

① به سوالات 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 برابر 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 ترمی 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، هر چه 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 $\Phi = AB \cos \theta$ به سطح حلقه، میدان مغناطیسی ^{کسینوس} و زاویه ی خط عمود بر سطح حلقه با میدان بستگی دارد.

د) طبق فرمول $F = L I B \sin \theta$ به طول سیم، مقدار جریان، مقدار میدان مغناطیسی ^{سینوس} 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 نیروی برابر وارد می 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 سیله 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 هر کدام از بارهای الکتریکی را نصف و فاصله ی آن ها را ۶ برابر کنیم نیروی الکتریکی بین بارها چند برابر می شود؟

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

پاسخ: الف) طبق فرمول $C = \frac{k \cdot \epsilon \cdot A}{d}$ با ۵ برابر کردن فاصله ظرفیت خازن $\frac{1}{5}$ برابر می شود. با توجه 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 میله ی 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) با توجه به رابطه ی $F = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2}$ برابر $\frac{1}{144}$ برابر $\frac{F_2}{F_1} = \frac{q_2'}{q_2} \times \frac{q_1'}{q_1} \times \left(\frac{r^2}{r'^2}\right)^2 = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{36} = \frac{1}{144}$

ی) در یک مدار الکتریکی رسانایی را قاری دهیم. ولت سنج را موازی با آن و آمپر سنج را سری با آن می بندیم. ولتاژ مولد را تغییری دهیم و عددهایی که ولت سنج و آمپر سنج نشان می دهند کم یا زیاد داشت می کنیم مشاهده می کنیم هر دفعه $\frac{V}{I}$ عددی ثابت است که همان R است. این موضوع نشان دهنده ی 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 آمپر سنج 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 آمپر سنج افزایش می یابد. اگر باتری مقاومت داخلی نداشته باشد هم چنان ولت سنج E را نشان می دهد و عدد آن تغییری نمی کند اما اگر باتری مقاومت داخلی داشته باشد ولت سنج R مجموع را نشان می دهد که با توجه به افزایش جریان این عدد کاهش می یابد.

۱۴) میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^4 N/C$ ذره ای به جرم ۱۰ گرم و بار $4 \mu C$ رها می شود. هنگامی که این ذره به اندازه یک متر در راستای میدان جلورفت: 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 تمایلش جا به جا می شود پس انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته و به انرژی جنبشی تبدیل می شود.

$$| \Delta u | = | \Delta K | \quad \int q E d \cos \theta = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \quad 4 \times 10^{-6} \times 10^4 \times 1 = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (v_2^2 - 0)$$

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

$$\Delta u = - |q| E d \cos \theta = - 4 \times 10^{-6} \times 10^4 \times 1 = - 4 \times 10^{-2} \text{ J} \quad \text{ب)}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{0.04}{4 \times 10^{-6}} = \boxed{10^4 \text{ V}}$$

۵) مقاومت رسانایی ۲۰ 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:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{20} = \frac{1}{2} \quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \frac{1}{2} = \frac{\Delta q}{2} \rightarrow \Delta q = \boxed{1 \text{ C}}$$

۶) در شکل قسمتی از یک مدار نشان داده شده است. این اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ چقدر است؟ ب) توان مصرفی در مقاومت R_4 را می‌سبب کنید.

پاسخ: با توجه به قانون گره جریان عملی از شاخه شامل باتری دو (I_2) برابر است با: $I_2 = I_3 - I_1 = 3 - 1 = 2 \text{ A}$ و جهت آن از A به B است.

$$V_A - I_2 R_2 + \mathcal{E}_2 - I_2 R_2 - I_2 R_5 = V_B \quad V_A - 4 + 6 - 1 - 6 = V_B \quad \boxed{V_A - V_B = 5 \text{ V}} \quad \text{الف)}$$

$$P_4 = R_4 I_2^2 = 4 \times 1 = \boxed{4 \text{ W}} \quad \text{ب)}$$

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

ب) اگر الکترونی با سرعت $v = 4 \times 10^5 \text{ m/s}$ تحت زاویه 30° درجه با محور سیم لوله وارد سیم لوله شود. بزرگی نیروی وارد بر الکترون را حساب کنید. ج) طول سیمی ۶ متر آن را به شکل پیچ مسطحی به قطر ۲ cm در می آوریم با عبور جریان الکتریکی ۱۴ آمپر شدت میدان مغناطیسی در مرکز آن را حساب کنید.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \times 2500 \times 10 = \boxed{3.14 \times 10^{-2} \text{ T}} \quad \text{پاسخ: الف)}$$

ب) می‌دانیم که جهت میدان ایجاد شده در سیم لوله هم جهت با محور آن است پس الکترون با خطوط میدان زاویه 30° می‌سازد.

$$F = qvB \sin \theta = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^5 \times 3.14 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2} = 1.0148 \times 10^{-16} = 1.0048 \times 10^{-15} \text{ N}$$

$$N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{6}{2 \times 3 \times 10^{-2}} = 100 \quad \text{ج)}$$

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 100}{2 \times 0.03} = 2.4 \times 10^{-4} = \boxed{2.4 \times 10^{-3} \text{ T}}$$

۸) یک حلقه ی مربعی شکل به ضلع 10 cm در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 8 T به صورت عمود بر خط 10 cm میدان قرار دارد. اگر در مدت 0.1 s اندازه ی میدان بدون تغییر جهت به صفر برسد: الف) نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را حساب کنید. ب) اگر مقاومت پیچیده $1\ \Omega$ باشد جریان القایی متوسط در آن چقدر است؟

پاسخ: الف)

$$\Delta\Phi = \Delta B \cos\theta = 100 \times 10^{-3} \times (0 - 8) \times 1 = -8 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{N \Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{1 \times (-8) \times 10^{-3}}{0.1} = 8 \times 10^{-2} = \boxed{0.08 \text{ V}}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{0.08}{0.08} = \boxed{1 \text{ A}}$$

ب)

۹) مطابق شکل های زیر: الف) در شکل حرکت 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 روستا کاهش یابد، جریان القایی در حلقه ی رسانا در چه جهتی ایجاد می شود؟

پاسخ: الف) طبق قانون دست راست میدان ناشی از جریان القایی هم جهت با میدان آهنرباست. طبق قانون لenz جهت جریان القایی به گونه ای است که آثار مغناطیسی ناشی از جریان با عامل تغییرات شار می لغت کند. پس می فهمیم که میدان آهنربا در حال کاهش و آهنربا در حال دور شدن از حلقه بوده.

ب) میدان ناشی از سیم راست در مرکز حلقه برون سواست. طبق قانون لenz 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 درون سیم و جهت جریان القایی سستگرد است.

پ) با کاهش مقاومت روستا، جریان افزایش می یابد. میدان حاصل از حلقه ی بزرگ تر در مرکز حلقه ها برون سواست. طبق قانون لenz و با توجه به این که شار در اثر افزایش جریان و میدان در حال افزایش است. میدان ناشی از جریان القایی باید درون سیم باشد. یعنی جریان القایی در حلقه ی کوچک تر ساعتگرد است.

۱۰) معادله جریان - زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یکاهای SI به صورت $I = 4 \times 10^{-3} \sin 250\pi t$ است.

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

$$I_{2 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-3} \sin 250\pi \times 2 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \times \sin \frac{\pi}{4} = \boxed{2.8 \times 10^{-3} \text{ A}}$$

الف)

$$I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \longrightarrow \quad 2\pi \cdot \cancel{t} = \frac{2\pi}{T} \cancel{t} \quad T = \frac{2}{2\pi} = \underline{\underline{0.001 \text{ s}}}$$

(4)

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

