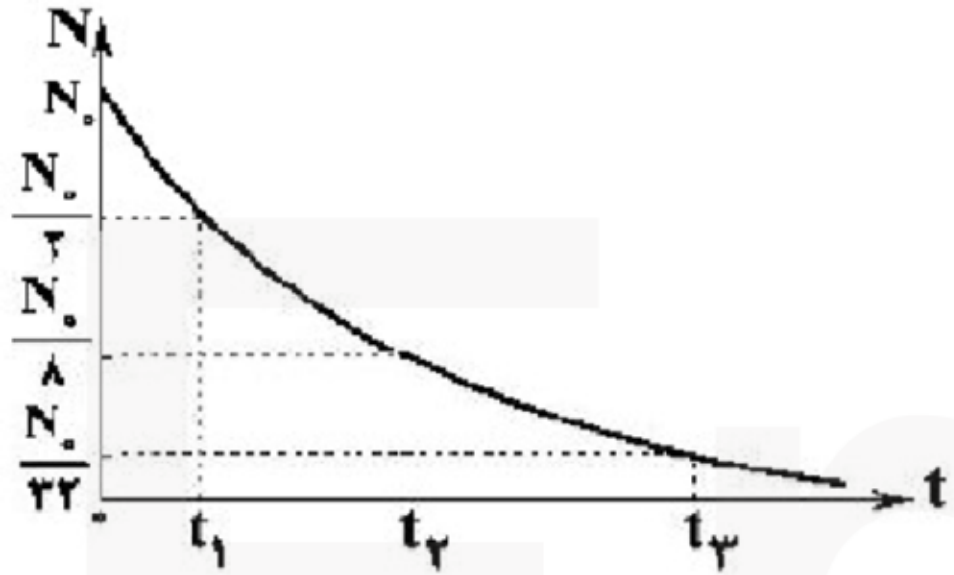
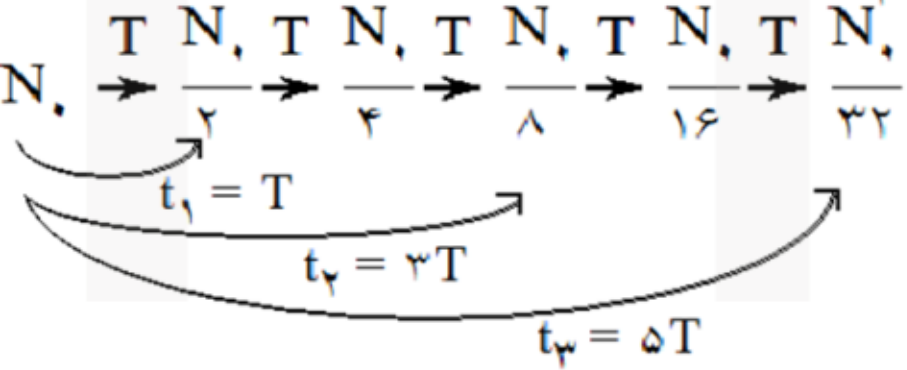
نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو نسبت به زمان مطابق شکل زیر است. حاصل $\frac{t_1}{t_2 + t_3}$ کدام است؟



۱) $\frac{1}{3}$
۲) $\frac{1}{5}$
۳) $\frac{1}{8}$
۴) $\frac{3}{5}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر نیمه‌عمر عنصر را با نماد T نشان دهیم:



$$\frac{t_1}{t_2 + t_3} = \frac{T}{3T + 5T} = \frac{T}{8T} = \frac{1}{8}$$

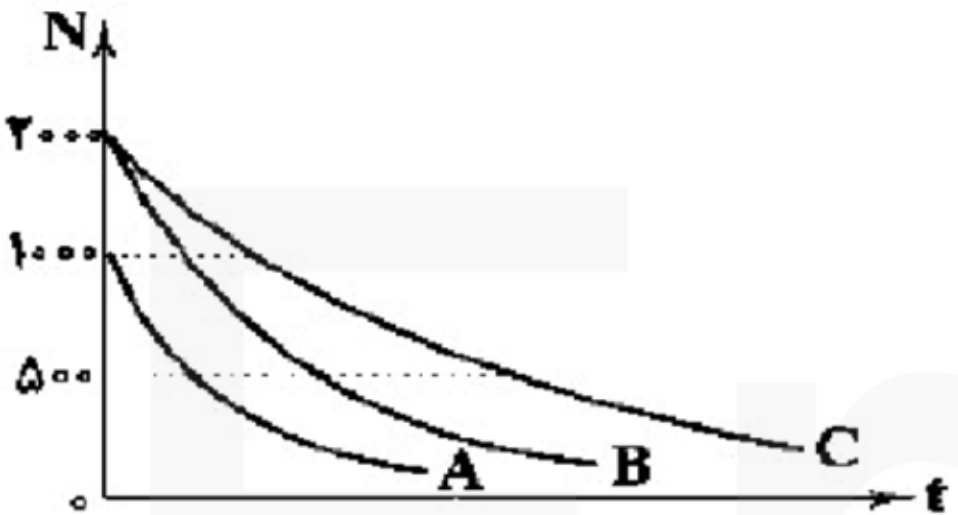
نمودار تغییرات تعداد هسته‌های سه عنصر رادیواکتیو برحسب زمان مطابق شکل زیر است، اگر نیمه عمر این عناصر به‌ترتیب T_A، T_B و T_C باشد، کدام رابطه صحیح است؟

۱) $T_A > T_B > T_C$

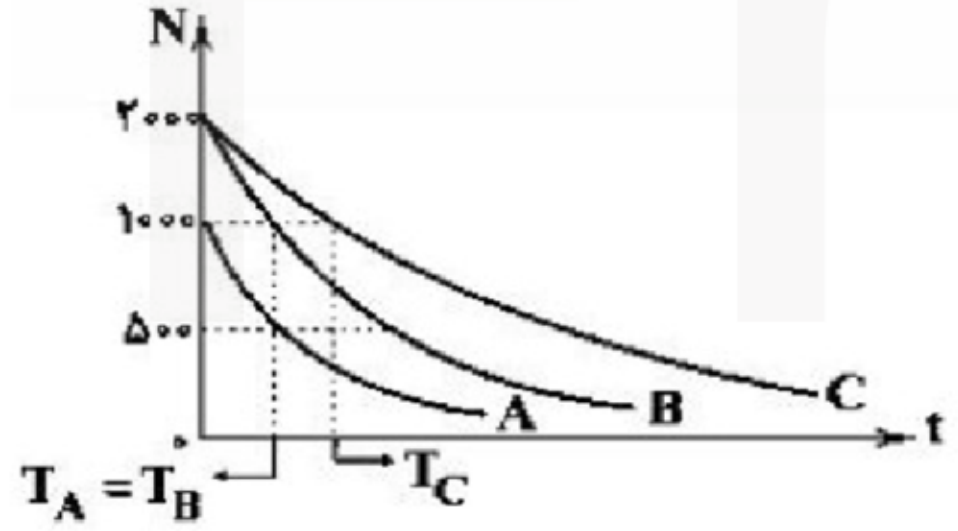
۲) $T_A < T_B < T_C$

۳) $T_B = T_A < T_C$

۴) $T_B = T_C > T_A$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیمه‌عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد، تعداد هسته‌های مادر عنصر رادیواکتیو نصف شود، مطابق شکل صورت سؤال، مدت زمانی‌که تعداد هسته‌های عنصر A نصف شده (از ۱۰۰۰ به ۵۰۰ رسیده) با مدت زمان نصف شدن تعدادهسته‌های B (از ۲۰۰۰ به ۱۰۰۰) برابر است ولی مدت زمان C از این دو بزرگ‌تر است.



در اتم هیدروژن، الکترون در تراز $n = ۳$ قرار دارد. نسبت کوتاه‌ترین طول موج نور تابشی به بلندترین طول موج نور تابشی چه قدر است؟ ($R = ۰/۰۱ (nm)^{-۱}$ ثابت ریدبرگ)

۱) $\frac{۵}{۳۶}$ ۲) $\frac{۸}{۹}$ ۳) $\frac{۵}{۳۲}$ ۴) $\frac{۳۲}{۵}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. الکترون در گذار از یک تراز به تراز دیگر، اختلاف انرژی دو تراز را به صورت نور تابش می‌کند.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

کوتاه‌ترین طول موج $n = ۳ \rightarrow n' = ۱ \rightarrow \frac{۱}{\lambda_۱} = R\left(\frac{۱}{۱^{۲}} - \frac{۱}{۳^{۲}}\right) = \frac{۸}{۹}R$

بلندترین طول موج $n = ۳ \rightarrow n' = ۲ \rightarrow \frac{۱}{\lambda_۲} = R\left(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{۳^{۲}}\right) = \frac{۵}{۳۶}R$

$$\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{\frac{۹}{۸R}}{\frac{۳۶}{۵R}} = \frac{۹ \times ۵}{۸ \times ۳۶} = \frac{۵}{۳۲}$$

طیف اتمی (خطی) عناصر ..... و ..... است و طیف مربوط به تابش گرمایی اجسام جامد ..... است.

۱) پیوسته - منحصر به فرد - گسسته
۲) گسسته - منحصر به فرد - پیوسته
۳) پیوسته - یکسان - گسسته
۴) گسسته - یکسان - پیوسته

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طیف اتمی هیچ دو عنصری مثل هم نیست (منحصر به فرد است) و چون حاصل گذارهای اتمی مشخص است، پس به صورت گسسته می‌باشد. این طیف توسط گازهای کم‌فشار و رقیق که اتم‌های منفرد آن‌ها از برهم کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزاد هستند، ایجاد می‌شود.
طیف عادی یا گرمایی، طیف پیوسته است، چون کلیه خطوط طیف را شامل می‌شود.

اگر انرژی الکترون در اتم هیدروژن ۰/۸۵۰ الکترون‌ولت باشد، برای این‌که الکترون بتواند به یک تراز بالاتر رود، چه مقدار انرژی لازم دارد؟ $(E_R = ۱۳/۶ eV)$

۱) ۰/۵۴۴ ۲) ۱۴/۴۵ ۳) ۱۲/۷۵ ۴) ۰/۳۰۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اندازه‌ی انرژی الکترون در هر تراز از رابطه‌ی $|E_n| = \frac{E_R}{n^۲}$ به دست می‌آید، پس ابتدا حساب کنیم در چه ترازی انرژی الکترون ۰/۸۵۰ الکترون‌ولت است.

$$۰/۸۵۰ = \frac{۱۳/۶}{n^۲} \Rightarrow n^۲ = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

حال که الکترون باید به تراز بالاتر یعنی تراز ۵ برود، انرژی الکترون در تراز ۵ برابر است با:

$$|E_۵| = \frac{E_R}{۵^۲} = \frac{۱۳/۶}{۵^۲} = \frac{۱۳/۶}{۲۵} = ۰/۵۴۴ eV$$

برای رفتن الکترون به تراز بالاتر، باید به اندازه ی اختلاف انرژی دو تراز به الکترون انرژی بدهیم، پس:

$$\Delta E = |E_۴| - |E_۵| = ۰/۸۵ - ۰/۵۴۴ = ۰/۳۰۶ eV$$

از تبدیل ۸ میلی‌گرم از یک ماده به انرژی چند مگاوات ساعت انرژی تولید می‌شود؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$

۱) ۲۰۰ ۲) ۷۲۰ ۳) ۲۰۰۰۰ ۴) ۷۲۰۰۰۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای تبدیل جرم به انرژی داریم:

$$E = mc^{۲} = ۸ \times ۱۰^{-۶} \times \left(۳ \times ۱۰^{۸}\right)^{۲} = ۸ \times ۱۰^{-۶} \times ۹ \times ۱۰^{۱۶} = ۷۲ \times ۱۰^{۱۰} J$$

$$E = \frac{۷۲ \times ۱۰^{۱۰} \times ۱۰^{-۶}}{۳۶۰۰} = ۲ \times ۱۰^{۲} Mwh$$

نیمه‌عمر یک عنصر رادیواکتیو به جرم ۱۰۰ گرم، ۱۰ سال است. پس از ۴۰ سال، چند گرم از این ماده واپاشیده می‌شود؟

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۹۳/۷۵ ۴) ۸۷/۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هر نیمه‌عمر، جرم عنصر رادیواکتیو، نصف می‌شود.

$$۱۰\,g \xrightarrow{\text{۱۰ سال}} ۵۰\,g \xrightarrow{\text{۱۰ سال}} ۲۵\,g \xrightarrow{\text{۱۰ سال}} ۱۲/۵\,g \xrightarrow{\text{۱۰ سال}} ۶/۲۵\,g$$

جرم باقی‌مانده ۶/۲۵ گرم

جرم متلاشی شده $۱۰۰ - ۶/۲۵ = ۹۳/۷۵\,g$

دقت کنید: نیمه‌عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد جرم یا تعداد هسته‌های مادر عناصر رادیواکتیو (عنصر مربوطه) نصف شود.

در یک لیزر، فوتون تابشی، باعث گسیل ..... فوتون می‌شود که انرژی آن به اندازه‌ی ..... است.

۱) القایی - انرژی حالت پایه
۲) القایی - انرژی حالت برانگیخته
۳) خود به خودی - انرژی حالت برانگیخته
۴) القایی - اختلاف انرژی حالت پایه و برانگیخته

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در لیزر یک نوع گسیل القایی روی میدهد که در آن اختلاف انرژی حالت پایه و حالت برانگیخته همان انرژی فوتون تابشی توسط لیزر است. لیزر باریکه ی نور تک بسامد - تک انرژی و هم‌فاز و موازی است.

اگر توان باریکه‌ی نور خروجی از یک لیزر گازی برابر ۱/۳۲ میکروواوت باشد و در هر ثانیه $۲/۱۲\times۱۰^{۱۲}$ فوتون از این لیزر گسیل شود، طول موج فوتون‌های گسیل شده چند نانومتر است؟

$\left(c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s},\ h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J.s\right)$

۱) ۳۱۸ ۲) ۶۳۶ ۳) ۲۱۲ ۴) ۴۲۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$p=\frac{E}{t}\Rightarrow E=pt$$

$$pt=nh\frac{c}{\lambda}\Rightarrow ۱/۳۲\times۱۰^{-۶}=\frac{۲/۱۲\times۱۰^{۱۲}\times۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{\lambda}$$

$$\lambda=\frac{۲۱۲\times۶۶\times۳\times۱۰^{-۱۷}}{۱۳۲\times۱۰^{-۸}}=۳۱۸\times۱۰^{-۹}m=۳۱۸nm$$

عنصر رادیواکتیو $^{۲۲۶}_{۸۸}Ra$ باتابش ذرات α و β^- به عنصر پایدار $^{۲۰۶}_{۸۲}Pb$ تبدیل می‌شود. در این تبدیل، اختلاف تعداد ذرات آلفا و بتا چه‌قدر است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۹ ۴) ۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$^{۲۲۶}_{۸۸}Ra \rightarrow n\,^{۴}_{۲}\alpha + m\,^{۰}_{-۱}\beta^{-۱} + {}^{۲۰۶}_{۸۲}Pb$$

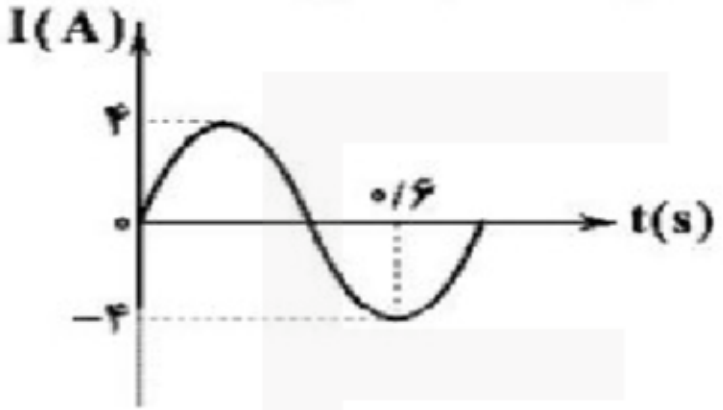
$$۲۲۶ = ۴n + (۰ \times m) + ۲۰۶ \rightarrow n = ۵$$

$$۸۸ = ۲n - m + ۸۲ \rightarrow ۸۸ = ۲ \times ۵ - m + ۸۲ \rightarrow m = ۴$$

$$۵ - ۴ = ۱$$

$^{۴}_{۲}\alpha$ از جنس هسته ی اتم هلیم و دارای بار مثبت است. $^{۰}_{-۱}\beta^-$ از جنس الکترون و دارای بار منفی است.

نمودار جریان برحسب زمان برای یک مولد جریان متناوب مطابق شکل زیر است. شدت جریان در لحظه‌ی $t = ۴s$ چند آمپر است؟



۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

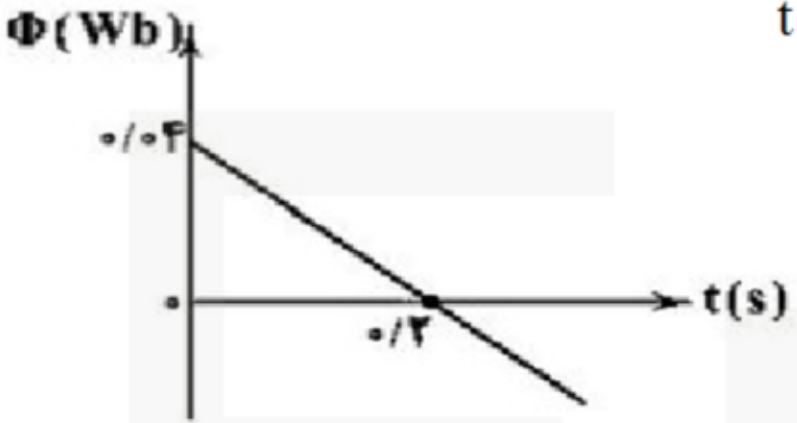
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به نمودار جریان، دوره‌ی تناوب را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۳T}{۴} = ۰/۶ \Rightarrow T = ۰/۸\ s$$

$$I_{max} = ۴A$$

$$I = I_m\ Sin\left(\frac{۲\pi}{T}\ t\right) = ۴\ Sin\left(\frac{۲۰\pi}{۸}\ t\right) \xrightarrow{t = ۴s} I = ۴\ Sin\ ۱۰\pi = ۰$$

نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک قاب با ۲۵ دور سیم و مقاومت $2/5\ \Omega$، به صورت زیر است. نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجادشده در قاب در بازه‌ی زمانی $t = ۰/۳$ تا $t = ۰/۵\ s$ چند ولت است؟



۱) ۵-

۲) ۲-

۳) ۵

۴) ۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از قاب، خطی است. بنابراین تغییرات شار عبوری از قاب در بازه‌های زمانی یکسان و با هم برابر است و در نتیجه اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در هر بازه‌ی زمانی یکسان و ثابت است.

$$\begin{cases} \Delta t_۱ = ۰ \text{ تا } ۰/۲s \\ \Delta t_۲ = ۰/۳s \text{ تا } ۰/۵s \end{cases} \Rightarrow \Delta t_۱ = \Delta t_۲ = ۰/۲s$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi_۱ = \Delta\Phi_۲ = ۰ - ۰/۰۴\ Wb$$

$$\bar{\varepsilon} = - N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -۲۵ \times \frac{-۰/۰۴}{۰/۲} = ۵V$$

معادله‌ی جریان متناوب گذرنده از یک سیملوله در دستگاه SI به صورت $I = ۳\sqrt{۳}\ \text{Sin}\ ۵۰t$ است. اگر بیشینه‌ی ذخیره‌شده در این سیملوله ۰/۹J باشد، ضریب القاوری این سیملوله چند هانری است؟

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۵}$ ۲) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۱۵}$ ۴) $\frac{۲}{۱۵}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی ذخیره‌شده در سیملوله از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

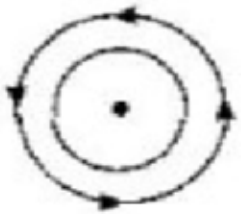
$$U = \frac{۱}{۲}LI^{۲} \Rightarrow U_{max} = \frac{۱}{۲}LI_{max}^{۲} \Rightarrow L = \frac{۲U_{max}}{I_{max}^{۲}}$$

با توجه به معادله‌ی جریان گذرنده از سیملوله، داریم:

$$I = ۳\sqrt{۳}\ \text{Sin}\ ۵۰t \Rightarrow I_{max} = ۳\sqrt{۳}A$$

$$\Rightarrow L = \frac{۲ \times ۰/۹}{(۳\sqrt{۳})^{۲}} = \frac{۱/۸}{۲۷} = \frac{۱}{۱۵}H$$

مطابق شکل زیر، دو قاب رسانای دایره‌ای‌شکل به صورت هم‌مرکز، در یک صفحه قرار دارند که قاب بزرگ‌تر حامل جریان الکتریکی است. اگر جریان الکتریکی عبوری از قاب بزرگ‌تر با گذشت زمان کاهش یابد، جهت جریان القایی در قاب کوچک‌تر کدام است؟



۱) ساعتگرد
۲) پادساعتگرد
۳) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
۴) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جهت جریان الکتریکی در قاب بزرگ‌تر به صورت پادساعتگرد و بنابر قاعده ی دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از آن در مرکز قاب برون‌سو می‌باشد. با کاهش جریان عبوری از قاب بزرگ‌تر، بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از آن نیز کاهش یافته و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از قاب کوچک‌تر نیز کاهش می‌یابد. بنابر قانون لنز، جهت جریان القایی در قاب کوچک‌تر باید به گونه‌ای باشد که با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند. پس باید میدان مغناطیسی ناشی از آن در مرکز حلقه‌ی برون‌سو باشد. در نتیجه جریان پادساعتگرد در حلقه‌ی کوچک‌تر، القا می‌شود.

یک قاب دایره‌ای شکل به مقاومت ۲Ω از ۱۰۰ حلقه تشکیل‌شده که سطح مقطع هر حلقه $۱۰۰cm^۲$ است. این قاب به طور عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۱G$ قرار دارد. اگر این قاب در مدت زمان ۲۵ms به اندازه‌ی ۱۸۰ درجه حول یکی از قطرهایش بچرخد، اندازه‌ی جریان القایی متوسط ایجادشده در آن چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۴ ۴) ۱۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \left| -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$

نیم‌خط عمود بر سطح حلقه، ابتدا با خطوط میدان زاویه‌ی صفر درجه و سپس زاویه‌ی ۱۸۰ درجه می‌سازد. در نتیجه،

$$\Delta\Phi = \Phi_۲ - \Phi_۱ = BA\,\cancel{\cos\theta_۲} - BA\,\cancel{\cos\theta_۱} = -۲BA$$

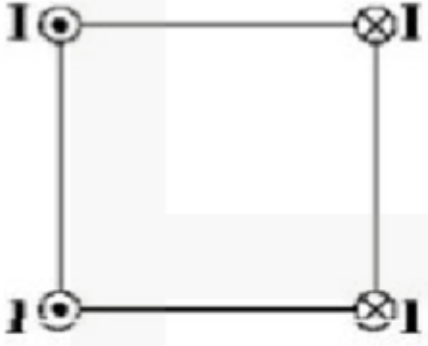
$$\Rightarrow \bar{I} = \left| -\frac{۱۰۰}{۲} \times \frac{-۲ \times ۱ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}}{۲۵ \times ۱۰^{-۳}} \right| = ۴ \times ۱۰^{-۳}\ A = ۴\ mA$$

حلقه‌ای با مساحت سطح مقطع $50cm^2$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت و هم‌راستا با خطوط آن قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی $100G$ کاهش یابد، شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه چند وبر تغییر می‌کند؟

۱) 5×10^{-5} ۲) 4×10^{-5} ۳) 5×10^{-1} ۴) صفر

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که در رابطه‌ی شار مغناطیسی $(\Phi = B\ A\ Cos\ \theta)$، θ زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و بردار میدان مغناطیسی است. چون حلقه هم‌راستا با خطوط میدان مغناطیسی قرار دارد، بنابراین $\theta = 90^\circ$ و شار مغناطیسی عبوری از حلقه برابر با صفر است و با تغییر بزرگی میدان مغناطیسی، شار تغییر نخواهد کرد.

در شکل زیر، چهار سیم بلند مشابه، حامل جریان‌های الکتریکی ثابت و مساوی در چهار رأس یک مربع قرار دارند. اگر یک سیم مستقیم و بلند که حامل جریان الکتریکی ثابت به سمت داخل صفحه است، در مرکز مربع قرار دهیم، برایند نیروهای مغناطیسی وارد بر ان به کدام جهت خواهد بود؟



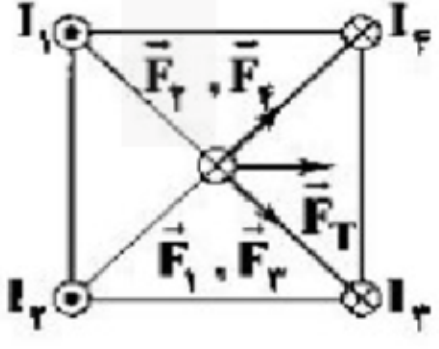
۱) →

۲) ←

۳) ↑

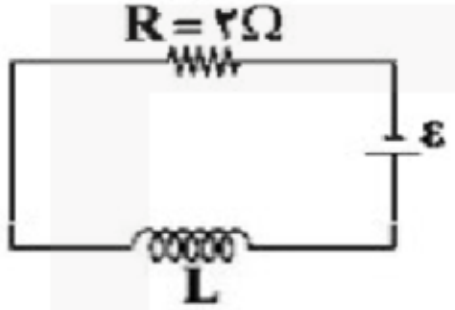
۴) ↓

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر دو سیم موازی و بلند دارای جریان‌های الکتریکی هم‌جهت باشند، یک‌دیگر را جذب می‌کنند و اگر جهت جریان‌های آن‌ها مخالف یک دیگر باشند، یک‌دیگر را دفع می‌کنند.



چون جریان‌های $I_۴ = I_۳ = I_۲ = I_۱$ است و فاصله‌ی آن‌ها از مرکز مربع یکسان است، بزرگی نیروی مغناطیسی که هر یک از سیم‌ها بر سیم حامل جریان واقع در مرکز مربع وارد می‌کنند با هم برابر است و برآیند آن‌ها به صورت افقی و به سمت راست خواهد بود.

در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت R برابر ۸ وات است. اگر سیملوله در هر متر ۲۰ دور حلقه داشته باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز سیملوله چند گاوس است؟ ($\mu_{\circ} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$ و باتری ایده‌آل است.)



۱) $1/2\pi \times 10^{-5}$
۲) $2/4\pi \times 10^{-5}$
۳) $4/8\pi \times 10^{-1}$
۴) $2/4\pi \times 10^{-1}$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا جریان الکتریکی عبوری از مقاومت که همان جریان مدار (سیملوله) است را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مقاومت } R: P = RI^2 \quad 8 = 2 \times I^2 \Rightarrow I = 2A$$

بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز سیملوله عبارت است از:

$$B = \frac{\mu_{\circ} NI}{l} \Rightarrow B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 30 \times 2}{1} = 2/4\pi \times 10^{-5}\ T$$

$$1T = 10^4\ G \longrightarrow B = 2/4\pi \times 10^{-1}\ G$$

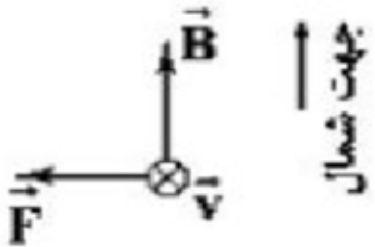
چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟
در عنصر نیکل حوزه‌ی مغناطیسی وجود دارد.
در فولاد، حجم حوزه‌های مغناطیسی با حذف میدان مغناطیسی خارجی به راحتی تغییر می‌کند.
خاصیت مغناطیسی ذاتی در مس وجود ندارد.
در آهن، حجم حوزه‌های مغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی به راحتی تغییر می‌کند.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:
نیکل جزء مواد فرومغناطیسی است و دارای حوزه‌ی مغناطیسی می‌باشد.
فولاد جزء مواد فرومغناطیسی سخت است و حجم حوزه‌های مغناطیسی آن باحذف میدان مغناطیسی خارجی به سختی تغییر می‌کند.
مس جزء مواد دیامغناطیسی است و خاصیت مغناطیسی ذاتی ندارد.
آهن جزء مواد فرومغناطیسی نرم است و حجم حوزه‌های مغناطیسی آن در حضور میدان مغناطیسی خارجی به راحتی تغییر می‌کند.

یک ذره‌ی کیهانی با بار الکتریکی منفی در بالای خط استوا به طور عمودی به سمت کره‌ی زمین حرکت می‌کند. نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی زمین به آن وارد می‌شود، به کدام جهت است؟

۱) شمال ۲) جنوب ۳) شرق ۴) غرب

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که جهت میدان مغناطیسی زمین در استوا به صورت افقی و به سمت شمال است، لذا طبق قاعده‌ی دست راست برای بار الکتریکی منفی، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره به سمت غرب خواهد بود.



مقاومت R را به اختلاف پتانسیل ثابت ۲۴ ولت متصل می‌کنیم و در مدت زمان ۲۰ دقیقه، بار الکتریکی ۸۰۰ میلی‌آمپر ساعت از آن عبور می‌کند. مقاومت R چند اهم است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که واحد بار الکتریکی، کولن یا آمپرثانیه است.

$$\Delta q = I\Delta t$$

$$\Delta q = ۸۰۰ \times \frac{۱A}{۱۰^{۳}}\,mA \times \frac{۳۶۰۰s}{۱h} = ۲۸۸۰\ C$$

$$\Delta t = ۲۰ \times ۶۰ = ۱۲۰۰\ s$$

$$\Rightarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{۲۸۸۰}{۱۲۰۰} = ۲/۴\ A$$

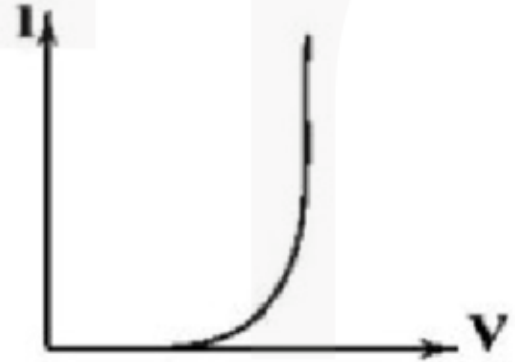
$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{۲۴}{۲/۴} \Rightarrow R = ۱۰\Omega$$

نمودار تغییرات جریان الکتریکی برحسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود، کدام است؟

۱)

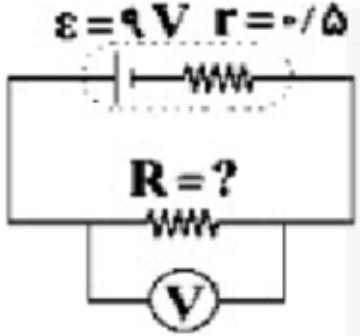
۲)

۳)

۴)


گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دیود یک مقاومت غیر اهمی است و تغییرات جریان الکتریکی برحسب اختلاف پتانسیل برای آن غیرخطی است.

در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل ۸ ولت را نشان می‌دهد. به ترتیب از راست به چپ، مقاومت خارجی مدار چند اهم و جریان عبوری از مدار چند آمپر است؟



۱) $\frac{۱}{۲}$ ، ۴
۲) ۴ ، ۲
۳) ۲ ، ۴
۴) ۲ ، ۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در این مدار، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی که توسط ولت‌سنج اندازه‌گیری شده با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است، در نتیجه:

اختلاف پتانسیل دو سر باتری : $V = \varepsilon - I_r \Rightarrow ۸ = ۹ - ۰/۵\, I \Rightarrow I = ۲A$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی: $V = RI \Rightarrow ۸ = R \times ۲ \Rightarrow R = ۴\Omega$

رئوستا نوعی مقامت متغیر است که از سیمی با مقاومت ویژه‌ی نسبتاً ..... ساخته‌شده و این سیم روی یک استوانه‌ی ..... پیچیده می‌شود. در مدارهای الکترونیکی، وسیله‌ای به نام ..... نقش رئوستا را ایفا می‌کند.

۱) کم - نارسانا - ترمیستور
۲) زیاد - رسانا - ترمیستور
۳) زیاد - نارسانا - پتانسیومتر
۴) کم - رسانا - پتانسیومتر

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. رئوستا نوعی مقاومت متغیر است که از سیمی با مقاومت ویژه‌ی نسبتاً زیاد ساخته‌شده و این سیم روی یک استوانه‌ی نارسانا پیچیده می‌شود. در مدارهای الکترونیکی، وسیله‌ای به نام پتانسیومتر نقش رئوستا را ایفا می‌کند.

دو سر خازن تختی که فضای بین صفحات آن خلاء است را به یک باتری با اختلاف پتانسیل ثابت V وصل می‌کنیم. اگر بدون این که خازن را از باتری جدا کنیم، فضای بین صفحات آن را به وسیله‌ی ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک ۱/۸ پر کرده و مساحت صفحات خازن را نصف کنیم، اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۹}{۱۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۹}{۵}$ ۴) ۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن از رابطه‌ی $E = \frac{V}{d}$ محاسبه می‌شود. با توجه به این‌که خازن از مولد جدا نشده و فاصله‌ی بین صفحات آن نیز ثابت است، بنابراین اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن ثابت می‌ماند. $(E_۲ = E_۱)$

یک ذره با بار الکتریکی q را در یک میدان الکتریکی یکنواخت از حال سکون رها می‌کنیم. اگر این ذره تنها تحت تأثیر میدان الکتریکی شتاب بگیرد، کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۱) تغییرات انرژی جنبشی ذره برابر با منفی کاری است که میدان الکتریکی روی ذره انجام می‌دهد.

۲) بسته به نوع بار، ممکن است انرژی پتانسیل الکتریکی ذره افزایش یا کاهش یابد.

۳) همان اندازه که انرژی جنبشی ذره افزایش می‌یابد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

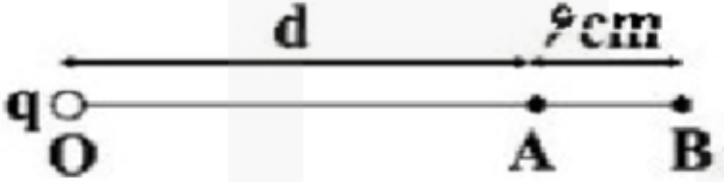
۴) تغییرات انرژی پتانسیل ذره برابر کاری است که میدان الکتریکی روی ذره انجام می‌دهد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به صورت سؤال، نیروی الکتریکی بر ذره وارد می‌شود، بنابراین طبق قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی گزینه‌ی (۱) نادرست است. $(\Delta K = W_E)$

از سوی دیگر، همواره تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار میدان الکتریکی است و گزینه‌ی (۴) نیز نادرست است. $(\Delta U = W_E)$

با توجه به دو رابطه‌ی فوق، نتیجه می‌شود $\Delta K = -\Delta U$، یعنی تغییرات انرژی جنبشی ذره برابر با منفی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آن است، چون ذره از حال سکون شروع به حرکت کرده، بنابراین انرژی جنبشی آن افزایش یافته و انرژی پتانسیل الکتریکی ذره کاهش یافته است، در نتیجه گزینه‌ی (۲) نیز نادرست و گزینه‌ی (۳) صحیح است.

در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در نقاط A و B را به ترتیب E_A و E_B می‌نامیم. اگر $E_A = ۱/۲۱\ E_B$ باشد، فاصله‌ی d چند سانتی‌متر است؟ (نقاط O، A و B در یک راستا قرار دارند.)



۱) ۷۲
۲) ۶۰
۳) ۳۶
۴) ۲۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

میدان الکتریکی در اطراف یک بار الکتریکی نقطه‌ای با مجذور فاصله از بار، رابطه‌ی عکس دارد، یعنی:

$$E = \frac{k|q|}{r^۲} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \xrightarrow{E_A = ۱/۲۱\ E_B} ۱/۲۱ = \left(\frac{d+۶}{d}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \frac{d+۶}{d} = ۱/۱ \Rightarrow ۰/۱d = ۶ \Rightarrow d = ۶۰cm$$

مطابق شکل زیر، یک میله‌ی پلاستیکی با بار الکتریکی منفی را به یک کره‌ی فلزی خنثی نزدیک کرده و در نتیجه تجمع بارهای ..... روی سطح کره و در نزدیکی میله افزایش می‌یابد. اگر در همین حالت، کره را برای مدت کوتاهی به زمین متصل کنیم، بار کل کره ..... می‌شود.

۱) مثبت - مثبت

۲) مثبت - خنثی

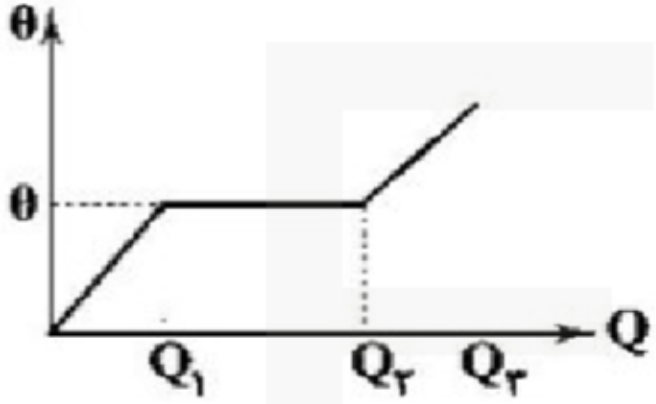
۳) منفی - خنثی

۴) مثبت - منفی

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مطابق شکل، میله‌ی پلاستیکی با بار منفی در اثر القای بار الکتریکی، الکترون‌های سطح کره را دفع کرده و در نتیجه بارهای مثبت روی سطح کره و نزدیک به میله تجمع می‌کنند.

وقتی کره برای مدت کوتاهی به زمین متصل می‌شود، الکترون‌ها از میله‌ی پلاستیکی بیش‌تر فاصله گرفته و به زمین منتقل می‌شوند. وقتی کره مجدداً از زمین جدا می‌شود، تعداد بارهای مثبت آن بیش از بارهای منفی است و بار کل کره مثبت خواهد بود.

در شکل زیر، تغییرات دمایی یک جسم جامد به جرم یک کیلوگرم برحسب گرمای داده‌شده به آن رسم شده است. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب جسم، کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۱) Q_1

۲) Q_2

۳) $Q_2 - Q_1$

۴) $Q_2 + Q_1$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گرمای نهان ویژه‌ی ذوب برابر با مقدار گرمایی است که به یک کیلوگرم از یک جسم جامد داده می‌شود تا در دمای ثابت (دمای ذوب جسم)، از حالت جامد به حالت مایع تبدیل شود، بنابراین دمای جسم در گذر از حالت جامد به مایع و بالعکس، ثابت می‌ماند، و با توجه به نمودار داریم:

$$Q_2 - Q_1 = mL_f \Rightarrow L_f = \frac{Q_2 - Q_1}{m} \xrightarrow{m = 1kg} L_f = Q_2 - Q_1$$

یک میله‌ی استوانه‌ای‌شکل از جنس مس به طول $۲m$ و مساحت سطح مقطع $۱۶۷cm^۲$ که سطح جانبی آن عایق‌بند شده، در اختیار است. یک طرف میله در مخلوط آب و یخ با دمای $۰°C$ و طرف دیگر ان در مخلوط آب جوش و بخار آب با دمای $۱۰۰°C$ قرار دارد. به ترتیب از راست به چپ، آهنگ انتقال گرما توسط میله و آهنگ ذوب یخ در دستگاه SI کدام است؟ $\left(k_{\text{مس}} = ۴۰۰ \frac{W}{m.°C}, L_f = ۳۳۴ \frac{kJ}{kg}\right)$

۱) ۱۶۷، ۱ ۲) ۱۶۷، ۰/۰۰۱ ۳) ۳۳۴، ۱ ۴) ۳۳۴، ۰/۰۰۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. آهنگ انتقال گرما برابر است با:

$$Q = \frac{kA\Delta\theta}{L} = \frac{۴۰۰ \times ۱۶۷ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰۰}{۲} = ۳۳۴\ W$$

بنابراین در هر ثانیه ۳۳۴ ژول گرما از منبع گرم به منبع سرد منتقل شده و باعث دوب شدن یخ موجود در منبع سرد می‌گردد، در نتیجه:

$$Q = mL_f \Rightarrow ۳۳۴ = m \times ۳۳۴ \times ۱۰^{۳} \Rightarrow m = ۱ \times ۱۰^{-۳}\ kg = ۰/۰۰۱\ kg$$