

المكثف

هو جهاز يستخدم لتخزين الطاقة واسترجاعها لحظياً عند الحاجة إليها .

الفرق بين المكثف والبطارية من حيث تخزين الطاقة

المكثف يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية قصيرة جداً مقارنةً بالبطارية التي تستغرق زمناً أطول لتحرير طاقتها

بعض استخدامات المكثف

(1) التخلص من الشرر في نظام الاحتراق الداخلي للسيارة .

(2) تحديد ترددات الموجات المستقبلية في الراديو والتلفاز والهاتف النقال .

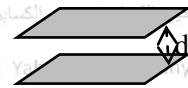
(3) وحدة الوميض الإلكتروني في آلة التصوير (Flash) .

(4) لوحة مفاتيح الحاسوب .

عن أبي هريرة رضي الله عنه أن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال : « أَلَا أَدُلُّكُمْ عَلَى مَا يَمْحُو اللَّهُ بِهِ الْخَطَايَا ، وَيَرْفَعُ بِهِ الدَّرَجَاتِ ؟ قَالُوا : بَلَى يَا رَسُولَ اللَّهِ . قَالَ : « إِسْبَاغُ الْوُضُوءِ عَلَى الْمَكَارِهِ ، وَكَثْرَةُ الْخُطَا إِلَى الْمَسَاجِدِ ، وَانْتِظَارُ الصَّلَاةِ بَعْدَ الصَّلَاةِ ، فَذَلِكَ الرِّبَاطُ ، فَذَلِكَ الرِّبَاطُ » رواه مسلم

أشكال المكثف :

للمكثف أشكال كثيرة : مستوي , كروي , أسطواني . (المطلوب فقط المكثف المتوازي) .



المكثف المستوي :

عبارة عن صفيحتين فلزيتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة صغيرة ثُملاً بمادة عازلة كالهواء أو البلاستيك

رمزه :

سعة المكثف (C)

هي قدرة المكثف على تخزين الطاقة .

- سعة المكثف المستوي تحسب من العلاقة : $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ يُعطى في الامتحان

A : المساحة المشتركة بين اللوحين .

d : البعد بين اللوحين .

ϵ_0 : معامل سماحية الهواء . $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2 / N.m^2$. (سماحية الهواء = سماحية الفراغ على وجه التقريب)

- جميع المواد العازلة سماحياتها (ϵ) أكبر من سماحية الهواء (ϵ_0) .

- عند وضع أي عازل آخر غير الهواء مثل المطاط أو الورق أو الشمع فإن السعة تزيد . (التعليق سيأتي بعد قليل)

- وحدة السعة هي : فاراد (F) .

الفاراد وحدة كبيرة لذلك تستخدم عادةً أجزاء الفاراد ومن أشهرها :

ميكروفاراد : ($1\mu F = 10^{-6} F$) . نانوفاراد ($1nF = 10^{-9} F$) . بيكوفاراد ($1pF = 10^{-12} F$) .

- العوامل التي تعتمد عليها سعة المكثف المستوي :

- (1) المساحة المشتركة ($C \propto A$)
- (2) البعد بين اللوحين ($C \propto \frac{1}{d}$)
- (3) سماحية العازل ($C \propto \epsilon_0$)

س1) يتوفر لدى متعلم من الصف الثاني عشر صفيحة معدنية رقيقة مساحتها الكلية $(0.0096 m^2)$ إذا أراد

المتعلم أن يصنع مكثف متوازي الصفائح (مستوي) يشغل الهواء الحيز بين صفيحتيه باستخدام الصفيحة المتوفرة لديه وكانت أقل مسافة ممكنة بين صفيحتي المكثف $(0.01m)$ فأجب عما يلي :

1) ما أكبر سعة كهربائية للمكثف يمكن أن يحصل عليها المتعلم ؟

2) بماذا ننصح المتعلم أن يفعل لكي يزيد من سعة المكثف مستخدماً الصفيحة نفسها .

الحل :

1) أكبر سعة ممكنة عند أكبر مساحة مشتركة بين الصفيحتين وهذا يتحقق عندما تكون مساحة كل صفيحة

نصف مساحة اللوح .

$$A = \frac{0.0096}{2} = 0.0048 m^2$$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 0.0048}{0.01} = 4.2 \times 10^{-12} F$$

2) بوضع مادة عازلة بين الصفيحتين .

عن أبي سعيد الخدري رضي الله عنه عن النبي صلى الله عليه وسلم قال : «إِذَا رَأَيْتُمُ الرَّجُلَ يَعْتَادُ الْمَسَاجِدَ فَاشْهَدُوا لَهُ بِالْإِيمَانِ» قال الله عز وجل : { إِنَّمَا يَعْمُرُ مَسَاجِدَ اللَّهِ مَنْ آمَنَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ } الآية . رواه الترمذي وقال : حديث حسن .

س2) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) إذا زيد البعد بين صفيحتي مكثف مستوي إلى مثليه وأنقصت المساحة المشتركة بينهما إلى النصف فإن سعة المكثف :

أ) تزداد إلى مثليها ب) تنخفض إلى النصف ج) تنخفض إلى الربع د) تزداد إلى أربعة أمثال

2) إذا تضاعفت مساحة الصفيحتين وتضاعفت المسافة بين الصفيحتين فإن السعة :

أ) تصبح مثلي ما كانت عليه ب) تصبح أربعة أمثال ما كانت عليه

ج) تصبح نصف ما كانت عليه د) تبقى كما هي .

3) أحد العوامل التالية لا تعتمد عليها سعة المكثف المستوي :

أ) الشحنة ب) المسافة الفاصلة بين اللوحين ج) الوسط العازل بين اللوحين د) المساحة المشتركة للوحين

4) صفيحتان مساحة كل منهما (A) والبعد بينهما (d) تكون سعتهما أكبر ما يمكن في الحالة :

أ) ب) ج) د)

5) المكثف المستوي الذي له أكبر سعة من المكثفات التالية هو :

أ) ب) ج) د)

6) عند زيادة المسافة بين لوحين مكثف مستوي متصل ببطارية :

أ) تزداد سعة المكثف ب) تقل سعة المكثف ج) يقل فرق الجهد د) يزداد فرق الجهد

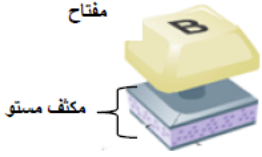
7) يمتاز المكثف الكهربائي المشحون عن البطارية الكهربائية بأنه :

أ) يمكن إعادة شحنه عند تفريغ طاقته ب) لا يمكن إعادة شحنه عند تفريغ طاقته

ج) يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية طويلة د) يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية قصيرة جداً

(8) أي مما يلي صحيحاً عند الضغط على المفتاح الظاهر في الشكل والذي يمثل جزءاً من لوحة مفاتيح الحاسوب :

(أ) نقل المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف فنقل سعته الكهربائية .



(ب) نقل المسافة بين صفيحتي المكثف فنقل سعته الكهربائية .

(ج) نقل المسافة بين صفيحتي المكثف فتزيد سعته الكهربائية .

(د) نقل المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف فتزيد سعته الكهربائية .

(9) أي الكميات التالية لا تساوي صفراً لموصل كروي غير مشحون ومعزول :

(أ) الجهد الكهربائي عند نقطة على سطحه

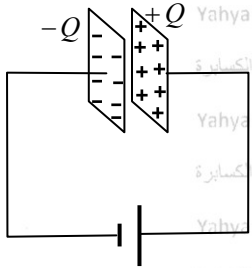
(ب) المجال الكهربائي عند نقطة قريبة من سطحه

(ج) السعة الكهربائية للموصل

(د) طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عند نقطة على سطحه

الحل : (1) ج (2) د (3) أ (4) أ (5) ج (6) ب (7) د (8) ج (9) ج

شحن المكثف



- يتم الشحن بوصل لوح المكثف مع قطبي البطارية .

- البطارية تبذل شغلاً في نقل الإلكترونات من اللوح المتصل بالقطب الموجب

إلى اللوح المتصل بالقطب السالب .

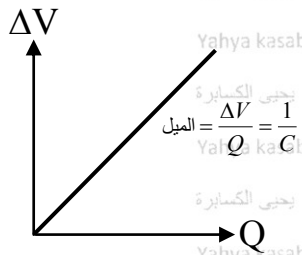
- يتوقف انتقال الإلكترونات عندما يصبح :

فرق الجهد بين اللوحين = فرق الجهد بين قطبي البطارية .

- الشغل الذي تبذله البطارية في شحن المكثف يخزن في المكثف على شكل طاقة وضع كهربائية .

- بعد الشحن تكون شحنتا اللوحين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً .

- شحنة المكثف (Q) :



هي القيمة المطلقة للشحنة على أي من اللوحين .

- تحسب شحنة المكثف بعد شحنه من العلاقة :

يُعطى في الامتحان

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

- تتغير شحنة المكثف وفرق الجهد بين طرفيه حسب الخط البياني المجاور .

- عند شحن المكثف ينشأ بين لوحية مجال كهربائي منتظم يحسب من :

يُعطى في الامتحان

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

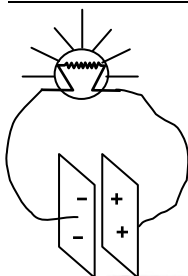
- عند شحن المكثف ينشأ بين لوحية مجال كهربائي منتظم يحسب من :

يُعطى في الامتحان

- عند شحن المكثف وفصله عن البطارية فإنه يحتفظ بشحنته .

إذا وصل اللوحان بمادة موصلة تعود الإلكترونات من اللوح السالب إلى اللوح الموجب

ويتعادل اللوحان وتسترجع طاقة المكثف .



س3) لماذا يُعد لمس طرفي مكثف عالي الجهد خطر حتى بعد فصل فرق الجهد عنه وما الذي يجب فعله لتفادي الخطر .

لأن الطاقة المخزنة في المكثف تُفرغ عبر الجسم , لتجنب الخطر يفرغ بمادة موصلة قبل لمسه .

س4) أجب عما يلي:

1) أذكر طرق زيادة سعة المكثف المستوي .

2) صفيحتان متوازيتان غير مشحونتين هل لهما سعة كهربائية . لماذا ؟

3) ما هي إيجابية استخدام مكثف مشحون بدلاً من البطارية لتشغيل جهاز الوميض الضوئي في آلة التصوير

4) ما هو مبدأ عمل مفاتيح لوحة الحاسوب .

الحل :

1) أ) زيادة المساحة المشتركة بين اللوحين ب) تقليل المسافة بين اللوحين ج) وضع مادة عازلة بين اللوحين

2) نعم , لأن السعة تعتمد على المساحة المشتركة والبعد بين اللوحين ونوع العازل بينهما .

3) الطاقة المخزنة في المكثف يمكن تفريغها بسرعة كبيرة مما يسبب ومضة شديدة تضيء الجسم المراد

تصويره في اللحظة المناسبة .

4) تحت كل مفتاح يوجد مكثف , وعند الضغط على المفتاح تقل (d) فتزيد السعة فتتعرف الدوائر الإلكترونية

الخارجية على المفتاح الذي تم الضغط عليه .

س5) مكثف مستوي مصنوع من صفيحتين دائريتين نصف قطر كل منها ($0.04m$) تفصل بينهما مسافة

($4 \times 10^{-3} m$) وصل لوحى المكثف مع بطارية فرق جهدها ($10V$) :

1) احسب المجال الكهربائي بين اللوحين .

2) احسب شحنة المكثف .

الحل :

عن جرير بن عبد الله البجلي رضي الله عنه قال : كنا عند النبي صلى الله عليه وسلم ، فنظر إلى القمر ليلة البدر ، فقال : « إنكم سترون ربكم كما ترون هذا القمر ، لا تضامون في رؤيته ، فإن استطعتم أن لا تغلبوا على صلاة قبل طلوع الشمس ، وقبل غروبها فافعلوا » متفق عليه . وفي رواية : « فنظر إلى القمر ليلة أربع عشرة » .

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{10}{4 \times 10^{-3}} = 2500 N/C \quad (1)$$

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times 0.04^2 = 5 \times 10^{-3} m^2 \quad (2)$$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 5 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} = 1.1 \times 10^{-11} F$$

$$Q = C \Delta V = 1.1 \times 10^{-11} \times 10 = 1.1 \times 10^{-10} C$$

س6) مكثف مستوي المساحة المشتركة للوحه تساوي ($4cm^2$) شحن من بطارية فكان المجال الكهربائي بين

$$cm^2 = 10^{-4} m^2$$

لوحيه يساوي ($2 \times 10^5 N/C$) احسب شحنة المكثف .

الحل :

$$Q = C \Delta V = \left(\frac{\epsilon_0 A}{d} \right) (Ed) = \epsilon_0 AE = 8.85 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^5 = 7.1 \times 10^{-10} C$$

س7) تبلغ المسافة الفاصلة بين صفيحتي مكثف مستوي $(3 \times 10^{-3} m)$ يحدث المكثف بعد شحنه مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره $(3 \times 10^6 N/C)$ ما نصف قطر الصفيحة المطلوبة لتخزين شحنة $(1 \mu C)$ ؟

الحل :

$$\Delta V = Ed = 3 \times 10^6 \times 3 \times 10^{-3} = 9000V$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{1 \times 10^{-6}}{9000} = 1.11 \times 10^{-10} F$$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \Rightarrow A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{1.11 \times 10^{-10} \times 3 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 0.038 m^2$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\left(\frac{0.038}{3.14}\right)} = 0.11 m$$

عن أبي هريرة رضي الله عنه أن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال : «الصلوات الخمس، والجمعة إلى الجمعة، كفارة لما بينهن، ما لم تغش الكباير» رواه مسلم .

الطاقة المخزنة في المكثف

- مصدر الطاقة المخزنة في المكثف هو : الشغل المبذول من المصدر (البطارية) في شحن المكثف .

يخزن المكثف الطاقة على صورة : طاقة وضع كهربائية .

- الطاقة المخزنة في المكثف تساوي المساحة المظللة في الرسم البياني .

- تحسب الطاقة المخزنة في المكثف من أحد العلاقات التالية :

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

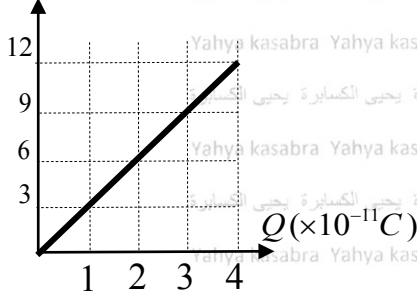
يُعطى في الامتحان

س8) مكثف سعته الكهربائية $(9 \times 10^{-9} F)$ تم وصله ببطارية بحيث كان مقدار طاقة الوضع الكهربائية المخزنة فيه $(4.5 \times 10^{-7} J)$ احسب فرق الجهد للبطارية .

$$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2 \Rightarrow 4.5 \times 10^{-7} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-9} \Delta V^2 \Rightarrow \Delta V^2 = 100 \Rightarrow \Delta V = 10V$$

س9) شحن مكثف مستو بوصل صفيحتيه بقطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ ، الرسم البياني المجاور يمثل منحنى تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي المكثف بتغير شحنته خلال عملية الشحن ، إذا كان البعد بين الصفيحتين $(1.2 mm)$ فاحسب الآتي :

$\Delta V (V)$



(1) المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف

(2) الزيادة في الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف والناجمة عن زيادة شحنته

من $(2 \times 10^{-11} C)$ إلى $(4 \times 10^{-11} C)$ أثناء عملية الشحن .

(3) ماذا يمثل كلاً من ميل الخط البياني والمساحة تحت المنحنى .

الحل :

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{1 \times 10^{-11}}{3} = 3.33 \times 10^{-12} F$$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \Rightarrow A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{3.33 \times 10^{-12} \times 1.2 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 4.5 \times 10^{-4} m^2$$

$$\Delta U = \frac{1}{2C} (Q_2^2 - Q_1^2) = \frac{1}{2 \times 3.33 \times 10^{-12}} [(4 \times 10^{-11})^2 - (2 \times 10^{-11})^2] = 1.8 \times 10^{-10} J$$

(3) الميل يمثل مقلوب السعة والمساحة تمثل الطاقة المخزنة .

س10) مكثفان كهربائيان متماثلان (A) و (B) تم شحن المكثف (A) بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (6V) بينما شحن المكثف (B) بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (3V) احسب نسبة طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في المكثف (A) إلى طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في المكثف (B) ؟

الحل : في المكثف (A) : $U_A = \frac{1}{2} C \Delta V_A^2$ في المكثف (B) : $U_B = \frac{1}{2} C \Delta V_B^2$

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{\frac{1}{2} C \Delta V_A^2}{\frac{1}{2} C \Delta V_B^2} = \frac{\Delta V_A^2}{\Delta V_B^2} = \frac{6^2}{3^2} = 4$$

س11) وصل مكثفان متماثلان (A, B) بالبطارية نفسها كما في الشكل المجاور إذا فصل المكثف (A) عن

البطارية بفتح (S) ثم زيد البعد بين صفيحتي كل من المكثفين إلى مثلي ما كان عليه فجد نسبة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف (A) إلى الطاقة المخزنة في المكثف (B) .

الحل :

المكثف (A) عند زيادة البعد للمثلين تقل سعته للنصف ويزيد فرق جهده للضعف لأن شحنته ثابتة ($c = \frac{Q}{\Delta V}$) .

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{\frac{1}{2} C (2\Delta V)^2}{\frac{1}{2} C \Delta V^2} = \frac{4}{1}$$

س12) مكثف مستو سعته ($3.2 \times 10^{-12} F$) يملأ الهواء الحيز بين صفيحتيه والمسافة بينهما ($8 \times 10^{-3} m$)

ويتصل ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (6V) :

1) احسب المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف .

2) بأي عامل تتغير الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف إذا استبدلت البطارية بأخرى فرق الجهد بين

قطبيها (12V) . بين خطوات الحل .

الحل : في المكثف (A) : $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \Rightarrow A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{3.2 \times 10^{-12} \times 8 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 2.9 \times 10^{-3} m^2$ (1)

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2} C \Delta V_2^2}{\frac{1}{2} C \Delta V_1^2} = \frac{12^2}{6^2} = 4$$
 (2) العامل = 4

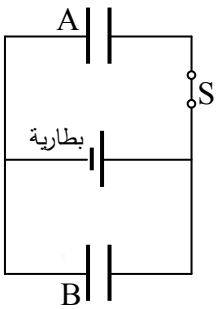
س13) في الشكل المجاور إذا كانت الطاقة المخزنة في المكثف (a) أكبر من الطاقة المخزنة في المكثف (b)

فأي المكثفين سعته أكبر . برر إجابتك بالقوانين .

الحل :

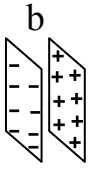
المكثف (a) سعته أكبر .

لأن الطاقة تتناسب طردياً مع السعة عند ثبات فرق الجهد ($U = \frac{1}{2} C \Delta V^2$)



عن جُنْدَبِ بْنِ سُفْيَانَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : « مَنْ صَلَّى الصُّبْحَ فَهُوَ فِي ذِمَّةِ اللَّهِ فَإِنْظِرْ يَا ابْنَ آدَمَ لَا يَطْلُبُكَ اللَّهُ مِنْ ذِمَّتِهِ بِشَيْءٍ » رواه مسلم .

س14) في الشكل المجاور المكثفان لهما نفس الشحنة , والطاقة المخزنة في المكثف (a) أكبر من الطاقة المخزنة في المكثف (b) أي المكثفين سعته أكبر . برر إجابتك بالقوانين .



الحل : المكثف (b) سعته أكبر .

لأن الطاقة تتناسب عكسياً مع السعة عند ثبات الشحنة $(U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C})$

س15) مكثفان (a , b) مشحونان لهما نفس السعة , إذا كانت الطاقة المخزنة في المكثف (a) أربعة

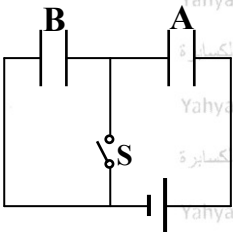
أمثال الطاقة المخزنة في المكثف (b) فأوجد نسبة شحنة المكثف (b) إلى شحنة المكثف (a) ؟

الحل : المعطى : $U_a = 4U_b$ المطلوب : $\frac{Q_b}{Q_a}$

بما أن الطاقة تتناسب طردياً مع مربع الشحنة عند ثبات السعة حسب العلاقة $(U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C})$ فإن :

$$\frac{U_b}{U_a} = \frac{Q_b^2}{Q_a^2} \Rightarrow \frac{U_b}{4U_b} = \frac{Q_b^2}{Q_a^2} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{Q_b^2}{Q_a^2} \Rightarrow \frac{Q_b}{Q_a} = \frac{1}{2}$$

س16) المكثفان الكهربائيان في الدائرة الكهربائية المجاورة متماثلان ماذا يطرأ على الطاقة الكهربائية المخزنة في



كل من المكثفين بعد إغلاق المفتاح (S) ؟ فسر إجابتك .

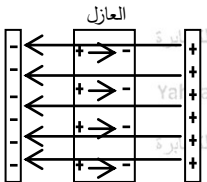
الحل :

تتفرغ شحنة المكثف (B) وتتعدم الطاقة المخزنة فيه .

يزيد فرق الجهد بين طرفي المكثف (A) فتزيد شحنته وتزيد الطاقة المخزنة فيه .

العازل بين اللوحين

- علل : في الشكل تزيد سعة المكثف عند وضع العازل بين لوحيه .



ينشأ في العازل مجال معاكس للمجال الأصلي فتقل شدة المجال بين اللوحين فيقل فرق

الجهد $(\Delta V = Ed)$ فتزيد السعة $(C = \frac{Q}{\Delta V})$.

- علل : يوجد حد أقصى لفرق الجهد الذي يعمل عليه المكثف .

زيادة فرق الجهد عن الحد الأعلى تتأين المادة العازلة وتصبح موصلة ويحدث تفريغ كهربائي .

- علل : يوجد حد أقصى للطاقة (أو الشحنة) التي يمكن أن يخزنها المكثف . (نفس الإجابة السابقة)

علل : عند إدخال مادة عازلة بين صفيحتي مكثف مستوي يزداد الحد الأقصى لفرق الجهد الذي يمكن أن يعمل عليه

المكثف . فسر ذلك .

العازل يقلل المجال بين اللوحين تحت فرق جهد معين مما يسمح للمكثف بالعمل على فرق جهد أعلى دون حدوث

تفريغ كهربائي .

فوائد المادة العازلة :

عَنْ أَنَسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : « الدُّعَاءُ لَا يُرَدُّ بَيْنَ الْأَذَانِ وَالْإِقَامَةِ » رواه أبو داود والترمذي وقال : حديث حسن .

(1) زيادة سعة المكثف .

(2) زيادة الطاقة المخزنة .

(3) جعل المكثف يعمل على فرق جهد أكبر دون حدوث تفريغ كهربائي .

س17) يبين الشكل المجاور مكثفاً ذو صفيحتين متوازيتين (أ , ب) وبينهما مادة عازلة تكونت عليها شحنات موجبة وسالبة .



(1) ما سبب تكون الشحنات في المادة العازلة ؟

(2) ما نوع شحنة كل من الصفيحتين ؟

(3) قارن بين مقدار شحنة اللوح (أ) ومقدار شحنة اللوح (ب) .

(4) قارن بين مقدار المجال عند النقطة (ج) ومقدار المجال عند النقطة (د) . فسر إجابتك .

(5) إذا سحبت المادة العازلة من بين صفيحتي المكثف فما تأثير ذلك على فرق الجهد بينهما . فسر إجابتك .

الحل :

(1) المجال الكهربائي .

(2) شحنة (أ) : موجبة شحنة (ب) : سالبة .

(3) متساويتان .

(4) $(E_d > E_c)$ بسبب المجال المعاكس للمجال الأصلي داخل المادة العازلة .

(5) يزداد , ينعدم المجال الكهربائي المعاكس الناتج عن استقطاب المادة العازلة فتزيد شدة المجال بين

الصفيحتين فيزيد فرق الجهد $(\Delta V = Ed)$.

س18) في الشكل المجاور مكثف مستوي مشحون يوجد مادة عازلة بين صفيحتيه , أجب عما يلي :

(1) قارن شدة المجال الكهربائي عند النقطة (A) بشدته عند كل من النقطتين (B, C) .

(2) فسر سبب نقصان السعة الكهربائية للمكثف عندما يحل الهواء مكان المادة العازلة .

الحل :

$$E_A = E_C \quad E_A > E_B$$

(2) عند سحب المادة العازلة تزيد شدة المجال بين اللوحين فيزيد فرق الجهد $(\Delta V = Ed)$ فتقل السعة حسب

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

*** ملاحظة مهمة

- بوجود البطارية بين لوحي المكثف يبقى فرق الجهد ثابت مهما أجريننا من تغيير .

- إذا كان المكثف مشحون ومفصول عن البطارية تبقى شحنته ثابتة مهما أجريننا من التغيير .

س19) مكثف سعته $(2000pF)$ ومتصلاً ببطارية جهدها $(30V)$:

(1) إذا أردت أن ترفع فرق الجهد بين لوحي المكثف من $(30V)$ إلى $(40V)$ فما الشغل اللازم لذلك .

(2) إذا ملأ الفراغ بين الصفيحتين بمادة عازلة فما التغير الذي يطرأ على كل من سعة المكثف وشحنته ,

فسر ذلك .

الحل :

$$W = \Delta U = \frac{1}{2} C (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2) = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-9} (40^2 - 30^2) = 7 \times 10^{-7} J \quad (1)$$

(2) تشحن المادة العازلة بالاستقطاب فيتولد داخلها مجال يعاكس المجال الأصلي فنقل محصلة شدة المجال فيقل فرق الجهد ($\Delta V = Ed$) فتزيد السعة ($C = \frac{Q}{\Delta V}$) فتزيد الشحنة لثبات فرق الجهد بوجود البطارية ($Q = C \Delta V$)

س(20) أجب عما يلي :

- (1) مكثف مستوٍ شحن من بطارية ثم فصل عنها ثم زادت المسافة بين لوحية إلى الضعف ماذا يحدث لكل مما يلي
أ) السعة ب) الشحنة ج) فرق الجهد بين طرفيه د) المجال الكهربائي و) الطاقة المختزنة
- (2) مكثف مستوٍ مشحون ومفصول عن البطارية زادت المساحة المشتركة للوحية إلى الضعف وأنقصت المسافة

بين لوحية إلى الثلث ماذا يحدث لكل مما يلي :

- أ) السعة ب) الشحنة ج) فرق الجهد بين طرفيه د) المجال الكهربائي و) الطاقة المختزنة
- الحل :

- (1) أ) تقل للنصف ب) ثابتة ج) يزيد للضعف د) ثابتة و) يزيد للضعف
- (2) أ) ستة أمثال ب) ثابتة ج) يقل للسدس د) يقل للنصف و) تقل للسدس

س(21) مكثف مستوٍ البعد بين لوحيه ($0.001m$) شحن من بطارية فأصبحت شحنته ($4 \times 10^{-10} C$) والمجال الكهربائي بين لوحيه ($4 \times 10^4 N/C$) :

(1) احسب الطاقة المختزنة فيه .

(2) إذا فصل المكثف عن البطارية ثم وضع بين لوحيه مادة عازلة ماذا يحدث لكل مما يلي :

- أ) السعة ب) الشحنة ج) فرق الجهد بين طرفيه د) المجال الكهربائي و) الطاقة المختزنة .

الحل :

عن أبي موسى رضي الله عنه أنَّ رسول الله صَلَّى الله عليه وسلم قال : « مَنْ صَلَّى الْبُرْدَيْنِ خَلَّ الْجَنَّةَ » متفقٌ عليه . « الْبُرْدَانِ » : الصُّبْحُ وَالْعَصْرُ .

$$\Delta V = Ed = 4 \times 10^4 \times 0.001 = 40V \quad (1)$$

$$U = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-10} \times 40 = 8 \times 10^{-9} J$$

- (2) أ) تزيد ب) ثابتة (لا يوجد بطارية) ج) يقل ($C = \frac{Q}{\Delta V}$) د) يقل ($\Delta V = Ed$) و) يقل ($U = \frac{1}{2} Q \Delta V$)

س(22) مكثف كهربائي مستوٍ تتصل صفيحتاه ببطارية فرق جهدها ($3V$) وبملاً الهواء الحيز بين صفيحتيه

(1) احسب كمية الشحنة على كل من صفيحتي المكثف إذا كانت المساحة المشتركة بينهما ($1.5 \times 10^{-2} m^2$) والبعد

بينهما ($2 \times 10^{-3} m$) .

(2) عندما تحل مادة عازلة محل الهواء بين الصفيحتين , أكمل الجدول التالي مستخدماً الكلمات (يقل , يزداد ,

يبقى ثابتاً) لتصف ما يحصل للكميات الواردة فيه .

مقدار فرق الجهد بين الصفيحتين	مقدار كمية شحنة كل من الصفيحتين	مقدار سعة المكثف الكهربائي	شدة المجال	مقدار الطاقة الكهربائي المختزنة في المكثف

الحل :

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{1.5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 6.64 \times 10^{-11} F \quad (1)$$

$$Q = C \Delta V = 6.64 \times 10^{-11} \times 3 = 1.99 \times 10^{-10} C$$

$$(2)$$

مقدار فرق الجهد بين الصفيحتين	مقدار كمية شحنة كل من الصفيحتين	مقدار سعة المكثف الكهربائية	شدة المجال	مقدار الطاقة الكهربائي المخزنة في المكثف
يبقى ثابتاً	تزيد	تزيد	تبقى ثابتة	تزيد

سعة الموصل الكروي

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

يُعطى في الامتحان

$$K_e = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2 \quad R : \text{ نصف القطر}$$

* سعة الموصل الكروي تتناسب طردياً مع نصف قطره .

* عند شحن الموصل الكروي فإنه يكتسب جهداً كهربائياً .

لماذا تعتبر الأرض مرجعاً لقياس الجهد الكهربائي .

لأن نصف قطرها كبير جداً فتكون سعتها كبيرة جداً وأي شحنة تضاف إليها لا تؤثر في جهداها .

س23) موصل كروي معزول شحنته $(2 \mu C)$ وجهداها $(2 \times 10^4 V)$ احسب :

(1) سعة الموصل (2) نصف قطر الموصل .

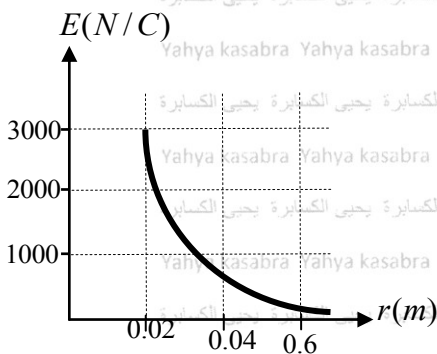
الحل :

عن ابن عمر رضي الله عنهما أن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال : «صَلَاةُ الْجَمَاعَةِ أَفْضَلُ مِنْ صَلَاةِ الْفَذِّ بِسَبْعٍ وَعَشْرِينَ دَرَجَةً» متفق عليه .

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{2 \times 10^{-6}}{2 \times 10^4} = 1 \times 10^{-10} F \quad (1)$$

$$C = \frac{R}{K_e} \Rightarrow R = 1 \times 10^{-10} \times 9 \times 10^9 = 0.9 m \quad (2)$$

س24) يوضح الرسم البياني المجاور تغيرات مقدار شدة المجال الكهربائي بتغير بعد النقطة عن مركز موصل كروي مشحون بشحنة موجبة :



(1) احسب كمية الشحنة الكهربائية التي يحملها الموصل .

(2) احسب السعة الكهربائية للموصل .

الحل :

$$(1) \text{ من الرسم : } E_s = 3000 N/C, R = 0.02 m$$

$$E_s = \frac{K_e Q}{R^2} \Rightarrow Q = \frac{R^2 E_s}{K_e} = \frac{0.02^2 \times 3000}{8.99 \times 10^9} = 1.33 \times 10^{-10} C$$

$$C = \frac{R}{K_e} = \frac{0.02}{8.99 \times 10^9} = 2.22 \times 10^{-12} F \quad (2)$$

س25) موصل كروي نصف قطره (0.03 m) ويحمل شحنة $(+4\text{ }\mu\text{C})$ موضوع في الهواء احسب الطاقة الكهربائية التي يخزنها الموصل .

الحل :

$$C = \frac{R}{K_c} = \frac{0.03}{8.99 \times 10^9} = 3.33 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(4 \times 10^{-6})^2}{3.33 \times 10^{-12}} = 2.4 \text{ J}$$

عَنْ عَثْمَانَ بْنِ عَفَانَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ :
سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ : «مَنْ صَلَّى الْعِشَاءَ فِي جَمَاعَةٍ ، فَكَأَنَّمَا قَامَ نِصْفَ اللَّيْلِ وَمَنْ صَلَّى الصُّبْحَ فِي جَمَاعَةٍ ، فَكَأَنَّمَا صَلَّى اللَّيْلَ كُلَّهُ » رواه مسلم .

أسئلة مراجعة

- س1) اختر انسب أجابة لكل من الآتي :
- ماذا ينتج عن مليء الحيز بين صفيحتي مكثف هوائي مشحون بمادة عازلة :
- (أ) زيادة فرق الجهد بين صفيحتي المكثف
(ب) زيادة شدة المجال الكهربائي بين صفيحتي المكثف
(ج) زيادة السعة الكهربائية للمكثف
(د) نقصان الشحنة الكهربائية للمكثف
- الإجابة : ج

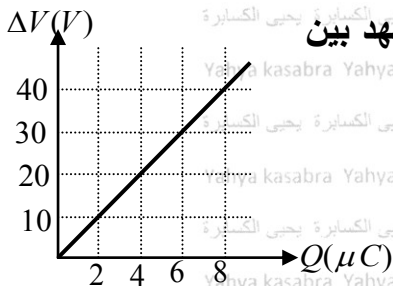
س2) مكثف مستوي , المساحة المشتركة بين صفيحتيه $(8 \times 10^{-3} \text{ m}^2)$ ويخزن طاقة كهربائية $(4 \times 10^{-9} \text{ J})$ عندما تكون الشحنة على إحدى صفيحتيه $(24 \times 10^{-11} \text{ C})$:

- 1) احسب فرق الجهد بين صفيحتي المكثف .
2) احسب البعد بين الصفيحتين .
الإجابة :

$$33.3 \text{ V} \quad (1) \quad 9.82 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (2)$$

س3) معتمداً على الرسم البياني في الشكل المجاور والذي يمثل تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي مكثف مستوي بدلالة تغير مقدار الشحنة على كل من صفيحتيه :

- 1) ما سعة المكثف .
2) ما التغير في طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في المكثف عندما يتغير الجهد بين صفيحتيه من (3 V) إلى (4.5 V) ؟
الإجابة :

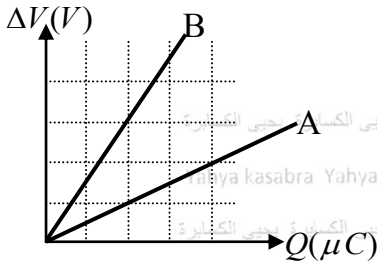


- 1) $2 \times 10^{-7} \text{ F}$
2) $1.125 \times 10^{-6} \text{ J}$

س4) مثلت العلاقة البيانية بين شحنة مكثف وفرق الجهد بين طرفيه لمكثفين هوائيين (A) و (B) كما في الشكل

- 1) أي المكثفين سعته أكبر ولماذا ؟
2) أي المكثفين يخزن طاقة أكبر عندما يطبق عليها نفس فرق الجهد ؟ ولماذا .
3) إذا وضعت مادة عازلة (بلاستيك) بين لوحَي المكثف (A) ماذا يحدث لميل الخط البياني ولماذا ؟

الإجابة :



(1) A ميله أقل , سعته أكبر ($\frac{1}{C}$ = الميل) .

(2) A سعته أكبر ($U = \frac{1}{2} C \Delta V^2$) .

(3) تزيد السعة فيقل الميل .

(5) تم شحن مكثف كهربائي هوائي سعته ($7.5 \times 10^{-9} F$) وذلك بوصل صفيحتيه ببطارية فرق الجهد الكهربائي

بين قطبيها (9V) :

(1) جد الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف .

(2) إذا فصل المكثف عن البطارية ثم أنقص البعد بين صفيحتيه إلى نصف ما كان عليه مع المحافظة على

المساحة المشتركة بينهما , فما التغير الذي يطرأ على شدة المجال الكهربائي بين صفيحتيه . برر إجابتك .

الإجابة :

(1) $3.04 \times 10^{-7} J$

(2) لا يتغير , بنقصان البعد للنصف تزيد السعة للمثلين ($C = \frac{\epsilon A}{d}$) وبما أن المكثف مفصول عن البطارية فإن جهده

يقل للنصف ($C = \frac{Q}{\Delta V}$) وعليه تبقى شدة المجال ثابتة حسب العلاقة : ($E = \frac{\Delta V}{d}$) .

(6) مكثف مستوي مشحون هوائي , المساحة المشتركة بين صفيحتيه ($0.12 m^2$) والمسافة بينهما ($0.003 m$)

وكمية الشحنة التي تحملها كل من صفيحتيه ($2.31 \times 10^{-9} C$) :

(1) جد السعة الكهربائية للمكثف .

(2) إذا وصل المكثف بقطبي بطاريه فرق جهدها (9.0V) بحيث وصلت الصفيحة الموجبة بالقطب الموجب

والصفيحة السالبة بالقطب السالب , احسب الشغل الذي تبذله البطارية في شحن المكثف .

الإجابة :

(1) $3.54 \times 10^{-10} F$ (2) $6.8 \times 10^{-9} J$

(7) يبين الشكل المجاور تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي مكثف كهربائي هوائي بتغير شحنته أثناء عملية شحنه

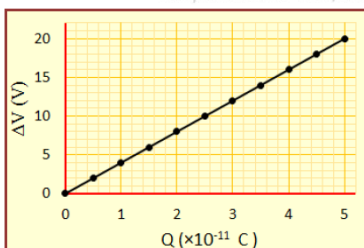
بوساطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20V) :

(1) احسب المسافة بين صفيحتي المكثف إذا علمت أن المساحة المشتركة بين صفيحتيه ($1.13 \times 10^{-3} m^2$) .

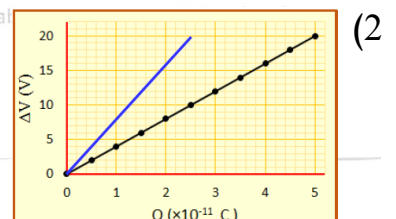
(2) ارسم على الشكل نفسه الخط البياني لتغيرات فرق الجهد بين صفيحتي المكثف بتغير شحنته أثناء عملية شحنه

باستخدام البطارية نفسها لو كانت المسافة بين صفيحتيه ($8 \times 10^{-3} m$) .

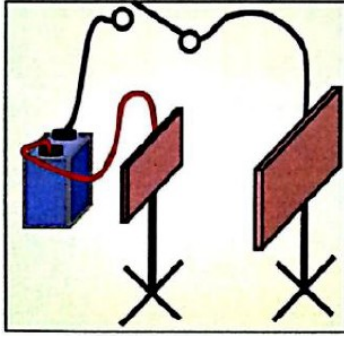
الإجابة :



(1) $4 \times 10^{-3} m$



س(8) يظهر الشكل المجاور مكثفاً مستويًا هوائياً غير مشحون تتصل صفيحتاه غير المتماثلتين بقطبي بطارية ومفتاح :

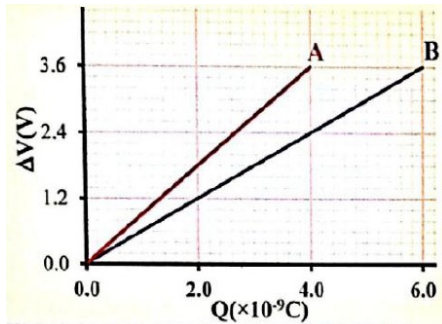


- (1) عند غلق المفتاح وشحن المكثف , لماذا ستشحن كل من الصفيحتين بالكمية نفسها من الشحنة .
 - (2) بعد غلق المفتاح وتماثل شحن المكثف كيف تزيد الطاقة المختزنة في هذا المكثف دون تغيير البطارية ؟ اشرح باختصار .
- الإجابة :

(1) لأن مجال البطارية يقوم بنقل الالكترونات الحرة من الصفيحة المتصلة بالقطب الموجب إلى الصفيحة الأخرى فيكون عدد الالكترونات التي تفقدها الصفيحة المتصلة بالقطب الموجب مساوياً لعدد الالكترونات التي تكسبها الصفيحة المتصلة بالقطب السالب فتكون شحنة الصفيحتين متساوية .

(2) انقاص البعد بين الصفيحتين أو ادخال مادة عازلة لأن ذلك سيزيد السعة وبالتالي تزيد الطاقة المختزنة حسب العلاقة : $U = \frac{1}{2} C \Delta V^2$.

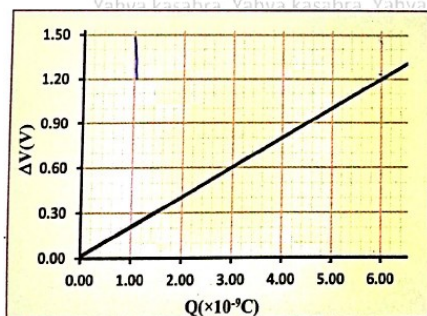
س(9) يُظهر الشكل المجاور خطين بيانيين لعلاقة $(Q - \Delta V)$ للمكثف نفسه قبل وبعد انقاص البعد بين صفيحتيه دون تغيير المساحة بينهما أو المادة العازلة وباستخدام البطارية نفسها :



- (1) أي الخطين البيانيين (A أم B) في الشكل يمثل تغيرات فرق الجهد مع الشحنة بعد انقاص البعد بين الصفيحتين .
 - (2) احسب الشغل المبذول في انقاص البعد بين الصفيحتين بعد تمام الشحن .
- الإجابة :
- (1) الخط B . (ميله أقل , سعته أكبر , البعد بين صفيحتيه أقل)
 - (2) $3.6 \times 10^{-9} J$

س(10) يبين الشكل المجاور تغيرات فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي مكثف كهربائي مستو هوائي بتغيير شحنته معتمداً على الشكل , جد البعد بين صفيحتي المكثف إذا كانت المساحة المشتركة بينهما $(0.712 m^2)$.

الإجابة :



$$1.26 \times 10^{-3} m$$