

## الفصل الأول

### المتسعة

يمكن خزن الشحنات الكهربائية وبكميات محددة وقليلة في الموصل الكروي المعزول وكلما زاد مقدار الشحنة المخزونة (Q) سيزداد الجهد الكهربائي للموصل (V) على بعد معين (r) عن مركز الشحنة وفق العلاقة التالية :

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{r} = 9 \times 10^9 \times \frac{Q}{r}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{(Coulomb)^2} \quad \text{فتصبح العلاقة} \quad V = k \frac{Q}{r}$$

$Q =$  كمية الشحنة الكهربائية  $r =$  بعد السطح المراد قياس جهده عن مركز الشحنات  $\epsilon_0 =$  السماحية الكهربائية للفراغ

ولهذا يزداد فرق الجهد الكهربائي بين الموصل و أي جسم آخر ( الأرض أو الهواء مثلاً) ويزداد المجال الكهربائي كلما أضيفت إليه شحنات إلى الحد الذي قد يحصل عنده تفريغ كهربائي خلال الهواء المحيط بالموصل.

وهكذا عند شحن جسم موصل بشحنة معينة مقدارها (Q) كولوم فإنه يكتسب جهداً كهربائياً (V) فولط وعند زيادة كمية الشحنة يزداد جهده فإن **النسبة بين مقدار شحنة موصل وفرق جهده الكهربائي يسمى بالمتسعة الكهربائية وحداتها الفاراد**

**علل: لا يمكن الاستمرار في إضافة الشحنات الكهربائية لموصل كروي منفرد ومعزول**

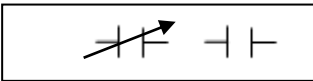
**س: (٢٢ ١٥): نادراً ما يستعمل الموصل المنفرد في تخزين الشحنات الكهربائية ؟**

**س: (٢٢ ٢٥): الموصل الكروي المنفرد المعزول يمكنه تخزين كمية محدودة من الشحنات الكهربائية ؟ علل ذلك؟**

ج: لأنه عند زيادة الشحنة يزداد جهد الموصل (V) ويزداد فرق الجهد بينه وبين أي جسم مجاور آخر فيزداد المجال الكهربائي مما يؤدي إلى حصول التفريغ الكهربائي لذا لا يستعمل الموصل المنفرد في تخزين الشحنات الكهربائية .

### المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

هي عبارة عن صفيحتين موصلتين متوازيتين ( بأي شكل كان) أو أكثر معزولتين تربط أحدهما إلى القطب الموجب للبطارية فتظهر عليها شحنة موجبة ( $Q^+$ ) والصفيحة الأخرى إلى القطب السالب للبطارية فتظهر عليها شحنة سالبة ( $Q^-$ ) مساوية للشحنة الموجبة بالمقدار وكلا الشحنتين تقعان على السطحين الداخليين المتقابلين للصفيحتان (بسبب قوة التجاذب الكهربائي) ويكون صافي الشحنة على المتسعة يساوي صفراً. وسندرس المتسعات (ذات الصفيحتين المتوازيتين). ويعد المجال الكهربائي منتظماً لتوازي خطوط المجال الكهربائي ( بإهمال خطوط المجال الكهربائي عند الحافات) إذا كان البعد بين الصفيحتين  $d$  صغيراً جداً مقارنة مع مساحة الصفيحة الواحدة {أبعادها} ويرمز لها بالدوائر الكهربائية بالرمز بالشكل



**س: ما هي المتسعة وما عملها ؟**

**ج: هي جهاز مكون من زوج من الصفائح الموصلة أو أكثر يفصل بينها عازل، يستعمل لتخزين ١: الشحنة الكهربائية ٢: الطاقة الكهربائية.**

**س: ماذا يعني أن المتسعة سعتها أكثر؟**

ج: يعني أنها تستوعب شحنة مقدارها أكبر .

**س: متى يعتبر المجال الكهربائي بين لوحي المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين منتظماً؟**

ج: عندما يكون البعد بين الصفيحتين صغيراً جداً بالمقارنة مع أبعاد الصفيحة الواحدة وعندئذٍ يهمل عدم انتظام المجال عند حافات صفائح المتسعة

س: ماذا نعني أن سعة المتسعة (٢) مايكروفاراد؟

ج: كمية الشحنة المخزنة مقدارها ٢ مايكروكولوم في أي من صفيحتي المتسعة لرفع فرق الجهد الكهربائي بينهما إلى واحد فولت .

س: ماذا يحصل لفرق الجهد الكهربائي ( $\Delta V$ ) إذا زاد مقدار الشحنة (Q) وماذا تدعى النسبة بينهما ؟

ج: يزداد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين وجهي المتسعة كلما زاد مقدار الشحنة بحيث تبقى النسبة بينهما مقدار ثابت يدعى

سعة المتسعة (C) وتعطى بالعلاقة التالية:  $C = \frac{Q}{\Delta V}$

$$Farad = \frac{Coulomb}{Volt}$$

وتقاس السعة بوحدات الفاراد ( Farad )

**الفاراد** : هو سعة الموصل الذي وضعت عليه شحنة واحد كولوم وكان جهده فولط واحد  $1Farad = \frac{coulomb}{volt}$

ولكن ( 1Farad ) كبيرة جداً في معظم التطبيقات العملية فتكون الوحدات الأكثر ملاءمة عملياً هي

$$1\mu F = 10^{-6} F \quad 1nF = 10^{-9} F \quad 1pF = 10^{-12} F$$

س: ما تعريف **السعة الكهربائية** للمتسعة ؟

ج: هي النسبة بين الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي المتسعة الى فرق الجهد بين صفيحتيها .

س: ( ت ٢٢): **علل صافي الشحنة على صفيحتي المتسعة يساوي صفراً**

ج: لان كمية الشحنات على الصفيحة الموجبة تساوي كمية الشحنات السالبة على الصفيحة السالبة لذلك صافي الشحنة صفراً

### **العازل الكهربائي**

هناك مواد عدة إضافة لكونها عازلة فهي

١: رديئة التوصيل للكهربائية عند الظروف الاعتيادية

٢: تعمل على تقليل مقدار المجال الكهربائي الموضوعة فيه

مثل الورق المشمع، اللدائن (البلاستيك) ، الزجاج وتدعى هذه المواد بالمواد العازلة كهربائياً

س: ما صفات المادة العازلة التي توضع بين صفيحتي المتسعة الكهربائية (كعازل كهربائي)؟

ج: ١: عازلة كهربائية ٢: تعمل على تقليل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عما كان عليه قبل وضع العازل .

وتصنف المواد العازلة كهربائياً إلى نوعين

**a: العوازل القطبية :** مثل الماء النقي صفاتها

**1:تمتلك جزيئاته عزوماً كهربائية ثنائية القطبية (دايبول)دائمة**

**2:التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابتاً**

**س:(٢٣ ١٥) ما مميزات العوازل القطبية**

وتكون باتجاهات عشوائية في غياب المجال الكهربائي الخارجي ، وعند إدخال هذا النوع من العوازل بين صفيحتي متسعة مشحونة فالمجال الكهربائي بين صفيحتيها سيؤثر في هذه الدايبولات ويجعل معظمها يصطف باتجاه ذلك المجال . ونتيجة لذلك يتولد مجال كهربائي داخل العازل باتجاه معاكس للمجال الأصلي الخارجي المؤثر وأقل منه مقداراً. وبالنتيجة يقل المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي المتسعة إذا كانت مفصولة عن مصدرها.

**b:العوازل غير القطبية :** ( مثل الزجاج ، والبولي أثلين) صفاتها

**1:أى سوف تكتسب عزوماً كهربائية ثنائية القطب مؤقتة بطريقة الحث الكهربائي**

**2:البعد بين مركزي الشحنة الموجبة والسالبة غير ثابت .**

**س:(٢٣ ١٥) : قارن بين العوازل القطبية والعوازل غير القطبية**

العوازل غير القطبية	العوازل القطبية
تمتلك عزوماً كهربائية ثنائية القطب مؤقتة بطريقة الحث الكهربائي	تمتلك جزيئاته عزوماً كهربائية ثنائية القطبية (دايبول)دائمة
البعد بين مركزي الشحنة الموجبة والسالبة غير ثابت	التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابتاً

**A:للمتسعة المفصولة:**وعند إدخال هذا النوع من العوازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة سيعمل المجال الكهربائي بين الصفيحتين على إزاحة مركز الشحنة الشحنتين في الجزيئة الواحدة إزاحة ضئيلة ، وبهذا سيتحول الجزيء إلى دايبول يصطف باتجاه موازي للمجال الكهربائي المؤثر . وبالنتيجة سيظهر على وجه العازل شحنة موجبة مقابل الوجه السالب لصفحة المتسعة وشحنة سالبة مقابل الوجه الموجب لصفحة المتسعة (ويبقى العازل متعادلاً كهربائياً) وبهذا يصبح العازل مستقطب والشحنتان السطحيتان على وجهي العازل تولدان مجال كهربائي داخل العازل تعاكس المجال الكهربائي المؤثر بين وجهي صفحة المتسعة فيعمل على أضعاف المجال الكهربائي الخارجي المؤثر فتزداد سعة المتسعة .

وفي كلا نوعي العازل يعطى المجال الكهربائي المحصل ( $E_K$ ) بالعلاقة التالية:  $\vec{E}_K = \vec{E} + \vec{E}_d$

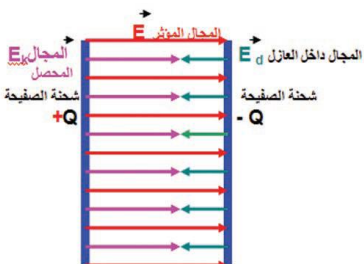
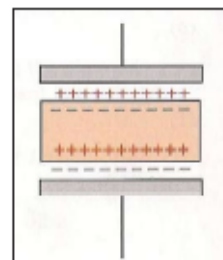
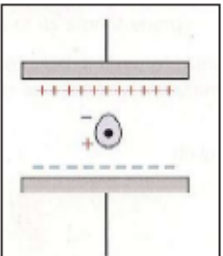
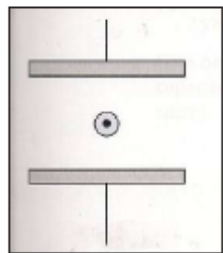
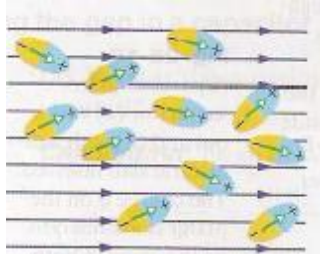
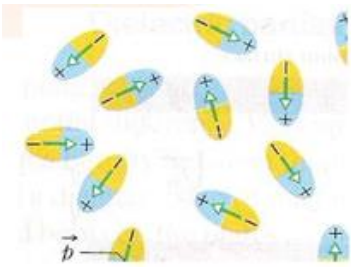
( هنا المجموع الأتجاهي)(يجمع وفقاً لجبر المتجهات)

$E =$  المجال قبل وضع العازل  $E_d =$  المجال داخل العازل  $E_K =$  المجال بعد وضع العازل

فيقل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة نسبة لمقدار ثابت العزل الكهربائي ( $K$ ) وفق

$$E_K = E - E_d = \frac{E}{K}$$

والمتسعة مفصولة عن مصدر الشحنات وبما أن المجال الكهربائي = انحدار الجهد ( $E = \frac{\Delta V}{d}$ )



أي أن فرق الجهد بين الصفيحتين يتناسب طردياً مع مقدار المجال الكهربائي بثبوت البعد فيقل فرق الجهد الكهربائي بمقدار  $(K)$  حيث  $(\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K})$  ( $Q=Q_k$  ثابتة) إذ أن  $\Delta V$  هو فرق الجهد بين الصفيحتين والفراغ هو العازل بينهما  $(\Delta V_k)$  هو فرق الجهد الكهربائي بينهما والعازل موجود.

ويرمز لمقدار سعة المتسعة بوجود العازل  $(C_k)$  فتكون  $(C_k = K C)$  أي أن  
 {سعة المتسعة بوجود العازل تزداد بمقدار حاصل ضربها بثابت العزل الكهربائي  $K$ }

س: (ت ٢٢): ما المقصود (عريف) ثابت العزل الكهربائي  $(K)$  للمادة العازلة؟

ج: هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل بين صفيحتيها إلى سعتها بوجود الفراغ أو الهواء بينهما. أي أن :  
 $K = \frac{C_k}{C}$  وهو السماحية النسبية للوسط العازل

أما إذا كانت المتسعة مربوطة للمصدر (البطارية) فإن فرق الجهد ثابت فيكون المجال المحصل نفسه في حالة وجود العازل أو عدم وجوده عازل لأن انحدار الجهد ثابت في الحالتين.

للمتسعة مربوطة للمصدر (البطارية): فإن فرق الجهد ثابت فيكون المجال المحصل نفسه في حالة وجود العازل أو عدم وجوده عازل لأن انحدار الجهد ثابت في الحالتين وكذلك المجال الكهربائي بينما الشحنة تزداد بعد وضع العازل .

س: (٢٣ ٢٤): ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند إدخال مادة عازلة بين صفيحتيها ولماذا؟

ج: إذا كانت المتسعة مفصولة عن مصدرها يقل المجال الكهربائي بين صفيحتيها لظهور مجال كهربائي داخل المادة العازلة يعاكس المجال الكهربائي والناتج من الشحنات المتكدسة على صفيحتيها .

س: ما تأثير المجال الكهربائي المنتظم في المواد العازلة غير القطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

ج: ١: تتولد دايبولات مؤقتة نتيجة لإزاحة مركز الشحنة الموجبة عن مركز الشحنة السالبة لجزيئات المادة العازلة (إزاحة ضئيلة).

٢: يتولد مجال كهربائي داخل العازل موازي للمجال بين صفيحتي المتسعة وأقل منه ومعاكس له بالاتجاه

٣: يُشحن وجه العازل بشحنة موجبة القريب الصفيحة السالبة ووجه العازل الأخر بشحنة سالبة والقريب من الصفيحة الموجبة مع بقاء المادة العازلة متعادلة الشحنة (متعادلة كهربائياً)

**نشاط بين تأثير إدخال العازل الكهربائي بين صفيحتي المتسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما ( تجربة فردي )**

**أدوات النشاط:** متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ( العازل بينهما هواء ) غير مشحونة ، بطارية فولطيتها مناسبة ، جهاز فولتمتر (V) أسلاك توصيل ، لوح من مادة عازلة كهربائياً ( ثابت عزلها  $K$ ) (٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦)

**خطوات النشاط:**

١: نربط أحد قطبي البطارية بإحدى الصفيحتين ثم نربط القطب الآخر بالصفيحة الثانية ، ستشحن المتسعة (أحد الوجهين موجب والآخر سالب الشحنة).

٢: نفصل البطارية عن صفيحتي المتسعة .

٣: نربط الطرف الموجب للفولتمتر (V) بالصفيحة الموجبة ونربط طرفه السالب بالصفيحة السالبة ، نلاحظ انحراف مؤشر الفولتمتر عند قراءة معينة. وذلك يعني تولد فرق جهد كهربائي  $(\Delta V)$  بين صفيحتي المتسعة المشحونة في الحالة التي يكون الهواء هو العازل .

٤: ندخل العازل بين الصفيحتين المشحونتين نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولتمتر .

**نستنتج من النشاط :**

إدخال عازل كهربائي ثابت عزله  $K$  بين صفيحتي متسعة مشحونة يسبب في إنقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل  $K$  فتكون  $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$  و نقصان فرق الجهد بين الصفيحتين سببه زيادة سعة المتسعة بعد العازل طبقاً

للمعادلة  $C = \frac{Q}{\Delta V}$  بثبوت مقدار الشحنة  $Q$  أي سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي تزداد بالعامل  $K$  فتكون  $C_k = K C$



س: (١٥ ١٧): ما تأثير ادخال عازل بين صفيحتي متسعة مشحونة ومعزولة عن مصدرها على كل من ١: فرق جهدها الكهربائي ٢: سعتها

**ملاحظة ١:** إذا شحنت متسعة ثم فصلت عن المصدر فإن الشحنة لا تتغير والتغير يحصل على فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند وضع عازل تبقى الشحنة ثابتة .  
**ملاحظة ٢:** أما إذا شحنت المتسعة إلى مصدر فرق جهد كهربائي ولم تفصل عنه فإن فرق الجهد الكلي يبقى ثابت وتزداد الشحنة عند إضافة عازل .

س: ماذا يحصل للمتسعة لو شحنت لفرق جهد أكبر من فرق جهدها الأقصى ولماذا ؟

ج: تتلف المتسعة بسبب ازدياد مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين إلى الحد الذي يحصل عنده الانهيار الكهربائي للعازل نتيجة لعبور شرارة كهربائية خلال العازل وتتلفه وبذلك تتفرغ المتسعة من شحنتها أي تلف (أو عطب) المتسعة.

س: هل من الضروري تحديد فرق الجهد الأقصى الذي تعمل به المتسعة؟ ولماذا؟ وهل يمكن زيادة فرق الجهد الأقصى؟

ج: نعم لتفادي تلفها نتيجة حصول شرارة كهربائية خلال العازل نتيجة المجال الكهربائي إذا شحنت المتسعة لفرق جهد كهربائي أعلى من فرق جهدها الأقصى. ويمكن زيادة فرق الجهد الأقصى بوضع مادة ذات ثابت عزل أكبر.

س: (٢٢ ٢٥): ما المقصود بقوة العزل الكهربائي؟ وبأي وحدات تقاس؟

س: عرف **قوة العزل الكهربائي** لمادة ما ؟

ج: أقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن أن تتحمله تلك المادة العازلة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها. هي مقياس لقابلية المادة العازلة في الصمود أمام المجال الكهربائي المسلط عليها. وحداته  $\frac{\text{Volt}}{\text{meter}}$

س: ماذا تفيد معرفتنا بمقدار ثابت العزل الكهربائي ؟

ج: يفيد المعرفة بمقدار ثابت العزل الكهربائي في تحديد سعة المتسعة بعد وضع العازل من خلال معرفة سعتها بوجود الهواء من خلال العلاقة الرياضية  $C_k = K C$

**ملاحظة:** الفائدة العملية من وضع العازل بين صفيحتي المتسعة متصلة بالبطارية 1: زيادة السعة 2: زيادة قابلية المتسعة على اختزان شحنات أكبر 3: زيادة الطاقة الكهربائية المخزنة 4: زيادة الفرق الجهد الأقصى للمتسعة قبل حصول الانهيار الكهربائي للعازل .

أما المتسعة الغير متصلة بمصدر الفولطية فالفائدة من وضع العازل هو : زيادة السعة 2: زيادة الفولطية القصوى قبل حصول الانهيار للعازل

س: كيف نستطيع الحكم بسعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ؟

ج: بالتحكم بالعوامل المؤثرة في سعة المتسعة (1: المساحة السطحية، 2: البعد بين الصفيحتين 3: نوع العازل الكهربائي)

**العوامل المؤثرة في مقدار سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين**

1: المساحة السطحية (A) المتقابلة لكل من الصفيحتين . وتتناسب معها طردياً  $(C \propto A)$

2: البعد (d) بين الصفيحتين وتتناسب معه عكسياً  $(C \propto \frac{1}{d})$ .

3: نوع الوسط العازل بين الصفيحتين

(  $\epsilon_0$  للفراغ ) وهو ثابت التناسب اذا كان الفراغ أو الهواء عازلاً بين الصفيحتين ويسمى ( **السماحية الكهربائية للفراغ** ).

وعلى هذا الأساس سعة المتسعة إذا كان الفراغ أو الهواء هو الوسط العازل تعطى وفق العلاقة التالية  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$



وفي حالة وجود وسط عازل تعطى السعة بالعلاقة التالية :  $C_k = K \frac{\epsilon_0 A}{d} = KC$

ملاحظة:  $K$  ثابت العزل الكهربائي للمادة العازلة وهو ((**السمحية النسبية للمادة**)) ويعرف (بأنه النسبة بين سمحية العازل

$\epsilon_k$  إلى سمحية الهواء أو الفراغ  $\epsilon_0$ ) قانونه  $K = \frac{C_k}{C} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$  أي أن السعة الكهربائية بوجود العازل  $C_k = KC$

س: (ت ٢٢): وضح كيف تتغير سعة المتسعة بتغير المساحة السطحية للمتسعة ؟

ج: عند شحن متسعة وفصلها عن مصدرها تكون الشحنة ثابتة فعند ربطها بطرفي فولتميتر لقياس فرق الجهد على طرفيها فلو قلت المساحة المتقابلة بين وجهي المتسعة إلى النصف وذلك بإزاحة أحد الصفيحتين للأعلى نلاحظ ازدياد قراءة الفولتميتر إلى ضعف ما كانت عليه. ووفقاً للعلاقة  $C = \frac{Q}{\Delta V}$  نستنتج تقل السعة بازدياد فرق الجهد وبثبوت مقدار الشحنة  $Q$ .  
**نستنتج** : أي أن السعة للمتسعة تقل إذا قلت المساحة السطحية المتقابلة لوجهي المتسعة. ( $C \propto A$ ).

س: (د ١٩): وضح كيف تتغير سعة المتسعة بتغير البعد بين لوحي المتسعة ؟

ج: شحن متسعة وفصلها عن مصدرها تكون الشحنة ثابتة فعند ربطها بطرفي فولتميتر لقياس فرق الجهد على طرفيها وعند نقصان البعد ( $d$ ) بين لوحيها إلى نصف ما كان عليه ( $\frac{1}{2}d$ ) مع المحافظة على بقاء الشحنة ثابتة { نلاحظ قراءة الفولتميتر تقل إلى النصف ما كانت عليه. ووفقاً للعلاقة  $C = \frac{Q}{\Delta V}$  تزداد السعة للضعف

**نستنتج** : تزداد السعة بنقصان فرق الجهد وبثبوت مقدار الشحنة  $Q$  أي زيادة سعة المتسعة بنقصان البعد بين لوحيها. ( $C \propto \frac{1}{d}$ )

س: (٢٠ ٢٥): عند ما تقل المساحة السطحية المتقابلة بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصلة إلى النصف مما كانت عليه ، فإن فرق الجهد بين صفيحتيها مقارنة بما كان عليه يصبح (نصف ما كان عليه ، ضعف ما كان عليه ، ربع ما كان عليه ، لا يتأثر).

س: ما صفات المادة العازلة التي نوضع بين صفيحتي المتسعة الكهربائية (كعازل كهربائي)؟

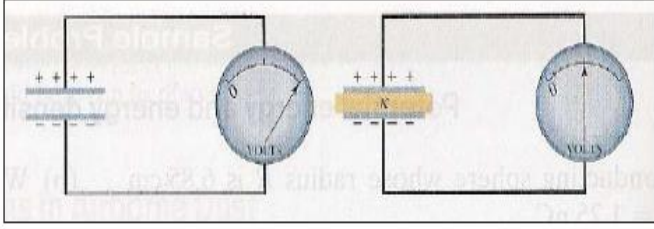
ج: ١: عازلة كهربائية ٢: تعمل على تقليل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عما كان عليه قبل وضع العازل .

**ملاحظة ١:** فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد إدخال العازل يقل بالنسبة ( $K$ ) في حالة المتسعة المشحونة والمفصلة عن المصدر الشاحن أي ( $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$ ). ويبقى فرق الجهد بين صفيحتيها ثابت إذا وضع العازل ولا تزال المتسعة موصلة بالمصدر الشاحن لأن المصدر يحافظ على بقاء فرق الجهد ثابت أي ( $\Delta V_k = \Delta V$ ) فيدفع شحنات إضافية لإبقاء فرق الجهد بين صفيحتيها ثابت أي تزداد الشحنة بمقدار ( $KQ$ ).

٢: المتسعة المشحونة التي تحتزن شحنة لها مقدار معين تكون شحنتها الكلية (صافي الشحنة) التي تحتزنها تساوي صفراً لأن عدد الشحنات المختزنة في الصفيحة السالبة الشحنة يساوي عدد الشحنات المختزنة في الصفيحة الموجبة والمجموع الكلي للشحنات يساوي صفراً. لذا عندما يقال شحنة المتسعة ( $Q$ ) يقصد بذلك مقدار الشحنة على إحدى صفيحتيها.

٣: المجال الكهربائي ( $E$ ) يقل بنسبة ثابت العزل ( $K$ ) إذا كانت المتسعة مشحونة ومفصلة عن المصدر ثم ادخل عازل بين صفيحتي المتسعة فيكون المجال ( $E_k = \frac{E}{K}$ ) أما إذا كانت المتسعة مبربوطة إلى المصدر ثم ادخل العازل فإن المجال الكهربائي بعد وضع العازل يساوي المجال الكهربائي قبل وضع العازل أي ( $E_k = E$ ) ويمكن إثبات ذلك ( $E = \frac{\Delta V}{d}$ ) فرق الجهد لا يتغير لوجود المصدر والبعد لم يتغير فإن المجال لا يتغير ويُفسر ذلك على أن المصدر يدفع شحنات لكي يعوض عن النقصان الحاصل في المجال الكهربائي نتيجة إدخال العازل حتى يصبح مساوياً للمجال قبل وضع العازل.

**مثال ١:** متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (10pF) شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V) فإذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم أدخل بين صفيحتيها لوحاً من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها الكهربائي (6) يملأ الحيز بينهما ما مقدار



١. الشحنة المخزنة في أي من صفيحتين المتسعة .
٢. سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي .
٣. فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد إدخال العازل .

Sol: 1:  $Q = C \times \Delta V = 10 \times 12 = 120 \text{PC}$

2:  $C_k = K \times C = 6 \times 10 = 60 \text{PF}$

3:  $\Delta V_k = \frac{Q}{C_k} = \frac{120}{60} = 2 \text{ v}$

**مثال ٢:** (١٤) متسعة البعد بين صفيحتيها (0.5 cm) وكل من صفيحتيها مربعتي الشكل طول ضلع كل منهما (10 cm) ويفصل بينهما الفراغ علماً أن سماحية الفراغ (C<sup>2</sup>/N.m<sup>2</sup>)  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  ما مقدار 1: سعة المتسعة . 2: الشحنة المخزنة في أي من الصفيحتين بعد تسليط فرق جهد (10 V) بينهما .

Sol:  $A = (0.1)^2 = 10^{-2} \text{m}^2$   $d = 0.5 \text{cm} = 5 \times 10^{-3} \text{m}$

Sol: 1:  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = 17.7 \times 10^{-12} \text{F} = 17.7 \text{pF}$

2:  $Q = C \Delta V = 17.7 \times 10^{-12} \times 10 = 177 \times 10^{-12} \text{Coulomb} = 177 \text{pCoulomb}$

س واجب : متسعة البعد بين صفيحتيها (0.005 m) وكل من صفيحتيها مربعتي الشكل طول ضلع كل منهما (10 cm) سلط فرق جهد (10V) على صفيحتيها فكانت الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها (177pC) ما مقدار 1: سعة المتسعة . 2: السماحية الكهربائية للوسط العازل

### طرائق ربط المتسعات:

1: ربط المتسعات على التوازي 2: ربط المتسعات على التوالي 3: ربط المختلط توالي مع التوازي

س: (٢١، ٢٢، ٢٣) ما الفائدة (الغرض) العملية من ربط المتسعات على ١: التوازي ٢: التوالي ؟

ج: 1: فائدة ربط المتسعات على التوازي هي لزيادة السعة الكهربائية للمجموعة على أساس زيادة المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة لمجموعة التوازي.

2: فائدة ربط التوالي هي ليكون بإمكاننا وضع فرق جهد أكبر على طرفي المجموعة لا تتحمله أي متسعة من المجموعة لو ربطت منفردة . وتقليل مقدار السعة المكافئة للمجموعة.

ملاحظة : نستخرج فرق الجهد تحل مسائل التوازي ونستخرج الشحنة تحل مسائل التوالي



## 1: ربط المتسعات على التوازي: مميزاته (اشتقاق قانون السعة المكافئة للمتسعات المتوازية الربط)

1. فرق الجهد الكلي = فرق الجهد على صفيحتي كل متسعة .
2. الشحنة الكلية للمجموعة = مجموع الشحنات المخزنة في جميع المتسعات .
3. السعة المكافئة = مجموع المتسعات المتوازية الربط . وتكون أكبر من أكبر المتسعات (تساوي مجموع السعات)

$$\Delta V_{\text{battery}} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \dots = \Delta V_n \quad (1)$$

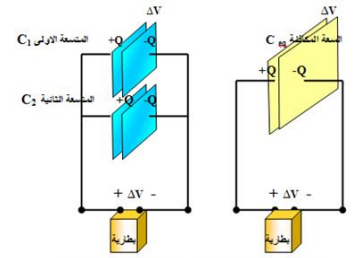
$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (2)$$

$$Q = C\Delta V \quad (3) \quad \text{نعوض معادلة ٣ في معادلة ٢ ينتج}$$

$$C_{\text{eq}} \Delta V = C_1 \Delta V + C_2 \Delta V$$

$$C_{\text{eq}} \Delta V = (C_1 + C_2) \Delta V$$

$$C_{\text{eq}} = (C_1 + C_2 + \dots + C_n)$$



تزداد المساحة السطحية لصفيحتي المتسعة المكافئة لربط التوازي (بثبوت البعد ونوع العازل) فتزداد السعة المكافئة .

(نختصر فرق الجهد من الطرفين)

$C_{\text{eq}}$  تمثل السعة المكافئة وتكافي عمل المجموعة المتوازية الربط وهي أكبر من أكبر سعة

أي تزداد السعة المكافئة بزيادة عدد المتسعات المربوطات على التوازي. ويتم تفسير ذلك على أساس أن ربط المتسعات على التوازي يعني زيادة المساحة السطحية المتقابلة لوجهي متسعة المكافئة لمجموعة التوازي.

$$C_{\text{eq}} = nC \quad \text{تطبق فقط إذا كانت المتسعات متساوية السعة (متماثلة) .}$$

س: ما تفسير زيادة السعة المكافئة بزيادة عدد المتسعات في ربط التوازي؟ (١٧١٥)

ج: تزداد السعة المكافئة على أساس زيادة المساحة السطحية المتقابلة لوجهي متسعة المكافئة لمجموعة التوازي بثبوت كل من البعد ونوع العازل.

**مثال 3:** أربع متسعات سعاتها حسب الترتيب (4μF, 8μF, 12μF, 6μF) مربوطة مع بعضها على التوازي ، ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق جهدها (12V) أحسب مقدار :

- 1: السعة المكافئة للمجموعة. 2: الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .
- 3: الشحنة الكلية في المجموعة. (لاحظ تزداد السعة وتزداد الشحنة لأن المصدر موجود ويجهز الشحنات للمتسعات)

$$\text{Sol: 1: } C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

$$C_{\text{eq}} = 4 + 8 + 12 + 6 = 30 \mu\text{F}$$

$$\text{2: } \Delta V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 12 \text{ (الربط على التوازي)}$$

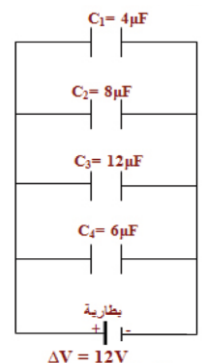
$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 12 = 48 \mu \text{ coulomb}$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 12 = 96 \mu \text{ coulomb}$$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 12 \times 12 = 144 \mu \text{ coulomb}$$

$$Q_4 = C_4 \times \Delta V = 6 \times 12 = 72 \mu \text{ coulomb}$$

$$\text{3: } Q_{\text{total}} = C_{\text{total}} \times \Delta V = 30 \times 12 = 360 \mu \text{ coulomb}$$



## ٢: ربط المتسعات على التوالي: مميزاته ( اشتقاق قانون السعة المكافئة لمجموعة التوالي )

١. الشحنة الكلية (المكافئة) = شحنة أي متسعة .
٢. فرق جهد الكلي = مجموع فروق جهد المتسعات المتوالية .
٣. مقلوب السعة المكافئة = مجموع مقلوبات السعات للمتسعات المتوالية الربط وتساوي أقل من أقل سعة من المجموعة (الشحنة الكلية  $Q_{Total}$ ) تساوي مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة )

س: ما تفسير تساوي كمية الشحنة على أي من صفيحتي كل متسعة في حالة ربط المتسعات على التوالي؟

ج: ذلك أن جهد الصفيحتين الوسطيتين متساوي موصولان مع بعضهما بسلك لذا يعتبر موصلاً واحداً فيكون سطحه هو سطح تساوي الجهد، فتظهر عليهما شحنتين متساويتين مقداراً مختلفتين نوعاً بطريقة الحث.

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots \dots \dots Q_n \quad (1)$$

$$\Delta V_{total} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \dots \dots \dots \Delta V_n \quad (2)$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad (3) \quad \text{نعوض معادلة ٣ في معادلة ٢ ينتج}$$

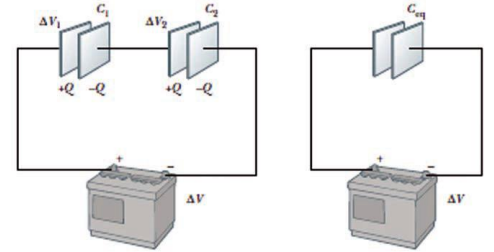
$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} + \dots \dots \dots + \frac{Q}{C_n}$$

$$Q \left\{ \frac{1}{C_{eq}} \right\} = Q \left\{ \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \dots \dots + \frac{1}{C_n} \right\}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \dots \dots + \frac{1}{C_n} \quad (\text{مقلوب السعة المكافئة تساوي مجموع مقلوبات السعات وهي أقل من أقل سعة})$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad \{\text{تطبق هذه العلاقة في حالة متسعتين فقط ربطتا على التوالي}\}$$

$$C_{eq} = \frac{C}{n} \quad \text{تطبق هذه العلاقة في حالة عدد من المتسعات المتساوية السعة (متماثلة) والمربوطة على التوالي}$$



نستنتج مما سبق أن مقدار المتسعة المكافئة لمجموعة المتسعات المتوالية الربط يقل كلما زاد عدد المتسعات ويكون أقل من أقل متسعة في المجموعة. أما **تفسير نقصان السعة المكافئة في ربط التوالي** ربط المتسعات على التوالي يعني زيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة بثبوت كل من المساحة ونوع العازل.

س: ما تفسير نقصان السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المتوالية الربط كلما زاد عدد المتسعات؟

س: (١٤، ١٤، ١٦) **علل: نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي**

ج: بسبب زيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة بثبوت كل من المساحة ونوع العازل وبزيادة البعد تقل السعة

س: لديك تسع متسعات متماثلة سعة كل منها (10μF) اربطها جميعاً مع بعض للحصول على سعة مكافئة (10μF) ما نوع الربط .

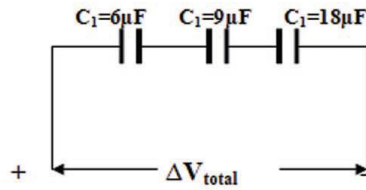
ج: تربط كل ثلاث متسعات التوازي فتصبح ثلاث مجموعات وتربط المجموعات الثلاث على التوالي

$$C_1 = C + C + C = 3C = 3 \times 10 = C_2 = C_3 = 30\mu F \quad \text{السعة المكافئة لكل مجموعة}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10} \Rightarrow C_{eq} = 10\mu F$$

ويمكن ربط كل ثلاث متسعات على التوالي والمجموعات المتوالية تربط على التوازي

**مثال 4:** (ت ٢٠، د ٢١) ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعاتها على الترتيب (6μF, 9μF, 18μF) مربوطة مع بعضها على التوالي . شحنت المجموعة إلى شحنة كلية (300 μ Coulomb) أحسب مقدار.



١. السعة المكافئة للمجموعة .
٢. الشحنة المخزنة في صفحتي كل متسعة .
٣. فرق الجهد بين طرفي المجموعة .
٤. فرق الجهد بين طرفي كل متسعة .

Sol: بما أن الربط على التوالي

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \Rightarrow C_{eq} = 3 \mu f \quad (\text{لاحظ تقل السعة وتكون أقل من اصغر متسعة})$$

بما أن الربط على التوالي فإن الشحنة المخزنة في كل متسعة متساوية وتساوي الشحنة الكلية

$$Q_{Total} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 300 \mu C$$

$$\Delta V_{Total} = \frac{Q_{Total}}{C_{eq}} = \frac{300}{3} = 100v$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{300}{6} = 50v \quad \Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{300}{9} = \frac{100}{3} v \quad \Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{300}{18} = \frac{50}{3} v$$

**سؤال واجب بيتي:** ربطت عدة متسعات متماثلة على التوالي فكانت سعتها المكافئة (0.1F) ثم ربطت على التوازي فكانت سعتها المكافئة (2.5F) ما عدد المتسعات وما سعة كل واحدة منها؟

**سؤال واجب بيتي:** ما الفرق ربط بين المتسعات على التوالي وربط المتسعات على التوازي من حيث: ١. مقدار السعة المكافئة ٢. الشحنة ٣. فرق الجهد الكهربائي

**مثال 5:** من المعلومات المثبتة في الشكل أحسب مقدار **1:** السعة المكافئة للمجموعة **2:** الشحنة الكلية المخزنة في أي من الصفيحتين **3:** الشحنة المخزنة في أي من صفحتي كل متسعة (٤\* ٤\*)

$$\text{Sol: } \mathbf{1:} \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{3+2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$$

السعة المكافئة لمجموعة التوالي  $C = 12 \mu F$

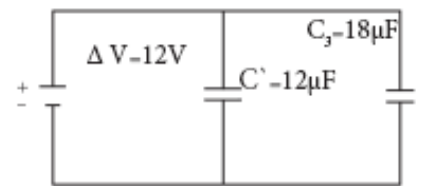
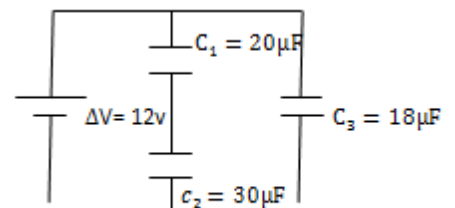
$$C_{eq} = 12 + 18 = 30 \mu F \quad \text{السعة المكافئة الكلية}$$

$$\mathbf{2:} Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V = 30 \times 12 = 360 \mu \text{coulomb}$$

$$\Delta V_{Total} = \Delta V_{توالي} = \Delta V_3 = 12v$$

$$Q_{توالي} = C \times \Delta V = 12 \times 12 = 144 \mu \text{ coulomb} = Q_1 = Q_2$$

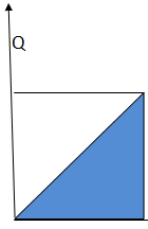
$$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 18 \times 12 = 216 \mu \text{ coulomb}$$



## الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي للمتسعة :

لنقل شحنة كهربائية من موقع إلى آخر بينهما فرق جهد داخل المجال الكهربائي وجب أنجاز شغل على تلك الشحنات ويخزن هذا الشغل المنجز بشكل طاقة كامنة كهربائية ( $PE_{electric}$ ) في المجال الكهربائي بين الموقعين .

عندما تكون المتسعة غير مشحونة  $Q=0$  وهذا يعني أن فرق الجهد  $\Delta V=0$  ، أما بعد شحن المتسعة سيتولد فرق جهد كهربائي ( $\Delta V$ ) بين لوحي المتسعة وبلا استمرار في شحن المتسعة ( تزايد مقدار الشحنة بين صفيحتي المتسعة ) سيزداد ( يتنامى ) مقدار فرق الجهد الكهربائي بين الصفيحتين . لتنامي المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة.



ويمكن حساب مقدار الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي للمتسعة وذلك من المخطط البياني بين  $\Delta V$  مقدار الشحنة ( $Q$ ) المخزنة في أي من الصفيحتين وفرق الجهد الكهربائي ( $\Delta V$ ) بينهما حيث يزداد زيادة خطية طردية مع زيادة الشحنة المنقولة ومن خلال حساب مساحة المثلث ( المنطقة المظللة تحت المنحنى ) والتي

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \Delta V \times Q \text{ تساوي:}$$

إذ أن القاعدة تمثل ( $\Delta V$ ) × الارتفاع يمثل ( $Q$ ) وعند التعويض عن السعة الكهربائية للمتسعة بالعلاقة ( $C= Q/ \Delta V$ )

فإن الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة تكتب بإحدى الصيغ التالية:

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C \Delta V^2 \quad \text{وحداتها} \quad J = F \times V^2$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad \text{وحداتها} \quad J = \frac{C^2}{F}$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} Q \Delta V \quad \text{وحداتها} \quad J = C \times V$$

مع العلم أن المتسعة المشحونة يكون صافي الشحنة عليها يساوي صفراً لأن عدد الشحنات الموجبة في أحد الصفيحتين يساوي عدد الشحنات السالبة الصفيحة المقابلة.

**س: (ت ٢٢):** علام يعتمد مقدار الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة؟

ج: كمية الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها ؟

**مثال 6: (ت ٢٢):** ما مقدار الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي لمتسعة سعتها ( $2 \mu F$ ) إذا شحنت لفرق جهد كهربائي

( $5000V$ ) وما مقدار القدرة التي تحصل عليها عند تفريغها بزمن قدره ( $10 \mu s$ )؟

$$\text{Sol: } PE_{electric} = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times 5000^2 = 25 \text{ J}$$

$$\text{Power (P)} = \frac{PE_{electric}}{\text{time}} = \frac{25}{10 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^6 \text{ Watt القدرة}$$

**مثال 7 (ت 14):** متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_1 = 3\mu F, C_2 = 6\mu F$ ) مربوطة على التوالي مع بعضهما. ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها ( $24v$ ). وكان الفراغ عازلاً بين صفيحتي كل منهما إذا أدخل بين صفيحتي كل منهما لوحاً من مادة عازلة ثابت عزلها الكهربائي (2) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة. وما مقدار الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة قبل وبعد إدخال العازل بين اللوحين.

$$\text{Sol: } \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$C_{eq} = 2\mu F$$

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V_{Total} = 2 \times 24 = 48\mu\text{Coulomb}$$

$$Q_{Total} = Q_1 = Q_2 = 48\mu\text{Coulomb} \text{ لأن الربط التوالي}$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{48}{3} = 16v \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{48}{6} = 8v$$

$$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} C_1 \cdot (\Delta V_1)^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times 16^2 = 384 \times 10^{-6} J$$

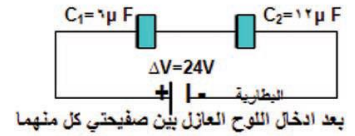
$$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} C_2 \cdot (\Delta V_2)^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times 8^2 = 192 \times 10^{-6} J$$

$$\text{بعد إدخال العازل} \quad C_k = K C$$

$$C_{k1} = K C = 2 \times 3 = 6\mu F$$

$$C_{k2} = K C = 2 \times 6 = 12\mu F$$

$$\frac{1}{C_{keq}} = \frac{1}{C_{k1}} + \frac{1}{C_{k2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \quad C_{keq} = 4\mu F$$



بعد إدخال اللوح العازل بين صفيحتي كل منهما

بما أن اللوح العازل أدخل والمجموعة لا تزال مربوطة بين قطبي البطارية فإن فرق الجهد الكهربائي الكلي يبقى ثابت للمجموعة ( $24v$ ) وعندئذ نحسب الشحنة الكلية للمجموعة من العلاقة التالية

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V_{Total} = 4 \times 24 = 96\mu\text{Coulomb} = Q_1 = Q_2 \text{ لأن الربط التوالي}$$

$$\Delta V_{k1} = \frac{Q}{C_{1k}} = \frac{96}{6} = 16v \quad \Delta V_{k2} = \frac{Q}{C_{2k}} = \frac{96}{12} = 8v$$

$$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} C_{1k} \cdot (\Delta V_1)^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times 16^2 = 768 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} C_{2k} \cdot (\Delta V_2)^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-6} \times 8^2 = 384 \times 10^{-6} J$$

س: متسعة موصولة بمصدر فرق جهد كهربائي قربت صفيحتيها من بعضهما ما تأثيره على كل من ذاكرة السبب؟  
 ١: السعة ٢: فرق الجهد الكهربائي ٣: الشحنة ٤: المجال الكهربائي ٥: الطاقة المخزنة؟

١. تزداد السعة لأن  $(C \propto \frac{1}{d})$ .
٢. فرق الجهد ثابت لثبوت فرق جهد المصدر .
٣. تزداد الشحنة لزيادة السعة وثبوت فرق الجهد  $(\Delta V \propto Q)$
٤. المجال الكهربائي يزداد لأن فرق الجهد ثابت والبعد يقل  $(E = \frac{\Delta V}{d})$ .
٥. تزداد الطاقة لأن الشحنة تزداد وفرق الجهد ثابت  $(P.E = \frac{1}{2} Q \Delta V)$

س: متسعة مشحونة مفصولة عن مصدر فرق الجهد الكهربائي قربت صفيحتيها من بعضهما ما تأثيره على كل من ذاكراً السبب؟ 1: السعة 2: فرق الجهد الكهربائي 3: الشحنة 4: المجال الكهربائي 5: الطاقة المخزنة؟

1. تزداد السعة لأن  $(C \propto \frac{1}{d})$ .
2. فرق الجهد يقل وفقاً للعلاقة  $(C = \frac{Q}{\Delta V})$  لأن الشحنة ثابتة وزادت السعة .
3. الشحنة ثابتة لعدم اتصالها بالمصدر
4. المجال الكهربائي يبقى ثابت وفقاً للعلاقة  $(E = \frac{\Delta V}{d})$  وأن البعد وفرق الجهد ينقصان بنفس النسبة
5. تقل الطاقة لأن الشحنة ثابتة وفرق الجهد يقل  $(P.E = \frac{1}{2} Q \Delta V)$

س: متسعة موصولة بمصدر زادت المساحة المشتركة المتقابلة لصفيحتيها ما تأثيره على كل من ذاكراً السبب؟ 1: السعة 2: فرق الجهد الكهربائي 3: الشحنة 4: المجال الكهربائي 5: الطاقة المخزنة؟

1. تزداد السعة لأن  $(C \propto A)$ .
2. فرق الجهد ثابت لثبوت فرق جهد المصدر.
3. تزداد الشحنة لزيادة السعة وثبوت فرق جهد المصدر .
4. المجال ثابت لثبوت فرق الجهد  $(\Delta V)$  والبعد  $(d)$  لأن  $(E = \frac{\Delta V}{d})$
5. تزداد الطاقة المخزنة لأن الشحنة تزداد وفرق الجهد ثابت وفق العلاقة  $(P.E = \frac{1}{2} Q \Delta V)$

س: متسعة مشحونة مفصولة عن المصدر زادت المساحة المشتركة المتقابلة ما تأثيره على كل من ذاكراً السبب؟ 1: السعة 2: فرق الجهد الكهربائي 3: الشحنة 4: المجال الكهربائي 5: الطاقة المخزنة؟

1. تزداد السعة  $(C \propto A)$
2. فرق الجهد  $(\Delta V)$  يقل لأن الشحنة ثابتة السعة تزداد وفق العلاقة  $(C = \frac{Q}{\Delta V})$
3. الشحنة ثابتة لعدم اتصالها بالمصدر .
4. المجال الكهربائي يقل وفقاً للعلاقة  $(E = \frac{\Delta V}{d})$  لثبوت البعد  $(d)$  ونقصان فرق الجهد  $(\Delta V)$ .
5. تقل الطاقة لأن الشحنة ثابتة وفرق الجهد يقل  $(P.E = \frac{1}{2} Q \Delta V)$

س: متسعة موصولة بمصدر وضع عازل بين صفيحتيها ثبات عزله  $(K)$  ما تأثيره على كل من ذاكراً السبب؟ 1: السعة 2: فرق الجهد الكهربائي 3: الشحنة 4: المجال الكهربائي 5: الطاقة المخزنة؟

1. تزداد السعة لأن  $(C_k = KC)$
2. فرق الجهد ثابت لثبوت فرق جهد المصدر  $(\Delta V)$
3. تزداد الشحنة لزيادة السعة وثبوت فرق الجهد المصدر .
4. المجال ثابت لثبوت كل من فرق الجهد والبعد  $(E = \frac{\Delta V}{d})$ .
5. تزداد الطاقة لزيادة الشحنة وثبوت فرق الجهد  $(P.E = \frac{1}{2} Q \Delta V)$

س: متسعة مشحونة مفصولة عن المصدر وضع عازل بين صفيحتيها ثبات عزله  $(K)$  ما تأثيره على كل من ذاكراً السبب؟ 1: السعة 2: فرق الجهد الكهربائي 3: الشحنة 4: المجال الكهربائي 5: الطاقة المخزنة؟

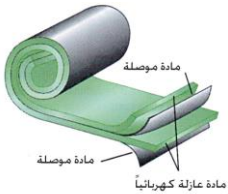
1. تزداد السعة لأن  $(C_k = KC)$  تزداد السعة لزيادة السماحية النسبية للوسط العازل
2. فرق الجهد  $(\Delta V)$  يقل لأن الشحنة ثابتة السعة تزداد وفق العلاقة  $(C = \frac{Q}{\Delta V})$
3. الشحنة ثابتة لعدم اتصالها بالمصدر.

٤. المجال الكهربائي يقل وفقاً للعلاقة ( $E = \frac{\Delta V}{d}$ ) لثبوت البعد (d) ونقصان فرق الجهد ( $\Delta V$ ).

٥. تقل الطاقة لأن الشحنة ثابتة وفرق الجهد يقل ( $P.E = \frac{1}{2} Q\Delta V$ ).

جدول يبين القوانين للمتسعة والتي وضع بين صفيحتيها العازل في حالتها بقاء المصدر وفصله عنها			
التفسير متصل	القوانين لمتسعة شحنت ووضع العازل والمصدر لا يزال مربوط	التفسير فصلت	القوانين لمتسعة شحنت وفصل المصدر ثم وضع العازل
لا يقل المجال لثبوت انحدار الجهد	$E_K = E$	لظهور مجال داخل العزل يعاكس المجال الأصلي	$E_K = \frac{E}{K}$
لا يتغير فرق الجهد لوجود المصدر	$\Delta V_K = \Delta V$	يقل فرق الجهد لنقصان انحدار الجهد وثبوت البعد d	$\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K}$ $E = \frac{\Delta V}{d}$
تزداد الشحنة ويبقى فرق الجهد ثابت لزيادة السعة	$Q_K = KQ$ $C = \frac{Q}{\Delta V}$	ثبوت الشحنة لعدم وجود المصدر	$Q_K = Q$
تزداد السعة لزيادة ثابت العزل للوسط العازل	$C_K = KC$	تزداد السعة لزيادة ثابت العزل للوسط العازل	$C_K = KC$
تزداد الطاقة لزيادة الشحنة وثبوت فرق الجهد	$PE_{e k} = K PE_e$	تقل الطاقة لنقصان فرق الجهد وثبوت الشحنة	$PE_{e k} = \frac{PE_e}{K}$

## أنواع المتسعات



هناك أنواع عديدة منها متغير السعة ومنها ثابت السعة وتتراوح سعاتها من (1F إلى 1pF) ومنها

س: (١٧): ما مميزات المتسعة ذات الورق المشمع؟

١: المتسعة ذات الورق المشمع: تمتاز 1: بصغر حجمها 2: كبر مساحتها وتستعمل في العديد من الأجهزة الإلكترونية

٢: المتسعة المتغيرة السعة ذات الصفائح المتحركة: تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل أنصاف أقراص إحدى المجموعتين ثابتة والأخرى متحركة يمكنها الدوران حول محور ثابت تربط المجموعتين بين قطبي بطارية عند شحنها لذا تكون هذه المتسعة مكافئة لمجموعة من المتسعات المتوازية الربط . وتتغير سعة هذه المتسعة أثناء الدوران نتيجة تغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح ويفصل بين كل صفيحتين الهواء كعازل كهربائي وتستعمل في دوائر التنعيم اللاسلكي والمذياع.

3: المتسعة الإلكترونية: تتألف من صفيحتين أحدهما من الألمنيوم والأخرى مادة الكتروليتية بشكل سائل أو معجون والتفاعل بينهما يكون مادة عازلة هي أكسيد الألمنيوم والألمنيوم بشكل اسطواني. تمتاز بأنها 1: تتحمل فرق جهد كهربائي عالي 2: وتوضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها لغرض ربطها في الدائرة بقطبية صحيحة.

س: (١٦) مم تتألف المتسعة الإلكترونية وبماذا تمتاز س: بماذا تمتاز المتسعة الإلكترونية عن غيرها؟

س: (٢٢) بماذا تمتاز كل من المتسعة ذات الورق المشمع ٢: المتسعة الإلكترونية؟

١. تتحمل فرق جهد عالي.
٢. توضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها الموجبة والسالبة لغرض ربطها في الدائرة بقطبية صحيحة .

## دائرة تيار مستمر تتألف من مقاومة ومتسعة (RC- circuit):

إذا ربطت بطارية مع مقاومة في دائرة كهربائية مغلقة يكون مقدار التيار ثابت (لا تغير مع الزمن).

أما إذا أضيفت متسعة إلى الدائرة تسمى مثل هذه الدائرة بدائرة (المتسعة والمقاومة) (RC- circuit) ويكون التيار في هذه الدائرة متغير لحظياً مع الزمن. وأبسط هذه الدوائر هي دوائر شحن وتفريغ المتسعة.

س: ما صفات التيار بدائرة تحوي ١: مقاومة ربطت الى فرق جهد كهربائي ثابت ٢: وما صفات نفس الدائرة لو ربطت معا على التوالي متسعة؟

ج: ١: تيار ثابت ولفترة زمنية محدودة ٢: تيار متغير

س: ما الفرق بين التيار في دائرة (R) ودائرة (RC) متواليه الربط ربطت إلى مصدر (DC)؟

ج: في الدائرة (R) التيار ثابت وفي الدائرة (RC) التيار متغير لحظياً مع الزمن.

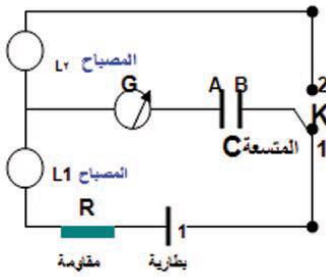
س: ما خصائص التيار في دائرة (R) ودائرة (RC) ربطت إلى مصدر (DC)؟

ج: في الدائرة (R) التيار ثابت وفي الدائرة (RC) التيار متغير لحظياً مع الزمن.

س: (١٥، ١٦، ١٧ و ١٩) اذكر بنشاط توضح كيفية شحن متسعة مع رسم الدائرة الكهربائية لهذا النشاط

### نشاط: كيفية شحن متسعة:

**ادوات النشاط:** بطارية فلوطيتها مناسبة، كلفانومتر (G) صفره وسط تدريجه، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين (A&B)، مفتاح مزدوج (K) مقاومة ثابتة (R)، مصباحين ( $L_1$  &  $L_2$ )، أسلاك توصيل.

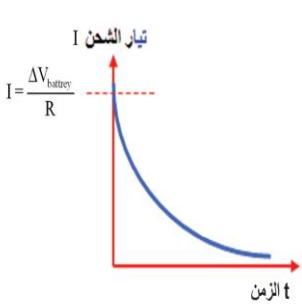


**النشاط:** نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل بحيث نجعل المفتاح (K) في الموقع (1)

يعني ربط صفيحتي المتسعة بين قطبي البطارية لغرض شحنها، لذا نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر (G) لحظياً على أحد جانبي صفر تدريجه ثم يعود بسرعة إلى الصفر ونلاحظ في الوقت نفسه توهج المصباح ( $L_1$ ) بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ، وكان البطارية غير مربوطة. **سبب رجوع مؤشر (G) إلى الصفر يتساوى جهد كل صفيحة بعد اكتمال الشحن مع قطب البطارية المتصل بها وبهذا**

**الاستنتاج ١:** يعد وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر **مفتاح مفتوح ((علل))**. بعد اكتمال الشحن. عند تساوي جهد كل صفيحة بعد اكتمال الشحن مع قطب البطارية المتصل بها وبهذا

نقول أن المتسعة مشحونة بكامل شحنتها، وعندها يكون فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية وينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفراً



٢: بسبب كون صفيحتي المتسعة معزولتين عن بعضهما، فالإلكترونات تتراكم على الصفيحة (B) المربوطة بالقطب السالب للبطارية، لذا تنشحن بالشحنة السالبة (-Q) بينما تنشحن الصفيحة (A) المربوطة بالقطب الموجب بالشحنة الموجبة (+Q) وبالمقدار نفسه بطريقة الحث.

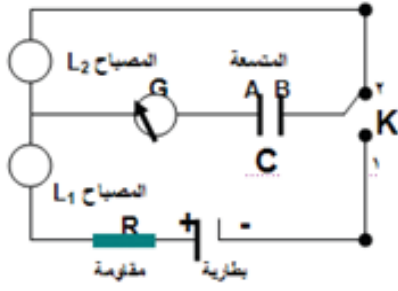
والمخطط البياني الموضح بالشكل يبين العلاقة بين تيار شحن المتسعة والزمن المستغرق لشحن المتسعة وقد وجد تجريبياً أن التيار الشحن (I) يبدأ بمقدار كبير لحظة غلق دائرة الشحن و مقداره

يساوي  $I_{شحن} = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$  ويتناقص مقداره إلى الصفر بسرعة عند اكتمال شحنها

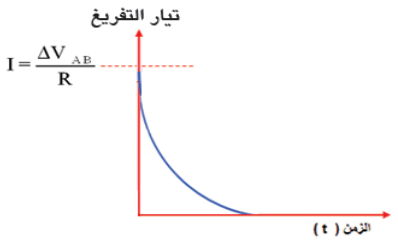
س: (١٥، ١٦، ١٧ و ١٩) اذكر بنشاط توضح كيفية تفريغ متسعة مع الرسم

**نشاط: كيفية تفريغ المتسعة:** نستعمل الدائرة الكهربائية المربوطة في النشاط السابق ولكن نجعل المفتاح (K) في الموقع (٢)

ويعني ترتيب المفتاح هو ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بسلك موصل وبهذا تتم عملية تفريغ المتسعة من شحنها أي تعادل شحنة صفيحتيها لذا نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظياً إلى الجانب الآخر من صفر تدريجه ( نحو اليسار ) ثم يعود إلى الصفر بسرعة وتلاحظ توهج المصباح ( $L_2$ ) في الوقت نفسه بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ.



**نستنتج من النشاط:** أن تياراً لحظياً قد أنساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ ويتوقف تيار التفريغ (يساوي صفراً) عندما لا يتوافر فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة أي  $(\Delta V_{AB}=0V)$  المخطط البياني يبين العلاقة بين تيار التفريغ للمتسعة والزمن المستغرق لتفريغها لقد وجد بالتجربة أن تيار التفريغ يبدأ بمقدار كبير  $(I = \frac{\Delta V}{R})$  لحظة إغلاق الدائرة (لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بواسطة سلك موصل) ويهبط إلى الصفر بسرعة بعد إتمام عملية التفريغ.



**س: (١٣) ارسم مخطط بياني تبين فيه العلاقة بين تيار التفريغ للمتسعة والزمن المستغرق للتفريغ؟**

### **بعض التطبيقات على المتسعات:**

**1: المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح أومضي في آلة التصوير الكاميرا.** بعد شحنها بواسطة بطارية المنظومة ستجهز المصباح بطاقة كافية لتوجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع في أثناء تفريغها من شحنها.

**2: المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية (microphone)** إذ تكون إحدى صفيحتيها صلبة ثابتة والأخرى متحركة مرنة حرة الحركة والصفيحتان تكونان عند فرق جهد كهربائي ثابت، فالموجات الصوتية تتسبب في اهتزاز الصفيحة المرنة إلى الأمام والخلف فيتغير مقدار سعة المتسعة تبعاً لتغير البعد بين صفيحتيها وبتردد الموجات الصوتية نفسه وهذا يعني **تحول الذبذبات الميكانيكية إلى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه.**

**3: المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم عضلات القلب** ويعد من التطبيقات المهمة في الطب، إذ يستعمل هذا الجهاز لنقل مقادير مختلفة ومحددة من الطاقة الكهربائية إلى المريض الذي يعاني من اضطرابات في حركة عضلات القلب، عندما يكون قلبه غير قادر على ضخ الدم، فيلجأ الطبيب إلى استعمال صدمة كهربائية قوية تحفز قلبه وتعيد انتظام عمله، فالمتسعة المشحونة والموجودة في الجهاز تفرغ طاقتها المخزنة التي تتراوح بين (360J - 10J) في جسم المريض بفترة زمنية قصيرة جداً. ويمكن التحكم بالطاقة المخزنة بالمتسعة من خلال مفتاح في واجهة الجهاز

**4: المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب:** توضع متسعة تحت كل حرف من الحروف في لوحة المفاتيح (Key board) إذ يثبت كل مفتاح بصفيحة متحركة تمثل إحدى صفيحتي المتسعة والصفيحة الأخرى مثبتة في قاعدة المفتاح، وعند الضغط على المفتاح يقل البعد الفاصل بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعته وهذا يجعل الدوائر الإلكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم ضغطه.

**س: (١٥ ١٧): ماذا يحصل عند الضغط على مفاتيح الحاسوب؟ س: (٢٢ ٢٥): وضح كيف تعمل المتسعة في لوحة مفاتيح الحاسوب**

**س: (١٥ ٢٢) كيف يمكن للدوائر الإلكترونية الخارجية التعرف على المفتاح الذي تم ضغطه في لوحة تحكم مفاتيح الحاسوب؟**

من التطبيقات العملية والصناعية الحديثة للمتسعات هو استعمالها في شاشات اللمس في جهاز الهاتف النقال (iphone) وجهاز (iPod) والحاسوب والآلات الاقتراع حيث تتغير سعة المتسعة عند لمس الشاشة في الجزء المطلوب الكشف عنه.

**س: (١٥ ١٦، ٢٢) ما الفائدة العملية من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية وفي منظومة المصباح أومضي**

**س: أين تكمن فائدة العملية من استعمال المتسعة في الأجهزة الكهربائية؟**

**ج: قدرة المتسعة على تخزين مقادير كبيرة جداً من الطاقة الكهربائية وإمكانية تفريغ هذه الطاقة بسرعة كبيرة جداً وبكميات هائلة عند الحاجة.**

س: (١٧١٥، ٢٢٢٥): ما الغرض من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية ، مم تتألف؟

س: ( ٢١ ) : ما الفائدة من وجود المتسعة في جهاز تحفيز وتنظيم عضلات القلب

١: المتسعة الموضوعه في منظومة المصباح الومضي في آلة التصوير الكاميرا(تجهيز المصباح بطاقة تكفي لتوجهه بصورة مفاجئة بضوء ساطع)

٢: المتسعة الموضوعه في اللاقطة الصوتية(تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية والتردد نفسه)(١٧٢٥)

٣: المتسعة الموضوعه في جهاز تحفيز وتنظيم عضلات القلب(تفرغ طاقتها الكبيرة في جسم المريض بفترة قصيرة تحفز القلب وتعيد انتظام عمله)

٤: المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب (تزداد سعته بالضغط عليها مما يجعل الدوائر الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه)

**مثال 8:** دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته ( $r=10\Omega$ ) ومقاومة مقدارها ( $R=20\Omega$ ) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها ( $\Delta V=6V$ ) ، ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما ( $5\mu F$ ) . ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من الصفيحتين والطاقة الكهربائية المختزنة مجالها الكهربائي لو ربطت : 1: على التوازي مع المصباح 2: على التوالي ( بعد تفريغ شحنتها ) مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة

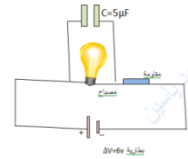
الحل : الدائرة الأولى 
$$I = \frac{\Delta V}{r+R} = \frac{6}{10+20} = \frac{6}{30} = 0.2A$$

$$\Delta V = I \times r = 0.2 \times 10 = 2V = \Delta V$$

(فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين طرفي المصباح لأن الربط توازي )

$$Q = C \times \Delta V = 5 \times 2 = 10\mu \text{ coulomb}$$

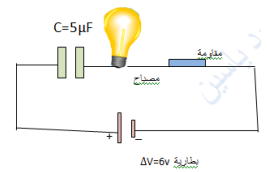
$$PE = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 2^2 = 10 \times 10^{-6} J$$



الدائرة الثانية  $I = 0$  لأن المتسعة مربوطة على التوالي فأنها تقطع التيار بعد شحنها بكامل شحنتها لذا فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة = فرق جهد البطارية ( $\Delta V=6V$ ) وتد الدائرة مفتوحة والشحنة تكون

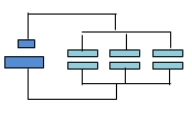
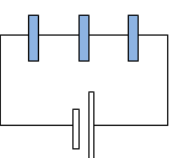
$$Q = C \times \Delta V = 5 \times 6 = 30\mu \text{ coulomb}$$

$$PE = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 6^2 = 90 \times 10^{-6} J$$



### قوانين الفصل الاول

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q}{r}$	$V = K \frac{Q}{r}$	الجهد في نقطة تبعد بالبعد $r$ عن موصل مشحون	1
	$C = \frac{Q}{\Delta V}$	قانون سعة المتسعة	2
$\epsilon_0$ يمثل نفوذية الفراغ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N} / \text{m}^2$	$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$	العوامل المؤثرة في سعة المتسعة والفراغ يفصل بين صفيحتيها	3
	$K = \frac{C_K}{C}$	قانون ثابت العزل	4

	$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$ $Q_{Total} = Q_1 + Q_2 + Q_3$ $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$ $C_{eq} = \frac{C}{n} \text{ (لسعات متماثلة السعة)}$	قوانين ربط التوازي	5
	$\Delta V_{Total} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3$ $Q_{Total} = Q_1 = Q_2 = Q_3$ $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ $C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \text{ (متسعتين فقط)}$ $C_{eq} = Cn \text{ (لسعات متماثلة السعة)}$	قوانين ربط التوالي	6
$PE_{electric} = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{Q^2}{2C}$		قانون الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي	7
$I = \frac{\Delta V_{AB}}{R} \text{ (تفريغ)}$	$I = \frac{\Delta V_{battery}}{R} \text{ (شحن)}$	قانون شحن وتفريغ متسعة	8

### أسئلة الفصل الأول

س ١: أختار العبارة الصحيحة لكل مما يأتي.

١: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية ، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها أدخلت مادة عازلة ثابت عزلها الكهربائي (K=2) ملأت الحيز بين الصفيحتين، فأن مقدار المجال الكهربائي (E<sub>K</sub>) بين صفيحتيها بوجود المادة العازلة مقارنة مع مقداره (E) في حالة الهواء ، يصير :

a :  $\frac{E}{4}$       2E:b      E:c      لأنه  $E_K = \frac{E}{K}$       **d :  $\frac{E}{2}$**

2: وحدة (Farad) تستعمل لقياس سعة المتسعة وهي لا تكافئ أحدى الوحدات التالية .

a :  $\frac{Coulomb^2}{J}$       d :  $\frac{Coulomb}{V}$       **C : Coulomb × V<sup>2</sup>**      J/V<sup>2</sup>:d

a:  $P \cdot E = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C} \Rightarrow J = \frac{(Coulomb)^2}{F} \Rightarrow F = \frac{(Coulomb)^2}{J}$

b:  $C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow F = \frac{Coulomb}{V}$

**c: Coulomb × V<sup>2</sup> = (Coulomb.V)V = Joule.V** Farad لا يكافئ

d:  $P \cdot E = \frac{1}{2} \times c \Delta V^2 \Rightarrow J = Farad \times V^2 \quad F = \frac{J}{V^2}$

3: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها C قربت صفيحتيها من بعضهما حتى صار البعد بينهما  $\frac{1}{3}$  ما كان عليه، فأن مقدار سعتها الجديدة يساوي

a:  $(\frac{1}{3})C$       b:  $(\frac{1}{9})C$       **c: 3C**      d:  $(9C)$        $\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{\frac{1}{3}d_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{3}{1} \Rightarrow C_2 = 3C_1$

س: (ت ٢٠): متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها C ابعدت صفيحتيها من بعضهما حتى صار البعد بينهما (3) مرات ما كان عليه، فأن مقدار سعتها الجديدة يساوي

a:  $(\frac{1}{3})C$       b:  $(\frac{1}{9})C$       3C:C      d:  $(9C)$

4: متسعة مقدار سعتها (20μF)، لكي تخزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (2.5J) يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر يساوي

$$PE_{\text{electric}} = \frac{1}{2} C \cdot (\Delta V)^2 \quad 250KV : d \quad 500V : \underline{c} \quad 350V : b \quad 150V : a$$

$$\Delta V = \sqrt{\frac{2 \times PE_{\text{electric}}}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.5}{20 \times 10^{-6}}} = \sqrt{\frac{5 \times 10^6}{20}} = \sqrt{250000} = 500 \text{ volt}$$

ب: (1624): متسعة مقدار سعتها (20nF) ولكي تخزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (256×10<sup>-8</sup>J) يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر يساوي (500V ، 150V ، 16V ، 12V) ج ١٦

س: (2014): متسعة مقدار سعتها (40μF) ولكي تخزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (7.2 J) يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر يساوي (600 V ، 150V ، 160 V ، 120 V) ج 600 V

5: (ت 20): متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (50μF)، الهواء عازل بين صفيحتيها، إذا أدخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار (60μF) فإن ثابت عزل تلك المادة (0.45 ، 0.55 ، 1.1 ، 2.2) (

$$C_k = c + \Delta c = 50 + 60 = 110 \mu F \quad K = \frac{C_k}{c} = \frac{110}{50} = 2.2$$

س: (14 44): متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (40μF) الهواء يملأ العزل بين صفيحتيها، إذا أدخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار (70μF) فإن ثابت العزل لتلك المادة يساوي (2.2, 2.75, 0.71, 1.4)

ب: (14 24): متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (30μF) الهواء يملأ العزل بين صفيحتيها، إذا أدخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار (60μF) فإن ثابت العزل لتلك المادة يساوي (2, 3, 4, 5)

6: وأنت في المختبر تحتاج لمتسعة سعتها (10μF) والمتوافر لديك مجموعة من المتسعات المتماثلة من ذات السعة (15μF) فإن عدد المتسعات التي تحتاجها وطريقة الربط التي تختارها هي

a: العدد 4 تربط جميعها على التوالي

b: العدد 6 تربط جميعها على التوازي

c: العدد 3 اثنتان منهما تربط على التوالي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوازي .

d: العدد 3 اثنتان منهما تربط على التوازي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوالي

$$١ \text{ ط: } C = C_1 + C_2 = 15 + 15 = 30 \mu F \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{15} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10} \Rightarrow C_{eq} = 10 \mu F$$

$$٢ \text{ ط: } C = C_1 + C_2 = 15 + 15 = 30 \mu F \Rightarrow C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{30 \times 15}{30 + 15} = \frac{450}{45} = 10 \mu F$$

7: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية جهاز فرق جهد ثابت، فإذا أبعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلاً مع بقاء البطارية موصولة بالصفيحتين فإن مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين

a: يزداد والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد **b: يقل والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تقل**

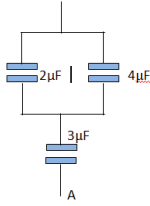
c: يبقى ثابت والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تبقى ثابتة d: يبقى ثابت والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد

$$E = \frac{\Delta V_{\text{ثابت}}}{d} \quad E \propto \frac{1}{d} \quad E \text{ عندما يقل } Q \text{ تقل } C = \frac{q}{\Delta V_{\text{ثابت}}} \quad C \propto Q \quad C \propto \frac{1}{d} \quad Q \propto \frac{1}{d}$$

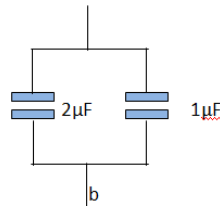
(١٤٠٤) ماذا يحصل لمدار المجال الكهربائي والشحنة لتسعة ربطت الى بطارية فرق جهدها ثابت فاذا ابعدت الصفيحتان من بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصولة بهما .

زيادة البعد وثبتت فرق الجهد يقل اندثار الجهد فيقل المجال لزيادة البعد تقل السعة فتقل الشحنة بثبوت فرق الجهد

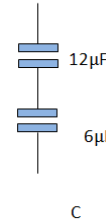
8 للحصول على أكبر مقدار سعة مكافئة لمجموعة المتسعات في الشكل نختار الدائرة المربوطة في الشكل



$$a: (2+4=6)(C_{eq} = \frac{6 \times 3}{6+3} = \frac{18}{9} = 2\mu F)$$

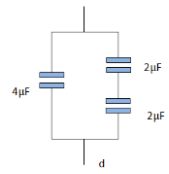


$$b: C_{eq} = 2 + 1 = 3\mu F$$



$$c: C_{eq} = \frac{6 \times 12}{6+12} = \frac{72}{18} = 4$$

$$d: C = \frac{2 \times 2}{2+2} = 1 C_{eq} = 1 + 4 = 5 \mu F$$



9: متسعتان (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) ربطتا مع بعضهما على التوالي ، ومجموعتهما ربطت إلى قطبي بطارية ، وكان مقدار سعة الأولى أكبر من الثانية ، وعند مقارنة فرق الجهد بين صفيحتي الأولى (ΔV<sub>1</sub>) مع فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية (ΔV<sub>2</sub>) نجد أن

$$a: (\Delta V_1) \text{ أكبر من } (\Delta V_2) \quad b: \Delta V_1 \text{ أصغر من } \Delta V_2$$

$$c: (\Delta V_1) \text{ يساوي } (\Delta V_2) \quad d: \text{ كل الاحتمالات السابقة يعتمد على شحنة كل منهما}$$

المتسعة ذات السعة الأكبر فرق الجهد بين صفيحتيها أقل  $C \propto \frac{1}{\Delta V}$  توالي  $Q_1 = Q_2$   $C = \frac{Q}{\Delta V}$

بما أن السعة للمتسعة الثانية أصغر من الأولى فإن فرق جهد الأولى أصغر من الثانية  $C_1 \Delta V_1 = C_2 \Delta V_2 = Q$

10: ثلاث متسعات (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>) مربوطة على التوازي ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية ، كان مقدار سعاتها (C<sub>1</sub> > C<sub>2</sub> > C<sub>3</sub>) وعند مقارنة مقدار الشحنات (Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>) المختزنة في أي من الصفيحتي كل متسعة نجد أن .

$$a: Q_3 > Q_2 > Q_1 \quad b: Q_1 > Q_3 > Q_2 \quad c: Q_3 < Q_2 < Q_1 \quad d: Q_3 = Q_2 = Q_1$$

س: ٢: عند مضاعفة فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ثابتة السعة، وضح ماذا يحصل لكل لمدار :

a: الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها؟ (١٤٠٣، ٢٠١٤ ت ٢٠١٤)

b: الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين؟ (١٤٠٣، ١٤٠٤)

ج: ٢: a: الشحنة تزداد بثبوت السعة لأن (Q = ΔV C)  $Q \propto \Delta V$  بثبوت C

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{C \Delta V_1}{C \Delta V_2} = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{\Delta V_1}{2 \Delta V_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow Q_2 = 2Q_1$$

B: تتضاعف الطاقة أربع مرات وكما يلي  $PE_1 = \frac{1}{2} \Delta V_1^2 C$

$$PE_2 = \frac{1}{2} \Delta V_2^2 C = \frac{1}{2} (2 \Delta V_1)^2 C = \frac{1}{2} \times 4 \Delta V_1^2 C = 4 \left( \frac{1}{2} \Delta V_1^2 C \right) = 4PE_1$$

س٣: متسعة مشحونة ، فرق الجهد بين صفيحتيها عالياً جداً ( على الرغم من أنها مفصولة عن مصدر الفولطية ) تكون مثل هذه المتسعة ولفترة زمنية طويلة خطيرة عند لمسها باليد . ما تفسيرك لذلك ؟ أذكر الإجراء اللازم اتقائه لكي تتمكن من أن تلمس هذه المتسعة بيدك بأمان ؟

ج٣: خطورتها تكمن في إن مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها كبير جداً لأن فرق جهدها كبير جداً (  $Q = C\Delta V$  ) ، وعند لمس صفيحتيها بوساطة اليد (الكف) مباشرة تنفرغ المتسعة من شحنتها حيث تُعدّ اليد مادة موصلة بين الصفيحتين وتسبب اضرار باليد . ولكي تلمس هذه المتسعة باليد وبأمان يجب تفريغها من شحنتها بوساطة سلك من مادة موصلة مغلقة بمادة عازلة يوصل طرفاه بين صفيحتيها أو نستعمل المفرغ الكهربائي أو المفك

س: ما العوامل التي يعتمد عليها سعة المتسعة مع كتابة العلاقة الرياضية التي تبين ذلك ؟

س٤: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ( الهواء عازلة بين صفيحتيها ) وضع كيف يتغير مقدار سعتها لتغير كل من العوامل الآتية ( مع ذكر العلاقة الرياضية التي تستند عليها في جوابك ) :

(a) : المساحة السطحية للصفيحتين . (b) : البعد بين الصفيحتين . (c) : نوع الوسط العازل بين الصفيحتين .

ج٤: a: عند زيادة المساحة تزداد سعة المتسعة وفق العلاقة التالية :  $C \propto A$   $\Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{A_1}{A_2}$   $\Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{\epsilon_0 \frac{A_1}{d}}{\epsilon_0 \frac{A_2}{d}}$

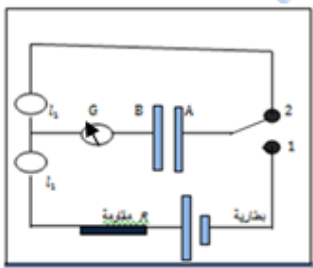
b: تزداد السعة بتقليل البعد فمثلاً بتقليل البعد إلى النصف تزداد السعة إلى الضعف وكما يلي.

$$C = \epsilon_0 \times \frac{A}{d} \quad C \propto \frac{1}{d} \quad \frac{C_1}{C_2} = \frac{\epsilon_0 \frac{A}{d_1}}{\epsilon_0 \frac{A}{d_2}} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{\frac{1}{2}d_1}{d_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_2 = 2C_1$$

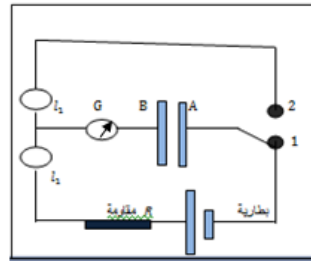
c: تزداد سعة المتسعة بإدخال مادة عازلة كهربائياً بين صفيحتيها إذ تكون  $C_K = k C$  (بثبوت المساحة A والبعد d)

س٥: أرسم مخطط لدائرة كهربائية ( مع التأشير على أجزائها ) توضح فيها (١٤ ، ٢٥ ، ٢١ ، ٢٤)

(a) عملية شحن متسعة . (b) عملية تفريغ متسعة . (١٤ ، ٢٥ ، ٢١ ، ٢٤)



مخطط تفريغ متسعة



مخطط شحن متسعة

س٦: (٢٠ ، ١٥) لديك ثلاث متسعات متماثلة سعة كل منها c ومصدر للفولطية المستمرة فرق الجهد بين قطبيه ثابت المقدار . أرسم مخطط لدائرة كهربائية تبين فيه الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جميعها للحصول على أكبر مقدار للطاقة الكهربائية يمكن اخترانه في المجموعة . ثم أثبت أن الترتيب الذي تختاره هو الأفضل

$$C_{Total} = C + C + C = 3C \quad PE_{Total} = \frac{1}{2} \Delta V^2 (3C) = 3 \times \frac{1}{2} \Delta V^2 C = 3 PE$$

و أي طريقة ربط أخرى يكون مقدار الطاقة المخزنة فيها أقل

$$C_{توالي} = \frac{C}{3} \quad PE_{توالي} = \frac{1}{2} \Delta V^2 \times \frac{C}{3} = \frac{1}{3} \left( \frac{1}{2} c \Delta V^2 \right) = \frac{1}{3} PE$$

س٧: (٢١ ، ٢٥) هل المتسعات المولفة للمتسعة المتغيرة السعة ذات الصفائح المتحركة تكون مربوطة مع بعضها على التوالي ؟ أم على التوازي ؟ وضح ذلك ؟

المتسعات المولفة للمتسعة متغيرة السعة تكون متوازية الربط إذ تتألف من مجموعتين من الصفائح ، إحداها ثابتة والأخرى يمكن تدويرها حول محور . وعندما يراد شحن المتسعة تُربط مجموعة الصفائح الثابتة بأحد (قطبي البطارية) الموجب مثلاً ( ومجموعة الصفائح الدوارة تربط بالقطب الآخر ) السالب مثلاً . فتكون إحدى المجموعتين بجهد موجب والأخرى بجهد سالب ، وهذه هي ميزة الربط على التوازي .

س٨: ربطت المتسعة  $C_1$  بين قطبي بطارية وضع ماذا يحصل لمدار كل من فرق جهد بين صفيحتي المتسعة  $C_1$  والشحنة المختزنة فيما لو ربطت متسعة أخرى غير مشحونة مع المتسعة  $C_1$  مع بقاء البطارية في الدائرة . وكانت طريقة الربط أولاً : على التوازي مع المتسعة  $C_1$  ثانياً : على التوالي مع المتسعة  $C_1$  .

**أولاً: على التوازي** فرق الجهد ثابت وسعة المتسعة لم تتغير

أولاً: عند ربط المتسعة  $C_2$  على التوازي مع  $C_1$  مع بقاء البطارية مربوطة في الدائرة ويكون فرق الجهد  $(\Delta V)$  ثابت

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V \text{ battery}$$

فتكون كذلك الشحنة المختزنة في المتسعة الأولى  $(C_1)$  ثابتة أيضاً لأن  $Q_1 = C_1 \Delta V_1$  بثبوت  $C_1$  و  $(\Delta V_1)$

**ثانياً: على التوالي** يقل فرق الجهد حيث  $\Delta V_{\text{battery}} = \Delta V_1 + \Delta V_2 = \text{فرق جهد البطارية}$

$$\Delta V_1 = V_{\text{battery}} - \Delta V_2 \quad \Delta V_1 < V_{\text{battery}} \Rightarrow C_1 = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow Q = \Delta V_1 \times C_1 \Rightarrow Q \propto \Delta V$$

فتقل الشحنة المختزنة على صفيحتي المتسعة بسبب نقصان فرق الجهد على طرفي المتسعة  $C_1$

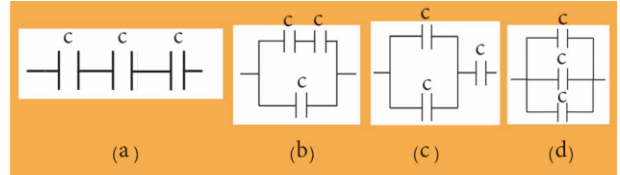
س٩: في الأشكال المجاورة المتسعات الثلاث المتماثلة ، رتب الأشكال الأربعة بالتسلسل من الأكبر مقدار للسعة المكافئة للمجموعة إلى الأصغر مقدار:

$$a: \frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \Rightarrow C_{\text{eq}} = \frac{1}{3} C$$

$$b: C = \frac{C \times C}{C + C} = \frac{1}{2} C \Rightarrow C_{\text{eq}} = \frac{1}{2} C + C = \frac{3}{2} C$$

$$c: C = C + C = 2C \Rightarrow C_{\text{eq}} = \frac{2C \times C}{2C + C} = \frac{2C \times C}{3C} = \frac{2}{3} C$$

$$d: C_{\text{eq}} = C + C + C = 3C \quad \therefore \quad d > b > c > a$$



س١٠: أذكر ثلاث تطبيقات عملية للمتسعة. ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق اذكر ثلاث تطبيقات عملية للمتسعة (١٤ ٢٥ ، ١٧ ٢٥ ، ٢٢ ١٥)

س١: (١٤ ١٥) ما الفائدة العملية من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية وفي منظومة المصباح الومضي

س٢: (١٨ ١٥ ، ١٨ ٢٥) ما الغرض من وجود المتسعة في المصباح الومضي في آلة التصوير الكامرا.

س٣: (١٨ ٢٥) ما الفائدة العملية من استعمال المتسعة الموضوعة في جهاز تنظيم وتحفيز عضلة القلب؟

١: المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي في آلة التصوير الكاميرا (تجهيز المصباح بطاقة تكفي لتوجهه بصورة مفاجئة بضوء ساطع) لحظة تفريغ المتسعة من شحنتها

٢: المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية (تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية والتردد نفسه)

٣: المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم عضلات القلب (تفرغ طاقتها الكبيرة في جسم المريض بفترة قصيرة تحفز القلب وتعيد انتظام عمله)

٤: المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب (تزداد سعتها بالضغط عليها مما يجعل الدوائر الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه)

ب: (٢٠) متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية ، ولو ملاً الحيز بين صفيحتيها بالماء النقي بدلاً من الهواء . فأن مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها سينخفض . ما تعليل ذلك ؟

ج: لأن جزئيات الماء مستقطبة والمجال الكهربائي في المتسعة يؤدي إلى جعل العزوم الكهربائية لهذه الجزئيات بموازاة المجال الكهربائي بحيث يتولد مجال كهربائي للعازل معاكس للمجال الأصلي داخل المتسعة فيقل المجال الكلي (المحصل) وبالتالي تزداد سعة المتسعة وبما أن الشحنة ثابتة لأن المصدر مفصول عن المتسعة فإن فرق الجهد سيقل بنسبة ثابت العزل لأن المجال الكهربائي يقل فيقل فرق الجهد وتزداد السعة .

$$E_K = \frac{E}{K} \quad E = \frac{\Delta V}{d} \quad \text{البعد } d \text{ ثابت} \quad E \propto \Delta V \quad \Delta V_K = \frac{\Delta V}{K}$$

C: (١٥، ١٤، ١٣، ٢٠) أذكر فائدين عمليتين تتحققان من إدخال مادة عازلة كهربائياً تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلاً من الهواء؟ يضاف ما المقصود بالعازل الى (٢٥، ١٨)

ج: ١: تزداد سعة المتسعة بوجود العازل وزيادة الطاقة الكهربائية المخزنة في حالة كون المتسعة مربوطة لمصدر.

٢: زيادة الفولطية القصوى قبل حصول الانهيار الكهربائي للعازل

العوازل: هي مواد رديئة التوصيل للكهربائية لقلّة الإلكترونات الحرة في ذراتها وفيها خاصيتان

1: رديئة التوصيل للكهربائية عند الظروف الاعتيادية 2: تعمل على تقليل مقدار المجال الكهربائي الموضوعه فيه

d: ما العامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعه في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب أثناء استعمالها؟

ج: تقليل البعد بين صفيحتي المتسعة يسبب زيادة في سعة المتسعة عند الضغط على أي مفتاح في لوحة المفاتيح . وهذا يجعل الدوائر الإلكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم ضغطه .

e: ما مصدر الطاقة الكهربائية للجهد للجهاز الطبي المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تخفيف أو إعادة انتظام عمل قلب المريض؟

ج: الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بالمتسعة الموضوعه بالجهاز والمشحونة بكميات كبيرة من الشحنات تتراوح طاقتها بين (10 - 360) Joule في جسم المريض وبفترة زمنية قصيرة .

f: ما التفسير الفيزيائي لكل من :

a. (٢٥، ٢٣): ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي ؟

b. (٢٥، ٢١): نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي ؟

ج: ١: ربط التوازي يعني زيادة المساحة للمتسعة الكلية بثبوت كل من البعد ونوع العازل.  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \Rightarrow C \propto A$

2: في حالة التوالي كل صفيحتان متجاورتان لمتسعتان تعتبر سطح تساوي الجهد ويزداد البعد بين الصفيحتين الأولى والأخيرة لمجموعة التوالي لأن السعة تتناسب عكسياً مع البعد بين الصفيحتين  $C \propto \frac{1}{d}$  فتقل السعة بثبوت المساحة ونوع العازل وبهذا تكون السعة الكلية تكون أقل من أقل سعة للمتسعات المربوطة .

$$c = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad c \propto \frac{1}{d} \quad c = \frac{q}{\Delta V} \quad C \propto \frac{1}{\Delta V}$$

س: 11: علل ما يأتي :

a: (١٣، ١٥، ٢٥، ٢١، ٢٢، ٢٣) المتسعة الموضوعه في دائرة التيار المستمر تعد مفتاح مفتوح ؟

ج: لأن المتسعة عندما تُشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة منها مساوياً لجهد قطب البطارية المتصل معه وهذا يعني أن فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد بين صفيحتي المتسعة ، وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفراً ، وعندئذ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً .

b: (١٣، ١٥) يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند إدخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

ج: بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل ( $E_d$ ) يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة  $E$  و اقل منه فيكون

$$E_k = \frac{E}{K} \text{ المجال المحصل } E_{Total} = E_k = E - E_d \text{ فيقل بنسبة ثابت العزل الكهربائي للمادة } E_k = \frac{E}{K}$$

**c: يحدد مقدار أقصى فرق جهد كهربائي يمكن أن تعمل عنده المتسعة ؟ (١٤ ٢٥ ، ١٧ ٢٥ ، ٢٠ ٢٥ ، ١٨ ٢٥ ، ٢٢ ١٥ )**

ج: لمنع الانهيار الكهربائي للعازل لأنه في حالة زيادة مقدار فرق الجهد يؤدي إلى زيادة مقدار المجال الكهربائي مما يؤدي إلى انهيار الكهربائي للعازل نتيجة لعبور الشرارة خلال العازل (ويعني تلف المتسعة).

س١٢: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازلاً بين صفيحتيها، شحنت بوساطة بطارية ثم فصلت عنها، وعند ما أدخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله ( $K=2$ ) بين صفيحتيها، ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب)

a: الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها . b: سعتها . c: فرق الجهد بين صفيحتيها .  
d: المجال الكهربائي بين صفيحتيها . e: الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

ج: a: الشحنة تبقى ثابتة لأن المتسعة مفصولة عن البطارية .

b: تزداد سعتها بمقدار ثابت العزل (تزداد إلى الضعف) ( $C_K = K \times C = 2C$ ) لزيادة السماحية النسبية للوسط العازل

c: فرق الجهد يقل إلى النصف (لأن فرق الجهد يقل وفق العلاقة  $\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K} = \frac{\Delta V}{2}$  لأن انحدار الجهد يقل  $E = \frac{\Delta V}{d}$ )

d: يقل المجال إلى النصف لتولد مجال كهربائي داخل العازل معاكس للمجال بين الصفيحتين فيكون المجال الجديد

$$E_K = \frac{E}{K} = \frac{E}{2} E_{Total} = E - E_d = \frac{E}{2} \Rightarrow E_{Total} = \frac{E}{2}$$

e: تقل الطاقة إلى النصف لأن الفرق الجهد يقل وفقاً للعلاقات التالية .

بينما تبقى الشحنة ثابتة  $\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K}$  ولكن  $PE_{electric} = \frac{1}{2} Q\Delta V$

$$PE_{electric K} = \frac{1}{2} Q\Delta V_k = \frac{1}{2} Q \frac{\Delta V}{K} = \left(\frac{1}{2} \times Q \frac{\Delta V}{2}\right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \times Q\Delta V\right) = \frac{1}{2} PE_{electric}$$

س١٣: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازلاً بين صفيحتيها. ربطت بين قطبي بطارية وعند ما أدخل عازل كهربائي بين الصفيحتين ثابت عزله ( $K=6$ ) والمتسعة ما زالت موصولة بالبطارية ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب).

a: فرق الجهد بين صفيحتيها . b: سعتها . c: الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها . d: المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

e: الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

ج: a: فرق الجهد ثابت لأن المصدر متصل بالمتسعة .

b: سعتها تزداد ست أضعاف بسبب زيادة الشحنة وبقاء فرق الجهد ثابت فتزداد السعة ست أضعاف وفق العلاقة  $C_K =$

$$K \times C = 6C \text{ و العلاقة } C = \frac{Q}{\Delta V} \text{ نتيجة لزيادة السماحية النسبية للوسط العازل}$$

c: الشحنة تزداد لأن السعة تزداد وفق العلاقة  $C = \frac{Q}{\Delta V}$  .  $Q_K = KQ = 6Q$

d: المجال يبقى ثابت لثبوت كل من فرق الجهد والبعد بين الصفيحتين وفق العلاقة التالية  $E = \frac{\Delta V}{d}$ .

e: تزداد الطاقة المخزنة لوجود المصدر بسبب زيادة الشحنة وبقاء فرق الجهد ثابت .

$$PE_{\text{electric } K} = \frac{1}{2} Q_K \Delta V = \frac{1}{2} \times KQ \times \Delta V = K \left( \frac{1}{2} Q \Delta V \right) = 6 \left( \frac{1}{2} Q \Delta V \right) = 6PE_{\text{electric}}$$

س: (٢٤ ١٤) متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت بين قطبي بطارية . ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله (k=6) والمتسعة ما زالت موصولة بالبطارية ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة مع ذكر السبب؟

a: فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها . b: سعتها ؟

ج: لا تغير في فرق الجهد الكهربائي لأن المصدر يحافظ على بقاء فرق الجهد ثابت لأنها متصلة بالمصدر

b: سعتها بعد العازل تزداد ست أضعاف بسبب زيادة الشحنة وثبوت فرق الجهد وفق العلاقة  $C_K = K \times C = 6C$

س: (٢٤ ١٤) ما تأثير ادخال مادة عازلة ثابت عزله (٦) بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مربوطة بين قطبي بطارية بدلاً من الهواء في ( فرق الجهد بين صفيحتيها ، سعتها )

ج: فرق الجهد ثابت لأن المصدر متصل بالمتسعة .

سعتها تزداد ست أضعاف بسبب زيادة الشحنة وبقاء فرق الجهد ثابت فتزداد السعة ست أضعاف وفق العلاقة  $C_K = K \times C = 6C$  . والعلاقة  $C = \frac{Q}{\Delta V}$  كنتيجة لزيادة السماحية النسبية للوسط العازل

س: (٢٠ ت) ماذا يحصل مع ذكر السبب للطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر عند ادخال عازل كهربائي ثابت عزله (٢) بين صفيحتيها

$$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{\Delta V}{2} \quad PE_k = \frac{1}{2} Q_k \Delta V_k = \frac{PE}{k} = \frac{PE}{2}$$

س: (٢٤ ٢١) متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت بين قطبي بطارية ثم فصلت . ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله (k=3) ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة مع ذكر السبب؟

a: المجال الكهربائي بين صفيحتيها . b: والطاقة المخزنة بين صفيحتيها ؟

a: يقل المجال إلى الثلث لتولد مجال كهربائي داخل العازل معاكس للمجال بين الصفيحتين قبل وضع العازل

$$E_K = \frac{E}{K} = \frac{E}{3} \quad E_{\text{Total}} = E - E_d = \frac{E}{3} \Rightarrow E_{\text{Total}} = \frac{E}{3}$$

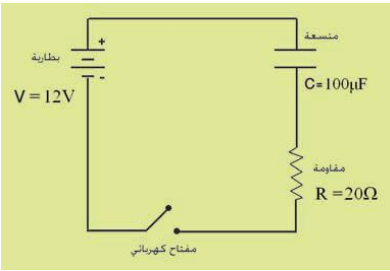
e: نقل الطاقة إلى الثلث لأن الفرق الجهد يقل وفقاً للعلاقات التالية .

$$PE_{\text{electric}} = \frac{1}{2} Q \Delta V \quad \text{ولكن} \quad \Delta V_K = \frac{\Delta V}{K} \quad \text{بينما تبقى الشحنة ثابتة}$$

$$PE_{\text{electric } K} = \frac{1}{2} Q \Delta V_k = \frac{1}{2} Q \frac{\Delta V}{K} = \left( \frac{1}{2} \times Q \frac{\Delta V}{3} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{3} \times Q \Delta V \right) = \frac{1}{3} PE_{\text{electric}}$$

## مسائل الفصل الأول

س ١: (١٤١٤) من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية في الشكل المجاور احسب



١. المقدار الأعظم لتيار الشحن ، لحظة إغلاق المفتاح .
٢. مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من إغلاق المفتاح .
٣. الشحنة المختزنة في أي من الصفيحتين للمتسعة .
٤. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .

$$\text{Sol: a: } I_{max} = \frac{V_{battery}}{R} = \frac{12}{20} = 0.6 A$$

$$\text{b: } \Delta V = 12 V = \Delta V_C$$

$$\text{c: } Q = \Delta V \times C = 12 \times 100 \times 10^{-6} C = 1200 \times 10^{-6} = 1.2 \times 10^{-3} C$$

$$\text{d: } PE = \frac{1}{2} (\Delta V)^2 \times C = \frac{1}{2} \times 144 \times 100 \times 10^{-6} = 7.2 \times 10^{-3} \text{ Joule}$$

س ٢: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما (4µF) وربطت بين قطبي بطارية فرق جهدها (20V)

١: ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .

٢: إذا فصلت المتسعة عن البطارية وأدخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين الصفيحتين إلى (10V) فما مقدار ثابت العزل للوح العازل؟ وما مقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها؟

$$\text{Sol: 1: } Q = C \times \Delta V = 4 \times 20 = 80 \mu\text{Coulomb}$$

$$\text{2: } C_K = \frac{Q_k}{\Delta V_k} = \frac{80}{10} = 8 \mu F \quad Q_k = Q \quad \text{عندما يفصل المصدر لا تتغير الشحنة}$$

$$K = \frac{C_K}{C} = \frac{8}{4} = 2$$

س ٣: (١٤٢٤) : متسعتان ( $C_1 = 9\mu F$  ,  $C_2 = 18\mu F$ ) من ذوات الصفائح المتوازية مربوطة مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها (12V) .

a: احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها .

b: أدخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (٤) بين صفيحتي المتسعة  $C_1$  ( مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة ) . فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها بعد إدخال العازل .

$$\text{Sol: a: } \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{2+1}{18} = \frac{1}{6} \Rightarrow C_{eq} = 6 \mu F$$

$$Q_{Total} = \Delta V \times C_{eq} = 12 \times 6 = 72 \mu C = Q_1 = Q_2 \text{ لأن الربط توالي}$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{72}{9} = 8 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{72}{18} = 4 V$$

$$PE_{electric 1} = \frac{1}{2} \times \Delta V_1^2 \times C_1 = \frac{1}{2} \times 8^2 \times 9 \times 10^{-6} = 288 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{electric 2} = \frac{1}{2} \times \Delta V_2^2 \times C_2 = \frac{1}{2} \times 4^2 \times 18 \times 10^{-6} = 144 \times 10^{-6} J$$

$$\text{b: } C_{1K} = K \times C_1 = 4 \times 9 = 36 \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1K}} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{36} + \frac{1}{18} = \frac{2+1}{36} = \frac{1}{12}$$

$$C_{eq} = 12 \mu F$$

$$Q_{Total} = \Delta V \times C_{eq} = 12 \times 12 = 144 \mu C = Q_1 = Q_2$$

$$\Delta V_{1K} = \frac{Q}{C_{1K}} = \frac{144}{36} = 4 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{144}{18} = 8 V$$

$$PE_{electric 1K} = \frac{1}{2} \times \Delta V_{1K}^2 \times C_{1K} = \frac{1}{2} \times 4^2 \times 36 \times 10^{-6} = 288 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{electric 2} = \frac{1}{2} \times \Delta V_2^2 \times C_2 = \frac{1}{2} \times 8^2 \times 18 \times 10^{-6} = 576 \times 10^{-6} J$$

س ٤: (٢٠) منسختان من ذوات السعة المتوازيتين ( $C_1 = 16 \mu F, C_2 = 24 \mu F$ ) مربوطتان مع بعضهما على التوازي وربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (48V). إذا أدخل نوع من مادة عازلة ثابت مرافقها الكهربائي (K) بين سعتي النسبة الأولى وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة (3456 μC) ما مقدار:

a: ثابت العزل الكهربائي K b: الشحنة المخزنة في أي من سعتي كل منسفة قبل وبعد وضع المادة العازلة.

$$\text{Sol: } C_{eq} = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{3456}{48} = 72 \mu f$$

$$C_{eq} = C_K + C_2$$

$$72 = C_K + 24$$

$$C_K = 72 - 24 = 48 \mu f$$

$$K = \frac{C_K}{C} = \frac{48}{16} = 3$$

$$\Delta V_{Total} = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = \Delta V_1 \times C_1 = 48 \times 16 = 768 \mu C: \text{ قبل وضع العازل}$$

$$Q_2 = \Delta V_2 \times C_2 = 48 \times 24 = 1152 \mu C$$

$$Q_K = \Delta V_1 \times C_K = 48 \times 48 = 2304 \mu C \text{ بعد وضع العازل: يبقى فرق الجهد ثابت}$$

$$Q_2 = \Delta V_2 \times C_2 = 48 \times 24 = 1152 \mu C$$

س ٥: متسعتان ( $C_1 = 4 \mu F$  ،  $C_2 = 8 \mu F$ ) مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية ( $600 \mu \text{Coulomb}$ ) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

a: أحسب لكل متسعة مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها والطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

b: أدخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها ( $\epsilon_r$ ) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة وفرق جهد والطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل .

$$\text{a: sol: } C_{\text{Total}} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12 \mu f$$

$$\Delta V = \frac{Q_{\text{Total}}}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50 V \text{ وهو نفسه على طرفي كل متسعة}$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 50 = 200 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 50 = 400 \mu C$$

$$PE_{\text{electric } 1} = \frac{1}{2} \Delta V_1^2 \times C_1 = \frac{1}{2} \times 2500 \times 4 \times 10^{-6} = 5000 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{\text{electric } 2} = \frac{1}{2} \Delta V_1^2 \times C_2 = \frac{1}{2} \times 2500 \times 8 \times 10^{-6} = 10000 \times 10^{-6} J$$

بعد إدخال العازل

$$\text{b: } C_{2K} = K \times C_2 = 2 \times 8 = 16 \mu f$$

$$C_{\text{Total } 2} = C_1 + C_{2K} = 4 + 16 = 20 \mu f$$

$$\Delta V = \frac{Q_{eq}}{C_{eq}} = \frac{600}{20} = 30 V \text{ (لكون الربط توازي) وهو نفسه على طرفي كل متسعة}$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 30 = 120 \mu C$$

$$Q_2 = C_{2K} \times \Delta V = 16 \times 30 = 480 \mu C$$

$$PE_{\text{electric } 1} = \frac{1}{2} \Delta V_2^2 \times C_1 = \frac{1}{2} \times 900 \times 4 \times 10^{-6} = 1800 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{\text{electric } 2K} = \frac{1}{2} \Delta V_2^2 \times C_{2K} = \frac{1}{2} \times 900 \times 16 \times 10^{-6} = 7200 \times 10^{-6} J$$

س ٦: لديك ثلاث متسعات ( $C_1 = 6 \mu F$  ،  $C_2 = 9 \mu F$  ،  $C_3 = 18 \mu F$ ) ومصدر للفولطية المستمرة فرق الجهد بين قطبيه ( $6V$ ) .  
وضح مع الرسم مخطط للدائرة الكهربائية ، كيفية ربط المتسعات الثلاث مع بعضها للحصول على .

a: أكبر مقدار لتسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المخزنة في المجموعة .

**b:** أصغر مقدار السعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المخزنة في المجموعة .

**a:sol:** توازي  $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 6 + 9 + 18 = 33\mu f$

$$Q_{eq} = \Delta V \times C_{Total} = 6 \times 33 = 198\mu C$$

$$Q_1 = 6 \times 6 = 36\mu C \quad Q_2 = 6 \times 9 = 54\mu C \quad Q_3 = 6 \times 18 = 108\mu C$$

**b:** توالي  $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} C_{eq} = 3\mu f$

$$Q_{total} = \Delta V_{Total} \times C_{eq} = 6 \times 3 = 18\mu C = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

٧: (٢١ ٢٥): أربع متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل أحسب مقدار

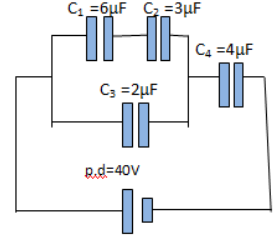
**a:** السعة المكافئة للمجموعة . **b:** الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .

**c:** الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ( $C_4$ )

**sol:**  $\frac{1}{C_{eq \text{ توالي}}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} C_{eq1} = 2\mu f$

$$C_{eq \text{ توازي}} = 2 + 2 = 4\mu f$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} C_{eq} = 2\mu f \quad \text{مقدار السعة المكافئة للمجموعة}$$



$$Q_{eq} = \Delta V \times C_{eq} = 40 \times 2 = 80\mu C = Q_4 = \text{الشحنة المخزنة في مجموعة التوازي}$$

$$\Delta V_{\text{توازي}} = \frac{Q_{\text{توازي}}}{C_{\text{توازي}}} = \frac{80}{4} = 20 V = \Delta V_4 = \text{مجموعة التوالي}$$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 2 \times 20 = 40\mu C$$

$$Q_{\text{توالي}} = C_{eq1} \times \Delta V = 2 \times 20 = 40\mu C = Q_1 = Q_2$$

$$PE_4 = \frac{1}{2} \Delta V_4^2 C_4 = \frac{1}{2} \times 400 \times 4 \times 10^{-6} = 800 \times 10^{-6} J$$

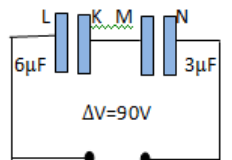
٨: (٢٢ ٢٥): متسعتان ( $6\mu F, 3\mu F$ ) ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما ( $90V$ ) كما في الشكل (a) . فإذا فصلت المتسعتان عن البطارية دون هبوط ضياع بالطاقة ثم أعيد ربطهما مع بعض .

**أولا :** كما في الشكل (b) بعد ربط الصفائح المتماثلة الشحنة للمتسعتين مع بعضهما .

**ثانياً :** كما في الشكل (c) بعد ربط الصفائح المختلفة الشحنة للمتسعتين مع بعضهما . ما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة في الشكلين (b,c)

**A:sol:**  $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{1}{2} C_{eq} = 2\mu f$

$$Q_{Total} = \Delta V \times C_{eq} = 90 \times 2 = 180 \mu C = Q_1 = Q_2 \text{ (لأن الربط على التوالي)}$$



بعد الربط في الحالة أولاً

$$C_{\text{Total}} = C_1 + C_2 = 6 + 3 = 9\mu\text{F}$$

الشحنة الكلية للمجموعة تساوي مجموع الشحنتين في كل متسعة

$$Q_{\text{eq}} = Q_1 + Q_2 = 180 + 180 = 360\mu\text{F}$$

بعد الربط على التوازي تبقى الشحنة الكلية ثابتة

$$\Delta V_{\text{Total}} = \frac{Q_{\text{eq}}}{C_{\text{Total}}} = \frac{360}{9} = 40\text{ V} = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 40 = 240\mu\text{C}$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 3 \times 40 = 120\mu\text{C}$$

**ثانياً:** في حالة الربط بالحالة ثانياً يكون الشحنة الكلية تساوي صفراً لأن الشحنة المختزنة في الأولى تساوي الشحنة المختزنة في الثانية. وهذا يعني أن كل متسعة تم توصيلها بسلك أدى إلى تفريغ شحنة كل من المتسعتين

س ٩: في الشكل (١٤٢٥)

١: أحسب مقدار السعة المكافئة للمجموعة.

٢: إذا سلط فرق جهد كهربائي مستمر (20V) بين النقطتين (a) و(b) فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة ؟

٣: ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة ؟

$$\text{sol: } 1: C_{\text{eq}(1,2)} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2\mu\text{F}$$

$$C_{\text{eq}(4,5)} = \frac{C_4 \times C_5}{C_4 + C_5} = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = \frac{162}{27} = 6\mu\text{F}$$

$$C_{\text{eq}} = C_{\text{eq}(1,2)} + C_{\text{eq}(4,5)} + C_3$$

$$C_{\text{eq}} = 2 + 6 + 12 = 20\mu\text{F}$$

$$2: Q_{\text{Total}} = \Delta V \times C_{\text{eq}} = 20 \times 20 = 400\mu\text{C}$$

$$3: Q_{\text{Total}(1,2)} = \Delta V \times C_{(1,2)} = 20 \times 2 = 40\mu\text{C} = Q_1 = Q_2$$

$$Q_{\text{eq}(4,5)} = \Delta V \times C_{(4,5)} = 20 \times 6 = 120\mu\text{C} = Q_4 = Q_5$$

$$Q_{\text{Total}} - (Q_{\text{Total } 1,2} + Q_{\text{Total } 4,5}) = Q_3$$

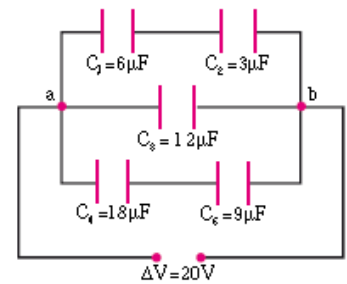
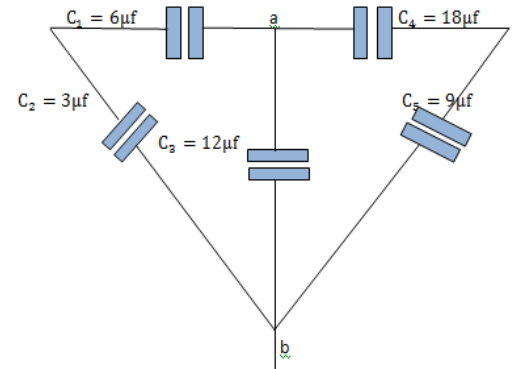
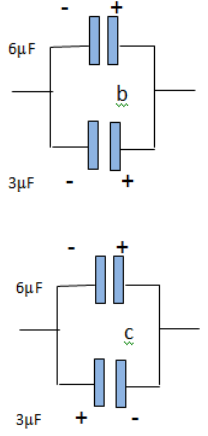
$$Q_3 = 400 - (40 + 120) = 400 - 160 = 240\mu\text{C}$$

أسئلة وإجابات

س ١: متسعة سعتها (4μF) مشحونة بفرق جهد (200V) وصلت على التوازي بمتسعة أخرى غير مشحونة سعتها (6μF) فما ١: فرق الجهد للمجموعة بعد التوصيل . ٢: شحنة كل متسعة ج: ١: V=80volt : ٢: ٢٢٠، ٤٨٠

س ٢: متسعتان الأولى سعتها (3μF) وفرق جهدها (60V) والثانية سعتها (5μF) وفرق جهدها (28V) ربطتا على التوازي فما شحنة كل متسعة وفرق جهدها بعد الربط. ج: 120μC, 200μC, 40V

اعداد الأستاذ دريد ياسين



س٣: متسعة سعتها (  $15\mu F$  ) مشحونة بفرق جهد (  $300V$  ) ربطت على التوازي مع متسعة أخرى غير مشحونة فأصبح فرق الجهد للمجموعة (  $100V$  ) فما ١: سعة المتسعة الثانية . ٢: شحنة كل متسعة بعد الربط ٣: إذا وضعت بين لوحين المتسعة الأولى مادة عازلة أصبح فرق الجهد للمجموعة (  $75V$  ) جد ثابت العزل الكهربائي (  $K$  ).  
ج:  $30\mu F$  ،  $1500\mu C$  ،  $3000\mu C$  ٢

س٤: متسعة سعتها (  $2\mu F$  ) العازل بين صفيحتيها الهواء وضعت مادة عازلة بين صفيحتيها ثم وصلت على التوازي مع متسعة أخرى سعتها (  $6\mu F$  ) ووصلت المجموعة إلى بطارية فكانت الشحنة على أحد طرفي المتسعة الأولى (  $320\mu C$  ) والثانية (  $240\mu C$  ) ما مقدار ثابت العزل للعازل المستعمل . ج: ٤ .

س٥: متسعة سعتها (  $4\mu F$  ) وفرق الجهد بين صفيحتيها (  $200V$  ) ربطت على التوازي مع متسعة أخرى غير مشحونة سعتها (  $6\mu F$  ) . ١: كم يصبح فرق الجهد الكهربائي وشحنة كل متسعة . ٢: في مجموعة التوازي إذا استبدل الهواء بين صفيحتي المتسعة الثانية بمادة عازلة أصبحت الشحنة فيها (  $600\mu C$  ) فما مقدار ثابت العزل للعازل المستعمل .  
ج: ١:  $80V$  ،  $320\mu C$  ،  $480\mu C$  ، ٢ .

س٦: ربطت المتسعتان (  $4\mu F$  ) (  $5\mu F$  ) على التوازي و المجموعة على التوالي مع متسعة ثالثة (  $18\mu F$  ) ووصل الجميع بمصدر فولطية فأصبحت شحنة المجموعة (  $540\mu C$  ) فما ١: فرق الجهد الكلي للمجموعة ٢: شحنة كل متسعة وفرق جهدها الكهربائي . ج: ١:  $90V$  ، ٢:  $30V$  ،  $60V$  ،  $240\mu C$  ،  $300\mu C$

س٧: متسعتان ( ٨ و  $24\mu F$  ) مربوطتان على التوالي وصلتا على التوازي مع متسعة أخرى مشحونة ومفصولة عن مصدر الفولطية سعتها (  $4\mu F$  ) وفرق الجهد بين صفيحتيها (  $100V$  ) ١: كم يصبح فرق الجهد للمجموعة . ٢: إذا أدخلت مادة عازلة بين صفيحتي الثالثة بحيث تملأ الفراغ بين صفيحتيها تصبح شحنتها (  $250\mu C$  ) فما ثابت العزل للعازل المستعمل . ج: ٢.5

س٨: متسعة سعتها (  $2\mu F$  ) الشحنة عند إحدى صفيحتيها (  $40\mu C$  ) ومتسعة سعتها (  $4\mu F$  ) شحنتها (  $50\mu C$  ) . ربطتا على التوازي مرة الصفيحتان الموجبتان مع بعض ومرة أخرى ربطت الموجبة لإحدهما مع السالبة للأخرى .

أحسب مقدار الشحنة عند كل صفيحة لكل متسعة (  $30, 60$  ) (  $20/6, 40/6$  )

وضعت مادة عازلة ثابت عزلها الكهربائي (  $K=2$  ) بين صفيحتي المتسعة الأولى أحسب الشحنة عند أي من صفيحتي كل متسعة في الحالتين (  $45, 45$  ) (  $5, 5$  ) .

س٩: متسعة الهواء عازل بين صفيحتيها شحنت إلى فرق جهد (  $100V$  ) وصلت على التوازي مع متسعة أخرى غير مشحونة مشابهة لها بالسعة. ووضع عازل بين صفيحتي المتسعة الثانية فأصبح فرق الجهد للمجموعة (  $25V$  ) جد مقدار ثابت العزل ؟

س١٠: شحنت متسعة إلى فرق جهد (  $90V$  ) وعند توصيلها إلى أخرى غير مشحونة سعتها (  $10\mu F$  ) كان فرق جهد المجموعة (  $30V$  ) أحسب سعة المتسعة المجهولة؟

س١٢ (٢٥) متسعتان (  $C_1 = 12\mu F, C_2 = 6\mu F$  ) مربوطتان على التوازي فإذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية (  $180\mu C$  ) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

١: أحسب لكل متسعة مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها والطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

٢: أدخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها ( 4 ) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة وفرق جهد كل متسعة بعد إدخال العازل ؟

sol: 1:  $C_{eq} = C_1 + C_2 = 12 + 6 = 18\mu F$

$$\Delta V = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{180}{18} = 10 V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V = 12 \times 10 = 120 \mu C \quad Q_2 = C_2 \Delta V = 6 \times 10 = 60 \mu C$$

$$PE_{e1} = \frac{1}{2} Q_1 \Delta V_1 = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^{-6} \times 10 = 600 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{e2} = \frac{1}{2} Q_2 \Delta V_2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 10^{-6} \times 10 = 300 \times 10^{-6} J$$

$$2: C_{2k} = KC_2 = 4 \times 6 = 24 \mu F$$

$$C_{eq} = C_1 + C_{2k} = 12 + 24 = 36 \mu F$$

$$\Delta V = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{180}{36} = 5 V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V = 12 \times 5 = 60 \mu C \quad Q_2 = C_2 \Delta V = 24 \times 5 = 120 \mu C$$

(٢١ ٢٥، ١٣ ٢٥) دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح مقاومته (r=5Ω) ومقاومة مقدارها (R= 10 Ω) وبطارية ومقدار فرق الجهد بين قطبيها (ΔV=12v). ربطت في الدائرة متسعة ذات الصيحتين المتوازيتين سعتها (3μF)، ما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المخزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت على التوازي مع المصباح؟

$$\text{sol: } I = \frac{\Delta V}{r+R} = \frac{12}{5+10} = \frac{12}{15} \text{ Amper}$$

$$\Delta V_r = Ir = \frac{12}{15} \times 5 = 4 \text{ volt} = \Delta V_c \quad \Rightarrow \quad Q = \Delta V_c \times C = 4 \times 3 = 12 \mu C$$

$$PE_e = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-6} \times 4 = 24 \times 10^{-6} J$$

س: (١٥ ١٤) ثلاث متسعات كما في الشكل ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (24V). ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (K) بين صيحتي المتسعة الثالثة (C<sub>3</sub>) والمجموعة ما زالت متصلة بالبطارية وكانت الشحنة الكلية للمجموعة (336μC) ما مقدار ١: ثابت العزل ٢: الشحنة المخزنة في أي من صيحتي كل متسعة بعد إدخال المادة العازلة.

$$\text{Sol: } 1: C_{eq} = \frac{Q_{Total}}{\Delta V} = \frac{336}{24} = 14 \mu F$$

$$C_{eq \text{ توالي}} = \frac{9 \times 18}{27} = 6 \mu F$$

$$C_{eq} = C_{eq \text{ توالي}} + C_k$$

$$14 = 6 + C_k$$

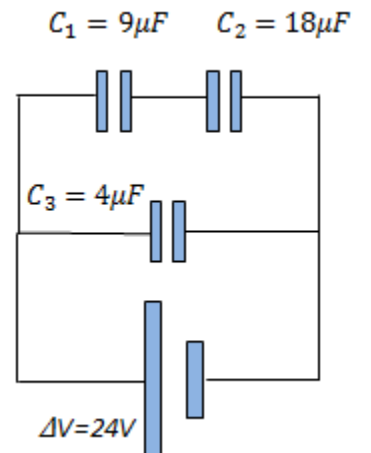
$$C_k = 14 - 6 = 8 \mu F$$

$$K = \frac{C_k}{C} = \frac{8}{4} = 2$$

$$\Delta V_{Total} = \Delta V_3 = \Delta V_{مجموعة \text{ توالي}} = 24V$$

$$2: Q_{مجموعة \text{ توالي}} = C_{مجموعة \text{ توالي}} \times \Delta V = 6 \times 24 = 144 \mu C = Q_1 = Q_2$$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 8 \times 24 = 192 \mu C$$



س: (١٤ ٢٥) متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_1 = 2\mu F, C_2 = 6\mu F$ ) مربوطتان على التوازي مع بعضهما. ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (١٢v). وكان الفراغ عازلاً بين صفيحتي كل منهما. أحسب مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة والشحنة الكلية إذا أدخل بين صفيحتي المتسعة الأولى لوح من مادة عازلة ثابت عزلها الكهربائي (٢) يملأ الحيز بينهما وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية، فما مقدار الشحنة بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل بين اللوحين وما مقدار الشحنة الكلية.

$$\text{Sol: } C_{eq} = C_1 + C_2 = 2 + 6 = 8\mu F$$

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V_{Total} = 8 \times 12 = 96\mu\text{Coulomb}$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V_1 = 2 \times 12 = 24\mu\text{Coulomb}$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V_2 = 6 \times 12 = 72\mu\text{Coulomb}$$

بعد إدخال العازل

$$C_k = K C$$

$$C_{k1} = K C = 2 \times 2 = 4\mu F$$

$$\text{Sol: } C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 6 = 10\mu F$$

بما أن اللوح العازل أدخل والمجموعة لا تزال مربوطة بين قطبي البطارية فإن فرق الجهد الكهربائي الكلي يبقى ثابت للمجموعة (12v) وعندئذ نحسب الشحنة الكلية للمجموعة من العلاقة التالية

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V_{Total} = 10 \times 12 = 120 \mu\text{Coulomb}$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V_1 = 4 \times 12 = 48\mu\text{Coulomb}$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V_2 = 6 \times 12 = 72\mu\text{Coulomb}$$

س: (١٥) دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته ( $r=5\Omega$ ) ومقاومة ( $R=10\Omega$ ) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها ( $\Delta v=4v$ ) ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما ( $3\mu F$ ) ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي لوربطت المتسعة ١ على التوازي مع المصباح ٢ على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها بعد فصل المتسعة من الدائرة الأولى وإفراغها من شحنتها

$$\text{sol: 1: } I = \frac{\Delta V}{r+R} = \frac{4}{5+10} = \frac{4}{15} A$$

$$\Delta V = I \times r = \frac{4}{15} \times 5 = \frac{4}{3} V = \Delta V$$

(فرق الجهد بين طرفي صفيحتي المتسعة لأن الربط توازي) بين طرفي المصباح

$$Q = C \times \Delta V = 3 \times \frac{4}{3} = 4 \text{ } \mu \text{ coulomb}$$

$$PE = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times \frac{16}{9} = \frac{8}{3} \times 10^{-6} \text{ J}$$

الدائرة الثانية  $I = 0$  لأن المتسعة مربوطة على التوالي فأنها تقطع التيار بعد شحنها بكامل شحنتها لذا فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة = فرق جهد البطارية ( $\Delta V=4v$ ) وتعد الدائرة مفتوحة والشحنة تكون

$$2: Q = C \times \Delta V = 4 \times 3 = 12 \mu \text{ coulomb}$$

$$PE = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times 16 = 24 \times 10^{-6} \text{ J}$$

س: (ت ١٦): متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما ( $8\mu F$ ) ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها ( $10V$ ) . ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها ٢: إذا فصلت المتسعة عن البطارية وأدخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت العزل له يساوي (2) ، جد مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة في حالة العازل بين الصفيحتين ؟

$$\text{Sol: } 1: Q = C \times \Delta V = 8 \times 10 = 80 \mu \text{Coulomb}$$

$$2: \Delta V_K = \frac{\Delta V}{K} = \frac{10}{2} = 5 V$$

د (١٥ ١٥): متسعتان ( $C_1 = 4\mu F$  ،  $C_2 = 8\mu F$ ) مربوطة مع بعضهما على التوازي ، فإذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية ( $600\mu \text{Coulomb}$ ) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه أحسب:

١: مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ٢: أدخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها ( $K$ ) بين صفيحتي المتسعة الثانية فأصبحت شحنتها ( $480\mu C$ ) فما مقدار ثابت العزل الكهربائي ( $K$ ) .

$$1: \text{sol: } C_{\text{Total}} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12 \mu F$$

$$\Delta V = \frac{Q_{\text{Total}}}{C_{\text{eq}}} = \frac{600}{12} = 50 V = \text{وهو نفسه على طرفي كل متسعة}$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 50 = 200 \mu C \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 50 = 400 \mu C$$

بعد إدخال العازل

$$2: Q_T = Q_1 + Q_2 \Rightarrow 600 = Q_1 + 480 \quad Q_1 = 600 - 480 = 120 \mu C$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C_1} = \frac{120}{4} = 30 V = \Delta V_2$$

$$C_K = \frac{Q_2}{\Delta V_2} = \frac{480}{30} = 16 \mu F \quad K = \frac{C_K}{C} = \frac{16}{8} = 2$$

س: (١٥ ٢٥) متسعتان م ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $c_2 = 12\mu F$  ،  $c_1 = 6\mu F$ ) مربوطة مع بعضهما على التوالي ، ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها ( $12V$ ) وكان الهواء عازلاً بين صفيحتي كل منهما ، إذا أدخل عازل بين صفيحتي كل منهما لوح مادة عازلة ثابت عزلها الكهربائي (3) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) ، جد مقدار ١: فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل ٢: الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل .

$$1: C_{k1} = KC = 3 \times 6 = 18 \mu F$$

$$C_{k2} = KC = 3 \times 12 = 36 \mu F$$

$$C_{eq K} = \frac{C_{k1} \times C_{k2}}{C_{k1} + C_{k2}} = \frac{18 \times 36}{18 + 36} = 12 \mu F$$

$$2: Q_T = C_{eq K} \times \Delta V = 12 \times 12 = 144 \mu C = Q_1 = Q_2 \quad \text{خصائص التوالي}$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{144}{18} = 8 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{144}{36} = 4 V$$

س: (٢٥ ١٥) : متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما (( $c_2 = 6 \mu F$ ,  $c_1 = 3 \mu F$ ) مربوطتان على التوالي شحنت المجموعة بشحنة كلية مقدارها ( $72 \mu C$ ) أحسب مقدار: ١: فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة. ٢: فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة. ٣: الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة؟

$$1: C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3 \times 6}{9} = 2 \mu F$$

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = 72 \mu C$$

$$٢: \Delta V_{Total} = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{72}{2} = 36 V$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{72}{3} = 24 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{72}{6} = 12 V$$

$$3: PE_1 = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 24 = 864 \times 10^{-6} J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 12 = 432 \times 10^{-6} J$$

س: (١٧) متسعتان ( $C_2 = 6 \mu F$ ,  $C_1 = 3 \mu F$ ) من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان على التوالي وربطت مجموعتهما مع فضيلة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها ( $12V$ ): ١: أحسب مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي صفيحتي كل متسعة. 2: أدخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة. فما فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل؟

$$1: C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \mu F$$

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V = 2 \times 12 = 24 \mu C = Q_1 = Q_2 \quad (\text{توالي})$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{24}{3} = 8 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{24}{6} = 4 V$$

$$2: C_{2K} = K \times C_2 = 2 \times 6 = 12 \mu F$$

$$C_{eq \text{ بعد العازل}} = \frac{C_1 \times C_{2K}}{C_1 + C_{2K}} = \frac{3 \times 12}{3 + 12} = \frac{36}{15} = 2.4 \mu F$$

$$\Delta V_T = \Delta V_{K T} = 12 \text{ V}$$

$$Q_{T \text{ بعد العازل}} = C_{T \text{ بعد العازل}} \times \Delta V_{T \text{ بعد العازل}} = 2.4 \times 12 = 28.8 \mu C = Q_1 = Q_{2K} \quad (\text{توالي})$$

$$\Delta V_{1 \text{ بعد العازل}} = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{28.8}{3} = 9.6 \text{ V}$$

$$\Delta V_{2 \text{ بعد العازل}} = \frac{C_{2K}}{C_{2K}} = \frac{28.8}{12} = 2.4 \text{ V}$$

س: (١٦٤٥): متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_1 = 120 \mu F$  ،  $C_2 = 30 \mu F$ ) مربوطتان على التوالي مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20V) فإذا فصلت المجموعة عن البطارية وادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (٤) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، أحسب مقدار فرق الجهد والطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل

$$C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{30 \times 120}{30 + 120} = 24 \mu F$$

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V = 24 \times 20 = 480 \mu C = Q_1 = Q_2$$

$$C_{2 K} = K \times C_2 = 2 \times 30 = 60 \mu F$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{480}{120} = 4 \text{ V}$$

$$\Delta V_{2 K} = \frac{Q_2}{C_{2 K}} = \frac{480}{60} = 8 \text{ V}$$

$$PE_{e1} = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 4 = 960 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{e2 K} = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 8 = 1920 \times 10^{-6} J$$

س: (١٦٤٥): متسعتان ( $C_1 = 6 \mu f$  ،  $C_2 = 12 \mu f$ ) مربوطتان مع بعضهما على التوازي فأذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية مقدارها (180  $\mu C$ ) بواسطة مصدر فولتية مستمرة ثم فصلت عن المصدر وادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزلها (4) بين صفيحتي المتسعة الأولى . جد مقدار الشحنة المخزنة بين صفيحتي كل متسعة وفرق جهدها قبل وبعد العازل

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 6 + 12 = 18 \mu f$$

$$\Delta V_{TOTAL} = \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{180}{18} = 10 \text{ V} = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V = 6 \times 10 = 60 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V = 12 \times 10 = 120 \mu C$$

$$C_{1k} = k C_1 = 4 \times 6 = 24 \mu F$$

$$\text{بعد العازل} \quad C_{eq K} = C_{1k} + C_2 = 24 + 12 = 36 \mu F$$

$$\Delta V = \frac{Q_{TOTAL}}{C_{eq}} = \frac{180}{36} = 5\mu F = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_{1K} = C_{1K}\Delta V = 24 \times 5 = 120\mu C$$

$$Q_2 = C_2\Delta V = 12 \times 5 = 60\mu C$$

س: في الشكل (١٧١٤)

١. احسب مقدار السعة المكافئة للمجموعة.

٢. إذا كانت الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة (300μC) جد مقدار فرق الجهد المستمر بين النقطتين (a) و (b) ؟

٣. ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة ؟

$$\text{sol: } 1: C_{eq(1,2)} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2\mu f$$

$$C_{eq(4,5)} = \frac{C_4 \times C_5}{C_4 + C_5} = \frac{12 \times 24}{36} = 8\mu f$$

$$C_{eq} = C_{eq(1,2)} + C_{eq(4,5)} + C_3$$

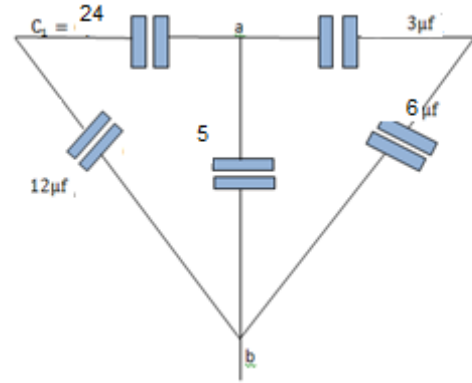
$$C_{eq} = 2 + 5 + 8 = 15\mu f$$

$$2: \Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{300}{15} = 20V$$

$$3: Q_{Total(1,2)} = \Delta V \times C_{(1,2)} = 20 \times 2 = 40\mu C = Q_1 = Q_2$$

$$Q_{(3)} = \Delta V \times C_{(3)} = 20 \times 5 = 100\mu C$$

$$Q_{eq(4,5)} = \Delta V \times C_{(4,5)} = 20 \times 8 = 160\mu C$$



س: (١٧١٥): دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته (r=20Ω) ومقاومة مدارها (R=40Ω) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها (Δv =12v) ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين فكان مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة (20μC) جد مقدار 1: سعة المتسعة 2: الطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي .

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{20}{12} = \frac{10}{6} \mu F$$

$$PE_e = \frac{1}{2} Q\Delta V = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 12 = 120 \times 10^{-6} J$$

س: (١٨): متسعة ذات صفيحتين متوازيتين سعتها (20μF) شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (6V) فإذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم أدخل بين صفيحتيها لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (3) يملأ الحيز بينهما، احسب 1: الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة 2: سعتها بوجود العازل 3: فرق الجهد بين صفيحتيها بعد إدخال العازل .

$$Q = C \Delta V = 20 \times 6 = 120 \mu C$$

$$C_K = KC = 3 \times 20 = 60 \mu F$$

$$\Delta V_K = \frac{Q}{C_K} = \frac{120}{60} = 2 V$$

**س: (١٧٢٤)** متسعتان ( $C_1 = 4\mu F, C_2 = 12\mu F$ ) ربطتا على التوالي مع بعضهما ، ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (80V) ، فإذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون ضياع بالطاقة واعيد ربطهما على التوازي بحيث الصفائح المتماثلة في الشحنة مربوطة مع بعضها ، فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة بعد إعادة الربط؟

$$C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3 \mu F$$

$$Q_{Total} = C_{eq} \times \Delta V = 3 \times 80 = 240 \mu C = Q_1 = Q_2$$

بعد إعادة الربط

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 240 + 240 = 480 \mu C$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 12 = 16 \mu F$$

$$\Delta V_{TOTAL} = \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{480}{16} = 30 V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V = 4 \times 30 = 120 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V = 12 \times 30 = 360 \mu C$$

**س: (١٨١٤)** متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_1 = 9 \mu F, C_2 = 18 \mu F$ ) مربوطتان على التوالي وربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (24V) ، إذا ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (K) بين صفيحتي المتسعة الأولى وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة (288μC) ، ما مقدار **1** ثابت العزل الكهربائي (K) **2** : فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال المادة العازلة

$$C_{eq} = \frac{Q_T}{\Delta V_T} = \frac{288}{24} = 12 V$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_K} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_K} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C_2} = \frac{1}{12} - \frac{1}{18} = \frac{3-2}{36} = \frac{1}{36}$$

$$C_K = 36 \mu F$$

$$\text{قبل العازل} : C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{9 \times 18}{27} = 6 \mu F$$

$$Q_T = C_{eq} \times \Delta V = 6 \times 24 = 144 \mu C$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{144}{9} = 16 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{144}{18} = 8 V$$

**بعد العازل :**  $\Delta V_1 = \frac{Q_{1k}}{C_1} = \frac{288}{36} = 8 V$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{288}{18} = 16 V$$

س(١٥ ١٨): دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته ( $r=4\Omega$ ) ومقاومة مقدارها ( $R=16\Omega$ ) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها ( $\Delta v=60 V$ ) ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها ( $20 \mu F$ ) ما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المخزنة في مجالها الكهربائي لوربطت المتسعة على التوازي مع المصباح

sol:  $I = \frac{\Delta V}{r+R} = \frac{60}{4+16} = \frac{60}{20} = 3 \text{ Amper}$

$$\Delta V_r = Ir = 3 \times 4 = 12 \text{ volt} = \Delta V_c$$

$$Q = \Delta V_c \times C = 12 \times 20 = 240 \mu C$$

$$PE_e = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 240 \times 10^{-6} \times 12 = 1440 \times 10^{-6} J$$

س: (٢٥ ١٨) متسعتان ( $C_1 = 2 \mu F$  .  $C_2 = 6 \mu F$ ) مربوطة مع بعضهما على التوازي ، فإذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية ( $400 \mu C$ ) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

**a:** أحسب لكل متسعة مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها . **b:** أدخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها ( $\epsilon$ ) بين صفيحتي المتسعة الأولى ، فما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل .

**a:** sol:  $C_{Total} = C_1 + C_2 = 2 + 6 = 8 \mu f$

$$\Delta V = \frac{Q_{Total}}{C_{eq}} = \frac{400}{8} = 50 V \text{ وهو نفسه على طرفي كل متسعة}$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 2 \times 50 = 100 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 6 \times 50 = 300 \mu C$$

بعد إدخال العازل

**b:**  $C_{1K} = K \times C_1 = 2 \times 2 = 4 \mu f$

$$C_{Total 2} = C_{K1} + C_2 = 4 + 6 = 10 \mu f$$

$$\Delta V = \frac{Q_{eq}}{C_{eq}} = \frac{400}{10} = 40 V \text{ (لكون الربط توازي) وهو نفسه على طرفي كل متسعة}$$

$$Q_1 = C_{K1} \times \Delta V = 4 \times 40 = 160 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 6 \times 40 = 240 \mu C$$

س: (٢٥ ١٨): لديك ثلاث متسعات ( $C_1 = 9 \mu F$  .  $C_2 = 12 \mu F$  .  $C_3 = 18 \mu F$ ) ومصدر للفولطية المستمرة فرق الجهد بين قطبيه ( $25V$ ) . وضح مع الرسم مخطط للدائرة الكهربائية ، كيفية ربط المتسعات الثلاث مع بعضها للحصول على .

**a:** أصغر مقدار للسعة الكافية ، وما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المخزنة في المجموعة .

b: أكبر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المخزنة في المجموعة .

$$\text{a: } \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{9} + \frac{1}{12} + \frac{1}{18} = \frac{4+3+2}{36} = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} \quad C_{eq} = 4\mu\text{f}$$

$$Q_{\text{total}} = \Delta V_{\text{Total}} \times C_{eq} = 25 \times 4 = 100 \mu\text{C} = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$\text{b: } C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 9 + 12 + 18 = 39\mu\text{f}$$

$$Q_{eq} = \Delta V \times C_{\text{Total}} = 25 \times 39 = 975 \mu\text{C}$$

$$Q_1 = 9 \times 25 = 225 \mu\text{C} \quad Q_2 = 12 \times 25 = 300 \mu\text{C} \quad Q_3 = 18 \times 25 = 450\mu\text{C}$$

س: (١٩ ١٥) متسعتان ( $C_1 = 9\mu\text{F}, C_2 = 18\mu\text{F}$ ) من ذوات الصفائح المتوازية مربوحتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما بواسطة مصدر فولطية مستمرة واصبحت الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الأولى ( $288 \times 10^{-6} \text{J}$ ) ١: جد مقدار فرق جهد كل متسعة ٢: ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (٤) بين صفيحتي المتسعة الأولى مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة. فما فرق الجهد بين طرفي كل متسعة بعد ادخال العازل؟

$$1: PE_{e1} = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$

$$288 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-6} \Delta V^2$$

$$288 = 4.5 \Delta V^2$$

$$\Delta V^2 = 64$$

$$\Delta V_1 = 8 \text{ VOLT}$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V_1 = 9 \times 8 = 72 \mu\text{C} = Q_{\text{TOTAL}}$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{72}{18} = 4 \text{ VOLT}$$

$$C_{K1} = KC_1 = 4 \times 9 = 36 \mu\text{C}$$

$$\Delta V_{\text{TOTAL}} = 8 + 4 = 12 \text{ VOLT}$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{36 \times 18}{36 + 18} = 12 \mu\text{F}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = C_{eq} \Delta V_{\text{TOTAL}} = 12 \times 12 = 144 \mu\text{C} = Q_1 = Q_2$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{144}{36} = 4 \text{ VOLT}$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{144}{18} = 8 \text{ VOLT}$$

س: (١٩ ٢٥) في الشكل المجاور أحسب مقدار ١: السعة المكافئة للمجموعة ٢: الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة

$$\hat{C}_{\text{توالي}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2 \mu\text{f}$$

$$C_{\text{مجموعة التوازي}} = C_{\text{مجموعة التوالي}} + C_3 = 2 + 6 = 8 \mu\text{f}$$

$$C_{\text{eq}} = \frac{8 \times 8}{8 + 8} = 4 \mu\text{F}$$

$$Q_{\text{total}} = C_{\text{eq}} \times \Delta V = 4 \times 20 = 80 \mu\text{C} = Q_4 = Q_{\text{مجموعة التوازي}}$$

$$\Delta V_{\text{مجموعة التوازي}} = \frac{Q}{C_{\text{مجموعة التوازي}}} = \frac{80}{8} = 10 \text{V}$$

$$Q_3 = C_3 \Delta V = 6 \times 10 = 60 \mu\text{C}$$

$$Q_{\text{مجموعة توالي}} = C_{\text{مجموعة توالي}} \times \Delta V = 2 \times 10 = 20 \mu\text{C} = Q_1 = Q_2$$

س: (٢٠ ١٥): متسعتان ( $C_1 = 9 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 18 \mu\text{F}$ ) من ذوات الصفيحتين المتوازيتين مربوطتان على التوالي ، وربطت مجموعتهما الى نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها ( $12\text{V}$ ) ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (K) بين صفيحتي ( $C_1$ ) ، مع بقاء البطارية مبربوطة بين طرفي المجموعة ) كانت الشحنة المخزنة بالمجموعة ( $144 \mu\text{C}$ ) . احسب ثابت العزل الكهربائي (K) وفرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل ؟

$$C_{\text{eq}} = \frac{Q_T}{\Delta V} = \frac{144}{12} = 12 \mu\text{F}$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_T}{C_2} = \frac{144}{18} = 8 \text{V}$$

$$\Delta V_T = \Delta V_{k1} + \Delta V_2$$

$$12 = \Delta V_{k1} + 8$$

$$\Delta V_{k1} = 12 - 8 = 4 \text{V}$$

$$C_{k1} = \frac{Q_T}{\Delta V_{k1}} = \frac{144}{4} = 36 \mu\text{F}$$

$$k = \frac{C_k}{C} = \frac{36}{9} = 4$$

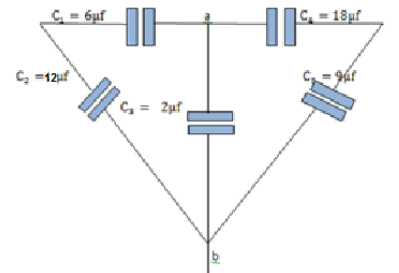
س: (٢٢ ١٥): في الشكل المجاور احسب ١: مقدار السعة المكافئة للمجموعة ٢: اذا سلب فرق جهد كهربائي مستمر ( $24\text{V}$ ) بين النقطتين (a) و (b) فما مقدار الشحنة الكلية المخزنة في المجموعة

$$C_{1,2} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \mu\text{F}$$

$$C_{4,5} = \frac{C_4 \times C_5}{C_4 + C_5} = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6 \mu\text{F}$$

$$C_{\text{eq}} = C_{1,2} + C_3 + C_{4,5} = 4 + 2 + 6 = 12 \mu\text{F}$$

$$Q_T = C_{\text{eq}} \times \Delta V = 12 \times 24 = 288 \mu\text{C}$$



س: (٢٢ ١٥): من المعلومات المثبتة في الشكل احسب مقدار 1: السعة المكافئة للمجموعة 2: الشحنة الكلية المخزنة في أي من الصفيحتين 3: فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ( $C_1$ )

$$\text{Sol: } 1: \frac{1}{\hat{C}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{2+1}{18} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$$

$\hat{C} = 6\mu\text{F}$  السعة المكافئة لمجموعة التوالي

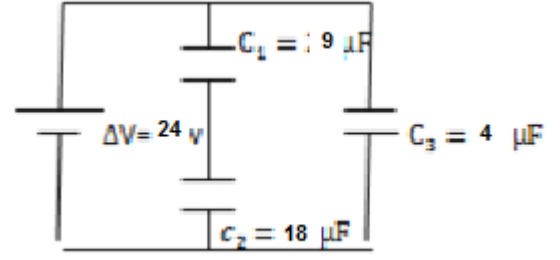
$C_{eq} = 6 + 4 = 10\mu\text{F}$  السعة المكافئة الكلية

$$2: Q_{\text{Total}} = C_{eq} \times \Delta V = 10 \times 24 = 240 \mu\text{coulomb}$$

$$\Delta V_{\text{Total}} = \Delta V_{\text{توالي}} = \Delta V_3 = 24\text{v}$$

$$Q_{\text{توالي}} = \hat{C} \times \Delta V = 6 \times 24 = 144 \mu\text{ coulomb} = Q_1 = Q_2$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{144}{9} = 16\text{ V}$$



س: (٢٠، ٢١): متسعتان ( $C_1 = 4\mu\text{F}$  ،  $C_2 = 8\mu\text{F}$ ) مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية ( $600\mu\text{Coulomb}$ ) بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

a: احسب لكل متسعة مقدار الشحنة المخزنة في أي من صفيحتيها والطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

b: أدخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها ( $k$ ) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فاصبح فرق جهد المجموعة ( $30\text{V}$ ) فما مقدار ثابت العزل وشحنة كل متسعة بعد إدخال العازل؟

$$\text{sol: } C_{\text{Total}} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12\mu\text{f}$$

$$\Delta V = \frac{Q_{\text{Total}}}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50\text{ V}$$
 وهو نفسه على طرفي كل متسعة

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 50 = 200\mu\text{C} \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 50 = 400\mu\text{C}$$

$$\text{PE}_{\text{electric } 1} = \frac{1}{2} \Delta V_1^2 \times C_1 = \frac{1}{2} \times 2500 \times 4 \times 10^{-6} = 5000 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$\text{PE}_{\text{electric } 2} = \frac{1}{2} \Delta V_1^2 \times C_2 = \frac{1}{2} \times 2500 \times 8 \times 10^{-6} = 10000 \times 10^{-6} \text{ J}$$

بعد إدخال العازل

$$\text{b: } \Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = 30\text{ V}$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 30 = 120\mu\text{C} \quad Q_2 = 600 - 120 = 480\mu\text{C}$$

$$C_{k2} = \frac{Q_2}{\Delta V} = \frac{480}{30} = 16\mu\text{F}$$

$$K = \frac{C_k}{c} = \frac{16}{8} = 2$$

س: (٢٢): متسعتان ( $C_1 = 8\mu\text{F}$  ،  $C_2 = 24\mu\text{F}$ ) من ذوات الصفيحتين المتوازيتين مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نظيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها ( $40\text{V}$ ) احسب فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة ٢: الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة؟

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} = \frac{3+1}{24} = \frac{4}{24} = \frac{1}{6}$$

$$C_{eq} = 6 \mu F$$

$$Q_T = C_{eq} \times \Delta V = 6 \times 40 = 240 \mu C = Q_1 = Q_2$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{240}{8} = 30 V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{240}{24} = 10 V$$

$$PE_1 = \frac{1}{2} Q \Delta V_1 = \frac{1}{2} \times 240 \times 10^{-6} \times 30 = 3600 \times 10^{-6} J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} Q \Delta V_2 = \frac{1}{2} \times 240 \times 10^{-6} \times 10 = 2400 \times 10^{-6} J$$

س (٢١ ٢٥) : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما (4μF) ربطت بين قطبي بطارية فرق جهدها (20V)

١. ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .
٢. إذا فصلت المتسعة عن البطارية وأدخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزلها الكهربائي (K) هبطت الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها الى (4×10<sup>-4</sup>J) ما مقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها ؟ ما مقدار ثابت العزل الكهربائي (K) ؟

Sol: 1:  $Q = C \times \Delta V = 4 \times 20 = 80 \mu C = Q_K$

2:  $PE_k = \frac{1}{2} \times Q_K \times \Delta V_K$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{1}{2} \times 80 \times 10^{-6} \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{8 \times 10^{-4}}{80 \times 10^{-6}} = 10 V$$

$$C_K = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{80}{10} = 8 \mu C$$

$$K = \frac{C_K}{C} = \frac{8}{4} = 2$$

س: (٢٢ ١٥) : متسعتان (C<sub>1</sub> = 8μF, C<sub>2</sub> = 12μF) مربوطة مع بعضهما على التوازي شحنت مجموعتهما بشحنة كلية مقدارها (640 μC) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه . فإذا أدخل لوح من مادة عازلة كهربائية ثابت عزلها الكهربائي (K) بين صفيحتي المتسعة الثانية انخفض فرق جهد المجموعة الى (20 V) احسب : ١: ثابت العزل الكهربائي (K) ٢: مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل

1:  $C_{eq} = \frac{Q_T}{\Delta V} = \frac{640}{20} = 32 \mu F$

$$C_{2k} = C_{eq} - C_1 = 32 - 8 = 24 \mu F$$

$$K = \frac{C_{2k}}{C_2} = \frac{24}{12} = 2$$

$$2: Q_1 = C_1 \Delta V = 8 \times 20 = 160 \mu C$$

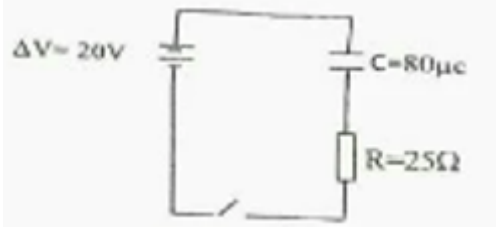
$$Q_2 = Q_T - Q_1 = 640 - 160 = 480 \mu C$$

$$PE = \frac{1}{2} Q \Delta V$$

$$PE_1 = \frac{1}{2} \times 160 \times 10^{-6} \times 20 = 1600 \times 10^{-6} J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 20 = 4800 \times 10^{-6} J$$

س ١: (٢٢ ١٥) من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية في الشكل أ حسب



١. المقدار الأعظم لتيار الشحن ، لحظة إغلاق المفتاح .
٢. مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من إغلاق المفتاح .
٣. الشحنة المخزنة في أي من الصفيحتين للمتسعة .
٤. الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .

$$\text{Sol: a: } I_{max} = \frac{V_{battery}}{R} = \frac{20}{25} = 1.25 A$$

$$\text{b: } \Delta V = 20 V = \Delta V_c$$

$$\text{c: } Q = \Delta V \times C = 20 \times 80 \times 10^{-6} C = 1600 \times 10^{-6} C$$

$$\text{d: } PE = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \times 1600 \times 10^{-6} \times 20 = 16000 \times 10^{-6} \text{ Joule}$$

س: (٢٢ ٢٥): متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_1 = 12 \mu F$ ,  $C_2 = 28 \mu F$ ) مربوطة على التوازي ومجموعتهما ربطت لقطبي بطارية (30 V) ، أدخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (K) بين صفيحتي المتسعة الأولى ( $C_1$ ) وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة (300 μC) ما مقدار ثابت العزل الكهربائي.

$$\text{Sol: } C_{eq} = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{3000}{30} = 100 \mu f$$

$$C_{eq} = C_K + C_2$$

$$100 = C_{K1} + 28$$

$$C_K = 100 - 28 = 72 \mu f$$

$$K = \frac{C_K}{C} = \frac{72}{12} = 6$$

س: (٢٢ ٢٥): متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_2 = 4\mu F$ ,  $C_1 = 2\mu F$ ) موصولتان على التوازي ومجموعتهما ربطت الى قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20 V) ١: احسب مقدار شحنة كل متسعة ٢: اذا فصلت المتسعتان عن المصدر واخذ عازل بين لوحي المتسعة الثانية فاصبحت شحنة الثانية (96  $\mu C$ ) احسب مقدار ثابت العزل

$$1: Q_1 = C_1 \Delta V = 2 \times 20 = 40 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V = 4 \times 20 = 80 \mu C$$

2:  $Q_T = Q_1 + Q_2 = 40 + 80 = 120 \mu C$  مقدار الشحنة الكلية قبل وضع العازل

$$Q_1 = Q_T - Q_{K2} = 120 - 96 = 24 \mu C$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{24}{4} = 6V = \Delta V_2$$

$$C_{K2} = \frac{Q_2}{\Delta V_2} = \frac{96}{6} = 16 \mu F$$

$$K = \frac{C_{K2}}{C_2} = \frac{16}{4} = 4$$

س: (٢٢ ٢٥): متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ( $C_1 = 5 \mu F$ ,  $C_2 = 15 \mu F$ ) مربوطتان على التوازي ومجموعتهما ربطت لقطبي بطارية (60 V) ، ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (K) بين صفيحتي المتسعة الاولى ( $C_1$ ) وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة (3000  $\mu C$ ) ما مقدار ١: ثابت العزل الكهربائي ٢: الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال العازل .

$$\text{Sol: } C_{eq} = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{3000}{60} = 50 \mu f$$

$$C_{eq} = C_K + C_2$$

$$50 = C_K + 15$$

$$C_K = 50 - 15 = 35 \mu f$$

$$K = \frac{C_K}{C} = \frac{35}{5} = 7$$

$$\Delta V_{Total} = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = \Delta V_1 \times C_1 = 60 \times 5 = 160 \mu C \quad \text{قبل وضع العازل}$$

$$Q_2 = \Delta V_2 \times C_2 = 60 \times 15 = 900 \mu C \quad \text{قبل وبعد وضع العازل}$$

$$Q_{K1} = \Delta V_1 \times C_K = 60 \times 35 = 2100 \mu C \quad \text{بعد وضع العازل}$$

س: (٢٢ ٢٥): في الشكل المجاور احسب ١: فرق الجهد لكل متسعة ٢: الشحنة المخزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ٣: الطاقة المخزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة  $C_1$

$$1: C_{\text{توازي}} = C_1 + C_2 = 5 + 10 = 15 \mu F$$

$$C_{eq} = \frac{C_{\text{توازي}} \times C_3}{C_{\text{توازي}} + C_3} = \frac{15 \times 30}{15 + 30} = 10 \mu F$$



$$Q_T = C_{eq} \times \Delta V = 10 \times 6 = 60 \mu C = Q_{\text{توازي}} = Q_3$$

$$\Delta V_{\text{توازي}} = \frac{Q_{\text{توازي}}}{C_{\text{توازي}}} = \frac{60}{15} = 4 V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$\Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{60}{30} = 2 V$$

$$2: Q_1 = C_1 \times \Delta V_1 = 5 \times 4 = 20 \mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V_2 = 10 \times 4 = 40 \mu C$$

$$3: PE_1 = \frac{1}{2} Q_1 \Delta V_1 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 4 = 40 \times 10^{-6} j$$

### ملاحظات مهمة

١: اذا ربطت المتسعة الى مصدر ثم فصلت عنه ووضع عازل بين صفيحتي المتسعة فإن الشحنة ثابتة وفرق الجهد يقل. أما إذا لم تفصل عنه فإن فرق الجهد يبقى ثابت والشحنة تزداد.

٢: اذا ربطت المتسعة الى مصدر ثم فصلت عنه وربطت معها متسعة غير مشحونة على التوالي فإن المتسعة المشحونة لا يحصل فيها تغير في فرق الجهد ولاكن الشحنة تبقى المتسعة الثانية غير مشحونة لأن الدائرة تبقى مفتوحة فلا تتحرك الشحنات.

٣: اذا ربطت متسعة مشحونة الى مصدر ثم فصلت عنه ثم ربطت الى متسعة أخرى غير مشحونة على التوازي فإن الشحنة الكلية للمجموعة تبقى ثابتة وتمثل شحنة المتسعة الأولى قبل الربط وفرق جهد المجموعة سوف يقل الذي يساوي فرق جهد كل متسعة بعد الربط.

٤: اذا ربطت المتسعة الى مصدر ثم فصلت عنه ووضع عازل بين صفيحتي المتسعة فإن الطاقة الكامنة الكهربائية سوف تقل وفق العلاقة  $\left\{ \frac{1}{2} Q \Delta V_K = \frac{1}{2} Q \frac{\Delta V}{K} \right\}$  لأن الشحنة ثابتة وفرق الجهد يقل.

٥: اذا ربطت متسعة الى مصدر ثم فصلت عنه ثم ربطت الى متسعة غير مشحونة على التوازي فإن الطاقة الكامنة الكهربائية سوف تقل وفق العلاقة  $\left( \frac{1}{2} Q \Delta V_{\text{Total}} \right)$  لأن الشحنة ثابتة وفرق الجهد يقل.

٦: إذا ذكر في المسألة أن المتسعة شحنت الى مصدر فإن هذا يعني أن المتسعة فصلت بعد اكتمال شحنها

٧: إذا ربطت متسعتان مشحونتان ومفصولتان عن مصدرهما ثم ربطتا مع بعض دون ذكر نوع الربط فإن الربط يكون على التوازي وهناك احتمالان للشحنة الكلية. ١: اذا ربطت الصفائح الموجبة لهما مع بعض فإن الشحنة الكلية تكون مجموع شحنتاهما ٢: إذا ربطت الصفائح الموجبة لإحدهما مع السالبة للأخرى فإن الشحنة الكلية تساوي الفرق بين شحنتاهما.

٨: اذا ربطت المتسعة الى مصدر ولم تفصل عنه ثم ربطت معها متسعة غير مشحونة على التوالي فإن المتسعة المشحونة يقل فرق جهدها وشحنتها ستقل وتساوي شحنة المتسعة الثانية وتساوي الشحنة الكلية بعد الربط.

٩: إذا ربطت متسعة الى مصدر ولم تفصل عنه ثم ربطت معها متسعة غير مشحونة على التوازي فإن فرق جهدها وشحنتها لا تتغير.

١٠: اذا ربطت متسعة الى مصدر ثم وضع عازل كهربائي بين صفيحتيها فإن طاقتها الكامنة الكهربائية ستزداد.

١١ : إذا ربطت متسعة الى مصدر ولم تفصل عنه ثم ربطت الى متسعة أخرى على التوازي ثم وضع عازل كهربائي بين صفيحتي المتسعة الأولى فأن طاقتها الكامنة الكهربائية ستزداد.

### {أسئلة للاختبار بعد مراجعة الفصل الأول}

س١: عرف المتسعة وما الغاية منها

س٢: ماذا يحصل للمجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة إذا وضع عازل بين صفيحتيها والمتسعة مع ذكر السبب؟  
١: مفصولة عن البطارية  
٢: موصلة للبطارية

س٣: ما الفرق بين العوازل القطبية والعوازل غير القطبية؟

س٤: ما تعريف قوة العزل الكهربائي؟ وماذا تعني؟

س٥: ما الفائدة العملية من معرفة مقدار ثابت العزل الكهربائي للمتسعة

س٦: متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها (d) والمساحة المتقابلة بين صفيحتيها (A) والفرغ يفصل بين صفيحتيها ما سعتها الجديدة بدلالة السعة القديمة لو قربت صفيحتيها الى  $\frac{1}{4}$  ما كانت عليه وقلت المساحة المتقابلة الى النصف ثم وضع عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله الكهربائي (1.5)؟

س٧: ما الغاية من ربط المتسعات على التوالي

س٨: ما الغاية من ربط المتسعات على التوازي؟

س٩: ما تفسير زيادة السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي؟

س١٠: ما تفسير تساوي مقدار الشحنات المتكدسة على أي من صفيحتي المتسعات المربوطة على التوالي؟

س١١: ما تفسير نقصان السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي؟

س١٢: ماذا يتطلب عند نقل شحنة من إحدى نقطتين الى أخرى داخل مجال كهربائي منتظم؟

س١٣: أين تختزن الطاقة الكامنة الكهربائية في المتسعة؟

س١٤: بماذا تمتاز المتسعة ذات الورق المشمع؟

س١٥: بماذا تمتاز المتسعة ذات الصفائح الدوارة وأين تستخدم؟

س١٦: بماذا تمتاز المتسعة الإلكترونية ومم تتألف؟

س١٧: أرسم منتهي بياني مع التأشير على المحاور توضح فيه المعدل الزمني لتيار الشحن لمتسعة مع كتابة العلاقة الرياضية للتيار لحظة فلق الدائرة؟

س١٨: أرسم منتهي بياني مع التأشير على المحاور توضح فيه المعدل الزمني لتيار التفريغ لمتسعة مع كتابة العلاقة الرياضية للتيار لحظة فلق الدائرة؟

س١٩: ما الفائدة من وجود متسعة في

١: المصباح الأومضي ٢: لاقطة الصوت ٣: جهاز تحفيز وتنظيم عمل عضلات القلب ٤: لوحة المفاتيح للحاسبات

س٢٠: ما الفائدة العملية من استعمال المتسعة في التطبيقات العملية؟

س٢١: ربطت المتسعتان (٣.٠)  $F_{\mu}$  على التوالي ثم ربطت مجموعتهما على التوازي مع المتسعة (2 $\mu$ F) ثم ربطت ما المتسعات الثلاث مع المتسعة (4 $\mu$ F) على التوالي ثم الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها (40V) فإذا كانت الطاقة المخزنة في المتسعة الأخيرة (800 $\times 10^{-6}$   $\mu$ C) أحسب سعة المتسعة المجهولة ؟

### أجوبة الاختبار بعد المراجعة

س١: هي نظام يتألف من موصلين أو أكثر ( بأي شكل كان ) معزولين يفصل بينهما عازل والغاية منها ١:لخزن مقادير كبيرة من الشحنات الكهربائية ٢: خزن الطاقة الكهربائية .

س٢:

١:(مفصولة ) يقل المجال الكهربائي بعد وضع العازل بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل ومعاكس للمجال الكهربائي بين الصفيحتين قبل وضع العازل.  $(E = \frac{\Delta V}{d})$  يقل فرق الجهد بسبب نقصان يقل المجال وبثبوت البعد

٢: ( مربوطة) لا يتغير المجال الكهربائي وذلك بسبب وجود المصدر الذي يحافظ على بقاء فرق الجهد والمجال الكهربائي وذلك عن طريق دفع شحنات كهربائية تعمل على تعويض النقص الحاصل بالمجال الكهربائي والذي تسبب به العازل.  $E = \frac{\Delta V}{d}$  فرق الجهد ثابت والبعد ثابت فيبقى المجال الكهربائي ثابت

### العوازل غير القطبية

### العوازل القطبية

س٣:

١:جزيناته تمتلك عزوم كهربائية مؤقتة القطبية

١:جزيناته تمتلك عزوم كهربائية دائمة القطبية

٢:البعد بين مركز الشحنات الموجبة والسالبة متغير

٢:البعد بين مركز الشحنات الموجبة والسالبة ثابت

س٤: تعرف قوة العزل الكهربائي أقصى مقدار لمجال كهربائي تتحمله المادة العازلة قبل حصول الانهيار الكهربائي للعازل وتمثل مقياس لقابلية المادة على الصمود أمام المجال الكهربائي المسلط عليها .

س٥:الفائدة العملية من معرفة ثابت العزل الكهربائي هي معرفة مقدار سعة المتسعة بعد وضع العازل .

س٦:

$$d_2 = \frac{1}{4} d_1 \quad A_2 = \frac{1}{2} A_1 \quad K = 1.5$$

$$C_2 = \frac{\epsilon A}{d_2} = \frac{K\epsilon_0 \times \frac{1}{2} A_1}{\frac{1}{4} d_1} = 1.5 \times \frac{4}{2} C_1 = 3C_1$$

س٧: الغاية من ربط التوالي هو تقليل السعة الكهربائية وإمكانية ربط مصدر فرق جهده الكهربائي كبير قد لا تتحمله المتسعة بسبب حصول الانهيار الكهربائي للعازل فيما ربطت بمفردها الى ذلك المصدر ؟

س٨: الغاية من ربط التوازي هو زيادة السعة الكهربائية وزيادة الطاقة الكهربائية المخزنة في المجال الكهربائي .

س٩: زيادة المساحة السطحية .

س١٠: جهد الصفيحتين الوسطيتين متساوي فهما صفيحتان موصلتان مع بعضهما بسلك موصل لذا تظهر عليهما شحنتان متساويتان مقداراً ومختلفتان بالنوع بطريقة الحث.

س١١:زيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة على فرض ثبوت مساحة الصفيحتين ونوع العازل .

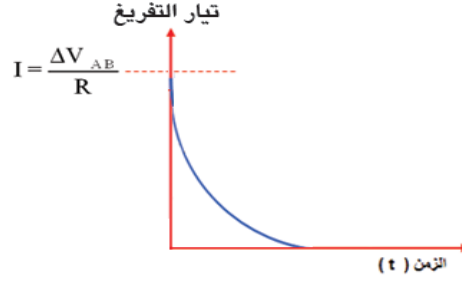
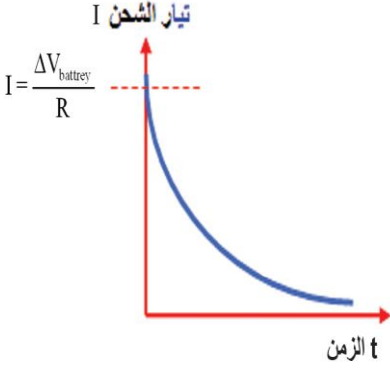
س١٢: عند نقل كمية من الشحنات من موقع الى آخر داخل المجال الكهربائي يتطلب انجاز شغل يخزن بشكل طاقة كامنة كهربائية في المجال الكهربائي؟

س١٣: تختزن الطاقة الكهربائية في المتسعة في المجال الكهربائي بين صفائح المتسعة؟

س١٤: تمتاز المتسعة ذات الورق المشمع ١: صغر حجمها ٢: كبر مساحتها؟

س١٥: تمتاز المتسعة المتغيرة ذات الصفائح الدوارة بسعتها المتغيرة. وتستعمل في دوائر التنعيم في اللاسلكي والمذياع

س١٦: تمتاز المتسعة الإلكتروليتية ١: بأنها تتحمل فرق جهد كهربائي عالٍ ٢: توضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها . وتتألف من صفيحتين أحدهما من الألمنيوم والأخرى عجينة الكتروليتية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل بينها وبين صفيحة الألمنيوم.



س١٧:

س١٨:

س١٩: الفائدة هي

١: المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي في آلة التصوير الكاميرا (تجهيز المصباح بطاقة تكفي لتوجهه بصورة مفاجئة بضوء ساطع أثناء تفريغ المتسعة من شحناتها)

٢: المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية (تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه)

٣: المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم عضلات القلب (تفرغ طاقتها الكامنة الكهربائية الكبيرة في جسم المريض بفترة قصيرة تحفز القلب وتعيد انتظام عمله)

٤: المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب (تزداد سعتها بالضغط عليها مما يجعل الدوائر الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه)

س٢٠: الفائدة من استعمال المتسعة في التطبيقات العملية بصورة رئيسية هي مقدرتها على تخزين مقادير كبيرة جداً من الطاقة الكهربائية وإمكانية تفريغها بسرعة كبيرة جداً وبكميات هائلة عند الحاجة إليها

أختر الاجابة المناسبة لكل مما ياتي

١: يهمل عدم انتظام المجال الكهربائي بين هافات صفيحتي المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

أ: عندما تكون مربوطة الى مصدر مستمر

ب: عندما تكون مربوطة الى مصدر متناوب

ج: عندما تكون مفصولة عن مصدرها

د: عندما تكون أبعادها كبيرة نسبة الى البعد بين صفيحتيها

٢: المتسعة ذات سعة أكبر تعني أن

أ: فرق جهدها أكبر

ب: المجال الكهربائي بين صفيحتيها أكبر

ج: تستوعب شحنات أكبر

د: تختزن طاقة أقل

٣: تمثل قوة العزل الكهربائي بأنها

أ: قابليتها على اختزان الشحنات

ب: قابليتها على اختزان الطاقة

ب: قابليتها على الصمود أمام فرق الجهد الكهربائي

د: قابليتها في سرعة التفريغ الكهربائي.

٤: الفائدة العملية من معرفة مقدار ثابت العزل الكهربائي هو

أ: معرفة مقدار أقصى فرق جهد تتحمله المتسعة قبل حصول الانهيار الكهربائي للعازل

ب: معرفة مقدار سعة المتسعة بعد وضع العازل

ج: كل ما سبق

د: معرفة مقدار المجال الكهربائي الأقصى قبل حصول الانهيار الكهربائي للعازل

٥: ما الفائدة العملية من وضع مادة عازلة بين صفيحتي متسعة ؟

أ: زيادة السعة الكهربائية

ب: زيادة الطاقة الكهربائية المخزنة

ج: زيادة أقصى فرق جهد كهربائي تتحمله المتسعة قبل الانهيار الكهربائي للعازل

د: كل ما سبق

١: د    ٢: ج    ٣: ب    ٤: ب    ٥: د