اگر دمای یک صفحه‌ی فلزی دایره‌ای‌شکل را $۲۵۰^{\circ}C$ افزایش دهیم، مساحت صفحه ۲ درصد افزایش می‌یابد. به ترتیب از راست به چپ، ضریب انبساط طولی این فلز و نسبت شعاع ثانویه به شعاع اولیه‌ی صفحه در دستگاه SI کدام است؟

۱) ۸×۱۰^{-۵} و ۱/۰۱

۲) ۴×۱۰^{-۵} و ۱/۰۲

۳) ۴×۱۰^{-۵} و ۱/۰۱

۴) ۸×۱۰^{-۵} و ۱/۰۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$A_۲ = A_۱ (۱ + ۲\alpha\Delta\theta) \quad (۱)$$

$$A_۲ = A_۱ + \frac{۲}{۱۰۰} A_۱ = ۱/۰۲ A_۱ \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱)\ (۲)} ۱/۰۲ + ۱ + ۲\alpha\Delta\theta \Rightarrow ۲\alpha\Delta\theta = ۰/۲ \Rightarrow \alpha \times ۲۵۰ = ۰/۰۱$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۲۵۰} \times ۱۰^{-۲} = ۴ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^{\circ}C}$$

$$r_۲ = r_۱ (۱ + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = ۱ + ۴ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۵۰ = ۱/۰۱$$

در فشار ۱ اتمسفر، به یک کیلوگرم آب با دمای $۸۰^\circ C$ مقدار ۳۰۹/۶ کیلوژول گرما می‌دهیم. چند گرم از آب، به بخار $۱۰۰^\circ C$ تبدیل می‌شود؟ $\left(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.K}, L_v = ۲۲۵ \frac{kJ}{kg}\right)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای این‌که بخشی از آب بخار شود، باید کل آب به دمای $۱۰۰^\circ C$ برسد و سپس بخشی از آن بخار شود.

گرمای لازم برای تبدیل آب $۸۰^\circ C$ به آب $۱۰۰^\circ C$ عبارت است از:

$$Q_۱ = mc\Delta\theta = ۱ \times ۴۲۰۰ \times (۱۰۰ - ۸۰) = ۸۴۰۰۰J = ۸۴kJ$$

بنابراین گرمایی که صرف تبخیر آب می‌شود، برابر است با:

$$Q_۲ = Q - Q_۱ = ۳۰۹/۶ - ۸۴ = ۲۲۵/۶\ kJ$$

$$Q_۲ = m' L_V \Rightarrow ۲۲۵/۶ = m' \times ۲۲۵۶ \Rightarrow m' = ۰/۱kg = ۱۰۰g$$

اگر در فشار ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از ۸۷ درجه‌ی سلسیوس به ۱۵ درجه‌ی سلسیوس کاهش دهیم، حجم گاز چند برابر می‌شود؟ (در این آزمایش جرم ثابت مانده است.)

۱) $\frac{۲۹}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۲۹}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای مقدار معینی گاز کامل در فشار و جرم ثابت داریم:

$$\frac{V}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{N_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۲۷۳ + ۱۵}{۲۷۳} + ۸۷ = \frac{۲۸۸}{۳۶۰} = \frac{۴}{۵}$$

نکته: در روابط مربوط به قوانین گازهای کامل، دما بر حسب کلوین است.

اگر دمای جسمی در مقیاس سلسیوس ۲ برابر شود، دمای آن در مقیاس کلوین چند برابر خواهد شد؟

۱) ۲ برابر ۲) کم‌تر از ۲ برابر ۳) بیش‌تر از ۲ برابر ۴) به دمای جسم بستگی دارد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از رابطه‌ی بین دما در مقیاس‌های کلوین و سلسیوس استفاده می‌کنیم:

$$\theta_1 = T_1 - ۲۷۳/۱۵$$

$$\theta_2 = T_2 - ۲۷۳/۱۵$$

$$\theta_2 - ۲\theta_1 \longrightarrow T_2 - ۲۷۳/۱۵ = ۲T_1 - ۲ \times ۲۷۳ = ۱۵$$

$$\Rightarrow T_2 = ۲T_1 - ۲۷۳/۱۵ \Rightarrow T_2 < ۲T_1$$

اگر دمای آب از $8^\circ C$ تا $0^\circ C$ کاهش یابد، چگالی آن .....

۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس ثابت می‌ماند.
۴) همواره ثابت می‌ماند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که آب در دمای $4^\circ C$ دارای کم‌ترین حجم و بیش‌ترین چگالی است و هنگامی که دمای آب از ۴ درجه تا صفر درجه‌ی سلسیوس کاهش می‌یابد، حجم آن افزایش یافته و چگالی آن کم می‌شود، بنابراین با کاهش دمای آب از $8^\circ C$ تا $0^\circ C$، چگالی آب ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

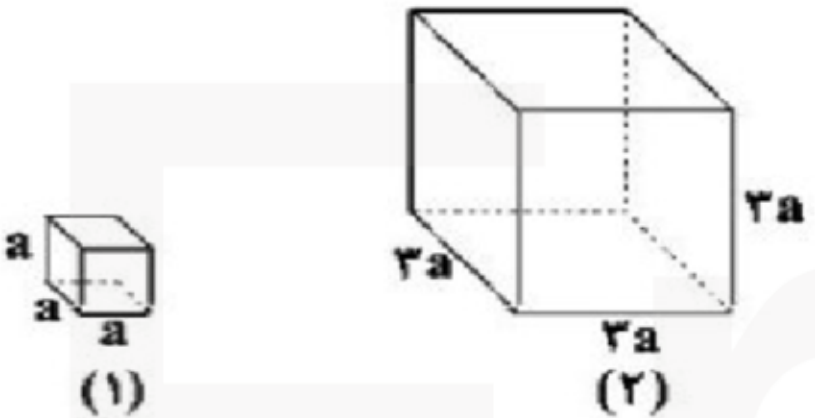
در شکل زیر، هر دو مکعب هم‌جنس و توپر هستند. فشاری که مکعب (۲) به سطح افقی وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که مکعب (۱) به سطح افقی وارد می‌کند؟

۱) ۹

۲) ۶

۳) ۳

۴) ۱



گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$P_۱ = \frac{F_۱}{A_۱} = \frac{m_۱ g}{A_۱} = \frac{\rho a^{۳} g}{a^{۲}} = \rho a g$$

$$P_۲ = \frac{F_۲}{A_۲} = \frac{m_۲ g}{A_۲} = \frac{\rho (۳a)^{۳} g}{(۳a)^{۲}} = ۳\rho a g$$

$$\Rightarrow P_۲ = ۳P_۱$$

در درون ظرف روبازی تا ارتفاع ۳۲/۷۲ m، مایعی به چگالی ۲ $\frac{g}{cm^3}$ می‌ریزیم. اگر فشار هوای محیط ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار کل وارد بر کف ظرف محتوی، چند سانتی‌متر جیوه است؟ $\left(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^3}\right)$

۱) ۱۱۶ ۲) ۹۶ ۳) ۸۴ ۴) ۸۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا ارتفاع ستون جیوه‌ی معادل با فشار مایع درون ظرف را محاسبه می‌کنیم:

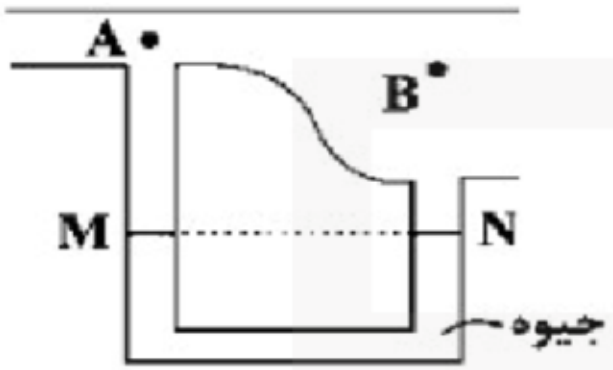
$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۲ \times ۲۷۲ = ۱۳/۶ \times h_{\text{جیوه}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{۲ \times ۲۷۲}{۱۳/۶} = ۴۰ \text{cm}$$

فشار کل وارد بر کف ظرف برابر است با:

$$P_{\text{کل}} = P_{\circ} + P_{\text{مایع}} = ۷۶ + ۴۰ = ۱۱۶ \text{ cmHg}$$

در شکل زیر، با عبور جریان پایا و پیوسته‌ای از یک شاره‌ی تراکم‌ناپذیر در لوله، کدام گزینه درست است؟



۱) سطح M پایین‌تر از سطح N قرار می‌گیرد و $v_A > v_B$ است.

۲) سطح M بالاتر از سطح N قرار می‌گیرد و $v_A > v_B$ است.

۳) سطح N پایین‌تر از سطح M قرار می‌گیرد و $v_A < v_B$ است.

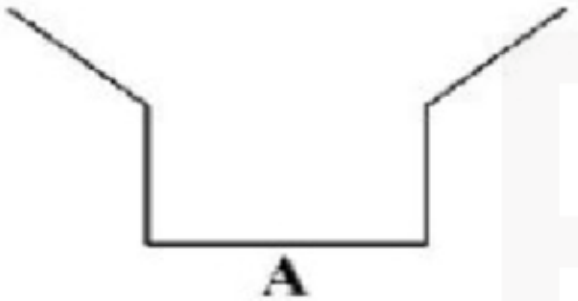
۴) سطح N پایین‌تر از سطح M قرار می‌گیرد و $v_A < v_B$ است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به معادله ی پیوستگی یک شاره‌ی تراکم‌ناپذیر می‌توان گفت:

$$A_v = \text{ثابت} \xrightarrow{A_A < A_B} v_A > v_B$$

از سوی دیگر طبق اصل برنولی، در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد، بنابراین در نقطه‌ی M فشار کاهش یافته و در نقطه‌ی N فشار افزایش می‌یابد و به این ترتیب سطح M بالاتر از سطح N قرار می‌گیرد.

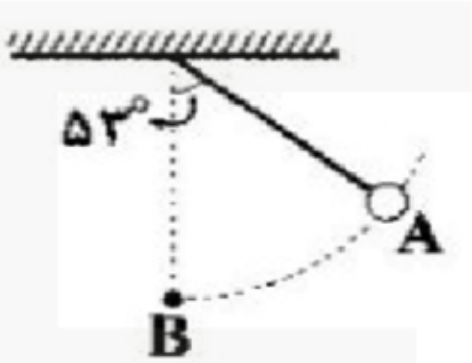
در ظرف شکل زیر، مقداری آب می‌ریزیم. نیروی وارد بر کف ظرف (سطح A) ..... وزن آب است.



۱) کم‌تر از
۲) بیش‌تر از
۳) بیش‌تر یا مساوی با
۴) کم‌تر یا مساوی با

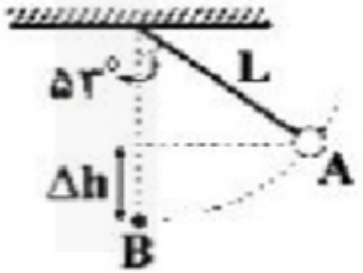
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر آب فقط قسمت استوانه ای پایین ظرف را پر کند، آن‌گاه $F = W$ است، ولی اگر آب به قسمت مخروطی فوقانی ظرف برسد، آن‌گاه بخشی از وزن مایع توسط دیواره‌ها نگه داشته می‌شود و $F < W$ خواهد بود، بنابراین با توجه به حجم آب درون ظرف، نیروی وارد بر کف کم‌تر یا مساوی با وزن آب است.

مطابق شکل زیر، یک گلوله به جرم $2kg$ به یک ریسمان سبک به طول $150cm$ که در یک نقطه ثابت شده است، متصل است و از نقطه‌ی A رها می‌شود. کار نیروی وزن گلوله در جابه‌جایی گلوله از نقطه‌ی A تا B چند ژول است؟ $\left(\text{Sin } 37^\circ = 0/6 \text{ , } g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



۱) ۱۲
۲) ۳۰
۳) -۱۲
۴) -۳۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. کار نیروی وزن گلوله در جابه‌جایی از A تا B از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:



$$W_{mg} = mg\Delta h = mg\,(L - L\,\text{Cos } 53^\circ)$$

زاویه‌ی ۳۷ درجه و ۵۳ متمم یک‌دیگرند و در نتیجه:

$$\text{Sin } 37^\circ = \text{Cos } 53^\circ = 0/6$$
$$\Rightarrow W_{mg} = 2 \times 10 \times (1/5 - 1/5 \times 0/6) = 12J$$

توان یک پمپ آبی $5kW$ است. این پمپ می‌تواند در مدت ۵ دقیقه، $6m^3$ آب را از عمق ۲۰ متری چاهی به سطح زمین بیاورد. بازده این پمپ چند درصد است؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{آب} = 1 \frac{g}{cm^3}\right)$

۱) ۸۰ ۲) ۷۵ ۳) ۶۰ ۴) ۵۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم آب انتقال‌یافته در مدت ۵ دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

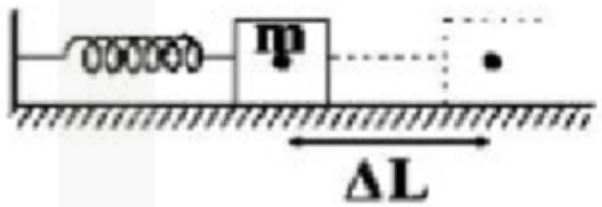
$$\begin{cases} \rho = 1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3} \\ V = 6m^3 \end{cases} \Rightarrow m = \rho_V = 1000 \times 6 = 6000\ kg$$

برای این‌که آب از چاه بالا آورده شود، باید به نیروی وزن آن غلبه کرد، بنابراین:

$$P_{خروجی} = \frac{W_{mg}}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} = \frac{6000 \times 10 \times 20}{5} \times 60 = 4000W = 4kW$$

$$= \frac{P_{خروجی}}{P_{ورودی}} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = \%80$$

در شکل زیر، جسمی به جرم $۲kg$ روی سطح افقی به صورت ساکن به فنر فشرده‌شده‌ای متصل شده و انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر $۲۶J$ است. از لحظه‌ی رها شدن فنر تا هنگامی که فنر به طول عادی خود برسد، $۲J$ انرژی به اثر اصطکاک جسم با سطح افقی تلف می‌شود. سرعت جسم در لحظه‌ای که فنر طول عادی خود را دارد، چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۲
۲) ۶
۳) $\sqrt{۶}$
۴) $۲\sqrt{۶}$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta E = W_f \Rightarrow K_۲ + U_۲ - K_۱ - U_۱ = W_f \Rightarrow K_۲ - U_۱ = W_f$$

$$\xrightarrow[W_f = -۲J]{U_۱ = ۲۶J} K_۲ - ۲۶ = -۲ \Rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۲} MV_۲^۲ = ۲۴$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۲ \times V_۲^۲ = ۲۴ \Rightarrow V_۲^۲ = ۲۴ \Rightarrow V_۲ = ۲\sqrt{۶}\ \frac{m}{s}$$

نکته: می‌دانیم که انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در فنری با طول عادی، صفر است و کار نیروهای اتلافی همواره منفی است.

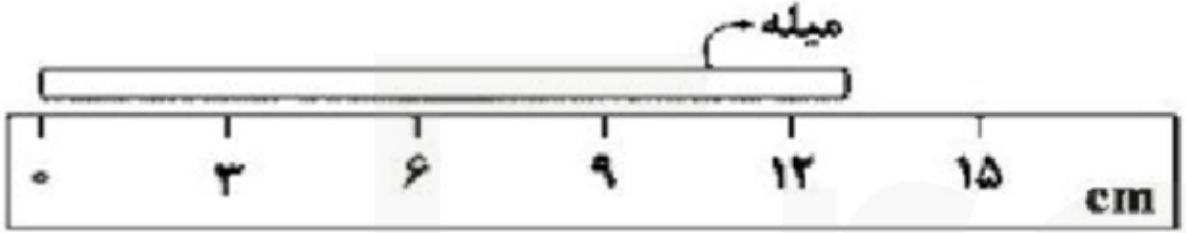
نیروی $\vec{F} = ۱۸\vec{i} + ۲۴\vec{j}$ در دستگاه SI به جسم ساکنی وارد می‌شود. بردار جابه‌جایی جسم در اثر این نیرو در دستگاه SI به صورت $\vec{d} = ۲\vec{i}$ است. اندازه‌ی کاری که این نیرو روی جسم انجام داده، چند ژول است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۴۸ ۳) ۳۶ ۴) ۳۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که مشاهده می‌کنیم، بردار نیرو دارای مؤلفه‌های افقی و عمودی است، ولی بردار جابه‌جایی صرفاً در جهت محور xها است، بنابراین تنها مؤلفه‌ی افقی نیرو روی جسم کار انجام می‌دهد. در نتیجه داریم:

$$W = F_x \cdot d = F_x\, d \cancel{\text{Cos}}\, ۰ = ۱۸ \times ۲ = ۳۶\ \text{J}$$

کدام گزینه نتیجه‌ی اندازه‌گیری طول میله توسط خط‌کش زیر است؟



۱) $(۱۲/۹ \pm ۳)\,cm$

۲) $(۱۲/۸ \pm ۱/۵)\,cm$

۳) $(۱۳/۳ \pm ۱/۵)\,cm$

۴) $(۱۳ \pm ۲)\,cm$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کمینه ی درجه‌بندی خط‌کش موردنظر ۳cm است. در نتیجه دقت آن نیز ۳cm و خطای اندازه‌گیری توسط این خط‌کش $\pm ۱/۵$ cm است که باید آن را به شکل ± ۲ cm گرد کنیم، بنابراین گزارش اندازه‌گیری به صورت زیر صحیح است:

$$۱۳\ cm + ۲\ cm$$

↓ رقم حدسی ↓ خطا

ابعاد یک مکعب مستطیل ۱cm، ۲cm و ۳cm است. اگر چگالی آن $۱/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و جرم آن ۲/۷ g باشد، چند درصد از حجم این مکعب مستطیل خالی است؟

۱) ۲۵
۲) ۳۳/۳
۳) ۷۵
۴) در مکعب مستطیل فضای خالی وجود ندارد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$V_{ظاهری} = ۱ \times ۲ \times ۳ = ۶cm^۳$: حجم ظاهری

$V_{واقعی} = \frac{m}{\rho} = \frac{۲/۷}{۱/۸} = \frac{۳}{۲} = ۱/۵\ cm^۳$:حجم واقعی

$\Delta V = V_{ظاهری} - V_{واقعی} = ۶ - ۱/۵ = ۴/۵\ cm^۳$:حجم فضای خالی

$\frac{\Delta V}{V_{ظاهری}} \times ۱۰۰ = \frac{۴/۵}{۶} \times ۱۰۰$:درصد حجم فضای خالی نسبت به حجم کل

$= \%۷۵$

فواصل زیر به کمک دیجیتال اندازه‌گیری شده است. دقت اندازه‌گیری در کدام‌یک از گزینه‌ها بیش‌تر است؟

۱) ۰/۰۸۹۱ m ۲) ۰/۴۳ cm

۳) ۳/۶ mm ۴) $۷/۲ \times ۱۰^{-۷}$ km

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که دقت اندازه‌گیری در ابزار دیجیتال، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند. دقت تمامی اعداد اندازه‌گیری‌شده را براساس متر بیان می‌کنیم:

۱) ۰/۰۸۹۱m ⇒ دقت اندازه‌گیری = ۰/۰۰۰۱m

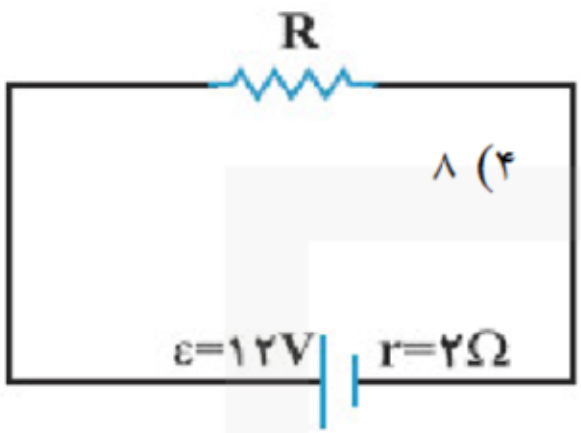
۲) ۰/۴۳ cm ⇒ دقت اندازه‌گیری = ۰/۰۱ cm = ۰/۰۰۰۱m

۳) ۳/۶ mm ⇒ دقت اندازه‌گیری = ۰/۱ mm = ۰/۰۰۰۱ m

۴) $۷/۲ \times ۱۰^{-۷}$ km دقت اندازه‌گیری = $۰/۱ \times ۱۰^{-۷}$ km

$= ۰/۱ \times ۱۰^{-۴}$ m = ۰/۰۰۰۰۱ m

در مدار شکل زیر، اگر توان تلف شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد، مقاومت R چند اهم است؟



۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از توان تلف شده در مقاوت درونی مولد، شدت جریان مدار را به دست می‌آوریم:

$$\text{توان تلف شده} = rI^{۲} \Rightarrow ۸ = ۲ \times I^{۲} \Rightarrow I^{۲} = ۴ \Rightarrow I = ۲A$$

حال با کمک رابطهٔ شدت جریان در مدارهای الکتریکی،داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow[r = ۲\Omega]{I = ۲A \text{ و } \varepsilon = ۱۲V} ۲ = \frac{۱۲}{R + ۲}$$

$$\Rightarrow ۲R + ۴ = ۱۲ \Rightarrow ۲R = ۸ \Rightarrow R = ۴\Omega$$

در یک سالن ۳ لامپ مشابه که روی هر یک از آن‌ها اعداد (۲۰۰ و ۸۰۰W) نوشته شده است، به صورت موازی به هم بسته شده‌اند، اگر این لامپ‌ها با برق ۱۵۰V سالن روشن شوند، در مدت هفت‌شبانه‌روز چند کیلووات ساعت انرژی مصرف می‌کنند؟ (مقاومت الکتریکی لامپ‌ها را ثابت فرض کنید.)

۱) ۳۲/۴ ۲) ۱۳۴/۴ ۳) ۷۵/۶ ۴) ۲۲۶/۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم مقاومت لامپ‌ها ثابت بماند، در این صورت توان مصرفی هر یک از آن‌ها در حالت جدید برابر است با:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2 \Rightarrow \frac{P'}{۸۰۰} = \left(\frac{۱۵۰}{۲۰۰}\right)^2$$

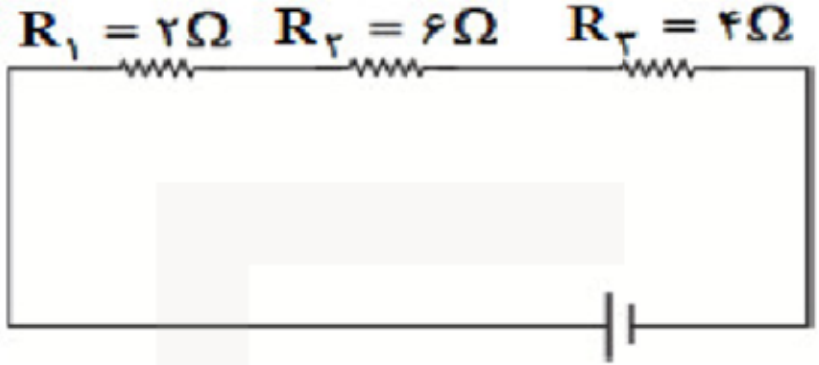
$$\Rightarrow P' = ۴۵۰\,W = ۰/۴۵kW$$

توان مصرفی مجموعهٔ ۳ لامپ $= ۳ \times ۰/۴۵ = ۱/۳۵kW$

لذا انرژی مصرفی در مدت هفت شبانه‌روز برابر خواهد بود با:

$$U = P.t = ۱/۳۵ \times (۷ \times ۲۴) = ۲۲۶/۸kWh$$

۳۰ در شکل زیر، اگر حداکثر توان قابل تحمل هر کدام از مقاومت‌ها $۱۲W$ باشد، حداکثر جریان عبوری از مدار چند آمپر است؟



۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۲

۳) $\sqrt{۵}$ ۴) ۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مقاومت‌های متوالی، توان مقاومت با اندازهٔ آن برابطهٔ مستقیم دارد یعنی مقاومتی که اندازه‌اش بیشتر باشد، توانش بیشتر است. پس:

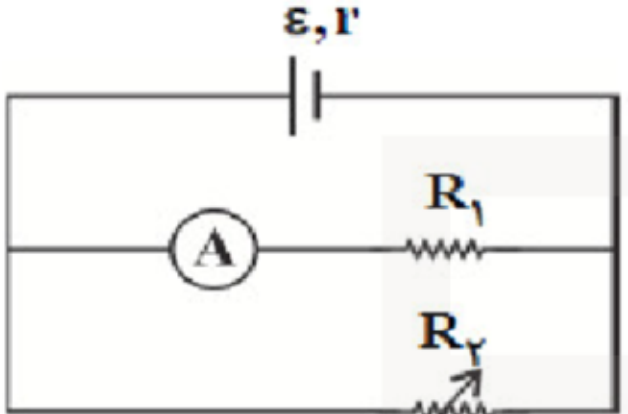
$$P_۲ = ۳۰W \Rightarrow \begin{cases} R_۱ = \frac{۱}{۳}R_۲ \Rightarrow P_۱ = \frac{۱}{۳}P_۲ = ۱۰W \\ R_۳ = \frac{۲}{۳}R_۲ \Rightarrow P_۳ = \frac{۲}{۳}P_۲ = ۲۰W \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_T = ۱۰ + ۲۰ + ۳۰ = ۶۰W$$

حال می‌توانیم حداکثر جریان عبوری از مدار را بیابیم:

$$P_T = R_T I^۲ \Rightarrow ۶۰ = ۱۲I^۲ \Rightarrow I^۲ = ۵ \Rightarrow I = \sqrt{۵}A$$

در مدار شکل زیر به تدریج مقاومت متغیر R_2 را کاهش می‌دهیم. به‌ترتیب از راست به چپ مقاومت معادل مدار و جریانی که امپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، به تدریج چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش - افزایش
۲) کاهش - کاهش
۳) کاهش - افزایش
۴) افزایش - کاهش

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با کاهش اندازهٔ مقاومت R_2، مقاومت معادل کل مدار کاهش می‌یابد و در نتیجه جریان عبوری از مولد افزایش و اختلاف پتانسیل دو سر آن $(V = \varepsilon - rI)$ کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه اختلاف پتانسل دوسر مقاومت R_1 که موازی با مولد است، کم می‌شود. پس جریان عبوری از R_1 کاهش می‌یابد و در نتیجه عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد.

الکترونی با تندی $۹۰۰\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۵\times ۱۰^{۴}G$ می‌شود. اگر زاویهٔ امتداد سرعت این الکترون یا خطهای میدان مغناطیسی برابر با ۳۰° باشد، اندازهٔ شتابی که میدان مغناطیسی به این الکترون می‌دهد، $\frac{m}{s^{۲}}$ است؟

$\left(M_e = ۹\times ۱۰^{-۳۱}kg\,,\ e = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}C\right)$

۱) ۴×۱۰^{۱۴} ۲) ۸×۱۰^{۱۴} ۳) ۸×۱۰^{۱۸} ۴) ۴×۱۰^{۱۸}

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی و رابطهٔ قانون دوم نیوتون $(F = ma)$ داریم:

$$F = |q|\,vB\,Sin\theta \xrightarrow{F = ma} ma = |q|\,vB\,Sin\theta$$

$$۹\times ۱۰^{-۳۱}a = \left(۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\right)\times ۹۰۰\times ۵\times \frac{۱}{۲}$$

$$\Rightarrow a = \frac{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times ۹۰۰\times ۵\times \frac{۱}{۲}}{۹\times ۱۰^{-۳۱}} = ۴\times ۱۰^{۱۴}\frac{m}{s^{۲}}$$

روی لامپی اعداد ۲۲۰ ولت و ۱۰۰ وات نوشته شده است. اگر این لامپ را به مدت ۰/۵ ساعت به برق ۱۱۰ ولت وصل کنیم، انرژی الکتریکی مصرف شده در آن چند کیلوژول می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ ثابت فرض شود.)

۱) ۱۸۰ ۲) ۴۵ ۳) ۳۶۰ ۴) ۵۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در این سؤال لامپ به ولتاژ اسمی‌اش متصل نشده است. برای به‌دست آوردن توان مصرفی در این حالت، با توجه به ثابت بودن مقاومت الکتریکی، داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 \times \frac{R_0}{R}$$

$$\xrightarrow[V_0 = 220\ V,\ V = 110\ V]{P_0 = 100\ W \text{ و } R = R_0} \frac{P}{100}\left(\frac{110}{220}\right)^2 \times 1 \Rightarrow \frac{P}{100} = \frac{1}{4} \Rightarrow P = \frac{100}{4} = 25W$$

حالا می‌توان به کمک رابطهٔ $U = Pt$ انرژی الکتریکی مصرفی را محاسبه کرد:

$$U = Pt \xrightarrow[t = 0/5h = 0/5 \times 3600s = 1800s]{P = 25W} U = 25 \times 1800 = 45000J = 45kJ$$

اگر در شکل مقابل، قسمت (ب) شکسته شدهٔ تیغهٔ آهنربای فولادی (الف) باشد، قسمت‌های A، B، C و D به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) N و S و N و S

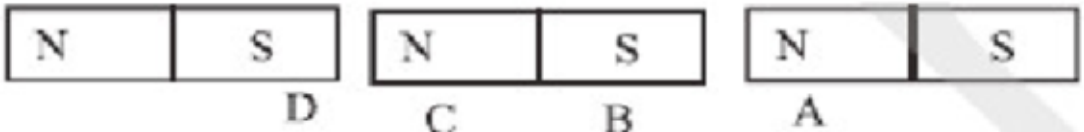
۲) S و S و N و N

۳) S و خنثی و خنثی و N

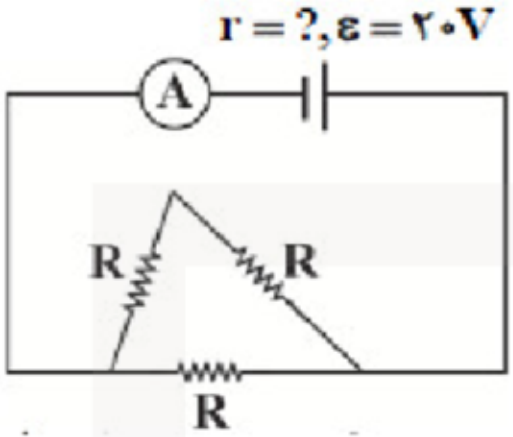
۴) N و خنثی و خنثی و S

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر یک آهنربا را به چند سمت تقسیم کنیم، هر یک از قطعه‌ها خود یک آهنربای مستقل خواهد بود.

بنابراین اگر انتهای هر قطعه مثلاً فقط S باشد، انتهای دیگر آن قطب N خواهد بود و برعکس، بنابراین مطابق شکل قطب‌های آهنرباها مشخص می‌شود.



اگر در مدار شکل زیر، آمپرسنج ایده‌آل ۲ آمپر را نشان دهد و $R = ۱۲\Omega$ باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



۱) ۲
۲) ۱/۵
۳) ۰/۵
۴) ۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. دو مقاومت R شاخه بالایی به‌صورت متوالی به یکدیگر وصل شده‌اند، لذا مقاومت معادل آن‌ها ۲۴ اهم است. این مقاومت ۲۴ اهمی نیز با مقاومت ۱۲ اهمی شاخه پایینی به‌صورت موازی وصل شده که مقاومت معادل آن‌ها (همان مقاومت خارجی مدار) برابر می‌شود با:

$$R_{eq} = \frac{۲۴ \times ۱۲}{۲۴ + ۱۲} = ۸\Omega$$

در نتیجه با استفاده از رابطهٔ شدت جریان مدار می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}$$

$$\Rightarrow ۲ = \frac{۲۰}{r + ۸} \Rightarrow r = ۲\Omega$$

کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

۱) محور مغناطیسی زمین و محور چرخش آن بر هم منطق هستند.

۲) وقتی یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم، در بیشتر نقاط زمین، به‌طور افقی قرار می‌گیرد.

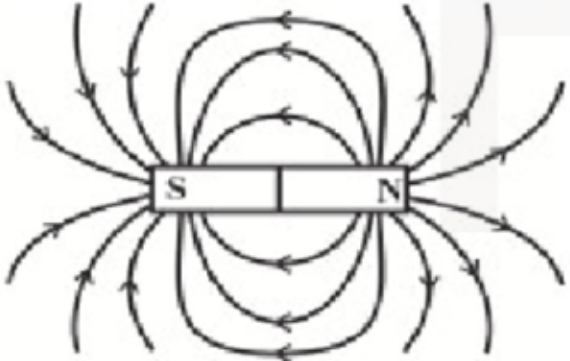
۳) عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نما، تا حدودی از شمال جغرافیایی انحراف دارد.

۴) میدان معغناطیسی زمین، یک میدان مغناطیسی یکنواخت می باشد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق متن کتاب درسی، عقربهٔ مغناطیسی قطب‌نام، تا حدودی از شمال جغرافیایی انحراف دارد، زیرا قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی آن منطبق نیست.

در اطراف یک آهنربای تیغه‌ای جهت خطوط میدان مغناطیسی از ..... و بزرگی میدان مغناطیسی در ..... کمتر از ..... است.

۱) S به N - وسط آهنربا - دو قطب آن
۲) S به N - دو قطب آن - وسط آهنربا
۳) N به S - دو قطب آن - وسط آهنربا
۴) N به S - وسط آهنربا - دو قطب آن



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل میدن مغناطیسی پیرامون آهنربای تیغه‌ای که در زیر ارائه شده است، در اطراف یک آهنربای تیغه‌ای جهت خطوط میدان مغناطیسی از N به S و بزرگی میدان مغناطیسی در وسط آهنربا کمتر از دو قطب آن است.

چه تعداد از گزاره‌های زیر نادرست است؟

الف) نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار، بر راستای سرعت و میدان مغناطیسی عمود است.

ب) تسلا یکای بزرگی میدان مغناطیسی است و در برخی موارد از یکای قدیمی SI و کوچک‌تری به نام گاوس (با نماد G) استفاده می‌شود.

پ) اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در نزدیک سطح زمین در قطب‌ها بیشترین (۰/۶۵G) و در استوا کمتری (۰/۳۵G) است.

ت) بزرگ‌ترین میدان مغناطیسی مداوم که امروزه در آزمایشگاه تولید شده، حدود ۴۵ تسلا است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به بررسی موارد نادرست می‌پردازیم:

ب) تسلای یکای بزرگی میدان مغناطیسی در SI است که در برخی موارد از یکای قدیمی (غیر SI) و کوچک‌تری به نام گاوس (با نماد G) استفاده می‌شود.

ب) اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در نزدیک سطح زمین در قطب‌ها بیشترین (۰/۶۵G) و در استوا کمترین (۰/۲۵G) است.

ت) بزرگترین میدان مغناطیسی مداوم که امروزه در آزمایشگاه تولید شده، حدود ۴۵ تسلا است.

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولدی برحسب جریان عبوری از آن در SI به صورت $V = ۲۴ - ۲I$ است. اگر دو سر این مولد را به یک مقاومت ۱۰ اهمی ببندیم، توان خروجی مولد چند وات می‌شود؟

۱) ۴۸ ۲) ۸ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادلهٔ اختلاف پتانسیل دو سر مولد می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} V = \varepsilon - rI \\ V = ۲۴ - ۲I \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon = ۲۴V \\ r = ۲\Omega \end{cases}$$

با بستن دو سر این مولد به دو سر یک مقاومت ۱۰ اهمی، جریان عبوری از مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{۲۴}{۲ + ۱۰} \Rightarrow I = ۲A$$

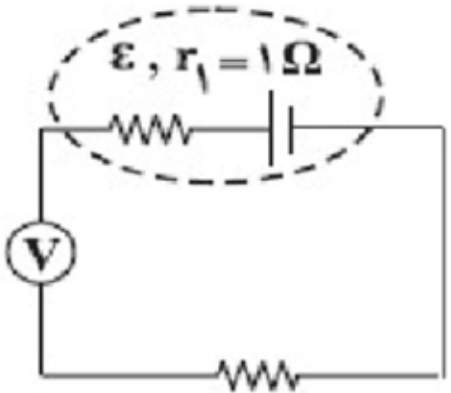
در این حالت، توان خروجی مولد که برابر با توان مصرفی در مقاومت ۱۰ اهمی است، برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^{۲} = ۲۴ \times ۲ \times ۲ \times ۲^{۲} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = ۴۰W$$

یا به روش دیگر، داریم:

$$P_R = RI^{۲} = ۱۰ \times ۲^{۲} \Rightarrow P_R = ۴۰W$$

در مدار شکل زیر، اگر ولت‌سنج آرمانی $10V$ را نشان دهد، توان مصرفی در مقاومت R چند وات است؟



۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۱۰۰
۴) صفر

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مدار: ولت‌سنج آرمانی در شاخهٔ اصلی مدار بسته شده است (مدار قطع است)، در نتیجه جریانی از مدار عبور نمی‌کند و توان مصرفی مقاومت R برابر با صفر است.

توان خروجی یک باتری هنگامی‌که از آن جریان $۳A$ می‌گذرد، برابر با $۱۸W$ و هنگامی که از آن جریان $۱A$ می‌گذرد، برابر با $۱۰W$ است. نیروی محرکهٔ این باتری چند ولت است؟

۱) ۱۲ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطهٔ توان خروجی مولد $\left(P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^{۲}\right)$ می‌توان نوشت:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^{۲} \Rightarrow \begin{cases} I_۱ = ۳A \\ \xrightarrow[P_۱ = ۱۸W]{} ۱۸ = ۳\varepsilon - ۹r \\ \Rightarrow \varepsilon - ۳r = ۶ \quad (۱) \\ I_۲ = ۱A \\ \xrightarrow[P_۲ = ۱۰W]{} ۱۰ = \varepsilon - r \\ \Rightarrow r = \varepsilon - ۱۰ \quad (۲) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(۱) \text{ و } (۲)} \varepsilon - ۳(\varepsilon - ۱۰) = ۶ \Rightarrow \varepsilon - ۳\varepsilon + ۳۰ = ۶$$

$$\Rightarrow ۲۴ = ۲\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = ۱۲V$$