إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ٤-١: الشحنة الكهربائية وفرق الجهد الكهربائي والسعة

١. **أ.** C : سعة المكثف (الوحدة فاراد، F).

Q : الشحنة الكهربائية (الوحدة كولوم، C).

V : فرق الجهد الكهربائي (الوحدة فولت، V).

ب. $1\ \text{F} = 1\ \text{C V}^{-1}$

ج. ١. 0.01 F

٢.

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$Q = CV = 00.01 \times 1 = 0.01\ \text{C}$$

٣.

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$Q = CV = 0.01 \times 50 = 0.5\ \text{C}$$

٢. **أ.** البادئة p ترمز إلى بيكو: $\text{pico} = 10^{-12}$

ب. ١. 2×10^{-5} F

٢. 1×10^{-2} F

٣. 2×10^{-11} F

٤. 5×10^{-9} F

٣. **أ.** تصبح شدة التيار صفرًا.

ب. $V_C = V$

$V_R = 0$

ج. $-Q$

د. Q

هـ. مجال كهربائي منتظم.

و. ١. 0

٢. V

ز. $I = \frac{V}{R}$

٤. **أ.** 6 V

ب.

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$Q = CV = 10 \times 10^{-3} \times 6 = 0.06\ \text{C}$$

ج. ١. 6 V

٢. $I = \frac{V}{R} = \frac{6}{1000} = 0.006$ A

٣. متوسط الشحنة: $Q = It$

$= 0.006$ C

الشحنة الكهربائية الجديدة المخزّنة:

$= 0.06 - 0.006 = 0.054$ C

٤.

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{6}{10 \times 10^{-3}} = 600\ \text{V}$$

٥. $I = \frac{V}{R} = \frac{5.4}{1000} = 0.0054$ A

د. لأن فرق الجهد عبر المقاومة قد انخفض.

٥. **أ.** التمثيل البياني (ب)؛ لأن فرق الجهد يبدأ بالانخفاض بمجرد أن تترك الشحنة المكثف.

ب. سيفرغ بشكل أبطأ لأن شدة التيار ستكون أصغر، وبالتالي فإن الشحنة ستترك المكثف بشكل أبطأ.

نشاط ٤-٢: الطاقة المخزنة بواسطة مكثف مشحون

١. **أ.** الميل هو مقلوب السعة ويساوي $\frac{1}{\text{السعة}}$ أي $\frac{1}{C}$

ب. مساحة المثلث $= \frac{1}{2} \times$ القاعدة $\times$ الارتفاع

$= \frac{1}{2} \times 1.0 \times 2.0 = 1.0$ mJ

ج. مساحة شبه منحرف $= \frac{1}{2} \times$ القاعدة $\times (h_1 + h_2)$

المساحة:

$= \frac{1}{2} \times 1.0 \times (2.0 + 4.0) = 3.0$ mJ

(ثلاث مرات أكبر)

المعلم الإلكتروني الشامل

د. الشغل المبذول في إضافة الشحنة الثانية 1 mC (أو الشغل المبذول في زيادة فرق الجهد من 2 V إلى 4 V).

هـ. من الضروري بذل مزيد من الشغل لدفع الشحنة الثانية ضد تنافرها مع الشحنة الموجودة فعلًا على لوح المكثف.

و. الشغل المبذول = مساحة المثلث إلى 8.0 V

$= \frac{1}{2} \times$ القاعدة $\times$ الارتفاع

$= \frac{1}{2} \times 4.0 \times 8.0 = 16$ mJ

٢. أ. $C = \frac{Q}{V} = \frac{300 \times 10^{-6}}{6.0} = 5.0 \times 10^{-5}$ F

$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \times 300 \times 10^{-6} \times 6.0$

$= 9.0 \times 10^{-4}$ J

ب. $C = \frac{Q}{V}$، بالتالي: $Q = CV$

عوّض في المعادلة:

$W = \frac{1}{2} QV$ إلى $Q = CV$ للحصول على:

$W = \frac{1}{2} QV \times CV \times V = \frac{1}{2} CV^2$

ج. $W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 240^2 = 0.58$ J

د. $W = \frac{1}{2} CV^2$

$C = \frac{2W}{V^2} = \frac{2 \times 200 \times 10^{-3}}{120^2} = 2.8 \times 10^{-5}$

أو 28 μF

نشاط ٤-٣: توصيل المكثفات على التوالي وعلى التوازي

١. أ. $C_T = C_1 + C_2 = 10 + 10 = 20$ pF

ب. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{5}$

$C_T = 5$ pF

ج. $C_T = C_1 + C_2 = nC$

$50 = n \times 10$

$n = \frac{50}{10} = 5$

د. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5}$

$= \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{2}$

$C_T = 2$ pF

هـ. $C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 10 + 50 + 200$

$= 260$ pF

و. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{50} + \frac{1}{200} = \frac{1}{8}$

$C_T = 8$ pF

٢. أ. ١. السعة الكلية للمكثفين X و Y (الموصلين على التوازي):

$= 20 + 40 = 60$ μF

٢. المكثفان X و Y موصلان على التوالي مع المكثف Z:

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{60} + \frac{1}{120} = \frac{1}{40}$

$C_T = 40$ μF

ب. السعة الكلية للمكثفين Y و Z (الموصلين على التوالي):

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{40} + \frac{1}{120} = \frac{1}{30}$

$C_T = 30$ μF

المكثفان Y و Z موصلان على التوازي مع المكثف X:

$C_T = C_1 + C_2 = 30 + 20 = 50$ μF

٣. أ. فرق الجهد الكهربائي V؛ لأن كلًا منهما موصول مباشرة عبر مصدر فرق الجهد V.

ب. $Q = CV$

$Q_T = Q_1 + Q_2$

$= C_1 V_1 + C_2 V_2 = (C_1 + C_2)V$

(لأن $V_1 = V_2 = V$)

ج. $C_T = \frac{Q_T}{V} = \frac{(C_1 + C_2)V}{V} = C_1 + C_2$

د. الشحنة الكهربائية Q، لأن $-Q$ على C_1 يجب أن تكون مساوية بالمقدار لـ $+Q$ على C_2.

المعهد الإلكتروني الشامل

هـ. $V_1 + V_2 = V$

و. $V = \frac{Q}{C}$

$V = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q}{C_T}$

$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_T}$

($Q_1 = Q_2 = Q$ لأن)

٤. أ. على التوالي

ب. على التوازي

ج. على التوالي

د. على التوالي

هـ. على التوازي

نشاط ٤-٤: تفريغ المكثفات

١. أ. في البداية:

$I = \frac{V}{R} = \frac{6.0}{10000} = 6.0 \times 10^{-4}$ A

عند الزمن $t = 5.0$ ms:

$I = \frac{V}{R} = \frac{5.2}{10000} = 5.2 \times 10^{-4}$ A

متوسط شدة التيار:

$I = \frac{6.0 \times 10^{-4} + 5.2 \times 10^{-4}}{2} = 5.6 \times 10^{-4}$ A

ب. $Q = It$

$Q = 5.6 \times 10^{-4} \times 5.0 \times 10^{-3} = 2.8 \times 10^{-6}$ C

ج. $C = \frac{Q}{V} = \frac{2.8 \times 10^{-6}}{0.8} = 3.5 \times 10^{-6}$ F

د. $0.37 \times 6.0 = 2.2$ V

($\tau = 32$ ms (قراءة من التمثيل البياني)

هـ. بترتيب المعادلة $\tau = RC$ للحصول على C:

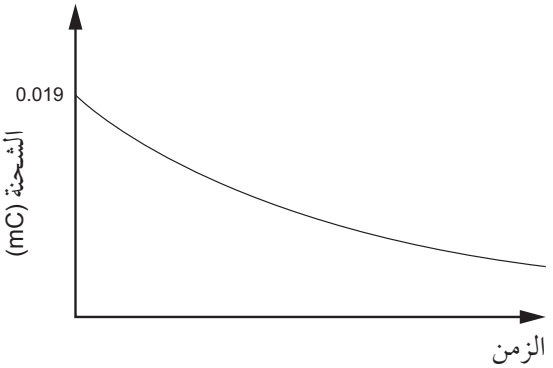
$C = \frac{\tau}{R} = \frac{32 \times 10^{-3}}{10000} = 3.2 \times 10^{-6}$ F

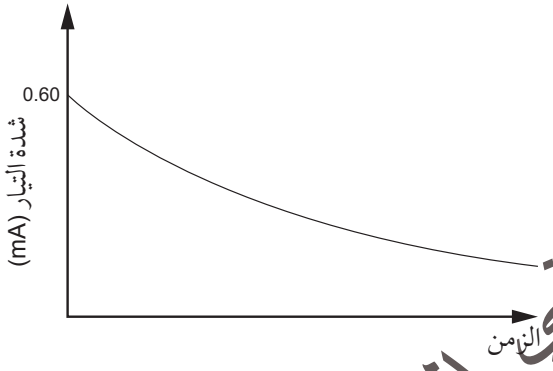
و. كِلا التمثيلَين البيانيَّين لهما الشكل نفسه كالتمثيل البياني المبيّن في الشكل ٤-٧ من كتاب التجارب العملية والأنشطة ولكن لهما تيار ابتدائي مقداره 6.0×10^{-4} A، وشحنة كهربائية ابتدائية مقدارها:

$Q_T = 6 \times 3.2 \times 10^{-6} = 1.92 \times 10^{-5}$ C

$= 0.0192$ mC

مثال:





٢. أ. $Q = CV = 2000 \times 10^{-6} \times 9.0 = 0.018$ C

ب. $I = \frac{V}{R} = \frac{9.0}{100 \times 10^3} = 9.0 \times 10^{-5}$ A

ج. $\tau = RC = 2000 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 = 200$ s

د. $V = 37\% \times 9.0 = 3.3$ V

هـ. $I = \frac{V}{R} = \frac{3.3}{100 \times 10^3} = 3.3 \times 10^{-5}$ A

و. $Q = CV = 2000 \times 10^{-6} \times 3.3 = 0.0066$ C

٣. أ. $V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}} = 10 \times e^{-\frac{20}{100 \times 10^3 \times 400 \times 10^{-6}}}$

$= 6.1$ V

ب. $I = \frac{V}{R} = \frac{6.1}{100 \times 10^3} = 6.1 \times 10^{-5}$ A

ج. $V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}} = 10 \times e^{-\frac{60}{100 \times 10^3 \times 400 \times 10^{-6}}}$

$= 2.2$ V

المعلم الإلكتروني الشامل

د. $Q = CV = 400 \times 10^{-6} \times 2.2 = 8.9 \times 10^{-4}$ C

هـ. $V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

بأخذ لوغاريتمَي الطرفَين:

$$\ln V = \ln\left(V_0 e^{-\frac{t}{RC}}\right) = \ln V_0 + \ln e^{-\frac{t}{RC}}$$
$$= \ln V_0 - \frac{t}{RC}$$

لذلك:

$$t = \left(\ln \frac{V}{V_0}\right) \times RC$$
$$= \left(\ln \frac{10}{5.0}\right) \times 100 \times 10^3 \times 400 \times 10^{-6} = 28 \text{ s}$$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

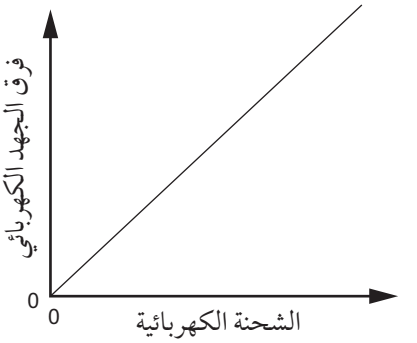
١. أ. سعة المكثف: الشحنة المخزّنة على لوحَي المكثف لكل وحدة فرق جهد بين اللوحين.

ب. ١. $I = \frac{V}{R} = \frac{240}{4000} = 0.06$ A

٢. $Q = CV = 200 \times 10^{-6} \times 240 = 0.048$ C

٣. $W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \times 0.048 \times 240 = 5.8$ J

٤.



٢. أ. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{500} + \frac{1}{800} = \frac{13}{4000}$

$C_T = 308 \times 10^{-6} = 310 \text{ μF} = 3.1 \times 10^2 \text{ μF}$

(برقمَين معنويَّين)

ب. كِلا المكثفَين لهما الشحنة نفسها.

$Q = CV = 310 \times 10^{-6} \times 200 = 0.062$ C

٣. أ. الطاقة المخزّنة الابتدائية:

$$E_1 = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 470 \times 10^{-6} \times 30^2$$
$$= 0.2115 \text{ J}$$

الطاقة المخزّنة النهائية:

$$E_2 = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 470 \times 10^{-6} \times 2.0^2$$
$$= 0.00094 \text{ J}$$

الطاقة المحرّرة:

$$E_1 - E_2 = 0.2115 - 0.00094 = 0.21 \text{ J}$$

(برقمَين معنويَّين)

ب. $V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

بأخذ لوغاريتمَي الطرفَين:

$$\ln V = \ln\left(V_0 e^{-\frac{t}{RC}}\right) = \ln V_0 + \ln e^{-\frac{t}{RC}}$$
$$= \ln V_0 - \frac{t}{RC}$$

لذلك:

$$t = \left(\ln \frac{V}{V_0}\right) \times RC$$
$$= \left(\ln \frac{30}{2.0}\right) \times 1.4 \times 470 \times 10^{-6} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ s}$$

٤. أ. ١. الزمن المستغرق للشحنة الكهربائية الابتدائية على لوحَي المكثف (أو التيار الابتدائي أو فرق الجهد الابتدائي بين اللوحَين) لكي ينخفض إلى $\frac{1}{e}$ من قيمته الابتدائية.

٢. $\tau = RC = 2.7 \times 10^{-6} \times 820$
$= 2.2 \times 10^{-3}$ s

ب. تتدفق الشحنة الكهربائية من أحد لوحَي المكثف إلى الآخر عبر الكرة واللوح الفلزي، لذلك فإن انخفاض الشحنة يعني أن فرق الجهد عبر لوحَي المكثف قد انخفض. فلا تتدفق كل الشحنات في الزمن المتوفر؛ لأن التيار ليس كبيرًا بدرجة كافية أو أن الثابت الزمني صغير لدرجة كافية؛ وبالتالي تُترك بعض الشحنات على اللوحَين.

المعلم الإلكتروني الشامل