نام و نام خانوادگی:

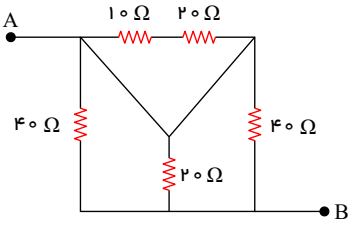
زمان برگزاری: ۵۹۰۰ دقیقه

نام آزمون: oxygen۱۱-۲-۲g

تاریخ آزمون: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

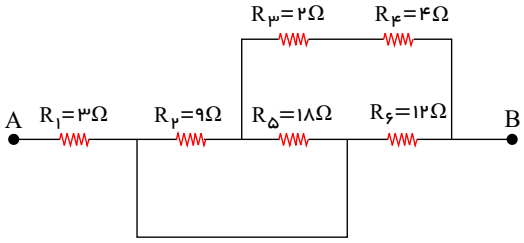
علیرضا ایدل خانی

۱ - در مدار شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند اهم است؟



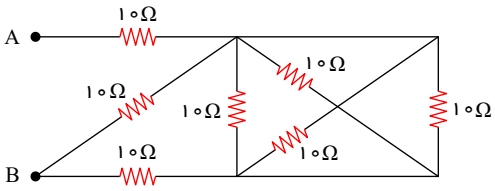
(۱) ۱۰
(۲) ۲۰
(۳) ۴۰
(۴) ۸۰

۲ - در شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند اهم است؟



(۱) ۹
(۲) ۷٫۵
(۳) ۸
(۴) ۱۲

۳ - در مدار شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B برابر با چند اُهم است؟

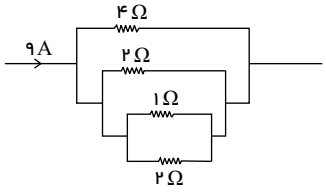


(۱) ۵
(۲) ۱۰
(۳) ۱۵
(۴) ۲۰

۴ - n رسانای استوانه‌ای مشابه را که طول هر یک برابر با L است، به‌صورت موازی به یکدیگر متصل می کنیم و در این حالت مقاومت معادل مجموعه برابر با R است. اگر ۷۵ درصد از طول هر مقاومت کم کنیم و آن ها را به صورت متوالی به یکدیگر متصل کنیم، مقاومت معادل مجموعه در این حالت نیز برابر با R می‌شود. n کدام است؟

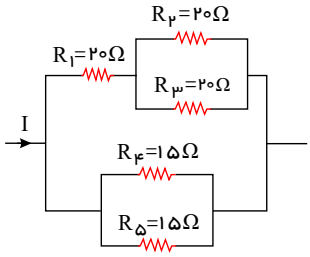
(۱) ۱۰
(۲) ۴
(۳) ۲
(۴) ۶

۵ - در شکل زیر، جریان گذرنده از مقاومت یک اهمی چند آمپر است؟



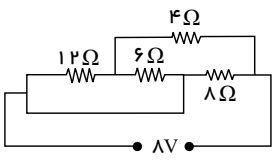
(۱) ۴
(۲) ۲
(۳) ۶
(۴) ۳

۶ - در شکل مقابل که قسمتی از یک مدار است، اگر جریان عبوری از مقاومت R_2 برابر با $2A$ باشد، جریان عبوری از مقاومت R_5 چند آمپر است؟



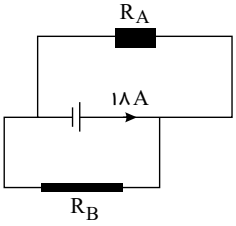
(۱) ۲
(۲) ۸
(۳) ۴
(۴) ۱۶

۷ - در مدار شکل مقابل، جریان عبوری از مقاومت ۴اهمی چند آمپر است؟



(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۱٫۵
(۴) ۰٫۷۵

۸ - جرم سیم مسی A دو برابر جرم سیم مسی B است. اگر شعاع مقطع سیم A دو برابر شعاع مقطع سیم Bباشد، جریان عبوری از سیم A در مدار شکل مقابل چند آمپر است؟

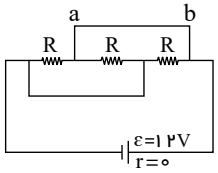


(۱) ۱۶
(۲) ۸
(۳) ۱۲
(۴) ۱۴

۹ - یک مولد با نیروی محرکهٔ $12V$ و مقاومت درونی 1Ω به همراه سه مقاومت $R_1 = 2\Omega, R_2 = 3\Omega$ و $R_3 = 6\Omega$ را به صورت دلخواه در مداری می‌بندیم. نسبت بیشترین جریانی که می‌تواند از این مولد عبور کند به کمترین جریانی که می‌تواند از آن عبور کند، کدام است؟

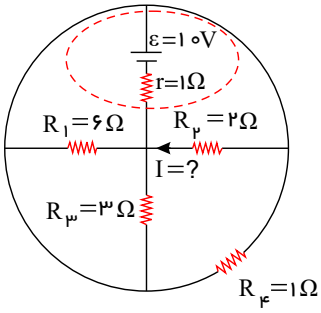
(۱) ۱
(۲) ۶
(۳) ۱۱
(۴) ۱۲

۱۰ - در مدار شکل مقابل، $R = 4\Omega$ است. جریان عبوری از شاخهٔ ab چند آمپر و در کدام سو است؟



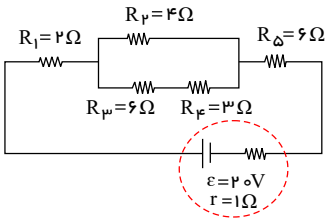
(۱) ۶، از b به a
(۲) ۳، از b به a
(۳) ۶، از a به b
(۴) هیچ جریانی از شاخهٔ ab عبور نمی‌کند.

۱۱ - در مدار شکل مقابل، I چند آمپر است؟



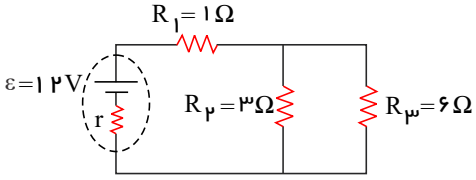
(۱) ۲٫۵
(۲) ۱
(۳) ۱٫۵
(۴) ۲

۱۲ - با توجه به مدار شکل زیر، $\frac{V_2}{V_4}$ کدام است؟ (V_2 و V_4 به ترتیب اختلاف پتانسیل‌های دو سر مقاومت‌های R_2 و R_4 هستند.)



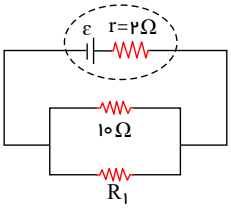
(۱) ۳
(۲) $\frac{۴}{۳}$
(۳) $\frac{۳}{۴}$
(۴) $\frac{۱}{۳}$

۱۳ - مطابق شکل زیر اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_3، ۳ ولت بیشتر از اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟



(۱) ۴
(۲) ۹
(۳) ۶
(۴) ۵

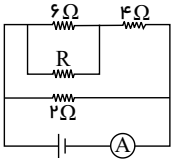
۱۴ - در مدار شکل زیر، مقاومت R_1 چند اهم شود تا افت پتانسیل درون مولد برابر نیروی محرکهٔ آن گردد؟



(۱) ۱۰
(۲) ۵
(۳) ۲
(۴) صفر

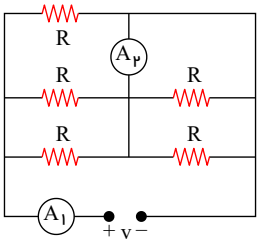
oxygen11-2-2g

۱۵ - در مدار شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی سه برابر جریان عبوری از مقاومت ۶ اهمی است. جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل چند برابر جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی است؟



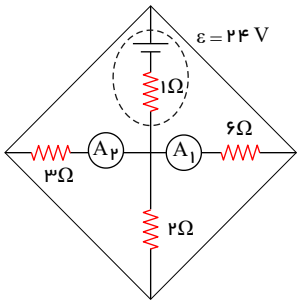
(۱) ۱۲
(۲) ۴
(۳) ۲
(۴) ۸

۱۶ - در شکل زیر، اگر آمپرسنج ایده‌آل A_1 ۱۲ آمپر را نشان دهد، آمپرسنج ایده‌آل A_2 چند آمپر را نشان می‌دهد؟



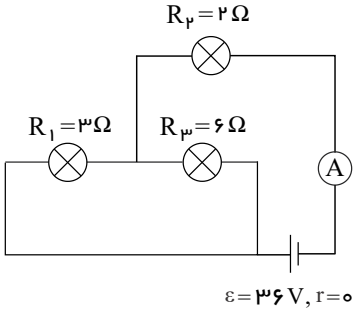
(۱) صفر
(۲) ۴
(۳) ۸
(۴) ۱۲

۱۷ - در مدار شکل زیر بزرگی اختلاف اعدادی که آمپرسنج‌های آرمانی A_1 و A_2 نشان می‌دهند، چند آمپر است؟



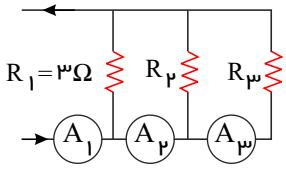
(۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۱

۱۸ - در شکل زیر اگر جای دو لامپ رشته‌ای R_1 و R_2 عوض شود، جریان عبوری از لامپ R_3 چند آمپر تغییر می‌کند؟



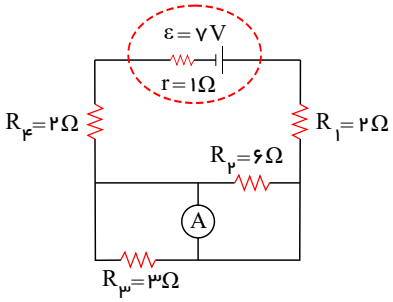
(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۴
(۴) تغییر نمی‌کند.

۱۹ - شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. آمپرسنج‌های ایده‌آل A_1، A_2 و A_3 به‌ترتیب، ۵، ۳ و ۲٫۵ آمپر را نشان می‌دهند. اگر $R_1 = 3\Omega$ باشد، مقاومت‌های R_2 و R_3 به‌ترتیب از راست به چپ چند اهم می‌باشند؟



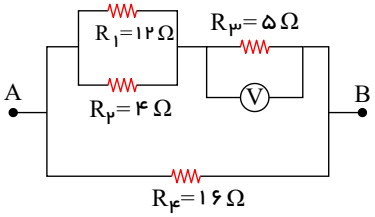
(۱) ۲ و ۶
(۲) ۲ و ۳
(۳) ۱۲ و ۲٫۴
(۴) ۶ و ۳

۲۰ - در مدار شکل مقابل آمپرسنج ایده‌آل چه عددی را برحسب آمپر نشان می‌دهد؟



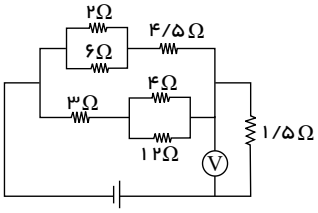
(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۱٫۴
(۴) ۲٫۸

۲۱ - در شکل زیر، اگر ولت‌سنج ایده‌آل عدد $۲۰V$ را نشان دهد، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B برحسب ولت و جریان عبوری از مقاومت ۱۶ اهمی برحسب آمپر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



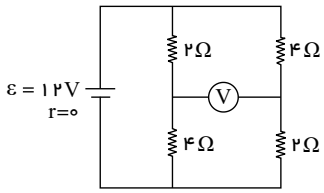
(۱) ۳۲ و ۴
(۲) ۳۲ و ۲
(۳) ۶۴ و ۴
(۴) ۲۰ و ۲

۲۲ - در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل مقدار $۴/۵V$ را نشان می‌دهد. اختلاف جریان عبوری از مقاومت‌های ۲ اهمی و ۴ اهمی چند آمپر است؟



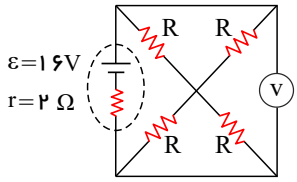
(۱) ۱
(۲) ۰/۷۵
(۳) صفر
(۴) ۰/۵

۲۳ - در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟



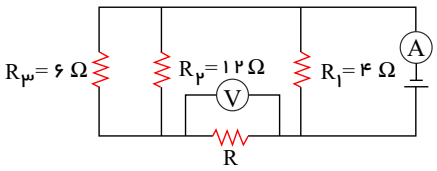
(۱) ۱۶
(۲) ۸
(۳) ۴
(۴) ۱۲

۲۴ - در مدار شکل زیر ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟ $(R = ۶\,\Omega)$



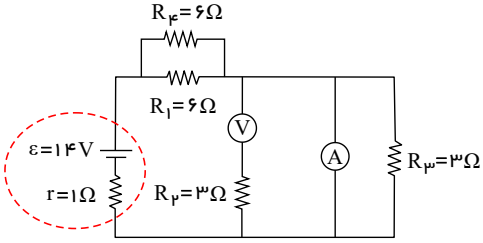
(۱) ۹
(۲) ۱۲
(۳) ۱۵
(۴) ۱۸

۲۵ - در مدار شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل عدد $۱۶V$ و آمپرسنج ایده‌آل $۱۰A$ را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



(۱) ۱
(۲) $\frac{۱۶}{۳}$
(۳) $\frac{۸}{۳}$
(۴) ۴

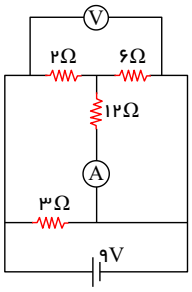
۲۶ - در مدار شکل زیر ولت‌سنج و آمپرسنج که هر دو آرمانی هستند، به ترتیب از راست به چپ در SI چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



(۱) ۱۰ و ۱
(۲) صفر و ۳/۵
(۳) ۷ و ۱
(۴) صفر و $\frac{۲۸}{۱۱}$

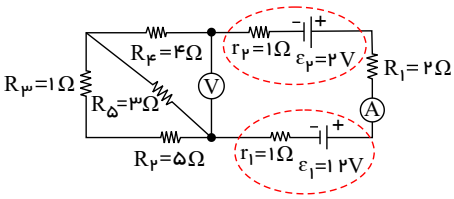
oxygen11-2-2g

۲۷ - در مدار شکل مقابل، اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی هستند.)



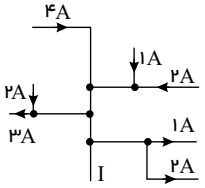
۱) ۰٫۵, ۶
۲) ۱, ۶
۳) ۰٫۵, ۹
۴) ۱, ۹

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



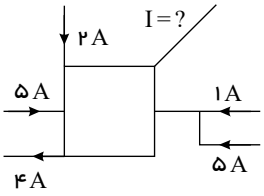
۱) ۱ آمپر کاهش و ۴ ولت کاهش
۲) ۱ آمپر کاهش و ۴ ولت افزایش
۳) ۲ آمپر کاهش و ۴ ولت کاهش
۴) ۲ آمپر افزایش و ۴ ولت افزایش

۲۹ - شکل زیر بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. بزرگی و جهت جریان I کدام است؟



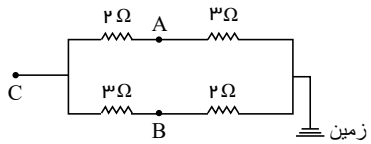
۱) ۳ آمپر به سمت پایین
۲) ۳ آمپر به سمت بالا
۳) ۹ آمپر به سمت بالا
۴) ۹ آمپر به سمت پایین

۳۰ - در شکل زیر که بخشی از یک مدار است، اندازهٔ جریان I در شاخهٔ مشخص شده چند آمپر و در کدام جهت است؟



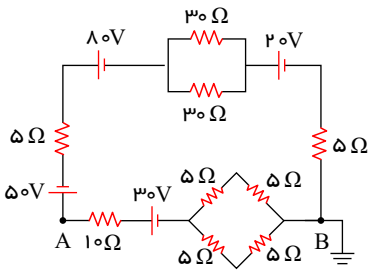
۱) ۰٫۹ ↙
۲) ۰٫۷ ↙
۳) ۰٫۹ ↗
۴) ۰٫۷ ↗

۳۱ - با توجه به شکل زیر، اگر پتانسیل نقطهٔ C برابر با ۲۵ ولت باشد، کدام گزینه دربارهٔ مقدار $V_A - V_B$ درست است؟



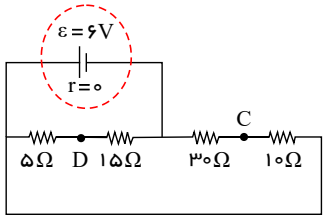
۱) صفر است.
۲) مقداری مثبت است.
۳) مقداری منفی است.
۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

۳۲ - در مدار شکل مقابل، پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A چند ولت است؟ (مولدها آرمانی هستند.)



۱) ۵۰
۲) ۷۵
۳) ۴۵
۴) ۶۵

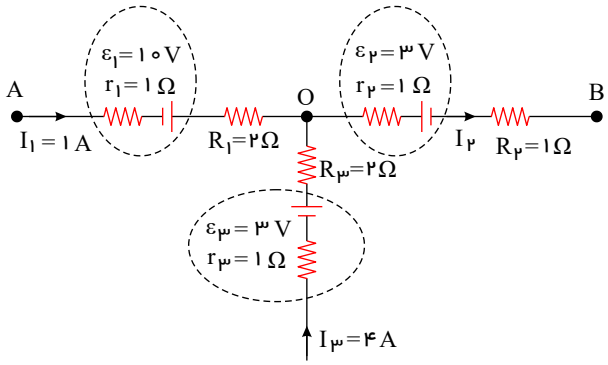
۳۳ - در مدار شکل زیر، اندازهٔ اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ C و D چند ولت است؟



۱) صفر
۲) ۱٫۵
۳) ۲
۴) ۳

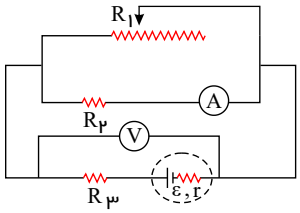
oxygen11-2-2g

۳۴- شکل زیر، قسمتی از یک مدار را مشخص می‌کند. اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟



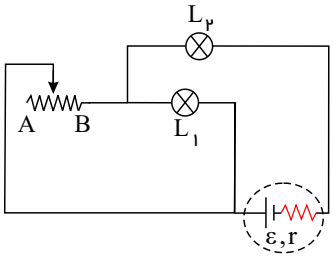
۱) ۸
۲) −۸
۳) ۶
۴) −۶

۳۵- در شکل مقابل با حرکت تدریجی لغزندهٔ رئوستا به سمت راست، به‌ترتیب از راست به چپ اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهند، چگونه تغییر می‌کنند؟



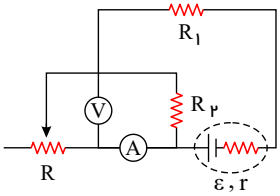
۱) کاهش - افزایش
۲) کاهش - کاهش
۳) افزایش - افزایش
۴) افزایش - کاهش

۳۶- مداری مطابق شکل زیر بسته‌ایم. چنان‌چه لغزندهٔ رئوستا به‌سمت نقطهٔ A حرکت کند، نور لامپ‌های L_1 و L_2 به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



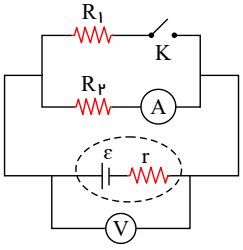
۱) افزایش - افزایش
۲) کاهش - افزایش
۳) افزایش - کاهش
۴) کاهش - کاهش

۳۷- در مدار شکل زیر، اگر مقاومت رئوستا را به تدریج افزایش دهیم، به‌ترتیب اعدادی که ولت سنج و آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهند چگونه تغییر خواهند کرد؟



۱) افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند.
۲) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

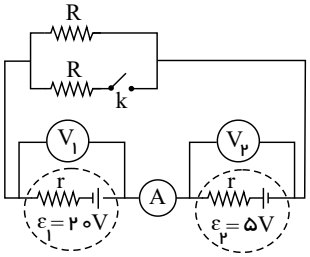
۳۸- در مدار شکل زیر، مقاومت‌های R_1 , R_2 مشابه‌اند. با بستن کلید K ، اعدادی که ولت‌سنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهند، به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر خواهند کرد؟



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

oxygen11-2-2g

۳۹- در مدار شکل زیر با بستن کلید k، اعدادی که ولت‌سنج‌های آرمانی V_1 و V_2 و آمپرسنج آرمانی A نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



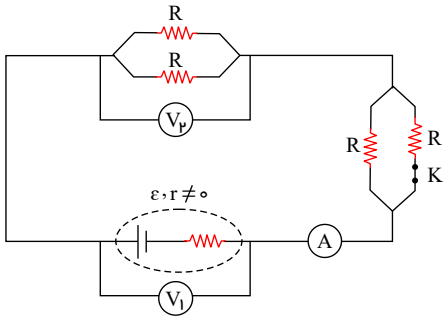
۱) افزایش، افزایش، کاهش

۲) افزایش، کاهش، کاهش

۳) کاهش، افزایش، افزایش

۴) کاهش، کاهش، افزایش

۴۰- در مدار شکل زیر، اگر کلید K را باز کنیم، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ (آمپرسنج و ولت‌سنج‌ها آرمانی هستند.)



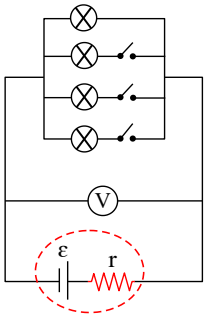
۱) افزایش - افزایش - کاهش

۲) کاهش - ثابت - کاهش

۳) کاهش - ثابت - افزایش

۴) کاهش - افزایش - کاهش

۴۱- در مدار شکل زیر، لامپ‌ها مشابه و مقاومت درونی مولد برابر با مقاومت هریک از لامپ‌ها است. اگر کلیدها را یکی پس از دیگری ببندیم، عدد ولت سنج آرمانی و توان خروجی مولد به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



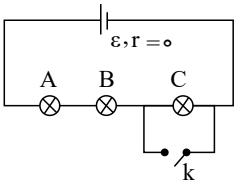
۱) افزایش می‌یابد. - افزایش می‌یابد.

۲) کاهش می‌یابد. افزایش می‌یابد.

۳) افزایش می‌یابد. - کاهش می‌یابد.

۴) کاهش می‌یابد. - کاهش می‌یابد.

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



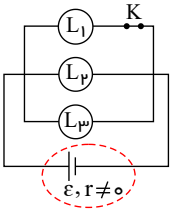
۱) اختلاف پتانسیل دو سر A و دو سر B تغییر نمی‌کند.

۲) اختلاف‌پتانسیل دو سر C به اندازهٔ ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

۳) هر یک از اختلاف‌پتانسیل‌های دو سر A و B به اندازهٔ ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.

۴) اختلاف‌پتانسیل دو سر C به صفر کاهش می‌یابد و هریک از اختلاف‌پتانسیل‌های دو سر A و B دو برابر می‌شود.

۴۳- در مدار شکل مقابل، هر سه لامپ مشابه و روشن هستند. با باز کردن کلید k نور لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟



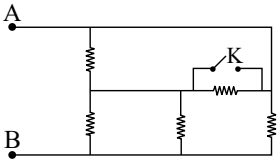
۱) L_1 خاموش می‌شود و L_2 و L_3 تغییر نمی‌کنند.

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.

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



۱) $\frac{۲}{۳}$

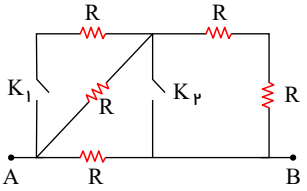
۲) $\frac{۳}{۲}$

۳) $\frac{۸}{۳}$

۴) $\frac{۳}{۸}$

oxygen11-2-2g

۴۵ - در رابطه با شکل مقابل که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، کدام گزینه صحیح است؟



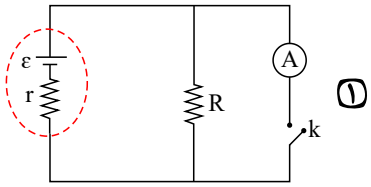
۱) بیشترین مقاومت معادل زمانی است که کلید k_1 بسته و کلید k_2 باز باشد.

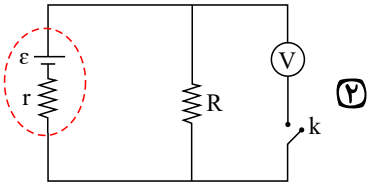
۲) بیشترین مقاومت معادل زمانی است که کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته باشد.

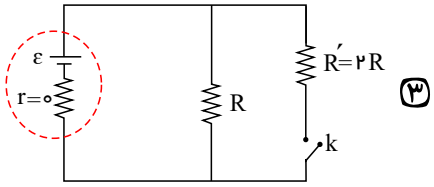
۳) مقاومت معادل در حالتی که هر دو کلید باز هستند بیشتر از حالتی است که k_1 بسته و k_2 باز باشد.

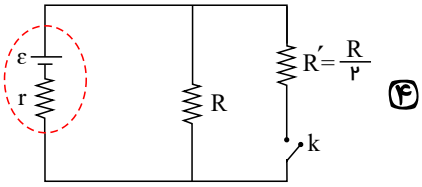
۴) کمترین مقاومت معادل زمانی است که کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته باشد.

۴۶ - در کدام مدار زیر، با بستن کلید k، جریان عبوری از مولد در مدار تغییر نمی‌کند؟ (آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی هستند.)

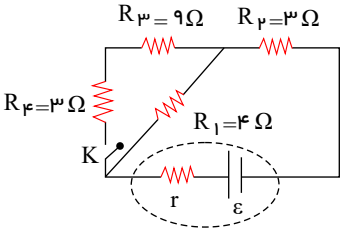
۱)


۲)


۳)


۴)


۴۷ - در مدار شکل زیر، $\varepsilon = ۲۸V$ و $r = ۱\Omega$ است. با بستن کلید k، شدت جریان عبوری از مقاومت ۴ اُهمی چند آمپر تغییر می‌کند؟



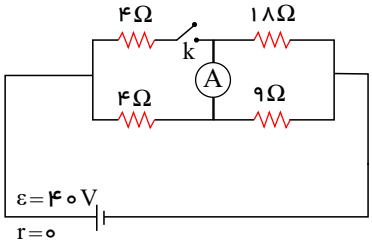
۱) ۰٫۵

۲) ۱٫۵

۳) ۲٫۵

۴) ۳

۴۸ - در مدار شکل زیر، پس از بستن کلید k، جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل چند برابر می‌شود؟



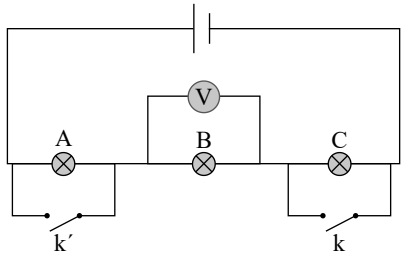
۱) $\frac{۵}{۸}$

۲) $\frac{۸}{۵}$

۳) $\frac{۲}{۳}$

۴) $\frac{۳}{۲}$

۴۹ - در مدار شکل زیر که شامل سه لامپ مشابه A، B و C است، کلیدهای k و k' ابتدا باز هستند و ولت‌سنج ایده‌آل مقدار V را نشان می‌دهد. اگر ابتدا کلید k و سپس کلید k' را ببندیم، ولت‌سنج به ترتیب مقدارهای V' و V'' را نشان می‌دهد. کدام مقایسه در مورد V، V' و V'' صحیح است؟



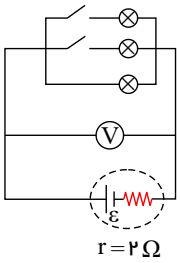
۱) $\frac{V}{۳} = \frac{V'}{۲} = V''$

۲) $\frac{V''}{۶} = \frac{V'}{۳} = \frac{V}{۲}$

۳) $\frac{V''}{۲} = ۲V' = ۳V$

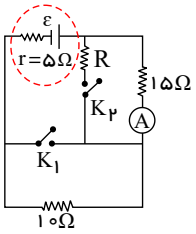
۴) $۳V'' = ۶V' = ۱۲V$

۵۰ - نسبت بیش‌ترین ولتاژ به کم‌ترین ولتاژی که ولت‌سنج ایده‌آل در مدار زیر می‌تواند نشان دهد، کدام است؟ (لامپ‌ها مشابه و مقاومت هر یک از آن‌ها ۶Ω است.)



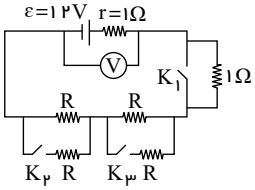
① ۲
② ۳
③ $\frac{۴}{۳}$
④ $\frac{۳}{۲}$

۵۱ - در مدار شکل زیر، وقتی هر دو کلید $k_۱$ و $k_۲$ باز و یا هر دو بسته هستند، آمپرسنج ایده‌آل عدد $۰/۴A$ را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



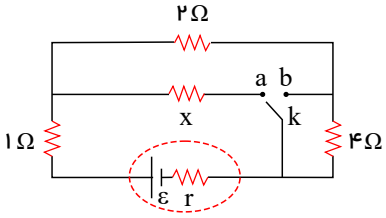
① ۶
② ۸
③ ۷/۵
④ ۱۵

۵۲ - در مدار شکل مقابل، اگر نسبت عددی که ولت‌سنج ایده‌آل در هنگام باز بودن تمام کلیدها نشان می‌دهد به عددی که در زمان بسته بودن تمام آن‌ها نشان می‌دهد برابر $\frac{۵}{۴}$ باشد، R چند اهم است؟



① ۴
② ۳
③ ۲
④ ۱

۵۳ - در شکل زیر یک بار کلید k به قسمت a و بار دیگر به قسمت b وصل می‌شود. مقاومت x چند اُهم باشد تا در هردو حالت اختلاف پتانسیل دو سر مولد یکسان باشد؟



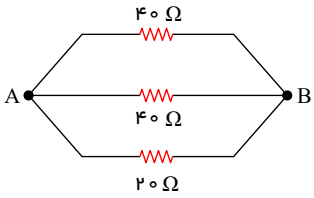
① ۳
② ۶
③ ۲
④ ۴

oxygen11-2-2g

پاسخنامه تشریحی

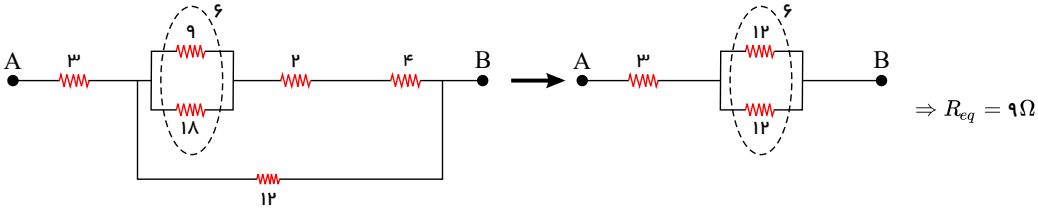
۱ - گزینه ۱

مقاومت۱۰Ω و ۲۰Ω سری، اتصال کوتاه می‌شوند و از مدار حذف می‌شوند. فقط سه مقاومت موازی باقی می‌ماند.

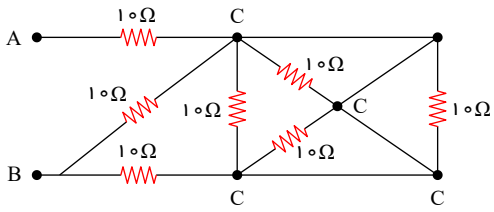


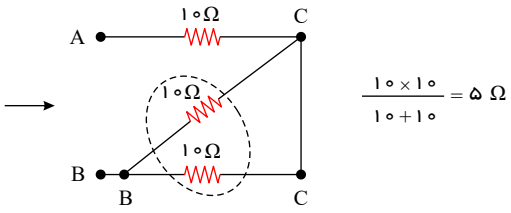
$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۴۰}+\frac{۱}{۴۰}+\frac{۱}{۲۰}\Rightarrow R_{eq}=۱۰\Omega$$

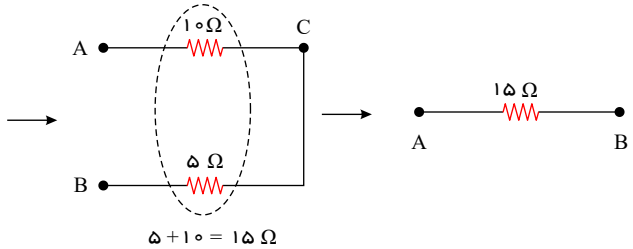
۲ - گزینه ۱



۳ - گزینه ۳ ابتدا نقاط هم پتانسیل را نام‌گذاری می‌کنیم و سپس با استفاده از متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B را می‌یابیم:







۴ - گزینه ۳ در حالت اول: می‌دانیم که اگر n مقاومت مشابه R رو به‌صورت موازی ببندیم.

موازی$R_T=\frac{R}{n}$

ر حالت دوم: اگر n تا مقاومت مشابه R' رو به‌صورت سری ببندیم.

سری$R_T=nR'$

وجه کنیم که چون طول مقاومت‌ها ۷۵ درصد کاهش یافته و طبق رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ ، $R\propto L$ ، پس مقدار هر مقاومت ۷۵ درصد کم شده (به ۲۵ درصد اولیه رسیده و یا $\frac{۱}{۴}$ برابر شده.) یعنی:

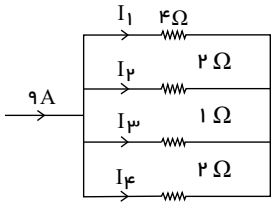
$$R'=\frac{R}{۴}\Rightarrow R_T=nR'=n\frac{R}{۴}$$

در سؤال گفته شده مقاومت معادل در هر دو حالت برابر است، پس:

oxygen11-2-2g

$$\frac{R}{n} = n\frac{R}{۴} \Rightarrow n = ۲$$

۵ - گزینه ۱ مقاومت‌ها با یکدیگر موازی‌اند. لذا اختلاف پتانسیل دو سر همهٔ آنها با یکدیگر یکسان است و طبق رابطهٔ $V = RI$ داریم:



$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = V_۴$$

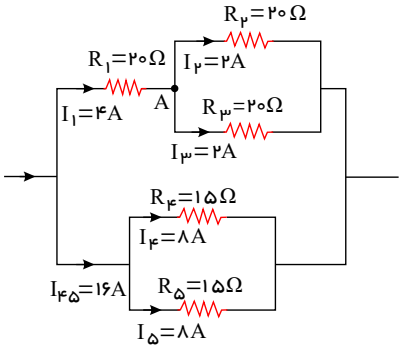
$$\Rightarrow ۴I_۱ = ۲I_۲ = I_۳ = ۲I_۴$$

$$= I_۱ = \frac{۱}{۴}I_۳, I_۲ = \frac{۱}{۲}I_۳, I_۴ = \frac{۱}{۲}I_۴ \Rightarrow ۹ = I_۱ + I_۲ + I_۳ + I_۴$$

$$\Rightarrow ۹ = \frac{۱}{۴}I_۳ + \frac{۱}{۲}I_۳ + I_۳ + \frac{۱}{۲}I_۳ \Rightarrow ۹ = \frac{۹}{۴}I_۳ \Rightarrow I_۳ = ۴A$$

۶ - گزینه ۲

چون اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی یکسان است. جریان در آن‌ها به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.



بنابراین:

$$\frac{R_۲}{R_۳} = \frac{I_۳}{I_۲} \Rightarrow \frac{۲۰}{۲۰} = \frac{I_۳}{۲} \Rightarrow I_۳ = ۲A$$

اگر قاعدهٔ انتخاب را برای گرهٔ A بنویسیم داریم:

$$I_۱ = I_۲ + I_۳ = ۲ + ۲ \Rightarrow I_۱ = ۴A$$

مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ با هم موازی و معادل آن‌ها با مقاومت $R_۱$ به صورت متوالی است. مقاومت معادل شاخهٔ بالایی مدار برابر است با:

$$R_{۱۲۳} = R_۱ + \frac{R_۲R_۳}{R_۲ + R_۳} = ۲۰ + \frac{۲۰ \times ۲۰}{۲۰ + ۲۰} \Rightarrow R_{۱۲۳} = ۳۰\Omega$$

مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ با هم موازی هستند و بنابراین مقاومت معادل شاخهٔ پایینی مدار برابر است با:

$$R_{۴۵} = \frac{R_۴R_۵}{R_۴ + R_۵} = \frac{۱۵ \times ۱۵}{۱۵ + ۱۵} \Rightarrow R_{۴۵} = ۷/۵\Omega$$

با توجه به موازی بودن شاخه‌های بالا و پایین داریم:

$$\frac{R_{۴۵}}{R_{۱۲۳}} = \frac{I_۱}{I_{۴۵}} \Rightarrow \frac{۷/۵}{۳۰} = \frac{۴}{I_{۴۵}} \Rightarrow I_{۴۵} = ۱۶A$$

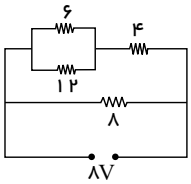
چون $R_۴ = R_۵$ است، جریان $I_{۴۵} = ۱۶A$ به صورت مساوی بین این دو مقاومت تقسیم می‌شود.

$$I_۴ = I_۵ = ۸A$$

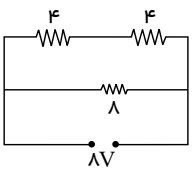
۷ - گزینه ۱ روش اول:

ابتدا می‌توان برای فهم بهتر، شکل مدار را ساده کرد، مقاومت ۸اهمی از هر دو طرف به مولد وصل است پس با مولد موازی است.

مقاومت ۶ و ۱۲اهمی هر دو سرشان به‌هم وصل است، پس موازیند و در نهایت در ادامهٔ شاخهٔ مقاومت ۴اهمی قرار دارند، پس با آن سری هستند، نتیجه مطابق شکل روبه‌رو خواهد بود:



چون مدار دو شاخهٔ موازی دارد. پس ولتاژ هر دو شاخه با ولتاژ کل برابر است، یعنی ولتاژ کل شاخهٔ بالا نیز $۸V$ خواهد بود، اگر مقاومت ۶ و ۱۲اهمی را ساده کنیم



خواهیم داشت: $R_{۶,۱۲} = \frac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\Omega$

پس ولتاژ شاخهٔ بالا که ۸ ولت بود به‌طور مساوی بین دو مقاومت ۴اهمی تقسیم می‌شود و سهم هر کدام ۴ ولت می‌شود. که در نهایت داریم:

$$V = RI \rightarrow ۴ = ۴ \times I \Rightarrow I = ۱A$$

روش دوم:

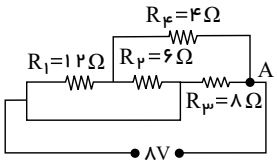
ابتدا مقاومت معادل را محاسبه می‌کنیم. مقاومت‌های ۱۲Ω و ۶Ω باهم موازی و معادل آن‌ها با مقاومت ۴Ω متوالی می‌باشد:

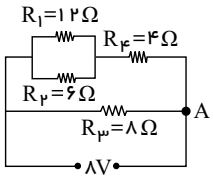
oxygen11-2-2g

$$R_{۱۲}=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}=\frac{۶\times ۱۲}{۶+۱۲}=۴\Omega$$

$$R_{۱۲۴}=R_{۱۲}+R_۴=۴+۴=۸\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{R_{۱۲۴}\times R_۳}{R_{۱۲۴}+R_۳}=\frac{۸\times ۸}{۸+۸}=۴\Omega$$

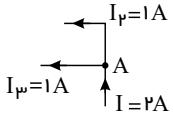




جریان در مقاومت $R_۳=۸\Omega$ برابر است با:

$$I_۳=\frac{V_۳}{R_۳}=\frac{۸}{۸}=۱A$$

باتوجه به اینکه جریان کل مدار $I=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{۸}{۴}=۲A$ است، لذا جریان عبوری از $R_۴$ نیز یک آمپر خواهد بود.



۸ - گزینه ۱ با توجه به این که هر دو سیم مسی هستند، چگالی آن‌ها با هم برابر است و داریم:

$$m_A=۲m_B\xrightarrow{\rho_A=\rho_B}V_A=۲V_B\Rightarrow \pi r_A^۲L_A=\pi r_B^۲L_B\xrightarrow{r_A=۲r_B}(۲r_B)^۲L_A=۲r_B^۲L_B\Rightarrow L_B=۲L_A$$

برای محاسبهٔ R_A بر حسب R_B داریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}=\frac{L_A}{L_B}\times(\frac{r_B}{r_A})^۲\xrightarrow[r_A=۲r_B]{L_B=۲L_A}\frac{R_A}{R_B}=\frac{۱}{۲}\times(\frac{۱}{۲})^۲=\frac{۱}{۸}\Rightarrow R_B=۸R_A$$

چون مقاومت‌ها موازی‌اند، سهم جریان عبوری از مقاومت A (سیم رسانای A) برابر است با:

$$I_A=\frac{R_B}{R_A+R_B}\Rightarrow I=\frac{۸R_A}{R_A+۸R_A}\times ۱۸=۱۶A$$

۹ - گزینه ۲ بیشترین جریان زمانی است که سه مقاومت موازی بسته شوند و کمترین جریان زمانی است که سه مقاومت سری بسته شوند.

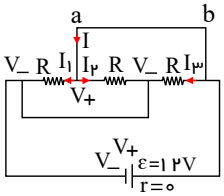
$$\frac{I_{max}}{I_{min}}=\frac{\frac{\not{ε}}{R_{\text{موازی}}+r}}{\frac{\not{ε}}{R_{\text{سری}}+r}}=\frac{۱۱+۱}{۱+۱}=\frac{۱۲}{۲}=۶$$

۱۰ - گزینه ۱ روش اول: پتانسیل (ولتاژ) بارهای الکتریکی در هنگام عبور از سیم‌های ایده‌آل $(R=۰)$ 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.

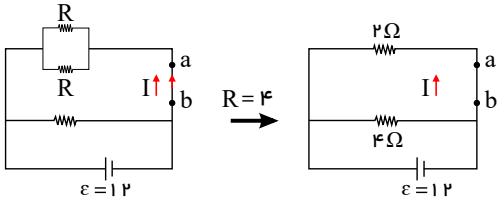
$$I_۱=I_۲=I_۳=\frac{\Delta V}{R}=\frac{۱۲}{۴}=۳A$$

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:

$$I=I_۱+I_۲=۳+۳=۶A$$



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



مقاومت‌های ۲ و ۴ اُهمی موازی هستند. پس: $V_{۲\Omega}=V_T=\varepsilon=۱۲$ و از طرفی $V=RI$ در نتیجه: $۱۲=۲\times I\rightarrow I=۶A$

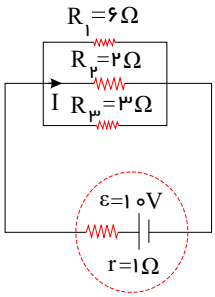
۱۱ - گزینه ۱ شکل را به‌صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم. دقت کنید دو سر مقاومت $R_۴$ اتصال کوتاه می‌شود و سه مقاومت دیگر موازی‌اند.

oxygen11-2-2g

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۳}=\frac{۱}{۶}+\frac{۳}{۶}+\frac{۲}{۶}=\frac{۶}{۶}\Rightarrow R_{eq}=۱\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۱۰}{۱+۱}=۵A \qquad V_{\text{مولد}}=\varepsilon-Ir=۱۰-۵\times ۱=۵V$$



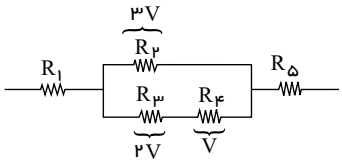
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۲$ نیز برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مولد است:

$$I_۲=\frac{V_{\text{مولد}}}{R_۲}=\frac{۵}{۲}=۲/۵A$$

۱۲ - گزینه ۱ روش اول:

در مقاومت‌های موازی Vها برابر است، اما در مقاومت‌های متوالی به نسبت Rها تقسیم می‌شود.

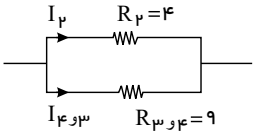
اگر $V_۴=V$ فرض شود، چون $R_۳=۲R_۴$ است، پس، $V_۳=۲V$ خواهد بود و ولتاژ کل این شاخه برابر است با $V+۲V=۳V$ که همان ولتاژ شاخه بالا نیز هست.



$$\Rightarrow \frac{V_۲}{V_۴}=\frac{۳V}{V}=۳$$

روش دوم:

می‌دانیم برای هر مقاومت داریم $V=RI$، پس کافیست نسبت جریان هر شاخه را پیدا کنیم، می‌دانیم جریان مقاومت‌های سری $R_۳$ و $R_۴$ یکسان است، پس آن‌ها را معادل کرده و داریم:



$$\frac{I_۲}{I_{۳,۴}}=\frac{R_{۳,۴}}{R_۲}=\frac{۹}{۴}$$ جریان به نسبت عکس مقاومت تقسیم می‌شود ← مقاومت موازی

چون $R_۳$ و $R_۴$ متوالی‌اند پس $I_۳=I_۴=I_{۳,۴}$

حال نسبت $\frac{V_۲}{V_۴}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{V_۲}{V_۴}=\frac{R_۲}{R_۴}\times\frac{I_۲}{I_۴}=\frac{۴}{۳}\times\frac{۹}{۴}=۳$$

۱۳ - گزینه ۲ اختلاف پتانسیل معادل $R_۲$ و $R_۳$ با اختلاف پتانسیل دو سر $R_۳$ برابر است. چون $R_۱$ و $R_{۲,۳}$ سری هستند، از آن‌ها جریان یکسانی می‌گذرد. پس:

$$V_{۲,۳}=V_۱+۳\Rightarrow R_{۲,۳}I=R_۱I+۳\Rightarrow ۲I=I+۳\Rightarrow I=۳A$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد، برابر است با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل مدار.

$$V=R_{eq}I=۳\times ۳=۹V$$

۱۴ - گزینه ۴ بنا به رابطهٔ $V=\varepsilon-Ir$، اگر افت پتانسیل درون مولد (یعنی rI) برابر با نیروی محرکهٔ آن شود. اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر صفر می‌شود.

از طرف دیگر، چون اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی است. بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی صفر می‌باشد. در این حالت، بنا به رابطهٔ $V=R_{eq}I$، مقاومت معادل مقاومت‌های $R_۱$ و ۱۰Ω نیز صفر خواهد بود.

$$V=R_{eq}I\xrightarrow{V=۰}۰=R_{eq}I\xrightarrow{I\neq ۰}R_{eq}=۰$$

با صفر شدن مقاومت معادل، الزاماً باید یکی از این دو مقاومت صفر باشد، چون ۱۰Ω نمی‌تواند صفر باشد، لذا $R_۱=۰$ است.

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{۱۰}\xrightarrow{R_{eq}=۰}\frac{۱}{۰}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow\infty=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow\frac{۱}{R_۱}=\infty\Rightarrow R_۱=۰$$

۱۵ - گزینه ۲ با توجه به مدار داده شده، اگر جریان مقاومت ۶Ω را I فرض کنیم، جریان عبوری از مقاومت R برابر $۲I$ خواهد شد.

$$I_R+I=۳I\Rightarrow I_R=۲I$$

با توجه به برابر بودن ولتاژ مقاومت ۶ اهمی و مقاومت R داریم:

$$V_R=V_۶\Rightarrow R\times ۲I=۶I\Rightarrow R=۳\Omega$$

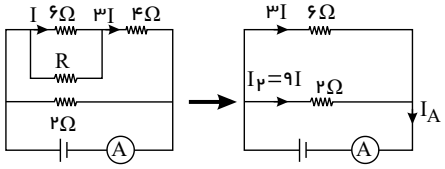
مقاومت‌های ۶ و ۳ اهمی موازی یکدیگر هستند و با مقاومت ۴ اهمی متوالی هستند. مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{۶,۳}=\frac{۶\times ۳}{۶+۳}=۲\Omega,\quad R_{۶,۳,۴}=R_{۶,۳}+R_۴=۲+۴=۶\Omega$$

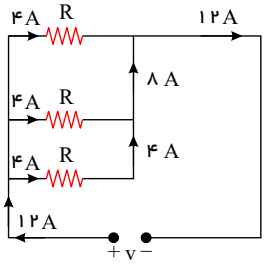
با توجه به موازی بودن مقاومت ۲ اهمی شاخهٔ پایینی با مقاومت معادل ۶ اهمی شاخهٔ بالایی، جریان گذرنده از آن را می‌یابیم.

oxygen11-2-2g

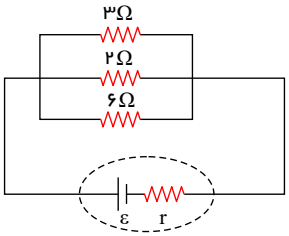
$$V_{۶,۳,۴} = V_۲ \Rightarrow ۶ \times ۳I = ۲I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۹I$$
$$I_A = I_۲ + I_{۶,۳,۴} \Rightarrow I_A = ۹I + ۳I \Rightarrow I_A = ۱۲I$$
$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_۴} = \frac{۱۲I}{۳I} = ۴$$



۱۶ - گزینه ۳ با توجه به ایده‌ال بودن آمپرسنج $A_۱$ ، مقاومت‌های سمت راست اتصال کوتاه شده و حذف می‌شوند.
از طرفی چون سه مقاومت موازی با یکدیگر برابر هستند، بنابراین جریان عبوری از هر سه مقاومت یکسان است.



۱۷ - گزینه ۱
مدار را به‌صورت زیر ساده می‌کنیم:



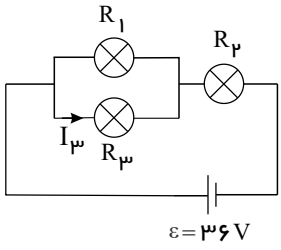
سه مقاومت خارجی موازی هستند پس داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۳} + \frac{۱}{۲} + \frac{۱}{۶} \Rightarrow R_{eq} = ۱\Omega$$
$$I_{کل} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I_{کل} = \frac{۲۴}{۱ + ۱} = ۱۲A$$

در مقاومت‌های موازی جریان الکتریکی هر مقاومت با اندازهٔ آن نسبت عکس دارد، پس جریان مقاومت ۶ اُهمی را برابر با x، مقاومت ۳ اُهمی را برابر با $۲x$ و مقاومت ۲ اُهمی را برابر با $۳x$ در نظر می‌گیریم:

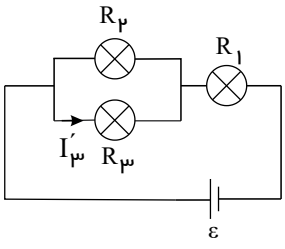
$$۶x = ۱۲ \Rightarrow x = ۲A$$
$$\left.\begin{array}{l} R_۱ = ۶\Omega \Rightarrow I_۱ = ۲A \\ R_۲ = ۳\Omega \Rightarrow I_۲ = ۴A \\ R_۳ = ۲\Omega \Rightarrow I_۳ = ۶A \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta I = I_۲ - I_۱ = ۲A$$

۱۸ - گزینه ۱ حالت اول:



$$R_{۱,۳} = \frac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} = ۲\,\Omega$$
$$R_{eq} = ۲ + ۲ = ۴\,\Omega$$
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \frac{۳۶}{۴} = ۹A$$
$$I_۳ = \frac{۳}{۹} \times ۹ = ۳A$$

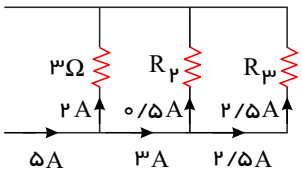
حالت دوم:



$$R_{۲,۳} = \frac{۲ \times ۶}{۸} = \frac{۳}{۲}\,\Omega$$
$$R_{eq} = \frac{۳}{۲} + ۳ = \frac{۹}{۲}\,\Omega$$
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \frac{۳۶}{\frac{۹}{۲}} = ۸A$$
$$I'_۳ = \frac{۲}{۸} \times ۸ = ۲A \Rightarrow I'_۳ - I_۳ = -۱A$$

oxygen11-2-2g

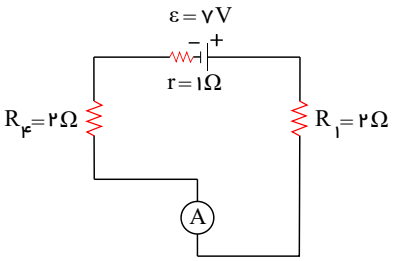
۱۹ - گزینه ۳ در حالت موازی، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها برابر است.



$$۳ \times ۲ = R_۲ \times ۰/۵ \Rightarrow R_۲ = ۱۲\,\Omega$$

$$۳ \times ۲ = R_۳ \times ۲/۵ \Rightarrow R_۳ = ۲/۴\,\Omega$$

۲۰ - گزینه ۳ آمپرسنج ایده‌آل چون مقاومت ناچیزی دارد بنابراین از مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ جریان عبور نمی‌کند یعنی اتصال‌کوتاه می‌شوند پس آن‌ها را از مدار حذف می‌کنیم. حال یک مدار تک‌حلقه داریم و جریان به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{۷}{۲ + ۲ + ۱} = \frac{۷}{۵} \Rightarrow I = ۱/۴A$$

۲۱ - گزینه ۲

ابتدا مقاومت معادل $R_۱$ و $R_۲$ را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$R' = \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} = \frac{۱۲ \times ۴}{۱۲ + ۴} = ۳\Omega$$

جریان عبوری از مقاومت $R_۳$ برابر است با:

$$I_۳ = \frac{V_۳}{R_۳} = \frac{۲۰}{۵} \Rightarrow I_۳ = ۴A \Rightarrow I' = ۴A$$

بنابراین:

$$V' = R'I' = ۳ \times ۴ = ۱۲V$$

$$\Rightarrow V_{AB} = V_T = V' + V_۳ = ۱۲ + ۲۰ = ۳۲V$$

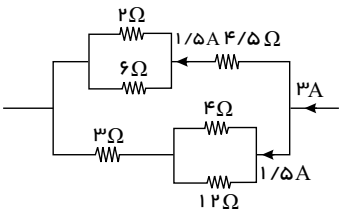
اکنون قانون اهم را برای مقاومت $R_۴$ به‌کار می‌بریم. باتوجه به این‌که مقاومت $R_۴$ با شاخهٔ بالایی موازی است، بنابراین ولتاژ یکسانی با این شاخه دارد.

$$V_۴ = V_{AB} = ۳۲V$$

$$I_۴ = \frac{V_۴}{R_۴} = \frac{۳۲}{۱۶} = ۲A$$

۲۲ - گزینه ۳

باتوجه به اینکه مقاومت $۱/۵\Omega$ با ولت‌سنج موازی است، ولت‌سنج ولتاژ دو سر مقاومت را نشان می‌دهد، پس جریان اصلی مدار (که همان جریان مقاومت ۱/۵ اهمی است) $I = \frac{V}{R} = \frac{۴/۵}{۱/۵} = ۳A$ خواهد بود.



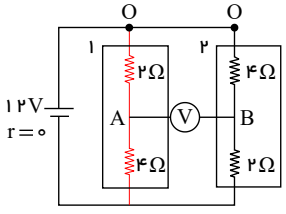
چون مقاومت معادل شاخه‌های بالا و پایین یکسان و برابر ۶ اهم است، پس به هر قسمت جریان $۱/۵A$ وارد می‌شود و به علت برابری نسبت‌ها $(\frac{۲}{۶} = \frac{۴}{۱۲})$ جریان یکسانی از مقاومت‌های ۴ و ۲ اهمی عبور می‌کند.

توجه کنید که در این تست به‌دلیل هماهنگی اعداد جواب صفر شد و این نسبت همواره برقرار نیست.

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

$$R_۱ = ۲ + ۴ = ۶\Omega \qquad R_۲ = ۴ + ۲ = ۶\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} \Rightarrow R_{eq} = \frac{۶ \times ۶}{۶ + ۶} = ۳\Omega$$



جریان کلی مدار برابر است با:

$$I_T = \frac{V_T}{R_{eq}} \Rightarrow I_T = \frac{۱۲}{۳} = ۴A$$

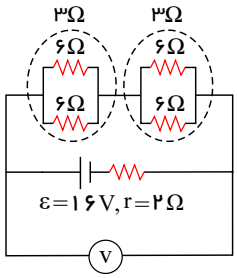
oxygen11-2-2g

جریان هر دو شاخه با یکدیگر برابر است:

$$V_۱ = V_۲ \xrightarrow{R_۱=R_۲} I_۲ = I_۲ = \frac{I_T}{۲} = ۲A$$

$$\left.\begin{array}{l} V_O - V_A = ۲ \times ۲ = ۴V \\ V_O - V_B = ۲ \times ۴ = ۸V \end{array}\right\} \Rightarrow V_A - V_B = ۴V$$

۲۴ - گزینه ۲ ولت‌سنج ایده‌آل، همان اختلاف پتانسیل دوسر باتری را نشان می‌دهد.



$$R_{eq} = ۶\,\Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{۱۶}{۲ + ۶} = ۲A$$

$$V = \mathcal{E} - rI = ۱۶ - ۲ \times ۲ = ۱۲V$$

۲۵ - گزینه ۲

$$V = RI' \Rightarrow ۱۶ = RI' \Rightarrow I' = \frac{۱۶}{R} \quad (I)$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱$ و دو سر معادل R و $R_۲$ و $R_۳$ باهم برابر است.

$$R_۱ I_۱ = R_{۲,۳,R} I' \Rightarrow ۴(۱۰ - I') = (۴ + R)I'$$

$$\xrightarrow{(I)} ۴(۱۰ - \frac{۱۶}{R}) = (۴ + R)(\frac{۱۶}{R}) \xrightarrow{\times R} ۴۰R - ۶۴ = ۶۴ + ۱۶R$$

$$\Rightarrow ۲۴R = ۱۲۸ \Rightarrow R = \frac{۱۶}{۳}\,\Omega$$

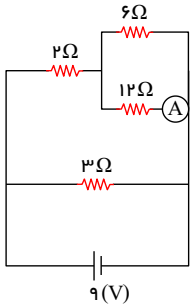
۲۶ - گزینه ۲ ولت سنج ایده‌آل، موازی شاخهٔ آمپرسنج ایده‌آل است و چون مقاومت آمپرسنج ایده‌آل صفر است، ولت‌سنج ایده‌آل هم مقدار صفر را نشان می‌دهد.

از طرفی چون آمپرسنج ایده‌آل است، جریانی از $R_۳$ عبور نمی‌کند و آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد. (دقت کنید از $R_۴$ هم جریانی رد نمی‌شود چون در شاخهٔ ولت‌سنج ایده‌آل قرار دارد.)

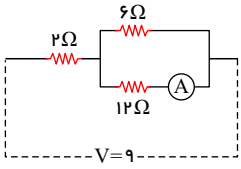
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{۱۴}{۱ + ۳} = \frac{۷}{۲} = ۳٫۵A$$

۲۷ - گزینه ۳ اگر به دو سر ولت‌سنج دقت کنیم مستقیماً به دو سر مولد وصل، پس اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد، پس : $V = ۹(V)$

با کمی ساده‌سازی مدار رو به شکل زیر رسم می‌کنیم:

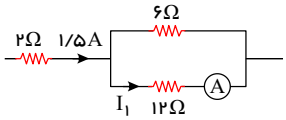


مجموعهٔ بالا و پایین با مولد موازی‌اند، پس ولتاژ یکسان دارند، یعنی:



$$\begin{cases} R_T = (۶, ۱۲ \text{ موازی}) + ۲ \text{ سری با } = \frac{۶ \times ۱۲}{۱۲ + ۶} + ۲ = ۶ \\ I = \frac{V}{R} = \frac{۹}{۶} = ۱٫۵A \end{cases}$$

این ۱٫۵ آمپر پس از عبور از مقاومت ۲ اهمی باید بین مقاومت ۱۲ اهمی و ۶ اهمی تقسیم شود. و از آنجایی که در مقاومت‌های موازی جریان و مقاومت رابطهٔ عکس دارند:



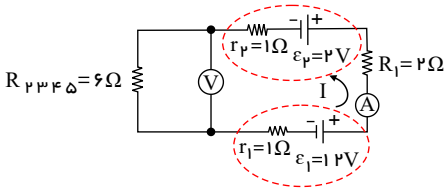
$$I_۱ = (\frac{۶}{۱۲ + ۶}) \times ۱٫۵ = ۰٫۵A \Rightarrow \text{آمپرسنج } A : I = ۰٫۵A$$

oxygen11-2-2g

۲۸ - گزینه ۲

$R_{۲۳} = ۵ + ۱ = ۶\Omega \qquad R_{۲۳۵} = \frac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} = ۲\Omega \qquad R_{۲۳۴۵} = ۲ + ۴ = ۶\Omega$

حالت اول:

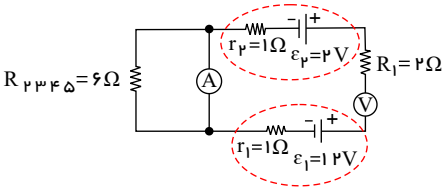


آمپرسنج در حالت اول: $I_۱ = \frac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲}{R_{eq} + r_۱ + r_۲} = \frac{۱۲ - ۲}{۲ + ۶ + ۱ + ۱} = ۱A$

ولت‌سنج در حالت اول: $V_۱ = R_{۲۳۴۵} I_۱ = ۶ \times ۱ \Rightarrow V_۱ = ۶V$

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.



$I_۲ = ۰$

$V_۲ = \varepsilon_۱ - \varepsilon_۲ = ۱۲ - ۲ = ۱۰ \Rightarrow V_۲ = ۱۰V$

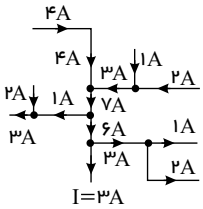
تغییر عدد آمپرسنج $\Delta I = I_۲ - I_۱ = ۰ - ۱ = -۱A$

تغییر عدد ولت‌سنج $\Delta V = V_۲ - V_۱ = ۱۰ - ۶ = ۴V$

۲۹ - گزینه ۱

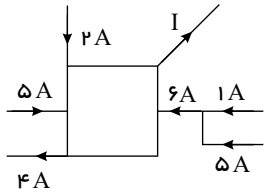
طبق قاعدهٔ انشعاب در گره‌ها، مقدار و جهت جریان‌های مجهول را به‌دست می‌آوریم.

مطابق شکل جریان عبوری I برابر با ۳ آمپر و به سمت پایین است.



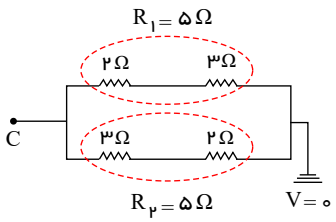
۳۰ - گزینه ۳ با توجه به شکل و قاعدهٔ گره، جمع جریان‌های ورودی به مربع برابر است با جمع جریان‌های خروجی از آن.

$۵ + ۲ + ۶ = ۴ + I \Rightarrow I = ۹A \nearrow$



۳۱ - گزینه ۲

ابتدا مقاومت معادل را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم.



$R_{eq} = \frac{R_۱ \times R_۲}{R_۱ + R_۲} = \frac{۵ \times ۵}{۵ + ۵} = ۲/۵\Omega$

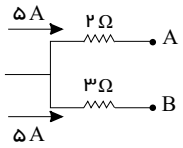
کل جریان عبوری از مدار برابر است با:

$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{۲۵}{۲/۵} = ۱۰A$

با توجه به این‌که مقاومت معادل در شاخه‌های موازی با هم مساوی است بنابراین جریان در هر شاخه نصف این مقدار یعنی $I' = \frac{۱۰}{۲} = ۵A$ است. در این صورت می‌توان نوشت:

oxygen11-2-2g

$$V_A + ۲ \times ۵ - ۳ \times ۵ = V_B \Rightarrow V_A - V_B = ۵V$$



۳۲ - گزینه ۲ مدار تک‌حلقه است و ابتدا جریان و جهت آن را تعیین می‌کنیم:

$$I = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{R_{eq} + \sum r} = \frac{۸۰ + ۵۰ + ۲۰ - ۳۰}{۱۵ + ۵ + ۱۰ + ۵ + ۵} = ۳A$$ پادساعتگرد

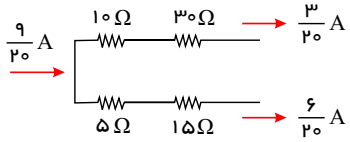
کافی است از نقطهٔ A در جهت جریان به نقطهٔ B برویم که چون B به زمین وصل است، پتانسیل الکتریکی آن صفر می‌باشد.

$$V_A - (۱۰ \times ۳) - ۳۰ - (۵ \times ۳) = V_B \xrightarrow{V_B = ۰} V_A = ۷۵V$$

۳۳ - گزینه ۱

$$\begin{matrix} \text{سری } ۳۰\Omega, ۱۰\Omega : R = ۴۰\Omega \\ \text{سری } ۱۵\Omega, ۵\Omega : R' = ۲۰\Omega \end{matrix} \Rightarrow R_{eq} = \frac{۴۰ \times ۲۰}{۶۰} = \frac{۴۰}{۳}\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{۶}{\frac{۴۰}{۳}} = \frac{۹}{۲۰}A$$



$$\Delta V_{CD} = ۳۰ \times \frac{۳}{۲۰} - ۱۵ \times \frac{۶}{۲۰} = ۰$$

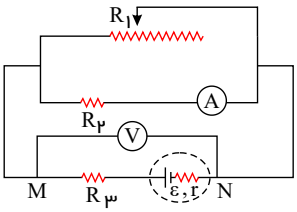
۳۴ - گزینه ۴

قاعدهٔ گره در O: $I_۱ + I_۳ = I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۱ + ۴ = ۵A$

$$V_A - r_۱ I_۱ + \varepsilon_۱ - R_۱ I_۱ - r_۱ I_۲ - \varepsilon_۲ - R_۲ I_۲ = V_B$$

$$V_B - V_A = -۱ \times ۱ + ۱۰ - ۲ \times ۱ - ۱ \times ۵ - ۳ - ۱ \times ۵ = -۶V$$

۳۵ - گزینه ۳



با حرکت لغزندهٔ رئوستا به سمت راست، مقاومت رئوستا افزایش می‌یابد (افزایش طول) و در نتیجه مقاومت معادل دو مقاومت موازی $R_۱$ و $R_۲$ افزایش می‌یابد. بنابراین مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه جریان کل مدار کاهش می‌یابد. ولت‌سنج ایده‌آل اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ M و N را نشان می‌دهد. داریم:

$$V_M + IR_۳ - \varepsilon + Ir = V_N \Rightarrow V_M - V_N = \varepsilon - I[R_۳ + r]$$

بنابراین با کاهش جریان مدار، عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد، افزایش می‌یابد.

آمپرسنج ایده‌آل جریان عبوری از مقاومت $R_۲$ را نشان می‌دهد. با توجه به مدار، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۲$ با عدد ولت‌سنج برابر است. بنابراین با افزایش عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، جریان عبوری از مقاومت $R_۲$ بیشتر شده و آمپرسنج عدد بزرگتری را نشان می‌دهد.

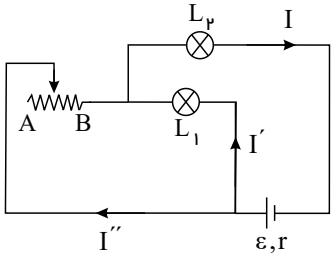
۳۶ - گزینه ۳ با حرکت لغزنده به‌سمت نقطهٔ A مقدار مقاومت رئوستا افزایش یافته و مقاومت معادل نیز زیاد می‌شود. پس طبق رابطهٔ $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ جریان عبوری از مولد کاهش خواهد یافت.

لذا جریان عبوری از لامپ $L_۲$ کاهش یافته و براساس رابطهٔ $P = RI^۲$ توان مصرفی و نور لامپ $L_۲$ نیز کاهش خواهد یافت. برای بررسی نور لامپ $L_۱$ می‌توان این‌گونه نوشت:

$$V_{\text{مولد}} = \mathcal{E} - rI \downarrow \Rightarrow V_{\text{مولد}} \uparrow,\ V_{L_۲} = RI \downarrow \Rightarrow V_{L_۲} \downarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{مولد}} \uparrow = V_{\text{رئوستا و } L_۱} + V_{L_۲} \downarrow \quad \text{معادل } L_۱ \text{ و رئوستا با } L_۲ \text{ متوالی}$$

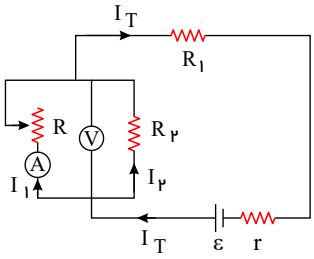
$$\Rightarrow V_{\text{رئوستا و } L_۱} = \uparrow V_{\text{مولد}} - V_{L_۲} \downarrow \Rightarrow V_{\text{رئوستا و } L_۱} \uparrow$$



بس طبق رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ با افزایش ولتاژ دو سر $L_۱$، توان مصرفی و نور آن نیز افزایش می‌یابد.

۳۷ - گزینه ۴ بهتر است شکل مدار را ساده‌تر کنیم:

oxygen11-2-2g



ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت رئوستا و یا مقاومت $R_۲$ را نشان می‌دهد:

$$(V) = RI \quad \text{رئوستا} = R_۲ I_۲$$

آمپرسنج جریان عبوری از رئوستا را نشان می‌دهد

$$(A) = I_۱$$

خب با افزایش مقاومت رئوستا، مقاومت کل زیاد می‌شود ($R_T \uparrow$) و جریان کل کم می‌شود. ($I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \downarrow$)

جریان مقاومت رئوستا $(I_۱)$ جزئی از جریان کل مدار هست. جریان کل کم شده و همینطور مقاومت زیاد شده (پس سهم کمتری از جریان کل سهم مقاومت رئوستا می‌شود) خلاصه اینکه جریان $I_۱$ کم شده و آمپرسنج عدد کمتری را نشان می‌دهد.

مقاومت $R_۱$ و مجموعهٔ $R_۲$ و رئوستا باهم سری هستند. پس :

$$V_{\text{کل}} = V_{R_۱} + V_{R_۲}$$

$$\text{دو سر مولد } V = V_{R_۱} + V_{R_۲} \xrightarrow[\downarrow I_T \rightarrow \ \text{مولد } V\uparrow]{\text{مولد } V=\varepsilon - I_T r} \uparrow \text{مولد } V = \downarrow R_۱ I_T + V_{R_۲}$$

نتیجه اینکه $V_{R_۲}$ باید افزایش داشته باشد $\leftarrow$ پس ولت‌سنج عدد بزرگتری را نشان می‌دهد.

۳۸ - گزینه ۲ با بستن کلید K ، مقاومت معادل مدار کاهش یافته در نتیجه جریان عبوری از شاخهٔ اصلی مدار افزایش می‌یابد. ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد یعنی $V = \varepsilon - Ir$ را نشان می‌دهد، بنابراین با افزایش جریان، عدد ولت‌سنج کاهش می‌یابد. قبل از بستن کلید آمپرسنج $I = \frac{\varepsilon}{r + R}$ را نشان می‌دهد. پس از بستن کلید چون مقاومت‌ها مشابه‌اند جریان یکسانی از آنها عبور می‌کند که برابر $\frac{۱}{۲}$ جریان اصلی مدار است.

$$I' = \frac{۱}{۲}\left(\frac{\varepsilon}{r + \frac{R}{۲}}\right) = \frac{\varepsilon}{۲r + R}$$

یعنی $I' > I$ و عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد کاهش می‌یابد.

۳۹ - گزینه ۳ با بستن کلید، یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه می‌شود و مقاومت کل کاهش می‌یابد.

$$I = \frac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲}{R_{eq} + ۲r} \xrightarrow{R_{eq}\downarrow} I \uparrow \qquad \text{عدد آمپرسنج افزایش می‌یابد .}$$

$$\text{مولد } \varepsilon_۱ \text{تولیدکننده} : V_۱ = \varepsilon_۱ - rI \xrightarrow{I\uparrow} V_۱ \downarrow$$

$$\text{مولد } \varepsilon_۲ \text{مصرف‌کننده} : V_۲ = \varepsilon_۲ - rI \xrightarrow{I\uparrow} V_۲ \uparrow$$

۴۰ - گزینه ۴ نکته: اگر مقاومتی موازی حذف شود مقاومت معادل زیاد می‌شد. اگر مقاومت موازی اضافه شود مقاومت معادل کم می‌شود.

با باز کردن k یک مقاومت موازی از مدار حذف می‌شود و با این کار مقاومت معادل افزایش پیدا می‌کند. (R_T) که اولین اثر آن روی جریان مدار است که طبق رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{r + R_T}$ با افزایش R_T

، جریان مدار کاهش می‌یابد. با بررسی آمپرسنج و ولت‌سنج‌ها داریم:

(A) آمپرسنج در شاخهٔ (سیم) اصلی مدار قرار گرفته ، پس جریان کل آمپر سنج همانطور که نشان داده شده، کاهش می‌یابد.

$(V_۱)$ ولت‌سنج $V_۱$ به دو سر مولد وصل، پس ولتاژ دو سر مولد یعنی $V = \varepsilon - Ir$ را نشان می‌دهد که با کاهش I مقدار V زیاد می‌شود. (تا اینجا گزینه درست مشخص شد.)

$(V_۲)$ ولت‌سنج $V_۲$ ولتاژ دو سر مقاومت‌های موازی را نشان می‌دهد که با ولتاژ معادل آن‌ها برابر ، پس:

$$\text{کاهش} : V_۲ = V_T = R_T I_T \xrightarrow[\text{ثابت } R_T]{\text{کاهش } I_T} V_۱$$

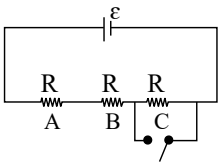
۴۱ - گزینه ۴ وقتی کلیدها بسته می‌شوند، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد و جریان کل افزایش می‌یابد. پس عدد ولت‌سنج طبق رابطهٔ $V = \mathcal{E} - rI$ کاهش می‌یابد.

ز طرفی چون مقاومت درونی مولد با مقاومت هر لامپ برابر است، قبل از بستن کلیدها، توان خروجی مولد بیشینه است (چون $R_{eq} = r$) و پس از بستن کلیدها و تغییر مقاومت معادل، قطعاً توان خروجی باتری کاهش می‌یابد.

oxygen11-2-2g

۴۲ - گزینه ۳

روش اول: اگر مقاومت هر لامپ را R در نظر بگیریم، جریان مدار برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{۳R}$



در حالتی که کلید باز است، اختلاف پتانسیل دو سر هر لامپ برابر است با: $V_A=V_B=V_C=RI=\frac{\varepsilon}{۳}$

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: $I'=\frac{\varepsilon}{۲R}$. اختلاف‌پتانسیل دو سر لامپ‌های A و B برابر است با:

$$V'_A=V'_B=RI'=\frac{\varepsilon}{۲}$$

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

$$\frac{\Delta V}{V}\times ۱۰۰=\frac{V'_A-V_A}{V_A}\times ۱۰۰=\frac{\frac{\varepsilon}{۲}-\frac{\varepsilon}{۳}}{\frac{\varepsilon}{۳}}\times ۱۰۰=۵۰\%$$

روش دوم: قبل از اتصال کلید، ولتاژ باتری بطور مساوی سه لامپ مشابه تقسیم می‌شود، یعنی: $V_A=V_B=V_C=\frac{\varepsilon}{۳}$

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

$$V_A=V_B=\frac{\varepsilon}{۲}$$

نسبت تغییرات پتانسیل A و B برابر است با: $\frac{\frac{\varepsilon}{۲}}{\frac{\varepsilon}{۳}}=\frac{۳}{۲}=۱/۵$

۱٫۵ برابر شدن یعنی اگر اوّل ۱۰۰ باشد، در نهایت ۱۵۰ می‌شود، یعنی ۵۰ درصد افزایش پیدا می‌کند.

۴۳ - گزینه ۲ هر لامپ به منزلهٔ یک مقاومت الکتریکی است، جریان لامپ‌ها پیش از باز کردن کلید برابر است با:

جریان کل مدار $I=\frac{\varepsilon}{\frac{۱}{۳}R+r}=\frac{۳\varepsilon}{R+۳r}$

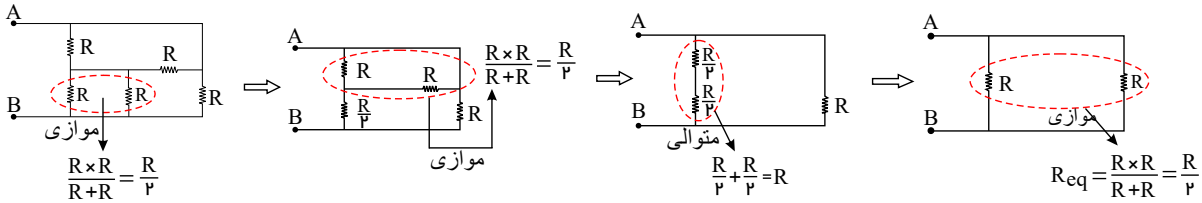
جریان هر لامپ $I_۱=\frac{I}{۳}=\frac{\varepsilon}{R+۳r}$

وقتی کلید k باز می‌شود لامپ $L_۱$ خاموش و جریان کل مدار برابر $I'=\frac{\varepsilon}{\frac{۱}{۲}R+r}$ یعنی برابر $I'=\frac{۲\varepsilon}{R+۲r}$ خواهد شد. لذا جریانی که از هر لامپ می‌گذرد برابر است با:

$$I'_۱=\frac{\varepsilon}{R+۲r}$$

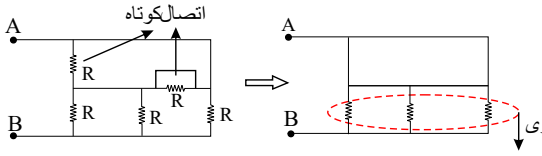
یعنی جریانی که از هر لامپ می‌گذرد افزایش خواهد یافت و طبق رابطهٔ $P=RI^۲$ نور دو لامپ $L_۲$ و $L_۳$ بیش‌تر خواهد شد و گزینهٔ «۲» درست است. اگر خارج از انشعاب لامپ‌ها مقاومتی وجود نداشت مثلاً باتری بدون مقاومت داخلی بود، نور لامپ‌ها تغییر نمی‌کرد.

۴۴ - گزینه ۱ در حالتی که کلید باز است، مدار به‌صورت زیر می‌باشد و مقاومت معادل آن برابر $\frac{R}{۲}$ می‌شود.



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

$$\frac{۱}{R'_{eq}}=\frac{۱}{R}+\frac{۱}{R}+\frac{۱}{R}\Rightarrow\frac{۱}{R'_{eq}}=\frac{۳}{R}\Rightarrow R'_{eq}=\frac{R}{۳}$$



.ر نتیجه می‌توان نوشت:

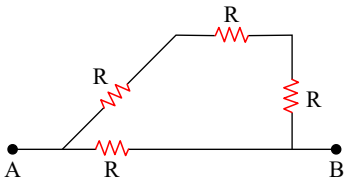
$$\frac{R'_{eq}}{R_{eq}}=\frac{\frac{R}{۳}}{\frac{R}{۲}}=\frac{۲}{۳}$$

oxygen11-2-2g

بنابراین مقاومت مدار $\frac{۲}{۳}$ برابر می‌شود.

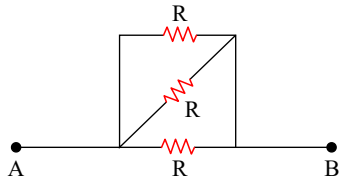
۴۵ - گزینه ۳ مقاومت معادل مدار را در ۴ حالت ممکن با توجه به متوالی یا موازی بودن مقاومت‌های مشابه به دست می‌آوریم:

هر دو کلید باز باشند:



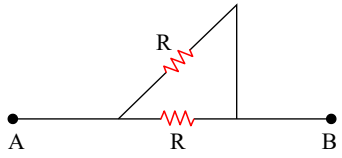
$$R_{eq} = \frac{۳}{۴}R$$

هر دو کلید بسته باشند: (دو مقاومت اتصال کوتاه می‌شوند)



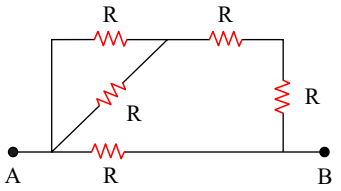
$$R_{eq} = \frac{R}{۳}$$

کلید $k_۱$ باز و کلید $k_۲$ بسته باشد:



$$R_{eq} = \frac{R}{۲}$$

کلید $k_۱$ بسته و کلید $k_۲$ باز باشد:



$$R_{eq} = \frac{۵}{۷}R$$

بنابراین تنها گزینهٔ «۳» صحیح است.

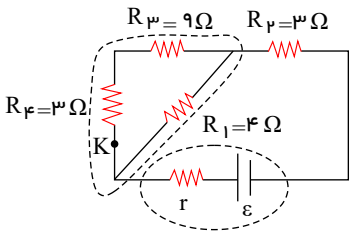
۴۶ - گزینه ۲ در مدار گزینهٔ «۲»، با توجه به اینکه کلید در شاخهٔ ولت‌سنج ایده‌آل قرار گرفته، و ولت سنج ایده‌آل مقاومت خیلی زیادی دارد، باز و بسته کردن کلید، تأثیری در جریان مدار ایجاد نمی‌کند.

۴۷ - گزینه ۱ در حالت اول (باز بودن کلید)، دو مقاومت $R_۱ = ۴\Omega$ و $R_۲ = ۳\Omega$ متوالی بوده و مقاومت معادل برابر با $R_{eq} = R_۱ + R_۲ = ۷\Omega$ و در نتیجه جریان کل مدار و مقاومت ۴ اُهمی برابر با $I_۱ = I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۲۸}{۷ + ۱} = ۳/۵A$ است.

هنگامی که کلید بسته می‌شود، مقاومت‌های $R_۳ = ۹\Omega$ و $R_۴ = ۳\Omega$ متوالی بوده و معادل این دو مقاومت با مقاومت $R_۱ = ۴\Omega$ موازی و معادل این سه با مقاومت $R_۲ = ۳\Omega$ متوالی خواهد شد، در نتیجه مقاومت معادل مجموعه برابر خواهد شد با: $R'_{eq} = \frac{۱۲ \times ۴}{۱۲ + ۴} + ۳ = ۶\Omega$ و در نتیجه جریان کل برابر $I = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{۲۸}{۶ + ۱} = ۴\ A$ می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱ = ۴\Omega$ برابر خواهد شد با: $V_۱ = IR_{۱,۳,۴} = ۴ \times ۳ = ۱۲V$ و در نتیجه جریان در مقاومت $R_۱$ برابر خواهد شد با:

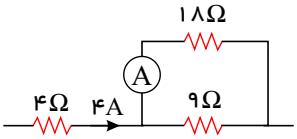
$$V_{R_۱} = I'_۱ R_۱ \Rightarrow ۱۲ = I'_۱ \times ۴ \Rightarrow I'_۱ = ۳A$$

و بنابراین، جریان عبوری در مقاومت $R_۱$ از $I_۱ = ۳/۵A$ به $I'_۱ = ۳\ A$ رسیده، یعنی ۰/۵ آمپر کاهش یافته است.



۴۸ - گزینه ۱ حالت اول:

oxygen11-2-2g

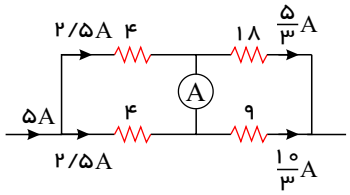


$$R_{eq}=\frac{۱۸\times ۹}{۱۸+۹}+۴=۱۰\,\Omega$$

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}}=\frac{۴۰}{۱۰}=۴A$$

عدد آمپرسنج: $\frac{۹}{۲۷}\times ۴=\frac{۳۶}{۲۷}A$

حالت دوم:



$$R_{eq}=\frac{۴\times ۴}{۴+۴}+\frac{۱۸\times ۹}{۱۸+۹}=۸\,\Omega$$

$$I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}}=\frac{۴۰}{۸}=۵A$$

عدد آمپرسنج: $\frac{۱۰}{۳}-۲/۵=\frac{۱۰}{۳}-\frac{۵}{۲}=\frac{۵}{۶}A$

خواستهٔ سؤال: $\frac{\frac{۵}{۶}}{\frac{۳۶}{۲۷}}=\frac{۵}{۸}$

۴۹ - گزینه ۲

هر دو کلید باز : $I'=\frac{\varepsilon}{R_A+R_B+R_C}=\frac{\varepsilon}{۳R}\Rightarrow V=RI=R\times\frac{\varepsilon}{۳R}=\frac{\varepsilon}{۳}$

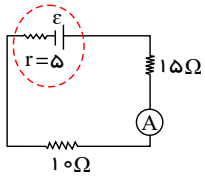
کلید K بسته : $I'=\frac{\varepsilon}{R_A+R_B}=\frac{\varepsilon}{۲R}\Rightarrow V'=RI'=R\times\frac{\varepsilon}{۲R}=\frac{\varepsilon}{۲}$

کلید K و K' بسته : $I''=\frac{\varepsilon}{R_B}=\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow V''=RI'=R\times\frac{\varepsilon}{R}=\varepsilon$

۵۰ - گزینه ۴ طبق رابطهٔ $V=\varepsilon-rI$، بیشترین ولتاژ وقتی است که جریان کمینه باشد (مقاومت معادل زیاد باشد) و کمترین ولتاژ مربوط به وقتی است که جریان بیشینه باشد (مقاومت معادل کم باشد)

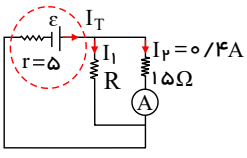
$$\frac{V_{max}}{V_{min}}=\frac{\varepsilon-rI_{min}}{\varepsilon-rI_{max}}=\frac{\varepsilon-r\frac{\varepsilon}{r+R}}{\varepsilon-r\frac{\varepsilon}{r+\frac{R}{۳}}}=\frac{\varepsilon\,(۱-\frac{۲}{۲+۶})}{\varepsilon\,(۱-\frac{۲}{۲+۲})}=\frac{\frac{۳}{۴}}{\frac{۱}{۲}}=\frac{۳}{۲}$$

۵۱ - گزینه ۳ ابتدا برای حالت باز کلیدها شکل مدار را رسم کرده و مقدار ε را از رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ بدست می‌آوریم.



$$\begin{cases}I=۰/۴A\\R_{eq}=۱۵+۱۰=۲۵\end{cases}\Rightarrow ۰/۴=\frac{\varepsilon}{۲۵+۵}\Rightarrow\varepsilon=۱۲V$$

حال وقتی کلیدها بسته شوند، کلید $k_۱$ دو سر مقاومت ۱۰ اهمی را بهم وصل کرده پس آن را اتصال کوتاه و حذف می‌کند و کلید $k_۲$ مقاومت R را بصورت موازی با مقاومت ۱۵ اهمی به مدار اضافه می‌کند که در نهایت شکل مدار به صورت زیر خواهد بود.



دقت کنیم در این حالت آمپرسنج جریان مقاومت ۱۵ اهمی را نشان می‌دهد. حال چون مقاومت‌های ۱۵ اهمی و R و مولد موازی هستند ولتاژ آن‌ها با هم برابر است و داریم:

مولد $V=V_R=V_{۱۵\Omega}$

$$\varepsilon-I_Tr=RI_۱=۱۵\times I_۲$$

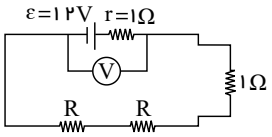
$$۱۲-I_T\times ۵=RI_۱=۱۵\times ۰/۴\Rightarrow ۱۲-۵I_T=۶\rightarrow I_T=۱/۲(A)$$

oxygen11-2-2g

از طرفی هم می‌دانیم $I_T = I_1 + I_2$ پس: $I_1 = ۰٫۸ \Rightarrow ۱٫۲ = I_1 + ۰٫۴$ با قرار دادن در رابطهٔ تساوی ولتاژها خواهیم داشت:

$$\begin{matrix} RI_1 = ۱۵ \times ۰٫۴ \\ R \times ۰٫۸ = ۱۵ \times ۰٫۴ \end{matrix} \Rightarrow R = ۷٫۵\Omega$$

۵۲ - گزینه ۳ در هنگامی که تمامی کلیدها باز هستند، داریم:

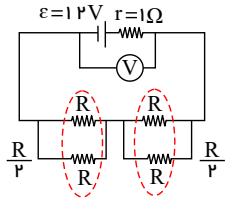


$$I = \frac{\sum \varepsilon}{R_t + \sum r}$$

$$I = \frac{۱۲}{۲ + ۲R} \Rightarrow I = \frac{۶}{R + ۱}$$

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = ۱۲ - (۱) \times (\frac{۶}{R + ۱})$$

در هنگامی که تمامی کلیدها بسته‌اند داریم:



$$I' = \frac{\sum \varepsilon}{R'_t + \sum r} \Rightarrow I' = \frac{۱۲}{\frac{R}{۲} + \frac{R}{۲} + ۱} \Rightarrow I' = \frac{۱۲}{R + ۱}$$

$$V' = \varepsilon - I'r \Rightarrow V' = ۱۲ - (۱) \times (\frac{۱۲}{R + ۱})$$

$$\frac{V}{V'} = \frac{۵}{۴} \Rightarrow \frac{۱۲ - \frac{۶}{R+۱}}{۱۲ - \frac{۱۲}{R+۱}} = \frac{۵}{۴}$$

$$\Rightarrow ۴۸ - \frac{۲۴}{R + ۱} = ۶۰ - \frac{۶۰}{R + ۱} \Rightarrow \frac{۳۶}{R + ۱} = ۱۲ \Rightarrow R + ۱ = ۳ \Rightarrow R = ۲\Omega$$

۵۳ - گزینه ۱ برای آن‌که در هردو حالت اختلاف پتانسیل دو سر مولد یکسان باشد باید شدت جریان و درنتیجه مقاومت معادل خارجی در هردو حالت a و b یکسان باشد. درحالتی که کلید k به b وصل است مقاومت ۴اُهمی اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود و مقاومت معادل خارجی مدار ۳اُهم می‌شود. همچنین درحالتی که کلید به a وصل باشد نیز باید مقاومت معادل خارجی مدار ۳ اُهم باشد. در این حالت دو مقاومت ۲Ω و ۴Ω متوالی و با مقاومت x موازی می‌باشند که معادلشان با مقاومت ۱اُهمی متوالی می‌شود.

$$R_b = R_a \Rightarrow ۳ = ۱ + \frac{۶x}{۶ + x} \Rightarrow x = ۳\Omega$$

oxygen11-2-2g

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۱	۲ - ۹	۱ - ۱۷	۲ - ۲۵	۱ - ۳۳	۴ - ۴۱	۲ - ۴۹
۱ - ۲	۱ - ۱۰	۱ - ۱۸	۲ - ۲۶	۴ - ۳۴	۳ - ۴۲	۴ - ۵۰
۳ - ۳	۱ - ۱۱	۳ - ۱۹	۳ - ۲۷	۳ - ۳۵	۲ - ۴۳	۳ - ۵۱
۳ - ۴	۱ - ۱۲	۳ - ۲۰	۲ - ۲۸	۳ - ۳۶	۱ - ۴۴	۳ - ۵۲
۱ - ۵	۲ - ۱۳	۲ - ۲۱	۱ - ۲۹	۴ - ۳۷	۳ - ۴۵	۱ - ۵۳
۲ - ۶	۴ - ۱۴	۳ - ۲۲	۳ - ۳۰	۲ - ۳۸	۲ - ۴۶	
۱ - ۷	۲ - ۱۵	۳ - ۲۳	۲ - ۳۱	۳ - ۳۹	۱ - ۴۷	
۱ - ۸	۳ - ۱۶	۲ - ۲۴	۲ - ۳۲	۴ - ۴۰	۱ - ۴۸	