

الفصل الدراسي الاول

الوحدة الرابعة

المكتفات

فيزياء ثاني عشر متقدم

2023/2022

اعداد

د / وائل عزازي

رئيس قسم العلوم

مدرسة ابن خلدون الخاصة

0521150195



4.1 السعة الكهربائية Capacitance



المكثف : هو جهاز يستخدم لتخزين الطاقة واسترجاعها لحظياً عند الحاجة إليها .

الفرق بين المكثف والبطارية من حيث تخزين الطاقة :

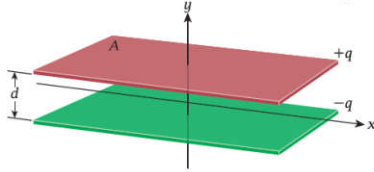
المكثف يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية قصيرة جداً , والبطارية تستغرق مدة زمنية أطول لتحرير طاقتها

لدراسة خواص المكثفات سنفترض شكلاً هندسياً ملائماً ومن ثم نعمم النتائج :

مكثف متوازي اللوحين :

• يتكون من لوحين موصلين متوازيين لكل منهما مساحة (A) وتفصل بينهما مسافة صغيرة (d) تملأ بمادة عازلة

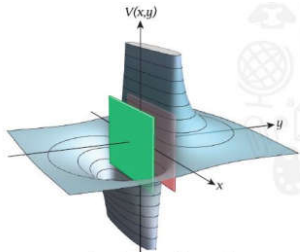
• يتم شحن المكثف بوضع شحنة (+q) على أحد اللوحين , وشحنة أخرى (-q) على اللوح الآخر



استخدامات المكثف :

- التخلص من الشرر في نظام الاحتراق الداخلي للسيارة
- تحديد ترددات الموجات المستقبلة في الراديو والتلفاز والهاتف النقال
- وحدة الوميض الإلكتروني في آلة التصوير
- لوحة مفاتيح الحاسوب

التمثيل البياني للجهد الكهربائي :



- يوضح الشكل المجاور تمثيلاً بيانياً ثلاثي الأبعاد للجهد الكهربائي
- للجهد الموضح في الشكل هبوط شديد الانحدار بين اللوحين وهبوط أكثر تدرجاً خارج اللوحين
- المجال الكهربائي داخل اللوحين أقوى من المجال الكهربائي خارج اللوحين

سعة المكثف : هي قدرة المكثف على تخزين شحنة كهربائية (الطاقة) أو النسبة بين الشحنة على أحد اللوحين وفرق الجهد بينهما

$$C = \left| \frac{q}{\Delta V} \right|$$

يعبر عن سعة المكثف وفق العلاقة :

وحدة قياس السعة في النظام الدولي للوحدات هي الفاراد (F) والتي تكافئ (C/V) الكولوم لكل فولت

يتناسب فرق الجهد (ΔV) بين طرفي المكثف تناسباً طردياً مع كمية الشحنة (q) على اللوحين عند ثبات السعة (C)

شحنة المكثف (q) : هي القيمة المطلقة للشحنة على أي من اللوحين .

العوامل التي تعتمد عليها سعة المكثف المتوازي اللوحين (المستوي) :

- المساحة المشتركة بين اللوحين (A)
- البعد بين اللوحين (d)
- سماحية العازل (ϵ)

4.2 الدوائر الكهربائية للمكثفات Circuits

مكونات الدارة الكهربائية :

تتكون الدارة الكهربائية البسيطة :

❖ مصدر للطاقة يمكن توفيرها إما بواسطة :

أ - بطارية DC

ب - مصدر تيار متناوب AC

❖ مكثف متوازي اللوحين

❖ قاطع لفتح وغلق الدارة

❖ أسلاك أو مسارات موصلة (مغلقة) تصل بين عناصر الدارة الكهربائية .

دلالات ورموز تخطيطية هامة في الدارات الكهربائية :

	السلك		الجلفانومتر
	المكثف		الفولتميتر
	المقاوم		الأميتر
	المحث		البطارية
	المفتاح		مصدر تيار متناوب

شحن المكثف :

- يتم شحن المكثف بوصل لوحي المكثف مع قطبي بطارية أو بمصدر جهد ثابت

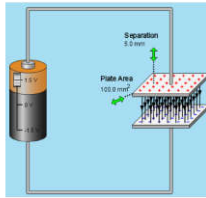
- البطارية تبذل شغلاً في نقل الإلكترونات من اللوح المتصل بالقطب الموجب إلى اللوح المتصل بالقطب السالب

- يتوقف انتقال الإلكترونات عندما يصبح (فرق الجهد بين طرفي المكثف مساوي إلى فرق الجهد بين قطبي البطارية

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

- بعد فصل المكثف عن البطارية فإنه يحتفظ بشحنته و فرق جهده (مكثف مثالي) لكن المكثف الحقيقي معرض لتسرب الشحنة مع مرور الوقت

- بعد شحن المكثف تكون شحنات اللوحين متساويتان مقداراً ومختلفتين نوعاً .



مراجعة المفاهيم 4.1

بعض الشكل مكثفاً مشحوناً. ما مجموع الشحنة الكلية على لوحي المكثف؟

a) $(+q) + (-q) = 0$

b) $+q + (-q) = 0$

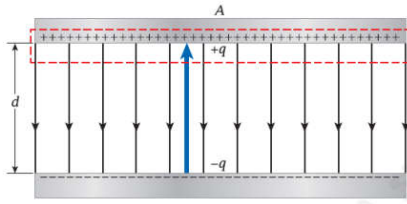
c) $+q + (-q) = 2q$

d) $(+q) + (-q) = 2q$

e) q



4.3 المكثف متوازي اللوحين والأنواع الأخرى من المكثفات Parallel Plate Capacitor and Other Types of Capacitors



أولاً : المكثف متوازي اللوحين :

هو عبارة عن لوحين فلزيين متوازيين موضوعين في الفراغ

- عندما يشحن اللوحان يحمل أحدهما شحنة موجبة والآخر شحنة سالبة حسب قطبي البطارية
- يتجه المجال الكهربائي من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .
- دائماً يكون اتجاه المجال الكهربائي متعامد على سطحي اللوحين المتوازيين
- يمكن إيجاد المجال الكهربائي باستخدام قانون جاوس

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \iint E dA = E \iint dA = EA \rightarrow EA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

- يمكن إيجاد فرق الجهد من خلال العلاقة :

$$\Delta V = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \rightarrow \Delta V = Ed = \frac{qd}{\epsilon_0 A}$$

- ومن خلال دمج علاقة فرق الجهد مع تعريف السعة يمكننا الحصول على العلاقة التالية:

$$C = \left| \frac{q}{\Delta V} \right| = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

العوامل التي تعتمد عليها سعة المكثف المستوي

$$C = \left| \frac{q}{\Delta V} \right| = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

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

ملاحظات مهمة جداً:

- 1- عند شحن المكثف وإبقائه متصلاً بالبطارية فإن (ΔV) يبقى ثابتاً مهما حدثت تغيرات هندسية بالمكثف . انظر السؤال 4.9 الصفحة 109
- 2- عند شحن المكثف ثم فصله عن البطارية فإن شحنته تبقى ثابتة مهما حدثت من تغيرات هندسية في المكثف . انظر مراجعة المفاهيم 4.2 الصفحة 91

مراجعة المفاهيم 4.3

افترض أن لديك مكثفاً متوازي اللوحين مساحة كل من لوحيه A تفصل بينهما مسافة d. لكن صغر مساحة اللوحة التي تتوصل عليها الدائرة بجبرك على تقليل مساحة المكثف بمقدار النصف. ماذا يمكنك فعله للتعويض والحفاظ على قيمة السعة نفسها؟

- (a) تقليل d إلى النصف
- (b) زيادة d إلى مثلي ما كانت عليه
- (c) تقليل d إلى الربع
- (d) زيادة d إلى 4 أمثال

سؤال الاختبار الذاتي 4.1

قامت بشحن مكثف متوازي اللوحين باستخدام بطارية. ثم قمت بإزالة البطارية وعزل المكثف. إذا قللت المسافة بين لوحيه المكثف، فماذا سيحدث للمجال الكهربائي بين اللوحين.

مراجعة المفاهيم 4.2

افترض أنك قمت بشحن مكثف متوازي اللوحين باستخدام بطارية ثم أزلت البطارية. وقمت بعزل المكثف وتركه مشحوناً. ثم قمت بتحريك لوح المكثف بعيداً عن بعضهما البعض. عندها فرق الجهد بين اللوحين سوف

- (a) يزيد.
- (b) ينخفض.
- (c) يظل كما هو.
- (d) لا يمكن تحديده.



مساحة المكثف متوازي اللوحين

مثال 4.1

يحتوي المكثف متوازي اللوحين على لوحين تفصلهما مسافة تبلغ 1.00 mm (الشكل 4.11).

المسألة

ما المساحة المطلوبة لإعطاء هذا المكثف سعة بمقدار 1.00 F؟

.....

.....

.....

4.3 تنخفض المسافة بين لوحي مكثف متوازي اللوحين بمقدار النصف وتتضاعف مساحة اللوحين. ماذا يحدث للسعة؟

- (a) تبقى بدون تغيير.
(b) تتضاعف.
(c) تتضاعف أربع مرات.
(d) تنخفض بمقدار النصف.

4.2 مكثف متوازي اللوحين سعته C ومساحة

لوحية A مع مسافة d بينهما. عند توصيل المكثف ببطارية توفر فرق جهد V . يكون لديه شحنة مقدارها Q على لوحيه. أثناء توصيل المكثف بالبطارية، يتم تقليل المسافة بين اللوحين بمقدار الثلث. عندها سيساوي مقدار الشحنة على اللوحين والسعة

- (a) $\frac{1}{3}Q$ و $\frac{1}{3}C$
(b) $\frac{1}{3}Q$ و $3C$
(c) $3Q$ و $\frac{1}{3}C$
(d) $3Q$ و $3C$

4.9 مكثف متوازي اللوحين موصول ببطارية للشحن. وبعد مرور بعض الوقت بينما لا تزال البطارية موصلة بالمكثف، تضاعفت المسافة بين لوحي المكثف. أي العبارات التالية صحيحة؟

- (a) ينخفض المجال الكهربائي إلى النصف.
(b) ينخفض فرق جهد البطارية إلى النصف.
(c) تتضاعف السعة.
(d) لا يتغير فرق الجهد عبر أو بين اللوحين.
(e) لا تتغير الشحنة على اللوحين.

4.7 أي مما يلي يتناسب طرديًا مع سعة مكثف متوازي اللوحين؟

- (a) الشحنة المخزنة في كل لوح موصول
(b) فرق الجهد بين اللوحين
(c) المسافة الفاصلة بين اللوحين
(d) مساحة كل لوح
(e) جميع ما سبق
(f) لا شيء مما سبق

4.29 تُصنع المكثفات الفائقة التي تبلغ سعتها 1.00 F أو أكثر من ألواح ذات تركيب يشبه الإسفنج بمساحة سطح كبيرة جدًا. حدّد مساحة سطح المكثف الفائق الذي تبلغ سعته 1.00 F ولديه فاصل فعال بين لوحيه مسافته $d = 1.00 \text{ mm}$.

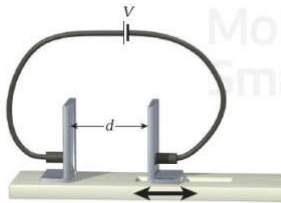
.....

.....

.....

.....

.....



4.35 يتكون مكثف من لوحين متوازيين، لكن يمكن أن يتحرك أحدهما نسبيًا إلى الآخر. كما هو موضح في الشكل. يملأ الهواء المساحة بين اللوحين، وتبلغ السعة 32.0 pF عندما يساوي الفاصل بين اللوحين $d = 0.500 \text{ cm}$.

- (a) موصول باللوحين بطارية توفر فرق جهد يبلغ $V = 9.00 \text{ V}$. ما توزيع الشحنة σ على اللوح الأيسر؟ ما السعة C وتوزيع الشحنة σ عندما تتغير d إلى 0.250 cm؟
(b) عندما $d = 0.500 \text{ cm}$ ، فُصلت البطارية عن اللوحين، ثم تحرك اللوحين لتصبح المسافة $d = 0.250 \text{ cm}$. ما فرق الجهد V بين اللوحين؟

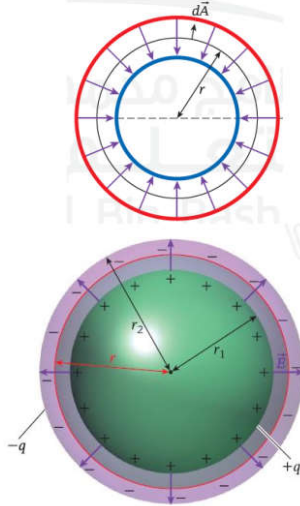
.....

.....

.....

.....

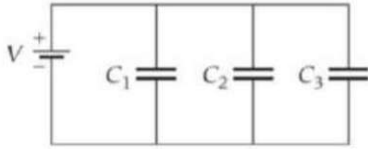
.....

ثانياً : المكثف الاسطواني :

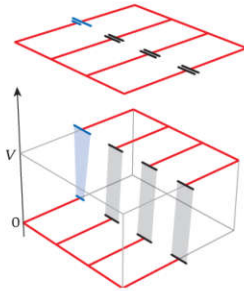
- ❖ يتكون المكثف الاسطواني من اسطوانتين متحدتين في المركز ويوجد بينهما فراغ ، حيث (r_1) نصف قطر الأسطوانة الداخلية وتحمل شحنة $(-q)$ بينهما (r_2) نصف قطر الأسطوانة الخارجية وتحمل شحنة $(+q)$
- ❖ يتجه المجال الكهربائي بين الاسطوانتين باتجاه نصف القطر إلى الداخل ومتعامداً على أسطح الاسطوانتين.
- ❖ سعة المكثف الاسطواني تعتمد فقط على الأبعاد الهندسية للمكثف

ثانياً : المكثف الكروي :

- ❖ يتكون المكثف الكروي من جسمين كرويين موصلين متحدتين في المركز ويوجد بينهما فراغ ، حيث (r_1) نصف قطر الكرة الداخلية وتحمل شحنة $(+q)$ بينما (r_2) نصف قطر الكرة الخارجية وتحمل شحنة $(-q)$
- ❖ يتجه المجال الكهربائي بين الجسمين الكرويين باتجاه نصف القطر إلى الخارج ومتعامداً على سطح كل من الجسمين الكرويين
- ❖ سعة المكثف الكروي تعتمد على الأبعاد الهندسية للمكثف الكروي .

4.4 المكثفات في الدوائر الكهربائية Capacitors in Circuits**المكثفات في الدوائر الكهربائية :**

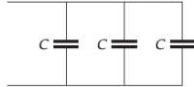
- يتم توصيل المكثفات بالدوائر الكهربائية بطرق مختلفة ، وهناك طريقتي أساسيتين لعملية توصيل المكثفات:

أولاً : المكثفات المتصلة على التوازي.

- يتصل كل لوح من جميع المكثفات بنفس قطب البطارية
 - فرق الجهد الكهربائي للمكثفات متساوي ويساوي جهد البطارية
 - الشحنة الكلية للمكثفات تتوزع على كل المكثفات بنسبة سعاتها
 - السعة الكهربائية المكافئة لمجموعة مكثفات متصلة على التوازي :
- $$\Delta V_t = \Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \dots$$
- $$q_t = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$$
- $$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

مراجعة المفاهيم 4.8

ثلاثة مكثفات، كل بسعة C ، متصلة كما هو موضح في الشكل. ما السعة المكافئة لهذا الترتيب من المكثفات؟



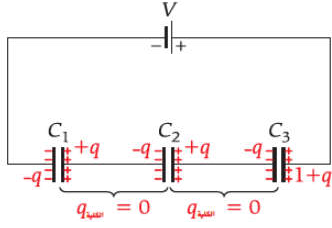
- a) $C/3$
b) $3C$
c) $C/9$
d) $9C$
e) لا شيء
ما سبق

- في حالة المكثفات المتماثلة بالسعة الكهربائية فإن السعة المكافئة
- $C_{eq} = nC$ حيث أن n عدد المكثفات المتماثلة المتصلة على التوازي وبالتالي تكون شحنة كل

منهما متساوية ومجموعها تساوي الشحنة الكلية

من خصائص التوصيل على التوازي:

- السعة المكافئة تساوي المجموع الجبري لسعات المكثفات
- السعة المكافئة تكون أكبر من أكبر سعة لمكثف من المكثفات المتصلة على التوازي
- بزيادة عدد المكثفات فإن السعة المكافئة تزداد
- الهبوط بالجهد لكل مكثف مساوي لهبوط الجهد لكل مكثف ويساوي فرق الجهد الذي توفره البطارية



ثانياً: المكثفات المتصلة على التوالي .

- تنتج البطارية شحنة كهربائية تكون متساوية على كل مكثف . وذلك بسبب حدوث الحث الذي يحدث من اللوح الأول للمكثف الى اللوح الآخر وهكذا
- فرق الجهد الكلي الذي توفره البطارية مجموع الهبوط بالجهد بالمكثفات وبالتالي فإن :

$$\Delta V_t = \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 \dots$$

- الشحنة الكلية التي تنتجها البطارية تساوي شحنة كل مكثف

$$q_t = q_1 = q_2 = q_3 = \dots$$

- السعة الكهربائية لمجموعة سعات المكثفات C_{eq} تساوي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

- في حالة المكثفات متماثلة في السعة الكهربائية فإن : $C_{eq} = \frac{C}{n}$ حيث n عدد المكثفات المتصلة على التوالي

4.5 مراجعة المفاهيم

بالنسبة إلى دائرة بثلاثة مكثفات متصلة على التوالي، يجب أن تكون السعة المكافئة دائماً

- مساوية لأكبر السعات الفردية الثلاث.
- مساوية لأصغر السعات الفردية الثلاث.
- أكبر من أكبر السعات الفردية الثلاث.
- أصغر من أصغر السعات الفردية الثلاث.

4.7 مراجعة المفاهيم

ثلاثة مكثفات، كل بسعة C ، متصلة كما هو موضح في الشكل. ما السعة المكافئة لهذه المجموعة من المكثفات؟



- $C/3$
- $3C$
- $C/9$
- $9C$
- لا شيء

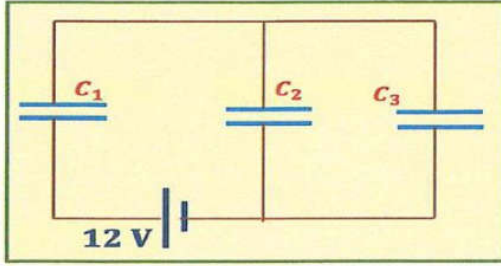
من خصائص التوصيل على التوالي

- مقلوب السعة المكافئة تساوي المجموع الجبري لمقلوب سعات المكثفات
- السعة المكافئة تكون أصغر من أصغر سعة لمكثف من المكثفات المتصلة على التوالي
- بزيادة عدد المكثفات فإن السعة المكافئة تقل .
- مجموع الهبوط بالجهد لكل المكثفات يساوي فرق الجهد الذي توفره البطارية

4.6 مراجعة المفاهيم

هبط الجهد لدائرة بثلاثة مكثفات لها سعات مختلفة موصلة على التوالي هو

- نفسه عبر كل مكثف وله قيمة فرق الجهد نفسه الذي توفره البطارية.
- نفسه عبر كل مكثف ولديه $\frac{1}{3}$ من قيمة فرق الجهد الذي توفره البطارية.
- أكبر في المكثف ذي السعة الأصغر.
- أكبر في المكثف ذي السعة الأكبر.



في الدائرة الكهربائية المجاورة :

$$C_1 = 5.0 \mu F$$

$$C_2 = 6.0 \mu F$$

$$C_3 = 9.0 \mu F$$

أجب عما يلي :

21 - احسب السعة الكهربائية المكافئة للدائرة .

22 - احسب الشحنة الكهربائية للمكثف (C_1).

- في الدائرة الكهربائية المجاورة المكثف C_2 مشحون وفرق الجهد بين لوحيه (6.0 V) و المكثف C_1 غير مشحون، عند غلق المفتاح في الدائرة يصبح فرق الجهد بين لوحي المكثف C_2 (4.0 V)،

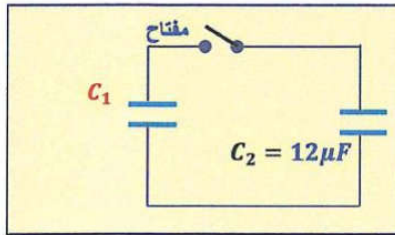
ما السعة الكهربائية للمكثف C_1 ؟

☐ 18 μF

☐ 12 μF

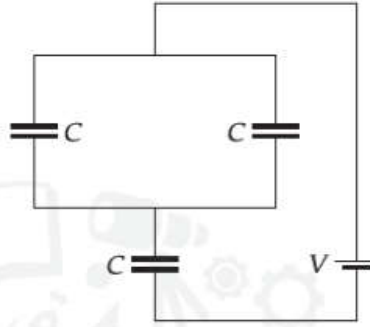
☐ 9.0 μF

☐ 6.0 μF



سؤال الاختبار الذاتي 4.2

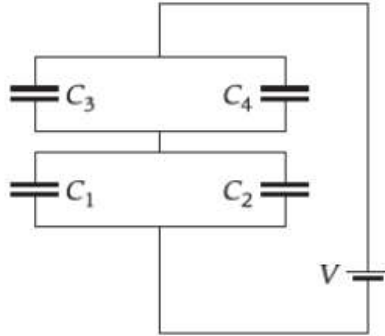
ما السعة المكافئة لأربعة مكثفات بسعة 10.0 μF متصلة على التوالي؟ ما السعة المكافئة لأربعة مكثفات بسعة 10.0 μF متصلة على التوازي؟



4.1 في الدائرة الموضحة في الشكل، سعة كل مكثف هي C . السعة المكافئة لهذه المكثفات الثلاثة تساوي

- a) $\frac{1}{3}C$. d) $\frac{5}{3}C$.
b) $\frac{2}{3}C$. e) C .
c) $\frac{5}{3}C$. f) $\frac{5}{3}C$.

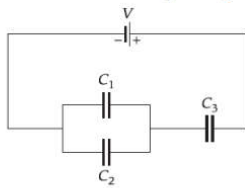
4.10 ارجع إلى الشكل، وحدد أي المعادلات التالية صحيحة. افترض أن كل المكثفات لديها سعات مختلفة. فرق الجهد في المكثف C_1 هو V_1 . فرق الجهد في المكثف C_2 هو V_2 . فرق الجهد في المكثف C_3 هو V_3 . فرق الجهد في المكثف C_4 هو V_4 . الشحنة المخزنة في المكثف C_1 هي q_1 . الشحنة المخزنة في المكثف C_2 هي q_2 . الشحنة المخزنة في المكثف C_3 هي q_3 . الشحنة المخزنة في المكثف C_4 هي q_4 .



- a) $q_1 = q_3$
b) $V_1 + V_2 = V$
c) $q_1 + q_2 = q_3 + q_4$
d) $V_1 + V_2 = V_3 + V_4$
e) $V_1 + V_3 = V$

4.9 مراجعة المفاهيم

ثلاثة مكثفات متصلة ببطارية كما هو موضح في الشكل. إذا كان $C_1 = C_2 = C_3 = 10.0 \mu F$ و $V = 10.0 V$ ، فما الشحنة على المكثف C_3 ؟



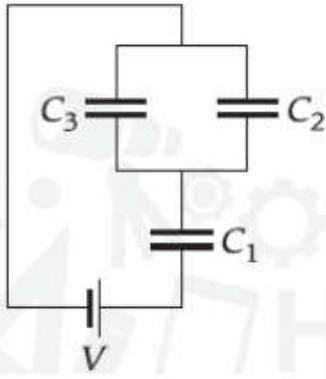
- a) $66.7 \mu C$ d) $300. \mu C$
b) $100. \mu C$ e) $457. \mu C$
c) $150. \mu C$

4.11 لديك عدد N من المكثفات المتماثلة كل منها لديه السعة C متصلة على التوالي. السعة المكافئة لهذا النظام من المكثفات تساوي

- a) NC . c) N^2C . e) C .
b) C/N . d) C/N^2 .

4.12 لديك عدد N من المكثفات المتماثلة كل منها لديه السعة C متصلة على التوازي. السعة المكافئة لهذا النظام من المكثفات تساوي

- a) NC . c) N^2C . e) C .
b) C/N . d) C/N^2 .



4.38 تم توصيل ثلاثة مكثفات ذات سعيات $C_2 = 1.30 \text{ nF}$ و $C_1 = 3.10 \text{ nF}$ و $C_3 = 3.70 \text{ nF}$ ببطارية ذات $V = 14.9 \text{ V}$. كما هو موضَّح في الشكل. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي المكثف C_2 ؟

.....

.....

.....

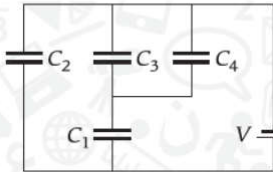
.....

.....

.....

.....

4-39 تم توصيل اربع مكثفات ذات سعيات $C_1 = 3.50 \text{ nF}$ و $C_2 = 2.10 \text{ nF}$ و $C_3 = 1.30 \text{ nF}$ و $C_4 = 4.90 \text{ nF}$ ببطارية ذات $V = 10.3 \text{ V}$ كما هو موضَّح في الشكل . ما السعة المكافئة لمجموعة المكثفات ؟



.....

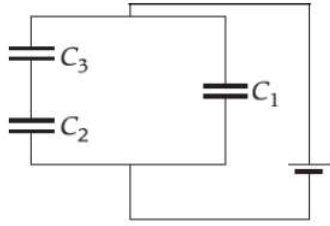
.....

.....

.....

.....

.....



4.66 يعرض الشكل ثلاثة مكثفات في دائرة:
 $C_2 = C_3 = 4.00 \text{ nF}$ و $C_1 = 2.00 \text{ nF}$
 أوجد الشحنة على كل مكثف عندما يساوي فرق الجهد المطبق $V = 1.50 \text{ V}$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5 الطاقة المخزنة في المكثفات Energy Stored in Capacitors

الطاقة المخزنة في المكثفات (U) :

- إحدى استخدامات المكثفات الكهربائية تخزين طاقة الوضع الكهربائية
- ميزة المكثفات عن البطاريات أنها تفرغ شحنتها وطاقتها في فترة زمنية قصيرة جداً
- لتخزين الطاقة في المكثف لا بد من بذل شغل بواسطة مصدر الطاقة كالبطارية حيث تعمل على نقل

مراجعة المفاهيم 4.10

ما مقدار الطاقة المخزنة في مكثف سعته $180 \mu\text{F}$ لوحدته وميض كاميرا مشحونة إلى 300.0 V ؟

- a) 1.22 J d) 115 J
 b) 8.10 J e) 300 J
 c) 45.0 J

الشحنات عكس اتجاه المجال الكهربائي.

- من العلاقة $q = C\Delta V$ كلما زادت شحنة المكثف زاد فرق الجهد بين لوحَي المكثف :

$$dW = \Delta V dq' = \frac{q'}{C} dq$$

- حيث : ΔV , q' هما فرق الجهد والشحنة اللحظيتين (المتزايدتين) أثناء الشحن

- يخزن المكثف طاقته في عدة صور :

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

السحابة الرعدية

مثال 4.3

افترض أنَّ سحابة رعدية بعرض 2.0 km وطول 3.0 km تخوم على ارتفاع 0.50 km فوق منطقة مسطحة. تحمل السحابة شحنة قدرها 160 C. ولا تحمل الأرض أي شحنة.

المسألة 1

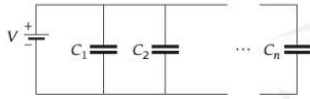
ما فرق الجهد بين السحابة والأرض؟

المسألة 2

تتطلب صواعق البرق قوى مجال كهربائي تصل إلى حوالي 2.5 MV/m. هل الظروف الموصوفة في نص المسألة 1 كافية لتوليد صواعق البرق؟

المسألة 3

ما إجمالي طاقة الوضع الكهربائية التي يحتويها المجال الواقع بين هذه السحابة الرعدية والأرض؟



الشكل 4.20 دائرة بها عدد n من المكثفات المتصلة على التوالي عبر بطارية.

الطاقة المخزنة في المكثفات

مسألة محلولة 4.1

المسألة

بافتراض وجود الكثير من المكثفات، لكل منها $C = 90.0 \mu\text{F}$ ، متصلة على التوالي عبر بطارية مع فرق جهد يساوي $\Delta V = 160.0 \text{ V}$. كم يلزم من المكثفات لتخزين 95.6 J من الطاقة؟

4.45 عندما يكون لدى مكثف شحنة مقدارها $60.0 \mu\text{C}$ على كل لوح، وفرق الجهد في اللوحين 12.0 V. ما كمية الطاقة المخزنة في هذا المكثف عندما يكون فرق الجهد في اللوحين 120 V؟

4.48* فرق الجهد في مكثفين متصلين على التوالي هو 120 V.

والسعات هي $C_1 = 1.00 \times 10^3 \mu F$ و $C_2 = 1.50 \times 10^3 \mu F$.

(a) ما إجمالي السعة لهذا الزوج من المكثفات؟

(b) ما الشحنة على كل مكثف؟

(c) ما فرق الجهد على كل مكثف؟

(d) ما إجمالي الطاقة التي يخزنها المكثفان؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* المكثفات والعوازل الكهربائية *

عند دراسة المكثفات نفترض ان الفراغ او الهواء هو ما يفصل بين موصلاتها ولكن عملياً يتم استخدام مواد عازلة يُطلق عليها اسم **العازل الكهربائي** حيث تعمل هذه المواد على :

- 1- يحافظ على ديمومة انفصال اللوحين .
- 2- يعزل اللوحين كهربائياً .
- 3- يجعل المكثف يتحمل فرق جهد اكبر مما كان يتحمله بوجود الهواء او الفراغ
- 4- يزيد من سعة المكثف .

* ملاحظات هامة جداً :

- 1- ثابت العزل الكهربائي هو نسبة السماحية الكهربائية بوجود العازل الى السماحية بوجود الهواء او الفراغ أي ان :

$$\kappa = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

وهو بلا وحدة قياس

- 2- وضع عازل كهربائي بين اللوحين يزيد من السعة بمقدار **ثابت العزل الكهربائي (κ)**
- 3- وضع العازل الكهربائي بين اللوحين يقلل من قيمة المجال الكهربائي بسبب استقطاب المادة العازلة ونشوء مجال داخلها معاكس لمجال المكثف وبالتالي تكون نسبة النقص في المجال وفق العلاقة التالية :

$$E = \frac{q}{\epsilon A}$$

وتكون نسبة النقص في فرق الجهد بين لوحي المكثف وفق العلاقة التالية :

$$\Delta V = \frac{qd}{\epsilon A}$$

اما الزيادة في السعة فتكون وفق العلاقة التالية :

$$C = \kappa C_{\text{هواء}}$$

- 4- لكل مادة عازلة **شدة عزل كهربائي** وهي خاصية تعبر عن قدرة المادة على تحمل الحد الأقصى لفرق الجهد بحيث اذا تجاوزت شدة المجال بين اللوحين شدة العزل الكهربائي يتعطل العازل ويتأين ويصبح موصل ينقل الشحنة بين اللوحين عبر شرارة كهربائية مما يؤدي الى تلف المكثف .

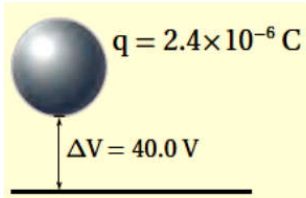
- 5- مقدار ثابت العزل للفراغ هو الأقل على الإطلاق ويساوي (1) صحيح وللهواء هو في حدود (1) صحيح ولبقية المواد العازلة اكبر من (1)

- 6- دائماً نعتبر المكثف مملؤ تماماً بالعازل مالم يشير السؤال الى غير ذلك .

س1) مكثف كهربائي سعته ($27 \mu F$) وفرق الجهد بين لوحيه ($45 V$). **احسب** مقدار شحنة المكثف ؟

س2) مكثفان كهربائيان سعة الأول ($3.3 \mu F$)، وسعة الثاني ($6.8 \mu F$) إذا وصل كل منهما بفرق جهد ($24.0 V$).
فأي المكثفين له شحنة أكبر ؟ ما مقدار تلك الشحنة ؟

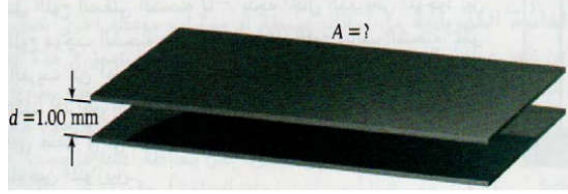
س3) إذا شحن كل من المكثفين في المسألة السابقة بشحنة مقدارها ($3.5 \times 10^{-4} C$) فأيهما له فرق جهد أكبر ؟ وما مقداره



س4) إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين كرة موصلة والأرض يساوي ($40.0 V$) عند شحنه مقدارها ($2.4 \times 10^{-6} C$). ما مقدار سعتها الكهربائية ؟

س5) عند إضافة شحنة مقدارها ($2.5 \times 10^{-5} C$) إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من ($12.0 V$) إلى ($14.0 V$)
احسب سعة المكثف ؟

س6) ما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين لوحين مكثف سعته ($5.4 nF$) ومشحون بشحنة مقدارها ($8.2 \times 10^{-4} C$)



س 7 مكثف متوازي اللوحين تفصل بينهما مسافة (1.0mm)

• ما **المساحة** المطلوبة لإعطاء المكثف سعة قدرها (1.0F)

$$A = 1.13 \times 10^8 \text{ m}^2$$

س 8 تصنع المكثفات الفائقة التي تبلغ سعتها (1.0 F) أو أكثر من ألواح ذات تركيب يشبه الإسفنج بمساحة سطحية كبيرة جدا . حدد **مساحة سطح** المكثف الفائق الذي تبلغ سعته (1.0 F) ولديه فاصل فعال بين لوحيه مسافة (d=1.0 mm)

$$A = 1.3 \times 10^3 \text{ m}^2$$

س 9 صفيحة معدنية مساحتها الكلية (0.0096 m) أراد المتعلم أن يصنع من الصفيحة المتوفرة مكثف متوازي اللوحين يشغل الهواء الحيز بين صفيحتيه وكانت أقل مسافة ممكنة بين صفيحتي المكثف (0.01 m) .

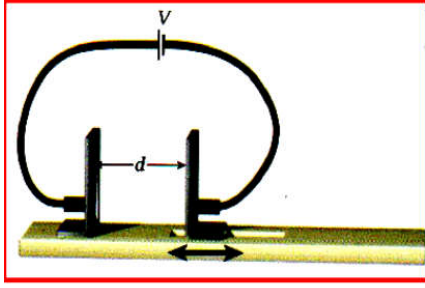
$$C = 4.2 \times 10^{-12} \text{ F}$$

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

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

س 10 مكثف متوازي اللوحين المساحة المشتركة للوحيه تساوي (4.0 Cm) شحن من بطارية فكان المجال الكهربائي بين لوحيه يساوي (2.0 X 10⁵ N/C) **احسب** شحنة المكثف .

$$q = 7.1 \times 10^{-10} \text{ C}$$



س 17 يتكون مكثف من لوحين متوازيين ، يمكن أن يتحرك أحدهما نسبياً إلى الآخر ، كما هو موضح في الشكل المجاور . يملأ الهواء الحيز بين صفيحتيه وتبلغ سعته (32.0pF) عندما كانت المسافة بين اللوحين ($d = 0.500 \text{ Cm}$)

1 إذا تم توصيل بطارية جهدها (9.0 V) . ما **توزيع** الشحنة على اللوح الأيسر؟

- 1- $1.59 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- 2- 64.0 Pf
- 3- $3.19 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- 4- 4.50 V

2 احسب السعة ؟

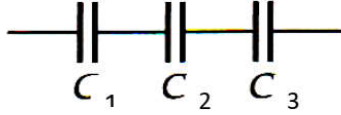
3 إذا تغيرت المسافة بين اللوحين لتصبح ($d = 0.250 \text{ Cm}$) ما **توزيع** الشحنة ؟

4 إذا **فصلت** البطارية عن المكثف ثم تحرك اللوحين لتصبح المسافة ($d = 0.250 \text{ Cm}$) . ما **فرق الجهد** بين اللوحين ؟

توالي $C_{eq} = 2.5 \mu F$
توالي $C_{eq} = 40.0 \mu F$

س 18) ما السعة المكافئة لأربعة مكثفات بسعة $(10.0 \mu F)$ متصلة على التوالي؟ التوازي؟

س 19) ثلاثة مكثفات مختلفة السعة $(C_1=10.0 \mu F, C_2=8.0 \mu F, C_3=6.0 \mu F)$ متصلة على التوالي كما في الشكل المجاور



$C_{eq} = 2.6 \times 10^{-6} F$

ومتصلة ببطارية جهدها $(20.0 V)$. اجب عن الآتي :
1) ما السعة المكافئة لهذه المجموعة من المكثفات ؟

$V_1 = 5.1 v$

$V_2 = 6.4 v$

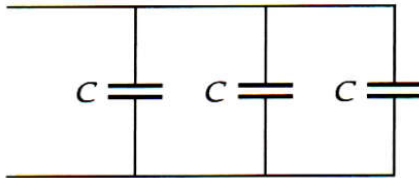
$V_3 = 8.5 v$

2) احسب الهبوط في الجهد لكل مكثف ؟

$q_{eq} = 5.10 \times 10^{-5} c$

3) احسب الشحنة الإجمالية لهذه المجموعة من المكثفات ؟

س 20) ثلاثة مكثفات مختلفة السعة $(C_1=10.0 \mu F, C_2=8.0 \mu F, C_3=6.0 \mu F)$ متصلة على التوازي كما في الشكل

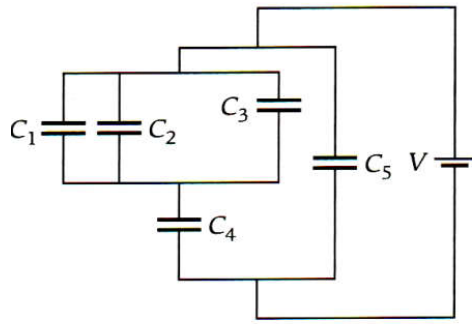


المجاور ومتصلة ببطارية جهدها $(20.0 V)$. اجب عن الآتي

1) ما السعة المكافئة لهذه المجموعة من المكثفات ؟

2) احسب الهبوط في الجهد لكل مكثف ؟

3) احسب الشحنة الإجمالية لهذه المجموعة من المكثفات ؟



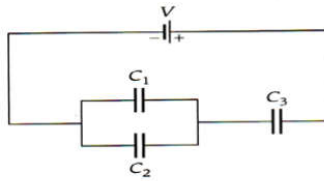
❖ نظام من المكثفات :

- بالنظر إلى الدائرة في الشكل المجاور نلاحظ أنها تحتوي على خمسة مكثفات تتصل ببطارية جهدها (12.0 V) ، إذا كانت سعة كل مكثف (5.0nC)

$$C_{eq} = 8.8 \text{ nC}$$

- 2 ما الشحنة المتراكمة على كل مكثف ؟

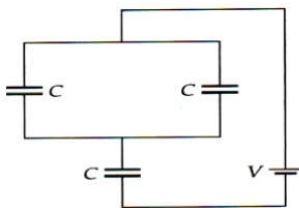
$$\begin{aligned} q_1 &= q_2 = q_3 = 15.0 \text{ nC} \\ q_4 &= 45.0 \text{ nC} \\ q_5 &= 60.0 \text{ nC} \end{aligned}$$



- س 21 ثلاثة مكثفات متصلة ببطارية كما هو موضح في الشكل المجاور

إذا كان ($c_1 = c_2 = c_3 = 10.0 \mu\text{F}$) ، ($V = 10.0 \text{ v}$) .

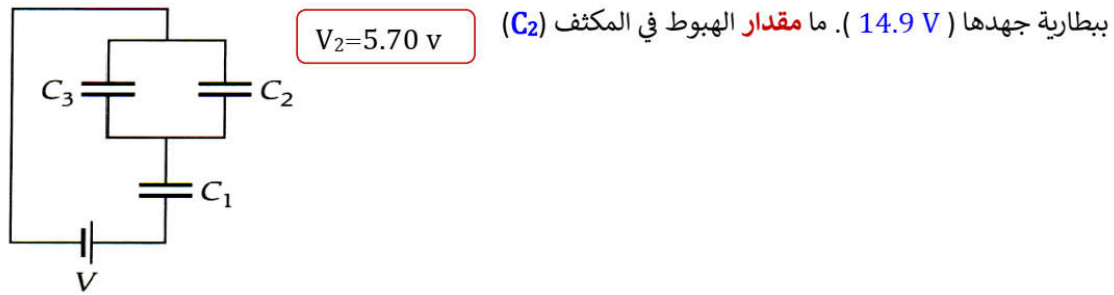
- 1 ما الشحنة التي تتراكم على المكثف (C_3) $q = 66.7 \times 10^{-6} \text{ C}$



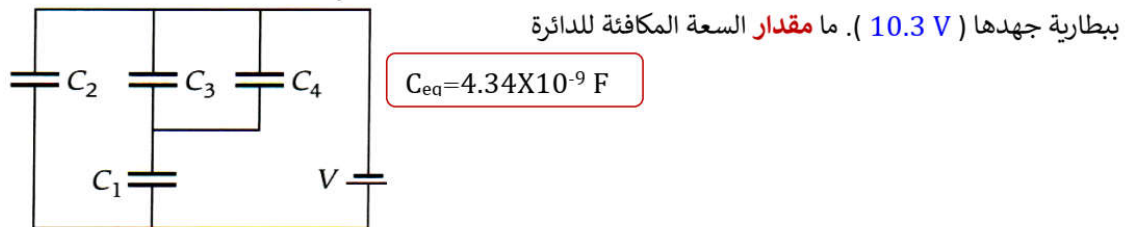
- س 22 في الدائرة الموضحة بالشكل إذا شحن كل مكثف بشحنة مقدارها (q) وسعة كل

مكثف هي (C) وجميعها متصلة ببطارية جهدها (V) ما السعة المكافئة للدائرة المجاورة

س 23) تم توصيل ثلاث مكثفات ذات سعات مختلفة مقاديرها ($C_1=3.10\text{nF}$, $C_2=1.30\text{nF}$, $C_3=3.70\text{nF}$)

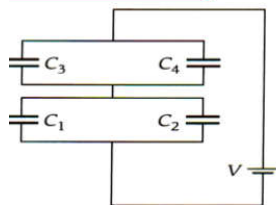


س 24) تم توصيل أربعة مكثفات ذات سعات مختلفة ($C_1=3.50\text{nF}$, $C_2=2.10\text{nF}$, $C_3=1.30\text{nF}$, $C_4=4.90\text{nF}$)



س 25) في الشكل المجاور دائرة تحتوي على أربعة مكثفات ($C_1=18.0\mu\text{F}$, $C_2=11.3\mu\text{F}$, $C_3=33.0\mu\text{F}$, $C_4=44.0\mu\text{F}$)

إذا كان جهد البطارية (10.0 V) . ما إجمالي الشحنة التي يجب أن يوفرها مصدر الطاقة لشحن المكثف $q= 2.4 \times 10^{-4}\text{ C}$



س 26 مكثف سعته الكهربائية ($9.0 \times 10^{-9} \text{ F}$) تم وصله ببطارية بحيث كان مقدار طاقة الوضع الكهربائية المخزنة فيه هي ($4.5 \times 10^{-7} \text{ J}$) . **احسب** فرق الجهد للبطارية .

$$\Delta V = 10.0 \text{ v}$$

س 27 مكثف متوازي اللوحين سعته ($3.2 \times 10^{-12} \text{ F}$) يملأ الهواء الحيز بين صفيحتيه والمسافة بينهما ($8.0 \times 10^{-3} \text{ m}$) ويتصل ببطارية فرق الجهد بين قطبيها (6.0 v) .

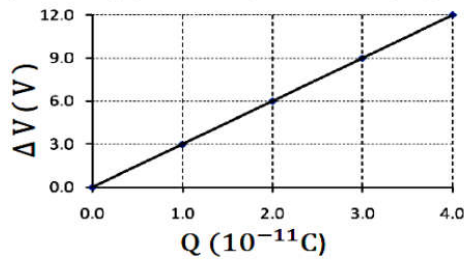
$$A = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

1 احسب المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف ؟

2 بأي عامل **تتغير** الطاقة المخزنة في المكثف إذا **استبدلت** البطارية بأخرى فرق الجهد بين طرفيها (12.0 v) **بين خطوات الحل**

$$\text{العامل} = 4$$

س 28 شحن مكثف متوازي اللوحين بوصل صفيحتيه بقطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12.0 v) . الرسم البياني يمثل منحنى تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي المكثف بتغير شحنته خلال عملية الشحن . إذا كان البعد بين الصفيحتين (1.2 mm)



$$A = 4.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

1 احسب المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف ؟

2 ماذا يمثل كلاً من ميل الخط البياني والمساحة تحت المنحنى ؟

3 احسب الزيادة في الطاقة المخزنة في المكثف والنتيجة عن **زيادة** شحنته من ($2.0 \times 10^{-11} \text{ C}$) إلى ($4.0 \times 10^{-11} \text{ C}$) أثناء عملية الشحن ؟

$$\Delta U = 1.8 \times 10^{-10} \text{ J}$$

س 29) مكثف يحمل شحنة مقدارها ($60.0 \mu\text{F}$) على كل لوح ، وفرق الجهد في اللوحين ($\Delta V = 12.0 \text{ v}$) .

$$\Delta U = 0.036 \text{ J}$$

احسب الطاقة المختزنة في المكثف عندما يصبح فرق الجهد في اللوحين (120.0 v) ؟

س 30) يتم شحن مكثف في جهاز الصدمات الكهربائية إلى (7.50 KV) ويخزن (2400 J) من الطاقة .

$$C = 85.3 \mu\text{F}$$

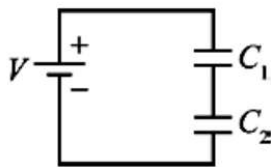
احسب سعة المكثف ؟

س 31) يبلغ المجال الكهربائي للأرض بالقرب من سطحها حوالي (150.0 V/m) . احسب الطاقة الكهربائية التي تحتويها كل

$$u = 9.96 \times 10^{-8} \text{ J/m}^3$$

متر مكعب من الهواء بالقرب من السطح ؟

س 32) إذا كان فرق الجهد في مكثفين متصلين على التوالي هو (120.0 v) والسعات هي ($C_1 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ F}$, $C_2 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ F}$) .



$$C_{eq} = 600 \mu\text{F}$$

1) ما إجمالي السعة لهذا النوع من المكثفات ؟

$$q = 7.2 \times 10^{-2} \text{ C}$$

2) ما الشحنة على كل مكثف ؟

$$V_1 = 72 \text{ V}$$

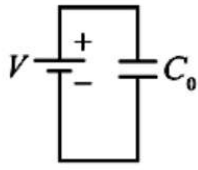
$$V_2 = 48 \text{ V}$$

3) احسب فرق الجهد الناتج على كل مكثف ؟

$$U = 4.32 \text{ J}$$

4) ما إجمالي الطاقة التي يخزنها المكثفان ؟

س 33) مكثف متوازي اللوحين سعته ($4.0 \times 10^3 \text{ nF}$) موصول ببطارية جهدها (12.0 V) وقد تم شحنه . **اجب عما يلي :**



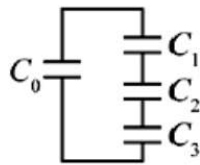
$$Q = 4.80 \times 10^{-5} \text{ C}$$

1 ما الشحنة (Q) على اللوح الموجب للمكثف ؟

$$U = 2.88 \times 10^{-4} \text{ J}$$

2 ما طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في المكثف ؟

❁ بعد ذلك يفصل المكثف ذو السعة ($4.0 \times 10^3 \text{ nF}$) ويستخدم في شحن ثلاثة مكثفات أخرى سعة كل منهما



($C_1 = 100 \text{ nF}$, $C_2 = 200 \text{ nF}$, $C_3 = 300 \text{ nF}$) متصلة على التوالي

3 احسب فرق الجهد في كل مكثف من المكثفات الأربعة بعد الشحن ؟

$$V_0 = 11.84 \text{ V}$$

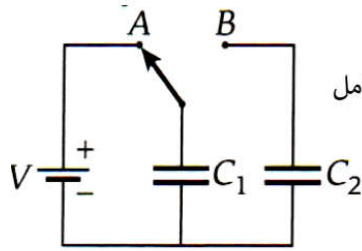
$$V_1 = 6.46 \text{ V}$$

$$V_2 = 3.23 \text{ V}$$

$$V_3 = 2.15 \text{ V}$$

4 ما مقدار الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف الذي سعته ($4.0 \times 10^3 \text{ nF}$) التي تم نقلها إلى المكثفات الأخرى ؟

$$\Delta U = 3.82 \times 10^{-6} \text{ J}$$



س 34 في الشكل المجاور دائرة كهربائية جهدها ($V=12.0 \text{ v}$)، سعة المكثفات متساويان ($C_1=C_2=500.0\text{PF}$) المفتاح مغلق إلى الوضع (A) والمكثف مشحون بالكامل

$$U = 7.20 \times 10^{-8} \text{ J}$$

1 احسب الطاقة التي توصلها البطارية ؟

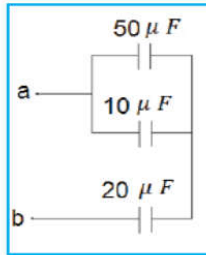
$$U = 3.60 \times 10^{-8} \text{ J}$$

2 احسب الطاقة المختزنة في المكثف الأول ؟

$$U = 9.0 \times 10^{-9} \text{ J}$$

بعد ذلك يتم نقل المفتاح إلى الوضع (B) ويسمح للدائرة بتحقيق الاتزان

3 احسب إجمالي الطاقة المختزنة في المكثفين (C_1) ، (C_2) .



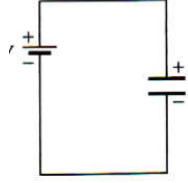
س 35 اعتماداً على البيانات الواردة في الشكل المجاور لدائرة تحتوي على مجموعة من المكثفات موصولة بين النقطتين (a, b) فرق الجهد بينهما (50.0 v)

$$U = 1.2 \times 10^{17} \text{ ev}$$

• ما مقدار الطاقة المختزنة في مجموعة المكثفات بوحدة (ev) ؟

س 36 مكثفان كهربائيان متماثلان (A) ، (B) تم شحن المكثف (A) بواسطة بطارية جهدها (6.0 V) بينما تم شحن المكثف (B) بواسطة بطارية جهدها (3.0 V) . احسب نسبة الطاقة المختزنة في المكثف (A) إلى الطاقة المختزنة في المكثف (B)

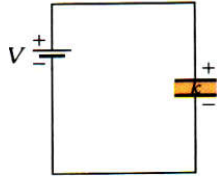
$$\frac{U_A}{U_B} = 4$$

مثال 4.5

1 افترض في مكثف متوازي اللوحين من **دون عازل كهربائي** سعته $(2.0 \mu F)$ وموصل ببطارية ذات فرق جهد $(12.0 V)$. ما **الشحنة** المخزنة في المكثف ؟

$$q = C\Delta V = (2.00 \cdot 10^{-6} F)(12.0 V) = 2.40 \cdot 10^{-5} C$$

2 في المثال السابق إذا أدخل **عازل كهربائي** له $(k=2.50)$ بين لوحي المكثف ليملاً الفراغ بينهما بالكامل . ما **الشحنة** التي على المكثف الآن ؟



$$q = 6.0 \times 10^{-5} C$$

3 افترض الآن أن المكثف مفصول عن البطارية . ماذا سيحدث للشحنة وفرق الجهد إذا أزلنا العازل الكهربائي ؟ لا تتغير الشحنة الموجودة على المكثف لأن المكثف مفصول عن البطارية وبالتالي لا يوجد مكان لتتدفق الشحنة فيه .

$$\Delta V = \frac{q}{C} = \frac{6.00 \cdot 10^{-5} C}{2.00 \cdot 10^{-6} F} = 30.0 V$$

4 **احسب** الطاقة المخزنة في المكثف في **وجود** المادة العازلة ؟ وبعد **إزالة** المادة العازلة ؟ أولاً : قبل إزالة المادة العازلة :

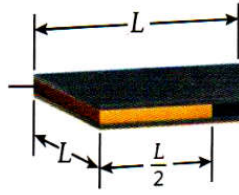
$$U = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \kappa C_{\text{هواء}} (\Delta V)^2$$

ثانياً : بعد إزالة المادة العازلة :

$$U = \frac{1}{2} C_{\text{هواء}} (\Delta V)^2$$

ملاحظة هامة

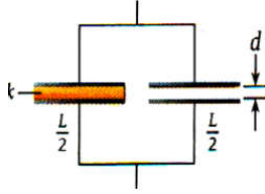
- بوجود البطارية بين لوحي المكثف يبقى **فرق الجهد ثابت** مهما أجرينا من تغيير .
- إذا كان المكثف **مشحون ومفصول** عن البطارية تبقى **شحنته ثابتة** مهما أجرينا من تغيير .



س 37 يتكون مكثف متوازي اللوحين من لوحين متواصلين مربعين بطول ضلع (10.0 cm) إذا كانت المسافة بين اللوحين ($d=0.250$ cm) أدخل عازل كهربائي ذو عزل كهربائي ($k=15.0$) وسمك العازل (0.250 cm) يبلغ عرض العازل (10.0 cm) وطوله (5.0 cm) ما سعة المكثف ؟

$$C_{12}=283 \text{ PF}$$

تعامل مع هذا المكثف كمكثفين متصلين على التوازي



س 38 لديك جهاز كهربائي يحتوي على مكثف سعته (10.0 μF). لكن التطبيق يحتاج إلى مكثف سعته (18.0 μF). ما **التعديل** الذي يجب إجراؤه على جهازك لزيادة سعته إلى (18.0 μF)

ج : من أجل زيادة سعة المكثف يمكن عمل الآتي :

- ① إضافة مادة عازلة للمكثف مع ثابت عازل مقداره ($k=1.80$)
- ② تغيير الشكل الهندسي للمكثف عن طريق انقاص البعد أو زيادة مساحة سطح اللوحين

المكثف متصل ببطارية : (ثابت ΔV)

إضافة مادة عازلة بين لوحي المكثف

التفسير	التغير	
لأن المكثف متصل ببطارية يبقى فرق جهد المكثف ثابت $\Delta V_{\text{مكثف}} = \Delta V_{\text{بطارية}}$ لو نقص الجهد لحظياً فإن البطارية تبذل شغلاً على المكثف حتى يعود الجهد لقيمه الثابتة . لو زاد الجهد لحظياً فإن المكثف يفرغ شحنته حتى يعود الجهد لقيمه الثابتة .	ثابت	جهد المكثف ΔV
لأن المكثف متصل ببطارية يبقى فرق جهد المكثف ثابت $\Delta V_{\text{مكثف}} = \Delta V_{\text{بطارية}}$ وحيث أن المسافة بين اللوحين لم تتغير لذلك تظل شدة المجال ثابتة $\Delta V = Ed$	ثابتة	شدة المجال E
عند إدخال المادة العازلة يقل فرق الجهد بين لوحي المكثف لحظة إدخال المادة العازلة بسبب تكون مجال داخل المادة العازلة فتبذل البطارية شغلاً ليصل الجهد إلى مقداره الثابت وتزداد الشحنة $Q = C\Delta V$ وتزداد السعة . يزداد معامل السماحية الكهربائية و $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ و السعة تتناسب طردياً مع معامل السماحية عند ثبات (A)، (d) فتزداد السعة .	تزداد	سعة المكثف C
عند إدخال المادة العازلة يقل فرق الجهد بين لوحي المكثف لحظة إدخال المادة العازلة بسبب تكون مجال داخل المادة العازلة فتبذل البطارية شغلاً ليصل الجهد إلى مقداره الثابت وتزداد الشحنة $Q = C\Delta V$ وتزداد السعة . لأن سعة المكثف زادت وظل فرق الجهد ثابت $Q = C\Delta V$ ولأنه متصل ببطارية يمكن تدفق المزيد من الشحنات على لوحي المكثف .	تزداد	شحنة المكثف Q
الطاقة المخزنة في المكثف تتناسب طردياً مع سعة المكثف عند ثبات فرق الجهد $U = \frac{1}{2} C\Delta V^2$	تزداد	الطاقة المخزنة U

زيادة المسافة الفاصلة بين لوحي المكثف

التفسير	التغير	
لأن المكثف متصل ببطارية يبقى فرق جهد المكثف ثابت $\Delta V_{\text{مكثف}} = \Delta V_{\text{بطارية}}$ لو نقص الجهد لحظياً فإن البطارية تبذل شغلاً على المكثف حتى يعود الجهد لقيمه الثابتة . لو زاد الجهد لحظياً فإن المكثف يفرغ شحنته حتى يعود الجهد لقيمه الثابتة .	ثابت	جهد المكثف ΔV
لأن المكثف متصل ببطارية يبقى فرق جهد المكثف ثابت $\Delta V_{\text{مكثف}} = \Delta V_{\text{بطارية}}$ وحيث أن المسافة بين اللوحين لم زادت لذلك تقل شدة المجال ثابتة $\Delta V = Ed$	تقل	شدة المجال E
لأن السعة تتناسب عكسياً مع المسافة بين اللوحين عند ثبات (A) ومعامل سماحية الوسط فتقل السعة $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$	تقل	سعة المكثف C
لأن سعة المكثف تقل والسعة تتناسب عكسياً مع المسافة بين اللوحين عند ثبات (A) ومعامل سماحية الوسط فتقل السعة ويظل الجهد ثابت وبالتالي تقل الشحنة $Q = C\Delta V$	تقل	شحنة المكثف Q
الطاقة المخزنة في المكثف تتناسب طردياً مع سعة المكثف عند ثبات فرق الجهد $U = \frac{1}{2} C\Delta V^2$	تقل	الطاقة المخزنة U

المكثف غير متصل ببطارية : (ثابت = Q)

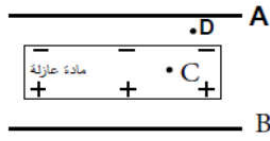
إضافة مادة عازلة بين لوحي المكثف

التفسير	التغير	
لأنه غير متصل بمصدر يعمل على بذل شغل لشحنه أو تفريغ شحنته فتظل الشحنة ثابتة	ثابت	شحنة المكثف Q
لأنه عند إضافة مادة عازلة يتكون مجال كهربائي داخل المادة العازلة معاكس لاتجاه المجال الأصلي بين اللوحين فيقل شدة المجال الكلي $E_{\text{مجال}} = E_{\text{مكثف}} - E_{\text{عازل}}$	تقل	شدة المجال E
لأنه عند إضافة مادة عازلة يتكون مجال كهربائي داخل المادة العازلة معاكس لاتجاه المجال الأصلي بين اللوحين فيقل شدة المجال الكلي $E_{\text{مجال}} = E_{\text{مكثف}} - E_{\text{عازل}}$ والمسافة بين اللوحين لم تتغير $\Delta V = Ed$ فيقل الجهد	يقل	جهد المكثف ΔV
لأنه عند إضافة مادة عازلة يتكون مجال كهربائي داخل المادة العازلة معاكس لاتجاه المجال الأصلي بين اللوحين فيقل شدة المجال الكلي $E_{\text{مجال}} = E_{\text{مكثف}} - E_{\text{عازل}}$ والمسافة بين اللوحين لم تتغير $\Delta V = Ed$ فيقل الجهد ولان الشحنة ثابتة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ فإن السعة تزداد	تزداد	سعة المكثف C
الطاقة المخزنة في المكثف تتناسب طردياً مع سعة المكثف عند ثبات فرق الجهد $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$	تقل	الطاقة المخزنة U

زيادة المسافة الفاصلة بين لوحي المكثف

التفسير	التغير	
لأنه غير متصل بمصدر يعمل على بذل شغل لشحنه أو غير متصل ب (مصباح) كي يفرغ شحنته فتظل الشحنة ثابتة	ثابت	شحنة المكثف Q
لأن الشحنة ثابتة وعندما تتغير المسافة بين اللوحين يتغير الجهد وتظل شدة المجال ثابتة	ثابتة	شدة المجال E
لأن فرق الجهد يتناسب طردياً مع المسافة بين اللوحين عند ثبات شدة المجال $\Delta V = Ed$	يزداد	جهد المكثف ΔV
لأن جهد المكثف يزداد وتظل الشحنة ثابتة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ لأن السعة تتناسب عكسياً مع المسافة بين اللوحين عند ثبات (A) ومعامل السماحية الكهربائية فتقل السعة	تقل	سعة المكثف C
الطاقة المخزنة في المكثف تتناسب طردياً مع سعة المكثف عند ثبات فرق الجهد $U = \frac{1}{2} Q \Delta V$	تزداد	الطاقة المخزنة U

س 39) يبين الشكل المجاور مكثفاً متوازي اللوحين (A,B) وبينهما مادة عازلة تكونت عليها شحنات موجبة وسالبة .



1 ما سبب تكون الشحنات في المادة العازلة ؟

2 ما نوع شحنة كل من اللوحين المتوازيين ؟

3 قارن بين مقدار شحنة اللوح (A) ومقدار شحنة اللوح (B)

4 قارن بين مقدار المجال عند النقطة (C) ومقدار المجال عند النقطة (D). **برر إجابتك .**

5 إذا سحبت المادة العازلة من بين اللوحين ، ما تأثير ذلك على فرق الجهد بينهما ؟ **برر إجابتك .**

$$U = 7 \times 10^{-7} \text{ J}$$

س 40) مكثف سعته (2000.0 PF) و متصلاً بطارية جهدها (30.0 V)

1 إذا أردت أن ترفع فرق الجهد بين لوحي المكثف من (30.0 V) إلى (40.0 V) . فما الشغل اللازم لذلك .

2 إذا ملأ الفراغ بين اللوحين بمادة عازلة فما التغير الذي يطرأ على كل من سعة المكثف وشحنته ؟ **فسر إجابتك**

س 41) مكثف هوائي سعته الكهربائية ($3.5 \times 10^{-7} \text{ F}$) وصل الى قطبي بطارية حتى تمام شحنه فكان مقدارها $7 \times 10^{-6} \text{ C}$. أجب

عما يلي:

a- احسب فرق الجهد بين قطبي البطارية.

b- إذا ملأ الحيز بين صفيحتيه بمادة عازلة، فأكمل الجدول الآتي مستخدماً الكلمات (يقبل - يزداد - يبقى ثابتاً) لتصف ما يحصل لمقدار كل من الكميات الواردة فيه.

فرق الجهد بين صفيحتيه	كمية الشحنة على كل من صفيحتيه	سعة المكثف الكهربائية	مقدار الشغل اللازم لشحن المكثف
.....			