

فایلی که ملاحظه می‌فرمایید، متن سوالاتی است که در فیلم فیزیک تکمیلی پایه یازدهم در مبحث الکتروسیته جاری است که مشترک میان رشته‌های ریاضی و تجربی است و دانش‌آموزان شاخه فنی که فیزیک دارند، است.

از آنجا در سری فیلم‌های فیزیک تکمیلی، هدف آشنایی با سوالات سطح بالاتری از کتاب درسی است، سوالات از تست‌های کنکور سراسری یا کتاب سه سطحی فیزیک یازدهم کانون فرهنگی آموزش (قلم چی) انتخاب شده است.

هرچند برای حل سوال توضیحات مفصلی داده شده است، اما این توضیحات برای افرادی مفید است که فیلم آموزشی مبحث الکتروسیته جاری (مبحث جریان الکتریکی در سه فیلم به طور مفصل توضیح داده شده است) را از صفحه فیزیک سایت فیلم آموزشی ریاضی و فیزیک من به آدرس: [riazi.blog.ir](http://riazi.blog.ir) دیده‌اند. بنابراین ضروری است فیلم‌های فیزیک تکمیلی بعد از مطالعه کتاب درسی و دیدن فیلم آموزش مبحث مورد نظر دیده شود.

عمده سوالاتی که فیلم‌های فیزیک تکمیلی آورده می‌شود، سوالاتی است که یا در کنکور مطرح شده‌اند و یا در آزمون‌های مشابه (نظیر کانون) و از میان سوالات دشوار

\*\*\*

یادگیری فیزیک علاوه بر اینکه به تسلط به ریاضی نیاز دارد، به فهم دقیق مفاهیم فیزیک مربوط است. چه در فیلم‌های فیزیک و چه در فیلم‌های فیزیک تکمیلی، جنبه‌هایی از مفاهیم توضیح داده شده است. آنچه در هر کلمه از کتاب درسی آمده است دارای اهمیت است. بنابراین توصیه اکید می‌شود که دقیقاً کتاب درسی مطالعه شود و در تکمیل فرآیند یادگیری برای فهم آن مطالب، این فیلم‌ها دیده شود.

شکل‌ها، مثال‌ها و تمرین‌های کتاب درسی؛ همه مهم هستند. شما در تست کنکور با یک جاگذاری عددی برای فرمول‌ها مواجه نیستید و همچنانکه در این فیلم (فیزیک تکمیلی الکتروسیته جاری) خواهید دید تا طراحان کنکور - براساس روح فیزیک که ریاضی است - تاکید بر درکی منطقی از فیزیک دارند. همچنین تسلط روی مباحثی همچون معادلات و محاسبات ریاضی و جبر بسیار در سرعت حل تست‌های این قسمت (مدار) اهمیت دارد. همچنین تکنیک نام‌گذاری (مشخص کردن نقاط هم‌پتانسیلی که با یک سیم وصل هستند با یک حرف لاتین) که در آموزش این فصل (در صفحه فیزیک سایت در دسترس است) مفصل توضیح داده شده است، مهم است.

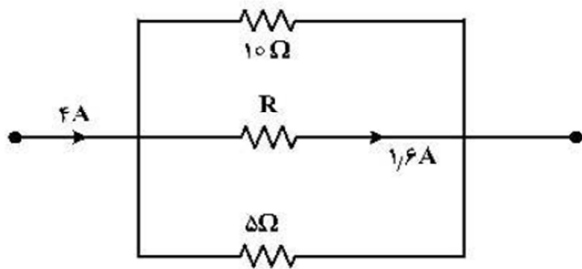
اساس طرح سوالات کنکور اینست که دانش‌آموز تا چه اندازه بر تمامی مطالب تسلط دارد، پس می‌آیند سوالات را از ترکیب چند مبحث با هم می‌دهند. مثلاً سوال پنج همین فیلم را که در نظر بگیرید، تخمین مرتبه بزرگی از فصل اول فیزیک دهم (اندازه‌گیری) با مبحث جریان الکتریکی سوالی ترکیبی است.

پس سعی کنید تمامی مطالب فیزیک را عمیقاً درک کنید، هرچقدر زمان ببرد، مطمئن باشید غیر از اینکه برای نتیجه یادگیری فیزیک موثر است، احساس لذت باورنکردنی و از نوعی که امثال نیوتن درک کردند را حس خواهید کرد.

موفق باشید

محمد رضائی

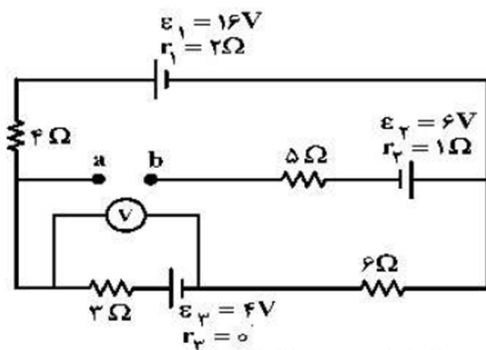
۱ شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲۵ دقیقه در مقاومت R مصرف می‌شود، چند



کیلو ژول است؟

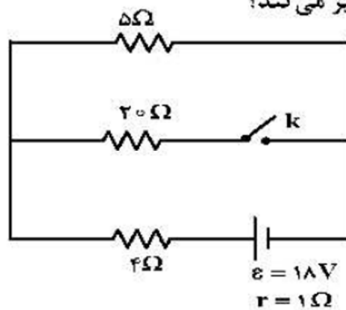
- (۱) ۴٫۸
- (۲) ۹٫۶
- (۳) ۱۹٫۲
- (۴) ۲۷٫۴

۲ در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟



- (۱) ۵٫۶
- (۲) ۲٫۴
- (۳) ۵٫۲
- (۴) ۶٫۴

۳ در مدار زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی چگونه تغییر می‌کند؟

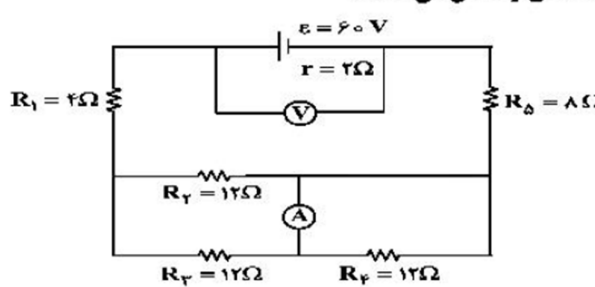


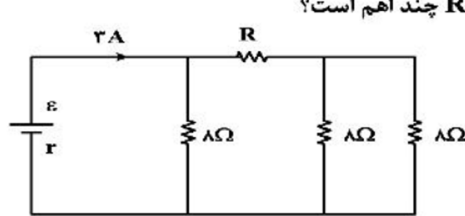
- (۱) ۸ ولت کاهش می‌یابد.
- (۲) ۸ ولت افزایش می‌یابد.
- (۳) یک ولت کاهش می‌یابد.
- (۴) یک ولت افزایش می‌یابد.

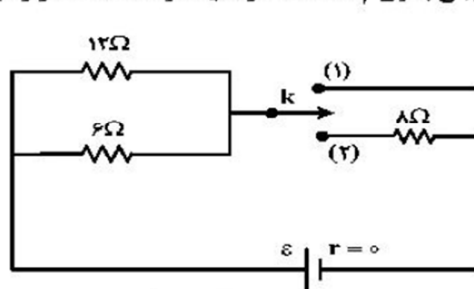
۴ مقاومت الکتریکی سیمی ۶ Ohm است.  $\frac{3}{4}$  سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و  $\frac{1}{4}$  باقی‌مانده را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا آن را یکنواخت نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می‌شود؟

- (۱) ۹
- (۲) ۱۲
- (۳) ۱۸
- (۴) ۲۴

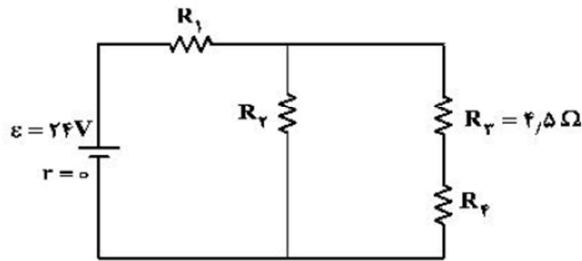
- ۵ یک ولتسنج به مقاومت  $60 \text{ k}\Omega$  را به دو سر یک باتری با نیروی محرکه  $6 \text{ V}$  و مقاومت درونی  $3 \Omega$  می‌بندیم. مرتبه بزرگی تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه از این ولتسنج می‌گذرند، چقدر است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )
- (۱)  $10^{16}$  (۲)  $10^{17}$  (۳)  $10^{18}$  (۴)  $10^{19}$

- ۶ در مدار زیر، ولتسنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی چه اعدادی را نشان می‌دهند؟
- 
- (۱)  $1.5 \text{ A}$  ,  $54 \text{ V}$  (۲)  $1.5 \text{ A}$  ,  $55 \text{ V}$  (۳)  $3 \text{ A}$  ,  $54 \text{ V}$  (۴)  $3 \text{ A}$  ,  $55 \text{ V}$

- ۷ در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $R$ ،  $12 \text{ V}$  است،  $R$  چند اهم است؟
- 
- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

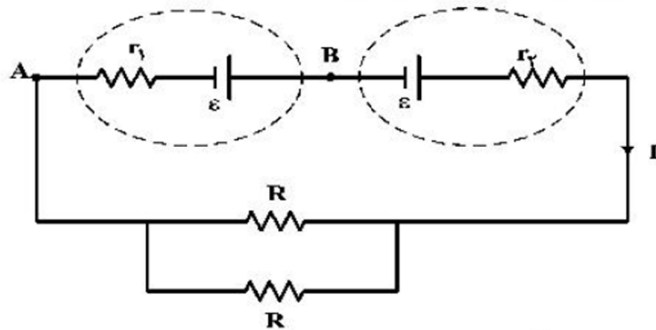
- ۸ در مدار شکل زیر، ابتدا کلید در حالت (۱) قرار دارد و توان خروجی باتری  $P_1$  است. اگر کلید در حالت (۲) قرار گیرد، توان خروجی باتری  $P_2$  می‌شود.  $\frac{P_2}{P_1}$  چقدر است؟
- 
- (۱) ۲ (۲)  $\frac{2}{3}$  (۳)  $\frac{1}{3}$  (۴)  $\frac{1}{2}$

۹ در مدار زیر، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها یکسان است. جریان عبوری از مقاومت  $R_3$  چند آمپر است؟



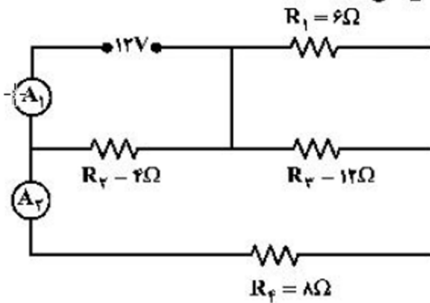
- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

۱۰ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر صفر است. کدام مورد درست است؟



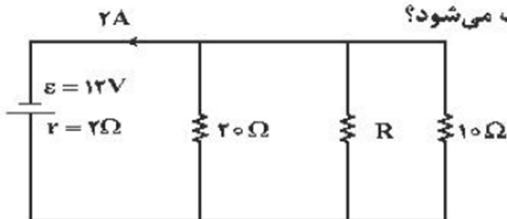
- $R = 2r_1 = 2r_2$  (۱)
- $R = 2(r_1 - r_2)$  (۲)
- $R = r_1 = r_2$  (۳)
- $R = r_1 - r_2$  (۴)

۱۱ در مدار زیر، آمپرسنج‌های آزمایشی  $A_1$  و  $A_2$  به ترتیب چند آمپر را نشان می‌دهند؟



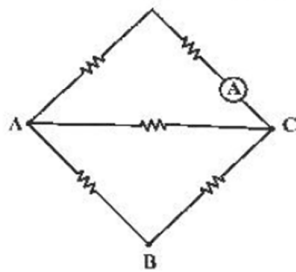
- ۱ و ۳ (۱)
- ۱/۵ و ۳ (۲)
- ۱ و ۴ (۳)
- ۱/۵ و ۴ (۴)

۱۲ در شکل زیر، در مقاومت R در هر دقیقه چند ژول انرژی مصرف می‌شود؟



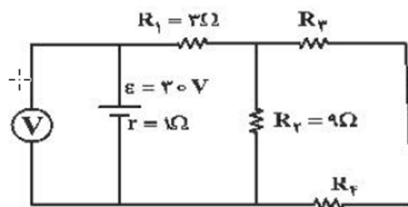
- ۶۴۸ (۱)
- ۵۲۶ (۲)
- ۴۷۲ (۳)
- ۳۸۴ (۴)

۱۳ در شکل زیر، هر یک از مقاومت‌ها، ۶ اهمی‌اند. یک باتری آرمانی یک بار بین دو نقطه  $B$  و  $A$  و بار دوم بین دو نقطه  $A$  و  $C$  بسته می‌شود. جریانی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد، در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟



- (۱)  $\frac{1}{3}$   
 (۲)  $\frac{5}{2}$   
 (۳)  $\frac{5}{3}$   
 (۴) ۳

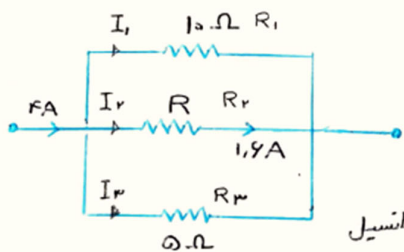
۱۴ در مدار زیر، اگر ولت‌سنج آرمانی ۲۷ ولت را نشان دهد و توان مصرفی مقاومت  $R_F$  برابر ۶ وات باشد اندازه مقاومت



$R_F$  چند اهم است؟

- (۱) ۶  
 (۲) ۹  
 (۳) ۱۲  
 (۴) ۱۸

۱ شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲۵ دقیقه در مقادیرت R مصرف می‌شود، چند کیلوژول است؟



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{R} + \frac{1}{5} \quad 6,8 \quad (1)$$

$$9,6 \quad (2)$$

$$19,2 \quad (3)$$

$$27,4 \quad (4)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$4 = I_1 + 1,6 + I_3$$

$$2,4 = I_1 + I_3 \quad (I)$$

چون سه مقاومت با هم موازی‌اند، پس اختلاف پتانسیل دوسر آنها با هم برابر است.

$$V_{R1} = V_{R2} = V_{R3}$$

$$10 I_1 = 1,6 R_2 = 5 I_3 \rightarrow I_3 = 2 I_1 \quad (II)$$

در شاخه‌های موازی برابر است

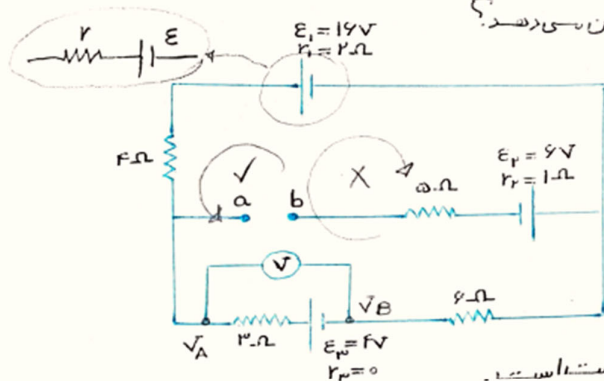
$$\begin{cases} I_1 + I_3 = 2,4 \rightarrow 3 I_1 = 2,4 \\ I_3 = 2 I_1 \end{cases}$$

$$I_1 = 0,8 \text{ A} \rightarrow I_3 = 1,6 \text{ A}$$

$$V_{R1} = 10 \times 0,8 = 8 \text{ V}$$

$$V_R = 8 \rightarrow U = V I t = 8 \times 1,6 \times 25 \times 60 = 200 \times 96 = 19200 \text{ J}$$

۲ در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟



$$0,6 \quad (1)$$

$$2,4 \quad (2)$$

$$-E_1 - I r_1 - 6I + 4 - 3I - 6I = 0$$

$$-14 - 2I - 6I + 4 - 3I - 6I = 0 \quad 5,2 \quad (3)$$

$$-12 = 15I \rightarrow I = \frac{12}{15} = \frac{4}{5} \quad 9,6 \quad (4)$$

$$0,8 \text{ A}$$

بیت جریان را اشتباه در نظر گرفتیم اما عدد درست است.

$$E_1 - I r_1 - 4I - 3I - E_2 - 6I = 0$$

$$14 - 2I - 4I - 3I - 6 - 6I = 0$$

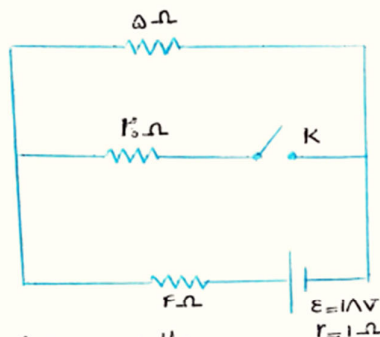
$$12 = 15I \rightarrow I = \frac{12}{15} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ A}$$

$$V_A - 3I - 6 = V_B$$

$$V_A - 3 \times 0,8 - 6 = V_B$$

$$V_A - V_B = 2,4 + 6 = 8,4 \text{ V}$$

۳ در مدار زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت ۵ اهمی چگونه تغییر می‌کند؟



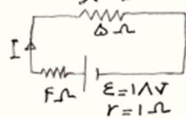
(1) ۸ ولت کاهش می‌یابد

(2) ۸ ولت افزایش می‌یابد

(3) یک ولت کاهش می‌یابد

(4) یک ولت افزایش می‌یابد

وقتی کلید باز است.



$$E - I r - 4I - 5I = 0$$

$$18 - I - 4I - 5I = 0$$

$$18 = 10 I \rightarrow I = 1,8 \text{ A}$$

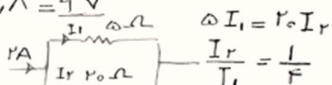
اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت ۵ اهمی

$$V = R I \rightarrow V = 5 \times 1,8 = 9 \text{ V}$$

$$E - 2I - 8I = 0$$

$$18 - I - 8I = 0$$

$$I = 2 \text{ A}$$

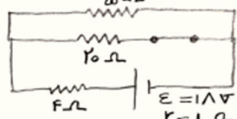


$$5 I_1 = 20 I_2$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{4}$$

$$I_1 = 1,6 \text{ A} \rightarrow V = 1,6 \times 5 = 8 \text{ V}$$

در حالت دوم (وقتی کلید بسته است)

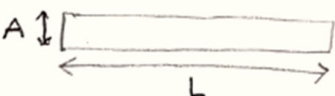


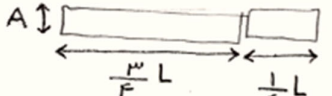
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{5} + \frac{1}{2}$$


$$R_T = \frac{2 \times 5}{2 + 5} = \frac{10}{7} = 1,4 \Omega$$

$$R_T = 1,4 \Omega + 4 \Omega = 5,4 \Omega$$

۴) مقاومت الکتریکی سیمی  $6 \Omega$  است.  $\frac{3}{4}$  سیم را بریده و کنار می گذاریم و  $\frac{1}{4}$  باقی مانده را از دستگاه عبور می دهیم تا آن را یکتوانیت تازک کرده و طولش را به طول اولیه برسانند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می شود؟

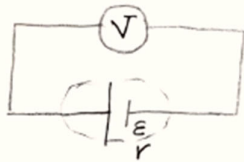
  $R = \rho \frac{L}{A}$  ۹ (۱)

  $R' = \rho \frac{L}{A'}$  ۱۲ (۲)

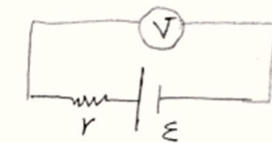
  $R' = \rho \frac{L}{\frac{A}{F}}$  ۱۸ (۳)

$R' = F \times 6 = 12 \Omega$   $R' = F \rho \frac{L}{A} = FR$  ۲۴ (۴)

۵) یک ولت سنج به مقاومت  $6 k\Omega$  را به دو سر یک باتری با نیروی محرکه  $6$  ولت و مقاومت درونی  $3 \Omega$  می بندیم. مرتبه بزرگی تعداد الکترون هایی که در هر دقیقه از این ولت سنج می گذرند مقدار است؟ ( $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ )



$R$  مقاومت ولت سنج



$V = \epsilon - Ir$

$IR = \epsilon - Ir \rightarrow IR + Ir = \epsilon$

$I(R+r) = \epsilon \rightarrow I = \frac{\epsilon}{R+r}$

$I = \frac{6}{6000 + 3} \xrightarrow{\text{تقریب}} I = \frac{10}{10^5} = 10^{-4} A$

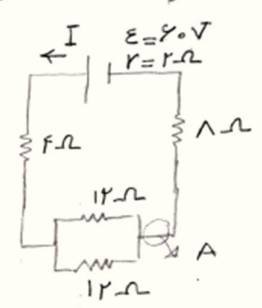
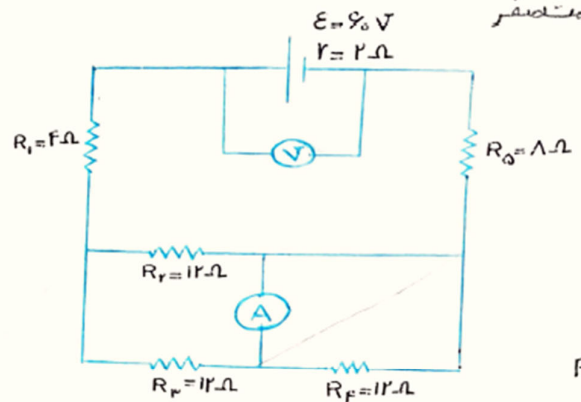
$q = I \cdot t$   
 $I = \frac{q}{t}$

$ne = 10^{-4} \times 60$

$n = \frac{10^{-4} \times 60}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{100 \times 10^{-4}}{10^{-19}} = \frac{10^{-2}}{10^{-19}} = 10^{17}$

6

در مدار زیر، ولت‌سنج آرمانی و آمپر سنج آرمانی می‌تواند با نشان‌دهی دهند؟  
 مقاومت زیلا، مقاومت متصرف



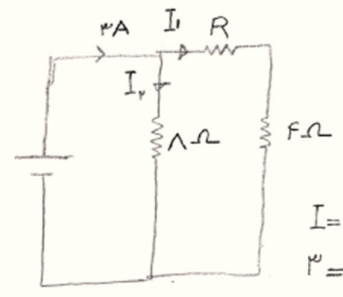
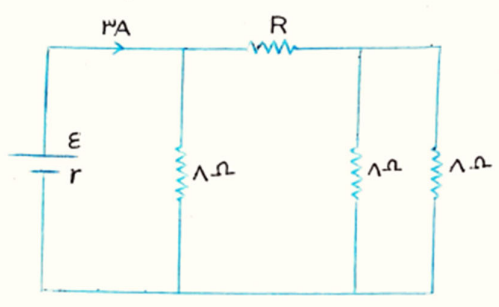
- 1,5A , 54V (1)
- 1,5A , 55V (2)
- 3A , 54V (3)**
- 3A , 55V (4)

ولت‌سنج  $V = \epsilon - Ir$   
 $60 - 2 \times 3 = 54V$

$R_T = 4\Omega + 2\Omega + 8\Omega = 14\Omega$   
 $\epsilon - Ir - 14I = 0$   
 $60 - 2I - 14I = 0$   
 $60 = 16I \rightarrow I = 3A$

7

در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R، 12 ولت است، R چند اهم است؟



- 4 (1)
- 6 (2)
- 8 (3)

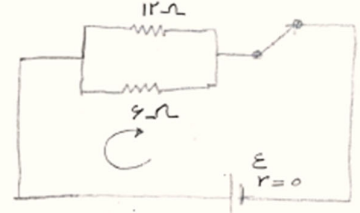
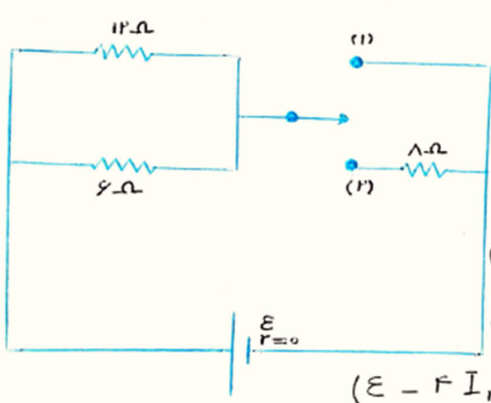
$R I_1 = 12$   
 $I_1 = 1A \rightarrow R = 12\Omega$

$I = I_1 + I_r$  (4)  
 $3 = I_1 + I_r$   
 $(4+R)I_1 = 8I_r$   
 $4 + R I_1 = 8I_r$   
 $4 + 12 = 8I_r$   
 $I_r = 2A \rightarrow I_1 = 1A$



8 در مدار شکل زیر، ابتدا کلید در حالت (1) قرار دارد و توان فرومی باتری  $P_1$  است. اگر کلید در

حالت (2) قرار گیرد، توان فرومی باتری  $P_2$  می شود،  $\frac{P_2}{P_1}$  چقدر است؟

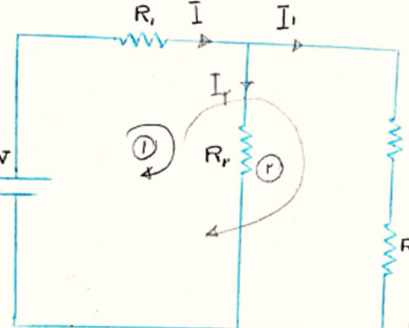


در حالت (1)  $\varepsilon - 4I_1 = 0$   
 در حالت (2)  $\varepsilon - 4I_2 - 8I_2 = 0$   
 $(\varepsilon - 4I_1)I_1 = 0$   
 $\varepsilon I_1 - 4I_1^2 = 0$   
 $\varepsilon I_2 = 4I_2^2$   
 $\frac{I_1}{I_2} = 2 \rightarrow \frac{\varepsilon I_2}{\varepsilon I_1} = \frac{1}{2}$

توان مفیدی توان تولیدی (توان فرومی باتری) مدار

9 در مدار زیر، توان مصرفی سرکب از مقاومت ها یکسان است. جریان عبوری از مقاومت

$R_F$  چند آمپر است؟



$\varepsilon - IR_1 - R_r I_r = 0$   
 $24 - 2I_1 - 2I_r = 0$   
 $24 = 2I_1 + 2I_r$   
 $I_1 = 12 - I_r$

$R_r I_r^2 = R_f I_1^2$   
 $R_r = R_f \rightarrow R_f = 6,5 \Omega$   
 $R_r = 6,5 \Omega$

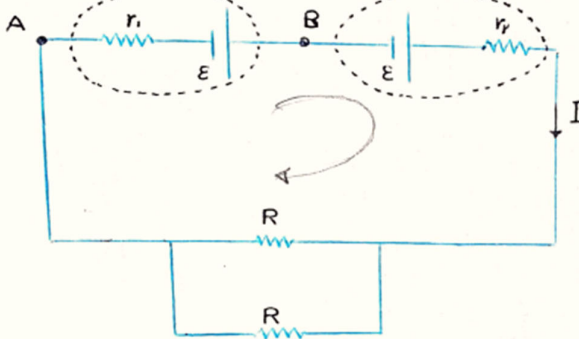
①  $\varepsilon - R_1 I_1 - R_r I_r = 0$   
 ②  $\varepsilon - R_1 I_1 - 9I_1 = 0$

از طرفی  $R_r I_r = 9I_1$   $\rightarrow \frac{I_1}{I_r} = \frac{R_r}{9}$   
 $\frac{R_r}{R_f} = \frac{I_1^2}{I_r^2} \rightarrow \frac{R_r}{6,5} = \frac{I_1^2}{I_r^2} \rightarrow R_r = \frac{42}{9} = 4,67 \Omega$   
 $R_1 I_1^2 = R_r I_r^2 = R_f I_1^2$   
 $R_1 \times (\frac{9}{R_r} I_r)^2 = 6,5 I_r^2 \rightarrow \frac{81}{R_1} R_r = 6,5 \rightarrow R_1 = \frac{81 \times 6,5}{6,5} = 81 \Omega$

$I = I_1 + I_r$   
 $I_1 = 2I_r$   
 $\rightarrow I = 3I_r$   
 $I = \frac{3}{2} I_1$

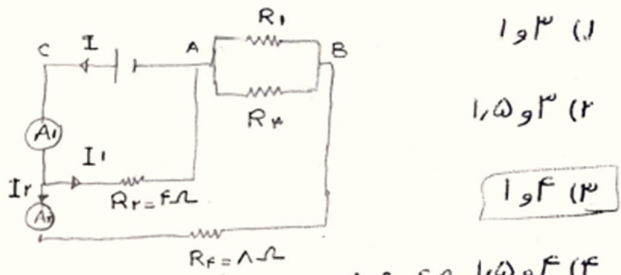
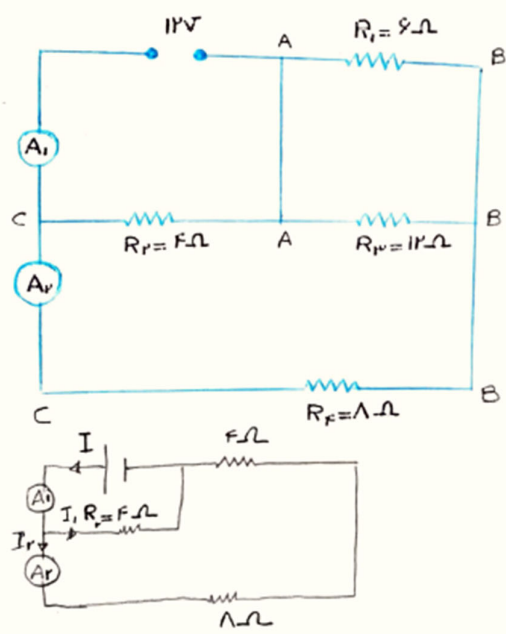
$R_1 I_1^2 = R_r I_r^2$   
 $R_1 \times (\frac{3}{2} I_r)^2 = 6,5 I_r^2 \rightarrow \frac{9}{4} R_1 = \frac{6,5}{9} \rightarrow R_1 = 2 \Omega$

10 در مدار زیر، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر صفر است. کدام مورد درست است؟

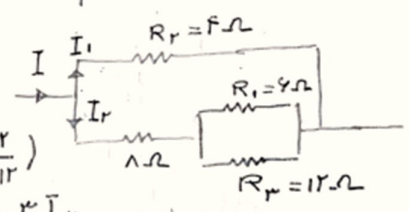


$$\begin{aligned}
 V_A - r_1 I + \varepsilon &= V_B & R = 2r_1 = 2r_2 & (1) \\
 V_B + \varepsilon - r_2 I - \frac{R}{\gamma} I &= V_A & R = r(r_1 - r_2) & (2) \\
 \varepsilon &= I r_1 & R = r_1 = r_2 & (3) \\
 \varepsilon &= I r_2 + \frac{R}{\gamma} I & R = r_1 - r_2 & (4) \\
 I &= \frac{I r_1}{I(r_1 + \frac{R}{\gamma})} \\
 I &= \frac{r_1}{r_1 + \frac{R}{\gamma}} \rightarrow r_1 = r_2 + \frac{R}{\gamma} \\
 & & r_1 &= 2r_2 + R \\
 & & R &= r(r_1 - r_2)
 \end{aligned}$$

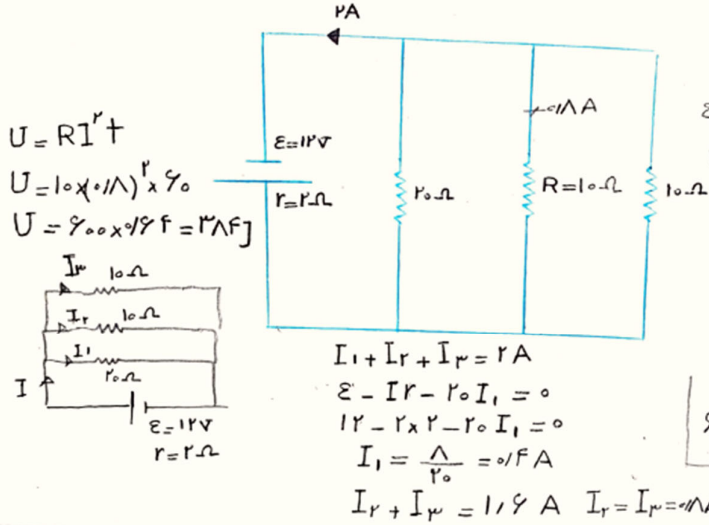
11 در مدار زیر، آمپرسنج‌های آرمانی A1 و A2 به ترتیب پتانسیل را نشان می‌دهند؟



$$\begin{aligned}
 R_{1,2} &= \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \Omega & R_{1,2,4} &= 4 \Omega + 4 \Omega = 8 \Omega \\
 R_T &= \frac{12 \times 4}{12 + 4} = 3 \Omega & I &= \frac{12}{3} = 4 \text{ A} \\
 I &= I_1 + I_2 \\
 I &= 4 \text{ A} \\
 I_1 \times 4 &= I_2 \left( 8 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} \right) \\
 \frac{I_1}{I_2} &= \frac{12}{4} \rightarrow I_1 = 3 I_2 \\
 I_1 &= 3 \text{ A} \\
 I_2 &= 1 \text{ A}
 \end{aligned}$$



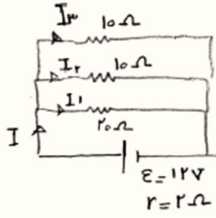
۱۲) در شکل زیر، در هر دو مقاومت R در هر دو نقطه پتانسیل مصرف می شود؟



$$U = RI + rI$$

$$U = 10 \times 0.18 + 2 \times 0.18$$

$$U = 2.00 \times 0.18 = 0.36 \text{ V}$$



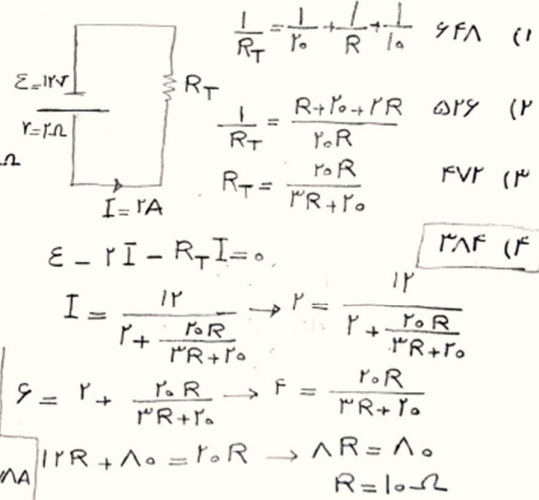
$$I_1 + I_2 + I_3 = 2 \text{ A}$$

$$\varepsilon - IR - r_0 I_1 = 0$$

$$12 - 2 \times 2 - 2 \times I_1 = 0$$

$$I_1 = \frac{8}{2} = 4 \text{ A}$$

$$I_2 + I_3 = 1.6 \text{ A} \quad I_2 = I_3 = 0.8 \text{ A}$$



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{r_0} + \frac{1}{R} + \frac{1}{10} \quad 6 \text{ A} \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{R + r_0 + 2R}{r_0 R} \quad 5 \text{ A} \quad (2)$$

$$R_T = \frac{r_0 R}{3R + r_0} \quad 7 \text{ V} \quad (3)$$

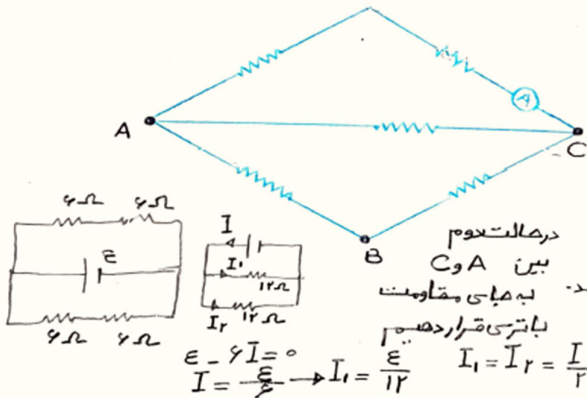
$$\varepsilon - rI - R_T I = 0 \quad 3.6 \text{ V} \quad (4)$$

$$I = \frac{12}{r + \frac{r_0 R}{3R + r_0}} \rightarrow r = \frac{12}{I + \frac{r_0 R}{3R + r_0}}$$

$$6 = 2 + \frac{2 \times R}{3R + 2} \rightarrow 4 = \frac{2R}{3R + 2}$$

$$12R + 8 = 2R \rightarrow 10R = 8 \rightarrow R = 0.8 \Omega$$

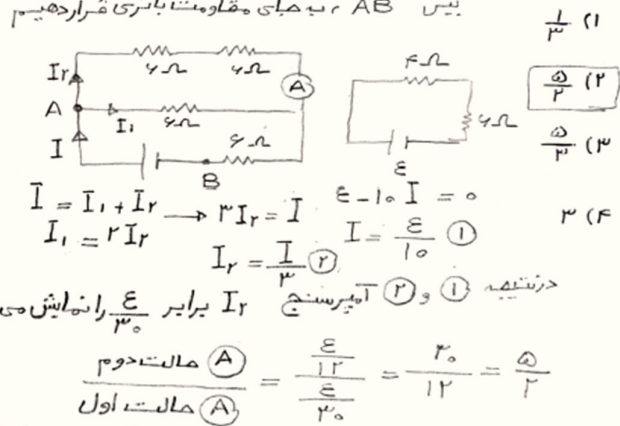
۱۳) در شکل زیر، هر یک از مقاومت ها، خازنی اند. یک باتری آرمانی یک بار بین دو نقطه A و B و بار دوم بین دو نقطه C و A بسته می شود. جریان که آمپرسنج آرمانی نشان می دهد، در حالت دوم، چند برابر حالت اول است؟



در حالت دوم  
بین A و C  
به همای مقاومت  
باتری قرار دهیم

$$\varepsilon - 6I = 0 \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{6}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2}$$



$$I = I_1 + I_2 \rightarrow 3I_2 = I \quad \varepsilon - 10I = 0 \quad (1)$$

$$I_1 = 2I_2 \quad I = \frac{\varepsilon}{10} \quad (2)$$

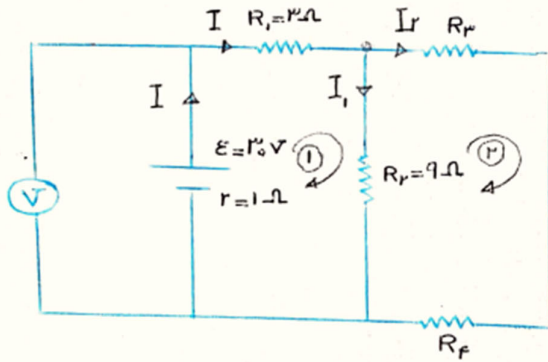
$$I_2 = \frac{I}{3} \quad (3)$$

در نتیجه (1) و (2) آمپرسنج

$$I_2 \text{ برابر } \frac{\varepsilon}{30} \text{ را نشان می دهد}$$

$$\frac{\text{حالت دوم (A)}}{\text{حالت اول (A)}} = \frac{\frac{\varepsilon}{12}}{\frac{\varepsilon}{30}} = \frac{30}{12} = \frac{5}{2}$$

۱۴) در شکل زیر، اگر ولت سنج آرمانی ۲۷ ولت را نشان دهد و بتوان مصرفی  $R_f$  برابر ۶ ولت باشد، اندازه مقاومت  $R_r$  پیرا هم است؟



$$\varepsilon - I r = 27 \quad (1)$$

$$30 - I \cdot 1 = 27 \rightarrow I = 3A \quad (2)$$

مقطع ①

$$\varepsilon - I - 3I - 9I_1 = 0 \quad (3)$$

$$30 - 3 - 9 - 9I_1 = 0 \quad (4)$$

$$30 - 12 = 9I_1 \rightarrow I_1 = 2A$$

$$I_r = 1A$$

$$R_f I_r = 6$$

$$R_f = 6\Omega$$

$$-R_r I_r - R_f I_r + 9I_1 = 0$$

$$-R_r - R_f + 18 = 0$$

$$R_r + R_f = 18\Omega$$

$$R_r + 6 = 18 \rightarrow R_r = 12\Omega$$