پاسخنامه آزمون فیزیک پایه یازدهم

آمادگی آزمون ۲۸ آذر قلمچی

ریاضی – تجربی

زمان برگزاری آزمون : ۲۷ آذر از ساعت ۸ تا ۲۰

نکات مربوط به این آزمون:

۱) سوالات این آزمون از سوالات منتخب آزمونهای ماز بوده و با هدف خاصی گزینش شده اند.

۲) حتما برای یادگیری بهتر دیدن پاسخ تمامی سوالات را با یادداشت نکات آنها مدنظر داشته باشید.

۳) از این پس برای همه آزمونهای آتی قلمچی چنین آزمونهایی برای آمادگی بیشتر شما بصورت کاملا رایگان برگزار خواهیم کرد.

برای اطلاع از آخرین اخبار و اطلاعات آزمونهای آینده

در کانال تلگرام زیر عضو شوید.

@iliaesgroup

وبسایت: ilia-es.ir

۱ - یک خازن تخت از صفحه‌هایی با مساحت $۲۰۰\text{cm}^۲$ ساخته شده است که در فاصلهٔ $۰/۰۹\text{mm}$ از هم قرار گرفته‌اند و فاصلهٔ بین صفحه‌ها با دی‌الکتریکی با ضریب ۵ پر شده است. اختلاف پتانسیل دو سر این خازن با تخلیهٔ الکتریکی ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. اگر پس از تخلیهٔ الکتریکی، انرژی این خازن ۱۰/۲ میلی‌ژول کاهش یافته باشد، ولتاژ اولیهٔ خازن چند ولت بوده است؟ $(\varepsilon_۰ = ۹\times۱۰^{-۱۲}\ \frac{\text{F}}{\text{m}})$

۱) ۵۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۱۵۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	این تست دارای...	درسنامه	مثال	بخش اگر...	درجه سختی	میزان سخت
درجه از ۱۰	۲	۹	۵		یازدهم	الکتریسیتهٔ ساکن		☑	☑	☑		

در این قسمت قصد داریم که روابط مهم مربوط به خازن را به همراه چند مثال با هم مرور کنیم.

۱) رابطهٔ بین بار الکتریکی و اختلاف پتانسیل خازن به صورت زیر است:

$$q = CV$$

q : بار الکتریکی با یکای کولن

C : ظرفیت خازن با یکای فاراد

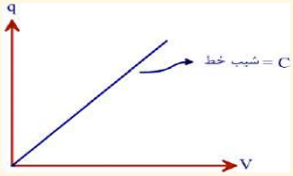
V : اختلاف پتانسیل دو سر خازن با یکای ولت

مثال:

خازنی با ظرفیت $۲۰\mu\text{F}$ توسط یک باتری با اختلاف پتانسیل ۳۰V شارژ شده است. بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند کولن است؟

$$q = CV \Rightarrow q = ۲۰\times۱۰^{-۶}\times۳۰ = ۶\times۱۰^{-۴}\text{C}$$

۲) مطابق رابطهٔ $q = CV$، نمودار تغییرات بار یک خازن بر حسب ولتاژ آن به صورت یک خط با شیب ثابت خواهد بود.



۳) ظرفیت یک خازن به ویژگی‌های ساختمانی آن وابسته است و به ولتاژ و بار آن ربط ندارد. ظرفیت یک خازن تخت مطابق رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$C = k\varepsilon_۰\frac{A}{d}$$

C : ظرفیت خازن با یکای فاراد

$\varepsilon_۰$: گذردهی الکتریکی خلأ با یکای $\frac{\text{فاراد}}{\text{متر}}$

k : ضریب دی‌الکتریک بدون یکا

A : مساحت صفحه‌های خازن با یکای متر مربع

d : فاصلهٔ صفحه‌های خازن با یکای متر

۴) میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن از روابط زیر بدست می‌آید:

$$E = \frac{q}{k\varepsilon_۰A}$$ اگر بار را داشته باشیم

$$E = \frac{V}{d}$$ اگر ولتاژ را داشته باشیم

۵) انرژی ذخیره شده در خازن از روابط زیر بدست می‌آید:

انرژی خازن

$$U = \frac{۱}{۲}CV^۲$$

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{q^۲}{C}$$

$$U = \frac{۱}{۲}qV$$

مثال:

یک خازن تخت از صفحه‌هایی با مساحت $۱۰^{-۳}\text{m}^۲$ ساخته شده است که در فاصلهٔ $۰/۵\text{mm}$ از هم قرار گرفته‌اند و بین صفحه‌ها خلأ است. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل ۲۰V متصل کنیم تا شارژ شود، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) ظرفیت خازن چند نانو فاراد است؟ $(\varepsilon_۰ = ۹\times۱۰^{-۱۲}\ \frac{\text{F}}{\text{m}})$

$$C = k\varepsilon_۰\frac{A}{d} = ۱\times۹\times۱۰^{-۱۲}\times\frac{۱۰^{-۳}}{۰/۵\times۱۰^{-۳}} = ۱۸\times۱۰^{-۱۲}\text{F} = ۰/۰۱۸\text{nF}$$

ب) شدت میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن چند واحد SI است؟

$$E = \frac{V}{d} = \frac{۲۰}{۰/۵\times۱۰^{-۳}} = ۴۰۰۰\frac{\text{V}}{\text{m}}$$

ج) بار ذخیره شده در خازن چند نانو کولن است؟

$$q = CV \Rightarrow q = ۰/۰۱۸\times۲۰ = ۰/۳۶\text{nC}$$

د) انرژی ذخیره شده در خازن چند نانوژول است؟

$$U=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\times 0/018\times 200^2=3/6nJ$$

برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام اول: محاسبهٔ ظرفیت خازن

$$C=k\varepsilon_0\frac{A}{d}=5\times 9\times 10^{-12}\times\frac{200\times 10^{-4}}{0/09\times 10^{-3}}=10^{-8}F$$

گام دوم: مقایسهٔ انرژی خازن قبل و بعد از تخلیهٔ الکتریکی

$$V_2=V_1-\frac{30}{100}V_1=0/7V_1$$

$$\begin{cases}U_1=\frac{1}{2}CV_1^2\\ U_2=\frac{1}{2}CV_2^2=\frac{1}{2}C\times(0/7V_1)^2=0/49\times\frac{1}{2}CV_1^2\end{cases}\Rightarrow U_1-U_2=\frac{1}{2}CV_1^2-0/49\times\frac{1}{2}CV_1^2\Rightarrow U_1-U_2=0/51\times\frac{1}{2}CV_1^2$$

$$\xrightarrow[C=10^{-8}F]{U_1-U_2=10/2mJ} 0/51\times\frac{1}{2}\times 10^{-8}\times V_1^2=10/2\times 10^{-3}\Rightarrow V_1^2=4\times 10^6\Rightarrow V_1=2000V$$

اگر میدان الکتریکی درون خازن را قبل از تخلیه می‌خواستیم، پاسخ چه بود؟

پاسخ: با دانستن ولتاژ خازن، به دست آوردن میدان الکتریکی کار ساده‌ای است.

$$E=\frac{V}{d}=\frac{2000}{0/09\times 10^{-3}}=\frac{2}{9}\times 10^8\frac{V}{m}$$

۲ - فاصلهٔ بین صفحه‌های یک خازن تخت با دی‌الکتریکی با ضریب k پر شده است. اگر در شرایطی که این خازن به یک باتری متصل است، دی‌الکتریک را از بین صفحه‌ها خارج کنیم، چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) ظرفیت خازن k برابر می‌شود.

ب) انرژی ذخیره شده در خازن k برابر می‌شود.

ج) شدت میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن ثابت می‌ماند.

د) بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ثابت می‌ماند.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	این تست دارای...	درسنامه	مثال	بخش اگر...	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	٤	۷	۱۰	یازدهم	الکتریسیتهٔ ساکن		☑	☑	☑	☒	متوسط	

در این قسمت می‌خواهیم سؤالاتی را بررسی کنیم که در آن‌ها ویژگی‌های خازن مثل فاصلهٔ صفحه‌ها، ضریب دی‌الکتریک و ... تغییر می‌کنند. این تغییرات ممکن است هنگامی که خازن به باتری متصل است رخ دهند و یا ممکن است هنگامی که خازن از باتری جدا شده است رخ دهند که در ادامه هر دو حالت را با یک مثال بررسی می‌کنیم.

۱) خازن به باتری وصل باشد:

در این حالت ولتاژ خازن همواره ثابت است و با کمک این موضوع می‌توانیم تغییرات سایر کمیت‌ها را بدست آوریم.

به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

یک خازن تخت به یک باتری وصل شده است تا شارژ شود. اگر در حالی که خازن به باتری متصل است، فاصلهٔ صفحه‌ها را ۲ برابر کنیم، به سؤالات زیر پاسخ دهید؟

الف) ولتاژ خازن چگونه تغییر می‌کند؟

چون خازن به باتری وصل است، ولتاژ ثابت می‌ماند.

ب) ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$$C=k\varepsilon_0\frac{A}{\underbrace{d}_{\text{۲ برابر}}}\Rightarrow$$ ظرفیت $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود.

ج) بار الکتریکی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$q = C V \Rightarrow$ بار خازن $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود.

(C ثابت، V $\frac{1}{2}$ برابر)

د) میدان الکتریکی درون خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$E = \frac{V}{d} \Rightarrow$ میدان الکتریکی $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود.

(V ثابت، d ۲ برابر)

هـ) انرژی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow$ انرژی $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود.

(C ثابت، V $\frac{1}{2}$ برابر)

۲) خازن از باتری جدا باشد:

در این حالت چون خازن به جایی وصل نیست، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند و با کمک این موضوع می‌توانیم سایر کمیت‌ها را بررسی کنیم.

مثال:

یک خازن تخت به یک باتری وصل شده است تا شارژ شود. اگر خازن را از باتری جدا کنیم و سپس فاصلهٔ صفحه‌ها را ۲ برابر کنیم، به سؤالات زیر پاسخ دهید؟

الف) بار خازن چگونه تغییر می‌کند؟

چون خازن از باتری جدا شده است، بار آن ثابت می‌ماند.

ب) ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow$ ظرفیت $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود.

(d ۲ برابر)

ج) اختلاف پتانسیل خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$q = C V \Rightarrow$ ولتاژ خازن ۲ برابر می‌شود.

(q ثابت، C $\frac{1}{2}$ برابر)

د) میدان الکتریکی درون خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$E = \frac{q}{k\varepsilon_0 A} \xrightarrow{q\ ،\ A\ و\ k\ ثابت}$ میدان الکتریکی ثابت می‌ماند.

می‌توانستیم با رابطهٔ $E = \frac{V}{d}$ هم به این قسمت پاسخ دهیم

هـ) انرژی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \Rightarrow$ انرژی ۲ برابر می‌شود.

(q ثابت، C $\frac{1}{2}$ برابر)

برای حل این سؤال، تغییرات هر یک از کمیت‌ها را جداگانه بررسی می‌کنیم.

۱) ولتاژ: چون خازن به باتری وصل است، ولتاژ ثابت می‌ماند.

۲) ظرفیت خازن: مطابق رابطهٔ $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$، با خارج کردن دی‌الکتریک با ضریب k، ظرفیت خازن $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود.

۳) بار الکتریکی:

$q = C V \Rightarrow$ بار خازن $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود.

(C $\frac{1}{k}$ برابر، V ثابت)

۴) انرژی خازن:

$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow$ انرژی خازن $\frac{1}{k}$ برابر می‌شود.

(C $\frac{1}{k}$ برابر، V ثابت)

۵) شدت میدان الکتریکی:

$E = \frac{V}{d} \Rightarrow$ میدان الکتریکی ثابت می‌ماند.

(V ثابت، d ثابت)

مطابق توضیحات بالا، فقط عبارت (ج) صحیح است.

این سؤال بر اساس تمرین ۲۴ در انتهای فصل ۱ کتاب درسی فیزیک یازدهم رشتهٔ تجربی طرح شده است.

۳ - خازنی که بین صفحه‌های آن هوا وجود دارد را به یک باتری ۵ ولتی متصل می‌کنیم. اگر فاصله‌ی دو صفحه را دو برابر نموده و بین صفحه‌های خازن یک عایق به ضریب دی الکتریک ۴ قرار داده و ولتاژ دو سر باتری را ۲۰درصد کاهش دهیم، انرژی خازن چنددرصد تغییر می‌کند؟

۱) ۲/۸ ۲) ۲۸ ۳) ۵/۶ ۴) ۵۶

پاسخ: گزینهٔ ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	این تست دارای...	درسنامه	مثال	بخش اگر...	درجه سختی	میزان سخت
درجه از ۱۰	۷	۷	۸	یازدهم	انرژی خازن	☑	☑	☑	☒			

عوامل موثر بر ظرفیت خازن

–ظرفیت خازن با صفحه‌های تخت موازی به عامل‌های زیر بستگی دارد.

با فاصله دو صفحه از یکدیگر نسبت عکس دارد. (**d**) $C \propto \frac{1}{d}$

با مساحت بخشی از دو صفحه که در مقابل هم قرار دارند(**A**) نسبت مستقیم دارد. $C \propto A$

ظرفیت خازن به جنس عایق یا دی الکتریکی که بین دو صفحه خازن قرار می گیرد بستگی دارد.

در نتیجه می‌توان ظرفیت خازن تخت را به کمک رابطه مقابل تعیین نمود.

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

ε_0 : ثابت گذر دهی خلا می‌باشد و مقدار آن $\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\,C^2/N.m^2$ است.

k: ثابت دی الکتریک که به جنس عایق بین صفحه‌ها بستگی دارد .اگر بین دو صفحه هوا باشد، $k = 1$ است .

پتانسیل فرو ریزش

مقدارِ بیشینه‌یِ اختلافِ پتانسیلی است که دی الکتریک می‌تواند بدون فروریزش تحمل کند.

قدرت دی الکتریک

مقدارِ بیشینه‌یِ میدانِ الکتریکی است که دی الکتریک می‌تواند بدون فروریزش تحمل کند.

توجه: خازن‌ها معمولاً با مقدارِ ظرفیتِ آن‌ها و اختلافِ پتانسیلِ بیشینه‌ای که می‌توانند تحمل کنند مشخص می‌شوند.

مقدار **k** برای سایر دی الکتریک‌ها بزرگ‌تر از یک می‌باشد. ثابت دی الکتریک برای برخی مواد در جدول زیر آمده است.

برخی از ویژگی‌های دی الکتریک‌ها در دمایِ $20^\circ C$

دي الكتريك جامد	ثابت دي الكتريك	قدرت دی الکتریک kV/mm	دي الكتريك مايع	ثابت دي الكتريك	قدرت دی الکتریک kV/mm	دي الكتريك گازي	ثابت دي الكتريك	قدرت دی الکتریک
شيشه پيركس	۶-۱۰	۱۴	الكل	۲۵	۶۵	كربن دي اكسيد	۱/۰۰۰۹۷	
ميكا	۶/۶-۵/۶	۱۵۰	روغن	۲-۲/۲		هوا	۱/۰۰۰۶۰	۶۰
كاغذ	۳/۵	۱۶	آب	۸۰-۸۳		هيدروژن	۱/۰۰۰۲۶	۳
پارافين	۲/۲-۱/۵	۱۰						
تفلون	۲/۱	۶۰						

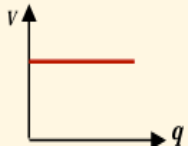
نکته: برای محاسبه‌ی ظرفیت خازن در حالتی که شرایط آن تغییر کند، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده نمود.

$$\frac{C'}{C} = \frac{K'}{K}\cdot\frac{A'}{A}\cdot\frac{d}{d'}$$

نکته: هنگامی که دو صفحه‌ی یک خازن به دو قطب یک مولدِ جریان مستقیم وصل باشد، اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی آن همان اختلافِ پتانسیل دو قطبِ مولد بوده وهنگامی که یک خازنِ پُر شده را از مولد جدا می‌کنیم، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند.

نکته: اگر یک خازن که بین صفحه‌های آن چیزی وجود ندارد را توسط مولدی باردار نموده و سپس از مولد جدا نماییم، با تغییر فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن، بزرگی میدانِ الکتریکی بین صفحه‌های خازن تغییر نمی‌کند.

انرژی ذخیره شده در خازن



هنگامی که یک خازن را با یک مولد(باتری) پُر می‌کنیم، مولد برای پر کردن خازن انرژی مصرف می‌کند و این انرژی مصرف شده برای انتقال بار بر روی صفحه‌های خازن، در بارهای صفحه های خازن و هم چنین در میدان الکتریکی بین صفحات ذخیره می‌شود. اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن ازلحظه‌ی شروع تا پر شدن به طور خطی افزایش می‌یابد خواهیم داشت.

نمودار اختلافِ پتانسیلِ دو پایانه ی باتری بر حسب بار منتقل شده،مشابه نمودارِ مقابل است.

نمودار اختلافِ پتانسیلِ دو صفحه ی خازن بر حسب بار ذخیره شده در خازن، مشابه نمودارِ مقابل است.

سطحِ زیر نمودار(یعنی **S**)، برابر با انرژیِ ذخیره شده در خازن است.



$$(\bar{V}=\frac{0+V}{2}=\frac{V}{2})\quad \bar{V}=\frac{U}{q}\Rightarrow\frac{1}{2}V=\frac{U}{q}\Rightarrow\frac{1}{2}qV$$

انرژی ذخیره شده در خازن از روابط زیر نیز تعیین می‌شود.

$$U=\frac{1}{2}CV^2 \quad و \quad U=\frac{1}{2}qV \quad و \quad U=\frac{q^2}{2C}$$

توجه: یکی از یکاهای انرژی الکتریکی، کیلووات ساعت است که $3/6\times10^6$ ژول است.

مثال:

یک خازن ۳۶۰۰ پیکو فارادی با اختلاف پتانسیل ۳۰۰ ولت پر شده است . انرژی ذخیره شده در آن چقدر است ؟

☑پاسخ:

$$U=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\times3600\times10^{-12}\times(300)^2=162\times10^{-6}J=162\mu J$$

مثال:

صفحات خازن پر شده ای را از مولد جدا کرده و بدون آن که به هم متصل شوند، آن‌ها را به هم نزدیک می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو صفحه و انرژی به ترتیب چه تغییری می کنند؟

۱) کم ، کم ۲) زیاد ، زیاد ۳) زیاد ، کم ۴) کم ، زیاد

پاسخ:

گزینه (۱) درست است.

از آن جایی که، خازنِ پُر شده از مولد جدا شده است بار الکتریکیِ آن ثابت است.

هنگامی که فاصله‌ی دو صفحه را کاهش می‌دهیم، ظرفیت خازن ،افزایش می‌یابد.حال با توجه به رابطه‌ی $q=C.V\Rightarrow V=\frac{q}{C}$ ، می‌توان دید که با ثابت بودن q و افزایش C (مخرج کسر)، حاصل کسر(که همان V است.) کاهش می‌یابد.

هم‌چنین با توجه به رابطه‌یِ $U=\frac{q^2}{2C}$ ، با ثابت بودن q و افزایش C (مخرج کسر)، حاصل کسر(که همان U است.) کاهش می‌یابد.

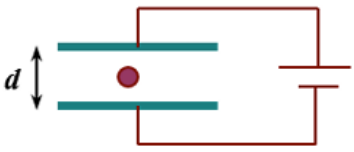
$$\frac{C'}{C}=\frac{k'}{k}\times\frac{d}{d'}=\frac{4}{1}\times\frac{1}{2}=2$$

انرژی خازن از رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$U=\frac{1}{2}CV^2\Rightarrow\frac{U'}{U}=\frac{C'}{C}\times(\frac{V'}{V})^2\Rightarrow\frac{U'}{10}=2\times(\frac{4}{5})^2=\frac{32}{25}\Rightarrow\frac{U'}{U}=1/28\xrightarrow{\times100}\frac{U'}{U}=128\%\Rightarrow$$

پس U' نسبت به U، ۲۸ درصد افزایش یافت است.

۴ - در شکل مقابل، ذره‌ای به جرم m و بار الکتریکی q در فضای بین دو صفحه‌یِ یک خازن به حال تعادل است. (شتاب گرانش را $10m/s^2$ در نظر بگیرید.)



اگر فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن را ۲۰ درصد کاهش دهیم .....

۱) ذره با شتاب $5m/s^2$ به سمت بالا حرکت خواهد کرد.

۲) ذره با شتاب $2/5m/s^2$ به سمت بالا حرکت خواهد کرد.

۳) ذره با شتاب $5m/s^2$ به سمت پایین حرکت خواهد کرد.

۴) ذره با شتاب $2/5m/s^2$ به سمت پایین حرکت خواهد کرد.

پاسخ: گزینهٔ ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	این تست دارای...	درسنامه	مثال	بخش اگر...	درجه سختی	میزان سخت
درجه از ۱۰	۸	۷	۷	یازدهم		خازن		☒	☒	☒		

بر این ذره، دو نیرو اثر می‌کند. یکی وزن و دیگری از طرف میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن.

چون این ذره در حال تعادل است، نیرویی که از طرف میدان خازن، بر این ذره وارد می شود هم اندازه با وزن و رو به بالا خواهد بود.

$$F_E = mg \Rightarrow qE = mg$$

با توجه به اینکه اختلافِ پتانسیلِ دو صفحه‌ی خازن ثابت است، بنابراین میدان الکتریکیِ خازن($E = \frac{V}{d}$)، با فاصله‌ی دو صفحه (d)رابطه‌ی معکوس دارد.

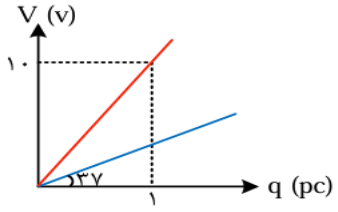
$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E'}{E} = \frac{d}{d'} \xrightarrow{d' = ۰/۸d} \frac{E'}{E} = \frac{d}{۰/۸d} = ۱/۲۵ \Rightarrow E' = ۱/۲۵E$$

$$F_E = qE \Rightarrow \frac{F_E'}{F_E} = \frac{E'}{E} = ۱/۲۵ \Rightarrow F_E' = ۱/۲۵F_E = ۱/۲۵mg$$

چون $F_E' > mg$ است، ذره رو به بالا به حرکت در می‌آید. حال طبق قانون دوم نیوتون، می‌توانیم بنویسیم.

$$F_E - mg = ma \Rightarrow ۱/۲۵mg - mg = ma \Rightarrow a = ۰/۲۵g = ۰/۲۵ \times ۱۰ \Rightarrow \quad a = ۲/۵ m/s^۲$$

۸ – شکل زیر نمودار اختلاف پتانسیل برحسب بار ذخیره شده را برای دو خازن نشان می‌دهد که مشخصات ساختمانی آن‌ها در جدول ذکر شده است. κ' چقدر است؟ $(\sin ۳۷ = ۰/۶)$



خازن	ثابت دی‌الکتریک	مساحت صفحات	فاصله صفحات از هم
۱	$\kappa = ۱$	$۱cm^۲$	۹mm
۲	$\kappa' = ?$	$۰/۸cm^۲$	۲/۷mm

۱) $\frac{۹}{۳۲۰}$ ۲) ۵ ۳) $\frac{۱}{۲۰}$ ۴) $\frac{۴۵}{۱۶}$

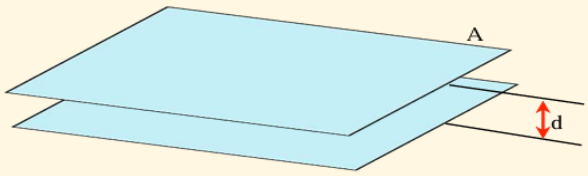
پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه سختی	میزان سخت
درجه از ۱۰	۷	۹	۸		یازدهم	الکتریسیته ساکن		☒	☒		

خازن

وسیله‌ای است که می‌تواند بار الکتریکی و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند و هر زمان که لازم باشد، آن را در مدار تخلیه کند.

خازن تخت: از دو صفحهٔ رسانای موازی که به فاصله d از هم قرار گرفته‌اند، تشکیل می‌شود. (مطابق شکل)



ظرفیت خازن: به نسبت بار ذخیره شده در صفحات خازن به اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن، ظرفیت خازن می‌گویند. به عبارتی دیگر نسبت $\frac{q}{V}$ همواره مقداری ثابت است که به این نسبت، ظرفیت خازن می‌گویند و آن را با C نمایش می‌دهند. بنابراین داریم:

$$C = \frac{q}{V} \rightarrow \text{بار الکتریکی } (C)$$
$$C = \frac{q}{V} \leftarrow \text{ظرفیت خازن } (F)$$
$$C = \frac{q}{V} \rightarrow \text{اختلاف پتانسیل } (V)$$

نکته

یکای ظرفیت خازن در SI، فاراد (F) است اما یکای مهم دیگری نیز دارد که برابر است با: $|F| = \frac{C}{V}$

(تست کنکور)

اگر خازنی به ظرفیت $۵۰\mu F$ به اختلاف پتانسیل $۲۰V$ بسته شود، چند کولن بار الکتریکی در آن ذخیره می‌شود؟

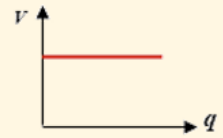
۱) $۱۰^{-۳}$ ۲) $۱۰^{۳}$ ۳) ۰/۰۲۵ ۴) ۲۵۰

پاسخ: گزینه ۱

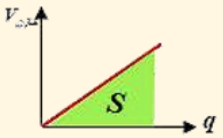
با کمک رابطه $C=\frac{q}{V}$ داریم:

$$q=CV=\left(۵۰\times۱۰^{-۶}\right)\times\left(۲۰\right)=۱۰^{-۳}C$$

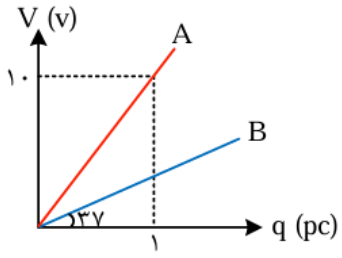
هنگامیکه یک خازن را با یک مولد(باتری) پُر می‌کنیم، مولد برای پر کردن خازن انرژی مصرف می‌کند و این انرژی مصرف‌شده برای انتقال بار بر روی صفحه‌های خازن ، در فضای بین صفحات ذخیره می‌شود . اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن از لحظه‌ی شروع تا پر شدن به طور خطی افزایش می‌یابد و خواهیم داشت:
نمودار اختلافِ پتانسیلِ دو پایانه‌ی باتری بر حسب بار منتقل شده، مشابه نمودارِ مقابل است.



نمودار اختلافِ پتانسیلِ دو صفحه‌ی خازن بر حسب بار ذخیره شده در خازن، مشابه نمودارِ مقابل است.



ابتدا با توجه به نمودار ظرفیت خازن‌ها را به‌دست می‌آوریم.



$$\text{شیب نمودار اختلاف پتانسیل برحسب بار} = \tan\alpha=\frac{۱}{C}$$

$$\text{A ظرفیت خازن } C_A=\frac{q}{v}=\frac{۱pc}{۱۰v}=۰/۱pF$$

$$\text{B ظرفیت خازن } C_B=\frac{۱}{\tan ۳۷}=\frac{۴}{۳}pF$$

حال با توجه به جدول چون حداقل κ' یک می‌باشد متوجه می‌شویم نسبت $\frac{\kappa A}{d}$ برای خازن ۲ بزرگ‌تر است.

$$\text{(۱) خازن } \frac{\kappa A}{d}=\frac{۱\times۱}{۹} \qquad \text{(۲) خازن } \frac{\kappa' A}{d}=\frac{\kappa'\times۰/۸}{۲/۷}$$

پس ظرفیت خازن (۲) بزرگ‌تر است یعنی:

$$C_۲=\frac{۴}{۳}pc$$

$$C_۱=۰/۱pc$$

$$C=\frac{\kappa\varepsilon_۰ A}{d} \Rightarrow \frac{C_۲}{C_۱}=\frac{\kappa_۲}{\kappa_۱}\times\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{d_۱}{d_۲}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{۴}{۳}}{۰/۱}=\frac{\kappa'}{۱}\times\frac{۰/۸}{۱}\times\frac{۹}{۲/۷}$$

$$\Rightarrow \frac{۴۰}{۳}=\frac{۸\kappa'}{۳} \Rightarrow \boxed{\kappa'=۵}$$

* می‌دانیم که k عددی بزرگ‌تر از یک است پس از همان ابتدا می‌توانستیم گزینه‌های (۱) و (۳) را حذف کنیم.

۶ – اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازنی را ۲۰ درصد افزایش دهیم بر بار الکتریکی ذخیره شده در خازن $۳\mu c$ افزوده می‌شود. اگر اختلاف پتانسیل دو سر این خازن را ۲۰ درصد کاهش دهیم، بار الکتریکی ذخیره شده در آن چند میکروکولن می‌شود؟

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

پاسخ: گزینه ۳

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۷	۷	۸		یازدهم	شارژ خازن		☒	☒		متوسط

اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن یعنی V را تغییر دهیم به همان نسبت بار الکتریکی ذخیره شده در صفحات آن یعنی Q تغییر می‌کند. به‌طوری که نسبت $\frac{Q}{V}$ همواره مقدار ثابتی است که به آن ظرفیت خازن می‌گویند:

$$C=\frac{Q}{V}$$

مثال

خازنی با ظرفیت $۲۰\mu F$ توسط یک باتری با اختلاف پتانسیل $۳۰V$ شارژ شده است. بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند کولن است؟

$$q=CV \Rightarrow q=۲۰\times۱۰^{-۶}\times۳۰=۶\times۱۰^{-۴}C$$

گام اول: با افزایش ۲۰ درصدی اختلاف پتانسیل دو سر خازن، بر بار الکتریکی آن $۳\mu c$ افزوده می‌شود، پس:

$$V_۲=V_۱+\frac{۲۰}{۱۰۰}V_۱=۱/۲V_۱$$

$$q_۲=q_۱+۳$$

$$q_۲=CV_۲ \Rightarrow q_۱+۳=C\times۱/۲V_۱=۱/۲(CV_۱)=۱/۲q_۱$$

$$۱/۲q_۱-q_۱=۳ \Rightarrow ۰/۲q_۱=۳ \Rightarrow q_۱=\frac{۳}{۰/۲}=۱۵\mu c$$

گام دوم: با کاهش ۲۰ درصد اختلاف پتانسیل دو سر خازن، داریم:

$$V'_۲=V_۱-\frac{۲۰}{۱۰۰}V_۱=۰/۸V_۱$$

$$q'_۲=CV'_۲=C\times۰/۸V_۱=۰/۸(CV_۱)=۰/۸q_۱=۰/۸\times۱۵=۱۲\mu c$$

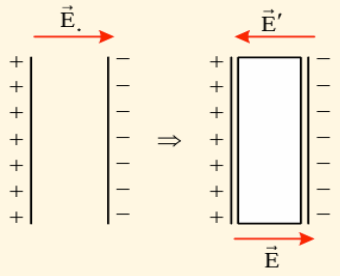
۷ – خازن تختی را که فاصلهٔ صفحه‌های آن از یکدیگر $۴mm$ و بین صفحه‌های آن هوا است را با اختلاف پتانسیل ثابت $۲۴V$ پر کرده و سپس آن را از مولد جدا می‌کنیم. اگر فضای بین صفحه‌های خازن را با دی‌الکتریکی که ثابت آن ۳ است پر کنیم، میدان الکتریکی حاصل از دوقطبی‌های درون عایق چند کیلوولت بر متر است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۸	۷	۸		یازدهم	میدان الکتریکی خازن		☒	☒		متوسط

خازن تختی را در نظر می‌گیریم که بین صفحه‌های آن هوا است. این خازن را به باتری وصل می‌کنیم و پس از شارژ از باتری جدا می‌کنیم. اگر بین صفحات این خازن دی‌الکتریک قرار دهیم، میدان بین صفحات خازن باعث می‌شود تا دوقطبی‌های درون دی‌الکتریک هم‌ردیف و هم‌جهت شوند که میدان الکتریکی حاصل از این دوقطبی‌ها $\vec{E}'$ است که در خلاف جهت میدان اولیهٔ بین صفحات خازن است:



$$\vec{E}=\vec{E}_۰+\vec{E}' \Rightarrow E=E_۰-E'$$

در ابتدا میدان الکتریکی بین صفحات خازن را که بین صفحه‌های آن هوا است، محاسبه می‌کنیم:

$$E_۰=\frac{V_۰}{d}=\frac{۲۴}{۴\times۱۰^{-۳}}=۶۰۰۰\frac{V}{m}$$

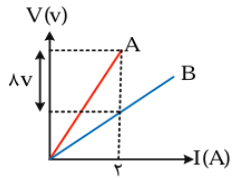
پس از جدا کردن خازن از مولد، بار صفحات خازن ثابت باقی می‌ماند، در نتیجه:

$$E=\frac{V}{d}=\frac{Q}{Cd}=\frac{Q}{k\varepsilon_۰A} \xrightarrow{Q\ \text{ثابت}} \frac{E}{E_۰}=\frac{k_۰}{k}=\frac{۱}{۳} \Rightarrow E=\frac{E_۰}{۳}$$

با فرض اینکه میدان الکتریکی حاصل از دوقطبی‌های درون دی‌الکتریک E' باشد، داریم:

$$E=E_۰-E' \Rightarrow E'=E_۰-E=E_۰-\frac{E_۰}{۳}=\frac{۲}{۳}E_۰=\frac{۲}{۳}\times۶۰۰۰=۴۰۰۰\frac{V}{m}=۴\frac{kV}{m}$$

۸ - نمودار اختلاف پتانسیل برحسب جریان عبوری دو سیم **A** و **B** مطابق شکل روبه‌رو است. مقاومت سیم **A**، ۳ برابر مقاومت سیم **B** است. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر هر دو سیم $۶V$ باشد، در مدت $۱min$ از مقطع سیم **A** و **B** به ترتیب مقدار n_A و n_B الکترون عبور می‌کند. $n_A - n_B$ کدام است؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$



۱) $-۷/۵ \times ۱۰^{۲۰}$

۲) $۷/۵ \times ۱۰^{۲۰}$

۳) $-۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}$

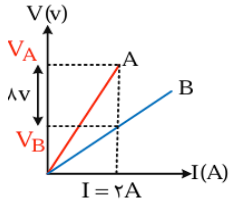
۴) $۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}$

پاسخ: گزینه ۱

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان	
درجه از ۱۰	۸	۸	۸		یازدهم	نیروی الکتریکی		☒	☒	متوسط		

ما برای این که بتوانیم تعداد الکترون‌های عبوری از هر سیم را داشته باشیم نیاز به محاسبهٔ جریان عبوری به ازای اختلاف پتانسیل $۶V$ داریم و برای این که بتوانیم این جریان‌ها را حساب کنیم مجبوریم مقاومت‌های R_A و R_B را پیدا کنیم. پس با توجه به اطلاعات داده شده در نمودار و صورت سوال ابتدا تلاش می‌کنیم R_A و R_B را محاسبه کنیم.

گام اول: با توجه به شکل روبه‌رو داریم:



$$V_A - V_B = ۸ \xrightarrow[I=۲A]{V=RI} R_A I - R_B I = ۸ \xrightarrow[I=۲A]{R_A = ۳R_B} ۳R_B \times ۲ - R_B \times ۲ = ۸ \rightarrow ۴R_B = ۸$$
$$\rightarrow R_B = ۲\Omega \, , \, R_A = ۶\Omega$$

گام دوم: حالا باید ببینیم به ازای $V = ۶V$ جریان عبوری از هر سیم چند آمپر است:

$$I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{۶}{۶} = ۱A$$
$$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{۶}{۲} = ۳A$$

گام سوم: از دو رابطهٔ $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $\Delta q = ne$ به تعداد الکترون‌های عبوری از هر سیم در مدت زمان خواسته شده می‌رسیم:

$$\begin{cases} \Delta q = ne \\ \Delta q = I\Delta t \end{cases} \rightarrow ne = I\Delta t \rightarrow n = \frac{I\Delta t}{e}$$

$$n_A - n_B = \frac{I_A \Delta t}{e} - \frac{I_B \Delta t}{e} = (I_A - I_B)\frac{\Delta t}{e} = (۱-۳)\frac{۶۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} \rightarrow n_A - n_B = -۷/۵ \times ۱۰^{۲۰}$$

۹ - شکل مقابل مسیر حرکت الکترون‌ها را در یک رسانای فلزی نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟



الف) الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند.

ب) بزرگی سرعت سوق الکترون‌ها بسیار زیاد و از مرتبهٔ $10^{4}\ \frac{m}{s}$ است.

ج) جهت جریان الکتریکی ایجاد شده در رسانا در خلاف جهت سرعت سوق الکترون‌هاست.

د) جریان الکتریکی و میدان الکتریکی در رسانا هم‌جهت هستند.

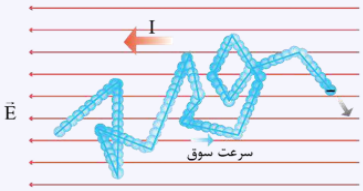
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	٤	۰	٦	یازدهم	حرکت الکترون		☒	☒		ساده	

حرکت الکترون

شکل زیر حرکت الکترون‌ها را درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی نشان می‌دهد.



در مورد این شکل به نکات زیر توجه کنید:

۱) در غیاب میدان الکتریکی، الکترون‌ها به‌صورت کاتوره‌ای و تصادفی در همهٔ جهت‌ها حرکت می‌کنند و بار الکتریکی به‌طور خالص منتقل نمی‌شود، بنابراین جریان الکتریکی درون رسانا ایجاد نمی‌شود.

۲) در حضور میدان الکتریکی، الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند. علت این حرکت آن است که میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان به الکترون‌ها وارد می‌کند.

۳) به‌دلیل حرکت الکترون‌ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان، بار الکتریکی منفی به‌طور خالص در خلاف جهت میدان الکتریکی به حرکت درمی‌آید، بنابراین جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی در رسانا ایجاد می‌شود. دقت کنید که طبق قرارداد، جهت جریان الکتریکی هم‌جهت با حرکت بارهای مثبت یا به عبارت دیگر در خلاف جهت حرکت بارهای منفی است.

۴) میدان الکتریکی و جریان الکتریکی هم‌جهت هستند، در حالی‌که جهت سرعت سوق در خلاف جهت آن‌هاست.

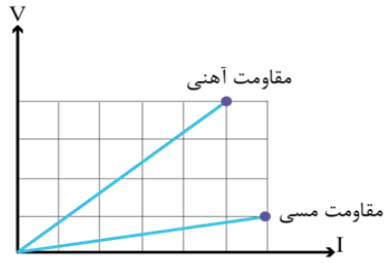
۵) سرعت سوق الکترون‌ها بسیار کم و از مرتبهٔ $10^{-4}\ \frac{m}{s}$ است، در صورتی‌که سرعت حرکت کاتوره‌ای آن‌ها بسیار زیاد است.

پاسخ تشریحی:

با توجه به نکات ارائه شده، عبارت‌های (ج) و (د) صحیح هستند.

این سؤال برگرفته از یکی از شکل‌های فصل دوم کتاب درسی فیزیک سال یازدهم است.

۱۰ - نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم یکنواخت آهنی و یک سیم یکنواخت مسی بر حسب جریان گذرنده از آن‌ها مطابق شکل است. طول، چگالی و مقاومت ویژهٔ سیم آهنی به‌ترتیب برابر ۳۰، ۸۰۰۰ و 10^{-7} واحد SI است و طول، چگالی و مقاومت ویژهٔ سیم مسی به ترتیب برابر ۱۰، ۹۰۰۰ و 2×10^{-8} واحد SI است. جرم سیم آهنی چند برابر جرم سیم مسی است؟



۱) $\frac{۳}{۲۵}$

۲) $\frac{۲۵}{۳}$

۳) $\frac{۹}{۲۵}$

۴) $\frac{۲۵}{۹}$

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۵	۵	۷		یازدهم	مقاومت الکتریکی		☒	☒		متوسط

قانون اهم

۱) مطابق قانون اهم، رابطهٔ ولتاژ و جریان یک مقاومت به‌صورت زیر است:

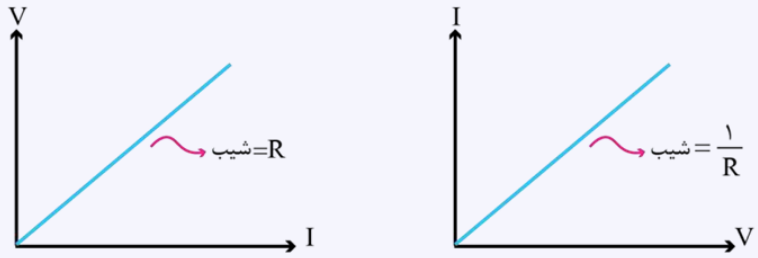
$$V = RI$$

اختلاف پتانسیل با یکای ولت : V

جریان الکتریکی با یکای آمپر : I

مقاومت الکتریکی با یکای اهم : R

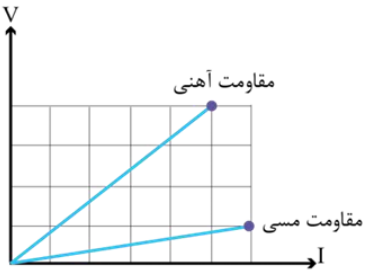
۲) مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت بر حسب جریان الکتریکی آن و نمودار جریان الکتریکی برحسب ولتاژ، مطابق شکل زیر به‌صورت یک خط صعودی است.



پاسخ تشریحی:

این سؤال دشوار را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.

گام اول: مقایسهٔ مقاومت‌ها با کمک شیب نمودار $V-I$



$$\frac{R_{مس}}{R_{آهن}}=\frac{\text{شیب نمودار مقاومت مسی}}{\text{شیب نمودار مقاومت آهنی}}=\frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۵}{۲۴}}=\frac{۵}{۲۴}$$

گام دوم: مطابق رابطهٔ $R=\rho\ \rho'\frac{L^۲}{m}$ (ρ: چگالی، ρ′: مقاومت ویژه) که در درسنامهٔ سوال قبل اثبات کردیم، برای مقایسهٔ دو مقاومت می‌توان نوشت:

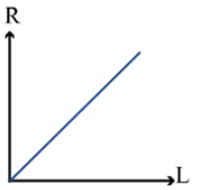
$$R=\rho\rho'\frac{L^۲}{m}\rightarrow\frac{R_{مس}}{R_{آهن}}=\frac{\rho_{مس}}{\rho_{آهن}}\times\frac{\rho'_{مس}}{\rho'_{آهن}}\times\left(\frac{L_{مس}}{L_{آهن}}\right)^۲\times\frac{m_{آهن}}{m_{مس}}$$

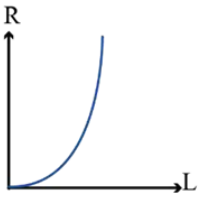
$$\rightarrow\frac{۵}{۲۴}=\frac{۲\times۱۰^{-۸}}{۱۰^{-۷}}\times\frac{۹۰۰۰}{۸۰۰۰}\times\left(\frac{۱۰}{۳۰}\right)^۲\times\frac{m_{آهن}}{m_{مس}}$$

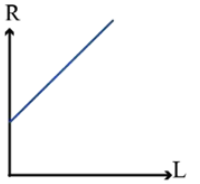
$$\rightarrow\frac{۵}{۲۴}=\frac{۱}{۵}\times\frac{۹}{۸}\times\frac{۱}{۹}\times\frac{m_{آهن}}{m_{مس}}$$

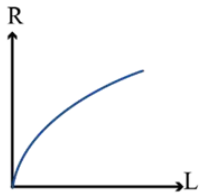
$$\rightarrow\frac{m_{آهن}}{m_{مس}}=۴۰\times\frac{۵}{۲۴}=\frac{۲۵}{۳}$$

۱۱- یک سیم مسی را می‌کشیم تا طول آن افزایش یابد. نمودار تغییر مقاومت سیم برحسب تغییر طول آن کدام گزینه است؟ (دما و جرم سیم ثابت فرض شود.)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۷	۶	۶		یازدهم	مقاومت		☒	☒		متوسط

مقاومت

وقتی سیم کشیده می‌شود با افزایش طول سطح آن کاهش می‌یابد. اگر جرم و حجم سیم ثابت بماند می‌توان نوشت:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{A=\frac{V}{L}}R=\rho\frac{L}{\frac{V}{L}}\Rightarrow R=\rho\frac{L^2}{V}$$

پاسخ تشریحی:

پس طبق رابطه $R=\rho\frac{L^2}{V}$ چون ρ و V ثابت است نمودار R برحسب L یک سهمی می‌باشد.

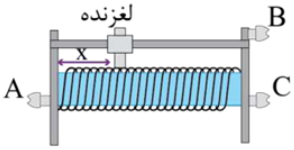
$$R=\rho\frac{L^2}{V}\xrightarrow[L=x]{R=y}\boxed{y=\left(\frac{\rho}{v}\right)x^2}$$

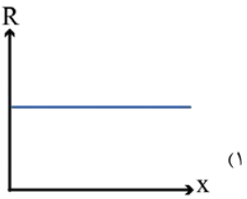
نکته:

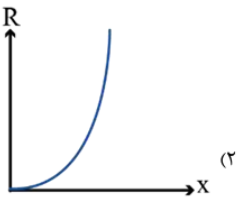
دقت کنید که چون هم‌زمان L و A در حال تغییر بود نمی‌توانستیم برحسب رابطه $R=P\frac{L}{A}$ بگوییم R با L رابطه خطی دارد.

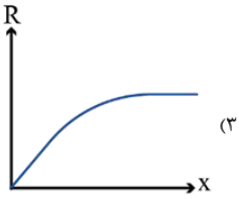
گروه آموزشی ماز

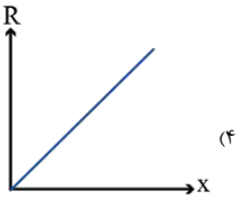
۱۲ - در رئوستای مقابل، اگر A ورودی جریان الکتریکی و C خروجی جریان الکتریکی باشد، کدام نمودار مقاومت رئوستا برحسب فاصلهٔ لغزنده از ورودی جریان را به درستی نشان میدهد؟



۱)


۲)


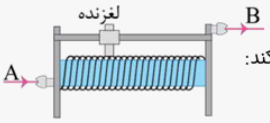
۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۱

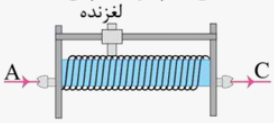
مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۸	۵	۸		یازدهم	مقاومت رئوستا		☒	☒		متوسط

مقاومت متغیر رئوستا دو خروجی دارد:



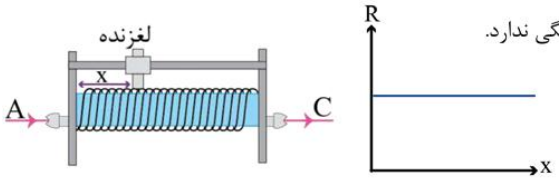
الف) اگر خروجی جریان از B باشد، جریان به کمک لغزنده از رئوستا خارج می‌شود و با حرکت لغزنده مقاومت رئوستا تغییر می‌کند:

ب) اگر خروجی جریان از C باشد، جریان باید کل سیم‌های پیچیده شده در رئوستا را طی کند و مقاومت رئوستا به حرکت لغزنده بستگی ندارد و مقدار آن بیشینه و ثابت است:



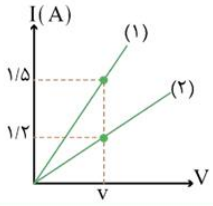
پاسخ تشریحی:

در این تست خروجی رئوستا C بوده و مقاومت رئوستا ثابت بوده و به حرکت لغزنده بستگی ندارد.



گروه آموزشی ماز

۱۳ - نمودار جریان الکتریکی بر حسب اختلاف پتانسیل برای دو رسانای هم‌جنس (۱) و (۲) در شکل مقابل رسم شده است. اگر طول رسانای (۱) چهل و پنج برابر طول رسانای (۲) باشد، قطر رسانای (۱) چند برابر قطر رسانای (۲) است؟



۱) ۷/۵
۲) ۳/۵
۳) ۲/۵
۴) ۴/۵

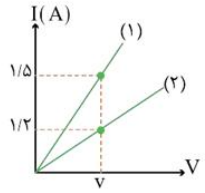
پاسخ: گزینه ۱

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۶	۷	۷		یازدهم	مقاومت		☒	☒		متوسط

پاسخ تشریحی:

طبق رابطه $V = IR$ نمودار ولتاژ برحسب شدت جریان برای رسانای اهمی یک خط راست است که از مبدأ مختصات عبور می‌کند که شیب این نمودار R است ولی نمودار روبه‌رو، نمودار جریان برحسب ولتاژ است، در نتیجه شیب نمودار $\frac{۱}{R}$ محاسبه می‌شود.

در یک ولتاژ یکسان، شدت جریان با مقدار مقاومت رابطهٔ عکس دارد.



بنابراین خواهیم داشت:

$$V = IR \xrightarrow{V_۱=V_۲=V} \frac{R_۱}{R_۲} = \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{۱/۲}{۱/۵} = \frac{۴}{۵}$$

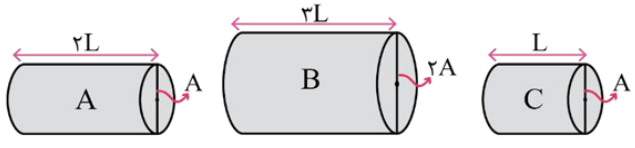
با توجه به رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$ و هم‌چنین با توجه به اینکه سطح مقطع با مربع قطر رابطه مستقیم دارد $(A \propto d^۲)$ می‌توان نوشت:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_۱}{R_۲} = \frac{\rho_۱}{\rho_۲} \times \frac{L_۱}{L_۲} \times \frac{A_۲}{A_۱} \xrightarrow{(\frac{A_۲}{A_۱})=(\frac{d_۲}{d_۱})^۲} \frac{R_۱}{R_۲} = \frac{\rho_۱}{\rho_۲} \times \frac{L_۱}{L_۲} \times (\frac{d_۲}{d_۱})^۲$$

$$\rightarrow \frac{۴}{۵} = ۱ \times ۴۵ \times (\frac{d_۲}{d_۱})^۲ \rightarrow (\frac{d_۲}{d_۱})^۲ = \frac{۴}{۲۲۵} \Rightarrow \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{۲}{۱۵} \Rightarrow \frac{d_۱}{d_۲} = \frac{۱۵}{۲} = ۷/۵$$

توجه داشته باشید رساناها هم‌جنس هستند در نتیجه $\rho_۱ = \rho_۲$ است.

۱۴ - سه سیم A ، B و C با مشخصات زیر را به اختلاف پتانسیل یکسانی وصل می‌کنیم. کدام مقایسه درباره مدت زمان (t) عبور n الکترون از این سه سیم درست است؟



$$\rho_B = ۲\rho_A = ۳\rho_C$$

۱) $t_A = ۳t_C = ۴/۵t_B$
۲) $t_C = ۴/۵t_B = ۱/۵t_A$
۳) $t_C = ۳t_A = ۴/۵t_B$
۴) $t_B = ۴/۵t_C = ۱/۵t_A$

پاسخ: گزینه ٤

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۷	۷	۷		یازدهم	مقاومت		☒	☒		متوسط

پاسخ تشریحی:

ولتاژ و بار عبوری (n) از هر ۳ سیم برابر است پس می‌توان نوشت:

$$R=\frac{V}{I}=\frac{V}{\frac{q}{t}}=\frac{V}{q}t\xrightarrow{R=\rho\frac{L}{A}}\rho\frac{L}{A}=\frac{V}{q}t\Rightarrow t=\rho\frac{L}{A}.\frac{q}{V}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\frac{t_A}{t_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}.\frac{L_A}{L_B}.\frac{A_B}{A_A}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۲}{۳}\times۲=\frac{۲}{۳}\\ \frac{t_A}{t_C}=\frac{\rho_A}{\rho_C}.\frac{L_A}{L_C}.\frac{A_C}{A_A}=\frac{۳}{۲}\times۲\times۱=۳\end{cases}\Rightarrow t_B=۴/۵t_C=۱/۵t_A$$

$$\frac{t_B}{t_C}=\frac{\rho_B}{\rho_C}.\frac{L_B}{L_C}.\frac{A_C}{A_B}=۳\times۳\times\frac{۱}{۲}=\frac{۹}{۲}$$

۱۵- پیچه‌ای از ۱۰۰ دور سیمِ مسی به قطرِ ۲mm تشکیل شده و به صورتِ یک لایه دورِ استوانه‌ای به شعاعِ ۱۰ سانتی‌متر پیچیده شده است.مقاومتِ الکتریکیِ سیمِ پیچیده شده چند اُهم است؟($\rho=۱/۷\times۱۰^{-۸}\Omega.m$ مس)

۱) ۰/۱۷ ۲) ۳/٤ ۳) ۱/۷ ۴) ۰/۳۴

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	این تست دارای...	درسنامه	مثال	بخش اگر...	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۸	۸	۸		یازدهم	مقاومت الکتریکی و پیچه		☑	☑	☒		سخت

مقاومت الکتریکی یک سیم در دمای ثابت

مقاومت الکتریکی یک سیم به طول L و سطح مقطع A و مقاومت ویژه ρ از رابطه‌ی $R=\rho\frac{L}{A}$ محاسبه می‌شود.

اگر قطر مقطع سیم d باشد، خواهیم داشت:

$$R=\rho\frac{L}{A}=\rho\frac{L}{\frac{\pi d^۲}{۴}}=\rho\frac{۴L}{\pi d^۲}$$

در مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی دو سیم داریم:

$$\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{L_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲}\quad\text{یا}\quad\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{L_۱}\times(\frac{d_۱}{d_۲})^۲$$

اگر یک سیم فلزی را بدون تغییر در جرم و حجم آنقدر بکشیم که طول آن n برابر شود، مقاومت الکتریکی آن $n^۲$ برابر می‌شود.

$$L'=nL\rightarrow R'=n^۲R$$

اگر یک سیم فلزی را بدون تغییر در جرم و حجم آنقدر بکشیم تا قطر مقطع آن $\frac{m}{n}$ حالتِ اولیه شود، مقاومت الکتریکی آن $(\frac{n}{m})^۴$ برابر می‌شود.

$$d=\frac{m}{n}d\quad\rightarrow\quad R'=(\frac{n}{m})^۴R$$

اگر قطر مقطع سیم را با d نشان دهیم، مساحت سطح مقطع سیم برابر خواهد بود با: $A=\pi\frac{d^۲}{۴}$

اگر قطر استوانه را با D نشان دهیم، محیط یک دورِ سیم به دور استوانه برابر است با: $l_۱=\pi D$

با توجه به این‌که سیم به تعداد ۱۰۰ دور، به دور استوانه پیچیده شده است، بنابراین طولِ کل سیم ۱۰۰ برابرِ محیط قاعده‌ی استوانه قاعده بود.

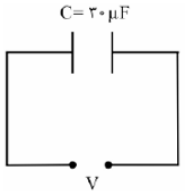
$$L=۱۰۰l_۱=۱۰۰\pi D$$

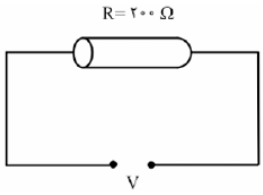
در نتیجه مقاومت الکتریکیِ سیمِ پیچیده شده، برابر است با:

$$R=\rho\frac{L}{A}=۱/۷\times۱۰^{-۸}\times\frac{۱۰۰\pi D}{\pi\frac{d^۲}{۴}}$$

$$R=۱/۷\times۱۰^{-۸}\times\frac{۴۰۰D}{d^۲}=۱/۷\times۱۰^{-۸}\times(\frac{۴۰۰\times۰/۲}{(۰/۰۰۲)^۲}\quad\Rightarrow\quad R=۰/۳۴\Omega$$

۱۶- مطابق شکل زیر، یک خازن و یک مقاومت استوانه‌ای توپُر را به طور جداگانه به ولتاژ یکسانی وصل کرده‌ایم. اندازهٔ بار ذخیره شده در هر صفحهٔ خازن چند برابر اندازهٔ باری است که در هر دقیقه به طور خالص از هر مقطع مقاومت می‌گذرد؟





۱) ۳×۱۰^{-۳} ۲) ۳×۱۰^{-۴} ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۴}$

پاسخ: گزینهٔ ۴

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه	پایه	مبحث	این تست	درسنامه	مثال	بخش اگر...	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۲	۶	۸	سوال	یازدهم	الکتریسیتهٔ ساکن	دارای...	☒	☒	☑	سختی	سخت

بار ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$q = CV$$

مقدار بار خالصی که از هر مقطع مقاومت در مدت t عبور می‌کند برابر است با:

$$\begin{cases} I = \dfrac{V}{R} \\ I = \dfrac{q}{t} \end{cases} \Rightarrow \frac{q}{t} = \frac{V}{R} \Rightarrow q = \frac{Vt}{R}$$

بنابراین نسبت بار خازن به باری که در هر دقیقه از مقاومت می‌گذرد به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\frac{q_{\text{خازن}}}{q_{\text{مقاومت}}} = \frac{CV}{\frac{Vt}{R}} = \frac{RC}{t} = \frac{۲۰۰\times۳۰\times۱۰^{-۶}}{۶۰} = ۱۰^{-۴}$$

دقت کنید که برای حل کردن این سؤال نیازی به دانستن V نیست.

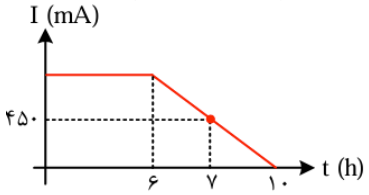
اگر...

اگر می‌پرسیدیم که چند ثانیه طول می‌کشد تا مقدار بار خالصی که از مقاومت عبور می‌کند، برابر بار ذخیره شده در خازن شود، پاسخ چه بود؟

پاسخ: با برابر قرار دادن بارهای الکتریکی داریم:

$$q_{\text{خازن}} = q_{\text{مقاومت}} \Rightarrow CV = \frac{Vt}{R} \Rightarrow C = \frac{t}{R} \Rightarrow ۳۰\times۱۰^{-۶} = \frac{t}{۲۰۰} \Rightarrow t = ۰/۰۰۶s$$

۱۷- یک باتری شارژ شده را در یک مدار قرار می‌دهیم. نمودار جریان خروجی از باتری برحسب زمان تا تخلیهٔ کامل باتری مطابق شکل زیر است. جریان متوسط خروجی از باتری ..... آمپر است و در دو ساعت اول تعداد ..... الکترون از باتری خارج شده است. $\left(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\right)$



۱) ۴۸۰ ، $۲/۷\times۱۰^{۲۲}$
۲) ۰/۴۸ ، $۲/۷\times۱۰^{۲۲}$
۳) ۴۸۰ ، $۷/۵\times۱۰^{۱۸}$
۴) ۰/۴۸ ، $۷/۵\times۱۰^{۱۸}$

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۵	۷	۸	سؤال	یازدهم	الکتریسیته جاری	و ترکیب	☒	☒	سختی	متوسط

جهت جریان الکتریکی

بر حسب قرارداد جهت جریان الکتریکی در خلاف جهت حرکت بارهای منفی فرض می‌شود.

شدت جریان الکتریکی متوسط

بار الکتریکی عبوری از هر مقطع رسانا در یکای زمان می‌باشد و آن را با $\bar{I}$ نشان می‌دهند.

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Δq : بار عبوری بر حسب کولن

Δt : زمان عبور بر حسب ثانیه

یکای شدت جریان الکتریکی کولُن بر ثانیه می‌باشد که آن را آمپر می‌نامند و با **A** نشان می‌دهند.

توجه : یکی از یکاهای عملی برای بارِ الکتریکی ، آمپر- ساعت است.اگر در رابطه‌ی $\Delta q = \bar{I}.\Delta t$ ، شدت جریان بر حسب آمپر و زمان بر حسبِ ساعت باشد، یکایِ بارِ الکتریکی، آمپر-ساعت خواهد شد.

توجه : یکی دیگر از یکاهای عملی برای بارِ الکتریکی ، میلی آمپر- ساعت (mAh) است.

توجه : باتری خودروها یا گوشی‌های همراه عموماً با آمپر-ساعتِ آن‌ها مشخص می‌شود و هرچه آمپر- ساعتِ یک باتری بیشتر باشد،حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

مثال ۲۲)

باتری استاندارد خودرویی، ۵۰ آمپر- ساعت است .اگر این باتری به طورِ متوسط جریان $5A$ را فراهم سازد، چقدر طول می‌کشد تا خالی شود؟

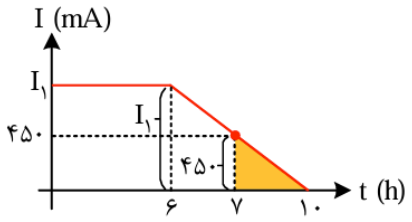
پاسخ :

$$\Delta q = \bar{I}.\Delta t \Rightarrow ۵۰ = ۵\Delta t \Rightarrow \Delta t = ۱۰h$$

نکته: اگر شدتِ جریان (از لحاظ مقدار و جهت)ثابت باشد، شدت جریان لحظه‌ای با شدت جریان متوسط برابر است.

معمولاً Δq را با q و Δt را با t نشان می‌دهند.(n تعداد الکترون‌های عبوری و e اندازهٔ بار یک الکترون است.)

$$I = \frac{q}{t} \qquad I = \frac{ne}{t}$$



ابتدا با استفاده از تشابه مثلث‌ها جریان $I_۱$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{I_۱}{۴۵۰} = \frac{۱۰-۶}{۱۰-۷} \Rightarrow I_۱ = ۶۰۰\ mA$$

می‌دانیم مساحت زیر نمودار $I-t$ برابر با بار شارش شده در مدار می‌باشد پس:

$$\Delta q = \text{مساحت ذوزنقه} = \frac{۱۰+۶}{۲} \times ۶۰۰ = ۴۸۰۰ mAh$$

به یکاهای نوشته شده روی محورها دقت کنید چون جریان mA و زمان h است پس یکای Δq برابر mAh می‌شود.

$$\text{جریان متوسط } I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{۴۸۰۰ mAh}{۱۰h} = ۴۸۰ mA$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{av} = ۰/۴۸A}$$

برای قسمت دوم سؤال مساحت زیر نمودار را در دو ثانیه اول به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta q = ۲ \times ۶۰۰ = ۱۲۰۰ mAh = ۱/۲ Ah$$

$$Ah \xrightarrow{\times ۳۶۰۰} C$$

$$\Delta q = ۱/۲ \times ۳۶۰۰ C$$

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{۱/۲ \times ۳۶۰۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲/۷ \times ۱۰^{۲۲}$$

۱۸ – کدام گزینه صحیح نیست؟

۱) پتانسیومتر، نقش رئوستا را در مدارهای الکتریکی دارد.
۲) قانون اهم را نمی‌توان برای دیود نور گسیل (LED) مطرح کرد.
۳) مقاومت ویژه نیم رساناها با افزایش دما، کاهش می‌یابد.
۴) در ابررساناها، با کاهش دما، مقاومت ویژه کاهش و به آرامی صفر می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه سختی	میزان	
درجه از ۱۰	۸	۰	۸		یازدهم	الکتریسیته ساکن		متن کتاب درسی	☒		ساده	

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): پتانسیومتر (مقاومت متغیر حلقوی) و رئوستا (مقاومت متغیر خطی) به مانند همدیگر عمل می‌کنند. در هردوی آن‌ها از اتصال کوتاه جهت تغییر مقاومت استفاده می‌شود.

گزینهٔ (۲): دیود نور گسیل (LED) از اجزای غیر اهمی مدارها هستند و قانون اهم را نمی‌توان برای آن‌ها نوشت.

گزینهٔ (۳): مقاومت ویژه نیم‌رساناها (مانند ژرمانیوم و سیلسیوم) برعکس رساناها با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۴): برخی از رساناها مانند قلع و جیوه در اثر کاهش دما و در نزدیکی صفر مطلق (صفر کلوین) ناگهان اتم‌هایش به‌صورت کاملاً منظم متوقف شده و مقاومت‌شان صفر می‌شود به این حالت از رساناها، ابررسانایی می‌گویند. گذار از حالت رسانایی به ابررسانایی به‌صورت ناگهانی و آنی اتفاق می‌افتد.

۱۹ – چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

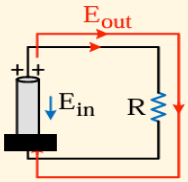
الف) نیروی محرکهٔ الکتریکی کمیتی برداری است.
ب) جهت میدان الکتریکی در داخل باتری از پایانهٔ مثبت به پایانهٔ منفی است.
پ) جهت میدان الکتریک در خارج باتری از پایانهٔ مثبت به پایانهٔ منفی است.
ت) منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی بارهای مثبت کم انرژی را در پایانهٔ منفی از مدار تحویل می‌گیرد و با انجام کار، آن‌ها را از پایانهٔ مثبت با انرژی زیاد تحویل مدار می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سؤال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان	
درجه از ۱۰	۵	۰	۸		یازدهم	جریان الکتریکی		☒	☒		ساده	

با توجه به شکل زیر و مفهوم اختلاف پتانسیل الکتریکی، درون باتری میدان الکتریکی وجود دارد که جهت آن از پایانهٔ مثبت به پایانهٔ منفی است (E_{in}).
بارهای الکتریکی مثبت موجود در مدار خارجی متصل به باتری به دلیل نیروی دافعه از قطب مثبت باتری دور و به قطب منفی باتری نزدیک می‌شوند و بنابراین جهت میدان الکتریکی در خارج باتری از پایانهٔ مثبت به پایانهٔ منفی باتری است. (E_{out})



نیروی محرکهٔ الکتریکی:

برای این‌که بارهای الکتریکی را از یک مقاومت الکتریکی عبور دهیم لازم است بین دو سر مقاومت یک اختلاف پتانسیل برقرار کنیم. وظیفه تأمین این اختلاف پتانسیل لازم برای برقراری جریان الکتریکی برعهدهٔ مولد (باتری) است.
کاری که منبع روی واحد بار الکتریکی مثبت (یک کولن) انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد، نیروی محرکهٔ الکتریکی (**emf**) نامیده می‌شود و با نماد ε نمایش داده می‌شود:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \quad \begin{matrix} \rightarrow (J) & \text{کاری که منبع بر روی بار } q \text{ انجام می‌دهد} \\ \rightarrow (C) & \text{بار الکتریکی} \end{matrix} \quad \leftarrow \text{نیروی محرکهٔ الکتریکی } (V)$$

دقت کنید که نیروی محرکهٔ الکتریکی بر خلاف عبارت نیرو که در عنوان آن استفاده شده است از جنس نیرو نیست بلکه از جنس پتانسیل الکتریکی است و بنابراین کمیتی نرده‌ای است.

مثال ۱۳)

نیروی محرکهٔ یک باتری $۱۲V$ است. این باتری برای عبور دادن بار ۲ کولن از خود باید چند ژول کار بر روی این بار انجام دهد؟

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۱۲ ۴) ۲۴

پاسخ: گزینه ۴

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \Rightarrow ۱۲ = \frac{\Delta W}{۲} \Rightarrow \Delta W = ۲۴J$$

با توجه به درسنامهٔ فوق، فقط عبارت الف نادرست است، بنابراین گزینه ۳ درست است.

۲۵ - جدول زیر، اندازهٔ جریان الکتریکی عبوری از یک رسانای اهمی را به ازای چند اختلاف پتانسیل مختلف نشان می‌دهد. مقاومت الکتریکی رسانا چند اهم است؟ (مقادیر m و n مثبت هستند و دما ثابت فرض شود.)

اختلاف پتانسیل (V)	m	$m-۷/۵$	$m+۱۰$
جریان الکتریکی (A)	n	$\frac{۱}{n}$	$n^۲$

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۵
۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳

مشخصه	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	شناسه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۱۰	۷	۷	۸		یازدهم	قانون اهم		☒	☒		متوسط

برای محاسبهٔ مقاومت الکتریکی رسانا کافی است مقادیر m و n را از جدول داده شده به‌دست آوریم و سپس از رابطهٔ $R=\frac{}{I}$ مقدار آن را محاسبه کنیم:

$$R=\frac{V}{I}\xrightarrow{\text{(جدول)}}R=\frac{m}{n}=\frac{m-۷/۵}{\frac{۱}{n}}=\frac{m+۱۰}{n^۲}\Rightarrow \underbrace{\frac{m}{n}}_{\text{کسر اول}}=\underbrace{n(m-۷/۵)}_{\text{کسر دوم}}=\underbrace{\frac{m+۱۰}{n^۲}}_{\text{کسر سوم}}$$

از مقایسهٔ کسر اول و سوم داریم:

$$\frac{m}{n}=\frac{m+۱۰}{n^۲}\Rightarrow n=\frac{m+۱۰}{m}\ (I)$$

و از مقایسهٔ کسر اول و دوم خواهیم داشت:

$$\frac{m}{n}=n(m-۷/۵)\Rightarrow n^۲=\frac{m}{m-۷/۵}\xrightarrow{(I)}\left(\frac{m+۱۰}{m}\right)^۲=\frac{m}{m-۷/۵}$$

$$\frac{m^۲+۲۰m+۱۰۰}{m^۲}=\frac{m}{m-۷/۵}\Rightarrow \cancel{m^۳}+۲۰m^۲+۱۰۰m-۷/۵m^۲-۱۵۰m-۷۵۰=\cancel{m^۳}$$

$$۱۲/۵m^۲-۵۰m-۷۵۰=۰\Rightarrow m^۲-۴m-۶۰=۰\Rightarrow m=۲\pm ۸$$

$m=۱۰$ ✓
$m=-۶$ ✗

$$(I):n=\frac{m+۱۰}{m}=\frac{۱۰+۱۰}{۱۰}=۲$$

بنابراین مقاومت رسانای اهمی برابر است با:

$$R=\frac{m}{n}=\frac{۱۰}{۲}=۵\Omega$$