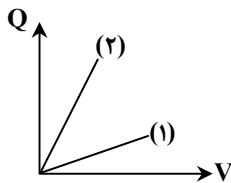
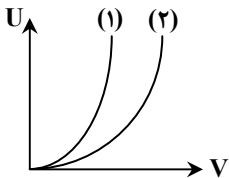
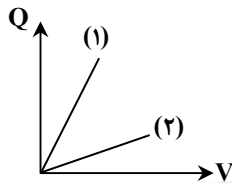


- ۱- یک گوی رسانای توپر و خنثای را درون یک میدان الکتریکی خارجی قرار می‌دهیم. پس از اینکه گوی به تعادل الکترواستاتیکی رسید، کدام یک از گزینه‌های زیر درست خواهد بود؟  
 (۱) پتانسیل نقاط مختلف گوی با هم متفاوت است.  
 (۲) پتانسیل نقاط مختلف گوی صفر است.  
 (۳) میدان الکتریکی در نقاط گوی صفر است.  
 (۴) مجموع بارهای القاشده درون گوی غیر صفر است.
- ۲- بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در یک خازن به ترتیب  $4\mu C$  و  $18\mu J$  است. اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند ولت است؟  
 (۱)  $4/5$  (۲) ۹ (۳) ۱۲ (۴) ۱۸

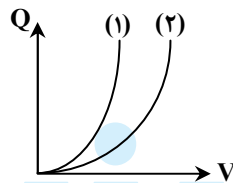
۳- نمودار تغییرات انرژی ذخیره شده بر حسب ولتاژ، برای دو خازن مطابق شکل است. کدام گزینه نمودار بار ذخیره شده در خازن‌ها را بر حسب ولتاژ به درستی بیان می‌کند؟



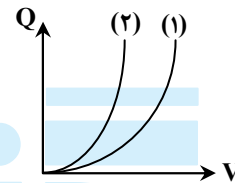
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

۴- مقاومت ویژه یک رسانا در دماهای  $T$  و  $T_0$  به ترتیب  $\rho$  و  $\rho_0$  است. ضریب دمایی مقاومت ویژه آن  $(\alpha)$  برابر کدام است؟

(۴)  $\frac{\rho}{\rho_0(T-T_0)}$

(۳)  $\frac{\rho}{\rho_0}$

(۲)  $\frac{\rho-\rho_0}{T-T_0}$

(۱)  $\frac{\rho-\rho_0}{\rho_0(T-T_0)}$

۵- یک قطعه رسانا در دمای  $20^\circ C$  موجود است. اگر مقاومت ویژه ماده سازنده رسانا در دمای  $120^\circ C$  برابر  $\rho_1$  و در دمای  $220^\circ C$  برابر  $\rho_2$  و

باشد، ضریب دمایی مقاومت ویژه این رسانا در سیستم SI کدام است؟  $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{9}{7}$

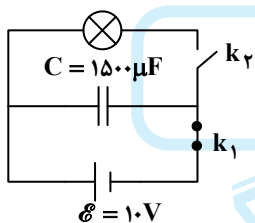
(۴)  $6/5 \times 10^{-3}$

(۳)  $4/5 \times 10^{-3}$

(۲)  $4 \times 10^{-3}$

(۱)  $3/5 \times 10^{-3}$

۶- در مقدار مقابل، ابتدا کلید  $k_1$  را باز می‌کنیم و سپس کلید  $k_2$  را می‌بندیم. لامپ برای مدتی روشن و سپس خاموش می‌شود. انرژی مصرفی لامپ در این مدت چند ژول است؟



(۱)  $5/5 \times 10^{-2}$

(۲)  $6/0 \times 10^{-2}$

(۳)  $6/5 \times 10^{-2}$

(۴)  $7/5 \times 10^{-2}$

۷- در شکل مقابل، اگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری  $30V$  باشد، مقاومت درونی و توان خروجی این منبع به ترتیب کدام است؟

(۱)  $120W$  ،  $2\Omega$

(۲)  $200W$  ،  $5\Omega$

(۳)  $120W$  ،  $5\Omega$

(۴)  $200W$  ،  $2\Omega$

۸- در مدار مقابل، ولت‌سنج شماره ۱ عدد  $25V$  و آمپرسنج عدد  $0.5A$  را نشان می‌دهد. اگر مقاومت آمپرسنج،  $2\Omega$  باشد، ولت‌سنج شماره ۲

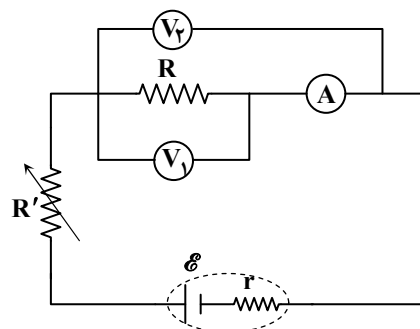
چند ولت را نشان می‌دهد؟

(۱) ۲۴

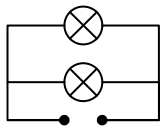
(۲) ۲۵

(۳) ۲۶

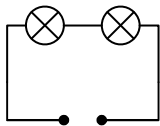
(۴) ۲۷



۹- دو لامپ مشابه مطابق شکل (۱) به پریز یک مدار سیم‌کشی خانگی متصل‌اند و مجموع توان مصرفی آن‌ها ۲۰۰ وات است. اگر آن‌ها را مطابق شکل (۲) به همان پریز وصل کنیم، مجموع توان مصرفی آن‌ها چند وات می‌شود؟



شکل (۱)



شکل (۲)

۲۵ (۱)

۵۰ (۲)

۱۰۰ (۳)

۴۰۰ (۴)

۱۰- در شکل مقابل، جزئی از یک مدار نشان داده شده که جریان عبوری از آن ۲A است. این جزء مدار در هر ثانیه ۸ ژول انرژی از بقیه مدار می‌گیرد. اگر پتانسیل نقطه a برابر ۶ ولت باشد. پتانسیل نقطه b چند ولت است؟



۲ (۱)

-۲ (۲)

۱۰ (۳)

-۱۰ (۴)

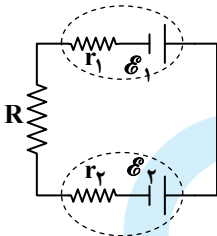
۱۱- در مدار مقابل، اگر  $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$  باشد، کدام گزینه در مورد توان الکتریکی درست است؟

(۱) مجموع توان تولیدی دو باتری (۱) و (۲)، در مقاومت‌های  $r_1$ ،  $r_2$  و  $R$  مصرف می‌شوند.

(۲) توان تولیدی باتری (۲) را فقط مقاومت R باتری (۱) مصرف می‌کنند.

(۳) توان خروجی باتری (۱) را مقاومت‌های R،  $r_1$  و  $r_2$  و باتری (۲) مصرف می‌کنند.

(۴) توان خروجی باتری (۲) را مقاومت‌های R و  $r_1$  و باتری (۱) مصرف می‌شود.



۱۲- یک باتری با نیروی محرکه الکتریکی  $\mathcal{E}$  و مقاومت درونی r در مدار قرار دارد. در کدام حالت زیر، پتانسیل پایانه منفی باتری، بیشتر از پتانسیل پایانه مثبت آن است؟

(۱) وقتی جریانی کمتر از  $\frac{\mathcal{E}}{r}$  در درون باتری از پایانه منفی به طرف پایانه مثبت برقرار باشد.

(۲) وقتی جریانی بیشتر از  $\frac{\mathcal{E}}{r}$  در درون باتری از پایانه منفی به طرف پایانه مثبت برقرار باشد.

(۳) وقتی جریانی از پایانه مثبت به طرف پایانه منفی در درون باتری برقرار باشد.

(۴) در هیچ صورتی امکان پذیر نیست.

۱۳- یک باتری ۵۰ آمپر-ساعت، دارای ولتاژ ۱۲ ولت است. این باتری چند دقیقه با توان ۴۰۰ وات کار می‌کند تا کاملاً تخلیه شود؟

۱۲۰ (۴)

۹۰ (۳)

۶۰ (۲)

۳۰ (۱)

۱۴- در یک باتری واقعی که جریان عبوری آن ۳ آمپر است، توان تولیدی ۳۰W و توان خروجی ۲۶/۴W است. مقاومت درونی این باتری چند اهم است؟

۰/۴ (۴)

۰/۳ (۳)

۰/۲ (۲)

۰/۱ (۱)

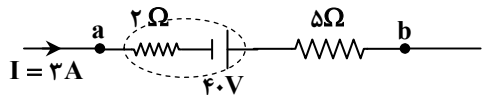
۱۵- در شکل مقابل، توان الکتریکی بخشی از مدار که بین دو نقطه a و b قرار دارد، چند وات است؟

۱۸ (۱)

۴۵ (۲)

۵۷ (۳)

۱۲۰ (۴)



۱۶- کدام یکای زیر، یکای توان الکتریکی نیست؟

(۱) آمپر × ولت

(۲)  $\frac{(\text{ولت})^2}{\text{اهم}}$

(۳) آمپر × (اهم)<sup>۲</sup>

(۴)  $\frac{\text{ژول}}{\text{ثانیه}}$

۱۷- در سیم‌کشی منازل، همه مصرف‌کننده‌ها به طور موازی به ولتاژ ۲۲۰V وصل می‌شوند. در یک آشپزخانه، یک لامپ ۱۰۰W، یخچال ۳۰۰W ماشین ظرف‌شویی ۲۰۰۰W و یک ماشین لباس‌شویی ۲۰۰۰W کار می‌کنند. جریانی که از سیم اصلی آشپزخانه عبور می‌کند، چند آمپر است؟

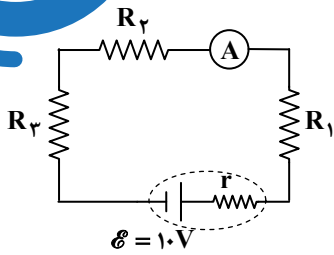
۴۰A (۴)

۲۰A (۳)

۲۰A (۲)

۱۰A (۱)

۱۸- در مدار رسم شده، آمپرسنج آرمانی ۲A را نشان می‌دهد. اگر توان خروجی منبع ۱۸W باشد، مقاومت معادل مدار، چند اهم است؟



است؟

۲/۵ (۱)

۴/۵ (۲)

۶/۱۰ (۳)

۷/۵ (۴)

۱۹- سیم راستی به طول ۲۰cm، موازی سطح افقی و در امتداد شرق- غرب قرار دارد و از سیم جریان ۱۰A رو به شرق می‌گذرد. یک میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۰۵T که موازی سطح افقی و رو به شمال است، به این سیم نیرو وارو می‌کند، طوری که این نیرو با نیروی وزن سیم

خنثی می‌شود. جرم سیم چند گرم است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

۲/۵ (۴)

۵ (۳)

۷/۵ (۲)

۱۰ (۱)

۲۰- در یک جریان متناوب، در لحظه‌ای که نیروی محرکه القایی  $\frac{1}{3}$  برابر بیشینه مقدار نیروی محرکه در پیچه مولد است، اندازه شار مغناطیسی عبوری از پیچه چند برابر بیشینه شار عبوری از آن خواهد بود؟

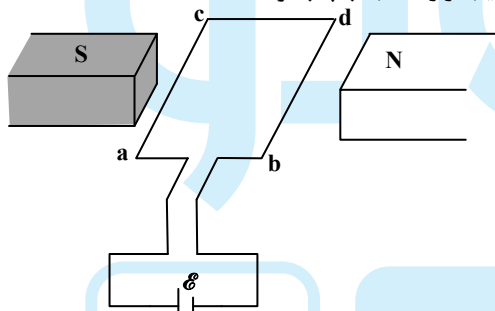
$\frac{2\sqrt{2}}{3}$  (۴)

$\frac{\sqrt{2}}{3}$  (۳)

$\frac{2}{3}$  (۲)

$\frac{1}{3}$  (۱)

۲۱- در شکل مقابل، نیروی مغناطیسی وارد بر هر یک از قطعه سیم‌های ab و cd به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



↑ - ↓ (۱)

↓ - ↑ (۲)

↑ - ↑ (۳)

↓ - ↓ (۴)

۲۲- معادله جریان- زمان برای جریان متناوبی در SI به صورت  $I = 0.2 \sin 100\pi t$  است. دوره تناوب جریان، ..... ثانیه و در لحظه  $\frac{1}{6}$  ثانیه جریان ..... آمپر است.

$0.1, \frac{2}{100}$  (۴)

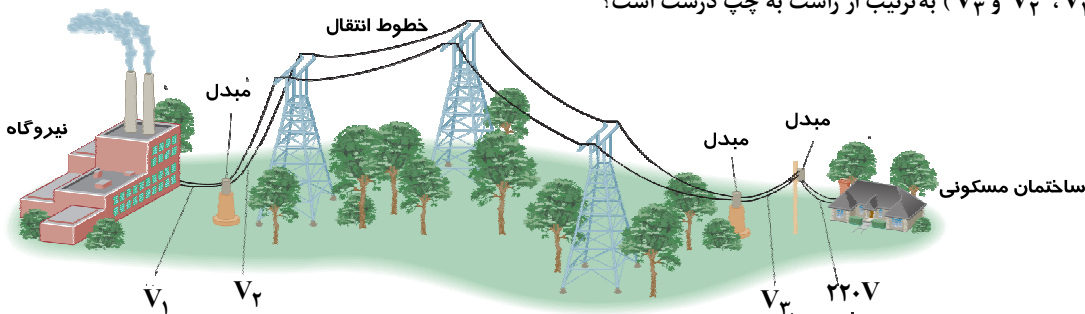
$0.2, \frac{2}{100}$  (۳)

$0.1, \frac{1}{100}$  (۲)

$0.2, \frac{1}{100}$  (۱)

۲۳- در شکل مقابل، خط‌های انتقال توان الکتریکی از یک نیروگاه تا ساختمان‌های مسکونی نمایش داده شده است. در کدام گزینه ولتاژهای خطوط

نمایش داده شده ( $V_1$  و  $V_2$  و  $V_3$ ) به ترتیب از راست به چپ درست است؟



۱۰۰kV ، ۱۰kV ، ۱۲kV (۴)

۸kV ، ۱۲kV ، ۴۰۰kV (۳)

۸kV ، ۴۰۰kV ، ۱۲kV (۲)

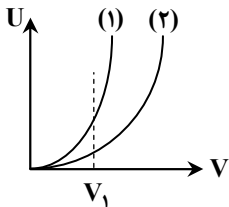
۴۰۰kV ، ۱۲kV ، ۸kV (۱)

## بیاسخ‌ها منتظر بمانید

- ۱- پاسخ: گزینه ۳ ▲ مشخصات سؤال: ساده \* حیطة: دانش \* صفحه ۲۸ کتاب  
۲- پاسخ: گزینه ۲ ▲ مشخصات سؤال: ساده \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۳۹ کتاب

$$U = \frac{1}{2} QV \Rightarrow 18 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times V \Rightarrow V = 9 \text{ V}$$

- ۳- پاسخ: گزینه ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه‌های ۳۳ و ۳۹ کتاب



با توجه به نمودار  $U-V$ ، در ولتاژ یکسان، انرژی خازن ۱ بیشتر از ۲ است و طبق رابطه

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \text{ می‌توان نتیجه گرفت که } C_1 > C_2.$$

با توجه به رابطه  $Q = CV$ ، نمودار  $Q-V$  خط مبدأ گذراست، لذا گزینه‌های ۱ و ۲ نادرست است و چون  $C_1 > C_2$ ، پس باید شیب نمودار مرتبط خازن ۱ بیشتر از شیب مربوط به خازن ۲ باشد.

- ۴- پاسخ: گزینه ۱ ▲ مشخصات سؤال: ساده \* حیطة: دانش \* صفحه ۵۳ کتاب

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \Rightarrow \rho = \rho_0 + \alpha \rho_0 (T - T_0) \Rightarrow \rho - \rho_0 = \alpha \rho_0 (T - T_0) \Rightarrow \alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 (T - T_0)}$$

- ۵- پاسخ: گزینه ۲ ▲ مشخصات سؤال: متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۵۳ کتاب

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= \rho_0 (1 + \alpha \times 100) \\ \rho_2 &= \rho_0 (1 + \alpha \times 200) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1 + 200\alpha}{1 + 100\alpha} \Rightarrow \frac{1 + 200\alpha}{1 + 100\alpha} = \frac{9}{7} \Rightarrow 7 + 1400\alpha = 9 + 900\alpha \Rightarrow 2 = 500\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{2}{500} = 4 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$$

- ۶- پاسخ: گزینه ۴ ▲ مشخصات سؤال: متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۳۹ کتاب

در وضعیتی که کلید  $k_1$  بسته است، خازن شارژ می‌شود و انرژی ذخیره‌شده در خازن برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 1500 \times 10^{-6} \times 10^2 = 7.5 \times 10^{-2} \text{ J}$$

با بستن کلید  $k_2$  انرژی خیره‌شده در خازن به لامپ منتقل شده و آن را برای مدتی روشن می‌کند، بنابراین انرژی مصرفی لامپ برابر انرژی ذخیره‌شده در خازن است، لذا:

$$\text{انرژی مصرفی لامپ} = 7.5 \times 10^{-2} \text{ J}$$

- ۷- پاسخ: گزینه ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه‌های ۶۴ و ۶۷ کتاب

$$V = \mathcal{E} - rI \Rightarrow 20 = 50 - r \times 4 \Rightarrow r = 5 \Omega$$

$$P_{\text{خروجی}} = VI = 20 \times 4 = 120 \text{ W}$$

می‌توان از رابطه  $\mathcal{E} - rI^2 = P_{\text{خروجی}}$  نیز استفاده کرد.

- ۸- پاسخ: گزینه ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۷۱ کتاب

مجموعه اختلاف پتانسیل دو سر ولت‌سنج و آمپرسنج برابر با عددی است که ولت‌سنج شماره ۲ نشان می‌دهد.

$$V_2 = V_1 + V_A = 25 + 2 \times 0.5 = 26 \text{ V}$$

- ۹- پاسخ: گزینه ۲ ▲ مشخصات سؤال: دشوار \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۸۱ (مسئله ۲۵) کتاب

اگر مقاومت هر لامپ را  $R$  فرض کنیم، مقاومت معادل در شکل (۱) برابر با  $\frac{R}{2}$  و در شکل (۲) برابر  $2R$  خواهد بود.

$$(1) \text{ توان شکل } P_1 = \frac{V^2}{R} = \frac{2V^2}{R}$$

$$(2) \text{ توان شکل } P_2 = \frac{V^2}{2R}$$

$$P_1 = 200 \text{ W} \Rightarrow P_2 = \frac{200}{4} = 50 \text{ W}$$

۱۰- پاسخ: گزینه ۳  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۷ کتاب  
 چون این جزء از بقیه مدار انرژی می‌گیرد، پس  $P < 0$  ست:

$$P = I(V_a - V_b) \Rightarrow P = 2 \times (6 - V_b) = -8W \Rightarrow -4 = 6 - V_b \Rightarrow V_b = 10V$$

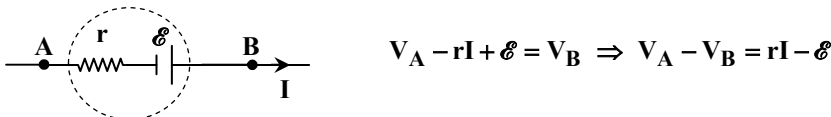
۱۱- پاسخ: گزینه ۴  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۷ کتاب

با توجه به مدار، دو باتری در خلاف جهت هم متصل شده‌اند و با توجه به اینکه  $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$  است، پس جهت جریان و توان تولیدی را باتری قوی‌تر یعنی  $\mathcal{E}_2$  تعیین می‌کند.  
 \* باتری (۱) از مدار انرژی می‌گیرد، لذا گزینه ۱ درست نیست.

\* توان تولیدی باتری (۲) را علاوه بر  $R$  و  $\mathcal{E}_1$  مقاومت درونی  $r_1$  نیز مصرف می‌کند، لذا گزینه ۲ درست نیست.  
 \* نیروی محرکه باتری (۱) کمتر از باتری (۲) است، لذا انرژی مصرف می‌کند و توان خروجی ندارد.

۱۲- پاسخ: گزینه ۲  
 ▲ مشخصات سؤال: \* دشوار \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۵ کتاب

با توجه به باتری داریم:



برای آنکه طرف راست این رابطه مثبت باشد، باید  $rI < \mathcal{E}$  و یا  $I > \frac{\mathcal{E}}{r}$  باشد، یعنی باید افت ولتاژ برای مقاومت درونی بیشتر از افزایش ولتاژ

برای نیروی محرکه آن باشد.

۱۳- پاسخ: گزینه ۳  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۲۸ کتاب

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta U}{P} = \frac{VI \Delta t}{P} = \frac{12 \times 50 \times 3600}{400} = 5400s \Rightarrow \Delta t = 90 \text{ min}$$

۱۴- پاسخ: گزینه ۴  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۹ کتاب

توان تلف شده در باتری - توان تولیدی باتری = توان خروجی باتری

$$26/4 = 30 - rI^2 \Rightarrow rI^2 = 3/6W \Rightarrow r \times 9 = 3/6W \Rightarrow r = \frac{3/6}{9} = 0/4 \Omega$$

۱۵- پاسخ: گزینه ۳  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۷ کتاب

$$V_a - 2 \times 3 + 40 - 5 \times 3 = V_b \Rightarrow V_b - V_a = 19V$$

$$P = I(V_b - V_a) = 19 \times 3 = 57W$$

با توجه به اینکه  $P > 0$  است، این بخش از مدار به بقیه مدار انرژی می‌دهد.

۱۶- پاسخ: گزینه ۳  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۷ کتاب

$$P = VI \Rightarrow \text{آمپر} \times \text{ولت} = \text{وات}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \text{وات} = \frac{(\text{ولت})^2}{\text{اهم}}$$

$$P = RI^2 \Rightarrow \text{وات} = (\text{آمپر})^2 \times \text{اهم}$$

لذا در گزینه ۳ یکای نادرستی برای توان بیان شده است.

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow \text{وات} = \frac{\text{ژول}}{\text{ثانیه}}$$

۱۷- پاسخ: گزینه ۲  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۶۸ کتاب

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{ماشین لباس شویی}} + P_{\text{ماشین ظرف شویی}} + P_{\text{یخچال}} + P_{\text{لامپ}} = 100 + 300 + 2000 + 2000 = 4400W$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4400}{220} = 20A$$

۱۸- پاسخ: گزینه ۲  
 ▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۷۱ کتاب

توان مصرفی مقاومت‌های مدار برابر توان خروجی مولد است، پس:

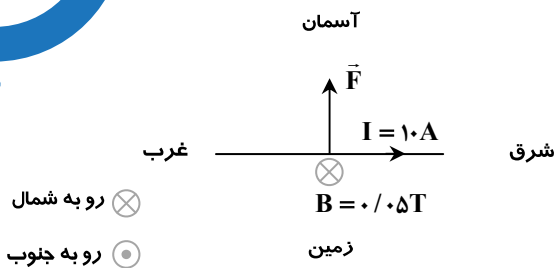
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$P_{\text{خروجی}} = P_{\text{مصرفی مقاومت‌ها}} = R_{eq} I^2 \Rightarrow 18 = R_{eq} \times 2^2 \Rightarrow R_{eq} = 4/5 \Omega$$

۱۹- پاسخ: گزینه ۱

▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۹۳ کتاب

با توجه به شکل روبه‌رو، نیروی مغناطیسی  $\vec{F}$  که به سیم اثر می‌کند، در امتداد قائم و رو به آسمان است و بنابراین، می‌تواند با نیروی وزن سیم خنثی شود. برای خنثی شدن این دو نیرو با هم، لازم است، اندازه آن‌ها با هم مساوی باشد.



$$mg = F_{\text{مغناطیسی}} \Rightarrow mg = ILB \sin \theta, \theta = \bar{B} = 90^\circ$$

$$m \times (10 \frac{N}{kg}) = (1.0 A)(0.2 m)(0.05 T)(\sin 90^\circ) \Rightarrow m = 0.01 \text{ kg} = 10 \text{ g}$$

۲۰- پاسخ: گزینه ۴

▲ مشخصات سؤال: \* دشوار \* حیطة: درک و فهم \* صفحه‌های ۱۲۳ و ۱۲۴ کتاب

$$\bar{\mathcal{E}} = \mathcal{E}_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \frac{1}{3} \mathcal{E}_m = \mathcal{E}_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \sin \frac{2\pi}{T} t = \frac{1}{3}$$

$$\cos \frac{2\pi}{T} t = \sqrt{1 - \sin^2 \frac{2\pi}{T} t} = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

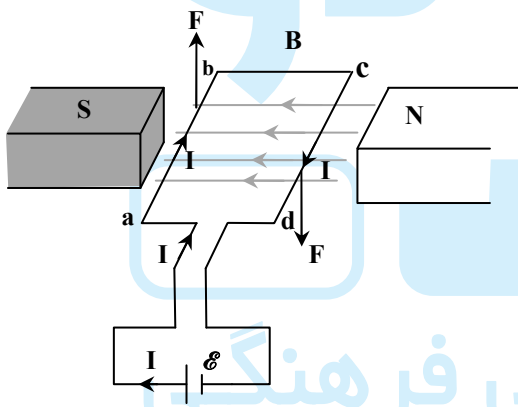
است، بیشینه شار وقتی حاصل می‌شود که  $\cos \frac{2\pi}{T} t = 1$  است، لذا  $\Phi_m = BA$  و داریم:

$$\Phi = \Phi_m \cos \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \Phi = \frac{2\sqrt{2}}{3} \Phi_m$$

۲۱- پاسخ: گزینه ۲

▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه‌های ۹۱ و ۹۲ کتاب

جهت جریان عبوری از حلقه مطابق شکل است و طبق قانون دست راست نیروی وارد بر سیم ab رو به بالا و نیروی وارد بر سیم cd رو به پایین است. توجه شود این دو نیرو باعث چرخش حلقه به دور محور خود می‌شود و اساس کار موتورهای الکتریکی بر همین پدیده استوار است.



۲۲- پاسخ: گزینه ۴

▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: درک و فهم \* صفحه ۱۲۵ کتاب

$$\frac{2\pi}{T} = 100\pi \Rightarrow T = \frac{2}{100} \text{ s}$$

$$I = 0.2 \sin(100\pi t \times \frac{1}{60}) = 0.2 \sin \frac{\pi}{6} = 0.2 \times \frac{1}{2} = 0.1 \text{ A}$$

۲۳- پاسخ: گزینه ۲

▲ مشخصات سؤال: \* متوسط \* حیطة: دانش \* صفحه ۱۲۶ کتاب

ولتاژی که در نیروگاه‌ها تولید می‌شود، بیشتر از ۲۲۰V (حدود ۱۲kV) است. به منظور کاهش اتلاف انرژی، ابتدا ولتاژ را به کمک «مبدل افزایشنده» زیاد می‌کند (۴۰۰kV)؛ سپس در نزدیکی مناطق مسکونی، ولتاژ را توسط «مبدل‌های کاهشنده» کاهش می‌دهند تا به ۲۲۰ ولت برسد.