو رقم معنی دار محاسبه کنید.

(امتحان میان دوره ای تابستان ۷۲)



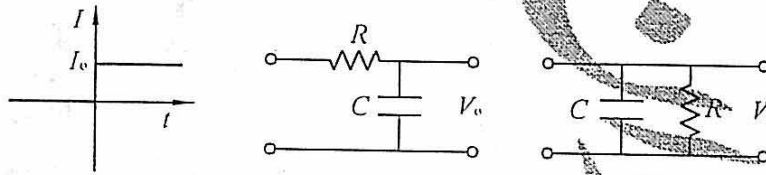
مسئله ۴۵

در شکل مقابل تمام پهنای برای نیروی محرکه ی 6 ولت و مقاومت درونی 1Ω می باشند. مقدار مقاومتها بر حسب اهم مشخص شده است. I_1 ، I_2 و I_3 را محاسبه کنید.

(امتحان میان دوره ای تابستان ۷۲)

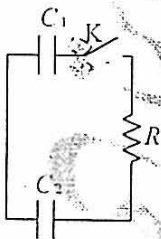
مسئله ۴۶

شدت جریان پله‌ای زیر بر هر یک از شبکه‌هایی که در شکل نشان داده شده‌اند اعمال می‌شود. ولتاژ $V_0(t)$ را در هر حالت به دست آورده و بر حسب رسم کنید.



مسئله‌ی (۴۷)

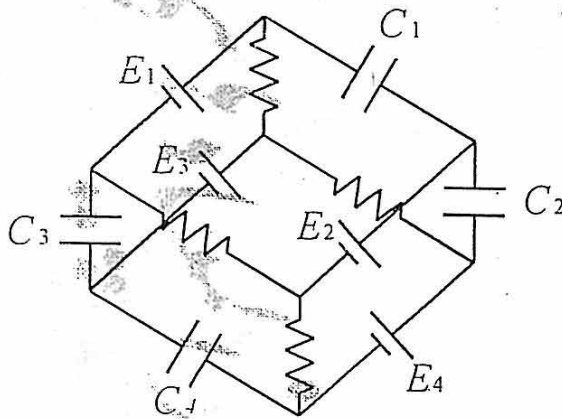
در مدار داده شده خازن C_1 با ولتاژ V_0 پر شده است و خازن C_2 بدون بار است. اگر کلید را وصل کنیم:
الف) چه مقدار انرژی در مقاومت R به گرما تبدیل می‌شود و چه مقدار انرژی در خازن C_2 ذخیره می‌گردد؟
ب) در صورتی که مقاومت R باشد چه مقدار انرژی در خازن C_2 ذخیره می‌شود؟ انرژی خازن C_2 را در دو حالت مقایسه کنید.



(امتحان دوره‌ی چهارم سال ۷۰)

مسئله‌ی (۴۸)

در مدار مقابل E_1, E_2, E_3 و E_4 منابعی ولتاژ مستقیم‌اند. تمام مقاومتها مقدار یکسان 1Ω دارند و از مقاومت‌های داخلی منابع ولتاژ صرف‌نظر می‌کنیم. انرژی لازم برای پر کردن خازنهای C_1, C_2, C_3 و C_4 را حساب کنید. بار خازن C_2 را برای موقعی که نقاط H و B اتصال کوتاه داشته باشند حساب کنید.
مقادیر عددی:



$$E_1=4V \quad E_2=8V \quad E_3=12V \quad E_4=16V$$

$$C_1=C_2=C_3=C_4=1\mu F$$

مسئله‌ی (۴۹)

یک بار نقطه‌ای q با سرعت ثابت v بر روی محور آنها در حال حرکت است. شار الکتریکی را که از سطح دایره‌ای به شعاع R و عمود بر محور آنها می‌گذرد بر حسب تابعی از زمان رسم نمایید. مرکز حلقه را مبدأ بگیرید.

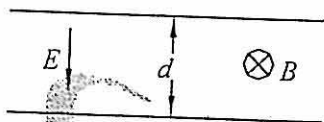
(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۱)

مسئله‌ی (۵۰)

مجموعه تمرینات فیزیک بخش میدانهای مغناطیسی

مسئله‌ی (۱)

الکترونی به جرم m و بار e بین دو صفحه‌ی خازن با اختلاف پتانسیل ΔV وارد می‌شود. الکترون از صفحه‌ی پایین بدون سرعت اولیه وارد شده و فاصله‌ی دو صفحه از هم d است. اگر میدان مغناطیسی ثابت B عمود بر سطح و به طرف داخل باشد، حداقل مقدار B را چنان تعیین کنید که الکترون به صفحه‌ی بالایی برخورد نکند.



(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

مسئله‌ی (۲)

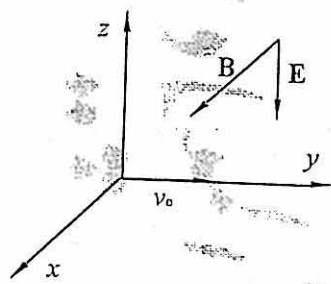
از چشمه‌ی نقطه‌ای S الکترونی‌هایی که تحت پتانسیل V_0 شتاب گرفته‌اند، وارد میدان مغناطیسی یکنواخت B می‌شوند. باریکه‌ی الکترونی در راستای B بوده و زاویه‌ی واگرایی آن، 2α بسیار کوچک است. میدان B را چنان تعیین کنید که الکترونها بعد از طی مسافت l در نقطه‌ی M کانونی شوند.



(امتحان پایان دوره‌ای تابستان ۷۲)

مسئله‌ی (۳)

در منطقه‌ای از فضا میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی عمود بر هم وجود دارند. ذره‌ای با سرعت اولیه‌ی v_0 عمود بر این میدانها مطابق شکل در این منطقه رها می‌شود. تا زمانی که ذره در این منطقه قرار دارد، به دست آورید:
الف) بردار سرعت
ب) بردار مکان نسبت به نقطه‌ی اولیه

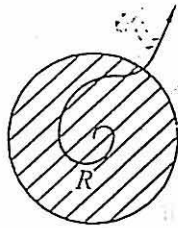


مسئله‌ی (۴)

در شکل زیر میدان مغناطیسی عمود بر صفحه شکل و تنها در ناحیه‌ی هاشور خورده برقرار است و B تقارن دایره‌ای دارد. یعنی $\mathbf{B} = B(r)\mathbf{k}$ است و شار مغناطیسی که از صفحه شکل می‌گذرد صفر می‌باشد.

$$\int_0^R rB(r)dr = 0$$

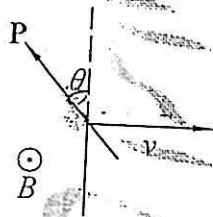
الف) نشان دهید:



ب) ذره‌ای را فرض کنید که از مبدأ مختصات و با سرعت اولیه‌ی دلخواه رها شود. ثابت کنید که اگر ذره از ناحیه‌ی میدان خارج شود اندازه حرکت زاویه‌ای آن صفر است.
پ) ثابت کنید ذره‌ی فوق‌الذکر به صورت شعاعی خارج می‌شود.

(امتحان پایان دوره‌ای مرحله‌ی اول اسفند ۶۸)

مسئله‌ی ۵)



یک دو قطبی الکتریکی مانند شکل در میدان مغناطیسی B حرکت می‌کند. بسامد زاویه‌ای نوسان کوچک آن را حول نقطه‌ی تعادل بیابید. (لختی دورانی دو قطبی حول محور I است.)

مسئله‌ی ۶)

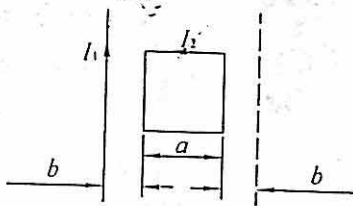
تک قطبی مغناطیسی ذره‌ای است که تا کنون مشاهده نشده است، ولی وجود آن برخی از مسایل اساسی فیزیک را حل می‌کند و تصویر ساده‌تری به دست می‌دهد. این ذره مثل قطب شمال یا جنوب آهنربا عمل می‌کند و میدان مغناطیسی آن، نظیر میدان گولس، به صورت $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{g}{r^2} \mathbf{r}$ فرض می‌شود. (g بار مغناطیسی ذره و r فاصله تا این بار است.)

حال فرض کنید ذره‌ای با این بار مغناطیسی با سرعت v در امتداد محور حلقه‌ای رسانا به آن نزدیک می‌شود و از داخل آن بگذرد. شعاع حلقه را r و مقاومت آن را R بگیرید.
الف) نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه را برحسب فاصله از حلقه به دست آورید.
ب) نمودار تغییرات جریان در حلقه را به طور کیفی رسم کنید.
پ) مقدار باری که در حلقه جاری می‌شود چقدر است؟

(امتحان مرحله‌ی چهارم سال ۷۰)

مسئله‌ی ۷)

یک قاب رسانای مربعی حامل جریان I_2 در کنار رسانای بلند حامل جریان I_1 قرار دارد. قاب و سیم در یک صفحه قرار دارند.
الف) برای اینکه سیم را به محلی که با خط چین نمایش داده شده ببریم، چه مقدار کار باید انجام دهیم؟



(ب) برای مقادیر عددی زیر مقدار \vec{E} را حساب کنید.
 $I_1=10A, I_2=1A, a=6.8cm, b=4cm$

(مسئله ۸)

یک سیم پیچ طول L را که در هر متر طول n حلقه دارد و جریان I از آن می‌گذرد، در نظر می‌گیریم. الف) بر حلقه‌های سیم پیچ نیروی در راستای شعاع حلقه‌ها و به طرف بیرون وارد می‌شود. این نیرو چگونه به وجود می‌آید؟ اگر سیم پیچ از سیم بسیار نازک و قابل انعطاف ساخته شده باشد در اثر این نیروی شعاعی حلقه‌ها بزرگتر می‌شوند. ب) فرض کنید شعاع حلقه‌ها به اندازه ΔR ($\Delta R \ll R$) زیاد شود. برای ثابت ماندن شار مغناطیسی که از سطح حلقه‌ها می‌گذرد جریان سیم پیچ چگونه بایستی تغییر کند؟ پ) نیروی شعاعی وارد بر حلقه‌های سیم پیچ در بند (الف) را برای واحد طول هر حلقه f فرض کنید. f را به دست آورید.

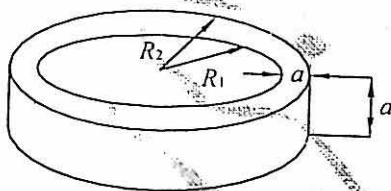
(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۳)

(مسئله ۹)

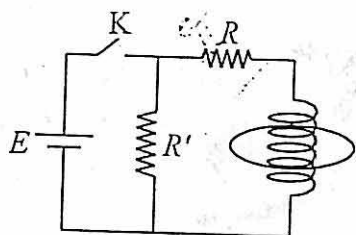
سولنوئید ایده‌آلی به طول L دارای N حلقه‌ی جریان به شدت جریان i است. الف) میدان مغناطیسی این سولنوئید را در نقطه‌ای دلخواه واقع بر نزدیکی محور تقارن محاسبه کنید. ب) منحنی مربوط به هر یک از مولفه‌های میدان مغناطیسی (شعاعی، محوری و سمتی) را بر حسب فاصله از مرکز سولنوئید در امتداد محور تقارن رسم کنید (نقاط داخل و خارج سولنوئید).
 (امتحان نهایی مرحله‌ی دوم بهار ۷۱)

(مسئله ۱۰)

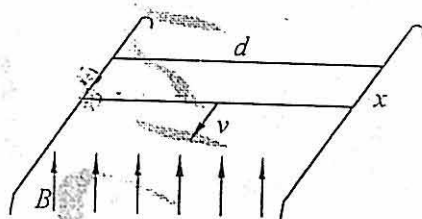
سازماندن سیمی با مقاومت ویژه ρ و مقطع دایره‌ای، سیم پیچی مطابق شکل یا سطح مقطع مربع به ضلع a و شعاع متوسط R تهیه شده است ($a \ll R$). سیمها در فشرده‌ترین حالت ممکن طوری در کنار هم قرار گرفته‌اند که مقطع سیم شکل خود را حفظ می‌کند. اگر هنگامیکه این سیم پیچ به اختلاف پتانسیل V متصل است شدت میدان مغناطیسی در مرکز آن B باشد، برای سلسله‌ی آن چند دور سیم پیچانده شده است؟



(امتحان میان دوره‌ای تابستان ۷۲)

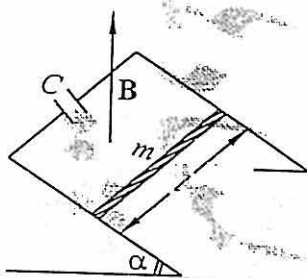


مسئله ۱۱) فرض کنید حلقه‌ای به جرم m و شعاع R مطابق شکل در اطراف یک سیمولوله حرکت می‌کند و دارای چگالی بار خطی ثابت λ می‌باشد. کلید K مدت زیادی بسته بوده است. در $t=0$ کلید K را باز می‌کنیم. حرکت حلقه را برای $t=0$ بیابید.



مسئله ۱۲) دو سیم طویل بر روی یک جفت ریل موازی که عمود بر سیم‌ها است قرار دارند. فاصله بین ریل‌ها در مقایسه با x فاصله‌ی بین سیم‌ها، بسیار بزرگتر است. هم سیم‌ها و هم ریل از ماده‌ای با مقاومت واحد طول ρ ساخته شده‌اند. یک چگالی شار مغناطیسی B عمود بر صفحه‌ی مستطیلی سیم‌ها و ریل اعمال می‌شود. اگر یکی از سیم‌ها با سرعت ثابت v و در طول ریل‌ها حرکت کند و سیم دیگر ثابت باشد: الف) نیروی وارد بر سیم ساکن را به صورت تابعی از x به دست آورید. ب) این نیرو به ازای چه مقدار تقریبی x صفر می‌شود؟

(امتحان میان دوره‌ای مرحله‌ی دوم تابستان ۷۳)

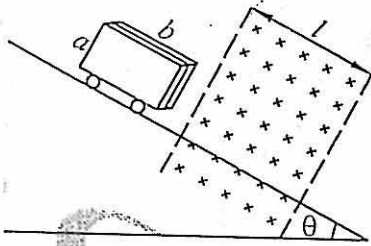


مسئله ۱۳) یک ورقه‌ی مسی به جرم m و طول l از روی دو ریل رسانای موازی که مقاومتشان ناچیز است و در انتهای با C به یک خازن با ظرفیت C متصل است، به طرف پایین می‌آید. صفحه‌ی ریل‌ها با افق زاویه‌ی α می‌سازد و در این ناحیه یک میدان مغناطیسی قائم و یکنواخت B وجود دارد. الف) اگر از اصطکاک بین ورقه‌ی مسی و ریل‌ها صرف‌نظر شود شتاب این ورقه‌ی مسی چقدر است؟ ب) اگر ضریب اصطکاک بین ورقه‌ی مسی و ریل‌ها μ باشد شتاب چقدر است؟

(امتحان میان دوره‌ای مرحله‌ی دوم زمستان ۷۲)

مسئله ۱۴

قاب چوبی مستطیلی به ابعاد a و b روی ارابه‌ی کوچکی فرار گرفته و از بالای سطح شیب‌داری با زاویه‌ی θ به طرف پایین حرکت می‌کند. به دوز این مستطیل N دور سیم که مقاومت کل آن R است پیچیده شده است. در مسیر ارابه ناحیه‌ای به عرض L ($L > b$) قرار گرفته است که در آن میدان مغناطیسی B عمود بر صفحه‌ی مستطیل برقرار است. مرزهای این ناحیه کاملاً تیز و عمود بر سطح شیب‌دار فرض می‌شود. مجموعه‌ی قاب، ارابه و سیم پیچ دارای جرم m می‌باشد و از اصطکاک‌ها صرف‌نظر می‌شود. سیم پیچ را به دست آورید که سرعت ارابه و شدت جریان داخل سیم پیچ را بر حسب زمان بیان کنند و منحنی تغییرات هر یک را رسم کنید. بر روی مقادیر مختلف پارامترها بحث کنید.



(امتحان پایان دوره‌ای تابستان ۷۲)

مسئله ۱۵

یک حلقه‌ی رسانای کوچک به جرم m ، شعاع a و مقاومت الکتریکی R در یک میدان مغناطیسی که حول محور قائم تقارن دایره‌ای دارد در میدان گرانشی زمین طوری سقوط می‌کند که همواره محور حلقه بر محور تقارن میدان منطبق است. شتاب گرانش g است و از مقاومت هوا چشم‌پوشی می‌شود. مدتی پس از سقوط، شدت جریان در حلقه به مقدار ثابت I می‌رسد. در این زمان:

الف) سرعت حد سقوط را بیابید.
ب) مولفه‌های قائم و افقی نیروهای وارد بر واحد طول حلقه را محاسبه کنید و جهت‌های آنها را مشخص نمایید.

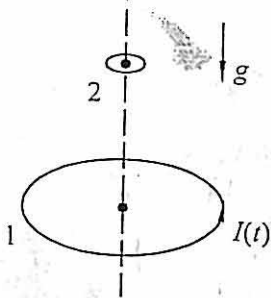
پ) میدان مغناطیسی را در حوالی محور تقارن پیدا کنید و خطوط میدان را به طور تقریبی رسم نمایید. با فرض آنکه قبل از رسیدن حلقه به سرعت حد، میدان به همان شکلی باشد که در قسمت (ب) به دست آورده‌اید.

ت) سرعت سقوط را به صورت تابعی از زمان به دست آورید.
ث) نمودار نیروی محرکه‌ی القایی را بر حسب زمان رسم کنید.

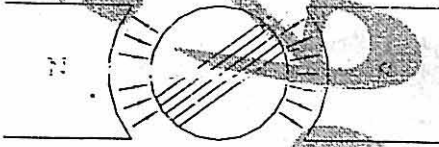
(امتحان مرحله‌ی دوم دوره‌ی پنجم شهریور ۷۱)

مسئله ۱۶

حلقه‌ی ۱ دارای سطح مقطع A بوده و محور آن قائم است. از این حلقه جریان متغیر با زمان، $I(t)$ می‌گذرد. حلقه‌ی رسانای ۲ به سطح مقطع a ($a \ll A$) و مقاومت R موازی صفحه‌ی حلقه‌ی ۱ و هم محور با آن در ارتفاع z در بالای آن قرار دارد. نیروی وارد بر حلقه‌ی ۲ را در یک لحظه‌ی دلخواه t به دست



مسئله ۱۷)



یک موتور الکتریکی شامل N دور سیم پیچ است که روی استوانه‌ای آهنی پیچده شده است. استوانه استوانه‌ای در فاصله $2a$ از قطب یک آهنربا قرار داده، به طوری که میدان مغناطیسی در سطح استوانه، شعاعی و مقدار آن ثابت است. میدان در نیمه‌ی چپ

استوانه به طرف داخل و در نیمه‌ی راست به طرف خارج است. اتصال خروجیهای سیم پیچ چنان است که وقتی سیم پیچ از سطح جدا کننده‌ی نیمه‌ی چپ و راست می‌گذرد جهت جریان در آن عوض می‌شود، به طوری که جهت چرخش موتور در هر دو نیمه‌ی چپ استوانه همواره ثابت است.

الف) جریان سیم پیچ را I و مساحت آن را A بگیرید. مقاومت سیم پیچ نیز R است. اگر سرعت زاویه‌ای دوران سیم پیچ ω و شدت میدان مغناطیسی B باشد، اختلاف پتانسیل دو سر سیم پیچ، \mathcal{E} را به دست آورید.

ب) گشتاور مقاوم وارد بر سیم پیچ، τ چقدر باشد تا سرعت زاویه‌ای آن ثابت بماند؟

پ) فرض کنید میدان مغناطیسی B را سیم پیچ دیگری می‌سازد که مقاومت آن R است و جریان I از آن می‌گذرد، به طوری که $B = kI$ ، که در آن k مقداری ثابت است. این سیم پیچ را با سیم پیچ قبلی نسری می‌کنیم و دو سیم مجموعاً را به منبعی با اختلاف پتانسیل \mathcal{E} می‌بندیم. رابطه‌ی ω بر حسب \mathcal{E} را به دست آورید. ت) اگر دو سیم پیچ را با هم موازی کنیم و به همان منبع ببنسیم، رابطه‌ی ω بر حسب \mathcal{E} به چه شکل می‌شود؟

مسئله ۱۸)

پیر پوستی

اگر از سیمی استوانه‌ای جریان ثابتی بگذرد، چگالی جریان در سیم یکنواخت است. اگر جریان متناوب باشد، دیگر چنین نیست و چگالی جریان در هر نقطه به فاصله‌ی آن نقطه از محور سیم بستگی دارد. این پدیده را اثر پوستی می‌نامند. می‌خواهیم شکل تغییرات چگالی جریان را بر حسب فاصله از محور به دست آوریم.

الف) رسانایی ویژه‌ی سیم را σ ، طولی مغناطیسی آن را μ و شعاع مقطع سیم را a بگیرید. اکنون فرض کنید که جریانی با بسامد زاویه‌ای ω از این سیم بگذرد. تغییرات دامنه‌ی چگالی جریان نسبت به چگالی جریان در محور سیم، $J(P)/J(O)$ را تا مرتبه‌ی دوم نسبت به ω به دست آورید.

ت) تقریب بالا با فرض ω کوچک درست است. ω ی کوچک یعنی چه؟ (کمیت بدون بعدی که کوچک است چیست؟)