٢١. أ. ١. فرق الجهد الكهربائي = 12 V (وهو يساوي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية).

٢. $Q = CV = 1000 \times 10^{-6} \times 12 = 12 \times 10^{-3}$ C

٣. $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{2000} = 6 \times 10^{-3}$ A

ب. ينخفض مقدار الشحنة؛ لأنها تتدفق عبر المقاومة.

ج. ١. ينخفض فرق الجهد عبر المكثف، إذ يؤدي نقص الشحنة على المكثف إلى نقص فرق الجهد عبر المكثف.

٢. تنخفض شدة التيار في المقاومة، إذ يؤدي نقص فرق الجهد عبر المكثف إلى نقص شدة التيار.

٢٢. شدة التيار الكهربائي: $I = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

عندما يكون الزمن الذي يستغرقه تفريغ المكثف $t = \tau$ وبالتعويض:

$$I = I_0 e^{-\frac{\tau}{RC}}$$
$$= I_0 e^{-1}$$
$$= \frac{I_0}{e} = I_0 \frac{1}{e}$$

٢٣. وحدة قياس المقاومة R هي الأوم $= \frac{\text{فولت}}{\text{أمبير}}$

وحدة سعة المكثف C هي الفاراد $= \frac{\text{كولوم}}{\text{فولت}}$

$$= \frac{(\text{أمبير} \times \text{ثانية})}{\text{فولت}}$$

تُشطب وحدة الأمبير وكذلك تُشطب وحدة الفولت فتبقى وحدة RC هي وحدة الثانية.

٢٤. أ. $Q = CV = 400 \times 10^{-6} \times 20 = 8 \times 10^{-3}$ C

ب. $\tau = RC = 600 \times 400 \times 10^{-6}$

$$= 24 \times 10^{-2} = 0.24 = 0.2 \text{ s}$$

ج. بالتعويض في $Q = Q_0 e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)}$ لتعطي:

$$2.0 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-3} e^{\left(\frac{-t}{0.24}\right)}$$

بأخذ اللوغاريتم الطبيعي لكل من الجانبين:

$$\left(\ln \frac{2}{8}\right) = \left(\frac{-t}{0.24}\right)$$
$$\ln 0.25 = -1.39$$

لذلك فإن،

$$-t = -1.39 \times 0.24$$
$$t = 0.33 \text{ s}$$

د. فرق الجهد الابتدائي = 20 V

والشحنة المخزّنة = 8.0 mC

$$\frac{1}{4} \text{ الـ } 8.0 = 2.0 \text{ mC}$$

لذلك فإن، فرق الجهد عبر اللوحين:

$$= 20 \times \frac{1}{4} = 5 \text{ V}$$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ (ب: حساب خاطئ للشحنة (باستخدام V^2)؛ ج و د: حساب خاطئ للسعة (باستخدام V وليس V^2).

٢. ب (كل من 1 و 4 يزيدان الثابت الزمني ($\tau = CR$)، يقود الثابت الزمني الأكبر إلى تطويل زمن الاضمحلال).

٣. $Q = CV = 470 \times 10^{-6} \times 9.0 = 4.2 \times 10^{-3}$ C

٤. $C = \frac{Q}{V} = \frac{0.033}{2200 \times 10^{-6}} = 15$ V

٥. $C = \frac{Q}{V} = \frac{2.0}{5000} = 4.0 \times 10^{-4} = 400$ μF

٦. $W = \frac{1}{2} CV^2 = 0.5 \times 470 \times 10^{-6} \times 12^2 = 0.034$ J

٧. $W = \frac{1}{2} QV = 0.5 \times 1.5 \times 10^{-3} \times 50 = 0.0375$ J

٨. أ. $W = \frac{1}{2} CV^2 = 0.5 \times 5000 \times 10^{-6} \times 24^2$

$= 1.44$ J

ب. عندما تنخفض شحنة المكثف إلى النصف؛ فإن فرق الجهد بين لوحيه ينخفض إلى النصف أيضًا.

لذلك فإن الطاقة المخزّنة:

$$= 0.5 \times 5000 \times 10^{-6} \times 12^2 = 0.36 \text{ J}$$

المعلم الإلكتروني الشامل

الطاقة المبدّدة في المصباح:

= 1.44 J − 0.36 J = 1.08 J

٩. أ. $W = \frac{1}{2} CV^2 = 0.5 \times 4700 \times 10^{-6} \times 12^2$

= 0.34 J

ب. $Q = CV = 4700 \times 10^{-6} \times 12 = 0.056$ C

ج. متوسط شدة التيار:

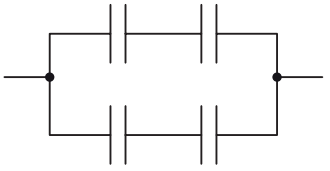
$I = \frac{Q}{t} = \frac{0.056}{2.5} = 0.023$ A

د. متوسط فرق الجهد = 6.0 V

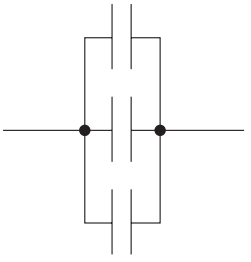
$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0}{0.023} = 260\ \Omega$

هـ. لأن شدة التيار الكهربائي تعتمد على فرق الجهد وفرق الجهد بدوره ينخفض بمعدل غير منتظم.

١٠.

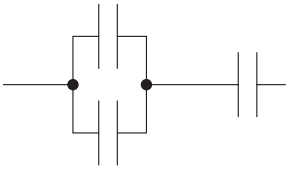


١١. المكثفات الثلاثة موصلة على التوازي، 300 μF

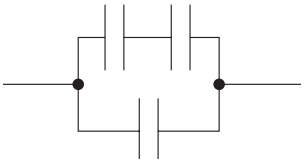


المكثفات الثلاثة موصلة على التوالي، 33 μF

مكثفان موصلان على التوازي والثالث موصل معهما على التوالي، 67 μF



مكثفان موصلان على التوالي والثالث موصل معهما على التوازي، 150 μF



١٢. أ. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{600} = \frac{10}{600}$

لذلك، السعة المكافئة (الكلية):

$C_T = \frac{600}{10} = 60$ mF

الشحنة المخزّنة:

$= 1.5 \times 60 \times 10^{-3} = 90$ mC

$Q_1 = +90$ mC ، $Q_2 = -90$ mC

$Q_3 = +90$ mC ، $Q_4 = -90$ mC

$Q_5 = +90$ mC ، $Q_6 = -90$ mC

(لاحظ أن قيم الشحنة متساوية بين المكثفات لأنها موصلة على التوالي وطريقة شحن المكثف توضح نوع الشحنة على كل لوح).

ب. باستخدام $V = \frac{Q}{C}$ =

فرق الجهد = 0.90 V عبر المكثف 100 mF

وفرق الجهد 0.45 V عبر المكثف 200 mF

وفرق الجهد 0.15 V عبر المكثف 600 mF

(لاحظ أن قيم فرق الجهد مختلفة وهذا يدل على أن قيمة فرق الجهد في المكثفات الموصلة على التوالي تعتمد على سعة المكثف).

١٣. أ. تخزين الطاقة، تأخير الزمن، يقاوم زيادة شدة التيار الكهربائي، يقاوم حدوث الشرر، إلى غير ذلك.

ب. ١. $R = \frac{V}{I} = \frac{9.0}{15 \times 10^{-3}} = 600\ \Omega$

٢. ينخفض فرق الجهد عبر المكثف عندما تتدفق الشحنة منه، لذلك يقل فرق الجهد الذي يدفع التيار عبر المقاومة.

المعلم الإلكتروني الشامل

٣. يتم تقدير شحنة المكثف باستخدام المساحة الواقعة تحت المنحنى

$Q = 45 \pm 5$ mC

(±5 تمثل المدى المسموح به من إجابات الطلبة)

٤. $C = \frac{Q}{V} = \frac{45 \times 10^{-3}}{9.0} = 5.0 \times 10^{-3}$ μF

١٤. أ. سعة المكثف هي الشحنة المخزّنة لكل وحدة فرق جهد بين لوحَي المكثف.

ب. ١. $Q = CV = 67 \times 10^{-6} \times 12$

$= 804 \times 10^{-6} \approx 800$ μC

٢. تنخفض السعة إلى النصف.

تنخفض الشحنة المخزنة إلى النصف.

تنخفض شدة التيار الكهربائي إلى النصف، في حين لا يتغيّر متوسط فرق الجهد.

١٥. أ. الثابت الزمني هو الزمن الذي تستغرقه الشحنة على المكثف لتهبط إلى $\frac{1}{e}$ من قيمتها الابتدائية.

ب. ١. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{500} + \frac{1}{2000} = \frac{5}{2000}$

لذلك، السعة المكافئة (الكلية):

$= \frac{2000}{5} = 400$ μF

٢. $Q = CV = 400 \times 10^{-6} \times 50$

$= 20000$ μC $= 0.020$ C

٣. $Q = Q_0 e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)}$ والتي تقود إلى:

$\frac{5}{100} = e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)}$

و

$\ln 0.05 = (-3.0)$

$= \frac{t}{(400 \times 10^{-6} \times 250 \times 10^{3})} = \frac{t}{1.0}$

$t = 3.0$ s

المعلم الإلكتروني الشامل