نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۷۸۰۰ دقیقه

نام آزمون: oxygen۱۱-۲-۳g

تاریخ آزمون: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

علیرضا ایدل خانی

۱ - هرگاه جریان عبوری از یک مقاومت ۹٫۵ اُهمی به‌اندازهٔ $2A$ افزایش یابد، توان مصرفی مقاومت $190W$ افزایش می‌یابد. جریان اولیهٔ عبوری از مقاومت چند آمپر است؟ (دما ثابت است.)

① ۵ ② ۴ ③ ۶ ④ ۱۰

۲ - بر روی یک بخاری برقی، رقم‌های $1500\,W\,,220\,V$ ثبت شده است. اگر این بخاری را به ولتاژ $220\,V$ متصل کنیم، در هر دقیقه چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی مصرف می‌کند؟

① $\frac{1}{60}$ ② $\frac{1}{40}$ ③ $\frac{1}{20}$ ④ $\frac{1}{30}$

۳ - یک یخچال صنعتی با اختلاف پتانسیل $220V$ کار می‌کند و جریان $2A$ از آن می‌گذرد. اگر این یخچال در تمام مدت شبانه‌روز کار کند و قیمت برق مصرفی به‌ازای هرکیلووات ساعت برابر با ۵۰ تومان باشد، هزینهٔ یک ماه مصرف برق این یخچال چند تومان می‌باشد؟ (یک ماه برابر با ۳۰ شبانه‌روز فرض شود.)

① ۳۱۶٫۸ ② ۱۵۸۴۰ ③ ۱۱۰۰ ④ ۵۵۰۰۰

۴ - از یک قطعه فلز مسی با جرم ثابت، یک بار سیمی یکنواخت با مقطع دایره‌ای به قطر a و بار دیگر سیمی با مقطع مربعی به طول ضلع a می‌سازیم. اگر دو سر سیم دایره‌ای را به اختلاف پتانسیل V و سیم مربعی را به اختلاف پتانسیل $2V$ وصل کنیم، در این صورت نسبت توان مصرفی در سیم دایره‌ای به سیم مربعی کدام است؟ (دما ثابت و یکسان است.)

① $\frac{64}{\pi}$ ② $\frac{\pi}{16}$ ③ $\frac{\pi^2}{64}$ ④ $\frac{16}{\pi^2}$

۵ - دو سر یک لامپ با مشخصات $200W$ و $220V$ را به اختلاف پتانسیل $110V$ وصل می‌کنیم. انرژی الکتریکی مصرف شده توسط لامپ در مدت ۱۲ ساعت برابر با چند کیلووات ساعت است؟ (مقاومت لامپ ثابت فرض شود.)

① ۰٫۶ ② ۱٫۲ ③ ۲٫۴ ④ ۰٫۳

۶ - روی یک لامپ عدد $200V$ نوشته شده است. اگر این لامپ را با اختلاف پتانسیل $120V$ روشن کنیم. توان مصرفی لامپ چگونه تغییر می‌کند؟ (دما ثابت است.)

① ۳۶ درصد کاهش ② ۳۶ درصد افزایش ③ ۶۴ درصد کاهش ④ ۶۴ درصد افزایش

۷ - روی یک لامپ اعداد $200V$ و $100W$ نوشته شده است. اگر این لامپ را به اختلاف پتانسیل V وصل کنیم، در مدت ۲۵ دقیقه $96kJ$ انرژی مصرف می‌کند. اختلاف پتانسیل V نسبت به اختلاف پتانسیل اسمی لامپ چند درصد کاهش یافته است؟ (مقاومت الکتریکی لامپ ثابت است.)

① ۲۰ درصد ② ۱۶ درصد ③ ۸۰ درصد ④ ۸۴ درصد

۸ - دو لامپ با مشخصات ($220V$، $60W$) و ($220V$، $40W$) را به صورت متوالی به هم بسته و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم. مجموعهٔ دو لامپ در مدت ۱۰ ساعت چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی مصرف می‌کند؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شود.)

① ۲۴۰ ② ۰٫۲۴ ③ ۲٫۴ ④ ۲۴

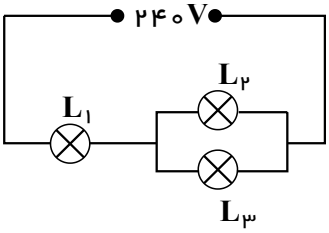
۹ - روی ۳ لامپ اعداد ($90W\,,\,120V$) و ($100W\,,\,80V$) و ($30W\,,\,40V$) نوشته شده است. اگر این ۳ لامپ را به‌طور موازی به یک منبع ۴۰ ولتی وصل کنیم، توان مصرفی مجموعه چند وات می‌شود؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شود.)

① ۶۵ ② ۱۲۵ ③ ۹۰ ④ ۲۲۰

۱۰ - یک مولد ۱۲ ولتی با مقاومت درونی ناچیز می‌تواند ۲۴ آمپر ساعت بار الکتریکی در مدار ایجاد کند. اگر ۲ لامپ مشابه ۶ ولتی و ۲۴ واتی را به طور متوالی به یکدیگر متصل کرده و دو سر این مجموعه را به مولد وصل کنیم، پس از چند ساعت مولد خالی می‌شود؟ (مقاومت الکتریکی لامپ‌ها ثابت است و فرض کنید ولتاژ دو سر مولد تا زمان اتمام ثابت باقی می‌ماند.)

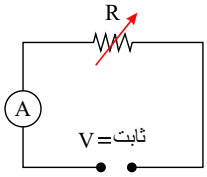
۱) ۶ ۲) ۱۲ ۳) ۲۴ ۴) ۴۸

۱۱ - در مدار شکل زیر، لامپ‌ها مشابه و مشخصات هر یک $(۲۴۰V, ۱۰۰W)$ می‌باشد، در این مدار، توان مصرفی لامپ $L_۱$ چند وات است؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شود.)



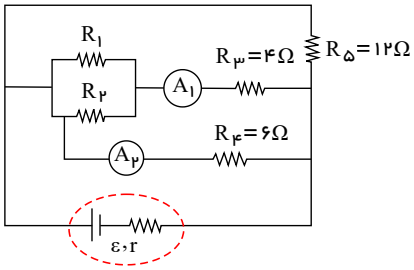
۱) $\frac{۴۰۰}{۹}$ ۲) $\frac{۲۰۰}{۹}$
۳) $\frac{۲۰۰}{۳}$ ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$

۱۲ - در مدار شکل زیر انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت R در اثر عبور جریان الکتریکی در مدت زمان t، برابر با U است. اگر مقدار مقاومت را ۲ برابر کنیم، در مدت $۲t$ انرژی الکتریکی مصرفی در مقاومت برابر با U' می‌شود. حاصل $\frac{U'}{U}$ کدام است؟



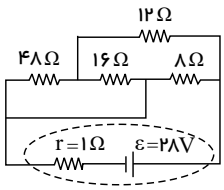
۱) ۲ ۲) ۱
۳) ۴ ۴) ۳

۱۳ - در مدار شکل زیر، $R_۲ = ۲R_۱$ است و آمپرسنج‌های ایده‌آل $A_۱$ و $A_۲$ به ترتیب جریان‌های $I_۱ = ۳A$ و $I_۲ = ۴A$ را نشان می‌دهند. توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ چند وات است؟



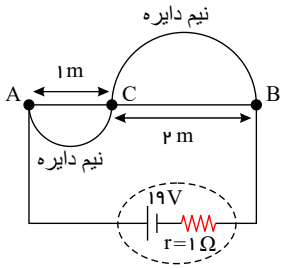
۱) ۳۶
۲) ۴۰
۳) ۴۸
۴) ۲۴

۱۴ - در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت ۱۶ اهمی چند وات است؟



۱) ۱ ۲) ۳
۳) ۹ ۴) ۸۱

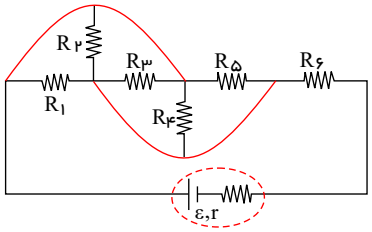
۱۵ - مطابق شکل زیر، یک سیم فلزی یکنواخت را که هر متر آن ۱۰Ω مقاومت دارد، بین دو نقطهٔ A و B بسته و به مولدی متصل می‌کنیم. گرمای تولید شده در این سیم در مدت ۱۰ دقیقه چند کیلوژول است؟($\pi = ۳$ و سیم‌های رابط فاقد مقاومت هستند.)



۱) ۱۰۸
۲) ۱۰٫۸
۳) ۵۴
۴) ۵٫۴

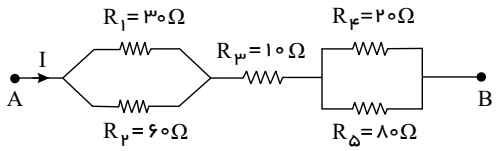
oxygen11-2-3g

۱۶ - در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت $R_۶$ چند برابر توان مصرفی مقاومت $R_۲$ است؟ (مقدار تمام مقاومت‌های خارجی مشابه و برابر ۲Ω است.)



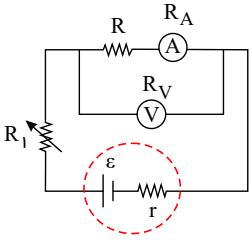
(۱) ۲۵
(۲) ۲
(۳) $\frac{۱}{۲}$
(۴) $\frac{۱}{۵}$

۱۷ - توان مصرفی یکی از مقاومت‌های نشان داده شده در شکل مقابل نسبت به توان مصرفی بقیهٔ مقاومت‌ها بیش‌تر است. نسبت این توان به کل توان مصرفی بین دو نقطهٔ A و B کدام است؟



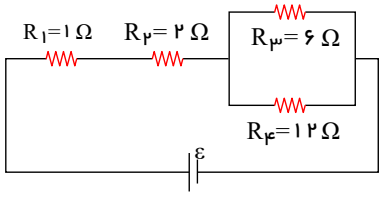
(۱) $\frac{۲۰}{۶۹}$
(۲) $\frac{۷}{۴۶}$
(۳) $\frac{۱۰}{۴۶}$
(۴) $\frac{۱۰}{۶۹}$

۱۸ - در مدار شکل زیر، با تنظیم رئوستا جریان عبوری از آمپرسنج مدار را روی ۰٫۲ آمپر قرار داده‌ایم و در این حالت ولت‌سنج ۲۴ ولت را نشان می دهد. اگر مقاومت ولت‌سنج و آمپرسنج به ترتیب $R_V = ۱۰^۴\Omega$ و $R_A = ۱\Omega$ باشد، توان مصرفی مقاومت مجهول R چند برابر توان مصرفی آمپرسنج خواهد بود؟



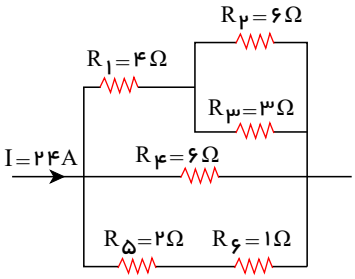
(۱) ۱
(۲) ۱۱۹
(۳) ۲۰۰
(۴) $\frac{۱}{۲۰۰}$

۱۹ - در مدار شکل زیر، اگر هیچ یک از مقاومت ها آسیب نبینند، توان مصرفی کدام مقاومت از بقیه بیشتر است؟



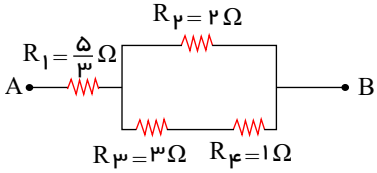
(۱) $R_۱$
(۲) $R_۲$
(۳) $R_۳$
(۴) $R_۴$

۲۰ - در شکل مقابل، جریان الکتریکی عبوری از مقاومتی که در آن کم‌ترین توان مصرف می‌شود، چند آمپر است؟



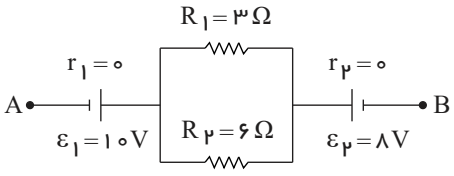
(۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۱۲

۲۱ - در مدار شکل زیر، اگر حداکثر توان قابل تحمل توسط هر یک از مقاومت‌ها برابر با $۱۵W$ باشد، حداکثر توانی که می‌توان به دو سر مدار اعمال کرد تا هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند وات است؟



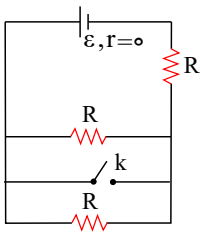
(۱) ۲۷
(۲) ۲۵
(۳) ۳۲
(۴) ۱۶

۲۲ - شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر حداکثر توان قابل تحمل مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ به ترتیب برابر $۲۷W$ و $۲۴W$ باشد، بیشینه‌ی اختلاف پتانسیلی که می‌توان بین دو نقطه‌ی A و B اعمال کرد طوری که هیچ کدام از این دو مقاومت آسیب نبیند، چند ولت است؟



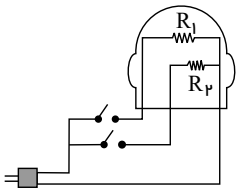
① ۱۰
② ۷
③ ۱۱
④ ۱۴

۲۳ - در مدار شکل زیر ابتدا کلید k باز است. با بستن کلید k، توان مصرفی مدار چند برابر می‌شود؟



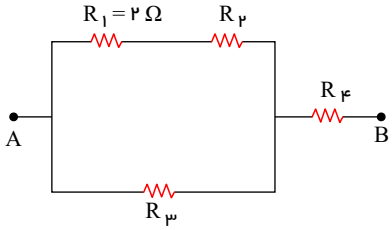
① $\frac{۲}{۳}$
② $\frac{۳}{۲}$
③ $\frac{۴}{۳}$
④ $\frac{۳}{۴}$

۲۴ - 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 $R_۱ = ۶\Omega$ و $R_۲ = ۱۲\Omega$ باشد، نسبت بیش‌ترین توان مصرفی لامپ به کم‌ترین توان مصرفی آن کدام گزینه است؟



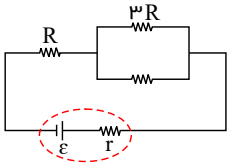
① ۲
② ۴
③ ۳
④ ۲٫۵

۲۵ - شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی همهٔ مقاومت‌ها یکسان باشد، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند اُهم است؟



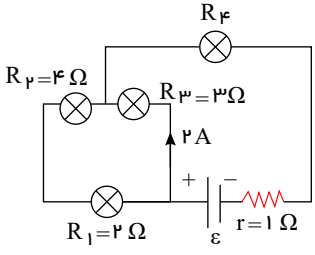
① $\frac{۸}{۳}$
② $\frac{۱۶}{۳}$
③ $\frac{۳۲}{۳}$
④ $\frac{۳۲}{۹}$

۲۶ - در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت R، ۳ برابر توان مصرفی مقاومت $۳R$ است. در این حالت مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟



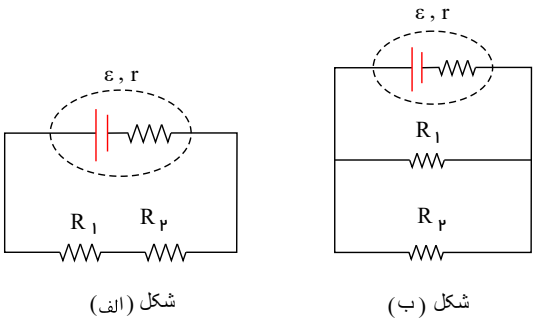
① ۲
② ۳
③ $\frac{۳}{۲}$
④ $\frac{۴}{۳}$

۲۷ - در مدار شکل زیر توان مصرفی لامپ (۴)، ۹ برابر توان مصرفی لامپ (۱) است. نیروی محرکهٔ مولد (ε) چند ولت است؟



① ۱۵
② ۳۰
③ ۱۰
④ ۲۰

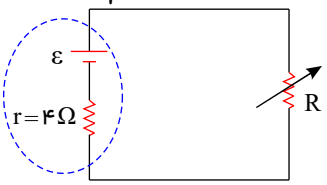
۲۸- در مدار زیر $R_1 = R_2 = 5r$ است. توان مصرفی در مقاومت R_2 در مدار شکل (الف)، چند برابر توان مصرفی در مقاومت R_1 در مدار شکل (ب) است؟



شکل (الف) شکل (ب)

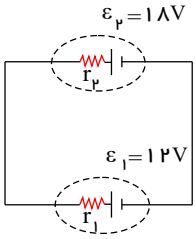
① $\frac{۱}{۴}$
② $\frac{۴۹}{۴۸۴}$
③ $\frac{۴۹}{۱۲۱}$
④ $\frac{۱۹۶}{۱۲۱}$

۲۹- اگر مقاومت رئوستا را روی ۶Ω تنظیم کرده باشیم و توان مصرفی آن P باشد، حداقل چند اهم آن را تغییر دهیم تا توان مصرفی آن $\frac{۲}{۳}P$ شود؟



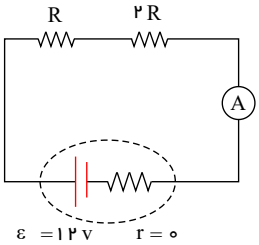
① ۱
② ۵
③ ۱۰
④ ۱۶

۳۰- در مدار زیر نسبت انرژی گرمایی که در یک مدت معین به صورت گرما تلف می‌شود به انرژی الکتریکی تولیدی در مدار در همان مدت، کدام است؟



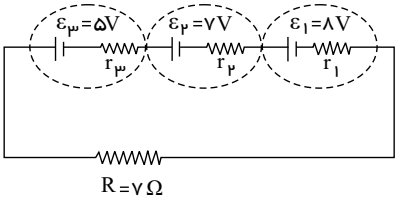
① $\frac{۳}{۵}$
② $\frac{۱}{۳}$
③ ۱
④ بسته به مقدارهای r_1 و r_2 پاسخ می‌تواند متفاوت باشد.

۳۱- در مدار شکل زیر آمپرسنج ایده‌آل $۳A$ را نشان می‌دهد. توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟



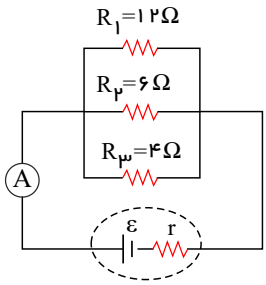
① ۰٫۷۵
② ۴
③ ۱۲
④ ۳۶

۳۲- در مدار شکل زیر، مقاومت درونی هر مولد برابر با ۱ اهم است. مجموع توان‌های تلف شده در مولدها چند درصد توان تولیدی کل مدار است؟



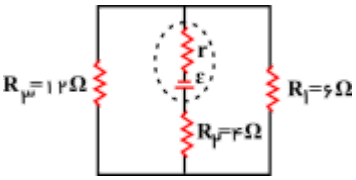
① ۲۰
② ۳۰
③ ۴۰
④ ۵۰

۳۳- در مداری مطابق شکل زیر، اگر توان خروجی باتری P باشد، توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها برحسب P کدام است؟



① $P_1 = \frac{۱}{۳}P$ و $P_2 = \frac{۱}{۶}P$ و $P_3 = \frac{۱}{۲}P$
② $P_1 = \frac{۱}{۱۲}P$ و $P_2 = \frac{۱}{۶}P$ و $P_3 = \frac{۱}{۴}P$
③ $P_1 = \frac{۱}{۶}P$ و $P_2 = \frac{۱}{۳}P$ و $P_3 = \frac{۱}{۲}P$
④ $P_1 = P_2 = P_3 = P$

۳۴- در مدار شکل زیر، شدت جریان گذرنده از مقاومت R_1 برابر با ۲ آمپر است. توان مفید مولد چند وات است؟



۱) ۱۸
۲) ۳۶
۳) ۷۲
۴) ۱۰۸

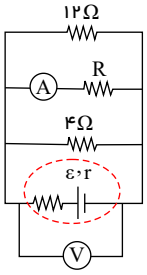
۳۵- معادله‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی در سر مولدی نسبت به شدت جریان عبوری از آن در SI، به صورت $V = 18 - 3I$ است. اگر دو سر این مولد را به یک مقاومت ۶ اهمی ببندیم، توان خروجی مولد چند وات می‌شود؟

۱) ۲۴
۲) ۱۲
۳) ۳۶
۴) ۴۸

۳۶- از یک باتری جریان $2A$ می‌گیریم و توان خروجی آن ۳٫۲ وات است. اگر جریان $4A$ از آن بگیریم توان خروجی ۴٫۸ وات می‌شود. نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری به‌ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟

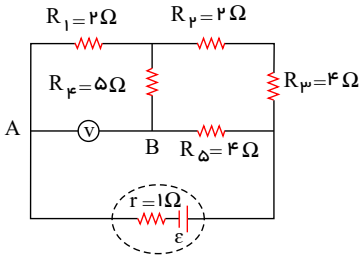
۱) ۰٫۴, ۲
۲) ۰٫۲, ۱
۳) ۰٫۲, ۲
۴) ۰٫۴, ۱

۳۷- در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی به‌ترتیب اعداد $2A$ و $6V$ را نشان می‌دهند. اگر ۲۰ درصد توان تولیدی توسط باتری در داخل آن تلف شود، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



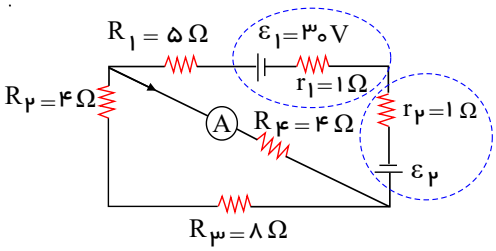
۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۳}{۱۰}$
۳) $\frac{۳}{۸}$
۴) $\frac{۳}{۵}$

۳۸- در مدار الکتریکی شکل زیر، اگر ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۰ ولت را نشان دهد، توان خروجی مولد چند وات است؟



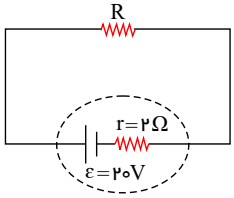
۱) ۲۱۵
۲) ۱۶۵
۳) ۱۴۰
۴) باید نیروی محرکه‌ی مولد (ε) داده شود.

۳۹- درمدار شکل زیر، آمپرسنج ایده‌آل عدد $1/5A$ را نشان می‌دهد. توان ورودی مولد ε_2 چند وات است؟



۱) ۲۰
۲) ۱۸
۳) ۲۴
۴) ۱۶

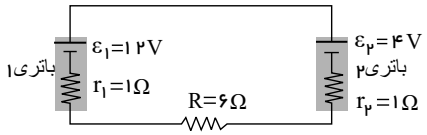
۴۰- در مدار شکل زیر اگر توان خروجی مولد $50W$ باشد، نسبت $\frac{R}{r}$ کدام است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۵

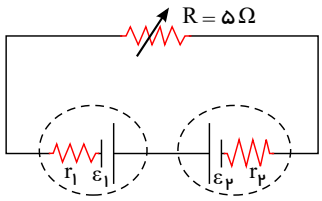
oxygen11-2-3g

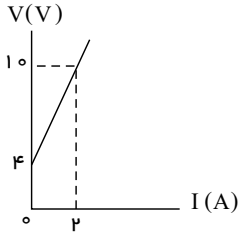
۴۱ - در مدار شکل زیر، اگر باتری ۲ را برعکس در مدار قرار دهیم، توان خروجی باتری ۱ چند وات نسبت به حالت اول افزایش می‌یابد؟



(۱) ۲۰
(۲) ۹
(۳) ۲۲
(۴) ۲

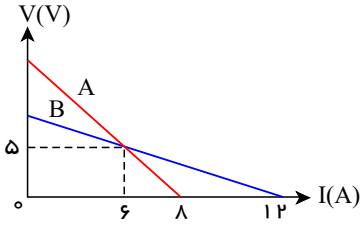
۴۲ - در مدار زیر، نمودار ولتاژ دو سر مولد ε_2 برحسب جریان عبوری از آن مطابق شکل زیر است. اگر جریان عبوری از مدار $1/5A$ باشد و توان تولیدی مولد (۱)، سه برابر توان مصرفی تلف شده در آن باشد، افت پتانسیل در مولد ε_1 چند ولت است؟





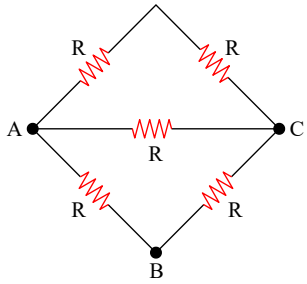
(۱) ۱۶
(۲) $\frac{۱۶}{۳}$
(۳) ۴
(۴) ۸

۴۳ - نمودار اختلاف پتانسیل دو سرمولدهای مجزای A و B برحسب شدت جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها مطابق شکل زیر است. در حالتی که جریان یکسانی از دو مولد عبور می‌کند. به ترتیب از راست به چپ توان تلف شده در مولد A و توان تولیدی مولد A چند برابر توان تلف شده در مولد B و توان تولیدی مولد B است؟



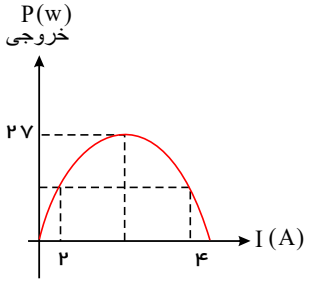
(۱) ۱,۳
(۲) ۳,۲
(۳) ۲,۳
(۴) ۲,۱

۴۴ - مداری مطابق شکل زیر دراختیار داریم. می‌خواهیم یک باتری را بین دو نقطه از نقاط A، B و C ببندیم به‌طوری که توان تلف‌شده در باتری نسبت به حالات دیگر بیشینه شود. کدام دو نقطه را باید انتخاب کنیم؟



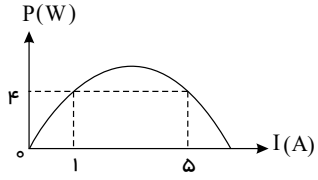
(۱) A و B
(۲) A و C
(۳) B و C
(۴) میزان توان اتلافی در باتری به مشخصات درونی باتری بستگی دارد و به شکل مدار وابسته نیست.

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



(۱) ۱۲ , ۱
(۲) ۱۸ , ۱
(۳) ۱۲ , ۳
(۴) ۱۸ , ۳

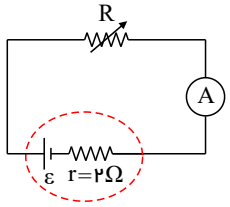
۴۶ - در شکل زیر، نمودار توان خروجی یک مولد برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن رسم شده است. اگر مقاومت درونی مولد ۲Ω باشد، نیروی محرکهٔ آن چند ولت است؟

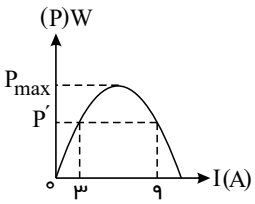


(۱) ۸
(۲) ۱۶
(۳) ۱۰
(۴) ۱۲

oxygen11-2-3g

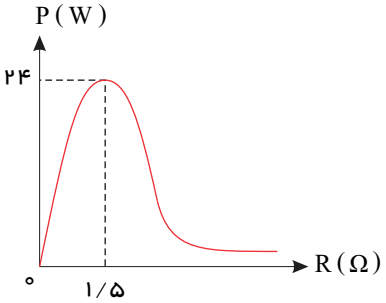
۴۷- در مدار شکل زیر با تغییر مقاومت رئوستا، توان خروجی مولد را تغییر می‌دهیم و در نتیجهٔ آن نمودار توان خروجی مولد برحسب جریان عبوری از مولد به صورت زیر رسم شده است. حاصل $\frac{P_{max}}{P'}$ کدام است؟ (آمپرسنج آرمانی است.)





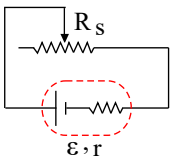
۱) ۲
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) $\frac{۸}{۳}$
۴) $\frac{۴}{۳}$

۴۸- نمودار تغییر توان خروجی یک مولد برحسب مقاومت معادل خارجی مدار مطابق شکل زیر است. جریان گذرنده از مدار در لحظه‌ای که $R = r$ است، چند آمپر است؟



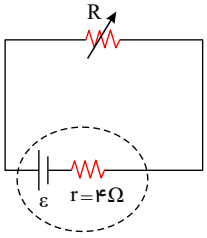
۱) ۴
۲) ۱۲
۳) ۲۴
۴) ۳۶

۴۹- در مدار شکل زیر، مقاومت رئوستا را از صفر تا $R_s = ۲r$ افزایش می‌دهیم. توان مفید مولد چگونه تغییر می‌کند؟



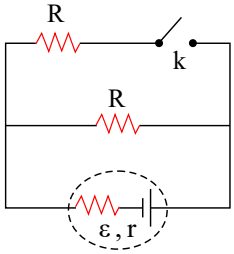
۱) پیوسته افزایش می‌یابد.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) پیوسته کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۵۰- در مدار شکل زیر مقاومت رئوستا را تغییر می‌دهیم. اگر توان مفید مولد به ازای مقاومت‌های $R_A = ۲\Omega$ و $R_B = ۶\Omega$ و $R_C = ۱۰\Omega$ به ترتیب P_A ، P_B و P_C باشد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟



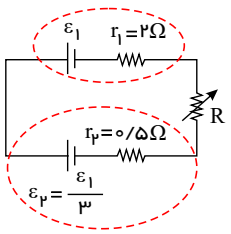
۱) $P_A > P_B > P_C$
۲) $P_B > P_A > P_C$
۳) $P_B > P_C > P_A$
۴) $P_C > P_B > P_A$

۵۱- در مدار شکل زیر، ابتدا کلید k باز است، اگر $R = r$ باشد، با بستن کلید k، افت پتانسیل در مولد ..... و توان مفید آن ..... می‌یابد.



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

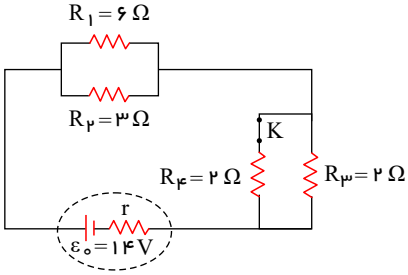
۵۲- در مدار شکل زیر مقاومت الکتریکی رئوستا چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد $\varepsilon_۱$ حداکثر شود؟



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

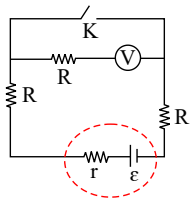
oxygen11-2-3g

۵۳ - در مدار شکل زیر، ابتدا کلید k بسته و توان خروجی مولد بیشینه است. اگر کلید k را باز کنیم، توان خروجی مولد چند وات می‌شود؟



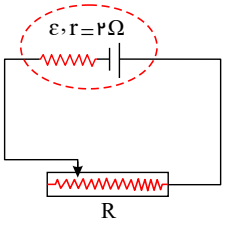
۱) ۲۸
۲) ۴۰
۳) ۲۴
۴) ۱۶

۵۴ - 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.)



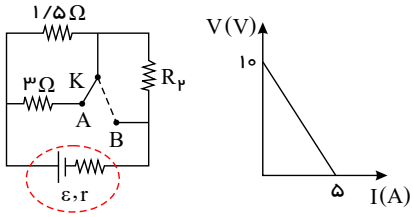
۱) صفر و $r = ۲R$
۲) صفر و $r = R$
۳) $\frac{\varepsilon^۲}{۳R}$ و $r = ۲R$
۴) $\frac{\varepsilon^۲}{۳R}$ و $r = R$

۵۵ - در مدار شکل زیر، مقاومت الکتریکی رئوستا برابر با $R = ۱\Omega$ و توان خروجی مولد P می‌باشد. مقاومت رئوستا را به چند اهم برسانیم تا توان خروجی مولد برابر با همان P شود؟



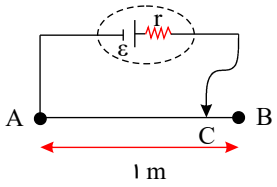
۱) ۲
۲) ۰٫۵
۳) ۴
۴) ۸

۵۶ - نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد برحسب جریان عبوری از آن به‌صورت زیر می‌باشد. این مولد را در مدار شکل زیر می‌بندیم. اگر وضعیت کلید k از A به B تغییر کند، مقدار $R_۲$ چند اهم می‌تواند باشد تا توان خروجی مولد در هر دو حالت یکسان بماند؟



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

۵۷ - در مدار شکل زیر، مقاومت الکتریکی سیم AB برابر با ۱۰۰Ω است. اگر توان الکتریکی مصرفی در این سیم در دو حالتی که فاصله‌ی نقطه‌ی اتصال C از نقاط A و B به ترتیب برابر با $۱cm$ و $۱۹cm$ است، یکسان باشد، مقاومت درونی مولد برابر با چند اهم است؟ (دما ثابت و یکسان است.)



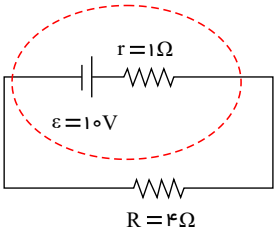
۱) ۳
۲) ۹
۳) ۲
۴) $\sqrt{۱۹}$

۵۸ - اگر از یک مولد جریان‌های $۵A$ و $۱۰A$ بگذرد، توان خروجی آن $۱۰W$ می‌شود. به ازای چه جریانی بر حسب آمپر، توان خروجی این مولد بیشینه خواهد بود؟

۱) ۷
۲) ۷٫۵
۳) ۸
۴) ۸٫۵

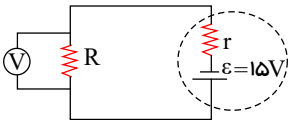
oxygen11-2-3g

۵۹ - در مدار شکل مقابل توان خروجی مولد چند درصد توان تولیدی مولد است؟



(۱) ۴۰
(۲) ۶۰
(۳) ۸۰
(۴) ۹۰

۶۰ - در مدار شکل زیر، اگر ولت‌سنج ایده‌آل عدد $۱۰V$ را نشان دهد، نسبت توان تلف‌شده در مولد به توان مفید آن کدام است؟



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

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۲

چون دما ثابت است، مقدار مقاومت تغییر نمی‌کند و طبق رابطهٔ $P = RI^۲$ داریم:

$$P = RI^۲ = ۹٫۵ \times I^۲$$

$$\frac{P'}{P} = (\frac{I'}{I})^۲ \Rightarrow \frac{۱۹۰ + P}{P} = (\frac{I + ۲}{I})^۲ \Rightarrow \frac{۱۹۰ + ۹٫۵I^۲}{۹٫۵I^۲} = (\frac{I + ۲}{I})^۲$$

$$\frac{۲۰}{I^۲} + ۱ = (۱ + \frac{۲}{I})^۲ \xrightarrow{\text{امتحان گزینه‌ها}} I = ۴A$$

۲ - گزینه ۲ چون بخاری به اختلاف پتانسیل اسمی خود وصل شده است، پس توان اسمی خود را مصرف می‌کند. با استفاده از رابطه‌ی $U = Pt$، داریم:

$$U = ۱۵۰۰ \times ۱۰^{-۳} = ۱٫۵\,kW$$

حال با توجه به این که هر دقیقه معادل $\frac{۱}{۶۰}$ ساعت است، برای محاسبه‌ی انرژی الکتریکی مصرف شده در هر دقیقه (U') می‌توان نوشت:

$$U' = P \times t = ۱٫۵ \times \frac{۱}{۶۰} = \frac{۱}{۴۰}\,kWh$$

۳ - گزینه ۲

توان مصرفی یخچال: $P = VI = ۲۲۰ \times ۲ = ۴۴۰W \xrightarrow{\times ۱۰^{-۳}} ۰٫۴۴kW$

انرژی الکتریکی مصرفی ماهانه: $U = P \times t = ۰٫۴۴ \times ۲۴ \times ۳۰ = ۳۱۶٫۸kWh$

هزینهٔ برق مصرفی ماهانه: $۳۱۶٫۸ \times ۵۰ = ۱۵۸۴۰$ تومان

۴ - گزینه ۳ چون در هر دو حالت جرم سیم‌ها یکسان است و هر دو از فلز مس تشکیل شده‌اند، داریم: (سیم با مقطع دایره‌ای را با اندیس (۱) و سیم با مقطع مربعی را با اندیس (۲) نشان می‌دهیم.)

$$m_۱ = m_۲ \Rightarrow \rho V_۱' = \rho V_۲' \Rightarrow V_۱' = V_۲' \rightarrow A_۱L_۱ = A_۲L_۲ \Rightarrow \frac{\pi}{۴}a^۲L_۱ = a^۲L_۲ \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = \frac{\pi}{۴}$$

حال طبق رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ نسبت توان مصرفی سیم دایره‌ای به سیم مربعی برابر است با:

$$\frac{P_۱}{P_۲} = (\frac{V_۱}{V_۲})^۲ \times \frac{R_۲}{R_۱} \xrightarrow{R=\rho\frac{L}{A}} \frac{P_۱}{P_۲} = (\frac{V}{۲V})^۲ \times ۱ \times \frac{\rho_۲}{\rho_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲}$$

$$\xrightarrow[\frac{L_۲}{L_۱}=\frac{\pi}{۴}]{V_۱=V\,,\,V_۲=۲V\,,\,\rho_۲=\rho_۱} \frac{P_۱}{P_۲} = (\frac{V}{۲V})^۲ \times ۱ \times \frac{\pi}{۴} \times \frac{\frac{\pi}{۴}a^۲}{a^۲} \Rightarrow \frac{P_۱}{P_۲} = \frac{۱}{۴} \times (\frac{\pi}{۴})^۲ = \frac{\pi}{۶۴}$$

۵ - گزینه ۱ اگر لامپ $۲۰۰W$ و $۲۲۰V$ به اختلاف پتانسیل $۲۲۰V$ وصل می‌شد، توان مصرفی آن برابر با $۲۰۰W$ می‌شد. اما چون لامپ به اختلاف پتانسیل کم‌تر وصل شده، توان مصرفی آن نیز کم‌تر می‌شود. بنابراین ابتدا توان مصرفی لامپ را به صورت زیر حساب می‌کنیم و سپس انرژی الکتریکی مصرف شده را به دست می‌آوریم.

$$P = \frac{V^۲}{R} \xrightarrow{R=\text{ثابت}} \frac{P_۲}{P_۱} = (\frac{V_۲}{V_۱})^۲ \xrightarrow[V_۱=۲۲۰V]{P_۱=۲۰۰W\,,\,V_۲=۱۱۰V} \frac{P_۲}{۲۰۰} = (\frac{۱۱۰}{۲۲۰})^۲$$

$$\Rightarrow \frac{P_۲}{۲۰۰} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow P_۲ = ۵۰W = ۰٫۰۵kW$$

$$U = P_۲t \xrightarrow{t=۱۲h} U = ۰٫۰۵ \times ۱۲ \Rightarrow U = ۰٫۶kWh$$

۶ - گزینه ۳ طبق رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ و با توجه به این‌که با ثابت بودن دما، مقاومت نیز ثابت است، داریم:

$$\frac{P_۲}{P_۱} = (\frac{V_۲}{V_۱})^۲ \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = (\frac{۱۲۰}{۲۰۰})^۲ = \frac{۳۶}{۱۰۰}$$

$$\text{درصد تغییر توان} = \frac{P_۲ - P_۱}{P_۱} \times ۱۰۰ = -۶۴\%$$

۱ - گزینه ۱ مقایری که روی لامپ نوشته شده، مقادیر اسمی هستند.

با توجه به انرژی مصرفی لامپ خواهیم داشت:

$$E = P' \cdot t$$

$۹۶ \times ۱۰^{۳} = P' \times ۲۵ \times ۶۰ \Rightarrow$ توان مصرفی $P' = ۶۴W$

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow \frac{P'}{P} = (\frac{V'}{V})^۲ \Rightarrow \frac{۶۴}{۱۰۰} = (\frac{V'}{۲۰۰})^۲$$

$$\Rightarrow \frac{۸}{۱۰} = \frac{V'}{۲۰۰} \Rightarrow V' = ۱۶۰V$$

درصد تغییرات اختلاف پتانسیل $= \frac{\Delta V}{V} \times ۱۰۰ = \frac{۱۶۰ - ۲۰۰}{۲۰۰} \times ۱۰۰ = -۲۰\%$

۸ - گزینه ۲ نکته: چنانچه ولتاژ دو سر مجموعه‌ی لامپ‌های متوالی با ولتاژ اسمی دو سر هر یک از لامپ‌ها برابر باشد توان مصرفی مجموعه‌ی لامپ‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow R = \frac{V^۲}{P}$$

$$R_T = R_۱ + R_۲ = \frac{V_۱^۲}{P_۱} + \frac{V_۲^۲}{P_۲} \xrightarrow{V_۱=V_۲=V} R_T = V^۲(\frac{۱}{P_۱} + \frac{۱}{P_۲}) \Rightarrow \frac{R_T}{V^۲} = \frac{۱}{P_۱} + \frac{۱}{P_۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{P_T} = \frac{۱}{P_۱} + \frac{۱}{P_۲} \Rightarrow \frac{۱}{P_T} = \frac{۱}{۶۰} + \frac{۱}{۴۰} \Rightarrow P_T = ۲۴W = ۰/۰۲۴\ kW$$

حال انرژی الکتریکی مصرفی در مدت ۱۰ ساعت برابر است با:

$$U = P_T \times t \Rightarrow U = ۰/۰۲۴ \times ۱۰ = ۰/۲۴\ kWh$$

۹ - گزینه ۱

$$\left.\begin{array}{l} R_۱ = \frac{V^۲}{P} = \frac{۱۲۰^۲}{۹۰} = ۱۶۰\Omega \\ R_۲ = \frac{V^۲}{P} = \frac{۸۰^۲}{۱۰۰} = ۶۴\Omega \\ R_۳ = \frac{V^۲}{P} = \frac{۴۰^۲}{۳۰} = \frac{۱۶۰}{۳}\Omega \end{array}\right\} \xrightarrow[\text{معادل}]{\text{مقاومت}} \frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۱۶۰} + \frac{۱}{۶۴} + \frac{۳}{۱۶۰} \Rightarrow R_{eq} = \frac{۳۲۰}{۱۳}\Omega$$

$$P_{\text{کل}} = \frac{V^۲}{R_{eq}} = \frac{۴۰^۲}{\frac{۳۲۰}{۱۳}} = ۶۵W$$

۱۰ - گزینه ۱ آمپر ساعت واحد فرعی بار الکتریکی می‌باشد. بنابراین وقتی دو لامپ مشابه ۶ ولتی به این مولد ۱۲ ولتی به صورت متوالی بسته می‌شوند، سهم ولتاژ هر یک $۶V$ خواهد بود، در نتیجه توان مصرفی هر یک از لامپ‌ها برابر با ۲۴ وات خواهد بود.

این مولد تا زمانی که به اندازه‌ی ۲۴ آمپر ساعت بار جابه‌جا کند، ولتاژ ۱۲ ولت تولید می‌کند. مقاومت هریک از لامپ‌ها را می‌توان با توجه به مقادیر توان اسمی و ولتاژ اسمی هر لامپ به دست آورد.

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow R_۱ = R_۲ = \frac{V^۲}{P} = \frac{۶^۲}{۲۴} = \frac{۳}{۲}\Omega \Rightarrow R_T = R_۱ + R_۲ = \frac{۳}{۲} + \frac{۳}{۲} = ۳\Omega$$

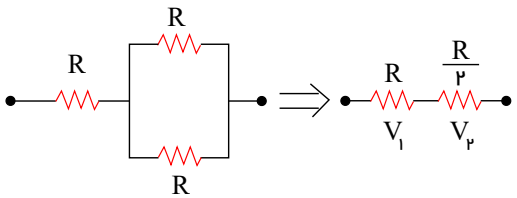
جریان عبوری از مولد (با لامپ‌ها) با توجه به قانون اهم به دست می‌آید:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{۱۲}{۳} = ۴A$$

زمان عبور این شدت جریان به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow t = \frac{q}{I} = \frac{۲۴Ah}{۴A} = ۶h$$

۱۱ - گزینه ۱ لامپ‌ها مشابه و مقاومت الکتریکی هر یک را که ثابت است. برابر با R در نظر می‌گیریم، بنابراین:



اختلاف پتانسیل دو سر لامپ $L_۱$ برابر است با:

$$V_۱ = R_۱ I \xrightarrow{I=\frac{V}{R_T}} V_۱ = \frac{R}{R + \frac{R}{۲}} \times V = \frac{۲}{۳} \times ۲۴۰ = ۱۶۰V$$

حال با استفاده از مشخصات اسمی لامپ، توان مصرفی آن‌را در حالتی که به اختلاف پتانسیل $۱۶۰V$ متصل است، حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow \frac{P_۱}{P'_۱} = (\frac{V_۱}{V'_۱})^۲ \Rightarrow \frac{P_۱}{۱۰۰} = (\frac{۱۶۰}{۲۴۰})^۲ \Rightarrow P_۱ = \frac{۴۰۰}{۹}W$$

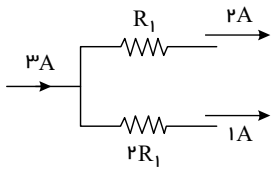
۱۲ - گزینه ۲

$$U = \frac{V^۲}{R}t \xrightarrow{\text{ثابت}V} \frac{U'}{U} = \frac{R}{R'} \times \frac{t'}{t} = \frac{۱}{۲} \times ۲ = ۱$$

۱۳ - گزینه ۴ در حالت موازی، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها برابر است.

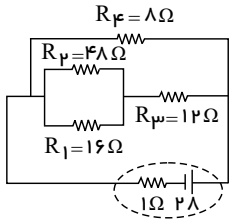
oxygen11-2-3g

$$V_{R_{۱,۲}} + V_{R_۳} = V_{R_۴} \Rightarrow V_{R_{۱,۲}} + ۴ \times ۳ = ۶ \times ۴ \Rightarrow V_{R_{۱,۲}} = ۱۲V$$
$$P_{R_۱} = VI = ۱۲ \times ۲ = ۲۴W$$



۱۴ - گزینه ۳ مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{۱,۲} = \frac{۴۸ \times ۱۶}{۴۸ + ۱۶} = ۱۲\Omega$$
$$R_{۱,۲,۳} = ۱۲ + ۱۲ = ۲۴\Omega$$
$$R_{eq} = \frac{۲۴ \times ۸}{۲۴ + ۸} = ۶\Omega$$



جریان عبوری از باتری برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{۲۸}{۱ + ۶} = ۴A$$

جریان عبوری از مقاومت ۱۲ اهمی برابر است با:

$$V_{۱,۲,۳} = V_T \Rightarrow R_{۱,۲,۳} I_{۱,۲,۳} = R_{eq} I_T$$
$$\Rightarrow ۲۴ I_{۱,۲,۳} = ۶ \times ۴ \Rightarrow I_{۱,۲,۳} = ۱A \Rightarrow I_{۱,۲} = ۱A$$

جریان عبوری از مقاومت ۱۶ اهمی برابر است با:

$$V_۱ = V_{۱,۲} \Rightarrow R_۱ I_۱ = R_{۱,۲} I_{۱,۲}$$
$$\Rightarrow ۱۶ I_۱ = ۱۲ \times ۱ \Rightarrow I_۱ = \frac{۳}{۴} A$$

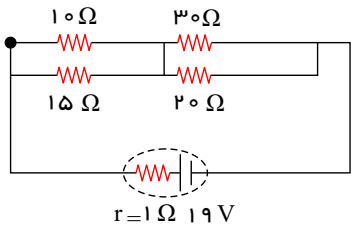
توان مصرفی در مقاومت ۱۶ اهمی برابر است با:

$$P = RI^۲ \Rightarrow P = ۱۶ \times (\frac{۳}{۴})^۲ = ۹W$$

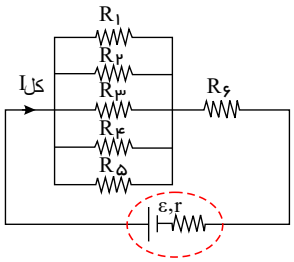
۱۵ - گزینه ۲

$$AC \text{ مقاومت سیم نیم‌دایره} : \pi r = ۳ \times ۰/۵ = ۱/۵m \xrightarrow{\times ۱۰} ۱۵\Omega$$
$$CB \text{ مقاومت سیم نیم‌دایره} : \pi r = ۳ \times ۱ = ۳m \xrightarrow{\times ۱۰} ۳۰\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{۱۹}{۱ + ۱۸} = ۱A$$
$$U = R_{eq} I^۲ t = ۱۸ \times ۱^۲ \times ۱۰ \times ۶۰ = ۱۰۸۰۰J = ۱۰/۸kJ$$



۱۶ - گزینه ۱ مقاومت‌های $R_۱$، $R_۲$، $R_۳$، $R_۴$ و $R_۵$ باهم موازی هستند و می‌توان مدار را به‌صورت زیر نیز رسم کرد:



در مدار فوق، وقتی I به مقاومت‌های موازی می‌رسد، چون اندازهٔ این مقاومت‌ها یکسان است، به‌صورت مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود، یعنی:

$$I_۲ = \frac{I}{۵}$$

از طرفی چون مقاومت $R_۶$، در شاخهٔ اصلی مدار قرار دارد، جریان عبوری از آن همان I است، یعنی:

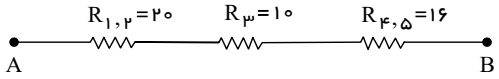
$$I_۶ = I$$

oxygen11-2-3g

حال می توان به‌صورت زیر، نسبت توان مصرفی مقاومت‌های $R_۶$ و $R_۲$ را به‌دست آورد:

$$\frac{P_۶}{P_۲}=\frac{R_۶I_۶^۲}{R_۲I_۲^۲}\xrightarrow{R_۶=R_۲}\frac{P_۶}{P_۲}=۱\times\frac{I^۲}{\frac{۱}{۲۵}I^۲}=۱\times۲۵=۲۵$$

۱۷ - گزینه ۱ توان مقاومت $R_۱$ از همه بیشتر است. شکل را ساده می‌کنیم.



$$\frac{P_{R_{۱,۲}}}{P_{کل}}=\frac{R_{۱,۲}}{R_{eq}}=\frac{۲۰}{۴۶}$$

توان مقاومت $R_۱$، $\frac{۲}{۳}$ توان معادل $R_{۱,۲}$ است. پس:

$$\frac{P_{R_۱}}{P_{کل}}=\frac{۲}{۳}\times\frac{۲۰}{۴۶}=\frac{۲۰}{۶۹}$$

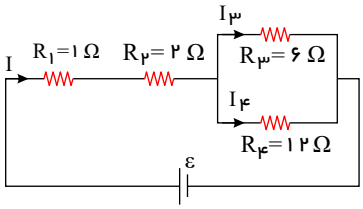
۱۸ - گزینه ۲ چون مقاومت ولت سنج خیلی زیاد است، می توان آن را ایده‌آل در نظر گرفت. پس همهٔ جریان ۰٫۲ آمپر از شاخهٔ بالا عبور می‌کند.

$$V=(R+R_A)I\Rightarrow ۲۴=(R+۱)\times ۰/۲\Rightarrow R=۱۱۹\Omega$$

$$\frac{P_R}{P_{R_A}}=\frac{RI^{\cancel{۲}}}{R_AI^{\cancel{۲}}}=\frac{۱۱۹}{۱}=۱۱۹$$

۱۹ - گزینه ۳

اگر جریان عبوری از شاخهٔ اصلی مدار برابر با I باشد، باتوجه به این‌که مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ موازی هستند، جریان عبوری از هریک از آن ها برابر است با:



$$V_۳=V_۴\Rightarrow R_۳I_۳=R_۴I_۴\Rightarrow ۶I_۳=۱۲I_۴\Rightarrow I_۳=۲I_۴\quad(۱)$$

از طرفی با توجه به قاعدهٔ انشعاب، می توان نوشت:

$$I=I_۳+I_۴\quad(۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)}I=۲I_۴+I_۴\Rightarrow I_۴=\frac{۱}{۳}I\ ,\ I_۳=\frac{۲}{۳}I$$

حال با استفاده از رابطهٔ $P=RI^۲$، توان مصرفی هر مقاومت را حساب می کنیم. داریم:

$$P_۱=R_۱I_۱^۲=۱\times I^۲\Rightarrow P_۱=I^۲$$

$$P_۲=R_۲I_۲^۲=۲\times I^۲\Rightarrow P_۲=۲I^۲$$

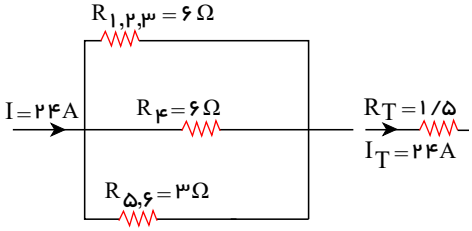
$$P_۳=R_۳I_۳^۲=۶\times\left(\frac{۲}{۳}I\right)^۲\Rightarrow P_۳=\frac{۸}{۳}I^۲$$

$$P_۴=R_۴I_۴^۲=۱۲\times\left(\frac{۱}{۳}I\right)^۲\Rightarrow P_۴=\frac{۴}{۳}I^۲$$

مشاهده می‌شود مقاومت $R_۳$ بیش‌ترین توان مصرفی را در بین مقاومت‌ها دارد.

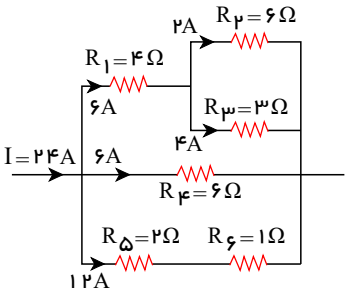
۲۰ - گزینه ۱

$$\begin{cases}V_{۱,۲,۳}=V_۴=V_{۵,۶}=V_T=R_TI_T=۳۶V\\V_{۱,۲,۳}=R_{۱,۲,۳}I_{۱,۲,۳}\Rightarrow ۳۶=۶I_{۱,۲,۳}\Rightarrow I_{۱,۲,۳}=۶A\\V_۴=R_۴I_۴\Rightarrow ۳۶=۶I_۴\Rightarrow I_۴=۶A\\V_{۵,۶}=R_{۵,۶}I_{۵,۶}\Rightarrow ۳۶=۳I_{۵,۶}\Rightarrow I_{۵,۶}=۱۲A\end{cases}$$



کنون به کمک رابطه‌ی $P=RI^۲$ می‌توانیم توان مصرفی در هریک از مقاومت‌ها را حساب کنیم که با مقایسه‌ی توان مصرفی مقاومت‌ها مشخص می‌شود که مقاومت $R_۲$ کمترین میزان مصرف انرژی الکتریکی را دارد.

oxygen11-2-3g

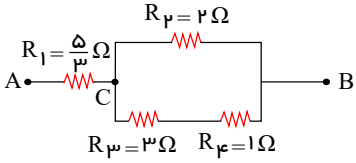


$$\begin{cases} P_{R_۱} = ۴ \times (۶)^۲ = ۴ \times ۳۶W \\ P_{R_۲} = ۴ \times (۲)^۲ = ۶ \times ۴W \\ P_{R_۳} = ۳ \times (۴)^۲ = ۳ \times ۱۶W \\ P_{R_۴} = ۶ \times (۶)^۲ = ۶ \times ۳۶W \\ P_{R_۵} = ۲ \times (۱۲)^۲ = ۲ \times ۱۴۴W \end{cases}$$

جریان عبوری از مقاومت $R_۲$ برابر ۲ آمپر است.

۲۱ - گزینه ۱ نکته: حداکثر توان قابل تحمل را مقاومتی مصرف می‌کند که حداکثر جریان از آن عبور کند.

در این مثال چون مقاومت $R_۱$ در شاخه اصلی مدار قرار دارد پس حداکثر جریان از آن عبور می‌کند در نتیجه حداکثر توان را مصرف می‌کند. پس ابتدا مقاومت معادل بین دو نقطه CB را بدست می‌آوریم:



$$R_{CB} = \frac{۴ \times ۲}{۴ + ۲} = \frac{۴}{۳}\Omega$$

باتوجه به این که جریان عبوری از مقاومت‌های متوالی یکسان است لذا با استفاده از رابطه $P = RI^۲$ توان مصرفی بین دو نقطه CB را بدست می‌آوریم:

$$P = RI^۲ \Rightarrow \frac{P_{CB}}{P_{AC}} = \frac{R_{CB}}{R_{AC}} \Rightarrow \frac{P_{CB}}{۱۵} = \frac{\frac{۴}{۳}}{\frac{۵}{۳}} \Rightarrow P_{CB} = ۱۲W$$

حداکثر توانی که می‌توان به دو سر مدار اعمال کرد برابر است با:

$$P_T = P_{AC} + P_{CB} \Rightarrow P_T = ۱۵ + ۱۲ = ۲۷W$$

۲۲ - گزینه ۳ باتوجه به حداکثر توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها، ابتدا باید حساب کنیم حداکثر جریان عبوری از مقاومت‌ها چه قدر می‌تواند باشد:

$$P_{\max} = PI^۲_{\max} \Rightarrow \begin{cases} (P_۱)_{\max} = R_۱ \times (I_{\max})^۲_۱ \Rightarrow ۲۷ = ۳ \times (I_{\max})^۲_۱ \Rightarrow (I_{\max})_۱ = ۳A \\ (P_۲)_{\max} = R_۲ \times (I_{\max})^۲_۲ \Rightarrow ۲۴ = ۶ \times (I_{\max})^۲_۲ \Rightarrow (I_{\max})_۲ = ۲A \end{cases}$$

از آن‌جایی که در مقاومت‌های موازی نسبت جریان برابر با نسبت عکس مقاومت‌ها است پس اگر فرض کنیم که جریان بیشینه از مقاومت $R_۱$ عبور می‌کند، چون $R_۲ = ۲R_۱$ است پس $I_۲ = \frac{۳}{۲}A$ شده و در این صورت هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نمی‌بینند. اما اگر فرض کنیم جریان بیشینه از مقاومت $R_۲$ عبور می‌کند، پس باید $I_۱ = ۴A$ باشد که در این صورت $I_۱ > (I_{\max})_۱$ می‌شود و حتماً مقاومت $R_۱$ آسیب می‌بیند. بنابراین جریان عبوری از مدار برابر است با:

$$I = (I_{\max})_۱ + I_۲ = ۳ + \frac{۳}{۲} = ۴/۵A$$

چون $\varepsilon_۱ > \varepsilon_۲$ است پس اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B زمانی بیشینه است که جریان از B به سمت A باشد.

$$V_B + \varepsilon_۲ - I(\frac{R_۱R_۲}{R_۱ + R_۲}) - \varepsilon_۱ = V_A \Rightarrow V_B + ۸ - ۴/۵ \times ۲ - ۱۰ = V_A \Rightarrow V_B - V_A = ۱۱V$$

۲۳ - گزینه ۲

حالت اول: $P_{\text{مصرفی}} = R_{eq}I^۲ = (\frac{۳}{۲}R)(\frac{\mathcal{E}}{\frac{۳}{۲}R + ۰})^۲ = \frac{۳}{۲}R\frac{۴\mathcal{E}^۲}{۹R^۲} = \frac{۲}{۳}\frac{\mathcal{E}^۲}{R}$

حالت دوم: $P'_{\text{مصرفی}} = R'_{eq}I'^۲ \xrightarrow{\text{با بستن کلید، دو مقاومت موازی اتصال‌کوتاه می‌شوند.}} P'_{\text{مصرفی}} = R \times \frac{\mathcal{E}^۲}{R^۲}$

$$P'_{\text{مصرفی}} = \frac{\mathcal{E}^۲}{R} \xrightarrow[\text{قبل از بستن کلید}]{\text{بعد از بستن کلید}} \frac{P'_{\text{مصرفی}}}{P_{\text{مصرفی}}} = \frac{\frac{\mathcal{E}^۲}{R}}{\frac{۲}{۳}\frac{\mathcal{E}^۲}{R}} = \frac{۳}{۲}$$

۲۴ - گزینه ۳ طبق رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$، 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 $R_۲ = ۱۲\Omega$ در مدار باشد.)

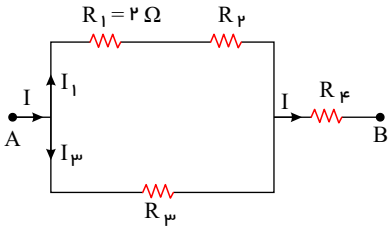
$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} = \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۱۲} = \frac{۲+۱}{۱۲} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow R_{eq} = ۴\Omega$$

oxygen11-2-3g

$$\frac{P_{max}}{P_{min}}=\frac{R_{۲}}{R_{eq}}=\frac{۱۲}{۴}=۳$$

۲۵ - گزینه ۴

اگر توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ را $P_۱$ و جریان عبوری از آن را $I_۱$ فرض کنیم، می‌توان جریان اصلی مدار (I) را برحسب $I_۱$ به دست آورد. در شاخه‌های موازی مدار داریم:



$$P=VI\ \Rightarrow\ \frac{P_{۳}}{P_{۱}+P_{۲}}=\frac{V_{۳}}{V_{۱,۲}}\times\frac{I_{۳}}{I_{۱}}\xrightarrow[P_{۲}=P_{۳}=P_{۱}]{V_{۳}=V_{۱,۲}}\frac{P_{۱}}{۲P_{۱}}=\frac{I_{۳}}{I_{۱}}\ \Rightarrow\ I_{۳}=\frac{۱}{۲}I_{۱}$$

با استفاده از قاعدهٔ انشعاب، داریم:

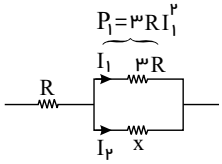
$$I=I_{۱}+I_{۳}=I_{۱}+\frac{۱}{۲}I_{۱}\ \Rightarrow\ I=\frac{۳}{۲}I_{۱}$$

از طرفی داریم:

$$P_{کل}=۴P_{۱}\ \Rightarrow\ R_{eq}I^{۲}=۴R_{۱}I_{۱}^{۲}\xrightarrow[I=\frac{۳}{۲}I_{۱}]{R_{۱}=۲\Omega}R_{eq}\times\left(\frac{۳}{۲}I_{۱}\right)^{۲}=۴\times۲\times I_{۱}^{۲}\ \Rightarrow\ R_{eq}=\frac{۳۲}{۹}\Omega$$

۲۶ - گزینه ۱ روش اول:

طبق متن سؤال و باتوجه به شکل زیر، P، ۳ برابر $P_۱$ است.



$$RI^{۲}=۳(۳RI_{۱}^{۲})\Rightarrow I^{۲}=۹I_{۱}^{۲}\Rightarrow I=۳I_{۱}\Rightarrow I_{۱}=\frac{I}{۳}$$

و طبق قاعدهٔ انشعاب $I_{۲}=\frac{۲I}{۳}$ می‌شود. چون مقاومت‌های $۳R$ و x موازی هستند، داریم:

$$V_{۱}=V_{۲}\Rightarrow ۳RI_{۱}=xI_{۲}\Rightarrow ۳R\frac{I}{۳}=x\times\frac{۲I}{۳}\Rightarrow x=\frac{۳}{۲}R$$

$$R_{۱,۲}=\frac{۳R\times\frac{۳}{۲}R}{۳R+\frac{۳}{۲}R}=R\Rightarrow R_{eq}=R+R=۲R$$

روش دوم:

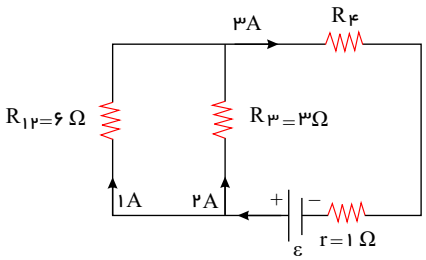
$$\frac{V_{۱}^{۲}}{R}=۳\frac{V_{۲}^{۲}}{۳R}\Rightarrow V_{۱}=V_{۲}$$

نتیجه می‌گیریم مقاومت معادل دو مقاومت $۳R$ و x با مقاومت R یکسان است زیرا اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان است، در نتیجه:

$$R_{eq}=R+R=۲R$$

oxygen11-2-3g

۲۷ - گزینه ۱



$R_{12}=R_1+R_2=2+4=6\Omega$ متوالی

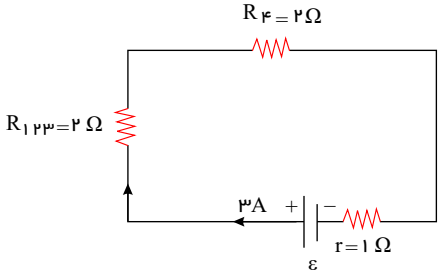
$V_{12}=V_3\Rightarrow R_{12}I_{12}=R_3I_3\Rightarrow 6I_{12}=3\times 2\Rightarrow I_{12}=1A$

$\Rightarrow I_1=I_2=1A\,,\ I_4=I_{12}+I_3=1+2=3A$

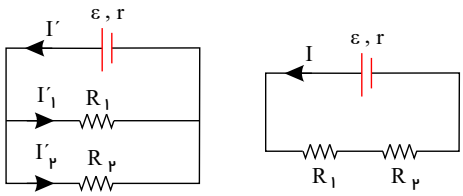
$9P_1=P_4\Rightarrow 9R_1I_1^2=R_4I_4^2\Rightarrow 9\times 2\times 1^2=R_4\times 9\Rightarrow R_4=2\Omega$

$$\frac{1}{R_{123}}=\frac{1}{R_{12}}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{6}+\frac{1}{3}\Rightarrow R_{123}=2\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow 3=\frac{\varepsilon}{2+2+1}\Rightarrow \varepsilon=15V$$



۲۸ - گزینه ۳



شکل(الف) $\begin{cases} R_1=R_2=5r\Rightarrow R_{eq}=10r \\ I=\dfrac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\dfrac{\varepsilon}{10r+r}=\dfrac{\varepsilon}{11r}\Rightarrow I_2=I=\dfrac{\varepsilon}{11r}\end{cases}$

شکل(ب) $\begin{cases} R'_{eq}=\dfrac{5r}{2} \\ I'=\dfrac{\varepsilon}{\frac{5r}{2}+r}=\dfrac{2\varepsilon}{7r} \\ \Rightarrow I'_1=I'_2=\dfrac{I'}{2}=\dfrac{\varepsilon}{7r}\end{cases}$

$$P=RI^2\Rightarrow \frac{P_2}{P'_1}=\left(\frac{R_2}{R_1}\right)\times\left(\frac{I_2}{I'_1}\right)^2\Rightarrow \frac{P_2}{P'_1}=1\times\left(\frac{\frac{\varepsilon}{11r}}{\frac{\varepsilon}{7r}}\right)^2\Rightarrow \frac{P_2}{P'_1}=\frac{49}{121}$$

۲۹ - گزینه ۲ حالت اول:

$$I_1=\frac{\varepsilon}{R_1+r}=\frac{\varepsilon}{6+4}=\frac{\varepsilon}{10}\,,P_{R_1}=I_1^2R_1=\left(\frac{\varepsilon}{10}\right)^2(6)\qquad(1)$$

حالت دوم:

$$I_2=\frac{\varepsilon}{R_2+r}=\frac{\varepsilon}{R_2+4}\,,\ P_{R_2}=I_2^2R_2=\frac{\varepsilon^2}{(R_2+4)^2}R_2=\frac{2}{3}P_{R_1}\qquad(2)$$

$$\xrightarrow{\text{تقسیم (۲) به (۱)}}\frac{2}{3}=\frac{R_2}{(4+R_2)^2}\times\frac{100}{6}\Rightarrow\begin{cases}R_2=6\Omega\\ R'_2=1\Omega\end{cases}\xrightarrow{\text{کمترین تغییر}}|6-1|=5\Omega$$

۳۰ - گزینه ۲ در مدار، مولد ε_2 تولیدکننده انرژی الکتریکی است $(\varepsilon_2>\varepsilon_1)$. انرژی الکتریکی تولیدی (ε_2It) به دو صورت مصرف می‌گردد:

الف) بخشی به صورت انرژی شیمیایی در مولد ε_1 ذخیره می‌گردد (ε_1It) و بخش دیگری به صورت انرژی گرمایی در مقاومت‌های درونی r_1 و r_2 تلف می‌شود. پس اگر از انرژی الکتریکی تولیدی، انرژی‌ای که به صورت شیمیایی در ε_1 ذخیره می‌شود را کسر کنیم، مقدار انرژی‌ای که به صورت گرما تلف می‌شود را می‌توان به دست آورد:

$$\frac{\varepsilon_2It-\varepsilon_1It}{\varepsilon_2It}=\frac{\varepsilon_2-\varepsilon_1}{\varepsilon_2}=\frac{18-12}{18}=\frac{1}{3}$$

۳۱ - گزینه ۳

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{12}{3R}\xrightarrow{I=3A}R=\frac{4}{3}\Omega$$

$$P_1=R_1I^2=R(3)^2=\frac{4}{3}\times 9=12W$$

۳۲ - گزینه ۲ با استفاده از رابطهٔ جریان در مدار تک‌حلقه، داریم:

$$I=\frac{\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3}{R+r_1+r_2+r_3}\Rightarrow I=\frac{8+7+5}{7+1+1+1}\Rightarrow I=2A$$

توان تلف‌شده در مولدها برابر است با:

$$P_1=(r_1+r_2+r_3)I^2=3\times 4=12W$$

و توان تولیدی توسط مولدها برابر است با:

oxygen11-2-3g

$$P_۲ = (\varepsilon_۱ + \varepsilon_۲ + \varepsilon_۳)I = (۲۰)(۲) = ۴۰W$$

$$\frac{P_۱}{P_۲} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۴۰} \times ۱۰۰ = ۳۰\%$$

۳۳ - گزینه ۳ در حالت موازی، ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر است. پس نسبت توان‌ها برابر است با عکس نسبت مقاومت‌ها.

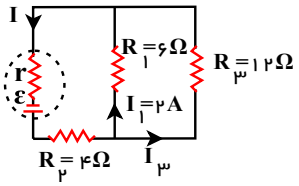
$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_۱} = \frac{R_۱}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{P}{P_۱} = \frac{۱۲}{۲} \Rightarrow P_۱ = \frac{P}{۶}$$

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{R_۱}{R_۲} \Rightarrow \frac{P_۲}{\frac{P}{۶}} = \frac{۱۲}{۶} \Rightarrow P_۲ = \frac{P}{۳}$$

$$P_۳ = P - (\frac{P}{۶} + \frac{P}{۳}) = \frac{P}{۲}$$

۳۴ - گزینه ۳ مقاومت $R_۱$ و $R_۳$ موازی‌اند و حاصل آن‌ها با مقاومت $R_۲$ متوالی است. ابتدا جریان کل مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{I_۱}{I_۳} = \frac{R_۳}{R_۱} \Rightarrow \frac{۲}{I_۳} = \frac{۱۲}{۶} \Rightarrow I_۳ = ۱A$$
$$I = I_۱ + I_۳ = ۱ + ۲ = ۳A$$



باتوجه به این که مقاومت معادل کل مدار برابر با $R_T = R_۲ + R_{۱,۳}$ است، داریم:

$$R_T = ۴ + \frac{۱۲ \times ۶}{۱۲ + ۶} = ۴ + ۴ = ۸\Omega$$

و توان مفید مولد همان توان مصرفی در مدار است:

$$P_{\text{مفید مولد}} = P_{\text{مصرفی مدار}} = R_T I^۲ = ۸ \times ۹ = ۷۲W$$

۳۵ - گزینه ۱ با استفاده از معادله‌ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد، نیروی محرکه مولد و مقاومت درونی آن به‌دست می‌آید:

$$\begin{cases} V = \varepsilon - Ir \\ V = ۱۸ - ۳I \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = ۱۸V, r = ۳\Omega$$

وقتی دو سر مولد به مقاومت ۶ اهمی بسته می‌شود، تشکیل یک مدار تک‌حلقه را می‌دهد و بنابراین شدت جریان عبوری از آن برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \Rightarrow I = \frac{۱۸}{۶ + ۳} = ۲A$$

در نتیجه توان مفید مولد، عبارت است از:

$$P = \varepsilon I - rI^۲ \Rightarrow P = ۱۸ \times ۲ - ۳ \times ۲^۲ = ۲۴W$$

۳۶ - گزینه ۳ رابطهٔ توان خروجی مولد را در دو حالت می‌نویسیم:

$$P = (\varepsilon - Ir)I \Rightarrow P = \varepsilon I - rI^۲$$

$$\begin{matrix} (۱) \text{ حالت} : ۲\varepsilon - ۴r = ۳/۲ \\ (۲) \text{ حالت} : ۴\varepsilon - ۱۶r = ۴/۸ \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon - ۲r = ۱/۶ \\ \varepsilon - ۴r = ۱/۲ \end{cases} \Rightarrow ۲r = ۰/۴ \Rightarrow r = ۰/۲\Omega \ , \ \varepsilon = ۲V$$

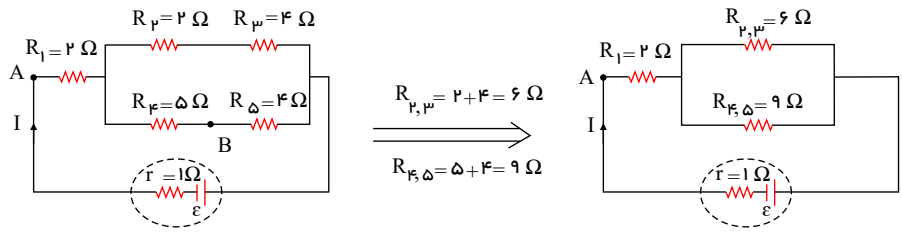
۳۷ - گزینه ۳

$$R = \frac{V}{I} = \frac{۶}{۲} = ۳\Omega$$

بازدهٔ مولد ۸۰ درصد است. پس:

$$R_a = \frac{R_{eq}}{r + R_{eq}} \Rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{۱/۵}{r + ۱/۵} \Rightarrow r = \frac{۳}{۸}\Omega$$

۳۸ - گزینه ۳ باتوجه به این‌که ولت‌سنج ایده‌آل وسیله‌ای است با مقاومت الکتریکی بسیار زیاد، لذا عملاً جریانی از شاخه‌ی آن عبور نمی‌کند و مدار الکتریکی به‌صورت شکل زیر ساده می‌شود. اگر فرض کنیم جریان الکتریکی در شاخه‌ی اصلی مدار I باشد، داریم:



$R_{۴,۵}$ ، $R_{۲,۳} \Rightarrow V_{۲,۳} = V_{۴,۵} \Rightarrow \frac{I_{۲,۳}}{I_{۴,۵}} = \frac{R_{۴,۵}}{R_{۲,۳}} = \frac{۹}{۶} = \frac{۳}{۲}$ موازی هستند

oxygen11-2-3g

$$\left.\begin{array}{l} I_{۲,۳}=\frac{۳}{۲}I_{۴,۵} \\ I_{۲,۳}+I_{۴,۵}=I \end{array}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} I_{۲,۳}=\frac{۳}{۵}I \\ I_{۴,۵}=\frac{۲}{۵}I \end{array}\right.$$

برای محاسبه‌ی مقاومت معادل مدار نیز داریم:

$$R_{۲,۳,۴,۵}=\frac{R_{۲,۳}\times R_{۴,۵}}{R_{۲,۳}+R_{۴,۵}}=\frac{۶\times ۹}{۶+۹}=۳٫۶\Omega$$

$$R_{eq}=R_{۱}+R_{۲,۳,۴,۵}=۲+۳٫۶=۵٫۶\Omega$$

باتوجه به این‌که ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۰ ولت را نشان می‌دهد، با نوشتن اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار بین نقاط A و B داریم:

$$V_A-IR_{۱}-I_{۴,۵}R_{۴}=V_B\Rightarrow V_A-V_B=IR_{۱}+I_{۴,۵}R_{۴}$$

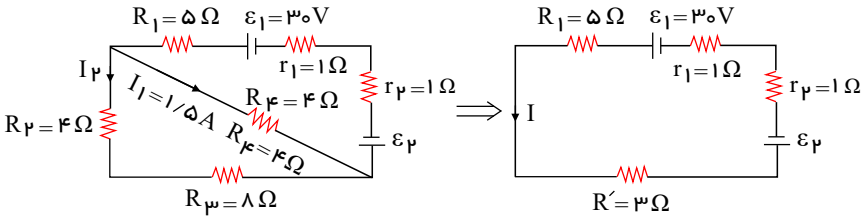
$$\xrightarrow[R_{۴}=۵\Omega\ ,\ I_{۴,۵}=\frac{۲}{۵}I]{V_A-V_B=۲۰V\ ,\ R_{۱}=۲\Omega} ۲۰=۲I+۵\times\frac{۲}{۵}I\Rightarrow ۲۰=۴I\Rightarrow I=۵A$$

توان خروجی (یا همان توان مفید) مولد برابر با توان مصرفی در مقاومت معادل خارجی است، لذا داریم:

$$P=R_{eq}I^{۲}\xrightarrow[I=۵A]{R_{eq}=۵٫۶\Omega} P=۵٫۶\times ۵^{۲}\Rightarrow P=۱۴۰W$$

۳۹ - گزینه ۳ ابتدا مدار را مطابق شکل زیر ساده می‌کنیم:

$$R'=\frac{(۴+۸)\times ۴}{(۴+۸)+۴}=۳\Omega$$



باتوجه به این‌که مقاومت $R_{۲,۳}=۱۲\Omega$ با مقاومت $R_{۴}=۴\Omega$ موازی است داریم:

$$V_{۱}=V_{۲}\Rightarrow I_{۱}R_{۴}=I_{۲}R_{۲,۳}\ \Rightarrow ۱٫۵\times ۴=I_{۲}\times ۱۲\Rightarrow I_{۲}=۰٫۵A$$

$$I=I_{۱}+I_{۲}=۱٫۵+۰٫۵=۲A$$

$$I=\frac{\Sigma\varepsilon}{R_{EQ}+\Sigma r}\Rightarrow I=\frac{\varepsilon_{۱}-\varepsilon_{۲}}{R_{۱}+R'+r_{۱}+r_{۲}}\Rightarrow ۲=\frac{۳۰-\varepsilon_{۲}}{۵+۳+۱+۱}\Rightarrow \varepsilon_{۲}=۱۰V$$

چون مولد $\varepsilon_{۲}$ مصرف‌کننده است داریم:

$$P_{\text{ورودی}}=\varepsilon_{۲}I+r_{۲}I^{۲}=۱۰\times ۲+۱\times ۴=۲۴W$$

۴۰ - گزینه ۱

$$P_{\text{خروجی}}=\mathcal{E}I-rI^{۲}\Rightarrow ۲۰I-۲I^{۲}=۵۰\Rightarrow I^{۲}-۱۰I+۲۵=۰\Rightarrow I=۵A$$

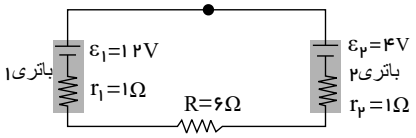
$$I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\Rightarrow ۵=\frac{۲۰}{R+۲}\Rightarrow R=۲\Omega\Rightarrow\frac{R}{r}=\frac{۲}{۲}=۱$$

۴۱ - گزینه ۲ در حالت اول اگر از نقطهٔ a در خلاف جهت جریان حرکت کنیم و جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های دو سر اجزای مدار را بنویسیم تا به همین نقطه برگردیم (مولد ۱ قوی‌تر است و جهت جریان را این مولد مشخص می‌کند) شدت جریان عبوری از مدار به‌صورت زیر حاصل می‌شود:

$$V_a-\varepsilon_{۱}+I'r_{۱}+I'R+I'r_{۲}+\varepsilon_{۲}=V_a\Rightarrow I'=\frac{\varepsilon_{۱}-\varepsilon_{۲}}{r_{۱}+R+r_{۲}}\Rightarrow I'=\frac{۱۲-۴}{۱+۶+۱}=۱A$$

در نتیجه توان خروجی باتری ۱ به‌صورت زیر خواهد بود:

$$P'_{\text{خروجی}}=\varepsilon_{۱}I'-r_{۱}I'^{۲}=۱۲\times ۱-۱\times ۱^{۲}=۱۱W$$



با برعکس کردن باتری ۲، شدت جریان مدار تغییر می‌کند، در این صورت داریم:

$$V_a-\varepsilon_{۱}+Ir_{۱}+IR+Ir_{۲}-\varepsilon_{۲}=V_a\Rightarrow I=\frac{\varepsilon_{۱}+\varepsilon_{۲}}{r_{۱}+R+r_{۲}}\Rightarrow I=\frac{۱۲+۴}{۱+۶+۱}=۲A$$

در نتیجه توان خروجی باتری ۱ به‌صورت زیر خواهد شد:

$$P_{\text{خروجی}}=\varepsilon_{۱}I-r_{۱}I^{۲}=۱۲\times ۲-۱\times ۴=۲۰W$$

بنابراین توان خروجی باتری (۱) به اندازهٔ $۹W$ افزایش داشته است.

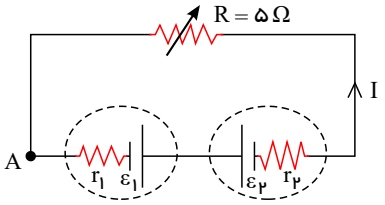
۴۲ - گزینه ۴ چون نمودار ولتاژ دو سر مولد $\varepsilon_{۲}$ برحسب جریان عبوری از آن دارای شیب مثبت است، بنابراین مولد $\varepsilon_{۲}$ به‌صورت ضدمحرکه در مدار بسته شده است و جریان در مدار پادساعتگرد است. داریم:

oxygen11-2-3g

$$V_۲ = \varepsilon_۲ + r_۲ I \begin{cases} \xrightarrow{I=۰} \varepsilon_۲ = ۴V \\ \xrightarrow{I=۲A} ۱۰ = ۴ + r_۲(۲) \Rightarrow r_۲ = ۳\Omega \end{cases}$$

از طرفی طبق صورت سؤال، داریم:

$$\frac{(P_{\text{تولیدی}})_۱}{(P_{\text{اتلافی}})_۱} = ۳ \Rightarrow \frac{\varepsilon_۱ I}{r_۱ I^۲} = ۳ \Rightarrow \varepsilon_۱ = ۳ r_۱ I$$



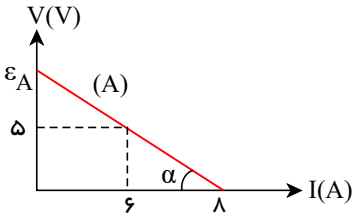
برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل دو سر مولد محرکه داریم:

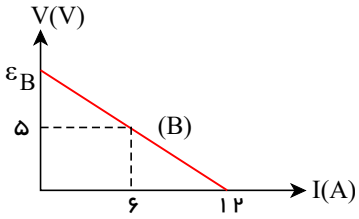
$$V_A - I r_۱ + \varepsilon_۱ - \varepsilon_۲ - I r_۲ - IR = V_A \Rightarrow \varepsilon_۱ - I r_۱ = \varepsilon_۲ + I(R + r_۲)$$

$$\xrightarrow[I=۱٫۵A]{\varepsilon_۱ = ۳ r_۱ I} ۳ r_۱ I - r_۱ I = ۴ + ۱٫۵ \times (۵ + ۳) \Rightarrow \; r_۱ I = ۸V$$

۴۳ - گزینه ۳ در نمودار یک مولد نیروی محرکه

- عرض از مبدا $= \varepsilon$
- شیب خط $= r$





$$\tan\alpha_A = r_A = \frac{۵}{۲} \qquad \tan\alpha_B = r_B = \frac{۵}{۶}$$

$$\tan\alpha_A = \frac{۵}{۲} = \frac{\varepsilon_A}{۸} \Rightarrow \varepsilon_A = ۲۰ \qquad \tan\alpha_B = \frac{۵}{۶} = \frac{\varepsilon_B}{۱۲} \Rightarrow \varepsilon_B = ۱۰$$

توان تولیدی یک مولد که جریان I از آن عبور می‌کند برابر است با: $P_{\text{تولیدی}} = \varepsilon I$

توان تلف شده در مولد برابر است با: $P_{\text{تلف شده}} = r I^۲$

چون جریان عبوری از دو مولد یکسان است، بنابراین:

$$\frac{P_{\text{تولیدی } A}}{P_{\text{تولیدی } B}} = \frac{\varepsilon_A I}{\varepsilon_B I} = \frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_B} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲$$

$$\frac{P_{\text{تلف شده } A}}{P_{\text{تلف شده } B}} = \frac{r_A I^۲}{r_B I^۲} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{\frac{۵}{۲}}{\frac{۵}{۶}} = ۳$$

۴۴ - گزینه ۲ برای این‌که توان اتلافی در باتری ($r I^۲$) بیشینه شود، باید جریان عبوری از آن حداکثر مقدار ممکن و درنتیجه مقاومت معادل خارجی مدار کم‌ترین مقدار باشد. حال مقاومت معادل بین هر دو نقطه را محاسبه می‌کنیم:

مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B:

$$R_{AB} = \frac{۵}{۸} R$$

مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و C:

$$R_{AC} = \frac{R}{۲}$$

مقاومت معادل بین دو نقطهٔ B و C:

$$R_{BC} = \frac{۵}{۸} R$$

۴۵ - گزینه ۴ باتوجه به نمودار، جریانی که در آن $P_{\text{مفید}}$ بیشینه می‌شود برابر با $\frac{۴ + ۲}{۲} = ۳A$ است. از طرفی می‌دانیم زمانی توان مفید یک مولد بیشینه می‌شود که $r = R_T$ می‌شود.

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_T} = \frac{\varepsilon}{۲r} \Rightarrow ۳ = \frac{\varepsilon}{۲r} \Rightarrow \varepsilon = ۶r \quad (۱)$$

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^۲}{۴r} = \frac{۳۶r^۲}{۴r} = ۹r \Rightarrow ۲۷ = ۹r \Rightarrow r = ۳\Omega$$

$$\varepsilon = ۶r = ۶ \times ۳ = ۱۸V$$

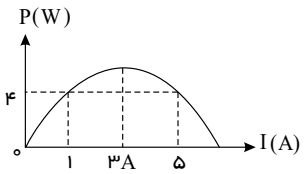
۴۶ - گزینه ۴ روش اوّل:

oxygen11-2-3g

با توجه به نمودار به ازای جریان‌های $I_1 = 1A$ و $I_2 = 5A$ توان خروجی مولد یکسان است. بنابراین با استفاده از رابطهٔ می‌توان نوشت:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \varepsilon I_1 - rI_1^2 = \varepsilon I_1 - rI_2^2$$
$$\varepsilon I_1 - \varepsilon I_2 = rI_1^2 - rI_2^2 \Rightarrow \varepsilon(I_1 - I_2) = r(I_1^2 - I_2^2)$$
$$\Rightarrow \varepsilon \cancel{(I_1 - I_2)} = r \cancel{(I_1 - I_2)} (I_1 + I_2)$$
$$\Rightarrow \varepsilon = r(I_1 + I_2) \xrightarrow[r=2\Omega]{I_1=1A, I_2=5A} \varepsilon = 2 \times (1+5) \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

روش دوم: چون نمودار یک سهمی است، نقطهٔ وسط (میانگین) بین $1A$ و $5A$ مربوط به قلهٔ نمودار (یعنی $\frac{1+5}{2} = 3$) است. بنابراین در جریان $3A$،



توان بیشینه است، از طرفی هم وقتی P بیشینه می‌شود $R = r$ است. در نتیجه داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \xrightarrow[R=r=2\Omega]{I=3A} 3 = \frac{\varepsilon}{2+2} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

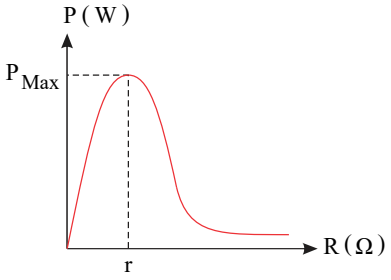
۴۷ - گزینه ۴ از روی نمودار می‌توان گفت جریان در رأس سهمی برابر $6A = \frac{9+3}{2}$ است. پس:

$$I_{\text{رأس}} = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow 6 = \frac{\varepsilon}{2 \times 2} \Rightarrow \varepsilon = 24V$$

$$\frac{P_{max}}{P'} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{4r}}{\varepsilon I - rI^2} = \frac{\frac{24^2}{4 \times 2}}{24 \times 3 - 2 \times 9} = \frac{72}{54} = \frac{4}{3}$$

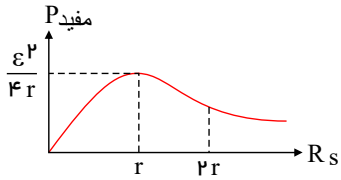
۴۸ - گزینه ۱ نکته: توان مفید یک مولد در یک مدار تک حلقه هنگامی بیشینه می‌شود که نصف جریان اتصال کوتاه $(\frac{\varepsilon}{2r})$ از مولد بگذرد. در این حالت مقاومت خارجی مدار با مقاومت درونی مولد برابر است. $(R = r)$

اکنون مطابق نمودار داریم:



$$R = r = 1/5\Omega$$
$$P_{Max} = RI^2 \Rightarrow 24 = 1/5 \times I^2 \Rightarrow I = 4A$$

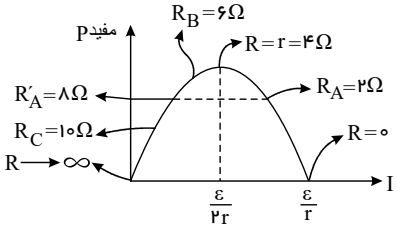
۴۹ - گزینه ۲ رابطه‌ی توان مفید مولد را می‌نویسیم و با رسم نمودار تغییرات توان مفید مولد برحسب مقاومت خارجی R به راحتی گزینه‌ی درست مشخص می‌شود. توان مفید مولد به صورت توان مصرفی در مقاومت R مصرف می‌شود.



$$P_{\text{مفید}} = VI = R_s I^2 \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R_s+r}}$$
$$P_{\text{مفید}} = R_s(\frac{\varepsilon}{R_s+r})^2 \Rightarrow P_{\text{مفید}} = \frac{R_s\varepsilon^2}{(R_s+r)^2}$$

پس با افزایش R_S از صفر تا $2r$ توان مفید مولد ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.

۵۰ - گزینه ۲



$$P = \varepsilon I - rI^2$$

مودار توان مفید برحسب جریان عبوری مطابق سهمی شکل فوق است. با توجه به رابطهٔ توان مفید به ازای $R = r$ توان مفید مولد بیشینه است. اگر به ازای دو مقاومت R و R' توان مفید مولد یکسان باشد، در این صورت داریم:

oxygen11-2-3g

$$\sqrt{R_A R'_A} = r \xrightarrow[r=۴\Omega]{R_A=۲\Omega} R'_A = ۸\Omega$$

بنابراین با تعیین موقعیت‌های مربوط به هر مقاومت روی نمودار مطابق شکل داریم:

$$P_B > P_A > P_C$$

۵۱ - گزینه ۱ با بستن کلید k، مقاومت R به صورت موازی به مدار افزوده می‌شود و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد و بنابر رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$، جریان شاخه‌ی اصلی مدار که همان جریان عبوری از مولد است، افزایش می‌یابد و افزایش جریان مولد سبب افزایش افت پتانسیل در مولد (Ir) می‌شود.

هم‌چنین می‌دانیم توان مفید مولد برای مولدی که مقاومت درونی آن با مقاومت خارجی مدار برابر باشد، بیشینه است. بنابراین در ابتدا که $R = r$ می‌باشد، توان مفید مولد بیشینه است و با بستن کلید k، مقاومت خارجی مدار به $\frac{R}{۲}$ افت می‌کند و لذا توان مفید مولد دیگر بیشینه نیست و کاهش می‌یابد.

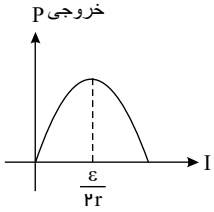
۵۲ - گزینه ۳

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon_۱ I - r_۱ I^۲$$

شرط بیشینه شدن توان : $I = \frac{-\varepsilon_۱}{-۲r_۱} = \frac{\varepsilon_۱}{۲r_۱} \quad (۱)$

از طرفی در مدار : $I = \frac{\varepsilon_۱ - \frac{\varepsilon_۱}{۳}}{۲ + ۰/۵ + R} = \frac{\frac{۲\varepsilon_۱}{۳}}{۲/۵ + R} \quad (۲)$

$$\xrightarrow{(۲),(۱)} \frac{\varepsilon_۱}{۲ \times ۲} = \frac{\frac{۲\varepsilon_۱}{۳}}{۲/۵ + R} \Rightarrow R = \frac{۱}{۶}\Omega$$



۵۳ - گزینه ۴ وقتی کلید k بسته باشد، چون توان خروجی مولد بیشینهٔ مقدار خود را دارد، در این حالت $r = R_{eq}$ است. بنابراین، ابتدا با محاسبهٔ R_{eq}، مقدار r را به دست می‌آوریم و سپس با باز کردن کلید k، مجدداً R'_{eq} را در این حالت حساب می‌کنیم و با به دست آوردن جریان الکتریکی مدار، توان خروجی را تعیین می‌نماییم.

$$\text{کلید } k \text{ بسته} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} + \frac{R_۳ R_۴}{R_۳ + R_۴} = \frac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} + \frac{۲ \times ۲}{۲ + ۲}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = ۳\Omega \Rightarrow r = ۳\Omega$$

وقتی کلید k باز شود، چون جریان از مقاومت $R_۴$ عبور نمی‌کند، از مدار حذف می‌شود. در این حالت مقاومت کل برابر است با:

$$R'_{eq} = \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} + R_۳ = \frac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} + ۲ \Rightarrow R'_{eq} = ۴\Omega$$

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{۱۴}{۴ + ۳} \Rightarrow I' = ۲A$$

$$P' = \varepsilon I' - r I'^۲ = ۱۴ \times ۲ - ۳ \times ۲^۲ \Rightarrow P' = ۱۶W$$

۵۴ - گزینه ۱ روش اول:

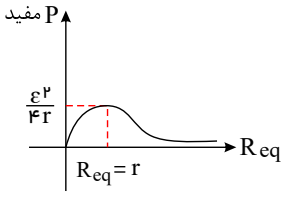
در حالتی که کلید بسته است، دو سر شاخه‌ای از مدار که ولت‌سنج ایده‌آل در آن قرار دارد، اتصال کوتاه می‌شود و در نتیجه المان‌های آن شاخه از مدار حذف می‌شوند. پس مقاومت خارجی مدار در این حالت برابر با $R_{eq} = R + R = ۲R$ می‌شود. از طرفی توان مفید مولد از رابطهٔ $P = IV = \varepsilon I - r I^۲$ به‌دست می‌آید که یک تابع درجهٔ دوم برحسب I است. بیشینهٔ این تابع به‌ازای $I = -\frac{b}{۲a} = \frac{\varepsilon}{۲r}$ به‌دست می‌آید. از مقایسهٔ $I = \frac{\varepsilon}{۲r}$ و $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$، نتیجه می‌گیریم:

$$R_{eq} = r \xrightarrow{R_{eq}=۲R} r = ۲R$$

در حالتی که کلید باز است، ولت‌سنج به‌طور متوالی در شاخهٔ اصلی مدار بسته شده است. چون ولت‌سنج ایده‌ال دارای مقاومت بسیار بالا است، $I = ۰$ و $P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - r I^۲ = ۰$ 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 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 $R_e = ۲R$، پس: $r = R_{eq} = ۲R$

۵۵ - گزینه ۳ وقتی توان خروجی مولد تغییر نمی‌کند، رابطهٔ زیر برقرار است:

$$r = \sqrt{R_۱ R_۲} \Rightarrow ۲ = \sqrt{۱ \times R_۲} \Rightarrow R_۲ = ۴\Omega$$

۵۶ - گزینه ۱

از روی نمودار: $\varepsilon = ۱۰V$ و $r = \frac{۱۰}{۵} = ۲\Omega$

oxygen11-2-3g

A حالت : $P = R_{eq} I^{۲} = (۱ + R_{۲})(\frac{\varepsilon}{R_{۲} + ۳})^{۲}$

B حالت : $P' = R'_{eq} I'^{۲} = (۱٫۵)(\frac{\varepsilon}{۳٫۵})^{۲}$

$$\Rightarrow P = P' \Rightarrow \frac{۱ + R_{۲}}{(R_{۲} + ۳)^{۲}} = \frac{۱٫۵}{(۳٫۵)^{۲}} \Rightarrow R_{۲} = ۰٫۵\Omega$$

۵۷ - گزینه ۲ روش اول: طبق رابطه $R = \rho\frac{L}{A}$ برای رسانایی (سیم AB) با سطح مقطع A و چگالی ρ ، مقدار مقاومت خارجی که در مدار قرار می‌گیرد با طول سیم متناسب است. باتوجه به این که مقاومت الکتریکی سیم AB به طول $۱m = ۱۰۰cm$ برابر ۱۰۰Ω است، داریم:

حالت اول: وقتی فاصله‌ی نقطه‌ی اتصال C از نقطه‌ی A برابر $۱cm$ است.

$$\frac{۱۰۰cm \mid ۱۰۰\Omega}{۱cm \mid R_{۱}} \Rightarrow R_{۱} = ۱\Omega$$

حالت دوم: وقتی فاصله‌ی نقطه‌ی اتصال C از نقطه‌ی B برابر $۱۹cm$ است.

$$\frac{۱۰۰cm \mid ۱۰۰\Omega}{۸۱cm \mid R_{۲}} \Rightarrow R_{۲} = ۸۱\Omega$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی توان مصرفی مقاومت خارجی و باتوجه به این که توان مصرفی در این سیم در دو حالت یکسان است، داریم:

$$P = RI^{۲} = R\frac{\varepsilon^{۲}}{(R + r)^{۲}}$$

$$P_{۱} = P_{۲} \Rightarrow R_{۱}\frac{\varepsilon^{۲}}{(R_{۱} + r)^{۲}} = R_{۲}\frac{\varepsilon^{۲}}{(R_{۲} + r)^{۲}} \Rightarrow ۱ \times \frac{۱}{(۱ + r)^{۲}} = ۸۱ \times \frac{۱}{(۸۱ + r)^{۲}} \Rightarrow r = ۹\Omega$$

روش دوم: اگر به ازای مقاومت خارجی $R_{۱}$ و $R_{۲}$ توان خروجی مولد (توان مصرفی مقاومت خارجی) یکسان باشد، برای مقاومت درونی (r) رابطه $r = \sqrt{R_{۱}R_{۲}}$ برقرار است.

$$R_{۱} = ۱\Omega \ , \ R_{۲} = ۸۱\Omega$$

$$r = \sqrt{R_{۱}R_{۲}} = \sqrt{۱ \times ۸۱} = ۹\Omega$$

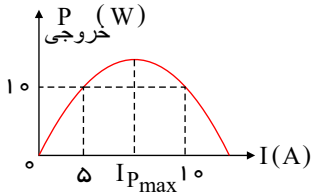
۵۸ - گزینه ۲ روش اول: با استفاده از رابطه‌ی توان خروجی مولد داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^{۲} \Rightarrow \begin{cases} ۱۰ = ۵\varepsilon - ۲۵r \\ ۱۰ = ۱۰\varepsilon - ۱۰۰r \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = ۳V \ , \ r = ۰٫۲\Omega$$

می‌دانیم وقتی توان خروجی مولد بیشینه است که $R = r$ باشد، بنابراین:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow{R=r} I = \frac{\varepsilon}{۲r} = \frac{۳}{۲ \times ۰٫۲} \Rightarrow I = ۷٫۵A$$

روش دوم (راه تستی): باتوجه به نمودار توان خروجی مولد بر حسب جریان گذرنده از آن $\left(P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^{۲}\right)$، مشخص می‌گردد که این نمودار سهمی و متقارن است و نقطه‌ی بیشینه‌ی آن از رابطه‌ی $I_{P_{\max}} = \frac{۱۰ + ۵}{۲} = ۷٫۵A$ حساب می‌شود.



۵۹ - گزینه ۳

$$\frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان تولیدی}} : \frac{RI^{۲}}{\varepsilon I} = \frac{RI}{\varepsilon} = \frac{R\frac{\varepsilon}{r + R}}{\varepsilon} = \frac{R}{r + R} = \frac{۴}{۵} \xrightarrow{\times ۱۰۰} \%۸۰$$

۶۰ - گزینه ۱ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R را نشان می‌دهد.

$$V = IR \Rightarrow V = \frac{\varepsilon R}{R + r} \Rightarrow ۱۰ = \frac{۱۵R}{R + r} \Rightarrow R = ۲r$$

$$\frac{\text{توان تلف شده}}{\text{توان مفید}} = \frac{I^{۲}r}{I^{۲}R} = \frac{r}{R} = \frac{r}{۲r} = \frac{۱}{۲}$$

oxygen11-2-3g

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۱۰ - ۱	۱۹ - ۳	۲۸ - ۳	۳۷ - ۳	۴۶ - ۴	۵۵ - ۳
۲ - ۲	۱۱ - ۱	۲۰ - ۱	۲۹ - ۲	۳۸ - ۳	۴۷ - ۴	۵۶ - ۱
۳ - ۲	۱۲ - ۲	۲۱ - ۱	۳۰ - ۲	۳۹ - ۳	۴۸ - ۱	۵۷ - ۲
۴ - ۳	۱۳ - ۴	۲۲ - ۳	۳۱ - ۳	۴۰ - ۱	۴۹ - ۲	۵۸ - ۲
۵ - ۱	۱۴ - ۳	۲۳ - ۲	۳۲ - ۲	۴۱ - ۲	۵۰ - ۲	۵۹ - ۳
۶ - ۳	۱۵ - ۲	۲۴ - ۳	۳۳ - ۳	۴۲ - ۴	۵۱ - ۱	۶۰ - ۱
۷ - ۱	۱۶ - ۱	۲۵ - ۴	۳۴ - ۳	۴۳ - ۳	۵۲ - ۳	
۸ - ۲	۱۷ - ۱	۲۶ - ۱	۳۵ - ۱	۴۴ - ۲	۵۳ - ۴	
۹ - ۱	۱۸ - ۲	۲۷ - ۱	۳۶ - ۳	۴۵ - ۴	۵۴ - ۱	