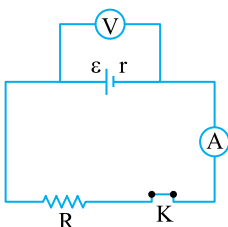


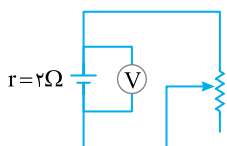
۵۲- در شکل داده شده، ولت‌سنج ۴۰ ولت و آمپرسنج با مقاومت ناچیز، ۴ آمپر را نشان می‌دهد. اگر مقاومت R را تغییر دهیم به طوری که ولت‌سنج ۳۶ ولت را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟

- (۱) ۶
(۲) ۴
(۳) ۸
(۴) ۲



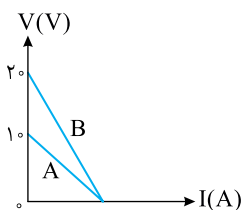
۵۳- در مدار شکل مقابل مقاومت درونی باتری 2Ω و $\frac{V}{\epsilon}$ برابر $\frac{1}{8}$ است و آمپرسنج جریان $\frac{1}{8}$ آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید را قطع کنیم، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

- (۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۸
(۴) ۱۲



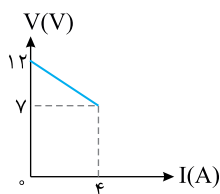
۵۴- در مدار روبه‌رو مقاومتی از رئوستا که در مدار قرار دارد 2Ω است. مقاومت رئوستا را به چند اهم کاهش دهیم تا ولت‌متر $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه را نشان دهد؟

- (۱) $\frac{1}{6}$
(۲) ۱۶
(۳) $\frac{1}{6}$
(۴) ۶



۵۵- نمودار تغییر ولتاژ دو سر مولدهای A و B بر حسب شدت جریانی که از آن‌ها می‌گذرد، مطابق شکل است. مقاومت درونی مولد B چند برابر مقاومت درونی مولد A است؟

- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) $\frac{1}{2}$
(۴) ۱۰



۵۶- نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولد بر حسب جریانی که از آن می‌گذرد، مطابق شکل است. نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به ترتیب برابر است با

- (۱) ۷V ، 57Ω
(۲) ۱۲V ، $\frac{1}{3} \Omega$
(۳) ۱۲V ، 3Ω
(۴) ۱۲V ، 25Ω

بخش سوم: توان در مدارهای الکتریکی

توان الکتریکی

- در یک مدار هر گاه بار Δq تحت اختلاف پتانسیل ΔV بین دو نقطه a و b از a به b برود، کار نیرویی که این انتقال را انجام می‌دهد برابر $W = (\Delta q)(\Delta V)$ است و توان الکتریکی در این مسیر خواهد شد:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta q(\Delta V)}{\Delta t} \xrightarrow{I = \frac{\Delta q}{\Delta t}} P = I\Delta V$$

که برای سادگی ΔV را با حرف V نمایش می‌دهیم و می‌نویسیم:

$$P = VI$$

در این رابطه V بر حسب ولت، I بر حسب آمپر و توان بر حسب وات است.

تست ۵: یک کتری برقی وقتی به برق ۲۲۰ ولت شهر وصل می‌شود جریان ۱۰ A از آن می‌گذرد، اگر از این کتری در هر روز به مدت ۵ ساعت استفاده شود، چنانچه قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات - ساعت برابر ۵۰ تومان باشد، قیمت برق مصرفی در مدت یک ماه پاییزی چند تومان خواهد شد؟

۷۲۰۰ (۴)

۵۴۰۰ (۳)

۳۳۰۰۰ (۲)

۱۶۵۰۰ (۱)

پاسخ: ابتدا باید بیان کنیم که کیلووات - ساعت واحد اندازه‌گیری تجاری انرژی الکتریکی است. مقدار برق مصرفی در قبض‌های برق بر حسب kWh بیان می‌شود و هر کیلووات ساعت برابر است با:

$$1 \text{ kWh} = (1000 \frac{\text{J}}{\text{s}}) \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

اکنون توان مصرفی کتری برقی را حساب می‌کنیم.

$$P = VI \Rightarrow P = 220 \times 10 \Rightarrow P = 2.2 \text{ kW}$$

انرژی مصرفی کتری در مدت یک ماه پاییزی خواهد شد:

$$U = Pt \Rightarrow U = 2.2 \times 30 \times 24 \Rightarrow U = 330 \text{ kWh}$$

قیمت برق مصرفی برابر است با:

$$\text{تومان} = 330 \times 50 = 16500$$

بنابراین گزینه‌ی (۱) درست است.

انرژی مصرفی و توان مصرفی در مقاومت

انرژی مصرفی در مقاومت از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$U = Vq \xrightarrow{q=It} U = VIt \xrightarrow{V=RI} U = RI^2 t \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} U = \frac{V^2}{R} t$$

به رابطه‌ی $V = RI^2 t$ قانون ژول می‌گویند.

$$P = \frac{U}{t} \Rightarrow P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

توان مصرفی: مقدار انرژی مصرفی در یکای زمان را توان مصرفی می‌گویند.

تست ۶: هرگاه از مقاومت $R = 4 \Omega$ جریان I بگذرد، توان مصرفی در مقاومت P وات است. اگر جریان گذرنده از مقاومت را با افزایش ولتاژ $5/8$ افزایش دهیم، توان مصرفی در مقاومت R ، ۲۹ وات تغییر می‌کند. جریان I چند آمپر است؟ (از تغییر مقاومت در اثر گرما صرف نظر کنید.)

۶ (۴)

۷ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

پاسخ: با افزایش جریان توان مصرفی در مقاومت R افزایش می‌یابد. $(\uparrow P = RI^2 \uparrow)$ توان مصرفی در مقاومت R را در دو حالت می‌نویسیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow P = 4I^2 \quad (1)$$

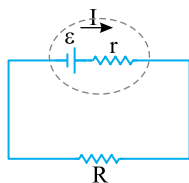
$$P' = RI'^2 \xrightarrow{P'=P+29, I'=I+5/8} P + 29 = 4(I + 5/8)^2 \quad (2)$$

با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$4I^2 + 29 = 4(I^2 + I + 5/25) \Rightarrow 4I^2 + 29 = 4I^2 + 4I + 1 \Rightarrow I = 7 \text{ A}$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

توان خروجی باتری



در شکل روبه‌رو یک باتری در یک مدار قرار دارد و جریان I از آن می‌گذرد. می‌دانیم اختلاف پتانسیل دو سر باتری $V = \varepsilon - Ir$ است و توان مصرفی در مقاومت خارجی R یا توان خروجی باتری برابر است با:

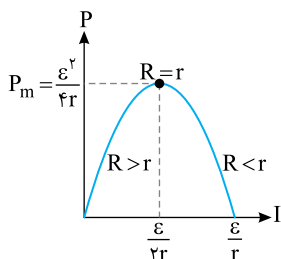
$$P_{\text{خروجی باتری}} = V_{\text{خروجی باتری}} I \Rightarrow P = (\varepsilon - Ir)I \Rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$$

در این رابطه، P توان خروجی یک مولد واقعی (باتری)، εI توان تولیدی مولد (توان کل) و rI^2 توان تلف شده در مقاومت درونی باتری است.

- اگر توان خروجی باتری را به صورت $P = -rI^2 + \varepsilon I$ بنویسیم، بهتر متوجه می‌شویم که با یک تابع درجه ۲ روبه‌رو هستیم که نمودار آن یک سهمی است.

با توجه به مختصات رأس سهمی $(y = ax^2 + bx + c)$ ، $x = \frac{-b}{2a}$ ، می‌توان نوشت:

$$P = -rI^2 + \varepsilon I \Rightarrow \left(I = \frac{\varepsilon}{2r}, P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \right)$$

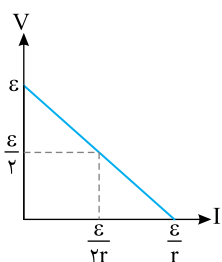


- با توجه به جریان مدار $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ و جریان در حالی که توان بیشینه است $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ نتیجه می‌شود:

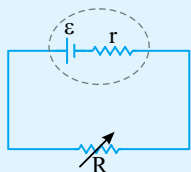
$$\frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow \boxed{R=r}$$

- در حالت بیشینه توان، ولتاژ دو سر باتری خواهد شد:

$$V = IR = \frac{\varepsilon}{R+r} \times R \xrightarrow{R=r} V = \frac{\varepsilon}{2}$$



تست ۷: در شکل روبه‌رو در ابتدا $r < R$ است. اگر مقاومت متغیر R را کاهش دهیم، توان خروجی باتری چه تغییری می‌کند؟



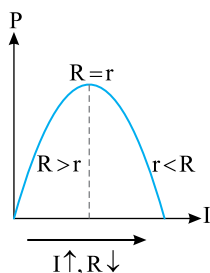
(۱) همواره افزایش می‌یابد.

(۲) همواره کاهش می‌یابد.

(۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

(۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

پاسخ: با کاهش R ، جریان افزایش می‌یابد. در ابتدا $R > r$ است و با کاهش R ابتدا به حالتی می‌رسیم که $R = r$ می‌شود و توان افزایش یافته و بیشینه می‌شود و پس از آن با کاهش R ، توان کاهش می‌یابد. بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.



نتیجه ← تغییر مقاومت خارجی R به تنهایی چگونگی تغییر توان خروجی (توان مصرفی در R) را مشخص نمی‌کند.

پرسش‌های چهار گزینه‌ای بخش سوم

انرژی و توان مصرفی در یک مقاومت

۵۷- ولت‌آمپر معادل است با

(۱) پاسکال

(۲) ژول بر ثانیه

(۳) نیوتون

(۴) نیوتون متر

۵۸- از یک مقاومت ۵ اهمی جریان الکتریکی ثابتی عبور کرده و در نتیجه با عبور ۲۰۰ کولن الکتریسیته، ۴۰۰۰ جرم تولید شده است. زمان

عبور این مقدار الکتریسیته چند ثانیه است؟

(۱) ۲۰

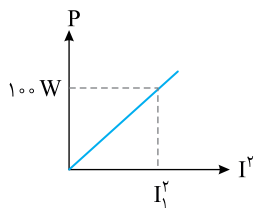
(۲) ۲۵

(۳) ۴۰

(۴) ۵۰

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۵)

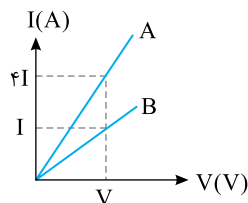
- ۵۹- اختلاف پتانسیل $17V$ به دو سر یک سیم مسی به طول 30 متر و شعاع مقطع $1mm$ اعمال می‌شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ ($\rho = 1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, $\pi = 3$) (سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۶)
- (۱) 1700 (۲) 100 (۳) 170 (۴) 10
- ۶۰- در دو سر یک سیم نیکروم (آلیاژ کروم و نیکل) به طول 2 متر و سطح مقطع 2 mm^2 اختلاف پتانسیل 200 ولت برقرار کرده‌ایم. در مدت 20 دقیقه، چند کیلووات ساعت انرژی در این سیم مصرف می‌شود؟ (مقاومت ویژه نیکروم $10^{-6} \Omega \cdot m$ است.) (سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۶)
- (۱) 2 (۲) 200 (۳) $\frac{4}{3}$ (۴) $\frac{400}{3}$
- ۶۱- در سیمی به طول $12m$ با اختلاف پتانسیل V ، در مدت 25 ثانیه $2000J$ گرما ایجاد شده است. در چند متر از آن با همان اختلاف پتانسیل در 15 ثانیه همان مقدار گرما ایجاد می‌شود؟
- (۱) 20 (۲) $7/2$ (۳) 8 (۴) 18
- ۶۲- دو سیم رسانای A و B هم جنس هستند. جرم A نصف جرم B و طول A ، 3 برابر طول B است. اگر از هر دو جریان مساوی عبور کند، توان مصرفی در A چند برابر B است؟ (گزینه دو)
- (۱) 9 (۲) 18 (۳) 6 (۴) 14
- ۶۳- اگر جریان گذرنده از یک مقاومت $3A$ اضافه شود، توان مصرفی در آن 4 برابر می‌شود. جریان گذرنده از این مقاومت در ابتدا چند آمپر بوده است؟
- (۱) 1 (۲) 4 (۳) 3 (۴) 6
- ۶۴- اگر جریان گذرنده از یک رسانا 20 درصد اضافه شود، با فرض ثابت بودن دما، کدام یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟
- (۱) مقاومت آن 20 درصد کاهش می‌یابد. (۲) مقاومت آن 20 درصد افزایش می‌یابد.
 (۳) توان مصرفی در آن 44 درصد زیاد می‌شود. (۴) اختلاف پتانسیل دو سر آن 44 درصد زیاد می‌شود.
- ۶۵- یک گرم کن الکتریکی با اختلاف پتانسیل 120 ولت، توان 480 وات مصرف می‌کند. جریان (بر حسب آمپر) و انرژی مصرفی آن (بر حسب کیلووات ساعت) در مدت 5 ساعت به ترتیب از راست به چپ عبارتند از
- (۱) $48, 0, 25$ (۲) $4/8, 2$ (۳) $2/4, 4$ (۴) $30, 4$
- ۶۶- توان حرارتی یک مقاومت، با برق 110 ولت برابر با 100 وات است. اگر این مقاومت به برق 220 ولت وصل شود، در هر ثانیه چند ژول انرژی حرارتی ایجاد می‌کند؟
- (۱) 100 (۲) 200 (۳) 400 (۴) 800
- ۶۷- اگر در شهر تهران در هر خانه یک لامپ اضافی 100 واتی به مدت 5 ساعت در شب خاموش شود، در طول یک ماه پاییزی چند میلیارد ریال در مصرف برق صرفه‌جویی می‌شود؟ (بهای هر کیلووات ساعت برق مصرفی، 100 ریال و تعداد خانه‌های شهر تهران دو میلیون فرض شود.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸)
- (۱) 1 (۲) 3 (۳) 10 (۴) 30
- ۶۸- روی لامپی اعداد 220 ولت و 100 وات نوشته شده است. اگر آن را به مدت $5/8$ ساعت به برق 110 ولت وصل کنیم، انرژی الکتریکی مصرف شده چند کیلوژول می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ ثابت فرض شده است.) (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۶)
- (۱) 180 (۲) 45 (۳) 360 (۴) 54
- ۶۹- لامپی با مشخصات $12V$ و $36W$ را به منبع برق 8 ولت وصل می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند، توانش در این حالت چند وات می‌شود؟ (سراسری تجربی - ۸۵)
- (۱) 16 (۲) 18 (۳) 20 (۴) 24
- ۷۰- رشته‌های انتهایی دو لامپ L_1 و L_2 هر دو تنگستن و هم‌طول‌اند، فقط سیم تنگستن مربوط به L_1 ضخیم‌تر است. اگر هر دو را به برق 220 ولت وصل کنیم، لامپ با نور بیش‌تری روشن می‌شود، چون مقاومت الکتریکی آن است. (سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۵)
- (۱) L_1 ، بیش‌تر (۲) L_1 ، کم‌تر (۳) L_2 ، کم‌تر (۴) L_2 ، بیش‌تر



۷۱- نمودار توان مصرفی یک مقاومت 25Ω بر حسب مربع جریان به صورت مقابل است. جریان I_1 چند

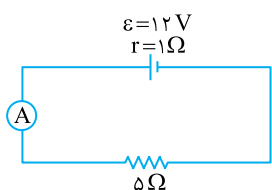
آمپر است؟

- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴



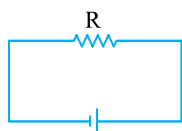
۷۲- در شکل مقابل، نمودار جریان عبوری از دو مقاومت بر حسب ولتاژ دو سر آن‌ها رسم شده است. در صورتی که از دو مقاومت جریان یکسانی عبور کند، توان مصرفی مقاومت A چند برابر توان مصرفی مقاومت B می‌باشد؟

- (۱) ۱۶
(۲) $\frac{1}{16}$
(۳) $\frac{1}{4}$
(۴) ۴



۷۳- در شکل داده شده، انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت ۵ اهمی در مدت یک دقیقه چند ژول است؟ (مقاومت آمپرسنج ناچیز است.) (آزاد ریاضی - ۸۹)

- (۱) ۶۰۰
(۲) ۱۲۰۰
(۳) ۲۴۰۰
(۴) ۱۸۰۰

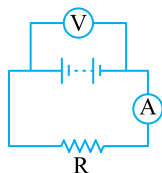


۷۴- در شکل روبه‌رو، اگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با 80 ولت و توان مصرفی در مقاومت R برابر با 40 وات باشد، R برابر با چند اهم است؟

- (۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۸۰
(۴) ۱۶۰

۷۵- روی یک لامپ اعداد 100 وات و 200 ولت نوشته شده است و با همان ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟ (سراسری تجربی - ۹۶)

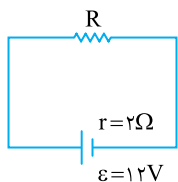
- (۱) ۱۲
(۲) ۱۹
(۳) ۲۰
(۴) ۸۸



۷۶- در شکل روبه‌رو، ولت‌سنج 20 ولت و آمپرسنج با مقاومت ناچیز، 4 آمپر را نشان می‌دهد. گرمای تولید شده در مقاومت R در مدت ۵ دقیقه چند ژول است؟

- (۱) ۴۰۰
(۲) ۸۰۰
(۳) ۱۲۰۰۰
(۴) ۲۴۰۰۰

توان خروجی باتری



۷۷- در مدار روبه‌رو، اگر توان تلف‌شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد، مقاومت R چند اهم است؟ (سراسری تجربی - ۹۳)

- (۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۸

۷۸- دو سر یک مقاومت 14 اهمی را به یک باتری با نیروی محرکه‌ی ϵ و مقاومت درونی 1Ω می‌بندیم. جریان در مدار $5/0$ آمپر می‌شود. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد و توان تلف شده در مولد به ترتیب چند ولت و چند وات است؟ (سراسری ریاضی - ۸۵)

- (۱) $3/5, 2/5$
(۲) $3/5, 3/75$
(۳) $7/5, 2/5$
(۴) $7/5, 3/50$

۷۹- مولدی را یک بار به مقاومت 4Ω و بار دیگر به مقاومت 9Ω وصل می‌کنیم. در هر دو حالت در مقاومت‌ها، در مدت معین به یک اندازه گرما تولید می‌شود. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟

- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۶

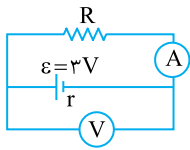
۸۰- وقتی از مولدی جریان $2A$ کشیده می‌شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن $7V$ می‌شود. اگر در این حالت، توان تلف شده در داخل مولد $4W$ باشد، نیروی محرکه‌ی آن چند ولت است؟

۱۱ (۴)

۱۰ (۳)

۸ (۲)

۹ (۱)



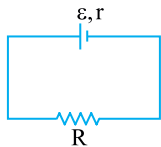
۸۱- در شکل روبه‌رو، آمپرسنج $0.5A$ و ولت‌سنج $2V$ را نشان می‌دهد. اگر وسایل اندازه‌گیری آرمانی باشند، افت توان در باتری چند وات است؟

۰/۶ (۲)

۰/۳ (۱)

۰/۹ (۴)

۰/۵ (۳)



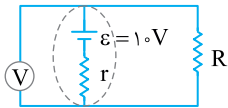
۸۲- در مدار شکل روبه‌رو، توان خروجی باتری (توان مقاومت R) برابر با نصف توان تولیدی مولد است. حاصل $\frac{r}{R}$ کدام است؟

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

۲ (۴)

۱ (۳)



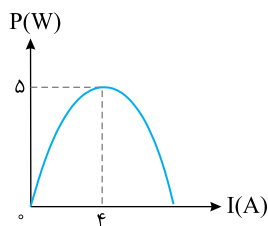
۸۳- در شکل مقابل اگر ولت‌متر مقدار 8 ولت را نشان دهد، چه کسری از توان کل باتری در مقاومت درونی آن تلف می‌شود؟ (گزینه دو)

$\frac{1}{5}$ (۲)

$\frac{2}{10}$ (۱)

$\frac{1}{20}$ (۴)

$\frac{2}{5}$ (۳)



۸۴- نمودار تغییرات خروجی یک باتری بر حسب جریان گرفته شده از آن، مطابق شکل است. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟

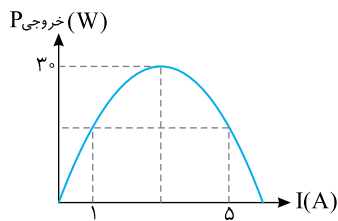
$1/2$ (۲)

$0/8$ (۱)

5 (۴)

$2/5$ (۳)

۸۵- نمودار توان خروجی یک مولد بر حسب جریان گذرنده از آن مطابق شکل زیر است. مقاومت درونی و نیروی محرکه‌ی این مولد بر حسب واحدهای SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



$18, 3$ (۲)

$18, \frac{10}{3}$ (۱)

$20, 3$ (۴)

$20, \frac{10}{3}$ (۳)

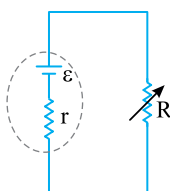
۸۶- دو سر یک باتری با نیروی محرکه‌ی ϵ و مقاومت درونی r را به دو سر مقاومت R وصل می‌کنیم. در این حالت جریان I از آن می‌گذرد. توان خروجی باتری مدار (RI^2) در حالتی بیشینه است که نسبت $\frac{R}{r}$ برابر شود.

بی‌نهایت (۴)

$\frac{1}{2}$ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



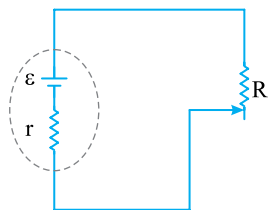
۸۷- در مدار شکل روبه‌رو مقاومت متغیر R را از 3Ω به 12Ω افزایش می‌دهیم، توان خروجی باتری ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. مقاومت درونی باتری کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟

$7/5\Omega$ (۲)

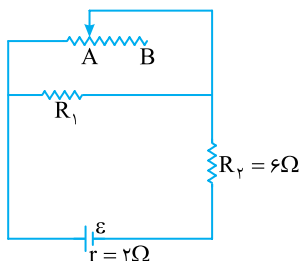
6Ω (۱)

2Ω (۴)

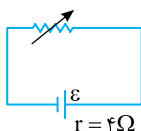
11Ω (۳)



- ۸۸- در شکل روبه‌رو مقاومت رئوس‌تا را از 5Ω تا 2Ω کاهش می‌دهیم، توان خروجی مولد پیوسته افزایش می‌یابد. کدام گزینه در مورد مقاومت درونی باتری درست است؟
- (۱) $r \leq 2\Omega$
 (۲) $r \geq 5\Omega$
 (۳) $2\Omega \leq r < 5\Omega$
 (۴) $r < 2\Omega$

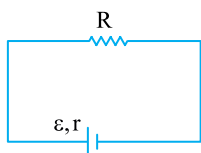


- ۸۹- در مدار روبه‌رو، وقتی لغزنده‌ی رئوس‌تا از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برده شود، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی مولد به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟
- (۱) کاهش - افزایش
 (۲) کاهش - کاهش
 (۳) افزایش - کاهش
 (۴) افزایش - افزایش



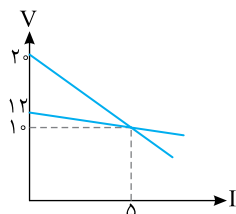
- ۹۰- در مدار روبه‌رو، وقتی مقاومت رئوس‌تا برابر ۸ اهم است، توان مفید (توان خروجی مولد) برابر P_1 است. مقاومت رئوس‌تا را به چند اهم برسانیم تا توان خروجی مولد دوباره برابر P_1 شود؟
- (سراسری ریاضی - ۹۴)

- (۱) ۱
 (۲) ۲
 (۳) ۴
 (۴) ۶



- ۹۱- در مدار روبه‌رو به ازای دو مقدار متفاوت R_1 و R_2 برای R، توان خروجی مولد یکسان است. مقاومت درونی مولد برابر با کدام است؟
- (سراسری تجربی - ۹۴)

- (۱) $\sqrt{R_1 R_2}$
 (۲) $\sqrt{R_1^2 + R_2^2}$
 (۳) $\frac{R_1 + R_2}{2}$
 (۴) $\frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

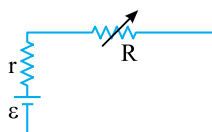


- ۹۲- نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری از دو مولد مطابق شکل زیر می‌باشد. اگر از هر مولد یک پایانه‌ی هم‌نام را به هم وصل کنیم و دو سر مجموعه را به یک مقاومت $5/6\Omega$ ببندیم، توان مصرفی در مقاومت برابر چند وات است؟

- (۱) ۵/۶
 (۲) ۲۲/۴
 (۳) ۲۸
 (۴) ۵۰/۴

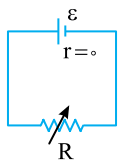
- ۹۳- دو باتری A و B را به‌طور جداگانه به مقاومت‌هایی وصل می‌کنیم و معادله‌ی اختلاف پتانسیل بر حسب جریان هر یک در SI به صورت $V_A = 18 - 2I$ و $V_B = 6 - I$ می‌شود. حال اگر این دو باتری را از مدارهای خود جدا کرده و یکی از صفحات هم‌نام آن‌ها را به هم وصل کنیم و سپس مجموعه باتری‌ها را به یک مقاومت 5Ω ببندیم، توان خروجی و توان ورودی باتری‌ها به ترتیب از راست به چپ برابر کدام گزینه است؟

- (۱) ۶، ۲۲
 (۲) ۱۱/۲۵، ۲۲/۵
 (۳) ۸، ۱۴
 (۴) ۸/۷۵، ۱۴/۵

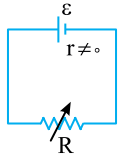


- ۹۴* در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقدار R را از $\frac{I}{2}$ تا $2r$ تغییر دهیم، بازده مدار (نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد) چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{3}{2}$
 (۲) ۲
 (۳) $\frac{4}{3}$
 (۴) ۳



- * ۹۵ - نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد را بازده مولد می‌گویند. در شکل روبه‌رو با افزایش مقاومت متغیر R ، بازده مولد و توان خروجی مولد به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟
- (۱) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند.
 (۲) تغییر نمی‌کند - افزایش می‌یابد.
 (۳) هر دو کاهش پیدا می‌کنند.
 (۴) تغییر نمی‌کند - کاهش می‌یابد.



- * ۹۶ - نسبت توان خروجی مولد به توان تولیدی مولد را بازده مولد می‌گویند. در شکل روبه‌رو با افزایش مقاومت متغیر R ، بازده مولد و توان خروجی مولد به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟
- (۱) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند.
 (۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
 (۳) افزایش می‌یابد - ممکن است کاهش یا افزایش یابد.
 (۴) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

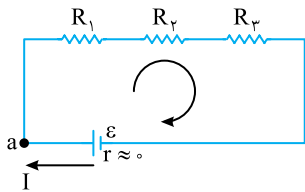
بخش چهارم: ترکیب مقاومت‌ها

الف - مقاومت‌های متوالی (سری)

تعریف متوالی به هم بستن مقاومت‌ها پشت سرهم، یکی پس از دیگری که هیچ انشعابی بین آن‌ها وجود نداشته باشد.

مقاومت معادل R_{eq} مقاومتی است که می‌توان به جای مقاومت‌های مدار قرار داد به گونه‌ای که وقتی مدار به همان ولتاژ بسته شود، همان جریان در مدار برقرار شود.

مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است.



$$V_1 + V_2 + V_3 = V = \varepsilon \Rightarrow IR_1 + IR_2 + IR_3 = \varepsilon \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + R_3}$$

با توجه به تعریف مقاومت معادل $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}}$ می‌توان نوشت:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

- مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی از هر یک از مقاومت‌ها بزرگ‌تر است.

پرسش: آیا می‌توانید نشان دهید که بیان «مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها برابر اختلاف پتانسیل کل اعمال شده است»، معادل قانون پایستگی انرژی است؟

پاسخ: در مدار بالا می‌توان نوشت:

$$\varepsilon = V_1 + V_2 + V_3$$

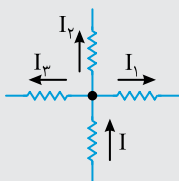
با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل $V = \frac{\Delta U}{q}$ خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta U_{\text{مولد}}}{q} = \frac{\Delta U_{R_1}}{q} + \frac{\Delta U_{R_2}}{q} + \frac{\Delta U_{R_3}}{q} \Rightarrow \Delta U_{\text{مولد}} = \Delta U_{R_1} + \Delta U_{R_2} + \Delta U_{R_3}$$

در این صورت انرژی که مولد به مدار می‌دهد با جمع کل انرژی‌های مصرفی در مدار برابر است که این بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است.

ب - مقاومت‌های موازی

تعریف گره: هر نقطه از مدار که محل اتصال بیش از دو سیم است را گره (نقطه‌ی انشعاب) گویند.



شاخه: هر اتصالی بین دو گره (نقطه‌ی انشعاب) در مدار، شاخه نامیده می‌شود. مجموع جریان‌هایی که به هر نقطه‌ی انشعاب (گره) وارد می‌شود باید برابر با مجموع جریان‌هایی باشد که از آن نقطه‌ی انشعاب (گره) خارج می‌شود. $I = I_1 + I_2 + I_3$