① به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) هرگاه ذره ای دارای بار الکتریکی مثبت را در میدان یکنواخت رها کنیم، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل الکتریکی آن چگونه تغییر می کند؟

ب) دو ویژگی خطوط میدان الکتریکی را بنویسید.

ج) شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه به چه عواملی بستگی دارد؟

د) عوامل مؤثر بر نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را بنویسید.

و) اگر در بخشی از فضا بر بار الکتریکی متحرک نیرو وارد نشود آیا می توان گفت در آن ناحیه میدان مغناطیسی وجود ندارد؟ چرا؟

پاسخ: الف) ذره به سمت قطب منفی میدان یعنی نقطه ای با پتانسیل الکتریکی کم تر می رود. از آن جا که ذره در سمت تمایلش حرکت می کند پس انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته و به انرژی جنبشی تبدیل می شود یعنی انرژی جنبشی آن افزایش می یابد.

ب) جهت خطوط همواره از + به - است./ هرچه میدان در ناحیه ای از فضا قوی تر باشد خطوط میدان در آن ناحیه به هم فشرده تر و نزدیک ترند./ خطوطی بسته اند./ هم را قطع نمی کنند.

ج) طبق فرمول $\Phi = AB\cos\theta$ کسینوس به سطح حلقه، میدان مغناطیسی و زاویه ی خط عمود بر سطح حلقه با میدان بستگی دارد.

د) طبق فرمول $F = LIB\sin\theta$ سینوس به طول سیم، مقدار جریان، مقدار میدان مغناطیسی و زاویه ی بین جهت جریان و میدان بستگی دارد.

و) خیر اگر میدان مغناطیسی وجود داشته باشد ولی راستای حرکت بار در راستای خطوط میدان باشد طبق فرمول $F = qvB\sin\theta$، $\sin\theta$ صفر می شود و نیرویی بر بار وارد نمی شود.

---

② الف) اگر فاصله و اختلاف پتانسیل دو سر صفحات خازنی را ۵ برابر کنیم ظرفیت خازن چند برابر می شود؟

ب) با الکتروسکوپ چگونه می توان باردار یا خنثی بودن جسمی را تعیین کرد؟

پ) دو میله ی مشابه یکی از جنس آهن و دیگری از جنس آهنربا در اختیار داریم بدون داشتن هیچ وسیله ی دیگری چگونه می توان آن ها را از هم تشخیص داد؟

ت) اگر اندازه ی هرکدام از بارهای الکتریکی را نصف و فاصله ی آن ها را ۶ برابر کنیم نیروی الکتریکی بین بارها چند برابر می شود؟

ی) با بیان یک آزمایش چگونه می توان قانون اهم را بررسی کرد.

دانلود از وبسایت و اپلیکیشن پادرس
CamScanner

پاسخ : الف) طبق فرمول $C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d}$ با ۵ برابر کردن فاصله ظرفیت خازن $\frac{1}{5}$ برابر می‌شود. باتوجه به این که ظرفیت خازن فقط به ویژگی های ساختاری آن بستگی دارد تغییر اختلاف پتانسیل تغییری در ظرفیت ایجاد نمی کند.

ب) جسم را به کلاهک الکتروسکوپ خنثی تماس می دهیم اگر ورقه های الکتروسکوپ از هم فاصله گرفتند جسم باردار بوده است اگر نه جسم خنثی است.

پ) وسط میله‌ی ۱ را با سر میله ۲ تماس می دهیم. اگر هم را جذب کردند میله ۲ آهنربا و دیگری آهن است. اگر هم را جذب نکردند میله ۲ آهن و میله ۱ آهنرباست.

ت) باتوجه به رابطه‌ی $F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{q_2'}{q_2} \times \frac{q_1'}{q_1} \times (\frac{r}{r'})^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{36} = \frac{1}{144}$ برابر

ی) در یک مدار الکتریکی رسانایی را قرار می دهیم. ولت سنج را موازی با آن و آمپرسنج را سری با آن می بندیم. ولتاژ مولد را تغییر می دهیم و عددهایی که ولت سنج و آمپرسنج نشان می دهند همگی را یادداشت می کنیم مشاهده می کنیم هر دفعه $\frac{V}{I}$ عددی ثابت است که همان R است. این موضوع نشان دهنده‌ی قانون اهم است. (رسانایی که انتخاب می کنیم باید حتماً رسانای اهمی باشد.)

---

(۱۳) لامپ های مشابه A و B مطابق شکل بسته شده اند. با بستن کلید آمپرسنج و ولت سنج چه تغییری می کنند؟

پاسخ : با بستن کلید برای لامپ A اتصال کوتاه اتفاق می افتد پس می توانیم فرض کنیم که لامپ A از مدار حذف شده است. با کم شدن مقاومت کل در اثر حذف شدن لامپ جریان کل افزایش می یابد پس عدد آمپرسنج افزایش می یابد. اگر باتری مقاومت داخلی نداشته باشد هم چنان ولت سنج ع را نشان می دهد و عدد آن تغییر نمی کند اما اگر باتری مقاومت داخلی داشته باشد ولت سنج کمتر ع را نشان می دهد که باتوجه به افزایش جریان این عدد کاهش می یابد.

---

(۱۴) در میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^4 N/C$ ذره ای به جرم ۱۰ گرم و بار $4\mu C$ رها می‌شود. هنگامی که این ذره به اندازه یک متر در راستای میدان جابه‌جا شد : الف) سرعت ذره چقدر می شود؟ ب) تغییر انرژی پتانسیل آن چند ژول است؟ ج) اختلاف پتانسیل این مسیر چند ولت است؟

پاسخ : الف) از آن جا که ذره در جهت تمایل خود جابه جا می شود پس انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته و به انرژی جنبشی تبدیل می شود.

$|\Delta u| = |\Delta k|$ $\quad qEd\cos\theta = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$ $\quad 4\times10^{-6}\times10^4\times1 = \frac{1}{2}\times10\times10^{-3}\times(v_2^2)$

$8 = v_2^2 \quad \boxed{v_2 = 2\sqrt{2}\ m/s}$

ب) $\Delta u = -|q|Ed\cos\theta = -4\times10^{-6}\times1\times10^4 = \boxed{-4\times10^{-2}\ J}$

دانلود از وبسایت و اپلیکیشن پادرس
CamScanner

ج)

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{0.004}{4\times10^{-6}} = 1000\,V$$

---

۵) مقاومت رسانایی ۲۰۰ اهم و اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت را به دو سر آن بسته ایم در مدت نیم دقیقه مقدار بار الکتریکی عبوری از آن را حساب کنید.

پاسخ:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} \qquad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \qquad \frac{1}{2} = \frac{\Delta q}{30} \longrightarrow \Delta q = 15\,C$$

---

۶) در شکل قسمتی از یک مدار نشان داده شده است. الف) اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ چند ولت است؟ ب) توان مصرفی در مقاومت R_4 را محاسبه کنید.

پاسخ: با توجه به قانون گره جریان عبوری از شاخه شامل باتری دو (I_2) برابر است با: $I_2 = I_3 - I_1 = 3 - 1 = 2A$

وجهت آن از A به B است.

الف)

$$V_A - I_2R_2 + \mathcal{E}_2 - I_2r_2 - I_2R_5 = V_B \qquad V_A - 4 + 6 - 1 - 6 = V_B \qquad V_A - V_B = 5V$$

ب)

$$P_4 = R_4 I_1^2 = 4\times1 = 4w$$

---

۷) الف) از سیم لوله ای که در هر متر آن ۲۵۰۰ دور سیم روکش دار وجود دارد، جریانی به شدت ۱۰A عبور می کند. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از عبور جریان را در مرکز سیم لوله حساب کنید.

ب) اگر الکترونی با سرعت $v = 4\times10^5\ m/s$ تحت زاویه ی ۳۰ درجه با محور سیم لوله وارد سیم لوله شود. بزرگی نیروی وارد بر الکترون را حساب کنید. ج) طول سیمی ۶۰ متر و آن را به شکل پیچه مسطحی به قطر ۲۰cm دری آوریم با عبور جریان الکتریکی ۲ آمپر شدت میدان مغناطیسی در مرکز آن را حساب کنید.

پاسخ: الف)

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} = 4\pi\times10^{-7}\times2500\times10 = 3{,}14\times10^{-2}\,T$$

ب) می دانیم که جهت میدان ایجاد شده در سیم لوله هم جهت با محور آن است پس الکترون با خطوط میدان زاویه ۳۰° می سازد.

$$F = |q|vB\sin\theta = 1{,}6\times10^{-19}\times4\times10^5\times3{,}14\times10^{-2}\times\frac{1}{2} = 10{,}048\times10^{-16} = 1{,}0048\times10^{-15}\,N$$

ج)

$$N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{60}{2\times3\times0{,}1} = 100$$

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times4\times100}{2\times0{,}1} = 24\times10^{-4} = 2{,}4\times10^{-3}\,T$$

دانلود از وبسایت و اپلیکیشن پادرس

CamScanner

(۸) یک حلقه‌ی مربع شکل به ضلع ۱۰cm در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۰/۸T به صورت عمود بر خطوط میدان قرار دارد. اگر در مدت ۰/۰۱s اندازه‌ی میدان بدون تغییر جهت به صفر برسد: الف) نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را حساب کنید. ب) اگر مقاومت پیچه ۰/۱Ω باشد جریان القایی متوسط در آن چقدر است؟

پاسخ: الف)

$$\Delta\Phi = NAB\cos\theta = 100\times10^{-4}\times(0-0/8)\times1 = -8\times10^{-3}\,wb$$

$$\varepsilon = -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{1\times(-8)\times10^{-3}}{0/02} = 4\times10^{-1} = 0/4\,V$$

ب)

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0/4}{0/1} = 4A$$

---

(۹) مطابق شکل‌های زیر: الف) در شکل الف جهت حرکت آهنربا با توجه به جهت جریان القایی چگونه است؟

ب) در شکل ب جریان در سیم مستقیم در حال افزایش است. جهت جریان القایی در حلقه چگونه است؟

پ) در شکل پ اگر مقاومت رئوستا کاهش یابد، جریان القایی در حلقه‌ی رسانا در چه جهتی ایجاد می‌شود؟

پاسخ: الف) طبق قانون دست راست میدان ناشی از جریان القایی هم‌جهت با میدان آهنرباست. طبق قانون لنز جهت جریان القایی به گونه‌ای است که آثار مغناطیسی ناشی از جریان با عامل تغییرات شار مخالفت کند. پس می‌فهمیم که میدان آهنربا در حال کاهش و آهنربا در حال دور شدن از حلقه بوده.

ب) میدان ناشی از سیم راست در مرکز حلقه برون‌سو است. طبق قانون لنز میدان حاصل از حلقه در وسط آن باید با تغییرات شار (که در اینجا افزایش میدان در اثر افزایش جریان است) مخالفت کند. یعنی میدان حاصل از جریان القایی درون‌سو و جهت جریان القایی ساعتگرد است.

پ) با کاهش مقاومت رئوستا، جریان افزایش می‌یابد. میدان حاصل از حلقه‌ی بزرگ‌تر در مرکز حلقه‌ها برون‌سو است. طبق قانون لنز و با توجه به این که شار در اثر افزایش جریان و میدان در حال افزایش است. میدان ناشی از جریان القایی باید درون‌سو باشد. یعنی جریان القایی در حلقه‌ی کوچک‌تر ساعتگرد است.

---

(۱۰) معادله جریان - زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I = 4\times10^{-3}\sin 250\pi t$ است.

الف) جریان در لحظه $t = 2ms$ چقدر است؟ ب) دوره تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان را در یک دوره کامل رسم کنید.

الف)

$$I_{2\times10^{-3}} = 4\times10^{-3}\sin 250\pi\times2\times10^{-3} = 4\times10^{-3}\times\sin\frac{\pi}{2} = 4\times10^{-3}A$$

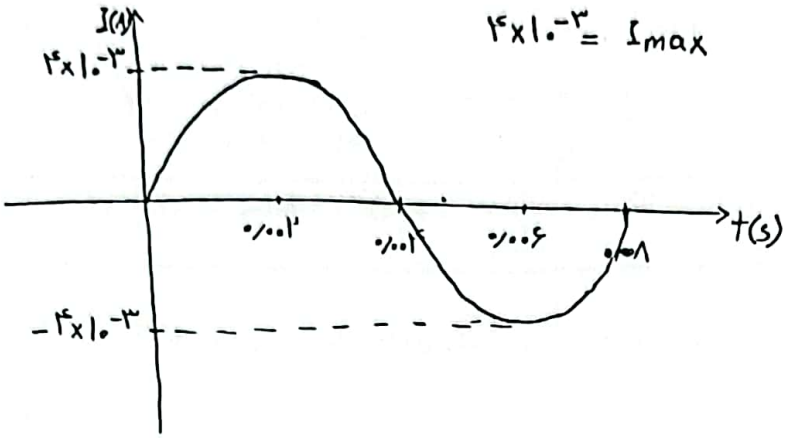
دانلود از وبسایت و اپلیکیشن پادرس

CamScanner

ب)

$I = I_{max} \sin \frac{2\pi}{T} t \longrightarrow 250\pi t = \frac{2\pi}{T} t \quad T = \frac{2}{250} = 0.008\,s$

$I_{max} = 4 \times 10^{-3}$



دانلود از وبسایت و اپلیکیشن پادرس

CamScanner