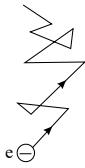


۱. در شکل مقابل، مسیر زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی نشان داده شده است. کدام گزینه جهت سرعت سوق الکترون‌ها و جهت میدان الکتریکی را به درستی نمایش می‌دهد؟



$$(1) \quad \vec{E} \rightarrow, \vec{V} \rightarrow$$

$$(2) \quad \vec{E} \leftarrow, \vec{V} \rightarrow$$

$$(3) \quad E \uparrow, V \uparrow$$

$$(4) \quad E \downarrow, V \uparrow$$

۲. ولتاژ دو سر مقاومتی $120V$ و جریان عبوری از آن $6A$ است. اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را چند ولت افزایش دهیم تا جریان مقاومت 3 آمپر افزایش یابد؟

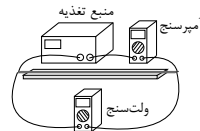
(۴) ۶۰

(۳) ۹۰

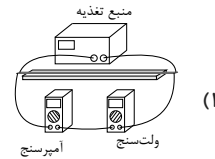
(۲) ۱۲۰

(۱) ۱۸۰

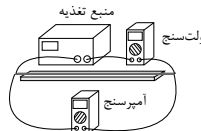
۳. برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی، از یک منبع تغذیه، آمپرسنج و ولتسنج استفاده شده است. کدام یک از اتصالات زیر درست است؟



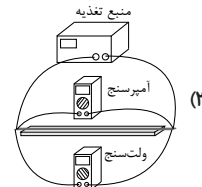
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۴. آمپر - ساعت باتری A بیشتر از آمپر - ساعت باتری B است. کدام گزینه الزاماً در مورد مقایسه این دو باتری درست است؟

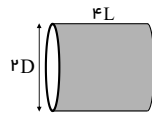
(۱) اختلاف پتانسیل باتری A از اختلاف پتانسیل باتری B بیشتر است.

(۲) حداکثر باری که باتری A می‌تواند از مدار عبور دهد، از حداکثر باری که باتری B عبور می‌دهد بیشتر است.

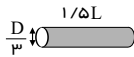
(۳) عمر باتری A بیشتر از عمر باتری B است.

(۴) جریانی که باتری A تولید می‌کند، بیشتر از جریانی است که باتری B تولید می‌کند.

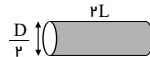
۵. مقاومت الکتریکی کدام رسانای مسی زیر از سایر مقاومت‌ها بیشتر است؟



(۴)



(۳)

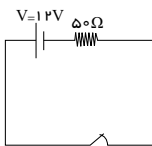


(۲)



(۱)

۶. یک باتری 20 میلی‌آمپر - ساعتی با ولتاژ $12V$ ، چند دقیقه می‌تواند در مدار نشان داده شده در شکل مقابل، جریان تولید کند؟



(۱) ۲۰

(۲) ۱۵

(۳) ۱۰

(۴) ۵

۷. حجم دو سیم استوانه‌ای مسی A و B یکسان است. اگر طول سیم A ، ۲۰ درصد بلندتر از طول سیم B باشد، مقاومت الکتريکی سیم A چند برابر مقاومت الکتريکی سیم B است؟ (دمای دو سیم یکسان و ثابت است.)

- (۱) $۰٫۲$ (۲) $۱٫۲$ (۳) $۱٫۲۲$ (۴) $۱٫۴۴$

۸. مقاومت الکتريکی سیمی رسانا با قطر و طول معین برابر با R است. این سیم را در راستای طول به ۴ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و با بافتن این ۴ سیم به دور هم، سیمی جدید با قطری به اندازه ۲ برابر قطر سیم در حالت اولیه می‌سازیم. مقاومت الکتريکی سیم جدید کدام است؟ (دما ثابت است.)

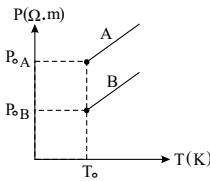
- (۱) $۱۶R$ (۲) $\frac{R}{۱۶}$ (۳) $۶۴R$ (۴) $\frac{R}{۶۴}$

۹. سیمی فلزی به طول ۲۰ متر و مقاومت ویژه $۷ \times ۱۰^{-۷} \Omega m$ در اختیار داریم، اگر دمای آن را K را ۵۰ افزایش دهیم، مقاومت

الکتريکی این سیم به ۱Ω می‌رسد. سطح مقطع این سیم چند cm^2 است؟ ($\alpha = \frac{1}{3} \times 10^{-2} K^{-1}$)

- (۱) ۸×۱۰^{-۲} (۲) ۴×۱۰^{-۲} (۳) ۲×۱۰^{-۴} (۴) ۲×۱۰^{-۲}

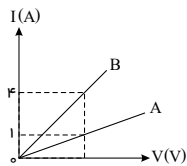
۱۰. در شکل زیر، نمودار مقاومت ویژه دو فلز در یک گستره دمایی نشان داده شده است. اگر خطوط موازی باشند، آن‌گاه کدام گزینه صحیح است؟ (α ضریب دمایی مقاومت ویژه و ρ_0 مقاومت ویژه در دمای T_0 است.)



- (۱) $\alpha_A = \alpha_B$
 (۲) $(\rho_0 \alpha)_A > (\rho_0 \alpha)_B$
 (۳) $\alpha_A > \alpha_B$
 (۴) $(\rho_0 \alpha)_A = (\rho_0 \alpha)_B$

۱۱. شکل زیر، نمودار جریان الکتريکی عبوری بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌های فلزی مجزای A و B را نشان می‌دهد. با

توجه به نمودار زیر، اگر طول سیم A ، ۲ برابر طول سیم B و قطر سیم A ، $\frac{\sqrt{5}}{۲}$ برابر قطر مقطع سیم B باشد، نسبت مقاومت ویژه



الکتريکی سیم A به مقاومت ویژه الکتريکی سیم B کدام است؟

- (۱) $\frac{۲}{۵}$
 (۲) $\frac{۵}{۲}$
 (۳) $\frac{۸}{۵}$
 (۴) $\frac{۵}{۸}$

۱۲. کدام گزینه در مورد دیود نادرست است؟

(۱) با نماد در مدار نشان داده می‌شود.

(۲) با تعویض جهت دیود، همواره جهت جریان در آن شاخه از مدار برعکس می‌شود.

(۳) یکی از معروف‌ترین انواع دیودها، LED ها هستند.

(۴) دیودها، جریان را فقط در یک جهت از خود عبور می‌دهند.

۱۳. بیشترین مقدار مقاومت ممکن، برای مقاومت ترکیبی نشان داده شده در شکل، چند درصد بیش تر از کمترین مقدار ممکن برای آن است؟



رنگ	عدد ضرب	ضریب
سیاه	۰	۱
قهوه‌ای	۱	۱۰ ^۱
قرمز	۲	۱۰ ^۲
نارنجی	۳	۱۰ ^۳
زرد	۴	۱۰ ^۴

۲۰ (۱)

۴۰ (۲)

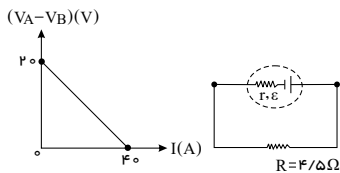
۲۵ (۳)

۵۰ (۴)

۱۴. دو سر یک سیم فلزی به طول ۵ متر و سطح مقطع ۰/۵ میلی‌متر مربع را به اختلاف پتانسیل ۱۰ ولت وصل می‌کنیم. اگر جریان الکتریکی عبوری از این سیم ۲۰ A باشد، مقاومت ویژه سیم چند $\Omega \cdot m$ است؟

$$2 \times 10^{-7} \text{ (۱)} \quad 5 \times 10^{-7} \text{ (۲)} \quad 5 \times 10^{-8} \text{ (۳)} \quad 2 \times 10^{-8} \text{ (۴)}$$

۱۵. در مدار زیر، نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر منبع ولتاژ بر حسب شدت جریان عبوری از آن، مطابق زیر است. شدت جریان الکتریکی عبوری از مقاومت R و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن در مدار داده شده به ترتیب از راست به چپ، چند آمپر و چند ولت است؟



۲۰ و ۴۰ (۱)

۲۰ و ۴ (۲)

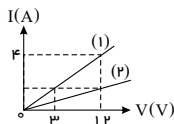
۱۸ و ۴ (۳)

۴ و ۱۸ (۴)

۱۶. جریان متداول برای استارت خودرو 200 A و برای تأمین انرژی نمایشگر تلفن همراه 1 mA است. اگر هر دوی این دستگاه‌ها به میزان ۳ ثانیه عمل کنند، میزان بار الکتریکی جابه‌جا شده در استارت خودرو چند برابر نمایشگر تلفن همراه است؟

$$200000 \text{ (۱)} \quad 20000 \text{ (۲)} \quad 2000 \text{ (۳)} \quad 2000000 \text{ (۴)}$$

۱۷. باتوجه به نمودار شکل زیر، اندازه اختلاف دو مقاومت الکتریکی فلزی در نمودارهای (۱) و (۲) چند اهم است؟ (دما ثابت است)



۱۲ (۱)

۹ (۲)

۶ (۳)

۳ (۴)

۱۸. دو سیم هم جرم و هم جنس، یکی توپُر به شعاع R و دیگری تو خالی به شعاع خارجی R و شعاع داخلی r موجود می‌باشد. اگر

مقاومت سیم تو خالی $\frac{9}{4}$ برابر سیم توپُر باشد، نسبت R به r کدام است؟

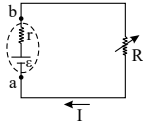
$$\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ (۱)}$$

$$\sqrt{3} \text{ (۲)}$$

$$3 \text{ (۳)}$$

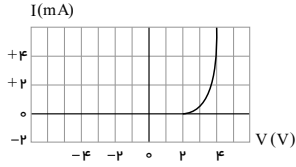
$$\frac{1}{3} \text{ (۴)}$$

۱۹. در مدار شکل زیر، با تغییر مقاومت متغیر R مقدار R نیز تغییر می‌کند به گونه‌ای که اگر $I = 2A$ شود، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۱۱ ولت و هنگامی که $I_2 = 5A$ شود، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۹٫۵ ولت می‌شود. حاصل $\frac{\mathcal{E}}{r}$ در SI کدام است؟



- (۱) ۲۰٫۵
- (۲) ۱۰٫۲۵
- (۳) ۱۲
- (۴) ۲۴

۲۰. نمودار جریان الکتریکی بر حسب اختلاف پتانسیل شکل زیر مربوط به چه نوع مقاومتی می‌باشد؟ (دما ثابت فرض شود.)

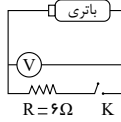


- (۱) مقاومت دیود نورگسیل
- (۲) مقاومت ابررسانا
- (۳) مقاومت نارسانا
- (۴) مقاومت اهمی

۲۱. ولتاژ باتری یک ماشین حساب $1.5V$ است و وقتی ماشین حساب روشن است، جریان ثابت $0.2mA$ از آن عبور می‌کند. اگر این ماشین حساب نیم‌ساعت روشن باشد، باتری چند میلی‌ژول انرژی به مدار می‌دهد؟

- (۱) ۰٫۵۴
- (۲) ۵٫۴
- (۳) ۵۴
- (۴) ۵۴۰

۲۲. در مدار شکل زیر وقتی کلید k باز است، ولت‌سنج ایده‌آل عدد $1.5V$ و وقتی کلید k بسته می‌شود ولت‌سنج ایده‌آل عدد $1.2V$ را نشان می‌دهد. مقاومت داخلی باتری چند اهم است؟



- (۱) ۳۰
- (۲) ۱٫۵
- (۳) ۰٫۵
- (۴) ۲

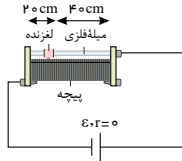
۲۳. مقاومت الکتریکی یک سیم مسی R است. اگر با ثابت ماندن حجم، طول آن را ۴ برابر کنیم مقاومت الکتریکی آن در همان دما چند R خواهد شد؟

- (۱) ۴
- (۲) ۱۶
- (۳) ۲
- (۴) ۸

۲۴. دو سیم فلزی از جنس‌های A و B دارای طول، جرم و مقاومت اهمی برابرند. اگر چگالی فلز A ، $1/5$ برابر چگالی فلز B باشد، مقاومت ویژه فلز A چند برابر مقاومت ویژه فلز B است؟

- (۱) $\frac{2}{3}$
- (۲) $\frac{4}{3}$
- (۳) $\frac{3}{2}$
- (۴) $\frac{4}{9}$

۲۵. در مدار شکل زیر برای نگه داشتن جریان الکتریکی مدار از یک مقاومت متغیر استفاده شده است. اگر نیروی محرکه مولد ۲۰ درصد کاهش یابد، لغزنده چگونه جابه‌جا شود تا جریان الکتریکی مدار ثابت بماند؟ (تعداد دور سیم در واحد طول رئوستا ثابت است.)



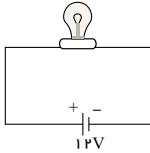
- (۱) به سمت راست $4cm$
- (۲) به سمت چپ $4cm$
- (۳) به سمت راست $8cm$
- (۴) به سمت چپ $8cm$

۲۶. مطابق شکل، یک باتری خودرو به مقاومت استوانه‌ای R متصل است و این باتری در مدت زمان تخلیه، ولتاژ دو سر خود را ثابت نگه می‌دارد. قطر مقطع مقاومت را چند برابر کنیم تا مدت زمان تخلیه باتری دو برابر شود؟ (طول استوانه و دما ثابت و یکسان است).



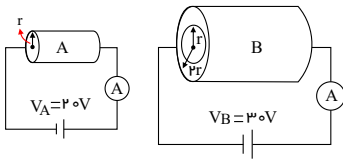
- (۱) ۲
- (۲) $\sqrt{2}$
- (۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- (۴) $\frac{1}{2}$

۲۷. در مدار ساده شکل زیر، در مدت $2ms$ تعداد 1.5×10^{16} الکترون از پایانه منفی باتری وارد مدار شده و از سر دیگر وارد پایانه مثبت باتری می‌شوند. مقاومت اهمی کل مدار چند اهم است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)



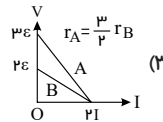
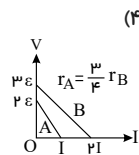
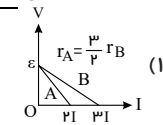
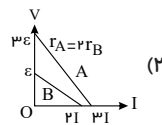
- (۱) ۱۲
- (۲) ۱٫۲
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱

۲۸. مطابق شکل زیر دو رسانای A و B را در اختیار داریم. استوانه A یک استوانه توپر به شعاع r و استوانه B یک استوانه تو خالی به شعاع خارجی $2r$ و شعاع داخلی r می‌باشد. اگر مقاومت ویژه رسانای A ، نصف مقاومت ویژه رسانای B و طول استوانه B ، 50% درصد بیشتر از طول استوانه A باشد، جریان عبوری از رسانای A چند برابر جریانی عبوری از رسانای B است؟ (دما ثابت و یکسان است).

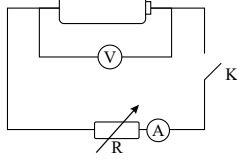


- (۱) $\frac{2}{3}$
- (۲) $\frac{3}{2}$
- (۳) ۱
- (۴) $\frac{4}{3}$

۲۹. نمودار ولتاژ بر حسب جریان برای دو مولد مطابق گزینه‌های زیر است. در کدام گزینه رابطه مقاومت درونی مولد A و مقاومت درونی مولد B صحیح نیست؟

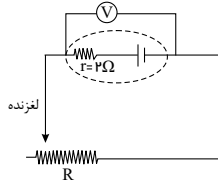


۳۰. در مدار شکل زیر، وقتی کلید k باز است، ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۱۰ ولت را نشان می‌دهد. به ازای کدام‌یک از جریان‌های زیر بر حسب آمپر اگر آمپرسنج ایده‌آل نشان دهد، می‌توان گفت که این باتری، یک باتری نو است؟ (در یک باتری نو، مقاومت داخلی کمتر از یک اهم است.)



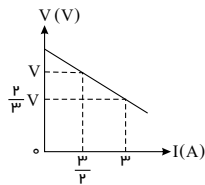
- (۱) $۰٫۵$
- (۲) ۱
- (۳) $۱٫۷۵$
- (۴) $۲٫۲۵$

۳۱. در مدار شکل زیر، اگر مقاومت رئوستا برابر با ۸ اهم باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر با V است. مقاومت را تقریباً چند اهم تغییر و لغزنده رئوستا را به کدام سمت حرکت دهیم تا اختلاف پتانسیل دو سر مولد ۵۰ درصد کاهش یابد؟



- (۱) $\frac{4}{3}$ ، راست
- (۲) $\frac{4}{3}$ ، چپ
- (۳) $\frac{20}{3}$ ، راست
- (۴) $\frac{20}{3}$ ، چپ

۳۲. نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد نسبت به جریان عبوری از آن مطابق شکل زیر است. با عبور چه جریانی بر حسب آمپر از مولد، اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر می‌شود؟



- (۱) $۴٫۵$
- (۲) ۶
- (۳) $۷٫۵$
- (۴) باید مقاومت درونی مولد مشخص باشد.

۳۳. فاصله صفحات خازن تختی را نصف و ولتاژ متصل به آن را ۴ برابر می‌کنیم. بار روی صفحات خازن و انرژی ذخیره شده در آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

- (۱) $۳۲٫۲$
- (۲) $۸٫۲$
- (۳) $۳۲٫۸$
- (۴) $۸٫۸$

۳۴. جرم سیم مسی A دو برابر جرم سیم مسی B است. اگر شعاع مقطع سیم A دو برابر شعاع سیم B باشد، مقاومت الکتریکی سیم B چند برابر مقاومت الکتریکی سیم A است؟ (دما ثابت و یکسان است.)

- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) ۸
- (۳) ۱۶
- (۴) $\frac{1}{16}$

۳۵. ضریب دمایی مقاومت ویژه یک رسانا در دمای $۱۰^{\circ}C$ برابر با $۱۰^{-۳} K^{-۱}$ می‌باشد. در چه دمایی بر حسب درجه سلسیوس مقاومت رسانا ۴۰ درصد بیش‌تر از مقاومت آن در دمای $۱۰^{\circ}C$ می‌شود؟

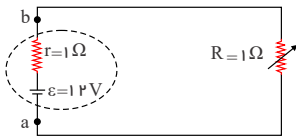
- (۱) ۳۰
- (۲) ۵۰
- (۳) ۶۰
- (۴) ۷۰

۳۶. در هر مقطع از یک سیم رسانای حامل جریان، تعداد الکترون‌های عبوری بر حسب زمان در SI به صورت $n(t) = ۵۸t + ۲۷$ می‌باشد. شدت جریان الکتریکی متوسط عبوری از هر مقطع این سیم در بازه زمانی دلخواه Δt ثانیه، چند میلی‌آمپر است؟

$$(e = 1.6 \times 10^{-19} C \text{ و } \Delta t \neq 0)$$

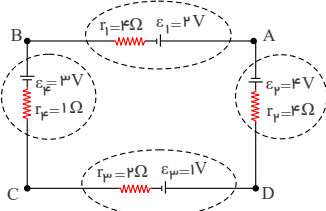
- (۱) $۹٫۲۸ \times 10^{-۲۰}$
- (۲) $۹٫۲۸ \times 10^{-۱۵}$
- (۳) $۹٫۲۸ \times 10^{-۲۱}$
- (۴) $۹٫۲۸ \times 10^{-۱۸}$

۳۷. در مدار شکل مقابل، اگر مقاومت خارجی مدار را دو برابر کنیم، اندازه اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند برابر خواهد شد؟



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

۳۸. در مدار شکل مقابل، اختلاف پتانسیل بین کدام دو نقطه برابر با صفر است؟



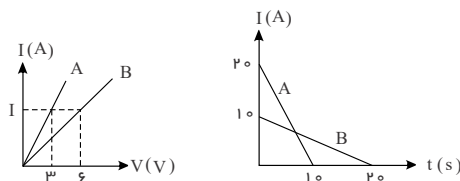
- (۱) A و D
- (۲) A و B
- (۳) B و C
- (۴) C و D

۳۹. از لامپ چراغ قوه‌ای جریان 320 میلی آمپر می‌گذرد. در مدت 6 میکروتانیه چند الکترون از آن عبور می‌کند؟

$(e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

- (۱) 12×10^{12}
- (۲) 6×10^{12}
- (۳) 12×10^{10}
- (۴) 6×10^{10}

۴۰. شکل‌های زیر نمودار جریان الکتریکی بر حسب ولتاژ و همین‌طور جریان الکتریکی بر حسب زمان در دو رسانای A و B را نشان می‌دهند. در لحظه $t = 5s$ ، ولتاژ اعمالی به دو سر رسانای A چند برابر ولتاژ دو سر رسانای B است؟ (دما ثابت است.)

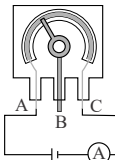


- (۱) $\frac{1}{3}$
- (۲) ۱
- (۳) $\frac{2}{3}$
- (۴) $\frac{4}{3}$

۴۱. یک سیم فلزی در اختیار داریم. اگر با سیم چینی 5 سانتی متر از طول آن کم کنیم، مقاومت آن $\frac{2}{3}$ برابر حالت قبل می‌شود. طول سیم جدید چند متر است؟ (دما ثابت است.)

- (۱) ۱۰
- (۲) ۱۵
- (۳) ۰٫۵
- (۴) ۰٫۱۵

۴۲. مطابق شکل، پتانسیومتری را به یک باتری آرمانی و آمپرسنج وصل کرده‌ایم. اگر پیچ تنظیم این پتانسیومتر را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، کدام گزینه در مورد عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد درست است؟



- (۱) کاهش می‌یابد.
- (۲) افزایش می‌یابد.
- (۳) ثابت و برابر صفر است.
- (۴) ثابت و غیرصفر است.

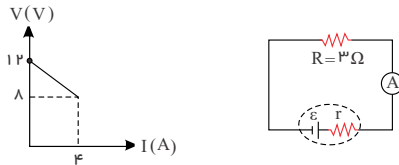
۴۳. در دمای ثابت و با ثابت ماندن جرم یک سیم، قطر مقطع آن را 2 برابر و جریان الکتریکی عبوری از آن را نصف می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر این سیم چند برابر شده است؟

- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) $\frac{1}{16}$
- (۳) $\frac{1}{32}$
- (۴) $\frac{1}{2}$

۴۴. هنگامی که دمای یک رسانا را ۲۵ درجه سلسیوس افزایش می دهیم، مقاومت رسانا ۲۰ درصد زیاد می شود. ضریب دمایی مقاومت این رسانا کدام است؟

- (۱) $9 \times 10^{-3} K^{-1}$ (۲) $8 \times 10^{-3} K^{-1}$ (۳) $6 \times 10^{-3} K^{-1}$ (۴) $4 \times 10^{-3} K^{-1}$

۴۵. در شکل زیر نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدی که در مدار قرار گرفته است، بر حسب جریان الکتریکی عبوری از آن نشان داده شده است. در این مدار آمپرسنج ایده آل چند آمپر را نشان می دهد؟

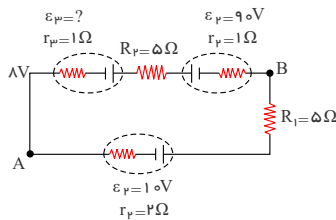


- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

۴۶. اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی را در دمای ثابت، ۲ ولت افزایش دهیم، جریان الکتریکی عبوری از آن ۲۰ درصد افزایش می یابد، اختلاف پتانسیل اولیه دو سر رسانا چند ولت بوده است؟

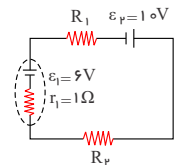
- (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۴۷. در مدار شکل مقابل اگر $V_A - V_B = 20V$ باشد، نیروی محرکه الکتریکی ϵ_3 چند ولت است؟



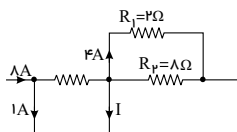
- (۱) ۸
(۲) ۲۸
(۳) ۷۲
(۴) ۱۷۲

۴۸. در مدار مقابل، اگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۱ برابر $5.7V$ و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 برابر $10V$ باشد، مقاومت R_2 چند اهم است؟



- (۱) ۵
(۲) ۶
(۳) ۱۱
(۴) ۱۵

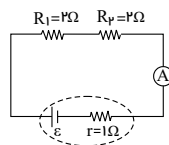
۴۹. شکل مقابل، قسمتی از یک مدار را نشان می دهد. جریان I چند آمپر است؟



- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

۵۰. مقاومت سیمی به قطر ۸ میلی متر برابر با ۲۰ اهم می باشد. بدون تغییر جرم سیم، قطر سیم چند میلی متر شود تا مقاومت سیم ۳۲ اهم شود؟

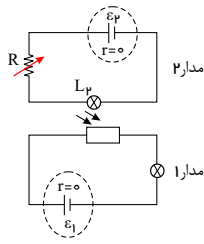
- (۱) ۲ (۲) $2\sqrt{2}$ (۳) ۴ (۴) ۱۶



۵۱. باتوجه به مدار مقابل، با حذف مقاومت R_2 از مدار، تغییر عدد آمپرسنج ایده آل چگونه است؟

- (۱) ۲۰٪ افزایش می یابد.
(۲) تقریباً ۶۶٫۷٪ افزایش می یابد.
(۳) ۵۰٪ افزایش می یابد.
(۴) تقریباً ۵۰٪ کاهش می یابد.

۵۲. مطابق شکل زیر دو مدار در مجاورت یکدیگر بسته شده‌اند و مقاومت LDR در مدار (۱) تحت تأثیر نور لامپ L_2 است. با کاهش مقاومت متغیر R ، نور لامپ‌های L_1 و L_2 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



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

۵۳. هنگامی که جریانی به شدت $2A$ از یک سیم رسانای فلزی به قطر مقطع $2mm$ می‌گذرد، در هر ثانیه از هر مقطع سیم تعداد n الکترون شارش می‌یابد. همچنین برای آن که شدت جریان ذکر شده توسط اختلاف پتانسیل $2V$ ولتی ایجاد شود، طول سیم باید برابر با L متر باشد. مقادیر L و n به ترتیب از راست به چپ برحسب واحدهای SI کدام است؟

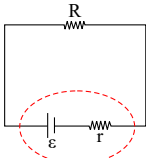
$$(\pi = 3, e = 1.6 \times 10^{-19} C, \rho_{\text{سیم}} = 1.5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m)$$

- (۱) $100, 6 \times 10^{18}$
(۲) $200, 12.5 \times 10^{18}$
(۳) $100, 12.5 \times 10^{18}$
(۴) $200, 6 \times 10^{18}$

۵۴. از یک باتری جریان $2A$ می‌گیریم و توان خروجی آن 3.2 وات است. اگر جریان $4A$ از آن بگیریم توان خروجی 4.8 وات می‌شود. نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟

- (۱) $0.4, 2$
(۲) $0.2, 1$
(۳) $0.2, 2$
(۴) $0.4, 1$

۵۵. در مدار شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد، $\frac{3}{4}$ برابر نیروی محرکه مولد باشد، در این صورت $\frac{R}{r}$ کدام است؟



- (۱) ۳
(۲) $\frac{1}{3}$
(۳) ۲
(۴) $\frac{1}{2}$

۵۶. دو سیم رسانای A و B دارای طول‌های برابر هستند اما جرم، چگالی و مقاومت ویژه سیم B نسبت به سیم A به ترتیب دو برابر، نصف و دو برابر است. مقاومت الکتریکی سیم B چند برابر مقاومت الکتریکی سیم A است؟

- (۱) $\frac{1}{4}$
(۲) $\frac{1}{2}$
(۳) ۴
(۴) ۲

۵۷. استوانه‌ای رسانا و توپُر به قطر مقطع D_1 در اختیار داریم. با ذوب کردن این استوانه و ساختن استوانه‌ای توپُر به قطر D_2 ،

مقاومت رسانا ۳۶ درصد کاهش یافته است. حاصل $\frac{D_2}{D_1}$ کدام است؟ (دما ثابت و یکسان است.)

- (۱) $\frac{\sqrt{5}}{2}$
(۲) $\frac{5}{4}$
(۳) $\frac{2\sqrt{5}}{5}$
(۴) $\frac{4}{5}$

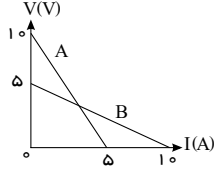
۵۸. اگر بخواهیم مقاومت یک سیم مسی به طول L و شعاع سطح مقطع r را ۷۵ درصد کاهش دهیم، در این صورت می‌توان طول آن را برابر کنیم و استوانه‌ای به شعاع را از داخل سیم خالی کنیم. (دما ثابت فرض شود.)

- (۱) $\frac{1}{2}r$ و $\frac{\sqrt{3}}{2}$
(۲) $\frac{1}{6}r$ و $\frac{\sqrt{2}}{2}$
(۳) $\frac{1}{8}r$ و $\frac{\sqrt{3}}{2}$
(۴) $\frac{1}{8}r$ و $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۵۹. وقتی که تنها مقاومت خارجی مدار 1Ω باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری‌ای که درون مدار قرار دارد، $1.5V$ است و زمانی که این مقاومت 2Ω می‌شود، این اختلاف پتانسیل به $2V$ افزایش می‌یابد. به ترتیب نیروی محرکه باتری و مقاومت درونی آن برحسب واحدهای SI کدام است؟

- (۱) 3.5 و 1 (۲) 3 و 1.5 (۳) 3.5 و 1.5 (۴) 3 و 1

۶۰. نمودار اختلاف دو سر مولد A و B برحسب جریان گذرنده از آن‌ها، مطابق شکل زیر است. هر یک از این دو مولد را به مقاومت خارجی R وصل می‌کنیم. R چند اهم باشد تا اختلاف پتانسیل دو سر هر دو مولد یکسان باشد؟



- (۱) ۱
(۲) ۵
(۳) ۱۰
(۴) ۱۵

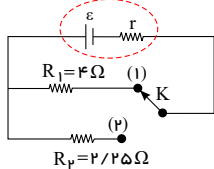
۶۱. روی لامپی اعداد $220V$ و $60W$ نوشته شده است. اگر این لامپ را به ولتاژ $55V$ وصل کنیم، در مدت یک دقیقه چند ژول انرژی الکتریکی مصرف می‌کند؟ (دما ثابت فرض شود.)

- (۱) ۱۷۵ (۲) ۱۸۰ (۳) ۲۲۵ (۴) ۲۴۰

۶۲. دو لامپ A و B به گونه‌ای هستند که وقتی هر کدام به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل می‌شوند، روشنی A بیش‌تر از B است. اگر این دو لامپ به صورت متوالی به اختلاف پتانسیل V وصل شوند.....

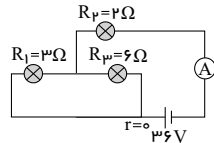
- (۱) لامپ B روشن‌تر از لامپ A است. (۲) لامپ A روشن‌تر از لامپ B است.
(۳) روشنی هر دو لامپ یکسان است. (۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

۶۳. در مدار شکل زیر، اگر کلید از حالت (۱) به حالت (۲) برود، توان خروجی مولد تغییری نمی‌کند. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟



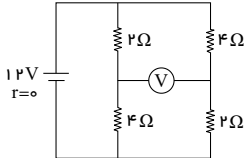
- (۱) ۱
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۱.۵

۶۴. در شکل زیر اگر جای دو لامپ رشته‌ای ۱ و ۲ عوض شود، عددی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد چند آمپر تغییر می‌کند؟



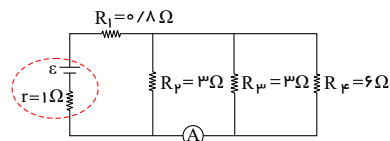
- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) تغییر نمی‌کند.

۶۵. در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟



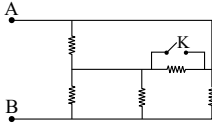
- (۱) ۱۶
(۲) ۸
(۳) ۴
(۴) ۱۲

۶۶. در شکل زیر، اگر آمپرسنج ایده‌آل ۳ آمپر را نشان دهد، نیروی محرکه مولد چند ولت است؟



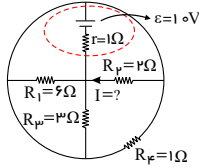
- (۱) ۹
(۲) ۱۵
(۳) ۲۲.۵
(۴) ۱۰

۶۷. در مدار شکل زیر، تمامی مقاومت‌ها مشابه هستند. با بستن کلید k ، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند برابر می‌شود؟



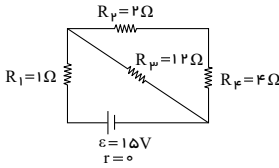
- (۱) $\frac{2}{3}$
- (۲) $\frac{3}{2}$
- (۳) $\frac{8}{3}$
- (۴) $\frac{3}{8}$

۶۸. در مدار شکل مقابل، I چند آمپر است؟



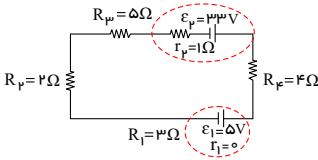
- (۱) ۲٫۵
- (۲) ۱
- (۳) ۱٫۵
- (۴) ۲

۶۹. در مدار شکل زیر، توان مصرفی کدام مقاومت بیش تر است؟



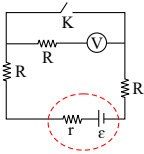
- (۱) R_1
- (۲) R_2
- (۳) R_3
- (۴) R_4

۷۰. در مدار شکل روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R_3 چند برابر توان ورودی باتری ε_1 است؟



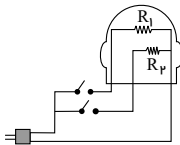
- (۱) ۲
- (۲) $\frac{15}{28}$
- (۳) $\frac{28}{15}$
- (۴) $\frac{1}{3}$

۷۱. در مدار شکل زیر، اگر کلید k باز باشد، توان خروجی مولد چند وات می‌شود و در صورت بسته بودن کلید k ، اگر توان مفید مولد بیشینه باشد، چه رابطه‌ای بین r و R وجود دارد؟ (ولت‌سنج ایده‌آل است.)



- (۱) صفر و $r = 2R$
- (۲) صفر و $r = R$
- (۳) $r = 2R$ و $\frac{\varepsilon^2}{3R}$
- (۴) $r = R$ و $\frac{\varepsilon^2}{3R}$

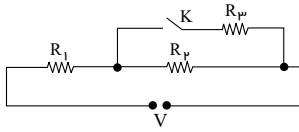
۷۲. مطابق شکل زیر، یک لامپ سه راهه که به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل است، دارای دو رشته برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. اگر $R_1 = 6\Omega$ و $R_2 = 12\Omega$ باشد، نسبت بیش‌ترین توان مصرفی لامپ به کم‌ترین توان مصرفی آن کدام گزینه است؟



- (۲) ۴
- (۴) $\frac{2}{5}$

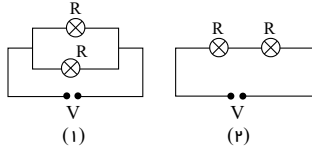
- (۱) ۲
- (۳) ۳

۷۳. در مدار شکل زیر، مقاومت‌ها مشابه و برابر R هستند و مجموعه به اختلاف پتانسیل ثابت V متصل است. اگر کلید k بسته شود، توان مصرفی مقاومت R_1 چند برابر می‌شود؟



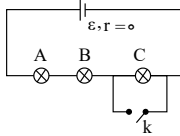
- (۱) $\frac{9}{16}$
 (۲) $\frac{16}{9}$
 (۳) $\frac{4}{9}$
 (۴) $\frac{9}{4}$

۷۴. دو لامپ مشابه را بار اول به صورت موازی و بار دوم به صورت متوالی به هم می‌بندیم و هر بار دو سر مجموعه آن‌ها را به ولتاژ ثابت V وصل می‌کنیم. توان مصرفی هر لامپ در مدار دوم نسبت به مدار اول چگونه تغییر می‌کند؟



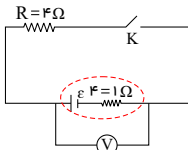
- (۱) ۷۵ درصد افزایش می‌یابد.
 (۲) ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.
 (۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.
 (۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۷۵. در شکل زیر، لامپ‌های A ، B و C مشابه‌اند. با بستن کلید، کدام گزینه درباره تغییرات اختلاف پتانسیل صحیح است؟



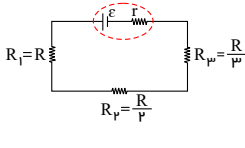
- (۱) اختلاف پتانسیل دو سر A و دو سر B تغییر نمی‌کند.
 (۲) اختلاف پتانسیل دو سر C به اندازه ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.
 (۳) هر یک از اختلاف پتانسیل‌های دو سر A و B به اندازه ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.
 (۴) اختلاف پتانسیل دو سر C به صفر کاهش می‌یابد و هر یک از اختلاف پتانسیل‌های دو سر A و B دو برابر می‌شود.

۷۶. در مدار شکل زیر، اگر کلید k باز باشد، ولت سنج ایده‌آل عدد ۲۰ ولت را نشان می‌دهد. اگر کلید k بسته شود، توان خروجی مولد چند وات می‌شود؟



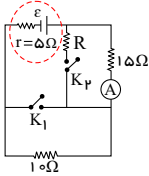
- (۱) ۶۴
 (۲) ۶۰
 (۳) ۵۴
 (۴) ۵۰

۷۷. در مدار شکل زیر، توان خروجی مولد چند برابر توان مصرفی در مقاومت R_1 است؟



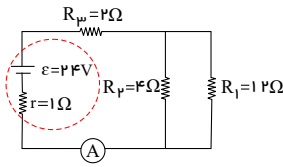
- (۱) ۳
 (۲) $\frac{11}{6}$
 (۳) ۶
 (۴) $\frac{7}{6}$

۷۸. در مدار شکل زیر، وقتی هر دو کلید k_1 و k_2 باز و یا هر دو بسته هستند، آمپرسنج ایده‌آل عدد $0.4A$ را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



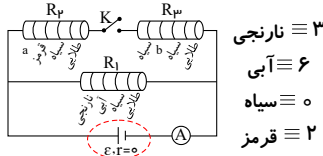
- (۱) ۶
 (۲) ۸
 (۳) ۷.۵
 (۴) ۱۵

۷۹. در مدار شکل زیر، اگر محل مولد و مقاومت R_p عوض شود، جریانی که آمپرسنج ایده آل نشان می دهد چگونه تغییر می کند؟



- (۱) $4A$ افزایش می یابد.
- (۲) $8A$ افزایش می یابد.
- (۳) $4A$ کاهش می یابد.
- (۴) $8A$ کاهش می یابد.

۸۰. در شکل زیر، اگر کلید k باز باشد، با صرف نظر از درصد خطای مقاومت ها، عددی که آمپرسنج ایده آل نشان می دهد یک سوم عددی است که در صورت بسته بودن کلید k نشان می دهد. مجموع کدهای رنگ های a و b کدام است؟

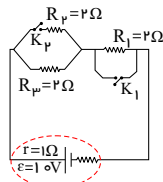


- ۳ نارنجی
- ۶ آبی
- ۰ سیاه
- ۲ قرمز

- (۲) ۷
- (۴) ۹

- (۱) ۶
- (۳) ۸

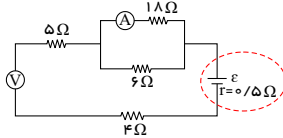
۸۱. با توجه به مدار شکل زیر، برای این که توان خروجی مولد بیشینه گردد، وضعیت کلیدهای k_1 و k_2 به چه شکلی باید باشد؟



- (۲) k_1 باز و k_2 بسته
- (۴) هر دو کلید بسته

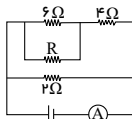
- (۱) k_1 بسته و k_2 باز
- (۳) هر دو کلید باز

۸۲. در مدار شکل زیر، ولتسنج ایده آل عدد $28V$ را نشان می دهد. به ترتیب از راست به چپ نیروی محرکه مولد چند ولت است و آمپرسنج ایده آل چند آمپر را نشان می دهد؟



- (۱) $28V$ و صفر
- (۲) $28V$ و $0.25A$
- (۳) $14V$ و صفر
- (۴) $14V$ و $0.25A$

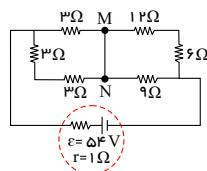
۸۳. در مدار شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت 4Ω اهمی سه برابر جریان عبوری از مقاومت 6Ω اهمی است. جریان عبوری از آمپرسنج ایده آل چند برابر جریان عبوری از مقاومت 4Ω اهمی است؟



- (۲) ۴
- (۴) ۸

- (۱) ۱۲
- (۳) ۲

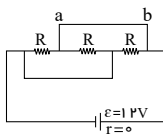
۸۴. در مدار شکل زیر، جریان عبوری از سیم متصل بین M و N چند آمپر است؟ (مقاومت سیم های اتصال ناچیز است.)



- (۲) ۶
- (۴) ۳

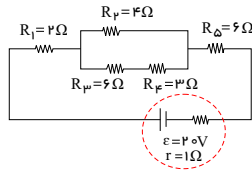
- (۱) ۲
- (۳) ۴

۸۵. در مدار شکل مقابل، $R = 4\Omega$ است. جریان عبوری از شاخه ab چند آمپر و در کدام سواست؟



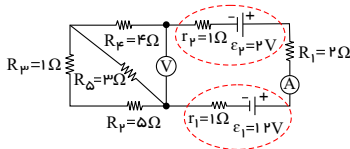
- (۱) $6A$ از b به a
- (۲) $3A$ از b به a
- (۳) $6A$ از a به b
- (۴) هیچ جریانی از شاخه ab عبور نمی کند.

۸۶. باتوجه به مدار شکل زیر، $\frac{V_p}{V_c}$ کدام است؟ (V_c و V_p به ترتیب اختلاف پتانسیل‌های دو سر مقاومت‌های R_p و R_c هستند).

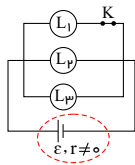


- (۱) ۳
(۲) $\frac{4}{3}$
(۳) $\frac{3}{4}$
(۴) $\frac{1}{3}$

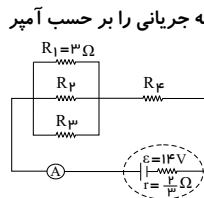
۸۷. در مدار شکل زیر، آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل هستند. اگر آمپرسنج را به محل ولت‌سنج و ولت‌سنج را به محل آمپرسنج منتقل کنیم به ترتیب اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند چه تغییری می‌کنند؟



- (۱) ۱ آمپر کاهش و ۴ ولت کاهش
(۲) ۱ آمپر کاهش و ۴ ولت افزایش
(۳) ۲ آمپر کاهش و ۴ ولت کاهش
(۴) ۲ آمپر افزایش و ۴ ولت افزایش



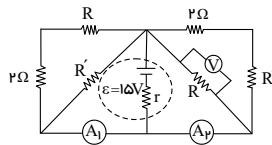
۸۸. در مدار شکل مقابل، هر سه لامپ مشابه و روشن هستند. با باز کردن کلید k نور لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟
(۱) L_1 خاموش می‌شود و L_2 و L_3 تغییر نمی‌کنند.
(۲) L_1 خاموش و L_2 و L_3 پرنورتر می‌شوند.
(۳) L_1 خاموش و L_2 و L_3 کم‌نورتر می‌شوند.
(۴) هر سه لامپ خاموش می‌شوند.



۸۹. در مدار شکل زیر، اگر توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی با یکدیگر برابر باشد، آمپرسنج ایده‌آل چه جریانی را بر حسب آمپر نشان می‌دهد؟

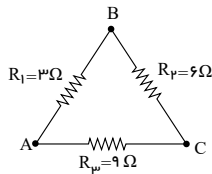
- (۱) ۵٫۲۵
(۲) ۳
(۳) ۷
(۴) ۱۰٫۵

۹۰. در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل و آمپرسنج‌های ایده‌آل A_1 و A_2 به ترتیب از راست به چپ مقادیر ۱۰ ولت، ۳ آمپر و ۱ آمپر را نشان می‌دهند. توان خروجی باتری چند وات است؟



- (۱) ۱۰
(۲) ۲۰
(۳) ۳۰
(۴) ۴۰

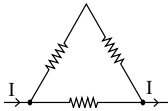
۹۱. مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 مطابق شکل به یکدیگر وصل شده‌اند. مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را R_{AB} و مقاومت معادل



بین دو نقطه B و C را R_{BC} می‌نامیم. نسبت $\frac{R_{AB}}{R_{BC}}$ کدام است؟

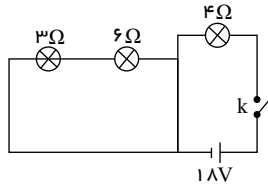
- (۱) $\frac{1}{3}$
(۲) $\frac{6}{5}$
(۳) $\frac{5}{8}$
(۴) $\frac{9}{5}$

۹۲. سه مقاومت ۱Ω ، ۲Ω و ۳Ω را مطابق شکل به یکدیگر متصل کرده ایم. کمترین مقاومت معادل آن‌ها چند اهم است؟



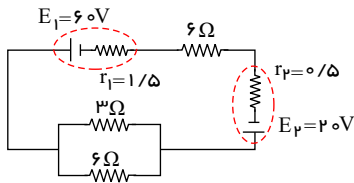
- (۱) $\frac{3}{2}$
 (۲) $\frac{4}{3}$
 (۳) $\frac{5}{6}$
 (۴) $\frac{4}{5}$

۹۳. در شکل مقابل اگر کلید k وصل شود، چه جریانی از لامپ ۳Ω می‌گذرد؟



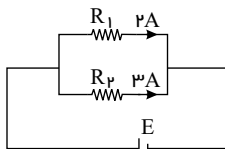
- (۱) $1A$
 (۲) $2A$
 (۳) $3A$
 (۴) صفر

۹۴. در مدار رسم شده، اختلاف پتانسیل دو سر منبع ۲۰ ولتی چند ولت است؟



- (۱) 16
 (۲) 18
 (۳) 20
 (۴) 22

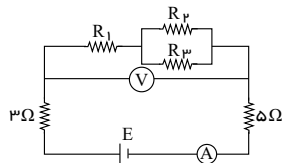
۹۵. در شکل زیر، جریان مقاومت‌های R_1 و R_2 به ترتیب $۲A$ و $۳A$ است. اگر مجموع توان‌های این دو مقاومت $۵۰W$ باشد،



مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

- (۱) $1,2$
 (۲) 2
 (۳) $3,6$
 (۴) 5

۹۶. در شکل مقابل، آمپرسنج آرمانی $۲A$ و ولت‌سنج آرمانی $۱۲V$ را نشان می‌دهد. مقاومت معادل چند اهم است؟



- (۱) 7
 (۲) 9
 (۳) 14
 (۴) 18

۹۷. دو سیم هم جنس A و B دارای طول‌های $LA = 4LB$ و جرم‌های $m_A = 8m_B$ هستند. در دمای مساوی، مقاومت الکتریکی

سیم B چند برابر مقاومت الکتریکی سیم A است؟

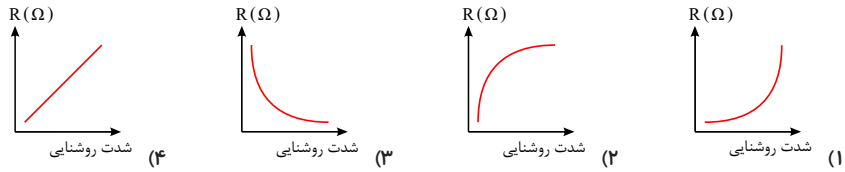
- (۱) $\frac{1}{2}$
 (۲) 2
 (۳) 4
 (۴) $\frac{1}{4}$

۹۸. دو سیم هم جرم و هم جنس، یکی توپُر به شعاع R و دیگری تو خالی به شعاع خارجی R و شعاع داخلی r موجود می‌باشد. اگر

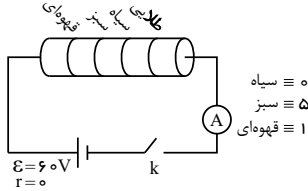
مقاومت سیم تو خالی $\frac{9}{4}$ برابر مقاومت سیم توپُر باشد، حاصل $\frac{R}{r}$ کدام است؟

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

۹۹. کدام یک از نمودارهای زیر در مورد یک مقاومت نوری درست است؟



۱۰۰. در مدار شکل مقابل، با بستن کلید k ، آمپرسنج ایده آل چند آمپر را نشان می دهد؟ (از مقاومت سیم های رابط صرف نظر کنید.)

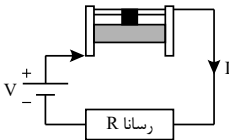


- ۶۰ (۱)
- ۵۱ (۲)
- ۲ (۳)
- ۵ (۴)
- ۴ (۵)
- صفر (۶)

۱۰۱. سیمی به طول L و سطح مقطع A دارای مقاومت R است. اگر سیم را n بار از وسط تا کنیم، مقاومت آن چند R می شود؟

- $\frac{1}{n^2}$ (۱)
- $\frac{1}{\sqrt{n}}$ (۲)
- $\frac{1}{n}$ (۳)
- $\frac{1}{n^2}$ (۴)

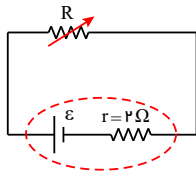
۱۰۲. در شکل زیر دو سر یک رسانا را به باتری وصل کرده و جریان از رئوستا می گذرد. اگر لغزنده رئوستا را مقداری به سمت راست



حرکت دهیم، جریان گذرنده از رسانا چه تغییری می کند؟

- افزایش (۱)
- کاهش (۲)
- ثابت (۳)
- بسته به مقاومت رسانا هر سه حالت ممکن است. (۴)

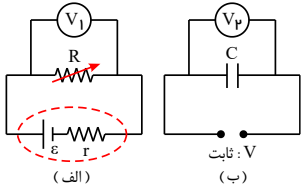
۱۰۳. در مدار شکل زیر، اگر مقاومت رئوستا برابر با R باشد، ولتاژ دو سر باتری برابر $1.0V$ و اگر مقاومت رئوستا 6.0 درصد کاهش یابد، ولتاژ دو سر باتری 8 ولت می شود. مقدار R چند اهم است؟



- ۱٫۲۵ (۱)
- ۱۰ (۲)
- $\frac{3}{10}$ (۳)
- $\frac{10}{3}$ (۴)

۱۰۴. دو مدار مطابق شکل های زیر در نظر بگیرید. اگر مقاومت رئوستا را در مدار (الف) به تدریج زیاد کنیم و در مدار (ب) به جای

هوا، از شیشه در بین صفحات خازن استفاده کنیم، اعداد ولت سنج های ایده آل (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کنند؟



- (۱) زیاد می شود - کم می شود
- (۲) زیاد می شود - ثابت می ماند
- (۳) کم می شود - ثابت می ماند
- (۴) زیاد می شود - زیاد می شود

۱۰۵. مقاومت الکتریکی سیم رسانایی در دمای 40° درجه سلسیوس برابر با 20 اهم و در دمای 120° درجه سلسیوس برابر با 80 اهم است. مقاومت این سیم در دمای 80° درجه سلسیوس چند اهم است؟ (دمای مرجع را 40° درجه سلسیوس در نظر بگیرید.)

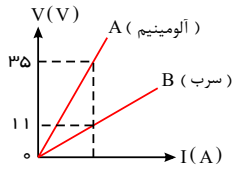
- 120 (۱)
- 50 (۲)
- 35 (۳)
- 40 (۴)

۱۰۶. با ۱۰ کیلوگرم از فلز به چگالی $\frac{g}{cm^3}$ سیم رسانایی به سطح مقطع $5mm^2$ و مقاومت 8Ω ساخته‌ایم. مقاومت ویژه این فلز در SI کدام است؟

- (۱) 8×10^{-8} (۲) 10^{-8} (۳) 4×10^{-6} (۴) 10^{-6}

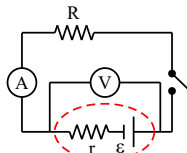
۱۰۷. نمودار $V - I$ برای دو مقاومت الکتریکی اهمی هم‌طول A و B مطابق شکل زیر است. در دمای برابر، شعاع مقطع مقاومت A درصد از شعاع مقطع مقاومت B است. (.....)

$\rho_{\text{سرب}} = 22 \times 10^{-8} (\Omega \cdot m)$ و مقاومت‌ها را به صورت سیم‌هایی با سطح مقطع ثابت در نظر بگیرید.

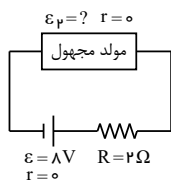


- (۱) ۲۰، بیش‌تر
(۲) ۲۰، کم‌تر
(۳) ۸۰، کم‌تر
(۴) ۸۰، بیش‌تر

۱۰۸. در شکل زیر، کلید باز است، ولت‌سنج ایده‌آل 18 ولت را نشان می‌دهد و وقتی کلید بسته است، ولت‌سنج ایده‌آل 16 ولت و آمپرسنج ایده‌آل 2 آمپر را نشان می‌دهد. مقاومت درونی این باتری چند اهم است؟



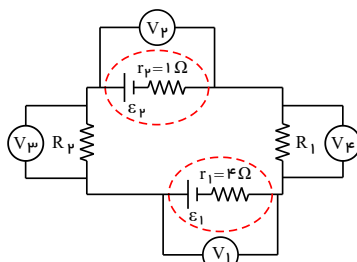
- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۰٫۵
(۴) ۶



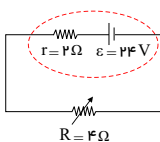
۱۰۹. چنان‌چه جریان مدار شکل مقابل $5A$ باشد، نیروی محرکه مولد مجهول چند ولت است؟

- (۱) فقط ۲
(۲) ۱۰
(۳) ۱۸ یا ۲
(۴) ۱۷ یا ۳

۱۱۰. در مدار شکل زیر، اگر $\epsilon_1 > \epsilon_2$ باشد، کدام مقایسه بین اعدادی که ولت‌سنج‌های ایده‌آل نشان می‌دهند درست است؟



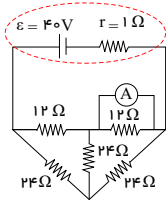
- (۱) $R_1 > R_2$
(۲) $V_2 > V_1$
(۳) $V_3 > V_4$
(۴) $V_1 > V_2$
(۵) $V_1 + V_2 = V_3 + V_4$



۱۱۱. مقاومت خارجی مدار شکل زیر چند درصد تغییر کند تا توان خروجی مولد بدون تغییر باقی بماند؟

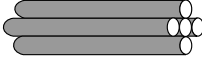
- (۱) ۲۵
(۲) ۵۰
(۳) ۷۵
(۴) ۱۰۰

۱۱۲. در مدار شکل زیر، آمپر سنج ایده آل چند آمپر را نشان می دهد؟



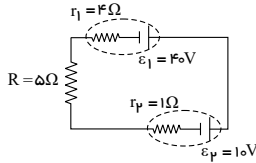
- ۰٫۵ (۱)
- ۲ (۲)
- ۲٫۵ (۳)
- ۳٫۵ (۴)

۱۱۳. پنج رشته سیم مسی که طول و ضخامت برابری دارند را اگر پشت سر هم متصل نماییم تا سیم بلندتری ایجاد شود، مقاومت آن ۵۰Ω می شود. اگر ۵ رشته را مطابق شکل به یکدیگر از پهلو کنار هم قرار دهیم، مقاومت رشته جدید چند اهم خواهد شد؟



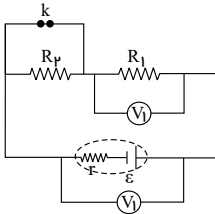
- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۵ (۳)
- ۵۰ (۴)

۱۱۴. مداری مطابق شکل رسم شده است. توان ورودی باتری با نیروی محرکه $\mathcal{E}_P = 10V$ چند وات است؟



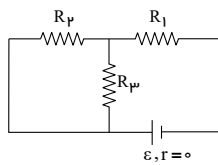
- ۹ (۱)
- ۲۰ (۲)
- ۲۹ (۳)
- ۳۹ (۴)

۱۱۵. در مدار رسم شده، اگر کلید k را باز (قطع) کنیم، اعدادی که ولت سنج های ۱ و ۲ نشان می دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟



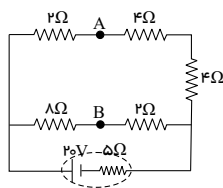
- (۱) افزایش - افزایش
- (۲) کاهش - کاهش
- (۳) افزایش - کاهش
- (۴) کاهش - افزایش

۱۱۶. در شکل مقابل، توان مصرفی مقاومت های R_1 و R_2 به ترتیب $40W$ و $10W$ است. اگر توان مصرفی کل مدار $70W$ باشد، نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ کدام است؟



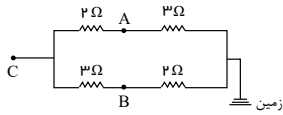
- ۴ (۱)
- ۲ (۲)
- $\frac{1}{2}$ (۳)
- $\frac{1}{4}$ (۴)

۱۱۷. در شکل مقابل، $V_A - V_B$ چند ولت است؟



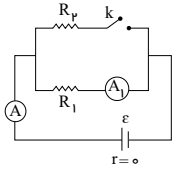
- ۴ (۱)
- ۶ (۲)
- ۸ (۳)
- ۱۰ (۴)

۱۱۸. با توجه به شکل زیر، اگر پتانسیل نقطه C برابر با ۲۵ ولت باشد، کدام گزینه درباره مقدار $V_A - V_B$ درست است؟



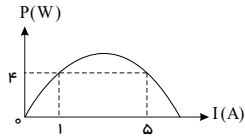
- (۱) صفر است.
 (۲) مقداری مثبت است.
 (۳) مقداری منفی است.
 (۴) نمی توان اظهار نظر قطعی کرد.

۱۱۹. در مدار شکل زیر، با بستن کلید k اعدادی که آمپرسنج های ایده ال A و A_1 نشان می دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه



- تغییر می کنند؟
 (۱) افزایش - افزایش
 (۲) کاهش - کاهش
 (۳) افزایش - ثابت
 (۴) کاهش - ثابت

۱۲۰. در شکل زیر، نمودار توان خروجی یک مواد بر حسب جریان الکتریکی عبوری از آن رسم شده است. اگر مقاومت درونی مولد ۲Ω باشد، نیروی محرکه آن چند ولت است؟



- (۱) ۸
 (۲) ۱۶
 (۳) ۱۰
 (۴) ۱۲

۱. گزینه ۴ الکترون در نهایت به سمت بالا حرکت کرده، پس سرعت سوق به سمت بالاست. سرعت سوق الکترون همواره در خلاف جهت میدان الکتریکی است. پس جهت میدان به سمت پایین است.

متوسط

گزینه ۲

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{120}{6} = 20 \Omega$$

$$I_2 = I_1 + 3 = 6 + 3 = 9A$$

$$V_2 = RI_2 = 20 \times 9 = 180V \Rightarrow V_2 - V_1 = 180 - 120 = 60V$$

متوسط

۳. گزینه ۲ آمپرسنج باید در مدار به صورت متوالی و ولتسنج به صورت موازی بسته شود.

متوسط

۴. گزینه ۲ آمپر - ساعت یکایی از جنس کولن است و نشان می دهد حداکثر باری که از هر باتری عبور می کند چقدر است.

متوسط

۵. گزینه ۳ چون همه رساناها از جنس مس هستند، پس ρ برای همه یکسان است و داریم:

$$1) R = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{D}{4}\right)^2}$$

$$= 4 \left(\rho \frac{L}{\pi D^2}\right)$$

$$3) R = \rho \frac{1.5L}{\pi \left(\frac{D}{6}\right)^2}$$

$$= 54 \left(\rho \frac{L}{\pi D^2}\right)$$

متوسط

$$2) R = \rho \frac{2L}{\left(\frac{D}{4}\right)^2}$$

$$= 32 \left(\rho \frac{L}{\pi D^2}\right)$$

$$4) R = \rho \left(\frac{4L}{\pi D^2}\right)$$

$$= 4 \left(\rho \frac{L}{\pi D^2}\right)$$

گزینه ۴

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{50} = 0.24A = 240mA$$

$$q = I \Delta t \Rightarrow 20mAh = 240mA \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{12}h = 5 \text{ min}$$

متوسط

گزینه ۴

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho A}{\rho B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A}$$

طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ برای مقایسه مقاومت دو سیم می توان نوشت:
اگر طول سیم B را ۱۰۰ فرض کنیم طول سیم A، ۱۲۰ خواهد بود. ($L_B = 100, L_A = 120$)
از طرفی چون حجم سیم ها برابر است داریم:

$$\begin{aligned} V_{سیم} &= AL \\ \longrightarrow VA &= VB \\ AAL &= ABLB \Rightarrow AA \times 120 = AB \times 100 \rightarrow \frac{AB}{AA} = \frac{6}{5} \end{aligned}$$

بنابراین داریم: (در ضمن چون هر دو سیم مسی و هم دما هستند $\rho_A = \rho_B$)

$$\frac{R_A}{R_B} = 1 \times \frac{120}{100} \times \frac{6}{5} = \frac{36}{25} = 1.44$$

سخت

۸. گزینه ۲ طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، برای مقایسه مقاومت در دو حالت خواهیم داشت:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

می‌دانیم با بافتن ۴ سیم کنار هم، سطح مقطع ۴ برابر می‌شود (و یا طبق گفته سؤال چون قطر ۲ برابر شده مساحت ۴ برابر می‌شود) پس $A_2 = 4A_1$ ، در نتیجه:

$$\frac{L_2 = \frac{1}{4}L_1}{\frac{R_2}{R_1}} = 1 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16} \rightarrow R_2 = \frac{R_1}{16} = \frac{R}{16}$$

ثابت ρ

-متوسط-

۹. گزینه ۲ ابتدا طبق رابطه $\rho_2 = \rho_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ مقاومت ویژه را دمای جدید محاسبه کنیم:

$$\rho_2 = \rho_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow \rho_2 = \frac{3}{2} \times 10^{-7} \left(1 + \frac{2}{3} \times 10^{-7} \times 50\right) = 2 \times 10^{-7} (\Omega \cdot m)$$

حال ρ از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌توان سطح مقطع را محاسبه کرد:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 1 = 2 \times 10^{-7} \times \frac{20}{A} \Rightarrow A = 4 \times 10^{-6} m^2 = 4 \times 10^{-2} cm^2$$

-متوسط-

۱۰. گزینه ۴ طبق رابطه $\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T) = \rho_0 + \alpha\rho_0\Delta T = \rho_0 + \rho_0\alpha T - \rho_0\alpha T_0 + \rho_0$ سؤال شیب خط برابر $\rho_0\alpha$ است. از آنجا که خطوط موازی‌اند، داریم:

$$(\rho_0\alpha)_A = (\rho_0\alpha)_B \xrightarrow{\rho_0 A > \rho_0 B} \alpha A < \alpha B$$

پس گزینه صحیح فقط گزینه ۴ است.

-متوسط-

۱۱. گزینه ۲ ابتدا طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ نسبت مقاومت‌های A و B را به کمک اطلاعات نمودار محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{V_A}{I_A}}{\frac{V_B}{I_B}} \xrightarrow{V_A = V_B} \frac{R_A}{R_B} = \frac{I_B}{I_A} = \frac{4}{1} = 4$$


حال طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ برای مقایسه دو سیم خواهیم داشت:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A}$$

از آنجایی که سطح مقطع سیم دایره است داریم $A \propto r^2 \rightarrow A = \pi r^2$ ، پس:

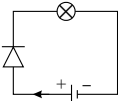
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \rightarrow 4 = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times 2 \times \left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^2 \rightarrow 4 = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times 2 \times \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{5}{2}$$

-متوسط-

۱۲. گزینه ۲ در نماد ، جهت پیکان، جریانی که می‌تواند از دیود عبور کند را بیان می‌کند. (گزینه ۱ به درستی بیان شده است)

(است)

اگر جریان در خلاف پیکان باشد، از دیود عبور نمی‌کند و قطع جریان اتفاق می‌افتد. در مدار زیر، با تعویض جهت دیود، جریان از مدار عبور نمی‌کند. (گزینه ۲ نادرست بیان شده است)



گزینه‌های ۳ و ۴ نیز به درستی بیان شده‌اند. بنابراین، پاسخ تست گزینه ۲ می‌باشد.

-متوسط-

۱۳. گزینه ۴ با توجه به کدهای رنگی جدول، مقاومت به صورت زیر اندازه‌گیری می‌شود:

$$24 \times 10^1 \Omega \pm 2\% = 240 \Omega \pm \frac{2}{100} \times 240 \Omega = 240 \Omega \pm 48 \Omega$$

در نتیجه بیشترین مقدار ممکن برای این مقاومت 288Ω و کمترین مقدار ممکن برای آن 192Ω است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{288 - 192}{192} \times 100 = \frac{96}{192} \times 100 = 50\%$$

یعنی بیشترین مقدار این مقاومت 50% بیشتر از کمترین مقدار ممکن برای آن است.

-متوسط

۱۴. گزینه ۳

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{V=10V, I=20A} R = \frac{10}{20} = 0,5 \Omega$$

ابتدا با استفاده از قانون اهم، مقاومت سیم را حساب می‌کنیم:

اکنون مقاومت ویژه سیم را به دست می‌آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{A=0,5mm^2=0,5 \times 10^{-6}m^2, L=5m, R=0,5\Omega} 0,5 = \rho \times \frac{5}{0,5 \times 10^{-6}} \Rightarrow \rho = 5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$$

-متوسط

۱۵. گزینه ۳ با استفاده از نمودار، ابتدا ε و r را بدست می‌آوریم. رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد بر حسب شدت جریان عبوری از آن برابر است با:

$$VA - VB = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} 20 = \varepsilon - r \times 0 \Rightarrow \varepsilon = 20V \\ 0 = 20 - r \times 40 \Rightarrow r = \frac{20}{40} = 0,5 \Omega \end{cases}$$

حال با استفاده از رابطه شدت جریان الکتریکی در مدار تک‌حلقه، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{20}{4,5+0,5} = \frac{20}{5} = 4A$$

$$V = RI = 4,5 \times 4 = 18V$$

طبق قانون اهم داریم:

-متوسط

۱۶. گزینه ۴

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t_1 = \Delta t_2} \frac{\Delta q_1}{\Delta q_2} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \frac{\Delta q_1}{\Delta q_2} = \frac{200}{1 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^5$$

-متوسط

۱۷. گزینه ۲

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow R_1 = \frac{12}{4} = 3 \Omega$$

با توجه به نمودار خطی (۱) داریم:

با توجه به نمودار (۲) باید مقدار R_2 را محاسبه کنیم. ولی به ازای $V = 12V$ جریان به ما داده نشده است. برای محاسبه این جریان

از نمودار (۱) کمک می‌گیریم:

$$\left. \begin{matrix} R_1 = 3 \Omega \\ V = 3V \end{matrix} \right\} \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow 3 = \frac{3}{I} \rightarrow I = 1A$$

$$\left. \begin{matrix} R_2 = ? \\ I = 1A \\ V = 12 \end{matrix} \right\} \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow R_2 = \frac{12}{1} = 12 \Omega$$

$$\Rightarrow |R_2 - R_1| = 12 - 3 = 9 \Omega$$

-متوسط

۱۸. گزینه ۳

$$\left. \begin{matrix} r, R \\ A_1 \\ m_1 \\ L_1 \end{matrix} \right\} : \text{سیم توخالی} \qquad \left. \begin{matrix} R \\ A_2 \\ m_2 \\ L_2 \end{matrix} \right\} : \text{سیم توپر}$$

جرم دو سیم برابر است، پس:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho'_1 V_1 = \rho'_2 V_2 \xrightarrow{\rho'_1 = \rho'_2} \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{A_2}{A_1} \quad (1)$$

طبق رابطه مقایسه‌ای برای مقاومت دو سیم رسانا داریم:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{(1)} \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{\pi R_2^2}{\pi R_1^2 - \pi r^2}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{R_2^2}{R_1^2 - r^2} \Rightarrow 2R_2^2 = 3R_1^2 - 3r^2 \Rightarrow R_2^2 = 3r^2 \Rightarrow R = \sqrt{3}r$$

-سخت-

۱۹. گزینه ۴ می‌دانیم که اختلاف پتانسیل دو سر باتری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_b - V_a = \varepsilon - Ir \Rightarrow \begin{cases} V_b - V_a = 11V \rightarrow 11 = \varepsilon - 2r & (1) \\ V_b - V_a = 9,5V \rightarrow 9,5 = \varepsilon - 5r & (2) \end{cases} \xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} \varepsilon = 12V \\ r = 0,5\Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = \frac{12}{0,5} = 24A$$

-متوسط-

۲۰. گزینه ۱ اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف (در دمای ثابت)، مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود آن وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اهمی می‌نامند.

با این حال وسیله‌های زیادی یافت می‌شود که از این قانون پیروی نمی‌کنند. یکی از وسیله‌های غیر اهمی، دیود نورگسیل (LED) است. نمودار جریان الکتریکی بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر چنین دیودی تقریباً شبیه شکل سوال است.

-متوسط-

۲۱. گزینه ۴ مقدار انرژی که باتری به مدار می‌دهد، برابر است با:

$$\Delta U = q\Delta V \xrightarrow{q=I\Delta t} \Delta U = (I\Delta t)\Delta V \xrightarrow{I=0,2mA=0,2 \times 10^{-3}A, t=\frac{1}{f}h=\frac{1}{1} \times 3600s} \Delta V=1,5V$$

$$\Delta U = 0,2 \times 10^{-3} \times \frac{1}{1} \times 3600 \times 1,5 \Rightarrow \Delta U = 0,54J = 540mJ$$

-متوسط-

۲۲. گزینه ۲ اگر کلید k باز باشد مقاومت از مدار حذف شده و ولت‌سنج نیروی محرکه مولد (ε) را نشان می‌دهد. بنابراین $\varepsilon = 15V$ است. وقتی کلید بسته است، داریم:

$$V = \varepsilon - rI = RI \Rightarrow 12 = 6I \Rightarrow I = 2A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 2 = \frac{15}{6+r} \rightarrow r = 1,5\Omega$$

-متوسط-

۲۳. گزینه ۲ چون حجم سیم ثابت می‌ماند، داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 \times L_1 = A_2 \times L_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1} \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

$$\frac{(1) R_2}{R_1} = 1 \times \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \xrightarrow{L_2=4L_1} \frac{R_2}{R_1} = (4)^2 = 16$$

متوسط

۲۴. گزینه ۱ دقت کنید در حل سؤال، چگالی را با ρ و مقاومت ویژه را با ρ' نشان داده‌ایم. چون دو سیم دارای جرم برابرند، طبق رابطه چگالی داریم:

$$m_A = m_B \Rightarrow \rho_A V_A = \rho_B V_B \Rightarrow \rho_A A A L_A = \rho_B A B L_B \xrightarrow{L_A=L_B} \frac{\rho_A A^2}{A B} = 1,5$$

حال طبق رابطه مقاومت رساناهای اهمی داریم:

$$R_A = R_B \Rightarrow \frac{\rho'_A L_A}{A A} = \frac{\rho'_B L_B}{A B} \xrightarrow{L_A=L_B} \frac{\rho'_A}{A A} = \frac{\rho'_B}{A B} \Rightarrow \frac{\rho'_A}{\rho'_B} = \frac{A A}{A B} = \frac{1}{1,5} = \frac{1}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3}$$

متوسط

۲۵. گزینه ۲ مطابق روابط زیر برای ثابت ماندن جریان الکتریکی، مقاومت مدار باید ۰٫۸ مقدار اولیه شود.

$$I_1 = I_2 \xrightarrow{r=0} \frac{\varepsilon_1}{R_1} = \frac{\varepsilon_2}{R_2} \xrightarrow{\varepsilon_2=0,8\varepsilon_1} \frac{\varepsilon_1}{R_1} = \frac{0,8\varepsilon_1}{R_2} \Rightarrow R_2 = 0,8R_1$$

در نتیجه مطابق رابطه بالا مقاومت رئوستا باید ۰٫۸ برابر شود. باید توجه داشت که طول اولیه مقاومت که در مدار است در طول ۲ cm شامل تعدادی حلقه می‌باشد. برای اینکه مقاومت در حالت جدید ۰٫۸ برابر شود پس می‌بایست تعدادی از حلقه‌ها کم شود که باعث کاهش طول مقاومت در مدار می‌شود و چون تعداد حلقه‌ها در واحد طول، مقداری ثابت است، لذا مقاومت در حالت جدید با طولی از رئوستا که در مدار قرار دارد، نسبت مستقیم دارد، در این حالت داریم:

$$R_2 = 0,8R_1 \xrightarrow{R=\rho\frac{L}{A}} \rho_2 \frac{L_2}{A_2} = 0,8\rho_1 \frac{L_1}{A_1}$$

$$\xrightarrow{A_2=A_1} L_2 = 0,8L_1 = 0,8 \times 20 = 16 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 16 - 20 = -4 \text{ cm}$$

چون طول مقاومت کاهش یافته، پس لغزنده باید به سمت چپ جابه‌جا شود.

سخت

۲۶. گزینه ۳ مطابق رابطه زیر برای دو برابر شدن مدت زمان تخلیه بار الکتریکی درون باتری، جریان الکتریکی خروجی از باتری باید نصف شود. چون بار موجود در باتری ثابت است، داریم:

$$\Delta q = I \Delta t \Rightarrow I_1 \Delta t_1 = I_2 \Delta t_2 \xrightarrow{\Delta t_2=2\Delta t_1} I_2 = \frac{I_1}{2}$$

با توجه به ثابت بودن اختلاف پتانسیل دو سر باتری، ولتاژ دو سر مقاومت نیز ثابت می‌ماند و با نصف شدن جریان الکتریکی، مقاومت آن باید دو برابر شود.

$$V_2 = V_1 \Rightarrow R_2 I_2 = R_1 I_1 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2} = 2$$

با توجه به روابط زیر، برای دو برابر شدن مقاومت الکتریکی، قطر سطح مقطع سیم باید $\frac{\sqrt{2}}{2}$ برابر شود.

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{A=\frac{\pi}{4}D^2, L_1=L_2} \frac{A_1}{A_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 1 \times 1 \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \Rightarrow 2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

سخت

۲۷. گزینه ۳

$$R = \frac{V}{I} \quad \left. \begin{array}{l} \\ I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow R = \frac{V}{\frac{ne}{\Delta t}} = \frac{V \Delta t}{ne}$$

$$\Rightarrow R = \frac{12 \times 2 \times 10^{-3}}{1,5 \times 10^{16} \times 1,6 \times 10^{-19}} = \frac{24 \times 10^{-3}}{2,4 \times 10^{-3}} = 10 \Omega$$

متوسط

۲۸. گزینه ۱ ابتدا سطح مقطع دو رسانا را به دست می آوریم:

$$A_A = \pi r^2$$

$$A_B = \pi(r_1^2 - r_2^2) = \pi((2r)^2 - r^2) = 3\pi r^2$$

طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ نسبت مقاومت دو رسانا را به دست می آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho A}{\rho B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\frac{\rho A = \frac{1}{3}\rho B, \quad A_A = \pi r^2}{L_B = 1,5L_A, \quad A_B = 3\pi r^2} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{1}{3}\rho B}{\rho B} \times \frac{L_A}{1,5L_A} \times \frac{\pi r^2}{3\pi r^2} = \frac{1}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{3} = 1$$

حال طبق رابطه قانون اهم می توان نوشت:

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{R_B}{R_A} = \frac{2}{3} \times 1 = \frac{2}{3}$$

سخت

۲۹. گزینه ۴ طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ مقاومت درونی مولد (r) برابر اندازه شیب نمودار $V - I$ می باشد. پس نسبت مقاومت درونی دو مولد برابر نسبت اندازه شیب نمودارهای A و B می باشد.

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 0 = \varepsilon - Ir = 0 \Rightarrow r = \frac{\varepsilon}{I}$$

بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: $\frac{r_A}{r_B} = \frac{\frac{\varepsilon}{2I}}{\frac{\varepsilon}{3I}} = \frac{3}{2}$

گزینه ۲: $\frac{r_A}{r_B} = \frac{\frac{3\varepsilon}{3I}}{\frac{\varepsilon}{2I}} = 2$

گزینه ۳: $\frac{r_A}{r_B} = \frac{\frac{3\varepsilon}{2I}}{\frac{\varepsilon}{3I}} = \frac{3}{2}$

گزینه ۴: $\frac{r_A}{r_B} = \frac{\frac{2\varepsilon}{3I}}{\frac{\varepsilon}{2I}} = \frac{4}{3}$

بنابراین گزینه ۴ صحیح نیست.

سخت

۳۰. گزینه ۴

زمانی که کلید باز است، ولتسنج ایده آل نیروی محرکه مولد را نشان می دهد. در حالی که کلید بسته است، ولتسنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می دهد.

$$V_P = \varepsilon - Ir \xrightarrow{\varepsilon = V_1} V_1 - V_P = Ir \Rightarrow r = \frac{V_1 - V_P}{I}$$

تفاوت یک باتری نو و فرسوده در مقاومت داخلی آن است و برای یک باتری نو، مقاومت داخلی کمتر از یک اهم می باشد. داریم:

$$r < 1\Omega \Rightarrow \frac{V_1 - V_2}{I} < 1 \Rightarrow V_1 - V_2 < I \Rightarrow I > 12 - 10 \Rightarrow I > 2$$

بنابراین اگر باتری نو باشد، آمپرسنج باید عددی بزرگ‌تر از ۲A را نشان دهد، و بنابراین تنها گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

سخت

۳۱. گزینه ۳ جریان در مدار تک‌حلقه با یک مقاومت خارجی از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ و اختلاف پتانسیل دو سر مولد از رابطه $V = \varepsilon - rI = RI$ به دست می‌آید و می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - rI = RI = \frac{R\varepsilon}{R+r}$$

اختلاف پتانسیل ۵۰ درصد کاهش یافته پس $V' = \frac{V}{2}$ خواهد بود.

برای مقایسه دو حالت داریم:

$$V = \frac{\lambda\varepsilon}{\lambda+2} \quad (1)$$

$$V' = \frac{V}{2} = \frac{R'\varepsilon}{R'+2} \quad (2)$$

$$\frac{V}{V'} = \frac{\frac{\lambda \times \varepsilon}{\lambda+2}}{\frac{R' \times \varepsilon}{R'+2}} \Rightarrow 2 = \frac{\lambda \times (R'+2)}{R' \times (\lambda+2)} \Rightarrow 2 \cdot R' = \lambda R' + 16 \Rightarrow R' = \frac{4}{3}\Omega$$

پس مقاومت جدید باید برابر با $\frac{4}{3}\Omega$ باشد و این یعنی:

$$\Delta R = R' - R = \frac{4}{3} - \lambda = -\frac{20}{3}\Omega$$

پس مقاومت رئوستا باید $\frac{20}{3}\Omega$ کاهش یابد و بنابراین لازم است لغزنده رئوستا به سمت راست حرکت کند.

سخت

۳۲. گزینه ۲ اختلاف پتانسیل دو سر مولد برای دو جریان داده شده به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$V = \varepsilon - rI$$

$$\begin{cases} V = \varepsilon - \frac{3}{4}r \\ \frac{2}{3}V = \varepsilon - 3r \end{cases}$$

با تقسیم دو معادله برهم، نیروی محرکه مولد را بر حسب r به دست می‌آوریم:

$$\frac{\frac{2}{3}V}{V} = \frac{\varepsilon - 3r}{\varepsilon - \frac{3}{4}r} \Rightarrow \varepsilon = 6r$$

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow 0 = 6r - rI \Rightarrow I = 6A$$

اگر اختلاف پتانسیل دو سر مولد را صفر قرار دهیم، داریم:

سخت

۳۳. گزینه ۳ طبق رابطه $C = \frac{\varepsilon \cdot kA}{d}$ ، C و d رابطه عکس دارند پس با نصف کردن فاصله صفحات، ظرفیت خازن ۲ برابر می‌شود. $(C_2 = 2C_1)$

برای مقایسه بار خازن طبق رابطه $q = CV$ داریم:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{C_2=2C_1, V_2=4V_1} \frac{q_2}{q_1} = 2 \times 4 = 8$$

و همین‌طور طبق رابطه $U = \frac{1}{2}CV^2$ برای انرژی خازن خواهیم داشت:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = 2 \times (4)^2 = 32$$

-متوسط

۳۴. گزینه ۲ برای مقایسه مقاومت در سیم طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B}$$

مقطع سیم دایره است و $A = \pi r^2$ اگر $r_A = 2r_B$ باشد، آنگاه $A_A = 4A_B$ می‌باشد.

از طرفی چون هر دو سیم مسی هستند پس $\rho_A = \rho_B$ برای یافتن نسبت $\frac{L_B}{L_A}$ از نسبت جرم‌ها کمک می‌گیریم. چون

$m_A = 2m_B$ و سیم‌ها هر دو مسی هستند، پس:

$$(\text{حجم } V_A = 2V_B) \xrightarrow{\text{سیم } V=AL} A_A L_A = 2A_B L_B \xrightarrow{A_A=4A_B} 2L_A = L_B$$

کافی در رابطه اول جایگذاری کنیم:

$$\frac{R_B}{R_A} = 1 \times 2 \times 4 = 8$$

-سخت

۳۵. گزینه ۳ وقتی تغییرات پارامتری درصدی بیان می‌شود، می‌توانیم برای سادگی مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کنیم، پس در این تست $R_1 = 100$ و چون مقاومت ۴۰ درصد زیاد شده، $R_2 = 140$ ، حال با جایگذاری در رابطه $R_2 = R_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ خواهیم داشت:

$$140 = 100(1 + \alpha \times 10^{-3} \Delta\theta) \rightarrow 40 = 0.8\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 50^\circ C \rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 50^\circ C$$

$$\theta_1 = 10^\circ C \rightarrow \theta_2 = 60^\circ C$$

-متوسط

۳۶. گزینه ۲

$$q(t) = en(t) \Rightarrow \bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = e \times \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = e \times \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = e \times \frac{(\Delta n t_2 + 27) - (\Delta n t_1 + 27)}{t_2 - t_1}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = e \times \frac{\Delta n(t_2 - t_1)}{t_2 - t_1} = (e \times \Delta n) A$$

$$\frac{e = 1.6 \times 10^{-19} C}{\Rightarrow \bar{I} = 1.6 \times 10^{-19} \times \Delta n = 9.28 \times 10^{-18} A}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = 9.28 \times 10^{-15} mA$$

روش دوم: چون بازه زمانی دلخواه است می‌توانیم $t_1 = 0$ و $t_2 = 1$ را در نظر بگیریم:

$$\begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow n_1 = \Delta n(0) + 27 = 27 \rightarrow q_1 = ne = 27e \\ t_2 = 1 \rightarrow n_2 = \Delta n(1) + 27 = 85 \rightarrow q_2 = 85e \end{cases}$$

$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1} = \frac{85e - 27e}{1 - 0} = 58e$$

$$\frac{e = 1.6 \times 10^{-19}}{\Rightarrow \bar{I} = 58 \times 1.6 \times 10^{-19} = 9.28 \times 10^{-18} A \rightarrow \bar{I} = 9.28 \times 10^{-15} mA}$$

-سخت

۳۷. گزینه ۳ در حالت اول ابتدا جریان عبوری از مدار را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow I = \frac{12}{1 + 1} = 6A$$

در این حالت اندازه اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V_b - V_a = \varepsilon - rI \Rightarrow V_b - V_a = 12 - 6 \times 1 = 6V$$

با افزایش مقاومت خارجی، جریان عبوری از مدار کاهش یافته و خواهیم داشت:

$$R' = 2R = 2 \times 1 = 1 \rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{r + R'} \Rightarrow I = \frac{12}{1 + 2} = 4A$$

در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V'_b - V'_a = \varepsilon - I'r \Rightarrow V'_b - V'_a = 12 - 4 \times 1 = 8V$$

$$\frac{V'_b - V'_a}{V_b - V_a} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\frac{4}{3}$ خواهد شد.

سخت

۳۸. گزینه ۱ ابتدا جریان کل مدار را بدست می آوریم:

$$I = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4) - \varepsilon_3}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4} = \frac{3 + 2 + 4 - 1}{1 + 1 + 4 + 2} = \frac{8}{8} = 1A$$

بین هر دو نقطه متوالی یک مولد بسته شده از آن جایی که اختلاف پتانسیل دو سر مولد $\varepsilon - Ir$ است، گزینه‌ای جواب است که $\varepsilon - Ir = 0 \rightarrow \varepsilon = Ir$ بشود.

گزینه (۱) بین A و D مولد ε_2 قرار دارد:

$$\varepsilon_2 = Ir_2 \quad 4 = 1 \times 4 \quad \checkmark \text{ درست}$$

گزینه (۲) بین A و B مولد ε_1 قرار دارد:

$$\varepsilon_1 = Ir_1 \quad 2 = 1 \times 1 \quad \times \text{ نادرست}$$

همین‌طور گزینه ۳ و ۴ نیز نادرست می باشند.

متوسط

۳۹. گزینه ۱ ابتدا به کمک رابطه $I = \frac{q}{t}$ ، بار عبوری (q) را حساب کرده و سپس از رابطه $q = \pm ne$ ، تعداد الکترون‌های معادل بار را بدست می آوریم:

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow \frac{I = 320 \text{ mA} = 320 \times 10^{-3} \text{ A}}{t = 6 \mu\text{s} = 6 \times 10^{-6} \text{ s}} \rightarrow 320 \times 10^{-3} = \frac{q}{6 \times 10^{-6}} \rightarrow q = 6 \times 320 \times 10^{-9}$$

$$\Rightarrow q = ne \rightarrow \frac{e = 1.6 \times 10^{-19}}{6 \times 320 \times 10^{-9}} = n \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\rightarrow n = \frac{6 \times 320 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12 \times 10^{12} \quad \text{تعداد الکترون‌ها:}$$

متوسط

۴۰. گزینه ۳ ابتدا با توجه به نمودار جریان بر حسب ولتاژ، نسبت مقاومت دو رسانا را به دست می آوریم.

$$V = RI \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{R_A}{R_B} \times \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{3}{6} = \frac{R_A}{R_B} \times \frac{I}{I} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$$

حال با توجه به نمودار جریان بر حسب زمان با نوشتن معادله خط، جریان الکتریکی در لحظه $t = 5s$ را برای دو رسانا حساب می کنیم.

$$I = at + b \rightarrow \begin{cases} 20 = a \times 0 + b \\ 0 = a \times 10 + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = 20 \\ a = -2 \end{cases} \Rightarrow I_A = -2t + 20$$

$$t = 5s \Rightarrow I_A = -2 \times 5 + 20 = 10A$$

$$I = a't + b' \rightarrow \begin{cases} 10 = a' \times 0 + b' \\ 0 = a' \times 20 + b' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b' = 10 \\ a' = -\frac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow I_B = -\frac{1}{2}t + 10$$

$$t = 5s \Rightarrow I_B = -\frac{1}{2} \times 5 + 10 = \frac{15}{2}A$$

حال با مقایسه ولتاژ اعمالی داریم:

$$V = RI \Rightarrow \frac{VA}{VB} = \frac{RA}{RB} \times \frac{IA}{IB} \xrightarrow{\frac{RA}{RB} = 1, IA=1 \text{ A}, IB=1.5 \text{ A}} \frac{VA}{VB} = \frac{1}{2} \times \frac{10}{1.5} = \frac{2}{3}$$

سخت-

۴۱. گزینه ۴ طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ خواهیم داشت: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$ با کوتاه کردن سیم ρ و A تغییر نمی‌کند، پس $\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1}$ و از طرفی $L_2 = L_1 - 5 \text{ cm}$ ، در نتیجه:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_1 - 5}{L_1} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{L_1 - 5}{L_1} \Rightarrow L_1 = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

دقت کنیم که چون در رابطه $L_2 = L_1 - 5$ واحد طول را cm قرار دادیم جواب هم در ابتدا بر حسب cm بدست آمد.

متوسط-

۴۲. گزینه ۴ جریان باتری از پایه A وارد و از پایه C خارج می‌شود و چون پایه B آزاد است، چرخش پیچ تنظیم پتانسیومتری بر مقاومتی که در مسیر جریان وجود دارد اثر نخواهد داشت، لذا جریان ثابت و غیر صفر است.

متوسط-

۴۳. گزینه ۳ نکته: اگر با ثابت ماندن جرم یک سیم مساحت مقطع آن را تغییر دهیم، طول سیم به نسبت عکس مساحت تغییر

می‌کند (یعنی $\frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2}$)

حال طبق رابطه مساحت دایره (مقطع سیم) $A = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$ ، با ۲ برابر شدن قطر سیم ($d_2 = 2d_1$) مساحت ۴ برابر می‌شود ($A_2 = 4A_1$)

از طرفی طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ برای مقاومت سیم خواهیم داشت:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{4}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

سؤال نسبت اختلاف پتانسیل رو خواسته که طبق رابطه $V = RI$ خواهیم داشت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow{\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{3} \text{ جریان نصف}} \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{16} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{48}$$

سخت-

۴۴. گزینه ۲ از رابطه $\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta$ (و یا رابطه $R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$) استفاده می‌کنیم.

نکته: هرگاه تغییر یک پارامتر بصورت درصدی بیان شود برای سادگی محاسبات می‌توانیم مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کنیم و تغییرات را به ۱۰۰ اضافه یا کم کنیم.

در این تست چون مقاومت ۲۰ درصد زیاد شده می‌توانیم بگوییم اگر $R_1 = 100$ باشد، $R_2 = 120$ می‌شود!! بنابراین:

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta \theta) \rightarrow 120 = 100 (1 + \alpha \times 25) \Rightarrow \frac{120}{100} = 1 + \alpha \times 25$$

$$\frac{6}{5} - 1 = \alpha \times 25 \rightarrow \alpha = \frac{1}{25} = \frac{1}{125} = 8 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{^\circ C} \right) \text{ یا } \alpha = 8 \times 10^{-3} (K^{-1})$$

تذکر: می‌دانیم واحد α می‌تواند $^\circ C^{-1}$ یا K^{-1} باشد و با هم فرقی ندارند.

متوسط-

۴۵. گزینه ۳ به کمک داده‌های نمودار ابتدا ϵ و r را پیدا می‌کنیم و سپس به کمک رابطه $I = \frac{\epsilon}{R+r}$ جریان مدار را بدست می‌آوریم.

در نمودار مشخص است $\begin{cases} I = 4 \\ V = 8 \end{cases}$ و $\begin{cases} I = 0 \\ V = 12 \end{cases}$ که با جایگذاری در رابطه ولتاژ باتری ($V = \varepsilon - Ir$) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} I=0 & \rightarrow 12 = \varepsilon - 0 \Rightarrow \varepsilon = 12(V) \text{ جواب تست} \\ I=4 & \rightarrow 8 = 12 - 4r \Rightarrow r = 1\Omega \\ & \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{12}{3+1} = 3A \end{aligned}$$

سخت-

۴۶. گزینه ۴ خوب است بدانیم وقتی پارامتری درصدی تغییر می‌کند می‌توانیم برای سادگی محاسبه مقدار اولیه آن را ۱۰۰ فرض کنیم، مثلاً در این تست $I_1 = 100$ فرض کنیم، و چون جریان ۲۰ درصد افزایش داشته، $I_2 = 120$ می‌شه! حالا به کمک رابطه $V = IR$ خواهیم داشت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \frac{V_2 = V_1 + 2}{V_1} = \frac{120}{100} \Rightarrow V_1 = 10V$$

متوسط-

۴۷. گزینه ۲ ابتدا در مسیر شامل باتری (۱)، از نقطه A به نقطه B می‌رویم تا جریان را محاسبه کنیم. (فرض می‌کنیم جریان در مدار پادساعت‌گرد است.)

$$VA - 2I + 10 - 3I = VB \Rightarrow \underbrace{VA - VB}_{20} + 10 - 5I = 0 \Rightarrow 20 + 10 - 5I = 0 \Rightarrow I = 6A$$

اکنون یک دور کامل در مدار حرکت می‌کنیم تا نیروی محرکه مولد ε_3 محاسبه شود.

$$VA - 12I + 10 + 90 - \varepsilon_3 = VA \Rightarrow \varepsilon_3 = 100 - 12 \times 6 = 28V$$

سخت-

۴۸. گزینه ۳

در مورد باتری ۱: $V = \varepsilon - rI \Rightarrow 5,5 = 6 - 1 \times I \Rightarrow I = 0,5A$

قانون حلقه: $+5,5 - 10 + 10 - VR_2 = 5,5V$

$$R_2 = \frac{VR_2}{I} = \frac{5,5}{0,5} = 11\Omega$$

سخت-

۴۹. گزینه ۲ دو مقاومت R_1 و R_2 با هم موازی هستند، لذا می‌توان نوشت:

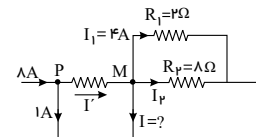
$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 2 \times 4 = 8 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 1A$$

ادامه مسئله را می‌توان به دو روش حل کرد:

روش اول:

قاعده انشعاب در گره P: $8 = I' + 1 \Rightarrow I' = 7A$

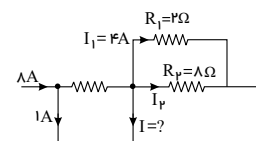
قاعده انشعاب در گره M: $I' = I_1 + I_2 + I \Rightarrow 7 = 4 + 1 + I \Rightarrow I = 2A$



روش دوم:

در شکل مقابل، اجزای داخل بخشی که با نقطه چین مشخص شده‌اند، باری ذخیره نمی‌کنند. بنابراین جمع جریان‌های ورودی و خروجی یکسان است. لذا:

$$8 = 1 + I + I_1 + I_2 \Rightarrow 8 = 1 + I + 4 + 1 \Rightarrow I = 2A$$



متوسط-

۵۰. گزینه ۳ چون ابعاد سیم بدون تغییر جرم، تغییر کرده است، بنابراین:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \rho'_1 V_1 = \rho'_2 V_2 \Rightarrow \rho'_1 A_1 L_1 = \rho'_2 A_2 L_2$$

$$\frac{\rho'_1 = \rho'_2}{\rightarrow} \frac{L_1}{L_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \quad (1)$$

از طرفی:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1 \frac{L_1}{A_1}}{\rho_2 \frac{L_2}{A_2}} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1}$$

$$\frac{\rho_1 = \rho_2}{(1)} \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 1 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4$$

$$\Rightarrow \frac{20}{320} = \left(\frac{D_2}{8}\right)^4 \Rightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{D_2}{8}\right)^4 \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{D_2}{8} \Rightarrow D_2 = 4mm$$

سخت

۵۱. گزینه ۲

$$R_2 \text{ قبل از حذف مقاومت } I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{5}$$

$$R_2 \text{ پس از حذف مقاومت } I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{\varepsilon}{3}$$

$$\text{درصد تغییرات جریان} = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \times 100$$

$$= \left(\frac{I_2}{I_1} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{3}{5} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{5}{3} - \frac{3}{3}\right) \times 100 = \frac{200}{3} \approx 66.7\%$$

متوسط

۵۲. گزینه ۱ با کاهش مقاومت متغیر R ، شدت جریان عبوری از مدار (۲) افزایش یافته و نور لامپ L_2 افزایش می‌یابد. با افزایش نور لامپ L_2 ، مقاومت LDR در مدار (۱) کاهش یافته و شدت جریان عبوری از مدار (۱) نیز افزایش می‌یابد. بنابراین نور لامپ L_1 نیز افزایش می‌یابد.

متوسط

۵۳. گزینه ۲ با توجه به رابطه شدت جریان الکتریکی، داریم:

$$q = It \xrightarrow{I=2A, t=1s} q = 2 \times 1 = 2C$$

از آن جایی که بار الکتریکی، ضرب صحیحی از بار الکترون است، داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{2}{1.6 \times 10^{-19}} = 12.5 \times 10^{18} \text{ الکترون}$$

با استفاده از قانون اهم داریم:

$$V = RI \Rightarrow 2 = R \times 2 \Rightarrow R = 1\Omega$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow L = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{1 \times 3 \times (1 \times 10^{-3})^2}{1.5 \times 10^{-8}} = 200m$$

سخت

۵۴. گزینه ۳ رابطه توان خروجی مولد را در دو حالت می‌نویسیم:

$$P = (\varepsilon - Ir)I \Rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$$

$$(1) \text{ حالت } 2\varepsilon - 4r = 3,2 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon - 2r = 1,6 \\ \varepsilon - 4r = 1,2 \end{cases} \Rightarrow 2r = 0,4 \Rightarrow r = 0,2\Omega, \varepsilon = 2V$$

متوسط

۵۵. گزینه ۱ اختلاف پتانسیل دو سر مولد از رابطه $V = \varepsilon - rI$ و جریان مدار نیز از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ به دست می‌آید، داریم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow V = \varepsilon - r \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon R}{R+r}$$

$$\frac{V}{\frac{3}{4}\varepsilon} = \frac{\varepsilon R}{R+r} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{R}{R+r} \Rightarrow 3R = 3R + 3r \Rightarrow 3r = R \Rightarrow \frac{R}{r} = 3$$

متوسط

۵۶. گزینه ۲ با توجه به دو برابر بودن جرم سیم B نسبت به جرم سیم A داریم:

$$m_B = 3m_A \quad (\text{چگالی } \rho)$$

$$\frac{m_B = \rho V}{V_B = L_B A_B} = \frac{3m_A}{3V_A} = \frac{3\rho A_A L_A}{3\rho A_B L_B} \Rightarrow \frac{L_B}{L_A} = \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{L_B}{L_A} = \frac{1}{3} \Rightarrow A_B = 3A_A$$

حال طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ و مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم داریم:(مقاومت ویژه: ρ)

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B \frac{L_B}{A_B}}{\rho_A \frac{L_A}{A_A}} = \frac{\rho_B L_B A_A}{\rho_A L_A A_B} = \frac{3\rho_A \frac{L_A}{3} A_A}{\rho_A L_A A_A} = \frac{1}{3}$$

متوسط

۵۷. گزینه ۱ مقاومت یک رسانا از رابطه مقابل به دست می آید:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

در نتیجه برای محاسبه تغییرات مقاومت داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \quad (1)$$

از آنجایی که حجم ماده استفاده شده ثابت است، تغییر سطح مقطع باعث تغییر طول می شود، در نتیجه خواهیم داشت:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow L_1 A_1 = L_2 A_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1} \quad (2) \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{L_1}{L_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

از آنجایی که سطح مقطع متناسب است با توان دوم قطر، خواهیم داشت:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4$$

کاهش ۳۶ درصدی مقاومت به این معنا است که $R_2 = R_1 - \frac{36}{100}R_1 = \frac{64}{100}R_1$ یعنی:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 \Rightarrow \frac{64}{100} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{\sqrt[4]{64}}{\sqrt[4]{100}} = \frac{2\sqrt{2}}{2\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{10}}{5}$$

سخت

۵۸. گزینه ۴ اگر بخواهیم مقاومت سیم ۷۵ درصد کاهش یابد پس مقاومت سیم $\frac{1}{4}$ مقاومت حالت اول است.

$$R_2 = \frac{1}{4}R_1 \Rightarrow \rho \frac{L_2}{A_2} = \frac{1}{4}\rho \frac{L_1}{A_1} \Rightarrow \frac{L_2}{A_2} = \frac{L_1}{4A_1}$$

از طرفی چون باید از داخل سیم یک استوانه با شعاع x خالی کنیم، پس سطح مقطع در حالت جدید برابر است با:

$$A_2 = \pi(r^2 - x^2)$$

$$\frac{L_2}{\pi(r^2 - x^2)} = \frac{L_1}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{r^2 - x^2}{4r^2}$$

حال فرض کنیم طول ثانویه سیم $L_2 = nL_1$ شود، داریم:

$$\frac{r^2 - x^2}{4r^2} = n \Rightarrow r^2 - x^2 = 4r^2 n \Rightarrow x^2 = r^2(1 - 4n) \Rightarrow x = r\sqrt{1 - 4n} \Rightarrow n \leq \frac{1}{4}$$

حال اگر $n = \frac{L_2}{L} = \frac{1}{8}$ باشد، در این صورت داریم:

$$x = r\sqrt{1 - 4 \times \frac{1}{8}} = r\sqrt{1 - \frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}r$$

هنگامی که طول آن $\frac{1}{8}$ برابر می شود شعاع استوانه ای که خالی می کنیم باید برابر $\frac{\sqrt{2}}{2}r$ باشد.

اگر $n = \frac{L_2}{L} = \frac{1}{6}$ باشد، داریم:

$$x = r\sqrt{1 - 4 \times \frac{1}{6}} \Rightarrow x = \frac{\sqrt{3}}{3}r$$

سخت-

۵۹. گزینه ۴ اختلاف پتانسیل دو سر مولد از رابطه $V = \varepsilon - rI$ به دست می آید. از طرفی جریان مدار برابر است با $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

حال از ترکیب این دو رابطه داریم:

$$V = \varepsilon - r \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon R}{R+r}$$

حال در دو حالت داریم:

$$1,5 = \frac{\varepsilon \times (1)}{1+r} \Rightarrow \varepsilon - 1,5r = 1,5 \quad (1) \quad 2 = \frac{\varepsilon \times (2)}{2+r} \Rightarrow \varepsilon - r = 2 \quad (2)$$

$$\frac{(2), (1)}{\rightarrow} \begin{cases} \varepsilon - 1,5r = 1,5 \\ \varepsilon - r = 2 \end{cases} \Rightarrow r = 1\Omega, \varepsilon = 3V$$

متوسط-

۶۰. گزینه ۱ باتوجه به نمودار نتیجه می گیریم $\varepsilon A = 10V$ و $\varepsilon B = 5V$ است.

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد از رابطه $V = \varepsilon - rI$ به دست می آید.

از طرفی باتوجه به رابطه $V = \varepsilon - rI$ و باتوجه به نمودار، مقاومت داخلی هر یک از مولدهای A و B به ترتیب برابرند با اندازه شیب نمودار آن ها. داریم:

$$r_A = \frac{10}{5} = 2\Omega, \quad r_B = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}\Omega$$

چون اختلاف پتانسیل دو سر هر مولد به ازای مقاومت R یکسان است.

باتوجه به رابطه $I = \frac{\varepsilon - rI}{R} = \frac{V}{R}$ جریان عبوری از آن ها نیز یکسان است، پس داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \varepsilon A - r_A I_A = \varepsilon B - r_B I_B$$

$$\begin{aligned} & \xrightarrow{I_A = I_B = I} 10 - 2I = 5 - \frac{1}{2}I \Rightarrow 2I - \frac{1}{2}I = 10 - 5 \Rightarrow \frac{3}{2}I = 5 \Rightarrow I = \frac{10}{3}A \\ & \varepsilon A = 10V, r_A = 2\Omega, \varepsilon B = 5V, r_B = \frac{1}{2}\Omega \\ & = \frac{10}{3}A \end{aligned}$$

حال باتوجه به جریان برای هر یک از مولدها داریم:

$$I = \frac{\varepsilon A}{R+r_A} = \frac{\varepsilon B}{R+r_B} \Rightarrow \frac{10}{3} = \frac{10}{R+2} \Rightarrow R = 1\Omega$$

متوسط-

۶۱. مقاومت لامپ در هر دو حالت ثابت است، در نتیجه طبق رابطه توان مصرفی داریم:

$$R_1 = R_2 \xrightarrow{P = \frac{V^2}{R}} \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2} \Rightarrow \frac{(220)^2}{60} = \frac{(55)^2}{P_2} \Rightarrow P_2 = \frac{15}{4}W$$

انرژی الکتریکی مصرفی در مدت یک دقیقه برابر است با:

$$W_p = P_p \cdot t = \frac{15}{4} \times 60 = 225J$$

-متوسط

۶۲. گزینه ۱ روشنایی یک لامپ بستگی به توانی دارد که در لامپ مصرف می‌شود. یعنی هرچه توان مصرفی یک لامپ بیش تر باشد، روشنایی آن بیش تر است. زمانی که هر یک از لامپ‌ها را به اختلاف پتانسیل معین V وصل می‌کنیم، با توجه به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، لامپی که پرنورتر است (توان بیش تری دارد) دارای مقاومت الکتریکی کم تری می‌باشد ($R_A < R_B$). هنگامی که دو لامپ را به‌طور متوالی به هم می‌بندیم و اختلاف پتانسیل V را به دو سر مجموعه اعمال می‌کنیم، جریان یکسانی از دو لامپ می‌گذرد. بنابراین طبق رابطه $P = RI^2$ ، توان لامپ با مقاومت آن نسبت مستقیم دارد. یعنی توان مصرفی لامپ B بیش تر از توان مصرفی لامپ A می‌باشد. در نتیجه لامپ B روشن تر از لامپ A است.

-متوسط

۶۳. گزینه ۲ توان خروجی مولد همان توان مصرفی مدار است. یعنی $P = RI^2 = \varepsilon I - rI^2$. پس برای راحتی کار از رابطه $P = RI^2$ استفاده می‌کنیم.

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{\varepsilon}{4 + r} \Rightarrow P_1 = R_1 I_1^2 = 4 \left(\frac{\varepsilon}{4 + r} \right)^2 \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{2,25 + r} \Rightarrow P_2 = R_2 I_2^2 = 2,25 \left(\frac{\varepsilon}{4,25 + r} \right)^2 \quad (2)$$

با توجه به صورت سؤال، $P_1 = P_2$ می‌باشد، بنابراین داریم:

$$4 \left(\frac{\varepsilon}{4 + r} \right)^2 = 2,25 \left(\frac{\varepsilon}{4,25 + r} \right)^2 \Rightarrow 2 \left(\frac{\varepsilon}{4 + r} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{\varepsilon}{4,25 + r} \right)$$

$$9 + 4r = 12 + 3r \Rightarrow r = 3\Omega$$

-متوسط

۶۴. گزینه ۱ در هر دو حالت آمپرسنج ایده‌آل جریان عبوری از شاخه اصلی مدار را نشان می‌دهد؛ در این صورت برای هر یک از حالت‌های گفته شده جریان عبوری از مدار را از رابطه زیر حساب می‌کنیم:

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

برای حالت اول دو مقاومت R_1 و R_3 موازی‌اند و معادل آن‌ها با $R_{1,3}$ متوالی است، داریم:

$$R_{1,3} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \Rightarrow R_{1,3} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega \quad R_{eq} = R_{1,3} + R_2 = 2 + 2 = 4\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{36}{4} = 9A$$

در حالت دوم دو مقاومت R_2 و R_3 موازی‌اند و معادل آن‌ها با R_1 متوالی است.

$$R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \Rightarrow R_{2,3} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = \frac{12}{8} = 1,5\Omega \quad R'_{eq} = 3 + 1,5 = 4,5\Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq}} \Rightarrow I' = \frac{36}{4,5} = 8A \Rightarrow I' - I = 8 - 9 = -1A$$

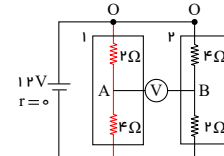
در نتیجه جریانی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، ۱ آمپر کاهش می‌یابد.

-متوسط

۶۵. گزینه ۳ چون مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد است، مقاومت‌ها در شاخه‌ها با یکدیگر متوالی‌اند، لذا داریم:

$$R_1 = 2 + 4 = 6\Omega \quad R_2 = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = 3\Omega$$



مقدار جریان کلی مدار برابر است با:

$$I_T = \frac{V_T}{R_{eq}} \Rightarrow I_T = \frac{12}{3} = 4A$$

جریان هر دو شاخه با یکدیگر برابر است:

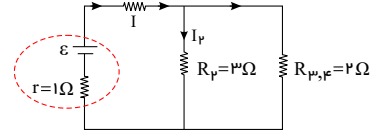
$$V_1 = V_2 \xrightarrow{R_1=R_2} I_2 = I_2 = \frac{I_T}{2} = 2A \quad V_O - V_A = 2 \times 2 = 4V$$

$$V_O - V_B = 2 \times 4 = 8V \Rightarrow V_A - V_B = 4V$$

متوسط-

۶۶. گزینه ۲ با توجه به شکل، دو مقاومت R_3 و R_4 موازی اند و معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{3,4} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$$



چون دو مقاومت R_3 و $R_{3,4}$ موازی اند، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است، داریم:

$$V_2 = V_{3,4} \Rightarrow R_2 I_2 = R_{3,4} I_{3,4} \Rightarrow \frac{R_2}{R_{3,4}} = \frac{I_{3,4}}{I_2} \xrightarrow{R_2=3\Omega, I_{3,4}=3A, R_{3,4}=2\Omega} \frac{3}{2} = \frac{3}{I_2} \Rightarrow I_2 = 2A$$

پس جریان کل مدار برابر $I = I_2 + I_{3,4} = 2 + 3 = 5A$ است.

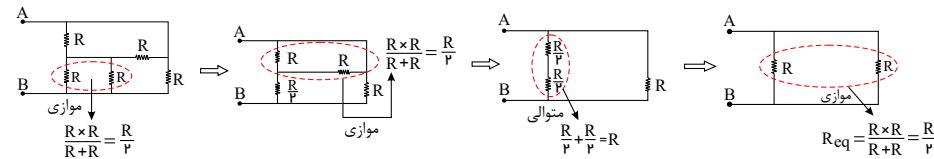
$$R_{2,3,4} = \frac{2 \times 3}{2 + 3} = \frac{6}{5} = 1,2\Omega \quad R_{eq} = R_1 + R_{2,3,4} = 0,8 + 1,2 = 2\Omega$$

طبق رابطه زیر داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 5 = \frac{\varepsilon}{2 + 1} \Rightarrow \varepsilon = 15V$$

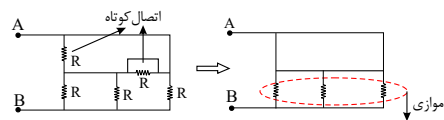
متوسط-

۶۷. گزینه ۱ در حالتی که کلید باز است، مدار به صورت زیر می‌باشد و مقاومت معادل آن برابر $\frac{R}{3}$ می‌شود.



در حالت بسته بودن کلید، دو مقاومت بالایی اتصال کوتاه و از مدار حذف می‌شوند و سه مقاومت پایینی به صورت موازی با یکدیگر قرار می‌گیرند.

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}} = \frac{3}{R} \Rightarrow R'_{eq} = \frac{R}{3}$$



در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\frac{R'_{eq}}{R_{eq}} = \frac{\frac{R}{3}}{R} = \frac{2}{3}$$

بنابراین مقاومت مدار $\frac{2}{3}$ برابر می‌شود.

متوسط-

۶۸. گزینه ۱ شکل را به صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم. دقت کنید دو سر مقاومت R_4 اتصال کوتاه می‌شود و سه مقاومت دیگر موازی‌اند.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{1}{6} + \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{6}{6} \Rightarrow R_{eq} = 1\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{10}{1+1} = 5A \quad V_{مولد} = \varepsilon - Ir = 10 - 5 \times 1 = 5V$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 نیز برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مولد است:

$$I_2 = \frac{V_{مولد}}{R_2} = \frac{5}{2} = 2,5A$$

-متوسط

۶۹. گزینه ۴ ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می آوریم. در این مدار مقاومت های R_2 و R_4 با یکدیگر متوالی و معادل آن ها با مقاومت R_3 موازی است.

$$R_{2,4} = R_2 + R_4 = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_{2,4} \times R_3}{R_{2,4} + R_3} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\Omega$$

$$R_{eq} = R_{2,3,4} + R_1 = 4 + 1 = 5\Omega \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{15}{5+0} = 3A$$

جریان I_2 و I_3 به صورت زیر به دست می آیند.

$$V_{2,3,4} = V_3 \Rightarrow R_{2,3,4} \times I = R_3 \times I_3 \Rightarrow 4 \times 3 = 12 \times I_3 \Rightarrow I_3 = 1A$$

$$I = I_3 + I_2 \Rightarrow 3 = 1 + I_2 \Rightarrow I_2 = 2A$$

حال توان مصرفی تک تک مقاومت ها را به دست می آوریم و از مقایسه آن ها نتیجه می شود که مقاومت R_4 توان بیش تری مصرف می کند.

$$P_1 = R_1 I_1^2 \xrightarrow{R_1=1\Omega, I_1=I=3A} P_1 = 1 \times 3^2 = 9W$$

$$P_2 = R_2 I_2^2 \xrightarrow{R_2=2\Omega, I_2=2A} P_2 = 2 \times 2^2 = 8W$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 \xrightarrow{R_3=12\Omega, I_3=1A} P_3 = 12 \times 1^2 = 12W$$

$$P_4 = R_4 I_4^2 \xrightarrow{R_4=4\Omega, I_4=I_2=2A} P_4 = 4 \times 2^2 = 16W$$

-سخت

۷۰. گزینه ۳ ابتدا جریان مدار را حساب می کنیم (می دانیم برای محاسبه توان بر I نیاز داریم).

$$I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\sum r + \sum R} \Rightarrow I = \frac{33 - 5}{1 + 14} = \frac{28}{15}$$

حال خواسته سؤال را داریم:

$$\frac{P_{مقاومت R_3}}{P_{ورودی مولد \varepsilon_1}} = \frac{R_3 I^2}{\varepsilon_1 I} = \frac{R_3 I}{\varepsilon_1} = \frac{5 \times I}{5} = I = \frac{28}{15}$$

-متوسط

۷۱. گزینه ۱ روش اول:

در حالتی که کلید بسته است، دو سر شاخه ای از مدار که ولتسنج ایده آل در آن قرار دارد، اتصال کوتاه می شود و در نتیجه المان های آن شاخه از مدار حذف می شوند. پس مقاومت خارجی مدار در این حالت برابر با $R_{eq} = R + R = 2R$ می شود. از طرفی توان مفید

مولد از رابطه $P = IV = \varepsilon I - rI^2$ به دست می آید که یک تابع درجه دوم بر حسب I است. بیشینه این تابع به ازای

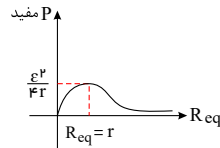
$$I = -\frac{b}{2a} = \frac{\varepsilon}{2r} \quad \text{و} \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \quad \text{نتیجه می گیریم:}$$

$$R_{eq} = r \xrightarrow{R_{eq}=2R} r = 2R$$

در حالی که کلید باز است، ولت‌سنج به طور متوالی در شاخه اصلی مدار بسته شده است. چون ولت‌سنج ایده‌آل دارای مقاومت بسیار بالا است، $I = 0$ و $\varepsilon I - rI^2 = 0$ خروجی P می‌شود.

روش دوم:

می‌توان نمودار زیر را به‌خاطر داشته باشیم:



حال با باز بودن کلید k ولت‌سنج با مقاومت ∞ (بی‌نهایت) در مدار قرار دارد که طبق نمودار وقتی R به سمت ∞ برود، توان مفید صفر می‌شود از طرفی هم وقتی P ماکزیمم است که $r = R_{eq}$ باشد پس در این تست با بستن کلید k ولت‌سنج و مقاومت کناری آن اتصال کوتاه شده و فقط دو مقاومت R باقی خواهد ماند که $R_e = 2R$ ، پس: $r = R_{eq} = 2R$

سخت-

۷۲. گزینه ۳ طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، برای اختلاف پتانسیل ثابت، توان مصرفی با مقاومت معادل نسبت عکس دارد. پس بیشترین توان وقتی مصرف می‌شود که کمترین مقاومت معادل سر راه مدار قرار گیرد. (یعنی هر دو مقاومت به‌طور موازی در مدار قرار گیرند) و کمترین توان وقتی مصرف می‌شود که بیشترین مقاومت در مدار قرار گیرد. (یعنی تنها مقاومت 12Ω در مدار باشد).

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

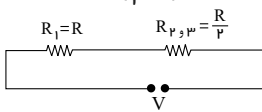
$$\frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{R_2}{R_{eq}} = \frac{12}{4} = 3$$

متوسط-

۷۳. گزینه ۲ روش اول:

قبل از بستن کلید k ، مقاومت R_3 در مدار نیست و مدار فقط شامل مقاومت‌های متوالی R_1 و R_2 است. از طرفی چون مقاومت‌ها مشابه‌اند، ولتاژ V به‌طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود، بنابراین برای مقاومت R_1 داریم:

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} \quad V_1 = \frac{V}{2} \quad R_1 = R \quad \Rightarrow P_1 = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} \Rightarrow P_1 = \frac{1}{4} \times \frac{V^2}{R}$$



بعد از بستن کلید k ، مقاومت‌های R_2 و R_3 با هم موازی‌اند و چون مشابه‌اند، مقاومت معادل آن‌ها $R_{2,3} = \frac{R}{2}$ می‌شود که این مقاومت به‌طور متوالی با مقاومت R_1 قرار می‌گیرد.

در این حالت طبق رابطه $V = RI$ ، ولتاژ V به نسبت ۲ به ۱ بین مقاومت‌ها تقسیم می‌شود (یعنی V به ۳ قسمت مساوی تقسیم می‌شود) که به مقاومت بزرگ‌تر (یعنی $R_1 = R$) دو قسمت از ۳ قسمت می‌رسد یعنی $V_1' = \frac{2}{3}V$ می‌شود. در این حالت برای

مقاومت R_1 داریم:

$$P_1' = \frac{V_1'^2}{R_1} \quad V_1' = \frac{2}{3}V \quad R_1 = R \quad \Rightarrow P_1' = \frac{4}{9} \frac{V^2}{R}$$

در نهایت داریم:

$$\frac{P_1'}{P_1} = \frac{\frac{4}{9} \frac{V^2}{R}}{\frac{1}{4} \frac{V^2}{R}} \Rightarrow \frac{P_1'}{P_1} = \frac{16}{9}$$

روش دوم:

طبق رابطه $P = RI^2$ می‌توان برای مقایسه توان مقاومت R_1 نسبت I^2 را در هر حالت مقایسه کرد. از طرفی $I = \frac{V}{R_{eq}}$ در حالت

اول (k باز) فقط R_1 و R_2 به‌صورت سری در مدار هستند، پس:

$$\frac{I_{\text{بسته}}}{I_{\text{باز}}} = \frac{R_{\text{باز}}}{R_{\text{بسته}}}$$

$$R_{\text{بسته}} = \frac{R}{2} \rightarrow I_{\text{باز}} = \frac{V}{\frac{R}{2}} = 2 \frac{V}{R}$$

در حالت دوم (k بسته) مقاومت R_3 به صورت موازی به R_2 بسته می‌شود که آنگاه:

$$\begin{cases} R_{2,3} = 2R \\ R_{\text{بسته}} = \frac{2R}{3} \rightarrow I_{\text{بسته}} = \frac{V}{\frac{2R}{3}} = \frac{3}{2} \frac{V}{R} \end{cases}$$

در نتیجه برای مقایسه توان‌ها خواهیم داشت:

$$\frac{P_{\text{بسته}}}{P_{\text{باز}}} = \left(\frac{I_{\text{بسته}}}{I_{\text{باز}}} \right)^2 = \left(\frac{R_{\text{باز}}}{R_{\text{بسته}}} \right)^2 = \left(\frac{\frac{2}{3} \frac{V}{R}}{\frac{3}{2} \frac{V}{R}} \right)^2 = \left(\frac{2}{3} \right)^2 = \frac{16}{9}$$

متوسط

۷۴. گزینه ۲ در حالت اول که لامپ‌ها به صورت موازی بسته شده‌اند اختلاف پتانسیل دو سر هر یک برابر با V است. بنابراین توان

$$\text{مصرفی هر یک به صورت } P = \frac{V^2}{R} \text{ محاسبه می‌شود.}$$

در حالت دوم که لامپ‌ها به صورت متوالی بسته شده‌اند، اختلاف پتانسیل V بین آن‌ها تقسیم می‌شود و سهم اختلاف پتانسیل دو سر هر

یک $\left(\frac{V}{3}\right)$ می‌شود (لامپ‌ها یکسانند)، بنابراین توان مصرفی هر مقاومت به صورت زیر خواهد بود:

$$P' = \frac{V'^2}{R} \xrightarrow{V' = \frac{V}{3}} P' = \frac{\left(\frac{V}{3}\right)^2}{R} \Rightarrow P' = \frac{V^2}{9R}$$

برای تعیین درصد تغییرات توان مصرفی، در ابتدا نسبت توان‌ها را می‌یابیم:

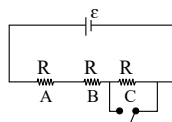
$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{V^2}{9R}}{\frac{V^2}{R}} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{1}{9} \Rightarrow \text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta P}{P} \times 100$$

$$= \frac{P' - P}{P} \times 100 = \left(\frac{P'}{P} - 1\right) \times 100 = -88.89\%$$

یعنی ۸۸.۸۹ درصد کاهش می‌یابد.

متوسط

۷۵. گزینه ۳



روش اول: اگر مقاومت هر لامپ را R در نظر بگیریم، جریان مدار برابر است با: $I = \frac{\varepsilon}{3R}$

در حالتی که کلید باز است، اختلاف پتانسیل دو سر هر لامپ برابر است با: $V_A = V_B = V_C = RI = \frac{\varepsilon}{3}$

اگر کلید را ببندیم، دو سر لامپ C اتصال کوتاه شده (اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر می‌شود) و از مدار حذف می‌شود و در این حالت:

$$I' = \frac{\varepsilon}{2R}$$

اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های A و B برابر است با:

$$V'_A = V'_B = RI' = \frac{\varepsilon}{2}$$

درصد تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های A و B برابر است با:

$$\frac{\Delta V}{V} \times 100 = \frac{V'_A - V_A}{V_A} \times 100 = \frac{\frac{\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon}{3}}{\frac{\varepsilon}{3}} \times 100 = 50\%$$

روش دوم: قبل از اتصال کلید، ولتاژ باتری بطور مساوی سه لامپ مشابه تقسیم می‌شود، یعنی: $VA = VB = VC = \frac{\varepsilon}{3}$

حال با وصل کلید، دو سر لامپ C بهم وصل شده و از مدار حذف می‌شود (اصلاً اتصال کوتاه می‌شود) بنابراین ولتاژ باتری تنها بین دو لامپ A و B تقسیم می‌شود، پس:

$$VA = VB = \frac{\varepsilon}{2}$$

$$\frac{\frac{\varepsilon}{2}}{\frac{\varepsilon}{3}} = \frac{3}{2} = 1.5$$

نسبت تغییرات پتانسیل A و B برابر است با: ۱٫۵

۱٫۵ برابر شدن معادل با اینکه: اگر اول ۱۰۰ باشد، در نهایت ۱۵۰ می‌شود، یعنی ۵۰ درصد افزایش پیدا می‌کند.

-متوسط

۷۶. گزینه ۱ زمانی که کلید k باز است، جریان عبوری از مدار صفر و $V = \varepsilon = 20V$ می‌باشد. با بسته شدن کلید k خواهیم داشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{20}{4+1} = 4A$$

$$V = \varepsilon - Ir = 20 - (4 \times 1) = 16V$$

$$P_{\text{خروجی}} = VI = 16 \times 4 = 64W$$

روش دوم: توان خروجی مولد برابر با توان مصرفی در مقاومت خارجی مدار است.

$$P_{\text{خروجی}} = RI^2 = 4 \times 16 = 64W$$

-متوسط

۷۷. گزینه ۲ روش اول: با توجه به رابطه $P = RI^2$ و این که در مقاومت‌های متوالی جریان برابر است، خواهیم داشت:

$$R_2 P_1 = \frac{1}{2} R_1 P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{1}{2} P_1$$

با توجه به این که توان خروجی مولد با مجموع توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی برابر است، داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_{\text{خروجی}} = P_1 + \frac{1}{2} P_1 + \frac{1}{3} P_1 \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{11}{6} P_1$$

روش دوم: می‌دانیم توان خروجی (مفید) مولد برابر است با: $P = \varepsilon I - Ir^2$

سؤال نسبت توان مفید مولد به توان مقاومت R_1 را $(P = R_1 I^2) R_1$ خواسته، که داریم:

$$\frac{P_{\text{مفید مولد}}}{R_1 \text{ مقاومت}} = \frac{\varepsilon I - Ir^2}{R_1 I^2} = \frac{I(\varepsilon - Ir)}{R_1 I^2} = \frac{\varepsilon - Ir}{RI} \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{Req+r}}$$

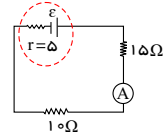
$$\frac{P_{\text{مفید مولد}}}{R_1 \text{ مقاومت}} = \frac{\varepsilon - \frac{\varepsilon r}{Req+r}}{R \times \frac{\varepsilon}{Req+r}} = \frac{\varepsilon(1 - \frac{r}{Req+r})}{\frac{\varepsilon R}{Req+r}} \xrightarrow{\text{حذف ساده}} = \frac{(1 - \frac{r}{Req+r})}{\frac{R}{Req+r}} = \frac{Req}{R} = \frac{Req}{R}$$

$$\frac{Req = R + \frac{R}{3} + \frac{R}{3} = \frac{11R}{6}}{R_1 \text{ مقاومت}} \xrightarrow{P_{\text{مولد}}} = \frac{\frac{11R}{6}}{R} = \frac{11}{6}$$

-متوسط

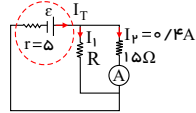
۷۸. گزینه ۳ ابتدا برای حالت باز کلیدها شکل مدار را رسم کرده و مقدار ε را از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{Req+r}$ بدست می‌آوریم.

$$\begin{cases} I = 0,4A \\ R_{eq} = 15 + 10 = 25 \end{cases} \Rightarrow 0,4 = \frac{\varepsilon}{25 + 5} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$



حال وقتی کلیدها بسته شوند، کلید k_1 دو سر مقاومت 10Ω اهمی را بهم وصل کرده پس آن را اتصال کوتاه و حذف می‌کند و کلید k_2 مقاومت R را بصورت موازی با مقاومت 15Ω اهمی به مدار اضافه می‌کند که در نهایت شکل مدار به صورت زیر خواهد بود.

دقت کنیم در این حالت آمپرسنج جریان مقاومت 15Ω اهمی را نشان می‌دهد حال چون مقاومت‌های 15Ω اهمی و مولد موازی هستند ولتاژ آن‌ها با هم برابر است و داریم:



$$\text{مولد } V = VR = V_{15e}$$

$$\varepsilon - I_T r = RI_1 = 15 \times I_2$$

$$12 - I_T \times 5 = RI_1 = 15 \times 0,4 \Rightarrow 12 - 5I_T = 6 \Rightarrow I_T = 1,2(A)$$

از طرفی هم می‌دانیم $I_T = I_1 + I_2$ پس: $I_1 = 0,8$ با قرار دادن در رابطه تساوی ولتاژها خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} RI_1 &= 15 \times 0,4 \\ R \times 0,8 &= 15 \times 0,4 \end{aligned} \Rightarrow R = 7,5$$

سخت-

۷۹. گزینه ۴ در مدار نشان داده شده، ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم. دو مقاومت R_2 و R_1 با هم موازی و معادل این دو با مقاومت R_3 به صورت متوالی بسته شده است.

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{1,2} = 3\Omega \Rightarrow R_{eq} = 3 + 2 = 5\Omega$$

جریان عبوری از مدار و عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{5 + 1} = 4A$$

اگر جای مولد و مقاومت R_2 عوض شود، در این صورت دو مقاومت R_2 و R_3 با هم به صورت متوالی بسته شده و معادل این دو با مقاومت R_1 به صورت موازی بسته شده است. در این حالت شدت جریان عبوری از مدار به صورت زیر محاسبه شود:

$$R'_{2,3} = 4 + 2 = 6\Omega \Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R'_{eq} = 4\Omega \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{24}{4 + 1} = 4,8A$$

در این حالت آمپرسنج در شاخه اصلی مدار قرار نداشته و جریان عبوری از دو مقاومت R_2 و R_3 را نشان می‌دهد.

$$\begin{cases} 12I_1 = 6I_{23} \\ I_1 + I_{23} = 4,8 \end{cases} \Rightarrow I_{23} = 3,2A$$

در نتیجه عددی که نشان می‌دهد $0,8$ آمپر کاهش می‌یابد.

سخت-

۸۰. گزینه ۲ روش اول:

در صورت باز بودن کلید، مقاومت کل مدار با مقاومت شاخه پایین (R_1) برابر است؛ با صرف نظر از خطا داریم:

$$R = ab \times 10^n \Rightarrow R_1 = 36 \times 10^0 = 36\Omega$$

در حالتی که کلید بسته است، جریان سه برابر می‌شود؛ با فرض ثابت بودن اختلاف پتانسیل مولد، می‌توان مقاومت معادل کل مدار در این حالت (R_{eq}) را به دست آورد:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_{eq}}{R_1} = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \frac{R_{eq}}{36} = \frac{1}{3} \Rightarrow R_{eq} = 12\Omega$$

در این حالت مقاومت‌های R_2 و R_3 به صورت متوالی بسته شده‌اند و مجموعه این دو مقاومت به صورت موازی با مقاومت R_1 بسته شده است؛ یعنی:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{2,3}} + \frac{1}{R_1} \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{R_{2,3}} + \frac{1}{36} \Rightarrow R_{2,3} + R_3 = 18\Omega$$

با توجه به رابطه مقاومت‌های کربنی و با صرف نظر از خطا، خواهیم داشت:

$$R = \overline{ab} \times 10^n \Rightarrow R_{2,3} + R_3 = \overline{a2} \times 10^0 + \overline{0b} \times 10^0 = 18$$

در نتیجه:

$$\begin{cases} a + 0 = 1 \\ 2 + b = 8 \end{cases}$$

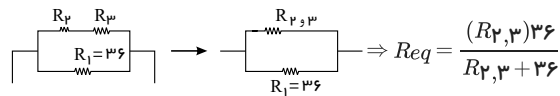
با حل دستگاه $a = 1$ و $b = 6$ به دست می‌آیند.

$$a + b = 1 + 6 = 7$$

روش دوم:

اگر کلید k باز باشد فقط مقاومت R_1 در مدار قرار می‌گیرد که مقدار آن طبق رابطه مقاومت‌های رنگی $R = \overline{ab} \times 10^n$ به صورت $R_1 = 36 \times 10^0 = 36\Omega$ است.

حال اگر کلید بسته شود هر سه مقاومت در مدار قرار می‌گیرند که مقاومت‌های R_2 و R_3 با هم به صورت سری و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت R_1 موازی خواهد بود، یعنی:



از طرفی سؤال گفته جریان در حالتی که کلید بسته است $\frac{1}{3}$ حالت کلید باز است، طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ چون $r = 0$ است،

داریم: $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}}$ پس $I \propto \frac{1}{R_{eq}}$ در نتیجه خواهیم داشت:

$$I = \frac{1}{3} I_{\text{بسته}} \Rightarrow R_{eq} = \frac{1}{3} R_{eq, \text{بسته}}$$

در ابتدا حساب کردیم که $R_{eq} = \frac{R_{2,3} \times 36}{R_{2,3} + 36}$ بسته با حل این معادله به دست می‌آید:

$$\begin{cases} R_{eq} = \frac{R_{2,3} \times 36}{R_{2,3} + 36} \text{ بسته} \\ R_{eq} = 36 \text{ باز} \end{cases}$$

$$R_{eq} = \frac{1}{3} R_{eq, \text{بسته}}$$

$$\frac{R_{2,3} \times 36}{R_{2,3} + 36} = \frac{1}{3} \times 36 \xrightarrow{\div 36} \frac{R_{2,3}}{R_{2,3} + 36} = \frac{1}{3} \rightarrow R_{2,3} = 18\Omega$$

از طرفی هم چون R_2 و R_3 سری هستند:

$$R_{2,3} = R_2 + R_3 \Rightarrow 18 = R_2 + R_3$$

با توجه به کدگذاری و رنگ مقاومت‌ها داریم:

$$\begin{cases} R_2 = \overline{a2} \times 10^0 = a2 \\ R_3 = \overline{0b} \times 10^0 = b \end{cases}$$

حال از آنجایی که: $a2 + b = 18$ و اینکه کدها نمی‌توانند از 10 بیش تر باشند پس $a = 1$ و $b = 6$ جواب حاصل مجموع a, b است یعنی:

$$a + b = 1 + 6 = 7$$

سخت

۸۱. گزینه ۴

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2$$

مطابق رابطه بالا، رابطه توان خروجی مولد بر حسب I به صورت یک تابع درجه دوم است که بیشینه آن به ازای

$$I_{\text{max}} = \frac{-b}{2a} = \frac{\varepsilon}{2r}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{\varepsilon}{2r} \xrightarrow{\text{از طرفی می‌دانیم}} r = R_{eq}$$

در یک مدار تک حلقه $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}$

در نتیجه، در یک مدار، هنگامی توان مفید مولد بیشینه می‌گردد که اندازه مقاومت معادل خارجی با مقاومت درونی مولد برابر گردد. بنابراین اگر هر دو کلید k_2 و k_1 بسته شوند، R_1 اتصال کوتاه می‌شود و مقاومت معادل مدار با مقاومت درونی مولد برابر می‌شود، زیرا:

$$R_{eq} = R_{2,3} = 18\Omega = r$$

نکته: بهتر است به یاد داشته باشیم که شرط ماکزیمم شدن توان خروجی (مفید) مولد برابر است با: $R_{eq} = r$

-سخت

۸۲. گزینه ۱ نکته:

۱- می‌دانیم که مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل $R = \infty$ است. و در هر شاخه (سیم) قرار گیرد جریان آن شاخه صفر است.
 ۲- هر مقاومتی که از آن جریان عبور نکند را می‌توان حذف کرد.

حال در این تست ولت‌سنج در شاخه اصلی مدار قرار گرفته، پس در شاخه اصلی مدار جریان صفر است در نتیجه در کل مدار جریان صفر خواهد شد ($= 0$ عدد آمپرسنج) و همه مقاومت‌ها حذف می‌شوند:



در نتیجه ولت‌سنج تنها به مولد وصل است، بنابراین ولتاژ دو سر آن را نشان می‌دهد:

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I=0} V = \varepsilon$$

چون ولت‌سنج عدد ۲۸ را نشان داده، پس:

$$V = \varepsilon = 28(V)$$

-متوسط

۸۳. گزینه ۲ با توجه به مدار داده شده، اگر جریان مقاومت 6Ω را I فرض کنیم، جریان عبوری از مقاومت R برابر $2I$ خواهد شد.
 $IR + I = 3I \Rightarrow IR = 2I$

با توجه به برابر بودن ولتاژ مقاومت 6Ω اهمی و مقاومت R داریم:

$$VR = V_6 \Rightarrow R \times 2I = 6I \Rightarrow R = 3\Omega$$

مقاومت‌های 6Ω و 3Ω اهمی موازی یکدیگر هستند و با مقاومت 4Ω اهمی متوالی هستند. مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{6,3} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega, \quad R_{6,3,4} = R_{6,3} + R_4 = 2 + 4 = 6\Omega$$

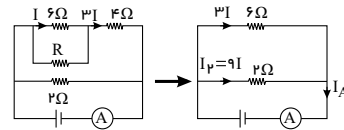
با توجه به موازی بودن مقاومت 2Ω اهمی شاخه پایینی با مقاومت معادل 6Ω اهمی شاخه بالایی، جریان گذرنده از آن را می‌یابیم.

$$V_{6,3,4} = V_2 \Rightarrow 6 \times 3I = 2I_2 \Rightarrow I_2 = 9I$$

$$I_A = I_2 + I_{6,3,4} \Rightarrow I_A = 9I + 3I \Rightarrow I_A = 12I \Rightarrow \frac{I_A}{I_4} = \frac{12I}{3I}$$

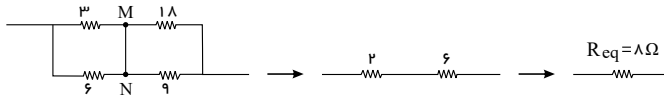
$$= 4$$

-متوسط



۸۴. گزینه ۱

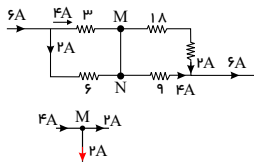
ابتدا مقاومت معادل را حساب می‌کنیم:



و حال جریان کل مدار:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{54}{8 + 1} = 6A$$

می‌دانیم در شاخه‌های موازی جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. حال در مدار ساده شده اول جریان ورودی و خروجی به مجموعه را تقسیم می‌کنیم.



حال در گره M مشخص است که $2A$ جریان به سمت پایین (N) قرار دارد.

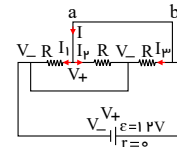
سخت

۸۵. گزینه ۱ روش اول: پتانسیل (ولتاژ) بارهای الکتریکی در هنگام عبور از سیم‌های ایده‌آل ($R = 0$) افت نمی‌کند، بنابراین مطابق شکل، نقاط هم‌پتانسیل مشخص شده‌اند. با توجه به یکسان بودن مقدار مقاومت و اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت، جریان عبوری از آن‌ها یکسان است.

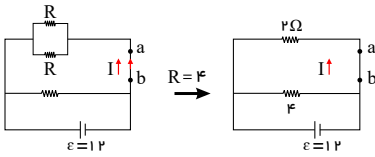
$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{\Delta V}{R} = \frac{12}{4} = 3A$$

با توجه به آن‌که جهت جریان در مقاومت‌ها از پتانسیل مثبت به منفی است و با توجه به قانون تقسیم جریان، جهت جریان از b به a می‌باشد و مقدار آن برابر است با:

$$I = I_1 + I_2 = 3 + 3 = 6A$$



روش دوم: با قدری ذکاوت می‌توان شکل مدار را بصورت زیر ساده کرد:



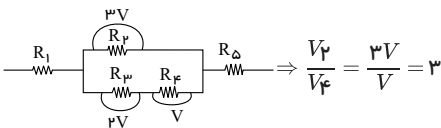
مقاومت‌های ۲ و ۴ موازی هستند. پس: $\varepsilon = 12 = V_T = V_{4\Omega} = RI$ از طرفی $V = 12 = 2 \times I \rightarrow I = 6A$ در نتیجه:

سخت

۸۶. گزینه ۱ روش اول:

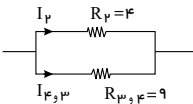
در مقاومت‌های موازی V ‌ها برابر است، اما در مقاومت‌های متوالی به نسبت R ‌ها تقسیم می‌شود.

اگر $V = V_4 = 4V$ فرض شود، چون $R_3 = 2R_4$ است، پس، $V_3 = 2V$ خواهد بود و ولتاژ کل این شاخه برابر است با $3V + 2V = 3V$ که همان ولتاژ شاخه بالا نیز هست.



روش دوم:

می‌دانیم برای هر مقاومت داریم $V = RI$ ، پس کفایت نسبت جریان هر شاخه را پیدا کنیم، می‌دانیم جریان مقاومت‌های سری R_3 و R_4 یکسان است، پس آن‌ها را معادل کرده و داریم:



$$\frac{I_2}{I_4,3} = \frac{R_{3,4}}{R_2} = \frac{9}{4}$$

چون R_3 و R_4 متوالی‌اند پس $I_3 = I_4 = I_{3,4}$

حال نسبت $\frac{V_2}{V_4}$ را محاسبه می‌کنیم:

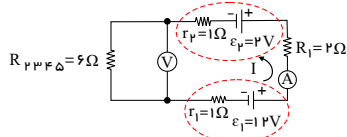
$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{R_2}{R_4} \times \frac{I_2}{I_4} = \frac{4}{3} \times \frac{9}{4} = 3$$

متوسط

۸۷. گزینه ۲

$$R_{23} = 5 + 1 = 6\Omega \quad R_{235} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega \quad R_{2345} = 2 + 4 = 6\Omega$$

حالت اول:



$$\text{ولتسنج در حالت اول: } I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_{eq} + r_1 + r_2} = \frac{12 - 2}{2 + 6 + 1 + 1} = 1A = I_1$$

$$V_1 = R_{2345} I_1 = 6 \times 1 \Rightarrow V_1 = 6V \text{ ولتسنج در حالت اول:}$$

حالت دوم:

چون ولتسنج با اجزاء مدار متوالی بسته شده است و مقاومتش زیاد است، جریان را صفر می‌کند و عددی که نشان می‌دهد برابر اختلاف نیروی محرکه‌ها است.

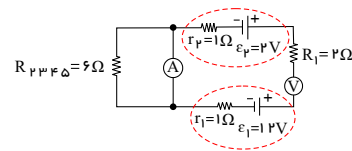
$$I_2 = 0$$

$$V_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 12 - 2 = 10 \Rightarrow V_2 = 10V$$

$$\text{تغییر عدد آمپرسنج } \Delta I = I_2 - I_1 = 0 - 1 = -1A$$

$$\text{تغییر عدد ولتسنج } \Delta V = V_2 - V_1 = 10 - 6 = 4V$$

سخت



۸۸. گزینه ۲ هر لامپ به منزله یک مقاومت الکتریکی است، جریان لامپ‌ها پیش از باز کردن کلید برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{3}R + r} = \frac{3\varepsilon}{R + 3r} \text{ جریان کل مدار}$$

$$I_1 = \frac{I}{3} = \frac{\varepsilon}{R + 3r} \text{ جریان هر لامپ}$$

$$\text{وقتی کلید } k \text{ باز می‌شود لامپ } L_1 \text{ خاموش و جریان کل مدار برابر } I' = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{2}R + r} \text{ یعنی برابر } I' = \frac{2\varepsilon}{R + 2r} \text{ خواهد شد. لذا}$$

جریانی که از هر لامپ می‌گذرد برابر است با:

$$I'_1 = \frac{\varepsilon}{R + 2r}$$

یعنی جریانی که از هر لامپ می‌گذرد افزایش خواهد یافت و طبق رابطه $P = RI^2$ نور دو لامپ L_2 و L_3 بیش تر خواهد شد و گزینه ۲، درست است. اگر خارج از انشعاب لامپ‌ها مقاومتی وجود نداشت مثلاً باتری بدون مقاومت داخلی بود، نور لامپ‌ها تغییر نمی‌کرد.

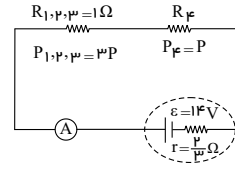
سخت

۸۹. گزینه ۳ با توجه به اینکه توان مصرفی در هر سه مقاومت موازی R_1 ، R_2 و R_3 یکسان و برابر P است پس

$$R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega \text{ می‌باشد. پس داریم:}$$

$$\Rightarrow P_4 = \frac{1}{3} P_{1,2,3} \xrightarrow{P=RI^2} R_4 = \frac{1}{3} R_{1,2,3}$$

$$\xrightarrow{R_{1,2,3}=1\Omega} R_4 = \frac{1}{3}\Omega \Rightarrow R_{eq} = 1 + \frac{1}{3} = \frac{4}{3}\Omega$$



جریان مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{14}{\frac{4}{3} + 2} = \frac{14}{\frac{10}{3}} = 4.2A$$

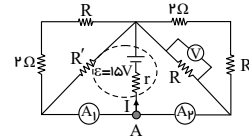
-متوسط-

۹۰. گزینه ۴ با توجه به مدار داده شده و ایده آل بودن ابزارهای اندازه گیری، ولتاژی که ولت سنج نشان می دهد برابر ولتاژ دو سر باتری است. همچنین، در گره A داریم:

$$I = I_{A1} + I_{A2} \Rightarrow I = 3 + 1 \Rightarrow I = 4A$$

$$P = VI \Rightarrow P = 10 \times 4 = 40W$$

با توجه به تعریف توان، توان خروجی باتری برابر است با:

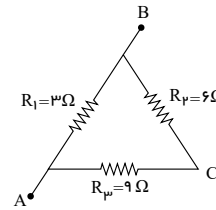


-متوسط-

۹۱. گزینه ۳ برای محاسبه مقاومت معادل بین دو نقطه A و B، ابتدا دو مقاومت R_2 و R_3 را متوالی در نظر می گیریم که مجموعه آن ها با R_1 موازی است.

$$R_2 + R_3 = 6 + 9 = 15\Omega$$

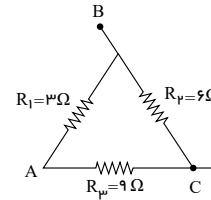
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{15} = \frac{6}{15} \Rightarrow R_{AB} = \frac{5}{2} = 2.5\Omega$$



حال برای محاسبه مقاومت معادل بین دو نقطه B و C، باید R_1 و R_3 به صورت متوالی و معادل آن ها با R_2 موازی در نظر گرفته شود.

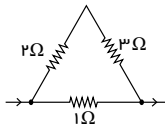
$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_{BC} = 4\Omega$$

$$\frac{R_{AB}}{R_{BC}} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{4}{1}} = \frac{5}{8}$$

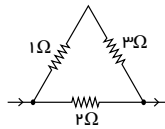


-متوسط-

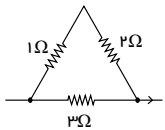
۹۲. گزینه ۳



$$R_{eq} = \frac{5 \times 1}{5 + 1} = \frac{5}{6}\Omega \text{ کمترین مقاومت}$$

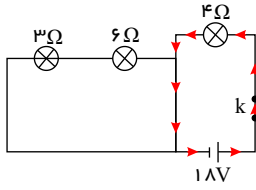


$$R_{eq} = \frac{4 \times 2}{4 + 2} = \frac{8}{6}\Omega$$



$$R_{eq} = \frac{3 \times 3}{3 + 3} = \frac{9}{6}\Omega$$

متوسط



۹۳. گزینه ۴
اگر کلید بسته شود جریان یک مسیر کوتاه بدون مقاومت پیدا کرده و اصطلاحاً مقاومت‌ها 3Ω و 6Ω اتصال کوتاه می‌شوند و هیچ جرابانی از آن‌ها نمی‌گذرد. در واقع جریان فقط از مقاومت 4Ω می‌گذرد.

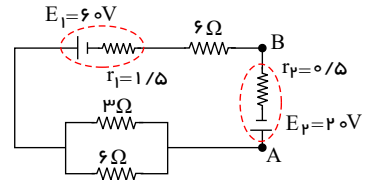
متوسط

۹۴. گزینه ۴ روش اول:

مقاومت معادل بین 3Ω و 6Ω که موازی هستند، 2Ω است.

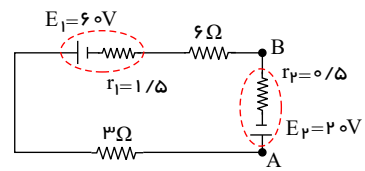
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = 2\Omega$$

$$V_A - 20 - 0.5I - 6I - 1.5I + 60 - 2I = V_B \Rightarrow I = 4A$$



$$V_A - E_2 - r_2 I = V_B \Rightarrow V_A - 20 - 0.5 \times 4 = V_B$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = 22V$$



روش دوم:

ابتدا از رابطه $I_T = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{RT + \Sigma r}$ جریان کل مدار را حساب می‌کنیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{موازی } R_{3\Omega, 6\Omega} = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\Omega \Rightarrow I_T = \frac{60-20}{8+(1,5+0,5)} = 4A \\ R_T = 6+2 = 8\Omega \\ \varepsilon = \varepsilon_1 = 60V \\ \varepsilon' = \varepsilon_2 = 20V \end{array} \right.$$

سؤال ولتاژ دو سر مولد ε_2 را خواسته که چون یک مولد مصرف کننده است ولتاژ دو سر آن برابر است با:
 مصرفی $V = \varepsilon' + Ir = 20 + 4 \times 0,5 = 22V$
 -متوسط-

۹۵. گزینه ۲ مجموع توان های هریک از مقاومت ها برابر توان مصرفی معادل است.

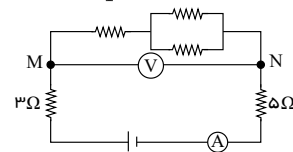
$$I = I_1 + I_2 = 2 + 3 = 5A$$

$$R = Req I^2 \Rightarrow 50 = Req \times 5^2 \Rightarrow Req = \frac{50}{25} = 2\Omega$$

-متوسط-

۹۶. گزینه ۳ از رابطه $R = \frac{V}{I}$ می توان مقاومت معادل بین M و N را محاسبه نمود:

$$R_{MN} = \frac{V}{I} = \frac{12}{2} = 6\Omega$$



اکنون مقاومت های R_{MN} ، 5Ω و 3Ω متوالی هستند:

$$Req = 3 + 6 + 5 = 14\Omega$$

-متوسط-

۹۷. گزینه ۱ با توجه به هم جنس بودن سیم ها، چگالی آن ها با یکدیگر مساوی است.

$$\rho A = \rho B \xrightarrow{\rho A = \rho B} VA = \lambda VB$$

$$\Rightarrow AA \times LA = \lambda AB \times LB \Rightarrow \frac{AB}{AA} = \frac{1}{\lambda} \frac{LA}{LB} \xrightarrow{LA=4LB} \frac{AB}{AA} = \frac{1}{\lambda} \times 4 = \frac{1}{2}$$

حال طبق رابطه مقاومت سیم داریم:

$$\text{ویژه } \rho : \rho \Rightarrow R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{RB}{RA} = \frac{\rho B}{\rho A} \times \frac{LB}{LA} \times \frac{AA}{AB} \xrightarrow{\rho B = \rho A, LA=4LB, AB=\frac{1}{2}AA} \frac{RB}{RA} = 1 \times \frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2}$$

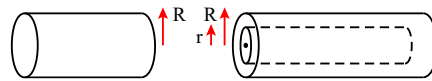
-سخت-

۹۸. گزینه ۳ مشخصات سیم تو خالی را با اندیس (۱) و مشخصات سیم توپُر را با اندیس (۲) نشان می دهیم، با استفاده از رابطه چگالی داریم:

$$\text{چگالی جسم } \rho : \rho \Rightarrow m_1 = m_2 \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \xrightarrow{\rho_1 = \rho_2} A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2}$$

مقاومت یک سیم رسانا برابر است با $R = \rho \frac{L}{A}$ بنابراین داریم:

$$\text{مقاومت } \rho : \rho \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1} \xrightarrow{\frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2}, \rho_1 = \rho_2} \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2$$



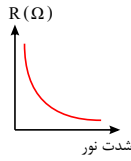
ویژه

$$\Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{\pi R^2}{\pi R^2 - \pi r^2}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{R^2}{R^2 - r^2} \Rightarrow 2R^2 = 3R^2 - 3r^2 \Rightarrow R^2 = 3r^2 \Rightarrow R = \sqrt{3}r$$

-سخت

۹۹.گزینه ۳

مقاومت نوری، با افزایش شدت نور، مقاومتش کاهش می‌یابد. بنابراین نمودار آن به شکل روبروست.



-متوسط

۱۰۰.گزینه ۳ آمپرسنج جریان را نشان می‌دهد که برابر است با: $I = \frac{\varepsilon}{R}$. کاپیست مقدار R را با توجه به کد رنگ‌ها محاسبه کنیم:

$$\Rightarrow R = \overline{ab} \times 10^c = 15 \times 10^0 = 15 \Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{60}{15} = 4 A$$

-متوسط

۱۰۱.گزینه ۳ با هر بار تا کردن سیم طول آن $\frac{1}{\sqrt{2}}$ برابر حالت قبل و سطح مقطع آن ۲ برابر حالت قبل می‌شود. پس با n بار تا کردن داریم:

$$A_2 = 2^n A_1, \quad L_2 = \frac{1}{\sqrt{2}^n} L_1$$

در نتیجه طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\rho \text{ ثابت}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}^n} L_1}{L_1} \times \frac{A_1}{2^n A_1} = \frac{1}{\sqrt{2}^n} \times \frac{1}{2^n} = \frac{1}{2^{2n}}$$

-سخت

۱۰۲.گزینه ۳ وقتی لغزنده رئوس را به سمت راست حرکت دهیم، طول بیش تری از سیم در مدار قرار گرفته و مقاومت الکتریکی افزایش و در نتیجه جریان کاهش می‌یابد.

-متوسط

۱۰۳.گزینه ۲ اختلاف پتانسیل دو سر باتری به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\begin{cases} V = \varepsilon - rI \\ I = \frac{\varepsilon}{r+R} \end{cases} \Rightarrow V = \varepsilon - r \frac{\varepsilon}{r+R} \Rightarrow V = \frac{\varepsilon(r+R) - r\varepsilon}{r+R} = \frac{R\varepsilon}{r+R}$$

حال دو حالت داده شده را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. در حالت دوم مقاومت با ۶۰ درصد کاهش به ۴۰ درصد مقدار اولیه خود می‌رسد.

$$V = \frac{R\varepsilon}{r+R} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{R_2\varepsilon}{r+R_2}}{\frac{R_1\varepsilon}{r+R_1}} \xrightarrow{R_2 = 0.4R_1} \frac{1}{1.0} = \frac{0.4R_1}{r+0.4R_1} \Rightarrow \frac{1}{1.0} = \frac{0.4(2+R_1)}{2+0.4R_1}$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{2+R_1}{2+0.4R_1} \Rightarrow 2(2+0.4R_1) = 2+R_1 \Rightarrow 4+0.8R_1 = 2+R_1$$

$$\Rightarrow 2 = 0.2R_1 \Rightarrow R_1 = 10 \Omega$$

-متوسط

۱۰۴.گزینه ۲ در مدار (الف)، با افزایش مقاومت متغیر R اندازه جریان مدار کاهش می‌یابد و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت و مولد طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ با کاهش جریان، افزایش می‌یابد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \quad V_1 = \varepsilon - rI$$

$$R \uparrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow V_1 \uparrow$$

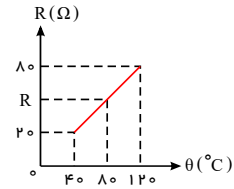
در مدار (ب)، خازن دائماً به اختلاف پتانسیل ثابت وصل است و هر تغییری در ساختمان آن ایجاد شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن تغییر نمی‌کند.

متوسط

۱۰۵. گزینه ۳ روش اول: رابطه دما و مقاومت الکتریکی رسانا به صورت $R = R_0(1 + \alpha\Delta\theta)$ است و نشان می‌دهد که تغییرات

دما و تغییرات مقاومت با هم رابطه خطی دارند:

$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta\theta$$



بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{R - R_1}{R_2 - R_1} = \frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} \Rightarrow \frac{R - 20}{80 - 20} = \frac{120 - 40}{120 - 40} \Rightarrow R = 50 \Omega$$

روش دوم: ابتدا با توجه به تغییر مقاومت از دمای $40^\circ C$ تا $120^\circ C$ ، مقدار α را پیدا می‌کنیم:

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta \quad \frac{\Delta R = 80 - 20 = 60}{\Delta\theta = 120 - 40 = 80} \rightarrow 60 = 20 \times \alpha \times 80 \Rightarrow \alpha = \frac{3}{80} \left(\frac{1}{^\circ C}\right)$$

حال برای دمای $80^\circ C$ داریم:

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta \quad \frac{\Delta\theta = 80 - 40 = 40}{\Delta R = 20 \times \frac{3}{80} \times 40 = 30 \Omega}$$

$$\Delta R = R_2 - R_1 \rightarrow R_2 - 20 = 30 \Rightarrow R_2 = 50 \Omega$$

متوسط

۱۰۶. گزینه ۱ ابتدا حجم سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$4 \frac{g}{cm^3} = 4000 \frac{kg}{m^3} \Rightarrow 4000 = \frac{10}{V} \Rightarrow V = \frac{10}{4000} = \frac{1}{400} m^3$$

طول سیم برابر است با:

$$V = A \cdot L \Rightarrow \frac{1}{400} = \frac{1}{5 \times 10^{-6}} \times L \Rightarrow L = \frac{10^6}{2000} = 500 m$$

از رابطه مقاومت الکتریکی سیم رسانا استفاده می‌کنیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 8 = \rho \frac{500}{5 \times 10^{-6}} \Rightarrow \rho = 8 \times 10^{-8} (\Omega \cdot m)$$

متوسط

۱۰۷. گزینه ۳ ابتدا با توجه به نمودار، نسبت مقاومت‌های دو سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{V_B}{V_A} \times \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{11}{35}$$

از طرفی طبق رابطه بین مقاومت یک رسانا با ویژگی‌های فیزیکی آن، داریم: $R = \rho \frac{L}{A}$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{11}{35} = \frac{22 \times 1}{2.8 \times 1} \times 1 \times \frac{r_A^2}{r_B^2}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{35} = \frac{22}{2.8} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{11 \times 2.8}{22 \times 35} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2$$

$$\Rightarrow 0.04 = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} 0.2 = \frac{r_A}{r_B} \Rightarrow r_A = 0.2 r_B$$

یعنی r_A نسبت به r_B ۸۰٪ کم تر است.

متوسط

۱۰۸. گزینه ۱ ولت‌سنج به دو سر مولد وصل است، پس اختلاف پتانسیل دوسر مولد را نشان می‌دهد، یعنی: $V = \varepsilon - Ir$

$$V = \varepsilon$$

وقتی کلید باز است جریانی در مدار برقرار نیست \leftarrow پس $I = 0$ و داریم:

$$18 = \varepsilon$$

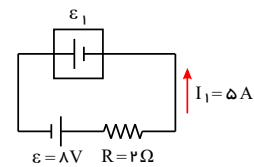
وقتی کلید بسته می‌شود جریان برقرار شده و مقدار آن را آمپرسنج برابر $I = 2A$ نشان می‌دهد، پس:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 16 = 18 - 2r \rightarrow r = 1\Omega$$

سخت

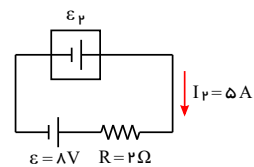
۱۰۹. گزینه ۳ چون $I_{Req} = 10V > 8V$ می‌شود بنابراین حتماً مولد مجهول، تولیدکننده است. جهت جریان مدار مشخص نشده است. اگر جریان به صورت I_1 باشد مولد ε هم تولیدکننده خواهد بود و داریم:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon}{R} \Rightarrow 5 = \frac{\varepsilon_1 + 8}{2} \Rightarrow \varepsilon_1 = 2V$$



اگر جریان به صورت I_2 باشد مولد ε مصرف‌کننده بوده و داریم:

$$I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon}{R} \Rightarrow 5 = \frac{\varepsilon_2 - 8}{2} \Rightarrow \varepsilon_2 = 18V$$



سخت

۱۱۰. گزینه ۳ با توجه به این‌که V_3, V_2 و V_4 اختلاف پتانسیل دو سر مصرف‌کننده‌ها را نشان می‌دهند حتماً عدد هر یک از آنها از V_1 که مربوط به تولیدکننده مدار است کم‌تر است. ($V_1 > V_3, V_1 > V_2, V_1 > V_4$)

در تکمیل توضیحات لازم است بیان شود که:

$$V_1 = V_2 + V_3 + V_4 \quad (*)$$

$$R_1 > R_2 \Rightarrow V_4 > V_3 \quad (*)$$

سخت

۱۱۱. گزینه ۳ راه‌حل اول: در حالت اول ابتدا جریان عبوری از مدار را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow I = \frac{24}{4 + 2} = 4A$$

در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر است با:

$$V_a - V_b = \varepsilon - rI \Rightarrow V_a - V_b = 24 - 2 \times 4 = 16V$$

در نتیجه توان خروجی مولد برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = VI = 16 \times 4 = 64W$$

حال جریان دیگری که سبب می‌شود توان خروجی مولد ۶۴ وات باقی بماند را محاسبه می‌کنیم.

$$P' = V'I' \Rightarrow V'I' = \varepsilon I' - rI'^2 \Rightarrow 64 = 24I' - 2I'^2$$

$$\Rightarrow I' = 4A \text{ یا } I' = 8A$$

مقاومت در این حالت برابر است با:

$$I' = \frac{\varepsilon}{r + R'} \Rightarrow 8 = \frac{24}{2 + R'} \Rightarrow R' = 1\Omega$$

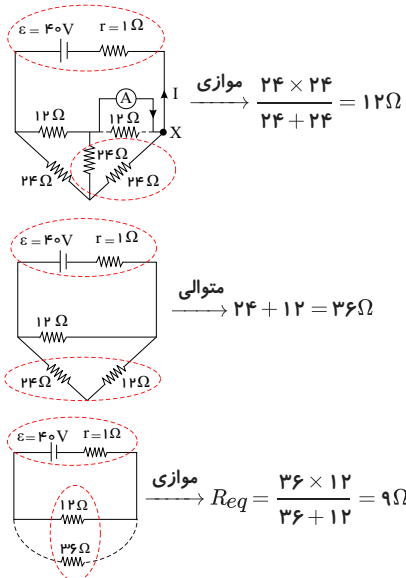
$$\frac{\Delta R}{R} \times 100 = \frac{1 - 4}{4} \times 100 = -75$$

راه حل دوم: توان خروجی مولد به ازای مقاومت R_1 و R_2 زمانی با یکدیگر یکسان است که:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \xrightarrow{r=2\Omega, R_1=4\Omega} 2 = \sqrt{4 R_2} \Rightarrow R_2 = 1\Omega$$

سخت

۱۱۲. گزینه ۴ باتوجه به ایده آل بودن آمپرسنج، مقاومت آن برابر صفر است، بنابراین مقاومت ۱۲ اهمی متصل به آن اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌گردد. با ساده‌سازی مدار و محاسبه مقاومت معادل، جریان خروجی از باتری به صورت زیر می‌باشد:



$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{40}{1 + 9} = 4A$$

حال از طریق روابط زیر، جریان عبوری از مقاومت ۳۶ اهمی را حساب می‌کنیم.

$$V_{36} = V_{12,36} \Rightarrow R_{36} I_{36} = R_{12,36} I_{12,36} \xrightarrow{I_{12,36} = I} R_{36} I_{36} = R_{12,36} I \Rightarrow 36 I_{36} = 9 \times 4$$

$$\Rightarrow I_{36} = 1A$$

این جریان همان جریان عبوری از مقاومت ۲۴ اهمی و ۲۴ میانی و ۲۴ سمت راست می‌باشد. باتوجه به یکسان و موازی بودن مقاومت‌های ۲۴ و ۲۴ سمت راست، جریان ۱ آمپری به طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود و برابر ۰.۵ آمپر می‌گردد. از طرفی در گره X داریم:

$$I = I_A + I_{24} \Rightarrow 4 = I_A + 0.5 \Rightarrow I_A = 3.5A$$

سخت

۱۱۳. گزینه ۲ در حالت اول چون رشته جدید طول بیشتری پیدا می‌کند، مقاومت آن طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ پنج برابر مقاومت هر رشته خواهد بود.

$$R = 5R_1 \Rightarrow 50 = 5R_1 \Rightarrow R_1 = 10\Omega$$

در حالت دوم وقتی رشته‌ها را کنار هم قرار می‌دهیم، طول ثابت است و سطح مقطع ۵ برابر می‌شود و باتوجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$

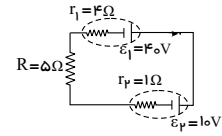
مقاومت کل $\frac{1}{5}$ برابر خواهد شد.

$$R = \frac{R_1}{5} = \frac{10}{5} = 2\Omega$$

متوسط

۱۱۴. گزینه ۴. باتوجه به $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$ جهت جریان در مدار ساعت گرد است.

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{40 - 10}{5 + 4 + 1} = 3A$$



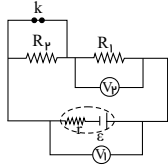
از آنجایی که جریان به باتری شماره ۲ وارد می شود و باتری نقش شارژشونده دارد می توان نوشت:

$$P_{\text{ورودی}} = \mathcal{E}_2 I + r_2 I^2 = 10 \times 3 + 1 \times 3^2 = 39W$$

متوسط

۱۱۵. گزینه ۳

در ابتدا از مقاومت R_2 جریانی نمی گذرد و مقاومت معادل مدار فقط R_1 است. با قطع کلید k ، مقاومت R_2 در مدار قرار می گیرد و مقاومت معادل افزایش می یابد و باتوجه به رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان کاهش می یابد.



طبق رابطه $V_1 = \mathcal{E} - rI$ ، با کاهش جریان، عدد V_1 افزایش می یابد. از طرفی طبق $V_2 = R_2 I$ ، با کاهش جریان، عدد V_2 نیز کم می شود.

سخت

۱۱۶. گزینه ۳

$$P_{\text{کل}} = P_1 + P_2 + P_3 \Rightarrow 70 = 40 + 10 + P_3 \Rightarrow P_3 = 20W$$

دو مقاومت R_2 و R_3 موازی هستند، لذا:

$$\begin{cases} V_2 = V_3 \\ P = \frac{V^2}{R} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_3}{R_2} = \frac{\frac{V_3^2}{P_3}}{\frac{V_2^2}{P_2}} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{10}{20} \Rightarrow \frac{R_3}{R_2} = \frac{1}{2}$$

متوسط

۱۱۷. گزینه ۲

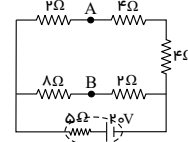
$$R_{\text{شاخه بالا}} = 2 + 4 + 4 = 10 \Omega$$

$$R_{\text{شاخه میانی}} = 8 + 2 = 10 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{20}{5+5} = 2A$$

چون مقاومت شاخه‌های موازی برابر است، از این رو جریان هر شاخه ۱ A خواهد بود.



دو طرف تساوی‌های بالا را از هم کم می‌کنیم:

$$V_A - V_C = 8 \times 1 = 8V$$

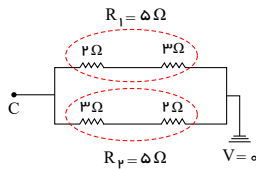
$$V_B - V_C = 2 \times 1 = 2V$$

$$V_A - V_B = 8 - 2 = 6V$$

سخت

۱۱۸. گزینه ۲

ابتدا مقاومت معادل را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم.



$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_p}{R_1 + R_p} = \frac{5 \times 5}{5 + 5} = 2.5 \Omega$$

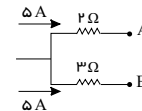
کل جریان عبوری از مدار برابر است با:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{25}{2.5} = 10A$$

با توجه به این که مقاومت معادل در شاخه‌های موازی با هم مساوی است بنابراین جریان در هر شاخه نصف این مقدار یعنی

$$I' = \frac{10}{2} = 5A \text{ است. در این صورت می‌توان نوشت:}$$

$$V_A + 2 \times 5 - 3 \times 5 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 5V$$



سخت

۱۱۹. گزینه ۲ با بستن کلید k، مقاومت موازی Rp به مدار اضافه می‌شود. در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد و طبق رابطه

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$$

با کاهش مقاومت Req، جریان در مدار افزایش خواهد یافت و آمپرسنج A عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

اختلاف پتانسیل دو سر مولد با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R1 برابر است.

$$V_{R_1} = V_{\text{مولد}} = \mathcal{E} - \mathcal{E}' = \mathcal{E} \Rightarrow I_1 = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{\mathcal{E}}{R_1}$$

بنابراین با بستن کلید، ولتاژ دو سر مقاومت R1 تغییری نمی‌کند و جریان عبوری از مقاومت R1 ثابت می‌ماند.

تذکر: اگر باتری مقاومت درونی داشت ($r \neq 0$)، ولتاژ و جریان دوسر مقاومت R_1 کاهش پیدا می کرد.

سخت

۱۲۰. گزینه ۴ روش اول:

با توجه به نمودار به ازای جریان های $I_1 = 1A$ و $I_2 = 5A$ توان خروجی مولد یکسان است. بنابراین با استفاده از رابطه می توان نوشت:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \varepsilon I_1 - r I_1^2 = \varepsilon I_2 - r I_2^2$$

$$\varepsilon I_1 - \varepsilon I_2 = r I_1^2 - r I_2^2 \Rightarrow \varepsilon (I_1 - I_2) = r (I_1^2 - I_2^2)$$

$$\Rightarrow \varepsilon \cancel{(I_1 - I_2)} = r \cancel{(I_1 - I_2)} (I_1 + I_2)$$

$$\Rightarrow \varepsilon = r (I_1 + I_2) \xrightarrow[r=2\Omega]{I_1=1A, I_2=5A} \varepsilon = 2 \times (1 + 5) \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

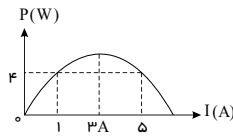
روش دوم: چون نمودار یک سهمی است، نقطه وسط (میانگین) بین $1A$ و $5A$ مربوط به قله نمودار (یعنی

$\frac{1+5}{2} = 3$) بنابراین در جریان $3A$ ، توان بیشینه است، از طرفی هم وقتی P بیشینه می شود $R = r$ است.

در نتیجه داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow[R=r=2]{I=3} 3 = \frac{\varepsilon}{2+2} \Rightarrow \varepsilon = 12(V)$$

سخت



پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۷۰۷۳۷۹

۳ -۵	۲ -۴	۲ -۳	۴ -۲	۴ -۱
۴ -۱۰	۲ -۹	۲ -۸	۴ -۷	۴ -۶
۳ -۱۵	۳ -۱۴	۴ -۱۳	۲ -۱۲	۲ -۱۱
۱ -۲۰	۴ -۱۹	۳ -۱۸	۲ -۱۷	۴ -۱۶
۲ -۲۵	۱ -۲۴	۲ -۲۳	۲ -۲۲	۴ -۲۱
۴ -۳۰	۴ -۲۹	۱ -۲۸	۳ -۲۷	۳ -۲۶
۳ -۳۵	۲ -۳۴	۳ -۳۳	۲ -۳۲	۳ -۳۱
۳ -۴۰	۱ -۳۹	۱ -۳۸	۳ -۳۷	۲ -۳۶
۳ -۴۵	۲ -۴۴	۳ -۴۳	۴ -۴۲	۴ -۴۱
۳ -۵۰	۲ -۴۹	۳ -۴۸	۲ -۴۷	۴ -۴۶
۱ -۵۵	۳ -۵۴	۲ -۵۳	۱ -۵۲	۲ -۵۱
۱ -۶۰	۴ -۵۹	۴ -۵۸	۱ -۵۷	۲ -۵۶
۳ -۶۵	۱ -۶۴	۲ -۶۳	۱ -۶۲	۳ -۶۱
۳ -۷۰	۴ -۶۹	۱ -۶۸	۱ -۶۷	۲ -۶۶
۳ -۷۵	۲ -۷۴	۲ -۷۳	۳ -۷۲	۱ -۷۱
۲ -۸۰	۴ -۷۹	۳ -۷۸	۲ -۷۷	۱ -۷۶
۱ -۸۵	۱ -۸۴	۲ -۸۳	۱ -۸۲	۴ -۸۱
۴ -۹۰	۳ -۸۹	۲ -۸۸	۲ -۸۷	۱ -۸۶
۲ -۹۵	۴ -۹۴	۴ -۹۳	۳ -۹۲	۳ -۹۱
۳-۱۰۰	۳ -۹۹	۳ -۹۸	۱ -۹۷	۳ -۹۶
۳-۱۰۵	۲-۱۰۴	۲-۱۰۳	۳-۱۰۲	۳-۱۰۱
۳-۱۱۰	۳-۱۰۹	۱-۱۰۸	۳-۱۰۷	۱-۱۰۶
۳-۱۱۵	۴-۱۱۴	۲-۱۱۳	۴-۱۱۲	۳-۱۱۱
۴-۱۲۰	۲-۱۱۹	۲-۱۱۸	۲-۱۱۷	۳-۱۱۶