إجابات كتاب الطالب

العلوم ضمن سياقها

- إيجاد طريقة لتخزين الطاقة من توربينات الرياح والخلايا الشمسية، لاستخدامها لاحقًا عندما يكون الطلب على الطاقة أعلى، سيكون لها شأنٌ في تحسين كفاءة التخزين بشكل كبير وتقليل التكلفة، ومع هذا فإن البطاريات عالية الجودة توفر حاليًا حلًا أفضل من المكثفات.
- على الرغم من أن للبطاريات والمكثفات العديد من أوجه التشابه وتوفر وظيفة متشابهة، إلا أن هناك بعض الاختلافات الرئيسية بين البطاريات والمكثفات، فالبطاريات هي مخزن للطاقة الكيميائية، في حين أن المكثفات تخزّن طاقتها في المجال الكهربائي، وكذلك البطاريات يمكنها فعلًا تخزين كمية من الطاقة لكل وحدة كتلة أكبر من المكثفات. من ناحية أخرى تفرّغ البطاريات طاقتها ببطء (اعتمادًا على التفاعلات الكيميائية التي تحدث)، في حين أن المكثفات تُشحن وتفرّغ شحنتها بسرعة.
- إن الشحن/التفريغ السريع قصير المدى للمكثفات يجعلها مناسبة تمامًا لنبضات الطاقة القصيرة المطلوبة في مسرعات الجسيمات، ولكنها ليست مفيدة بشكل خاص لتخزين الطاقة المتولّدة من مصادر الطاقة المتجدّدة.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. بإعادة ترتيب معادلة السعة $C = \frac{Q}{V}$ للحصول على الشحنة المخزّنة:

$$Q = CV = 220 \times 10^{-6} \times 15$$

$$= 3300\ \mu C\ (3.3 \times 10^{-3}\ C)$$

٢. السعة:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{500} = 2.0 \times 10^{-6}\ F$$

$$= 2.0\ \mu F = 2.0 \times 10^{6}\ pF$$

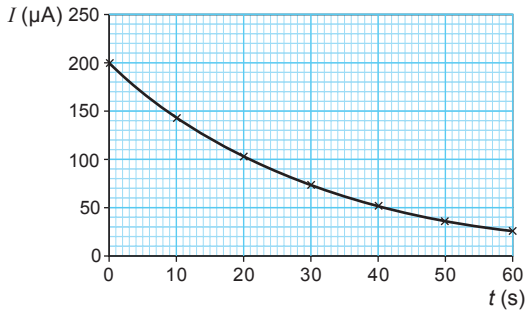
٣. شدة التيار $I = \frac{Q}{t}$ ، لذلك الشحنة $Q = It$،

عوّض في $C = \frac{Q}{V}$ للحصول على $C = \frac{It}{V}$

وبإعادة الترتيب ينتج:

$$I = \frac{CV}{t} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 10}{0.01} = 0.05\ A = 50\ mA$$

٤.



الشحنة = المساحة الواقعة تحت المنحنى.

باستخدام طريقة تقدير حساب المربعات،

المساحة = 11 مربعًا، وأبعاد كل مربع يساوي

(50 μA × 10 s)

المساحة الكلية:

$$Q = 11 \times 50 \times 10^{-6} \times 10 = 5.5 \times 10^{-3}\ C$$

$$= 5.5\ mC$$

(اقبل 6.0 mC – 5.0)

السعة:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{8.5} \approx 6.5 \times 10^{-4}\ F\ (650\ \mu F)$$

(اقبل 5.9×10^{-4} F – 7.1×10^{-4} F)

٥. الميل يمثل مقلوب السعة:

$$= \frac{\Delta V}{\Delta Q} = \frac{1}{C}$$

٦. أ. السعة:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{1}{\text{الميل}}$$

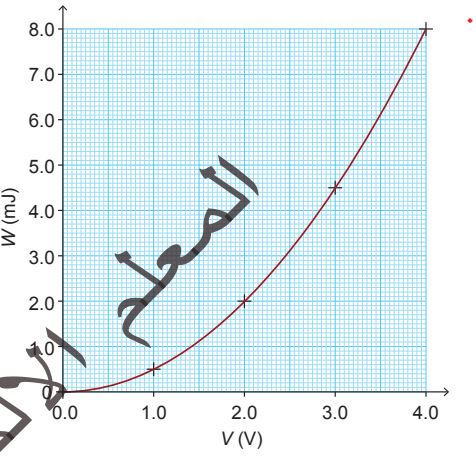
$$= \frac{4.0 \times 10^{-3}}{4.0} = 1.0 \times 10^{-3}\ F = 1.0\ mF$$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب.

Q (mC)	V (V)	مساحة العمود ΔW (mJ)	مجموع المساحات W (mJ)
1.0	1.0	0.5	0.5
2.0	2.0	1.5	2.0
3.0	4.5	2.5	4.5
4.0	8.0	3.5	

ج.



الشكل: قطع مكافئ.

٧. أ. الطاقة المخزنة:

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times (5.0)^2$$

$$= 6.25 \times 10^{-2}\ \text{J} \approx 6.3 \times 10^{-2}\ \text{J}$$

ب. $W = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-9} \times (5.0)^2 \approx 6.3 \times 10^{-8}\ \text{J}$

ج. $W = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 10^{-3} \times (230)^2 = 5.29\ \text{J} \approx 5.3\ \text{J}$

٨. الشحنة متماثلة على كلا المكثفَين،

$$Q = CV = 0.02\ \text{C}$$

الطاقة المخزّنة، $W = \frac{1}{2}CV^2$

للمكثف 100 μF:

$$W = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-6} \times (200)^2 = 2\ \text{J}$$

للمكثف 200 μF:

$$W = \frac{1}{2} \times 200 \times 10^{-6} \times (100)^2 = 1\ \text{J}$$

المكثف الذي سعته 100 μF يخزن طاقة أكبر.

٩. الطاقة المخزنة:

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 0.01 \times 12^2 = 0.72\ \text{J}$$

١٠. أ. الشحنة:

$$Q = CV = 0.20 \times 9.0 = 1.8\ \text{C}$$

الطاقة المخزنة:

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 0.20 \times (9.0)^2 = 8.1\ \text{J}$$

ب. شدة التيار $= \frac{\text{الشحنة}}{\text{الزمن}}$

$$= \frac{1.8}{0.01} = 180\ \text{A}$$

١١. أ. $C_T = C_1 + C_2 = 100 + 100 = 200\ \mu\text{F}$

ب. الشحنة المخزّنة:

$$Q = CV = 200 \times 10^{-6} \times 20$$

$$= 4 \times 10^{-3}\ \text{C}\ (4000\ \mu\text{C})$$

١٢. مكثفان 20 μF ومكثف 10 μF توصل جميعها على التوازي، أو توصيل 5 مكثفات كل منها 10 μF على التوازي.

إجابة أخرى: توصيل 3 مكثفات سعاتها 10 μF ومكثف سعته 20 μF وتوصل جميعها على التوازي.

١٣. تُعطى السعة الكلية للمكثفات الموصلة على التوالي بالعلاقة:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{200} + \frac{1}{300} + \frac{1}{600}$$

$$= \frac{6}{600} = \frac{1}{100}$$

أي أن: $C_T = 100\ \mu\text{F}$

١٤. أ. $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{C}$

أي أن: $C_T = 0.5\ \text{C}$

ب. $\frac{1}{C_T} = \frac{n}{C}$

أي أن: $C_T = \frac{C}{n}$

ج. $C_T = 2C$

د. $C_T = nC$

المعلم الإلكتروني الشامل

١٥. أ. موصلة على التوالي:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100}$$

$$C_T = \frac{100}{3} = 33\ \mu F$$

ب. موصلة على التوازي:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 100 + 100 + 100$$

$$= 300\ \mu F$$

ج. سعة المكثفَين الموصلَين على التوازي

$$= 200\ \mu F$$

لذلك،

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} = \frac{3}{200}$$

$$C_T = \frac{200}{3} \approx 67\ \mu F$$

د. سعة المكثفَين الموصلَين على التوالي تعطى بـ:

$$\frac{1}{C_{\text{توالي}}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$$

$$C_{\text{توالي}} = 50\ \mu F$$

لذلك،

$$C_T = C_{\text{توالي}} + 100 = 50 + 100 = 150\ \mu F$$

١٦. أ. الأربعة توصل على التوازي.

ب. الأربعة توصل على التوالي.

ج. يوصل اثنان على التوازي ويوصلان مع اثنين آخرَين بعد وصلهما على التوالي.

١٧. القيمة العظمى: توصل المكثفات الثلاثة على التوازي، $C_T = 900\ pF$

القيمة الصغرى: توصل المكثفات الثلاثة على التوالي، حيث:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{600} = \frac{1}{60}$$

$$C_T = 60\ pF$$

١٨. السعة الكلية للمكثفَين الموصلَين على التوازي:

$$C_T = 10 + 10 = 20\ \mu F$$

أي أن سعة الشبكة الكلية تُعطى بـ:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$$

$$C_T = \frac{20}{5} = 4\ \mu F$$

١٩. أ.

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{120} + \frac{1}{120} + \frac{1}{120}$$

$$= \frac{3}{120} = \frac{1}{40}$$

$$C_T = 40\ \mu F$$

ب. الشحنة الكهربائية المخزّنة:

$$Q = CV = 40 \times 10^{-6} \times 10000 = 0.4\ C$$

ج. الطاقة الكلية المخزّنة:

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times 10^{-6} \times (10000)^2$$

$$= 2000\ J$$

٢٠. أ. السعة الكلية للمكثفَين الموصلَين على التوازي:

$$C_T = 20 + 5.0 = 25\ \mu F$$

ب. الشحنة المخزّنة في المكثف الأول عندما وصل بمصدر الطاقة:

$$Q = CV = 20 \times 10^{-6} \times 200$$

$$= 4 \times 10^{-3}\ C = 4000\ \mu C$$

ج. يعطى فرق الجهد عبر تجميع المكثفين بواسطة الشحنة المخزّنة (والتي أتت من المكثف الأول) والسعة الكلية للتجميع.

لذلك:

$$V_{\text{تجميع}} = \frac{Q}{C} = \frac{4 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-6}} = 160\ V$$

د. الطاقة المخزّنة بواسطة المكثف الأول:

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times (200)^2 = 0.4\ J$$

الطاقة المخزّنة بواسطة التجميع:

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-6} \times (160)^2 = 0.32\ J$$

الطاقة المبدّدة عند توصيل المكثفين:

$$= 0.4 - 0.32 = 0.08\ J\ (80\ mJ)$$

المعلم الإلكتروني الشامل

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