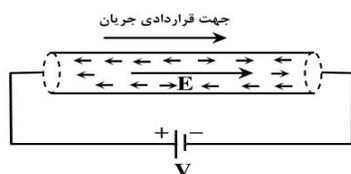
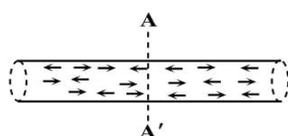


جریان الکتریکی



یک جسم رسانا را در حالت عادی در نظر می‌گیریم. الکترون‌های آزاد در جسم به صورت کاتوره‌های در حرکت‌اند. به طوری که تعداد الکترون‌های آزادی که در بازه‌ی زمانی مشخص از مقطع AA' از چپ به راست می‌گذرند برابر تعداد الکترون‌های آزادی است که در همان زمان از راست به چپ از همان مقطع می‌گذرند. بنابراین با وجود جریان‌های داخلی جریان خالصی در رسانا وجود ندارد.

اگر به دو سر رسانا اختلاف پتانسیل ثابت V را وصل کنیم، در رسانا میدان الکتریکی یکنواخت E به وجود می‌آید که به هر الکترون نیروی $F = eE$ وارد می‌سازد و باعث می‌شود تعداد الکترون‌های آزادی که خلاف جهت میدان از هر مقطع رسانا می‌گذرند بیش از تعداد الکترون‌هایی باشد که در جهت میدان از همان مقطع می‌گذرند. بنابراین در رسانا جریان خالصی در خلاف جهت میدان الکتریکی به وجود می‌آید که بنا به قرارداد جریان الکتریکی را ناشی از حرکت بارهای مثبت در جهت میدان الکتریکی و خلاف جهت حرکت الکترون‌ها در نظر می‌گیریم.

جریان الکتریکی از پتانسیل الکتریکی بیش‌تر به سمت پتانسیل الکتریکی کم‌تر برقرار می‌شود.



شدت جریان الکتریکی

بار الکتریکی شارش شده در واحد زمان از هر مقطع رسانا را شدت جریان متوسط می‌نامند.

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$I_{(A)} = \frac{I_{(C)}}{I_{(S)}} \quad \text{یکای شدت جریان «آمپر A» است.}$$



$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$

آهنگ شارش بار الکتریکی از هر مقطع رسانا را شدت جریان لحظه‌ای می‌گویند.

$$I = \frac{q}{t}$$

→

$$q = It = ne$$

سطح زیر نمودار $I-t$ برابر بار الکتریکی شارش شده است.



مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

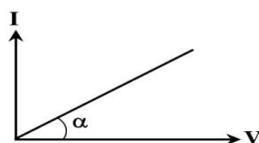
فیزیک

شیب خط مماس بر نمودار $q-t$ در هر لحظه برابر شدت جریان لحظه‌ای است.

قانون اهم

در دمای ثابت نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا به شدت جریانی که از آن می‌گذرد مقدار ثابتی است که به آن مقاومت الکتریکی رسانا گفته می‌شود و یکای آن اهم است.

$$\frac{V}{I} = R \rightarrow V = IR$$



شیب نمودار $I-V$ برابر وارون مقاومت الکتریکی رساناست که به آن رسانندگی الکتریکی جسم رسانا گفته می‌شود.

$$\tan \alpha = \frac{1}{R}$$

هرچه شیب نمودار $I-V$ بیش‌تر باشد، مقاومت الکتریکی رسانا کم‌تر است.

همه‌ی رساناها از قانون اهم پیروی نمی‌کنند بلکه رساناهای فلزی تابع قانون اهم می‌باشند. هر رسانایی که از قانون اهم پیروی کند مقاومت اهمی نامیده می‌شود و بقیه‌ی رساناها غیراهمی محسوب می‌شوند و نمودار $I-V$ برای آن‌ها خط راست نیست زیرا مقاومت الکتریکی آن‌ها ثابت نیست.

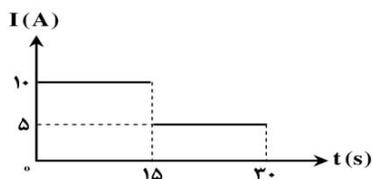
تست ۱

اگر شدت جریان الکتریکی در سیم رسانایی ۱ آمپر باشد، در هر ثانیه چند الکترون از هر مقطع این سیم می‌گذرد؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} (C)$)

- (۱) $1/6 \times 10^{19}$ (۲) $6/25 \times 10^{18}$
 (۳) $3/2 \times 10^{18}$ (۴) $0/8 \times 10^{19}$

تست ۲

نمودار شدت جریان برحسب زمان در یک مدار به صورت شکل مقابل است. در مدت ۳۰ ثانیه چند کولن بار از هر مقطع مدار می‌گذرد؟



- (۱) ۲۲۵ (۲) ۲۰۰
 (۳) ۱۷۵ (۴) ۱۵۰

مبحث: جریان الکتریکی

مهندسی فرشید رسولی

فیزیک

معادله‌ی بار الکتریکی بر حسب زمان در یک رسانا در SI به صورت $q = 2t^2 + 3$ است. شدت جریان الکتریکی متوسط گذرنده از رسانا در ثانیه‌ی چهارم چند آمپر است؟

تست ۳

- ۳ (۱)
۱۴ (۳)
۳/۵ (۲)
۱۶ (۴)

کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد جسم رسانای متصل به مولد درست است؟

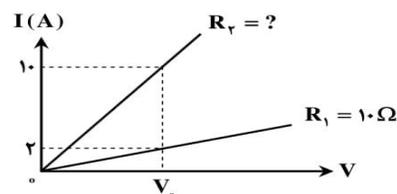
تست ۴

- (۱) جهت جریان الکتریکی در خلاف جهت میدان الکتریکی است.
(۲) جهت جریان الکتریکی همیشه از پتانسیل الکتریکی بیش‌تر به پتانسیل الکتریکی کم‌تر است.
(۳) جهت جریان الکتریکی از پتانسیل الکتریکی کم‌تر به پتانسیل الکتریکی بیش‌تر است.
(۴) جهت جریان الکتریکی هم‌جهت با شارش الکترون‌هاست.

به دو سر رسانایی به مقاومت الکتریکی $20\ \Omega$ اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم. اگر در مدت $1/5$ دقیقه تعداد $4/5 \times 10^{20}$ الکترون در رسانا شارش کند، V چند ولت است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}$ (C))

تست ۵

- ۲۵ (۱)
۱۲ (۳)
۲۰ (۲)
۱۶ (۴)



نمودار تغییرات شدت جریان بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر رساناهای R_1 و R_2 مطابق شکل است. R_2 چند اهم است؟

تست ۶

- ۱ (۱)
۳ (۳)
۲ (۲)
۴ (۴)

مبحث: جریان الکتریکی

مهندسی فرشید رسولی

فیزیک



شکل روبه‌رو نمودار تغییرات شدت جریان بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر یک قسمت مدار را در دمای ثابت نشان می‌دهد. این قسمت از مدار:

تست ۷

- (۱) نارسانا است. (۲) یک رسانای اهمی است.
 (۳) نیم‌رسانا است. (۴) از قانون اهم پیروی نمی‌کند.

معادله‌ی بار الکتریکی متناوبی که از هر مقطع یک سیم رسانا می‌گذرد در SI به صورت $q = 0.1 \sin(100t + \frac{\pi}{4})$ است. بیشینه‌ی شدت جریان گذرنده از این سیم چند آمپر است؟

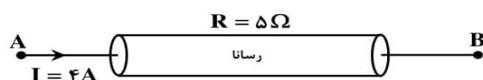
تست ۸

- (۱) ۰/۱ (۲) ۱
 (۳) ۱۰ (۴) باید مقاومت الکتریکی سیم رسانا معلوم باشد.

دو کره‌ی رسانای مشابه A و B روی پایه‌های عایق قرار دارند و $q_A = +6\mu\text{C}$ و $q_B = -10\mu\text{C}$ است. اگر توسط سیم رسانا و یک کلید دو کره را بهم وصل کنیم، پس از وصل کلید به مدت ۰/۲ میلی ثانیه جریان الکتریکی در سیم برقرار می‌شود. شدت جریان متوسط گذرنده از سیم در این مدت چند آمپر است؟

تست ۹

- (۱) 6×10^{-5} (۲) 8×10^{-5}
 (۳) 4×10^{-2} (۴) 8×10^{-2}



در شکل مقابل اگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B برابر ۱۰V باشد، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

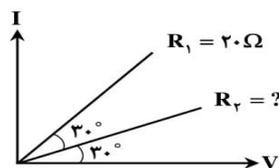
تست ۱۰

- (۱) -۱۰ (۲) ۲۰
 (۳) ۳۰ (۴) -۲۰

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک



نمودار تغییرات شدت جریان بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر رساناهای R_1 و R_2 مطابق شکل است. R_2 چند اهم است؟

تست
۱۱

- (۱) ۳۰
(۲) ۴۰
(۳) ۵۰
(۴) ۶۰

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رسانا

مقاومت الکتریکی یک رسانا به اختلاف پتانسیل دو سر آن و شدت جریانی که از آن می‌گذرد بستگی ندارد، بلکه تابع مشخصات ساختمانی آن می‌باشد.

مقاومت الکتریکی یک رسانا:

(۱) با طول آن نسبت مستقیم دارد. $R \propto L$

(۲) با سطح مقطع آن نسبت وارون دارد. $R \propto \frac{1}{A}$ ($A = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$)

(۳) به جنس رسانا بستگی دارد.

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

(Ω) $(\Omega \cdot m)$ (m) (m^2)

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

مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی دو سر رسانا:

در حجم ثابت طول سیم با سطح مقطع آن نسبت وارون دارد، بنابراین:

اگر در حجم ثابت طول سیم n برابر شود، سطح مقطع آن $\frac{1}{n}$ برابر و در نتیجه مقاومت الکتریکی آن n^2 برابر خواهد شد.

اگر در حجم ثابت قطر سیم $\frac{1}{n}$ برابر شود، سطح مقطع آن $\frac{1}{n^2}$ برابر، طول آن n^2 برابر و مقاومت الکتریکی آن n^4 برابر خواهد شد.

مقاومت الکتریکی سیم رسانایی ۱۰ اهم است. سیم را گرم کرده و آنقدر می‌کشیم تا قطرش نصف شود. مقاومت الکتریکی آن چند اهم می‌شود؟

تست
۱۲

- (۱) ۱۶
(۲) ۱۶۰
(۳) ۴۰
(۴) ۱۴۰

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک

دو سیم رسانای هم جنس که طول اولی ۲ برابر دومی و قطر مقطع اولی نصف دومی است در اختیار داریم. در دمای ثابت مقاومت الکتریکی سیم اولی چند برابر دومی است؟

تست ۱۳

۱ (۱)

۱/۲ (۳)

۲ (۲)

۸ (۴)

سیم فلزی به مقاومت الکتریکی ۴۰ اهم را در نظر بگیرید. اگر بدون تغییر جرم طولش ۲ برابر شود، مقاومت الکتریکی آن چند اهم می شود؟

تست ۱۴

۸۰ (۱)

۱۰ (۳)

۱۶۰ (۲)

۴ تغییر نمی کند.

ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی ۱ و ۲ و ۴ سانتی متر است. این جسم فلزی را می توان از هر یک از دو وجه موازی آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگ ترین مقاومت الکتریکی به کوچک ترین مقاومت الکتریکی آن چند است؟

تست ۱۵

۴ (۱)

۱۶ (۳)

۸ (۲)

۲۴ (۴)

قطر و جرم سیم مسی A دو برابر قطر و جرم سیم مسی B است. نسبت مقاومت الکتریکی آنها $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟

تست ۱۶

۱/۸ (۱)

۱/۲ (۳)

۱/۴ (۲)

۲ (۴)

فیزیک

مهندس فرشید رسولی

مبحث: جریان الکتریکی

اثر دما بر مقاومت الکتریکی رسانا

الکترون‌های آزادی که در رسانا شارش می‌کنند با اتم‌های آن برخورد می‌کنند که این همان مقاومت الکتریکی رسانا در راه حرکت الکترون‌ها می‌باشد. هرچه قدر برخورد الکترون‌ها با اتم‌ها بیشتر شود، ارتعاش اتم‌ها بیشتر تر و در دامنه‌ی وسیع‌تری صورت می‌گیرد و مقاومت الکتریکی رسانا افزایش می‌یابد. در این حالت دمای رسانا نیز بالا می‌رود زیرا انرژی جنبشی الکترون‌ها در این برخوردها به انرژی درونی رسانا تبدیل می‌شود. بنابراین مقاومت الکتریکی رسانا تابع دمای آن است و با افزایش دما افزایش می‌یابد. مقاومت ویژه‌ی رسانا به دمای آن بستگی داشته و رابطه‌ی آن به صورت زیر است:

$$\rho_T = \rho_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

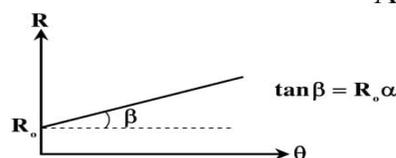
$$\Delta\theta = \theta_T - \theta_1$$

α ضریب دمایی مقاومت ویژه‌ی رسانا نام دارد و یکای آن K^{-1} است.

با استفاده از رابطه‌ی $R = \rho \frac{L}{A}$ رابطه‌ی بالا را با تقریب می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$R_T = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta$$



کدگذاری مقاومت‌ها



$$R = ab \times 10^n$$

برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی مقاومت‌های کربنی از حلقه‌های رنگی روی آن استفاده می‌شود. هر رنگ دارای عددی بین صفر تا ۹ است و مقاومت برای رسانایی که مطابق شکل مقابل مشخص شده به صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود:

حلقه‌ی چهارم معمولاً طلایی یا نقره‌ای رنگ است و درصد خطای مقاومت را مشخص می‌کند. عدد رنگ طلایی ۰/۱ است یعنی ۱۰ درصد خطا دارد و عدد رنگ نقره‌ای ۰/۰۱ است یعنی ۱ درصد خطا دارد.

مقاومت رشته سیم یک لامپ در هنگام روشن بودن چند برابر مقاومت آن هنگام خاموش بودن است؟ در صورتی که می‌دانیم دمای رشته سیم هنگام خاموش بودن $25^\circ C$ و هنگام روشن بودن $3000^\circ C$ و ضریب

دمایی مقاومت آن $\left(\frac{1}{K}\right) 4 \times 10^{-4}$ است؟

 تست
۱۷

۲/۱۹ (۲)

۰/۷۵ (۱)

۰/۸۱ (۴)

۱/۲۵ (۳)

مبحث: جریان الکتریکی

مهندسی فرشید رسولی

فیزیک

ضریب دمایی مقاومت رسانایی $(\frac{1}{K})$ 4×10^{-3} است. دمای آن را چند کلوین افزایش دهیم تا مقاومت آن ۵۰ درصد افزایش یابد؟

تست
۱۸

۱۲۵۰ (۱)

۱۲/۵ (۲)

۲۵ (۳)

۱۲۵ (۴)

مقاومت الکتریکی سیم رسانایی در صفر درجه‌ی سلسیوس برابر R است. اگر مقاومت الکتریکی این سیم در دمای $400^\circ C$ سه برابر مقاومت الکتریکی این سیم در دمای $50^\circ C$ باشد، ضریب دمایی مقاومت

تست
۱۹

این رسانا چند $(\frac{1}{K})$ است؟

2×10^{-3} (۱)

8×10^{-3} (۲)

6×10^{-3} (۳)

$1/2 \times 10^{-3}$ (۴)

در دمای $200^\circ C$ مقاومت الکتریکی عنصری $9/0$ مقاومت آن در صفر درجه‌ی سلسیوس است. ضریب دمایی مقاومت این عنصر برحسب $(\frac{1}{C})$ کدام است؟

تست
۲۰

-5×10^{-4} (۲)

$-1/8 \times 10^{-3}$ (۱)

5×10^{-4} (۴)

$1/8 \times 10^{-3}$ (۳)

اندازه‌ی مقاومت کربنی مقابل چند اهم است؟ (کد رنگ‌های قهوه‌ای، سبز و آبی به ترتیب ۱ و ۵ و ۶ است)

تست
۲۱

۶۵۱ (۱)

۶۵۰ (۲)

۶۵ (۳)

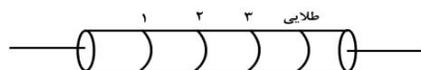
۱۵۶ (۴)



مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک

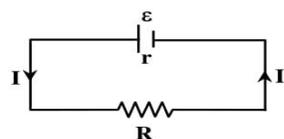


مقاومت روبه‌رو 20Ω است. رنگ نوارهای ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب کدام است؟ (۰ = سیاه و ۲ = قرمز)

تست
۲۲

- (۱) قرمز - قرمز - سیاه
(۲) سیاه - قرمز - قرمز
(۳) قرمز - سیاه - سیاه
(۴) سیاه - سیاه - قرمز

نیروی محرکه‌ی الکتریکی



نیروی محرکه‌ی مولد برابر انرژی‌ای است که مولد به یکای بار الکتریکی مثبت می‌دهد تا در مدار شارش کند.

$$\varepsilon = \frac{U}{q}$$

بارهای الکتریکی مثبت هنگام شارش از درون مولد، از مولد انرژی دریافت می‌کنند که از نوع انرژی الکتریکی است. این انرژی هنگام شارش بار الکتریکی در مدار در مقاومت الکتریکی به گرما تبدیل می‌شود.

$$\varepsilon = I(R + r)$$

فرمول‌های انرژی و توان الکتریکی

$$U = \varepsilon q = \varepsilon I t = (R + r) I^2 t$$

انرژی کل مدار = انرژی کل مولد

$$U_R = V I t = R I^2 t = \frac{V^2}{R} t$$

انرژی گرمایی مدار = انرژی مصرفی مدار = انرژی مفید مولد

$$U_r = (\varepsilon - V) I t = r I^2 t$$

انرژی گرمایی = انرژی تلف شده‌ی مولد

$$U = U_R + U_r$$

طبق فرمول توان $P = \frac{U}{t}$ ، هر یک از فرمول‌های بالا را به زمان تقسیم کنیم، فرمول‌های توان به دست می‌آید.

$$P = \varepsilon I = (R + r) I^2$$

توان کل مولد

$$P_R = V I = R I^2 = \frac{V^2}{R} \rightarrow P_R = \varepsilon I - r I^2$$

توان مصرفی مدار

$$P_r = (\varepsilon - V) I = r I^2$$

توان تلف شده‌ی مولد

$$P = P_R + P_r$$

$$R_a = \frac{U_R}{U} = \frac{P_R}{P} \rightarrow \begin{cases} R_a = \frac{V}{\varepsilon} \\ R_a = \frac{R}{R + r} \end{cases}$$

مبحث: جریان الکتریکی

مهندسی فرشید رسولی

فیزیک

دو سر یک مقاومت را به اختلاف پتانسیل $150V$ وصل نموده‌ایم. اگر از مقاومت جریان $2A$ بگذرد، در مدت یک ساعت چند مگا ژول انرژی به مصرف می‌رسد؟

تست ۲۳

- (۱) 10.8
(۲) 170.8
(۳) 216
(۴) $2/16$

یک لامپ روشنایی در هر شبانه روز ۸ ساعت روشن می‌شود. مقاومت رشته سیم درون آن 500Ω است و با ولتاژ 200 ولت روشن می‌شود. قیمت برق مصرفی ماهانه‌ی آن از قرار هر کیلو وات ساعت 20 ریال چند ریال می‌شود؟

تست ۲۴

- (۱) 384
(۲) 192
(۳) $19/2$
(۴) $38/4$

اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا 200 ولت است. انرژی تلف شده در رسانا وقتی بار الکتریکی 300 کولن از آن شارش می‌کند چند ژول می‌شود؟

تست ۲۵

- (۱) 6×10^4
(۲) $1/5$
(۳) 600
(۴) $1/5 \times 10^4$

در سیمی به طول $12m$ با اختلاف پتانسیل V در مدت 25 ثانیه 2000 ژول گرما ایجاد شده است. در چند متر آن با همان اختلاف پتانسیل در 15 ثانیه همان مقدار گرما ایجاد می‌شود؟

تست ۲۶

- (۱) 20
(۲) $7/2$
(۳) 8
(۴) 18

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک

مقاومت یک سیم گرم کن 200Ω است و از آن جریان $2(A)$ عبور می‌کند. در مدت 30 دقیقه چه مقدار انرژی الکتریکی بر حسب کیلو وات ساعت در آن مصرف می‌شود؟

 تست
۲۷

- (۱) ۴
(۲) 0.4
(۳) ۴۰
(۴) $14/4$

وات معادل کدام یکا است؟

 تست
۲۸

- (۱) اهم \times آمپر
(۲) ولت \times ثانیه
(۳) ولت بر ثانیه
(۴) ولت \times آمپر

بر روی یک لامپ الکتریکی اعداد ($100W$ و $220V$) نوشته شده است. اگر این لامپ را به اختلاف پتانسیل $110V$ وصل کنیم، توان مصرفی لامپ چند وات می‌شود؟

 تست
۲۹

- (۱) ۱۵
(۲) ۲۰
(۳) ۲۵
(۴) ۳۰

در اثر عبور 200 کولن الکتریسیته از سیمی به مقاومت 5 اهم، مقدار 4000 ژول گرما تولید می‌شود. زمان عبور این بار چند ثانیه است؟

 تست
۳۰

- (۱) ۲۵
(۲) ۵۰
(۳) ۷۵
(۴) ۱۰۰

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک

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

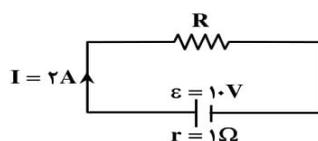
تست ۳۱

- (۱) ۹
(۲) ۸
(۳) ۱۰
(۴) ۱۱

یک ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولدی را در مدار باز 8 ولت نشان می‌دهد. وقتی از مولد جریان $2A$ می‌گذرد، ولت‌سنج عدد 6 ولت را نشان می‌دهد. نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به ترتیب چند ولت و چند اهم است؟

تست ۳۲

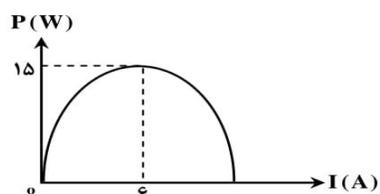
- (۱) 2 و 10
(۲) 8 و 1
(۳) 6 و 1
(۴) 8 و 2



در مدار مقابل توان مفید مولد چند وات است؟

تست ۳۳

- (۱) 20
(۲) 4
(۳) 16
(۴) 10



نمودار توان مفید یک مولد بر حسب شدت جریان مطابق شکل است. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟

تست ۳۴

- (۱) 5
(۲) 10
(۳) 15
(۴) 20

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک

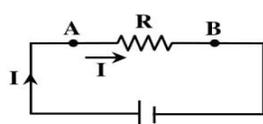
 تست
۳۵

کدام یک از گزینه‌های زیر رابطه‌ی بازده مولد نمی‌باشد؟

$$Ra = \frac{R}{R+r} \quad (۲) \quad Ra = \frac{V}{\epsilon} \quad (۱)$$

$$Ra = \frac{\epsilon - Ir}{\epsilon} \quad (۴) \quad Ra = \frac{\epsilon}{RI} \quad (۳)$$

افت پتانسیل در مقاومت



هنگامی که بار مثبت q از پایانه‌ی مثبت مولد خارج می‌شود دارای انرژی پتانسیل الکتریکی است و ضمن عبور از مقاومت الکتریکی R بین دو نقطه‌ی A و B انرژی خود را از دست می‌دهد و وقتی به نقطه‌ی B می‌رسد انرژی پتانسیل الکتریکی کم‌تری دارد. به عبارت دیگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B از نقطه‌ی A کم‌تر است. بنابراین:

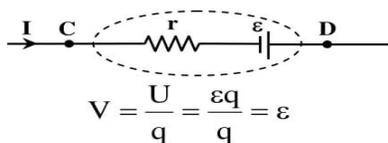
هرگاه در جهت جریان از ابتدا تا انتهای یک رسانا جابه‌جا شویم، پتانسیل الکتریکی به اندازه‌ی IR افت می‌کند.

$$V_A - IR = V_B$$

بدیهی است که اگر در خلاف جهت جریان از یک رسانا بگذریم، پتانسیل الکتریکی به اندازه‌ی IR افزایش می‌یابد.

$$V_B + IR = V_A$$

افت پتانسیل در مولد

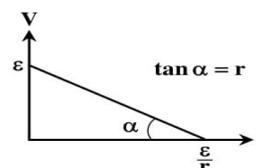
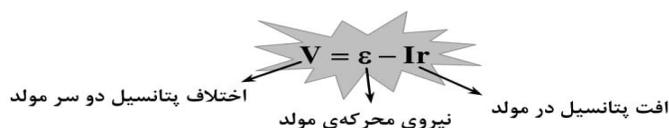


هنگامی که بار مثبت q درون مولد از پایانه‌ی منفی به پایانه‌ی مثبت برسد از مولد انرژی $U = \epsilon q$ می‌گیرد. بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی بین پایانه‌های مولد برابر است با:

در نتیجه پتانسیل الکتریکی پایانه‌ی مثبت مولد از پتانسیل الکتریکی پایانه‌ی منفی آن به اندازه‌ی نیروی محرکه بیشتر است.

در عبور از مولد بدون در نظر گرفتن جهت جریان از پایانه‌ی منفی تا پایانه‌ی مثبت، پتانسیل الکتریکی به اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد افزایش می‌یابد و بالعکس.

$$V_C - Ir + \epsilon = V_D \rightarrow V_D - V_C = \epsilon - Ir$$

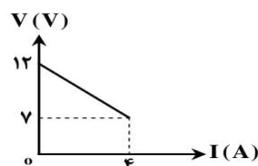
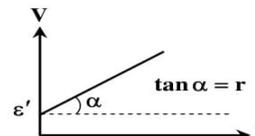


فیزیک

مهندس فرشید رسولی

مبحث: جریان الکتریکی

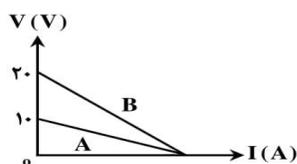
اگر مولد در مدار اشتباه بسته شود یعنی جریان به پایانه‌ی مثبت مولد وارد و از پایانه‌ی منفی خارج شود، مولد به عنوان گیرنده عمل کرده و دارای نیروی ضد محرکه خواهد بود.



نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولد بر حسب جریانی که از آن می‌گذرد مطابق شکل است. نیروی محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن به ترتیب چند ولت و چند اهم است؟

تست
۳۶

- (۱) ۷ و ۰/۵۷
(۲) ۱۲ و ۱/۳
(۳) ۱۲ و ۰/۳
(۴) ۱۲ و ۱/۲۵



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

تست
۳۷

- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۱/۲
(۴) ۱۰

مقاومت درونی یک باتری 2Ω و شدت جریان مدار $0/8$ آمپر و $V/\epsilon = 0/8$ است. اگر جریان مدار را قطع کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر باتری چند ولت می‌شود؟

تست
۳۸

- (۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۸
(۴) ۱۲

مبحث: جریان الکتریکی

مهندسی فرشید رسولی

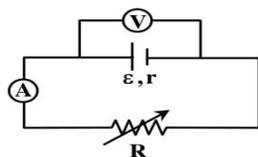
فیزیک

پایانه‌های یک باتری به نیروی محرکه‌ی ۶ ولت و مقاومت درونی r را به مقاومت R می‌بندیم، جریان $0.2A$ از آن می‌گذرد. اگر افت پتانسیل در مقاومت درونی $\frac{1}{9}$ افت پتانسیل در مقاومت خارجی باشد، R

تست ۳۹

چند اهم است؟

- (۱) ۱۵
(۲) ۲۰
(۳) ۲۷
(۴) ۳۰



در مدار روبه‌رو ولت‌سنج ۴۰ ولت و آمپرسنج ۴ آمپر را نشان می‌دهد. اگر R را تغییر دهیم طوری که ولت‌سنج ۳۶ ولت را نشان دهد، آمپرسنج ۶ آمپر را نشان خواهد داد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

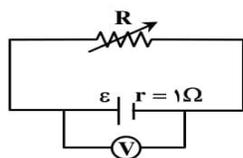
تست ۴۰

- (۱) ۶
(۲) ۴
(۳) ۸
(۴) ۲

اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد با مدار باز $10V$ و شدت جریان آن در اتصال کوتاه $4A$ است. وقتی این مولد به مقاومت $2/5 \Omega$ بسته شود، جریانی که از آن می‌گذرد چند آمپر است؟

تست ۴۱

- (۱) ۲
(۲) $2/5$
(۳) ۳
(۴) ۴



در مدار روبه‌رو مقاومت رئوستا 8Ω است. مقاومت رئوستا را به چند اهم برسانیم تا ولت‌سنج $\frac{1}{4}$ مقدار اولیه را نشان دهد؟

تست ۴۲

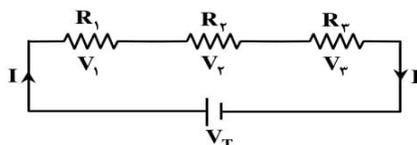
- (۱) $\frac{1}{7}$
(۲) $\frac{2}{7}$
(۳) $\frac{1}{9}$
(۴) $\frac{2}{9}$

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک

به هم بستن سری (متوالی) مقاومت‌ها



$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I_T R_T = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3$$

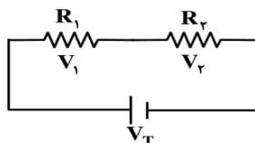
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

وقتی مقاومت‌ها به صورت متوالی بسته شوند، مقاومت معادل از هر یک از مقاومت‌ها بزرگ‌تر است.

$$R_T = nR_1$$

اگر n مقاومت یکسان را به صورت متوالی ببندیم، مقاومت معادل برابر است با:

برای دو مقاومت R_1 و R_2 که سری بسته شده‌اند، روابط زیر برقرارند:



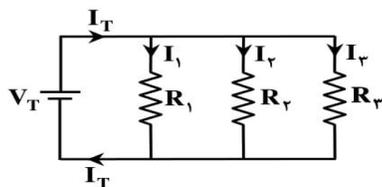
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_T$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_T$$

$$V_n = \frac{R_n}{R_T} V_T$$

برای به دست آوردن ولتاژ یکی از مقاومت‌های سری خواهیم داشت:

به هم بستن موازی (انشعابی) مقاومت‌ها



$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V_T}{R_T} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از هر یک از مقاومت‌ها کوچک‌تر است.

$$R_T = \frac{R_1}{n}$$

برای n مقاومت مشابه R_1 که موازی بسته شده‌اند داریم:

فیزیک

مهندسی فرشید رسولی

مبحث: جریان الکتریکی

برای دو مقاومت R_1 و R_2 که موازی بسته شده‌اند روابط زیر برقرارند:

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_T$$

برای به دست آوردن شدت جریان در یکی از مقاومت‌های موازی خواهیم داشت:

$$I_n = \frac{R_T}{R_n} I_T$$

چند نکته‌ی مهم درباره‌ی توان مصرفی مقاومت‌ها

$$P = RI^2$$

در مقاومت‌های سری، توان مقاومت بزرگ‌تر از همه بیش‌تر است.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

در مقاومت‌های موازی، توان مقاومت کوچک‌تر از همه بیش‌تر است.

اگر در یک مدار، مقاومت R با بقیه‌ی مدار به صورت سری بسته شده باشد، برای پیدا کردن توان بیشینه‌ی قابل تحمل مدار از بیشینه‌ی جریان قابل تحمل R استفاده می‌کنیم:

$$P_m = RI_m^2$$

$$I_m^2 = \frac{P_m}{R}$$

$$P_T = R_T I_m^2$$

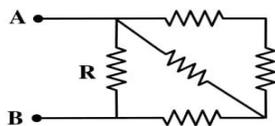
$$P_T = \frac{R_T}{R} P_m$$



اگر در یک مدار، مقاومت R با بقیه‌ی مدار به صورت موازی بسته شده باشد، برای پیدا کردن توان بیشینه‌ی قابل تحمل مدار از بیشینه‌ی ولتاژ قابل تحمل R استفاده می‌کنیم:

$$P_m = \frac{V_m^2}{R} \rightarrow V_m^2 = RP_m$$

$$P_T = \frac{V_m^2}{R_T} \rightarrow P_T = \frac{R}{R_T} P_m$$



فیزیک

مهندسی فرشید رسولی

مبحث: جریان الکتریکی

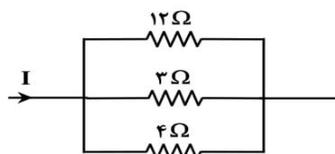
اگر مقاومت‌های R_1 و R_2 و ... را که دارای ولتاژ اسمی V و توان P_1 و P_2 و ... هستند به صورت موازی به منبع V وصل کنیم، توان کل برابر خواهد شد با:

$$P = \frac{V^2}{R_1} + \frac{V^2}{R_2} + \dots \Rightarrow P = P_1 + P_2 + \dots$$

و اگر مقاومت‌ها را به صورت سری ببندیم، توان کل برابر خواهد شد با:

$$P = \frac{V^2}{R_T} = \frac{V^2}{R_1 + R_2 + \dots} = \frac{1}{\frac{R_1}{V^2} + \frac{R_2}{V^2} + \dots} = \frac{1}{\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \dots}$$

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \dots$$



اگر توان مصرفی در مقاومت ۱۲ اهمی برابر ۳ وات باشد، توان مصرفی در مقاومت‌های ۳ و ۴ اهمی به ترتیب چند وات است؟

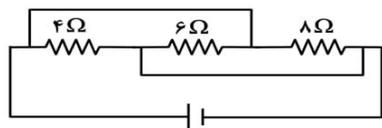
تست ۴۳

۱۲ و ۹ (۲)

۹ و ۱۲ (۱)

۳ و ۱ (۴)

۱ و ۳/۴ (۳)



توان مصرفی در مقاومت ۴ اهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت ۶ اهمی است؟

تست ۴۴

۱/۲ (۲)

۲ (۱)

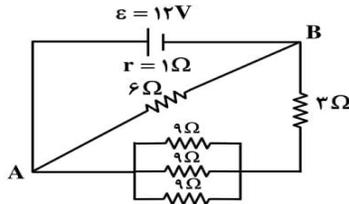
۳/۲ (۴)

۲/۳ (۳)

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک



در مدار مقابل گرمای تولید شده بین دو نقطه‌ی A و B در هر دقیقه چند ژول است؟

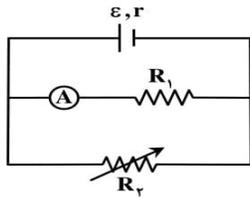
تست ۴۵

(۲) ۳۲۴۰

(۱) ۲۷

(۴) ۶۴۸۰

(۳) ۱۶۲۰



در مدار مقابل، R_2 را به تدریج کاهش می‌دهیم. مقاومت کل مدار و جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

تست ۴۶

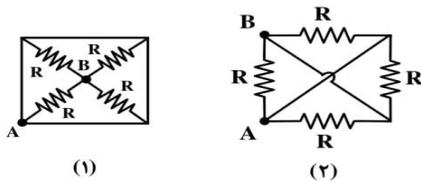
(۲) افزایش - افزایش

(۱) افزایش - کاهش

(۴) کاهش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش

Far2449@gmail.com



مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B در مدار (۱) چند برابر مدار (۲) است؟

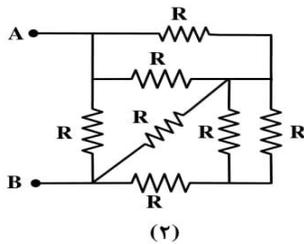
تست ۴۷

(۲) $\frac{1}{4}$

(۱) ۱

(۴) $\frac{1}{16}$

(۳) $\frac{1}{8}$



مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B در مدار (۱) چند برابر مدار (۲) است؟

تست ۴۸

(۲) $\frac{3}{4}$

(۱) $\frac{11}{21}$

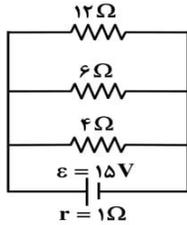
(۴) $\frac{5}{3}$

(۳) $\frac{18}{44}$

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک



در مدار شکل مقابل توان مفید مولد چند وات است؟

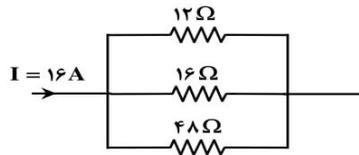
تست ۴۹

۳۰ (۲)

۱۵ (۱)

۶۵ (۴)

۵۰ (۳)



شدت جریان گذرنده از مقاومت ۱۶ اهمی چند آمپر است؟

تست ۵۰

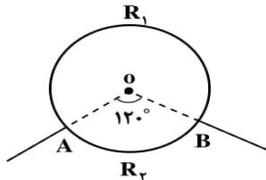
۶ (۲)

۱ (۱)

۱۶ (۴)

۱۲ (۳)

Far2449@gmail.com



سیم رسانای یکنواختی به مقاومت 90Ω را به صورت دایره‌ای در آورده و از نقطه‌ی A و B مطابق شکل در مداری می‌بندیم. مقاومت بین A و B چند اهم است؟

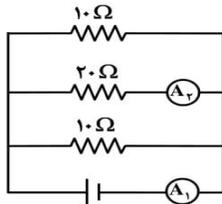
تست ۵۱

۳۰ (۲)

۲۰ (۱)

۴۵ (۴)

۱۵ (۳)



در مدار مقابل عددی که آمپرسنج A_1 نشان می‌دهد چند برابر عددی است که آمپرسنج A_2 نشان می‌دهد؟

تست ۵۲

۲ (۲)

۴ (۱)

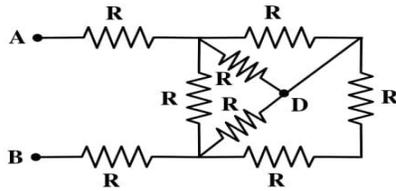
۲/۵ (۴)

۵ (۳)

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

فیزیک



مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B کدام است؟

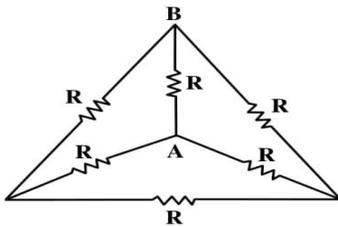
تست ۵۳

(۲) $\frac{3}{2}R$

(۱) R

(۴) $\frac{5}{2}R$

(۳) ۲R



مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B کدام است؟

تست ۵۴

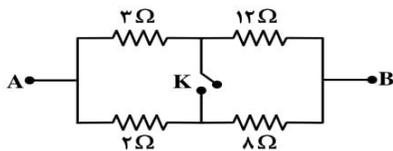
(۲) ۲R

(۱) R

(۴) $\frac{R}{2}$

(۳) ۳R

Far2449@gmail.com



در مدار مقابل مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B قبل از بستن

تست ۵۵

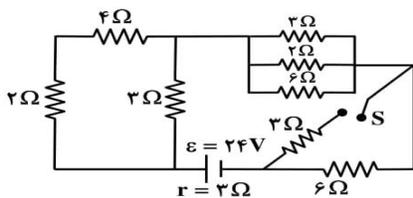
کلید R_1 و پس از بستن کلید R_2 است. $\frac{R_1}{R_2}$ کدام است؟

(۲) ۴

(۱) ۶

(۴) ۱

(۳) ۲



در مدار روبه‌رو اگر کلید S بسته شود شدت جریان

تست ۵۶

گرفته شده از مولد چند برابر می‌شود؟

(۲) ۳

(۱) ۲

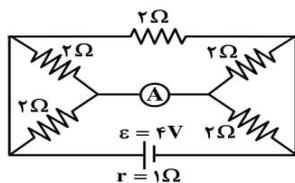
(۴) $\frac{3}{2}$

(۳) $\frac{2}{3}$

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

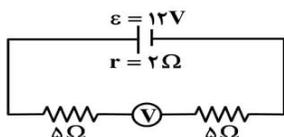
فیزیک



در مدار مقابل آمپرسنج چه عددی را برحسب آمپر نشان می‌دهد؟

تست ۵۷

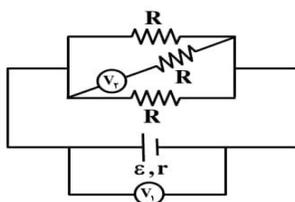
- (۱) ۰/۵
(۲) صفر
(۳) ۰/۲۵
(۴) ۱



در مدار مقابل ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟

تست ۵۸

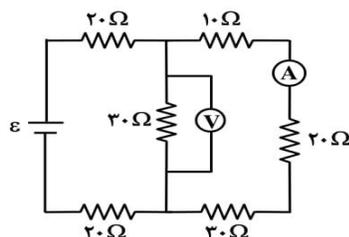
- (۱) صفر
(۲) ۶
(۳) ۱۰
(۴) ۱۲



در مدار روبه‌رو کدام رابطه بین اعدادی که ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 نشان می‌دهند برقرار است؟

تست ۵۹

- (۱) $V_2 > V_1$
(۲) $V_1 > V_2$
(۳) $V_1 = V_2$
(۴) بسته به شرایط هر سه گزینه درست هستند.



در مدار شکل روبه‌رو اگر ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

تست ۶۰

- (۱) ۰/۲
(۲) ۰/۴
(۳) ۰/۱۶
(۴) ۰/۱۸

فیزیک

مهندسی فرشید رسولی

مبحث: جریان الکتریکی

مدار تک حلقه

مداری است که اجزای آن به طور متوالی به هم بسته شده‌اند و شدت جریان یکسان از تمامی اجزاء مدار می‌گذرد. در این مدار از مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط که اجزاء مدار را به هم وصل می‌کنند صرف نظر می‌شود.

جمع جبری اختلاف پتانسیل دو سر اجزاء در حلقه صفر است. $\sum V = 0$

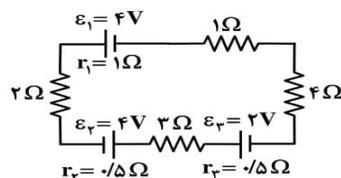
مقاومت الکتریکی در جهت جریان باعث افت پتانسیل ($-IR$) و خلاف جهت جریان باعث افزایش پتانسیل می‌شود ($+IR$) و این مورد درباره‌ی مقاومت الکتریکی درون مولد نیز به کار می‌رود.

درباره‌ی مولد جهت جریان مهم نیست. اگر از پایانه‌ی منفی به پایانه‌ی مثبت برویم افزایش پتانسیل ($+E$) و اگر از پایانه‌ی مثبت به پایانه‌ی منفی برویم کاهش پتانسیل ($-E$) خواهیم داشت.

برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار مانند A و B یعنی $V_A - V_B$ از نقطه‌ی A در یک جهت دلخواه به طرف نقطه‌ی B حرکت می‌کنیم و با توجه به تغییرات پتانسیل در اجزاء بین دو نقطه، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه را به دست می‌آوریم. برای محاسبه‌ی شدت جریان در مدار، ابتدا یک جهت دلخواه برای جریان در نظر گرفته، سپس از یک نقطه‌ی مدار شروع کرده و با نوشتن تغییرات پتانسیل در اجزاء مدار به نقطه‌ی اول برمی‌گردیم و حاصل را برابر صفر قرار می‌دهیم. اگر شدت جریان مثبت به دست آمد جهت اختیاری درست بوده است و اگر منفی شد نشان‌دهنده‌ی آن است که جریان خلاف جهت اختیاری است.

$$-I(\sum R + r) + \sum \varepsilon - \sum \varepsilon' = 0 \rightarrow I = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum R + \sum r}$$

اگر نقطه‌ای از مدار به زمین وصل باشد، پتانسیل آن صفر است و به کمک آن می‌توان پتانسیل الکتریکی نقاط دیگر را به دست آورد.

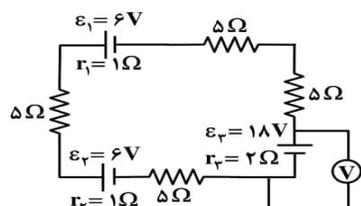


در مدار مقابل شدت جریان چند آمپر است؟

تست 61

- ۱/۵ (۲)
- ۰/۴ (۴)

- ۰/۵ (۱)
- ۰/۶ (۳)



در مدار شکل روبه‌رو ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

تست 62

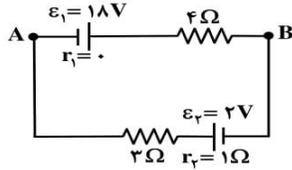
- ۴ (۲)
- ۶ (۴)

- ۳ (۱)
- ۵ (۳)

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

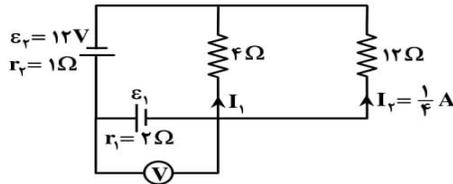
فیزیک



در مدار روبه‌رو انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q = -2\mu\text{C}$ هنگام عبور از نقطه‌ی A تا B چند میکروژول تغییر می‌کند؟

تست ۶۳

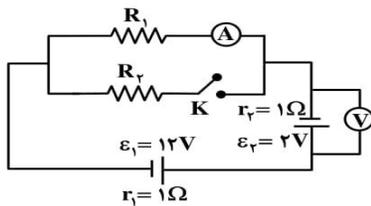
- (۱) -۱۶
- (۲) ۱۶
- (۳) ۲۰
- (۴) -۲۰



در مدار مقابل ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

تست ۶۴

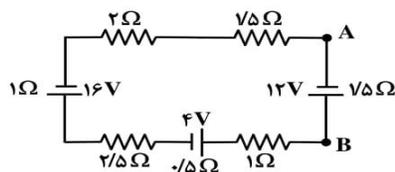
- (۱) ۴
- (۲) ۶
- (۳) ۸
- (۴) ۱۱



در مدار مقابل با بستن کلید K اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

تست ۶۵

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



در مدار شکل مقابل اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B یعنی $V_A - V_B$ چند ولت است؟

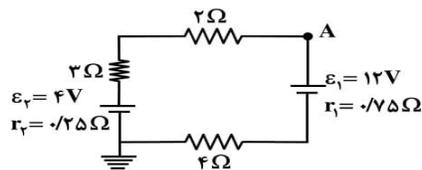
تست ۶۶

- (۱) ۱۳/۲ -
- (۲) ۱۰/۸ -
- (۳) ۱۳/۲
- (۴) ۱۰/۸

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

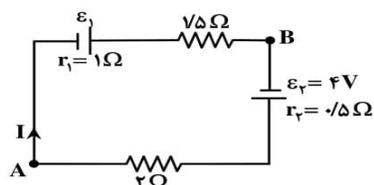
فیزیک



پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A در مدار مقابل چند ولت است؟

تست ۶۷

- (۱) $-۸/۲$
 (۲) $۸/۲$
 (۳) $۱۰/۲$
 (۴) $-۱۰/۲$


 اگر در مدار شکل روبه‌رو $V_A - V_B = -1V$ باشد، نیروی محرکه‌ی ϵ_1 چند ولت است؟

تست ۶۸

- (۱) ۶
 (۲) ۲
 (۳) ۸
 (۴) ۴

مدارهای انشعابی

در این مدارها بیش از یک جریان برقرار است. در این مدارها نقطه‌هایی وجود دارند که به هر یک از آن‌ها بیش از دو سیم وصل می‌شود و جریان‌ها در این نقاط منشعب می‌شوند. به این نقطه‌ها گره گفته می‌شود.

قسمت‌هایی از مدار که بین دو گره به‌طور متوالی بسته شده‌اند و شدت جریان در آن‌ها یکسان است، شاخه نام دارند. مسیرهای بسته متشکل از چند شاخه را حلقه می‌نامند و شدت جریان در قسمت‌های مختلف یک حلقه یکسان نیست.

در مدارهای انشعابی قانون‌های کیرشهف برقرارند:

قانون اول: جمع جبری جریان‌های یک گره برابر صفر است. $\sum I = 0$

قانون دوم: در هر حلقه، جمع جبری اختلاف پتانسیل‌ها برابر صفر است. $\sum V = 0$

برای قانون دوم همان موارد مدار تک‌حلقه درباره‌ی افزایش یا کاهش پتانسیل برقرارند.

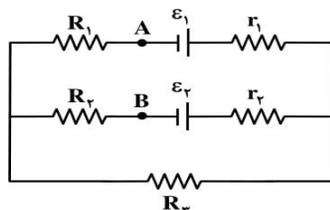
مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

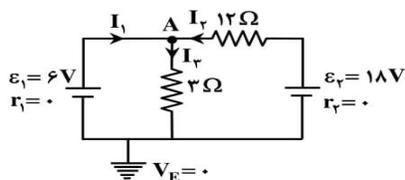
فیزیک

مثال

در مدار شکل مقابل شدت جریان در هر شاخه و اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B را حساب کنید.



$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 10\text{V} & r_1 &= 2\Omega & R_1 &= 3\Omega \\ \varepsilon_2 &= 5\text{V} & r_2 &= 1\Omega & R_2 &= 4\Omega \\ & & & & R_3 &= 10\Omega \end{aligned}$$

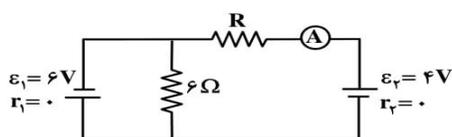


در مدار روبه‌رو پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

تست ۶۹

- (۱) ۶
(۲) -۶
(۳) ۳۰
(۴) -۳۰

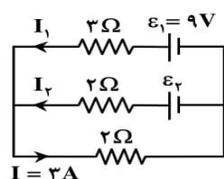
Far2449@gmail.com



در مدار مقابل آمپرسنج ۲ آمپر را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟

تست ۷۰

- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۵



در شکل داده شده اگر مقاومت درونی مولدها ناچیز باشد ε_2 چند ولت است؟

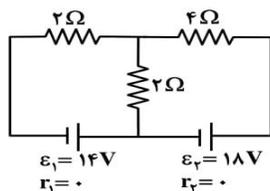
تست ۷۱

- (۱) ۱۴
(۲) ۸
(۳) ۱۰
(۴) ۱۲

مبحث: جریان الکتریکی

مهندس فرشید رسولی

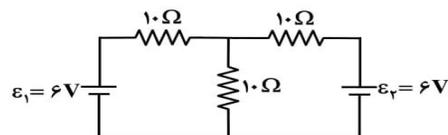
فیزیک



در مدار روبه‌رو شدت جریان الکتریکی در مقاومت ۴ اهمی چند آمپر است؟

تست ۷۲

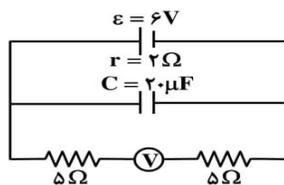
- ۳ (۱)
۵ (۳)
۴ (۲)
۶ (۴)



در مدار مقابل مقاومت درونی مولدها ناچیز است. شدت جریانی که از شاخه‌ی وسط می‌گذرد چند آمپر است؟

تست ۷۳

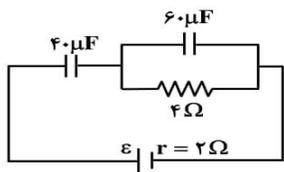
- ۰/۲ (۱)
۰/۱۶ (۳)
۰/۴ (۲)
۰/۱۸ (۴)



در مدار مقابل ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟

تست ۷۴

- ۲ (۱)
۴ (۳)
۳ (۲)
۶ (۴)



اگر بار ذخیره شده در خازن ۴۰ میکرو فارادی برابر ۱۲۰ میکرو کولن باشد، نیروی محرکه‌ی باتری چند ولت است؟

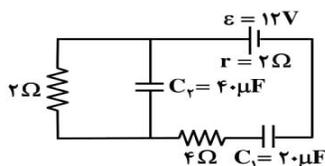
تست ۷۵

- ۳ (۱)
۸ (۳)
۶ (۲)
۲ (۴)

فیزیک

مهندسی فرشید رسولی

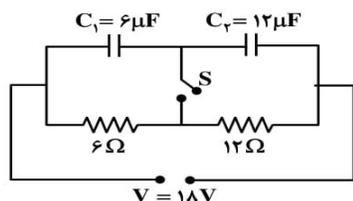
مبحث: جریان الکتریکی



در مدار مقابل بار ذخیره شده در خازن های C_1 و C_2 به ترتیب چند میکرو کولن است؟

تست ۷۶

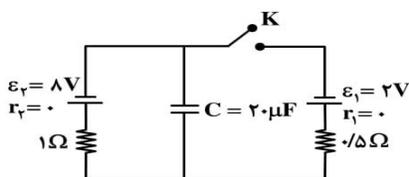
- (۱) صفر و ۱۲۰
(۲) ۸۰ و ۱۶۰
(۳) ۱۶۰ و ۸۰
(۴) ۲۴۰ و صفر



در مدار مقابل ابتدا کلید باز و بار خازن C_1 برابر q است. اگر کلید بسته شود، بار همان خازن برابر q' می شود. $\frac{q'}{q}$ کدام است؟

تست ۷۷

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



در مدار مقابل ابتدا کلید K باز است. اگر کلید بسته شود، بار روی خازن چه تغییری می کند؟

تست ۷۸

- (۱) $80\mu C$ کاهش
(۲) $80\mu C$ افزایش
(۳) $240\mu C$ کاهش
(۴) $240\mu C$ افزایش