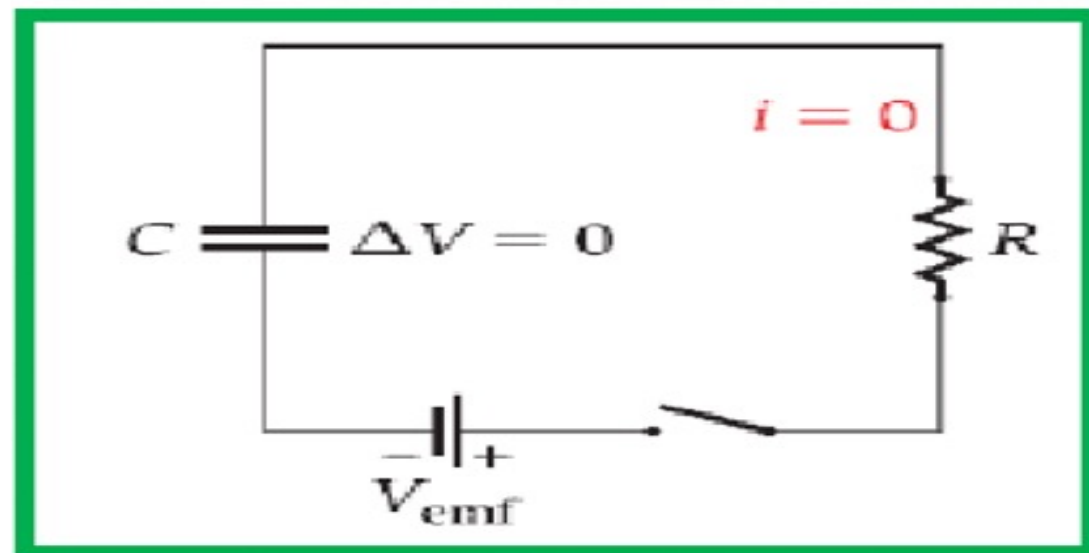


دائرة RC

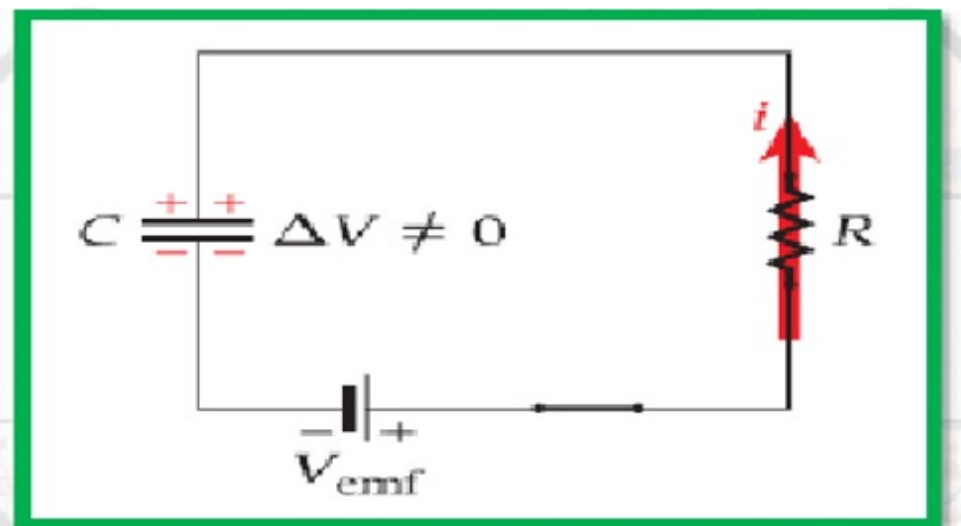
شحن المكثف :



المفتاح مفتوح
المكثف غير مشحون

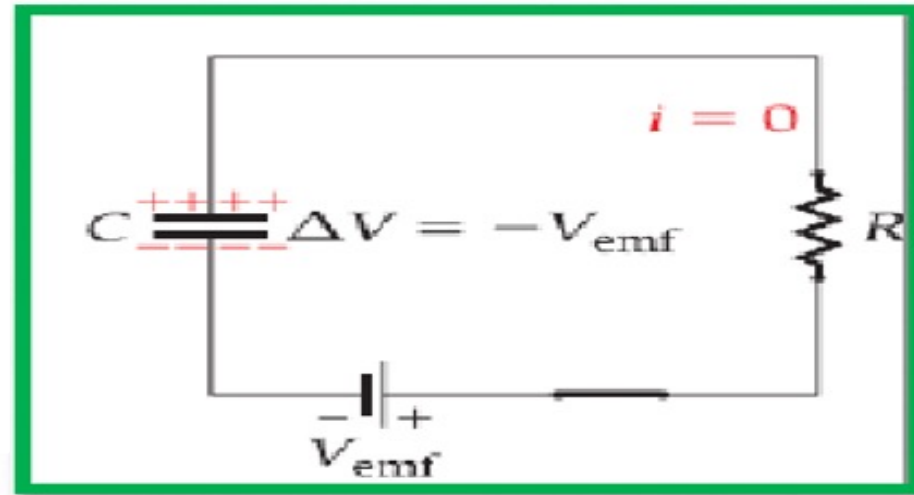
$$i = 0$$

$$q = 0$$



لحظة غلق المفتاح
يبدأ المكثف في الشحن

$$i = i_{max} = \frac{V_{emf}}{R}$$



بعد غلق المفتاح بفترة كافية
المكثف مشحون

$$i = 0$$

$$q = q_{max} = C V_{emf}$$

الثابت الزمني : حاصل ضرب المقاومة في سعة المكثف

الزمن اللازم لشحن المكثف في دائرة تيار مستمر RC حتى 63% من أقصى شحنة له

$$\tau = RC$$

يشحن المكثف بسرعة كلما قل الثابت الزمني (تقليل مقدار المقاومة أو سعة المكثف)

$$q(t) = CV_{emf} (1 - e^{-t/RC}) \quad q(t) = q_{max} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$i_c = \frac{dq}{dt} = \left(\frac{V_{emf}}{R} \right) e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$V_c = V_{emf} (1 - e^{-t/RC})$$

$$\text{at } t = \infty$$

$$i(t) = 0$$

$$q(t) = q_{max}$$

$$\text{at } t = \tau$$

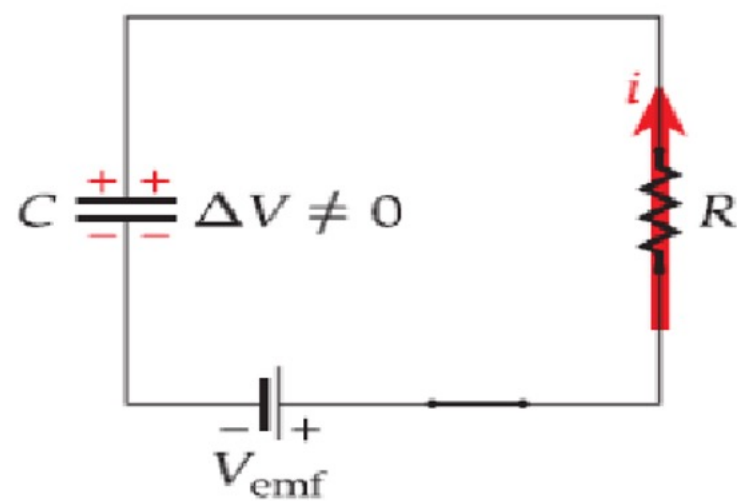
$$i(t) = 0.37 i_{max}$$

$$q(t) = 0.63 q_{max}$$

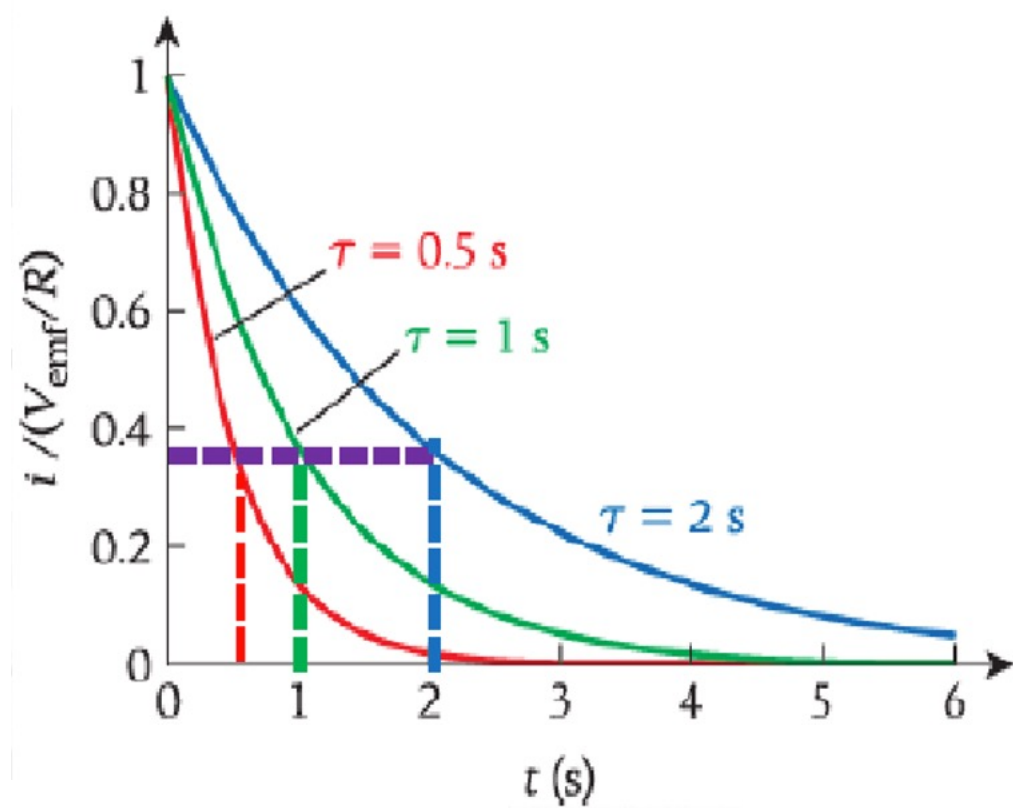
$$\text{at } t = 0$$

$$i(t) = i_{max}$$

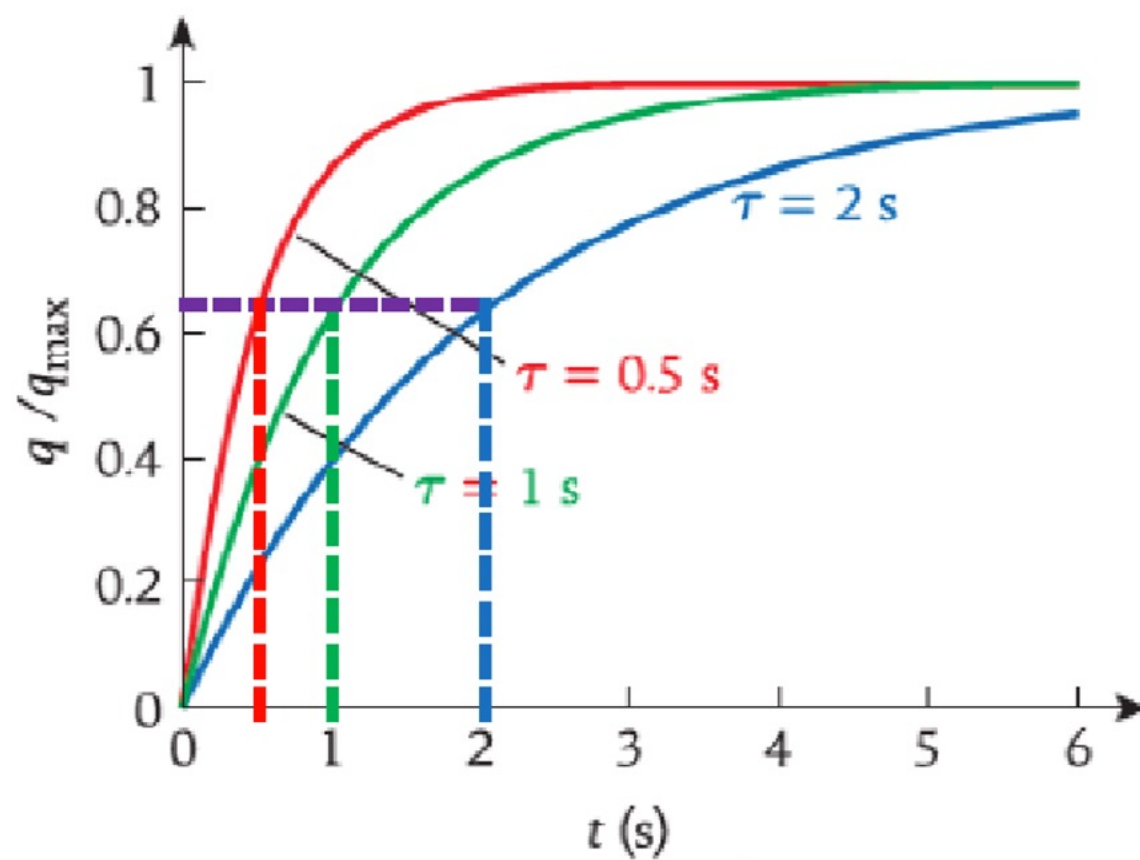
$$q(t) = 0$$



$$q(t) = q_{max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) : q_{max} = CV_{emf} , \tau = RC$$



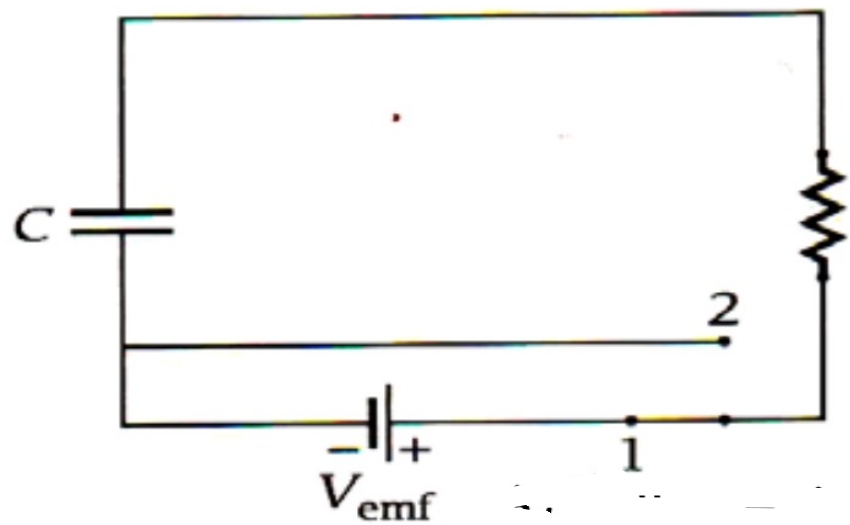
$$i(t) = i_{\text{max}} e^{\frac{-t}{\tau}}$$



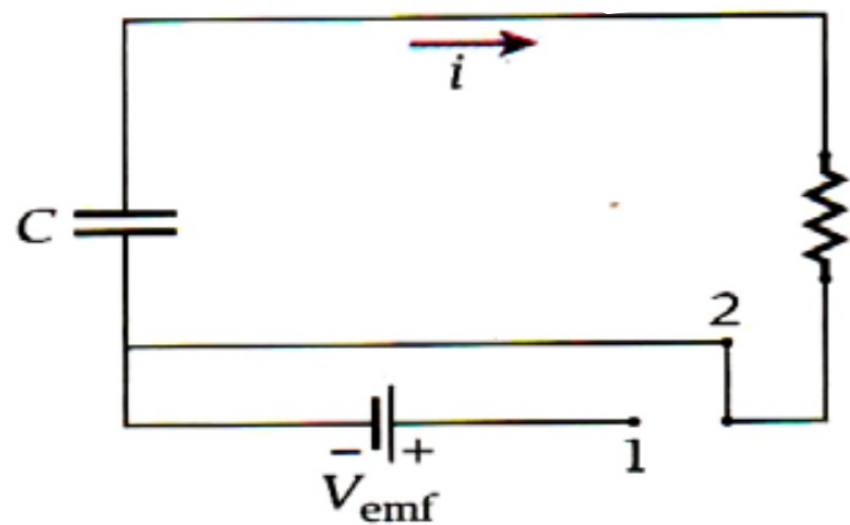
$$q(t) = q_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

تفريغ شحنة المكثف :

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \left[\frac{q_{max}}{RC} \right] e^{-t/RC}$$



(a)



(b)

مثال 6.3

الزمن اللازم لشحن مكثف

فكر في دائرة تتكون من بطارية جهداها 12.0 V ، ومقاوم 50.0Ω ، ومكثف سعته $100.0 \mu\text{F}$ موصلين على التوالي. المكثف غير مشحون تمامًا في البداية.

المسألة

كم من الزمن سيستغرق شحن المكثف حتى يصل إلى 90% من أقصى شحنة له بعد غلق الدائرة؟

$$V = V_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$\frac{V}{V_{\max}} = 1 - e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$0.9 = 1 - e^{-\frac{t}{50 \times 100 \times 10^{-6}}}$$

$$t = 0.0115 \text{ s}$$

سؤال الاختبار الذاتي 6.3

مكثف مشحون بالكامل سعته 1.00 mF وموصل بين طرفيه مقاوم يبلغ 100.0Ω . كم من الزمن سيستغرق تفريغ 99.0% من الشحن المخزن في المكثف؟

مراجعة المفاهيم 6.5

ما قيم المقاومة والسعة اللازمين لتفريغ شحن مكثف في دائرة RC بسرعة كبيرة؟

(a) يجب أن تكون كلتاها أكبر ما يمكن.

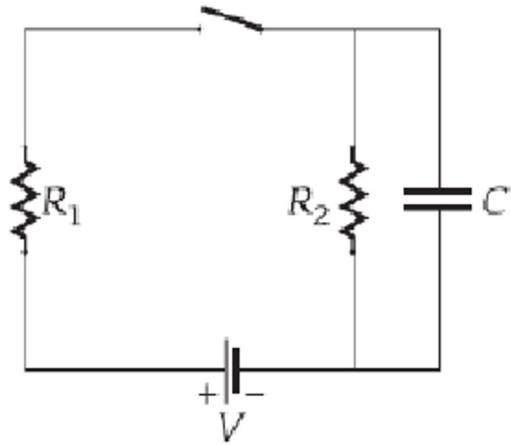
(b) يجب أن تكون المقاومة أكبر ما يمكن والسعة أقل ما يمكن.

(c) يجب أن تكون المقاومة أقل ما يمكن والسعة أكبر ما يمكن.

(d) يجب أن تكون كلتاها أقل ما يمكن.

مراجعة المفاهيم 6.6

في الدائرة الموضحة في الشكل، المكثف، C ، غير مشحون في البداية. لحظة غلق المفتاح،



(a) يساوي التيار المتدفق عبر المقاوم R_1 صفرًا.

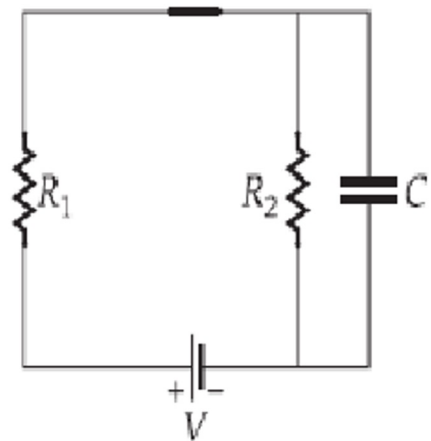
(b) يكون التيار المتدفق عبر المقاوم R_1 أكبر من المتدفق عبر المقاوم R_2 .

(c) يكون التيار المتدفق عبر المقاوم R_2 أكبر من المتدفق عبر المقاوم R_1 .

(d) يكون التيار المتدفق عبر المقاوم R_1 مساويًا للتيار المتدفق عبر المقاوم R_2 .

مراجعة المفاهيم 6.7

في الدائرة الموضحة في الشكل، المفتاح مغلق. بعد فترة زمنية طويلة،



(a) يساوي التيار المتدفق عبر المقاوم R_1 صفرًا.

(b) يكون التيار المتدفق عبر المقاوم R_1 أكبر من المتدفق عبر المقاوم R_2 .

(c) يكون التيار المتدفق عبر المقاوم R_2 أكبر من المتدفق عبر المقاوم R_1 .

(d) يكون التيار المتدفق عبر المقاوم R_1 مساويًا للتيار المتدفق عبر المقاوم R_2 .

6.1 مقاوم ومكثف موصلان على التوالي. إذا وُصل مكثف ثانٍ مماثل على التوالي في الدائرة نفسها، فإن الثابت الزمني للدائرة

- (a) سيقُل. (b) سيزيد. (c) سيظل كما هو.

6.2 مقاوم ومكثف موصلان على التوالي. إذا وُصل مقاوم ثانٍ مماثل على التوالي في الدائرة نفسها، فإن الثابت الزمني للدائرة

- (a) سيقُل. (b) سيزيد. (c) سيظل كما هو.

6.3 دائرة تتكون من مصدر للقوة الدافعة الكهربائية، ومقاوم، ومكثف، وجميعها موصل على التوالي. المكثف مشحون بالكامل. ما مقدار التيار المتدفق عبره؟

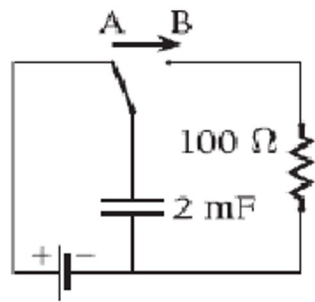
- (a) $i = V/R$ (b) ☒ صفر (c) لا (a) ولا (b)

6.4 أي مما يلي سيقبل الثابت الزمني في دائرة RC؟

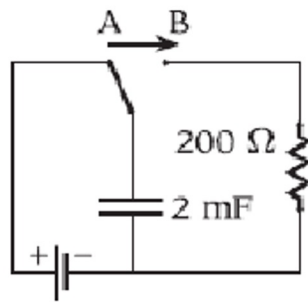
- (a) زيادة ثابت العزل الكهربائي للمكثف
(b) إضافة سلك إضافي طوله 20 m بين المكثف والمقاوم
(c) زيادة جهد البطارية
(d) ☒ إضافة مقاوم إضافي موصل على التوازي مع المقاوم الأول
(e) لا شيء مما سبق

6.9 يُشحن المكثف الموجود في كل دائرة في الشكل أولاً ببطارية جهدها 10 V من دون مقاومة داخلية. ثم يُدار المفتاح من الوضع A إلى الوضع B. ويُفَرغ شحن المكثف عن طريق مقاومات متنوعة. ما الدائرة التي يبذل المقاوم إجمالي طاقتها بشكل أكبر؟

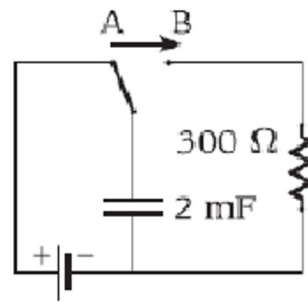
$$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$



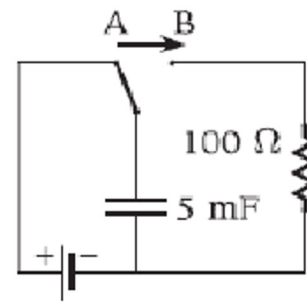
(a)



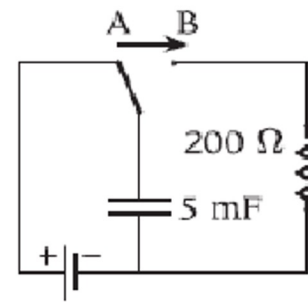
(b)



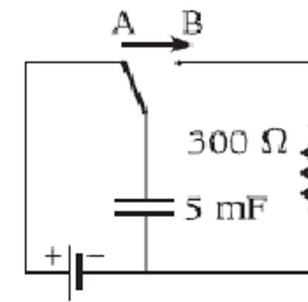
(c)



(d)

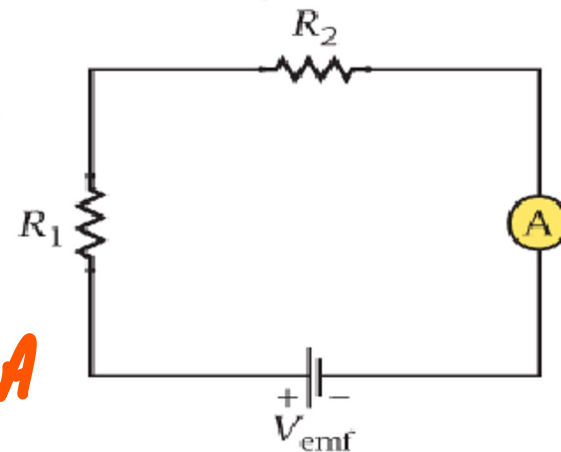


(e)



(f)

6.10 مقاومان. $R_1 = 3.00 \, \Omega$ و $R_2 = 5.00 \, \Omega$. موصلان على التوالي ببطارية وأميتير. كما هو موضح في الشكل. توفر البطارية $V_{\text{emf}} = 8.00 \, \text{V}$. وتبلغ مقاومة الأميتير $R_A = 1.00 \, \Omega$. ما قيمة التيار الذي يقيسه الأميتير؟



- a) 0.500 A
- b) 0.750 A
- c) 0.889 A
- d) 1.00 A
- e) 1.50 A

$$i = \frac{V_{\text{emf}}}{R_1 + R_2 + R_A} = \frac{8}{3 + 5 + 1} = 0.889 \text{ A}$$

6.8 أي مما يلي يحتوي على وحدة القوة الدافعة الكهربائية نفسها؟

(a) التيار

(b) الجهد الكهربائي

(c) المجال الكهربائي

(d) الطاقة الكهربائية

(e) لا شيء مما سبق

6.5 ينص قانون كيرشوف للتيار على أن

- (a) المجموع الجبري للتيارات عند أي وصلة في دائرة يجب أن يساوي صفرًا.
- (b) المجموع الجبري لتغيرات الجهد حول أي حلقة مغلقة في دائرة يجب أن يساوي صفرًا.
- (c) التيار في دائرة مزودة بمقاوم ومكثف يتغير أسّيًا مع الزمن.
- (d) التيار عند وصلة معينة يُحدّد عن طريق ناتج ضرب المقاومة والسعة.
- (e) الزمن الخاص بزيادة التيار عند وصلة معينة يُحدّد عن طريق ناتج ضرب المقاومة والسعة.

6.12 ينص قانون كيرشوف للجهد على أن

- (a) المجموع الجبري للتيارات حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.
- (b) مجموع المقاومات حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.
- (c) مجموع مصادر القوة الدافعة الكهربائية حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.
- (d) مجموع فروق الجهد حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يكون أكبر من صفر.
- (e) مجموع فروق الجهد حول حلقة دائرة كاملة يجب أن يساوي صفراً.

6.13 أي من العبارات التالية صحيحة؟

- 1. يجب أن تكون مقاومة الأميتر المثالي لانهائية.
- 2. يجب أن تكون مقاومة الأميتر المثالي صفراً.
- 3. يجب أن تكون مقاومة الفولتميتر المثالي لانهائية.
- 4. يجب أن تكون مقاومة الفولتميتر المثالي صفراً.

(a) 1 و 3

(b) 2 و 4

(c) 2 و 3

(d) 1 و 4

$$a) i = 0.0$$

$$b) i = \frac{V_{\text{emf}}}{R}$$

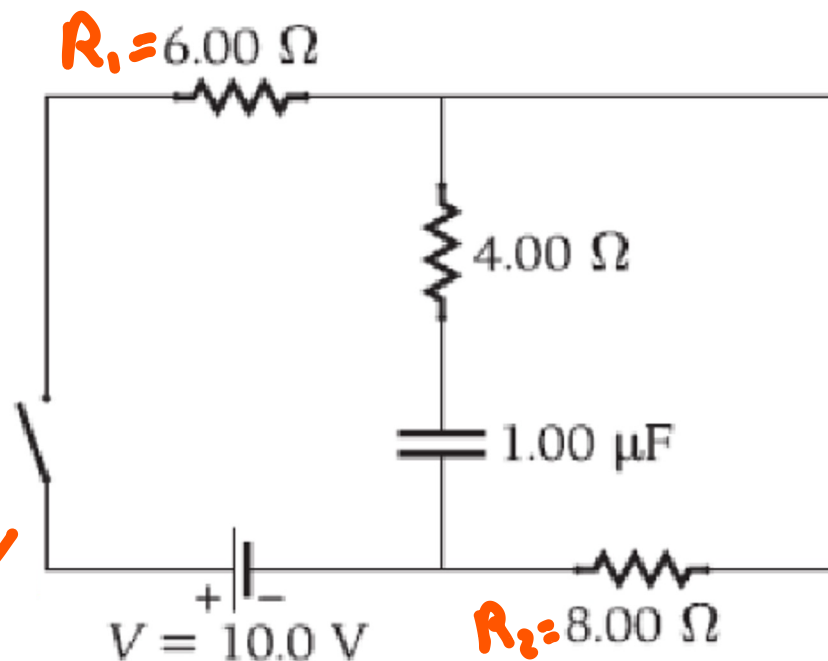
$$i = \frac{10}{6+8} = 0.714 \text{ A}$$

$$\Delta V_1 = i R_1 = 0.714 \times 6 = 4.29 \text{ V}$$

$$\Delta V_2 = i R_2 = 0.714 \times 8 = 5.71 \text{ V}$$

$$\Delta V_3 = 0$$

$$c) \Delta V_c = \Delta V_2 = 5.71 \text{ V}$$



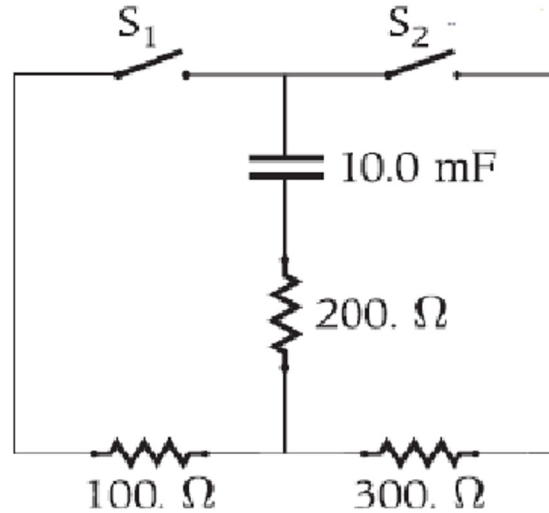
6.58 في الدائرة الموضحة في الشكل، تُعد المكثفات فارغة تمامًا من الشحن. أغلق المفتاح ومرت فترة زمنية طويلة.

(a) احسب مقدار التيار المتدفق عبر المقاوم 4.00Ω .

(b) أوجد فرق الجهد المتكون عبر المقاومات 4.00Ω و 6.00Ω و 8.00Ω .

(c) أوجد فرق الجهد بين طرفي المكثف الذي سعته $1.00 \mu\text{F}$.

المكثف متصل على التوازي مع R_2



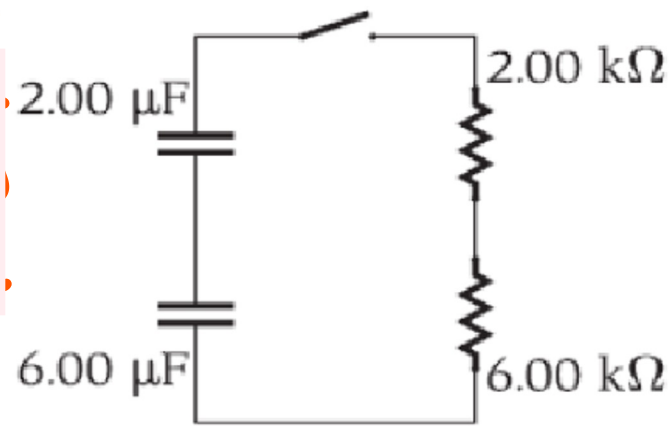
6.45 في البداية، يُفتح المفتاحان S_1 و S_2 في الدائرة الموضحة في الشكل، ويكون معدل شحن المكثف هو $100. \text{ mC}$. ما المدة الزمنية التقريبية التي سيستغرقها شحن المكثف ليهبط إلى 5.00 mC بعد غلق المفتاح S_1 ؟

$$\tau = RC = 300 \times 10 \times 10^{-3} = 3 \text{ s}$$

$$q = q_{\text{max}} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

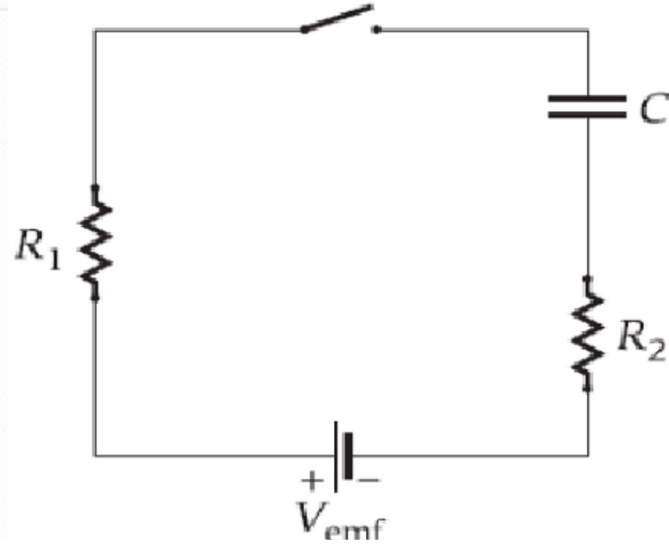
$$5 = 100 e^{-\frac{t}{3}}$$

$$t = 8.99 \text{ s}$$



6.46 ما الثابت الزمني الذي سيستغرقه تفريغ شحن المكثف الموجود في الدائرة الموضحة في الشكل؟ إذا كان فرق الجهد بين لوحَي مكثف سعته $2.00 \mu\text{F}$ يساوي 10.0 V ، فكم سيتبقى من شحنته بعد غلق المفتاح لمدة زمنية تعادل نصف الثابت الزمني؟

$t = 0.5 \tau$



6.47 الدائرة الموضحة في الشكل بها مفتاح S ومقاومان $R_1 = 1.00 \, \Omega$ و $R_2 = 2.00 \, \Omega$ وبطارية جهدها $12.0 \, \text{V}$ ومكثف سعته $C = 20.0 \, \mu\text{F}$. بعد غلق المفتاح، كم سيبلغ أقصى معدل لشحن المكثف؟ ما المدة الزمنية التي يحتاج إليها المكثف بعد غلق المفتاح ليتبقى 50.0% من أقصى معدل شحن له؟

$$q_{\max} = C V_{\text{emf}} = 20 \times 10^{-6} \times 12 = 2.40 \times 10^{-4} \text{ C} \quad \rightarrow \quad q = 0.5 q_{\max} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$q = q_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = q_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1 C}} \right)$$

$$1.2 \times 10^{-4} = 2.4 \times 10^{-4} \left(1 - e^{-\frac{t}{3 \times 20 \times 10^{-6}}} \right)$$

$$t = 4.16 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$P = 1.21 \text{ GW} = 1.21 \times 10^9 \text{ W}$$

6.48 في فيلم العودة إلى المستقبل، كان السفر عبر الزمن ممكناً عن طريق مكثف تدفق يولد قدرة قيمتها 1.21 GW. بافتراض أنه يمكن شحن مكثف سعته 1.00 F إلى أقصى سعة له باستخدام بطارية سيارة جهدها 12.0 V، ويمكن تفريغ شحنته باستخدام مقاوم، ما مقدار المقاومة اللازمة لتبديد أعلى خرج لقدرة تبلغ 1.21 GW في المقاوم؟ ما المدة الزمنية التي تستغرقها بطارية سيارة جهدها 12.0 V لشحن المكثف بنسبة 90.0% من سعته القصوى باستخدام هذا المقاوم؟

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

$$1.21 \times 10^9 = \frac{12^2}{R}$$

$$R = 1.19 \times 10^{-7} \Omega$$

$$q = q_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$\tau = RC$$

$$90 = 100 \left(1 - e^{-\frac{t}{1.19 \times 10^{-7} \times 1}} \right)$$

$$t = 2.74 \times 10^{-7} \text{ s}$$

6.49 أثناء عرض توضيحي خاص بالفيزياء، فُرج مكثف كامل الشحن سعته $90.0 \mu\text{F}$ باستخدام مقاوم 60.0Ω . ما المدة الزمنية التي سيستغرقها المكثف ليفقد 80.0% من طاقته الابتدائية؟

$$q = q_{\max} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$80 = 100 e^{-\frac{t}{5.4 \times 10^{-3}}}$$

فقد 80% من الطاقة يتبقى 20% $0.2 = \frac{20}{100} = 20\%$

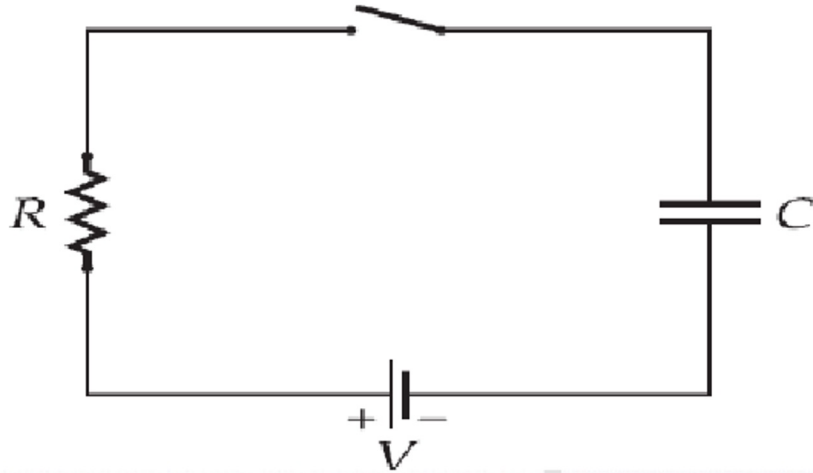
$$\frac{q}{q_{\max}} = e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow \sqrt{\frac{20}{100}} = e^{-\frac{t}{5.4 \times 10^{-3}}}$$

$$\tau = RC = 60 \times 90 \times 10^{-6} = 5.4 \times 10^{-3}$$

$$U = \frac{q^2}{2C}$$

$U \propto q^2$
$\frac{q}{q_{\max}} = \sqrt{\frac{20}{100}}$

6.11 مكثف غير مشحون سعته $(C = 14.9 \mu\text{F})$ ومقاوم يبلغ $(R = 24.3 \text{ k}\Omega)$ وبطارية جهدها $(V = 25.7 \text{ V})$ متصلين معًا على التوالي كما هو موضح في الشكل. ما مقدار شحن المكثف عندما يكون $t = 0.3621 \text{ s}$ بعد غلق المفتاح؟



- a) $5.48 \times 10^{-5} \text{ C}$
- b) $7.94 \times 10^{-5} \text{ C}$
- c) $1.15 \times 10^{-5} \text{ C}$
- d) $1.66 \times 10^{-4} \text{ C}$
- e) $2.42 \times 10^{-4} \text{ C}$**

$$q = C V_{\text{inf}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = 14.9 \times 10^{-6} \times 25.7 \left(1 - e^{-\frac{0.3621}{24.3 \times 10^3 \times 14.9 \times 10^{-6}}} \right)$$

$$= 2.42 \times 10^{-4} \text{ C}$$

