السادس العلمي

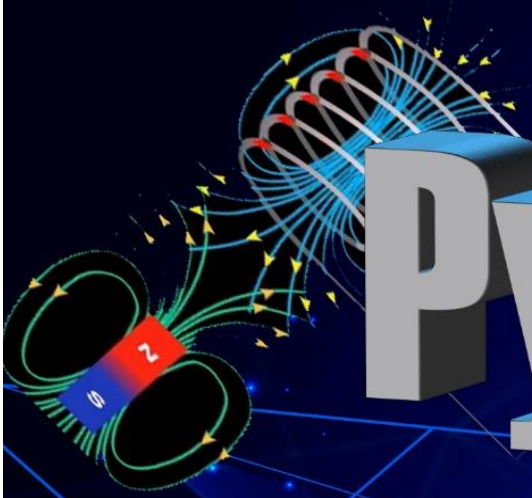
2024

1

المتسعات

الفيزياء

Pysics



اعداد الأستاذ

ايثار كريم الصريفي

اعدادية الشطرة للبنين

07505015126

الموصل الكروي المنفرد المعزول

يمكن حساب جهد الموصل الكروي المنفرد المشحون المعزول على بعد (r) عن مركز الشحنة وفقا للعلاقة التالية:

$$V = k\frac{q}{r} \quad . \quad K = \frac{1}{4\pi \in_0} = 9 \times 10^9\, N.m^2/c^2$$

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi \in_0} \quad \frac{q}{r}$$

حيث ان :

K : ثابت التناسب في قانون كولوم

$\in_0$: سماحية الفراغ ومقدارها $(\in_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2/N.M^2)$

س : لماذا لا يستعمل الموصل الكروي المنفرد المعزول في تخزين الشحنات الكهربائية ؟
او (نادرا ما يستخدم الموصل المنفرد لتخزين الشحنات الكهربائية)؟

ج/ لأنه يخزن كمية محددة من الشحنات الكهربائية وان الاستمرار بإضافة الشحنات له سيؤدي الى زيادة جهده الكهربائي على بعد معين (r)عن مركز الشحنة وفقا للعلاقة : $\left(V = k\frac{Q}{r}\right)$ وبالتالي سيزداد فرق الجهد بينه وبين الهواء فيزداد المجال الكهربائي الى الحد الذي قد يحصل عنده التفريغ الكهربائي خلال الهواء المحيط به.

س/ماذا يحصل ولماذا؟ عند الاستمرار بإضافة الشحنات الى الموصل الكروي المنفرد المشحون المعزول؟

ج/ يحصل تفريغ كهربائي خلال الهواء المحيط به.. لان الاستمرار بإضافة الشحنات يتسبب بزيادة الجهد الكهربائي للموصل على بعد معين (r) عن مركز الشحنة وفقا للعلاقة : $\left(V = k\frac{Q}{r}\right)$
وبالتالي يزداد فرق الجهد الكهربائي بينه وبين الهواء.. وعندما يزداد مقدار المجال الكهربائي الى الحد الذي يحصل عند التفريغ الكهربائي.

س / ما العلاقة بين شحنة الموصل الكروي وجهده معززا اجابتك بالمعادلة الرياضية؟

ج / العلاقة طردية. $\left(v = k\frac{Q}{r}\right)$

س / هل يمكن صنع جهاز يستعمل لخزن مقادير كبيرة من الشحنات الكهربائية وتختزن فيه الطاقة الكهربائية؟
ج / نعم.. باستعمال نظام يتألف من موصلين (بأي شكلين كانا) معزولين يفصل بينهما عازل (اما الفراغ او الهواء او مادة عازلة كهربائياً). فيكون بإمكانه اختزان شحنات موجبة على أحد الموصلين وشحنات سالبة على الموصل الاخر يسمى متسعة.

س / ما المقصود بالمتسعة؟ عدد انواعها من حيث الشكل الهندسي؟

ج / هي جهاز يستعمل لتخزين الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية في المجال الكهربائي بين صفيحتيها حيث تتكون من زوج او أكثر من الصفائح الموصلة يفصل بينهما عازل.

اما انواعها فهي:

١- المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين.

٢- المتسعة ذات الاسطوانيتين المتمركزتين.

٣- المتسعة ذات الكرتين المتمركزتين.

المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

س / كيف يتم شحن المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين؟

ج / يتم شحن المتسعة وذلك بربطها بين قطبي بطارية بحيث:

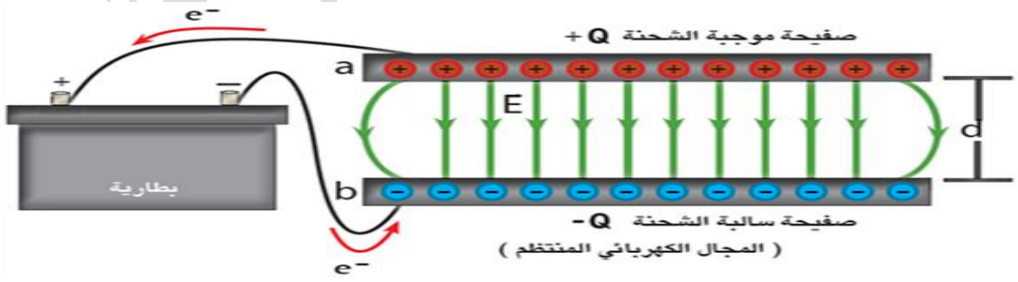
١. تربط احدى صفيحتيها الى القطب الموجب من البطارية فتظهر عليها شحنة موجبة (+q) ويكون جهدها موجبا (+v).

٢. تربط الصفيحة الاخرى الى القطب السالب من البطارية فتظهر عليها شحنة سالبة (-q) مساوية لها بالمقدار ويكون جهدها (-v).

٣. كلا الشحنتين تقعان على السطحين المتقابلين للصفيحتين بسبب قوى التجاذب بين تلك الشحنات وهذا يعني ان الصفيحتين تحملان شحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعا فيكون صافي الشحنة على الصفيحتين يساوي صفر

٤. جميع نقاط الصفيحة الواحدة المشحونة بجهد متساوٍ لانها مصنوعة من مادة موصلة ومعزولة ويتولد بين الصفيحة ذات الجهد العالي (الصفيحة الموجبة) والصفيحة ذات الجهد الواطئ (الصفيحة السالبة) فرق جهد كهربائي (ΔV) مقداره يعتمد على مقدار الشحنة (+e) المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.

٥. يتولد بيت صفيحتي المتسعة مجال كهربائي (E) منتظم الا عند الحافات فيكون غير منتظم، ولكون البعد بين صفيحتي المتسعة صغيرا جدا مقارنة بأبعاد الصفيحة الواحدة لذلك يهمل عدم انتظام المجال الكهربائي عند الحافات.



س / لماذا يكون صافي الشحنة على صفيحتي المتسعة يساوي صفر؟

ج / لان كلا من صفيحتيها تحملان شحنتين متساويتين مقدارا مختلفتين نوعا.

س / لماذا يهمل عدم انتظام المجال الكهربائي عند الحافات في المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين؟

ج / لان البعد بين الصفيحتين صغير جدا مقارنة بأبعاد الصفيحة الواحدة.

س / ميز بين شحنة المتسعة والشحنة الكلية للمتسعة

ج / المقصود بشحنة المتسعة هي شحنة واحدة من صفيحتيها الموجبة او السالبة، اما الشحنة الكلية للمتسعة فهي شحنة الصفيحتين معا الموجبة والسالبة ومقدارها يساوي صفر.

س / اين تقع الشحنات الموجبة والسالبة في المتسعة؟ ولماذا؟

ج / تقع الشحنات على السطحين المتقابلين للصفيحتين بسبب قوى التجاذب بين تلك الشحنات.

س / لماذا تكون جميع نقاط الصفيحة الواحدة للمتسعة المشحونة بجهد متساوٍ؟

ج /وذلك لان صفيحتي المتسعة مصنوعتان من مادة موصلة ومعزولتان.

حساب السعة والمجال والطاقة المخزونة رياضياً

A : حساب السعة

١. وجد عمليا ان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يتناسب طرديا مع مقدار الشحنة (Q) المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة

$$Q \propto \Delta V \Rightarrow \frac{Q}{\Delta V} = \text{constant}$$

وعندما يكون العازل بين صفيحتي المتسعة الفراغ او الهواء فان العلاقة بين سعة المتسعة (C) والشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها (Q) وفرق الجهد بين الصفيحتين (ΔV) , $C = \frac{Q}{\Delta V}$

٢. تقاس سعة المتسعة بالفاراد و رمزه (F) او اجزاءه , وتقاس الشحنة بالكولوم ورمزه (C) او اجزاءه ويقاس فرق الجهد بالفولط و رمزه (V) لذلك $F=C / V$

٣. اجزاء الفاراد او اجزاء الكولوم هي الملي (m) والمايكرو (μ) والنانو (n)و بيكو (p) وتسمى هذه الاجزاء بادئات القياس حيث :

$$m = 10^{-3}, \mu = 10^{-6}, n = 10^{-9}, p = 10^{-12}$$

٤. في حال استخدام قانون السعة بموجب التعريف $(c = \frac{Q}{\Delta V})$ فان التحويل من البادئة الى الوحدة ليس ضروريا ما لم يكن شرطا من شروط ذلك السؤال فبادئة الشحنة هي بادئة السعة وبادئة السعة هي بادئة الشحنة .

س: ما المقصود بسعة المتسعة؟ وما هي وحدة قياسها؟

ج: هي نسبة الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها الى مقدار فرق الجهد الكهربائي بين الصفيحتين. وتقاس سعة المتسعة بوحدة الفاراد.

س: لماذا يزداد فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ثابتة السعة عند زيادة مقدار الشحنة في اي من صفيحتيها؟

ج : لان فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين الصفيحتين يتناسب طرديا مع مقدار الشحنة (Q) .على اي من صفيحتيها .

س : ما المقصود بان سعة المتسعة $2\mu F$ ؟

ج: يعني ذلك بان كمية الشحنة اللازمة لرفع فرق جهد المتسعة واحد فولط تساوي $2\mu f$

س: ما المقصود بالفاراد؟

ج: هو سعة متسعة تختزن شحنة مقدارها كولوم واحد وفرق الجهد بين طرفيها فولط واحد.

س: اشتق الفاراد بالوحدات الاساسية؟

ج:

$$F=\frac{C}{V}=\frac{C}{\frac{J}{C}}=\frac{C^2}{J}=\frac{C^2}{N.m}=\frac{C^2}{KG.\frac{m.m}{S^2}}=\frac{C^2S^2}{KG.m^2}$$

س: علام يعتمد فرق الجهد بين صفيحتي متسعة مشحونة ثابتة السعة؟

ج: يعتمد على مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة (تناسب طردي)

س: ما تفسير العبارة (المتسعة ذات السعة الاكبر تستوعب شحنة أكبر)؟

ج: لان سعة المتسعة هي مقياس لمقدار الشحنة اللازم وضعها على اي من صفيحتي المتسعة لتوليد فرق جهد كهربائي معين بينهما.

المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة

هو نسبة فرق الجهد (ΔV) بين صفيحتي المتسعة الى البعد (d) بين الصفيحتين .

ولذلك وبموجب هذا التعريف وعندما يكون العازل بين الصفيحتين فراغ او هواء فان العلاقة بين المجال الكهربائي (E) وفرق الجهد(ΔV) والبعد بين الصفيحتين (d) هي : $E=\frac{\Delta V}{d}$

وحدة المجال الكهربائي هي نيوتن /كولوم (N/C) او فولط / متر (V/M)

واستنادا الى هذه العلاقة فان:

١. المجال الكهربائي (E) بين صفيحتي المتسعة يتناسب طرديا مع فرق الجهد (ΔV) بثبوت البعد بين الصفيحتين ويتناسب عكسيا مع البعد بثبوت فرق الجهد الكهربائي بين الصفيحتين .

لذلك: بثبوت البعد بين صفيحتي المتسعة

$$E\propto \Delta V$$

بثبوت فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة حيث يثبت فرق الجهد إذا كانت المتسعة متصلة بالبطارية

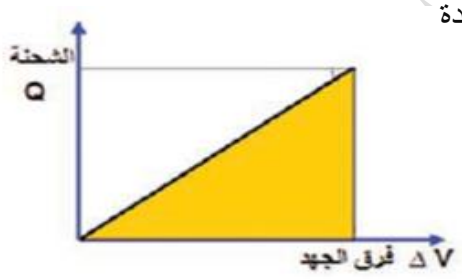
$$E\propto \frac{1}{d}$$

٢. يثبت المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة إذا كان كل من فرق الجهد والبعد ثابتين او متغيرين في ان واحد حيث يتغير فرق الجهد بتغير البعد بين الصفيحتين بعلاقة طردية عندما تكون المتسعة منفصلة عن البطارية.

حساب الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة

❖ يمكن حساب الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة من خلال رسم مخطط بياني يوضح العلاقة الطردية (الخطية) بين الشحنة (Q) المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة وفرق الجهد الكهربائي (ΔV) بينهما وذلك من خلال حساب مساحة المثلث رياضيا اذ ان :

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



حيث ان : القاعدة تمثل (ΔV) , الارتفاع يمثل الشحنة (Q)

مساحة المثلث تمثل الطاقة المختزنة (PE) , لذلك يعبر عن الطاقة المختزنة وفقا للعلاقات التالية :

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

$$2_\ PE = \frac{1}{2}C.(\Delta V^2)$$

$$3_\ PE = \frac{1}{2}.\frac{Q^2}{C}$$

تقاس الطاقة في المجال الكهربائي بالجول (J) عندما تكون الشحنة بالكولوم (C) فرق الجهد بالفولط (V) والسعة بالفاراد (F)، وكذلك يمكن حساب القدرة الكهربائية المختزنة في المتسعة من العلاقة التالية:

$$POWER(P) = \frac{PE\ \ electric}{TIME\ (T)}$$

وحدة قياس القدرة هي الواط عندما تكون الطاقة بالجول والزمن بالثانية.

س / ماذا يتطلب لنقل كمية من الشحنات من موقع الى اخر؟

ج /يتطلب انجاز شغل على تلك الشحنات، وهذا الشغل يختزن بشكل طاقة كامنة كهربائية (PE) في المجال الكهربائي بين الموقعين.

س / اثبت رياضيا عندما يتضاعف فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ثابتة السعة تصبح الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين اربعة امثال؟

س /متسعتان سعة الاولى ربع سعة الثانية وفرق الجهد بين صفيحتيها ضعف فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية. اثبت بان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل منهما متساوية؟

س / ربطت متسعة سعتها (20 μF) والبعد بين لوحيها (0.3 cm) الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V)، احسب:

١-الشحنة المختزلة في المجال في اي من صفيحتيها.

٢-المجال الكهربائي بين الصفيحتين.

٣-لطاقة المختزلة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين.

الحل:

$1_Q = C\,\Delta V = 20 \times 12 = 240\mu F$

$2_\boldsymbol{E} = \frac{\Delta V}{d} = \frac{12}{0.3\times10^{-2}} = \frac{12}{3\times10^{-3}} = 4000\ V/m$

$3_PE = \frac{1}{2}C.(\Delta V)^2 = \frac{1}{2}\times 20\times10^{-6}.(12)^2 = 144\times10^{-5}\ j$

واجبات

س / متسعة سعتها 2 μf وشحنتها 100 μc والبعد بين لوحيها 0.5 cm ما شدة المجال الكهربائي بين صفيحتيها؟

$(E = 10000\ V/m)$

س / اذا كان المجال الكهربائي بين صفيحتين المتسعة مشحونة 5000 V/ m والبعد بين الصفيحتين 0.4 cm احسب سعة المتسعة اذا علمت ان مقدار الشحنة في اي من صفيحتيها 400 μC ؟

$(C = 20\ \mu F)$

س / اذا كان مقدار الشحنة عن اي من صفيحتي متسعة 80 μC و سعتها 5 μF والمجال الكهربائي بين صفيحتيها 4000 V / m فما مقدار البعد بين الصفيحتين ؟

$(d = 0.4\ Cm)$

س / احسب المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة سعتها 20 μF والطاقة المختزلة بين صفيحتيها 4×10^{-3} J اذا علمت ان البعد بين الصفيحتين يساوي 0.2 Cm ؟

$(E = 1000\ V/M)$

العازل الكهربائي

س / بماذا تمتاز المواد العازلة كهربائيا؟

ج /

١-غير موصلة للكهربائية (عازلة) عند الظروف الاعتيادية.

٢-تعمل على تغيير المجال الكهربائي الموضوعة فيه.

س: تصنف المواد العازلة كهربائيا الى نوعين، ما هما؟

النوع الاول: العوازل القطبية مثل الماء النقي، اذ تمتلك جزيئاته عزوما كهربائية ثنائية القطب دائمية ويكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابتا (مثل هذه الجزيئة التي تسمى دايبول اي جزيئة ثنائية القطب)

النوع الثاني: العوازل غير القطبية مثل الزجاج والبولي تيلين حيث يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غير ثابت.

س / بماذا تمتاز العوامل القطبية؟

ج / تمتاز بما يلي:

١. تمتلك جزيئاته عزوما كهربائية ثنائية القطب دائمية تسمى (الجزئية دايبول).
٢. يكون التباعد بين مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة ثابتا في الجزيئة الواحدة.
٣. تصطف معظم جزيئاته بموازاة المجال الكهربائي المؤثر عند ادخال هذا العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة.
٤. يتولد مجالا كهربائيا داخل العازل اتجاهه معاكسا للمجال الخارجي المؤثر واقل منه مقدارا فيقل المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي المتسعة.

س / بماذا تمتاز العوازل غير القطبية ؟

ج / تمتاز بما يلي:

١. تمتلك جزيئاته عزوما كهربائية (دايبولات) مؤقتة بطريقة الحث الكهربائي عند ادخاله بين صفيحتي متسعة مشحونة حيث يعمل المجال الكهربائي بين الصفيحتين على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بإزاحة ضئيلة.
٢. يكون التباعد بين مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة غير ثابت في الجزيئة الواحدة.
٣. تظهر شحنة سطحية موجبة على وجه العازل المقابل للصفيحة السالبة للمتسعة وتظهر شحنة سطحية سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة ولكن يبقى العازل متعادل كهربائيا
٤. يصبح العازل مستقطبا والشحنتان السطحيتان على وجهي العازل تولدان مجالا كهربائيا داخل العازل يعاكس المجال الخارجي المؤثر فيعمل على اضعافه وبالنتيجة يقل المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي المتسعة

س : ما الفرق بين عازل جزيئاته قطبية واخر جزيئاته ليست قطبية ؟

عازل جزيئاته قطبية	عازل جزيئاته غير قطبية
١- لها عزم ثنائي القطب دائم	١- لها عزم ثنائي القطب مؤقت
٢- التباعد ثابت بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة	٢- التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غير ثابت
٣- تصطف بموازاة خطوط المجال المؤثر وتحافظ على اتجاهها بعد زوال المجال الخارجي	٣- يصبح لها عزم ثنائي قطبي وهي داخل المجال ويزول هذا العزم بعد زوال المجال الخارجي

س / ماذا يحصل عند ادخال عازل قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة؟

ج / بإدخال عازل قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة فأن المجال الكهربائي بين صفيحتيها سيؤثر في هذه (الدايبولات) وبجعل معظمها يصطف بموازاة المجال ونتيجة لذلك يتولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) اتجاهه معاكس لاتجاه المجال الخارجي المؤثر (E) واقل منه مقدارا وبالنتيجة يقل المجال الكهربائي المحصل (E_K) بين صفيحتي المتسعة.

س / ماذا يحصل عند ادخال عازل غير قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة؟

ج /بإدخال عازل غير قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة سيعمل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بإزاحة ضئيلة وهذا يعني بانها تكتسب بصورة مؤقتة عزوما كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي وبهذا يتحول الجزيء الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه المجال الكهربائي المؤثر فتظهر شحنة سطحية موجبة على وجه العازل المقابل للصفيحة السالبة للمتسعة بينما تظهر شحنة سطحية سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة (ولكن يبقى متعادل كهربائيا) وبالتالي يصبح العازل مستقطبا والشحنتان السطحيتان على وجهي العازل تولدان مجالا كهربائيا (E_d) داخل العازل يعاكس في اتجاهه اتجاه المجال المؤثر بين الصفيحتين (E) فيعمل على اضعاف المجال الكهربائي الخارجي المؤثر فيقل المجال الكهربائي المحصل (E_k) بين صفيحتي المتسعة .

وفي كلا نوعي العازل فأن المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي متسعة لتحتوي على عازل سيكون:

$$E_k = E - E_d$$

حيث :

E_k : المجال الكهربائي المحصل بوجود العازل.

E : المجال الكهربائي المؤثر بين الصفيحتين بوجود الفراغ.

E_d : المجال الكهربائي داخل العازل اي ان المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي متسعة مشحونة ومنفصلة عن المصدر (البطارية) يقل بنسبة ثابت العزل (k) فيكون:

$$E_k = \frac{E}{K}$$

وبما ان العلاقة بين فرق الجهد (ΔV) والمجال الكهربائي (E) طردية بثبوت البعد بين الصفيحتين (d) لذلك فأن ادخال العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة ومنفصلة عن المصدر (البطارية) سيقل فرق الجهد بين الصفيحتين (ΔV_k) بنسبة ثابت العزل (k) عن قيمته بالفراغ او الهواء وكما يلي :

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

$$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$$

وحيث ان العلاقة عكسية بين سعة المتسعة وفرق الجهد بين صفيحتيها عند ثبوت مقدار الشحنة (تثبت الشحنة اذا كانت المتسعة منفصلة عن المصدر)، فأن ادخال العازل بين صفيحتي المتسعة سيؤدي الى زيادة سعتها بنسبة ثابتة العزل الكهربائي (k) عن سعتها بوجود الفراغ او الهواء.

$$CK = \frac{Qk}{\Delta V_k} = \frac{Q}{\frac{\Delta V}{K}} = K\frac{Q}{\Delta V} \Longrightarrow C_k = K\ C$$

ومنها فأن:

$$K = \frac{C_k}{C}$$

حيث:

C_k: سعة المتسعة بوجود العازل.

C: سعة المتسعة بوجود الفراغ او الهواء.

k : ثابت العزل الكهربائي للمادة العازلة.

س / ما المقصود بثابت العزل الكهربائي؟ وما هي وحدة قياسه؟ وعلام يعتمد؟

ج / هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل C_k وسعتها بوجود الفراغ او الهواء C وهو صفة مميزة للوسط العازل وهو عدد مجرد من الوحدات ويعتمد على نوع المادة العازلة.

ملاحظات:

١. ان مقدار الزيادة في السعة بعد ادخال العازل تضاف الى السعة قبل العازل للحصول على السعة بعد العازل اي ان:

$$C_K = C + \text{الزيادة}$$

٢. ان مقدار الزيادة في الشحنة بعد ادخال العازل تضاف الى الشحنة قبل العازل للحصول على الشحنة بعد العازل حيث تحصل زيادة بالشحنة عندما تكون المتسعة او مجموعة المتسعات متصلة بالمصدر.

$$Q_K = Q + \text{الزيادة}$$

٣. ان مقدار النقصان او الانخفاض في فرق الجهد بعد ادخال العازل يطرح من فرق الجهد قبل العازل للحصول على فرق الجهد بعد العازل حيث يحصل نقصان في فرق الجهد عندما تكون المتسعة او مجموعة المتسعات منفصلة عن المصدر.

$$\Delta V_K = \Delta V - \text{النقصان}$$

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

ج / يعمل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بإزاحة ضئيلة وهذا يعني انها تكتسب بصورة مؤقتة عزوما كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي وبهذا يتحول الجزيء الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه المجال الكهربائي ويصبح العازل مستقطب.

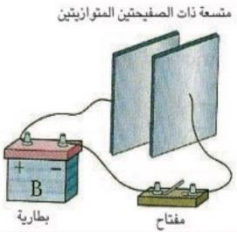
س/ في اي نوع من انواع العوازل الكهربائية تظهر شحنات سطحية على وجهيها؟ ذاكرا العلاقة الرياضية للمجال الكهربائي المتولد من هذه الشحنات؟

ج / العوازل غير القطبية

$$E_k = E - E_d$$

س / اشرح نشاط يبين ادخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما (تجربة فاراداي) وما تأثيره في سعة المتسعة؟

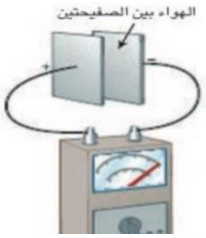
ج /



ادوات النشاط:

(متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين , العازل بينهما الهواء , غير مشحونة) بطارية فولطيتها مناسبة , جهاز فولطميتر (V) , اسلاك توصيل , لوح من مادة عازلة كهربائيا (ثابت عزلها K) .

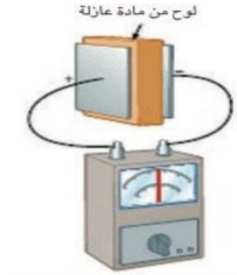
خطوات النشاط:



١. نربط احد قطبي البطارية بإحدى الصفيحتين ثم نربط القطب الاخر بالصفيحة الثانية ستشحن احدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة (+Q) والاخرى بالشحنة (−Q).

١. نفصل البطارية عن الصفيحتين.

٢. نربط الطرف الموجب للفولطميتر (V) بالصفيحة الموجبة ونربط طرفه السالب بالصفيحة السالبة نلاحظ انحراف مؤشر الفولطميتر عند قراءة معينة ويعني ذلك تولد فرق جهد كهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة في الحالة التي يكون فيها الهواء هو العازل بينهما .



٣. ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولطميتر (ΔV) .

الاستنتاج:

نستنتج من النشاط ادخال مادة عازلة كهربائيا ثابت عزلها (K) بين صفيحتي المتسعة المشحونة يتسبب في إنقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل (K) فتكون:

$$\Delta V_{k=}\frac{\Delta V}{K}$$

ونتيجة لنقصان فرق الجهد بين الصفيحتين تزاد سعة المتسعة طبقا للمعادلة ($C=\frac{Q}{\Delta V}$) بثبوت مقدار الشحنة (Q) , اي ان سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي تزداد بالعامل (K) فتكون :

$$C_K = KC$$

س / يلاحظ على كل متسعة كتابة تحدد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي تعمل فيه المتسعة، فهل ترى ذلك ضروريا؟

ج / نعم، ضروري جدا.

لأنه عند الاستمرار في زيادة مقدار فرق الجهد المتسلط بين صفيحتيها يتسبب في ازدياد مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين الى حد كبير جدا قد يحصل عنده الانهيار الكهربائي للعازل نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها وهذا يعني تلف المتسعة.

س / ما تفسير زيادة سعة المتسعة المشحونة والمفصولة عن المصدر بإدخال عازل قطبي بين صفيحتيها بدلا عن الهواء؟

ج / وذلك بسبب تولد مجال كهربائي داخل المادة العازلة (E_d) معاكس باتجاهه للمجال الاصلي بين صفيحتي المتسعة (E) نتيجة لاصطفاف جزيئات العازل الثنائية القطب بموازاة المجال فيضعف المجال المحصل بين الصفيحتين (E_K) حيث: $E_K = E - E_d$

ويقل فرق الجهد بين الصفيحتين لان البعد ثابت، فتزداد سعة المتسعة لأنها تتناسب عكسيا مع فرق الجهد بين الصفيحتين.

س / ما المقصود بقوة العزل الكهربائي لمادة ما؟ وما هي وحدة قياسها؟

ج /هي اقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله تلك المادة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها ووحدتها V / M .

تعد قوة العزل الكهربائي لمادة بانها مقياس لقابليتها في الصمود امام فرق المجال الكهربائي المسلط عليها.

س : ما العوامل المؤثرة في سعة المتسعة ؟

ج) تعتمد سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين على ثلاثة عوامل هي:

١. **المساحة السطحية (A) المتقابلة لكل من الصفيحتين**.. حيث تتناسب سعة المتسعة (C) تناسبا طرديا مع المساحة السطحية المتقابلة لكل من الصفيحتين بثبوت البعد (D) والوسط العازل. اي ان:

$$(C \propto A)$$

٢. **البعد (D) بين الصفيحتين** وتتناسب معه عكسيا بثبوت المساحة (A) والوسط العازل. اي ان:

$$(C \propto \frac{1}{d})$$

٣. **نوع الوسط العازل بين الصفيحتين**، حيث تزداد سعة المتسعة بإدخال مادة عازلة كهربائيا بين الصفيحتين بدلا من الهواء او الفراغ بثبوت المساحة السطحية (A) والبعد (d). حيث : $C_K = KC$ لذلك وعندما يكون العازل فراغ او هواء فان سعة المتسعة وبموجب هذه العوامل يعبر عنها رياضيا كما يلي :

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

حيث:

ϵ_0 : ثابت التناسب إذا كان الفراغ او الهواء عازلا بين الصفيحتين ويسمى سماحية الفراغ ومقدارها

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

اما عندما يكون العازل بين صفيحتي المتسعة غير الفراغ او الهواء فيعبر عنها كما يلي:

$$C_K = K\frac{\epsilon_0 A}{d}$$

جدول يبين تأثير ادخال عازل بين صفيحتي متسعة

المتسعة المتصلة بالمصدر	المتسعة منفصلة عن المصدر
١_السعة : تزداد لان $C_K = KC$	السعة : تزداد لان $C_K = KC$
٢_الشحنة: تزداد لان السعة تزداد (تناسب طردي) بثبوت فرق الجهد (ΔV)	الشحنة : تبقى ثابتة لان المتسعة منفصلة عن المصدر
٣_المجال الكهربائي : ثابت لثبوت فرق الجهد والبعد بين الصفيحتين حيث: $E = \frac{\Delta V}{d}$	المجال الكهربائي : يقل بسبب نقصان فرق الجهد (تناسب طردي) بثبوت البعد بين الصفيحتين (d)
٤_فرق الجهد: يبقى ثابت لوجود المصدر	فرق الجهد : يقل لان السعة تزداد (تناسب عكسي) بثبوت الشحنة (Q)
٥_الطاقة المختزنة : تزداد بسبب زيادة الشحنة (تناسب طردي) بثبوت فرق الجهد (ΔV)	الطاقة المختزنة : تقل بسبب نقصان فرق الجهد (تناسب طردي) بثبوت الشحنة (Q)

الكمية	اذا ادخل العازل والمتسعة ما زالت متصلة بالمصدر	اذا فصلت المتسعة وادخل العازل
السعة	$C_K = KC$	$C_K = KC$
الشحنة	$Q_K = KQ$	$Q_K = Q$
فرق الجهد	$\Delta V_K = \Delta V$	$\Delta V_K \frac{\Delta V}{K}$
المجال الكهربائي	$E_K = E$	$E_K = \frac{E}{K}$
الطاقة المختزنة	$PE_K = KPE$	$PE_K = \frac{PE}{K}$

تستخدم العلاقتان التاليتان فقط للمتسعة المنفردة ولا تستخدم عند ربط اكثر من متسعة $\Delta V_K \frac{\Delta V}{K} . E_K = \frac{E}{K}$

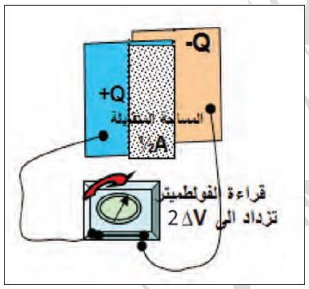
س/ وضح بتجربة عملية تأثير تغير المساحة السطحية(A) المتقابلة للصفيحتين على سعة المتسعة؟

ج / نربط المتسعة مشحونة بشحنة (**Q**) ذات مقدار معين ومفصولة عن مصدر الفولطية بين طرفي فولطميتر لقياس فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها:

١. عندما تكون المساحة المتقابلة لصفيحتي المتسعة تساوي (**A**) تكون قراءة الفولطميتر عند تدريجة معينة فيكون فرق الجهد بين الصفيحتين(ΔV) .

٢. تقلل المساحة السطحية المتقابلة للصفيحتين الى نصف ما كانت عليه $\left(\frac{1}{2}A\right)$ وذلك بإزاحة احدى الصفيحتين جانبا (مع المحافظة على بقاء مقدار الشحنة ثابتا) نلاحظ ازدياد قراءة الفولطميتر الى ضعف ما كانت عليه($2\Delta V$) .

٣. و وفق العلاقة ($C = \frac{Q}{\Delta V}$) تقل سعة المتسعة بازدياد فرق الجهد بين صفيحتيها بثبوت مقدار الشحنة (**Q**) .



الاستنتاج:

نستنتج من ذلك ان سعة المتسعة تقل بنقصان المساحة المتقابلة للصفيحتين والعكس صحيح ($C \propto A$) اي ان السعة (**C**) لمتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين تتناسب طرديا مع المساحة (**A**) المتقابلة للصفيحتين.

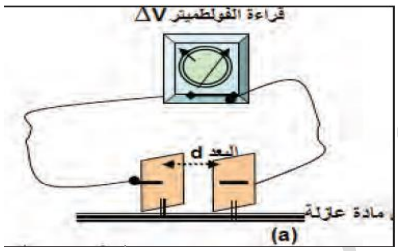
س / وضح بتجربة عملية تأثير البعد بين الصفيحتين المتوازيتين على سعة المتسعة؟

ج / نربط المتسعة مشحونة بشحنة (**Q**) ذات مقدار معين ومفصولة عن مصدر الفولطية بين طرفي فولطميتر لقياس فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها.

١. اذا كان البعد الابتدائي بين صفيحتي المتسعة (**d**) تكون قراءة الفولطميتر تشير الى مقدار معين لفرق الجهد (ΔV)بين الصفيحتين المشحونتين بشحنة معينة(Q) .

٢. عند تقريب الصفيحتين الى البعد $\left(\frac{1}{2}d\right)$ (مع المحافظة على بقاء مقدار الشحنة ثابتا) نلاحظ ان قراءة الفولطميتر تقل الى نصف ما كانت عليه $(\frac{1}{2}\Delta V)$.

٣. و وفق العلاقة $\left(C=\frac{Q}{\Delta V}\right)$ فأن نقصان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يعني ازدياد مقدار سعة المتسعة (بثبوت مقدار الشحنة) .



الاستنتاج:

نستنتج من ذلك ان سعة المتسعة تزداد بنقصان البعد (**d**) بين الصفيحتين والعكس صحيح $C \propto \frac{1}{d}$ اي ان السعة (**C**) لمتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين تتناسب عكسيا مع البعد بين الصفيحتين .

س / شحنت متسعة ثم فصلت عن المصدر الشاحن ما الذي يحصل لقراءة الفولطميتر المربوط الى طرفيها لو اصبح البعد بين الصفيحتين نصف ما كان عليه؟

ج / تقل قراءة الفولطميتر الى النصف بسبب تضاعف سعة المتسعة (سعة المتسعة تتناسب عكسيا مع البعد بين صفيحتيها) وان فرق الجهد يتناسب عكسيا مع السعة بثبوت الشحنة.

س / شحنت متسعة ثم فصلت عن المصدر الشاحن ما الذي يحصل لقراءة الفولطميتر المربوط الى طرفيها لو اصبحت المساحة المتقابلة لصفيحتيها نصف ما كانت عليه؟

ج / تتضاعف قراءة الفولطميتر بسبب تضاعف فرق الجهد بين الصفيحتين لان السعة تصبح نصف ما كانت عليه (سعة المتسعة تتناسب طرديا مع المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتين متوازيتين) وان فرق الجهد يتناسب عكسيا مع السعة بثبوت الشحنة.

س/متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر العازل بين صفيحتيها الهواء، وضح ماذا يحدث لكل من سعتها وشحنتها وفرق الجهد بين صفيحتيها إذا أبدل الهواء بين صفيحتيها بعازل اخر؟

ج / تزداد السعة بنسبة ثابت العزل (K) وفقا للعلاقة $C_K = KC$

الشحنة تبقى ثابتة لان المتسعة مفصولة عن المصدر الشاحن فرق الجهد يقل فيه (K) وفقا للعلاقة:

$$\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K}$$

س / متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ربطت الى بطارية تجهز فرق جهد ثابت وضح ما تأثير تقريب صفيحتيها من بعضهما على سعتها وشحنتها والمجال الكهربائي بين صفيحتيها؟ ولماذا؟

ج / ان تقريب الصفيحتين يقلل البعد وبالتالي تزداد سعة المتسعة وحيث ان الشحنة تتناسب طرديا مع السعة بثبوت فرق الجهد لذلك فالشحنة سوف تزداد وفقا للعلاقة $\left(C = \frac{Q}{\Delta V}\right)$ اما المجال الكهربائي سوف يزداد في هذه الحالة لنقصان البعد وثبوت فرق الجهد وفقا للعلاقة $\left(E = \frac{\Delta V}{d}\right)$.

س / متسعة مشحونة ومفصولة ما تأثير نقصان المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتيها على المجال الكهربائي والطاقة؟ ولماذا؟

ج /ان نقصان المساحة يسبب نقصان المتسعة للعلاقة الطردية بينهما وبما ان الشحنة ثابتة لذلك يزداد فرق الجهد وفقا للعلاقة $\left(\left(C = \frac{Q}{\Delta V}\right)\right)$ وحيث ان المجال الكهربائي يتناسب طرديا مع فرق الجهد بثبوت البعد لذلك يزداد المجال الكهربائي وفقا للعلاقة $\left(\left(E = \frac{\Delta V}{d}\right)\right)$ اما الطاقة فهي تزداد لزيادة فرق الجهد وثبوت الشحنة لأنها تتناسب طرديا مع فرق الجهد وبثبوت الشحنو وفقا للعلاقة $\left(\left(PE = \frac{1}{2}\Delta V.Q\right)\right)$.

س / ربطت متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها الى بطارية تجهز فرق جهد ثابت ما تأثير زيادة المساحة السطحية المتقابلة على كل من المجال الكهربائي والطاقة؟ ولماذا؟

ج / بما ان فرق الجهد ثابت والبعد بين الصفيحتين ثابت لذلك فالمجال الكهربائي بين الصفيحتين يبقى ثابتا ايضا.
اما بالنسبة للطاقة فهي تزداد لزيادة السعة وثبوت فرق الجهد (تزداد السعة بزيادة المساحة السطحية المتقابلة للعلاقة الطردية بينهما) حيث : $PE = \frac{1}{2}C.(\Delta V)^2$

س / شحنت متسعة مؤلفة من صفيحتين متوازيتين العازل بينهما هواء حتى اصبح بين صفيحتيها فرق جهد معين، فاذا غمرت بعد ذلك بالزيت المستعمل للمحولات فما الذي سيحصل لشحنتها وسعتها وفرق الجهد بين صفيحتيها ؟

ج / شحنتها تبقى ثابتة لأنها مفصولة عن المصدر الشاحن.
سعتها تزداد لان (ثابت عزل الزيت اكبر من ثابت عزل الهواء) $C_K = KC$.

س /ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي والشحنة المختزنة بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت لو ابعدن الصفيحتان عن بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصلة بهما؟

ج / يقل المجال الكهربائي بزيادة البعد بين صفيحتيها ويقل مقدار الشحنة المختزنة في اي من الصفيحتين.

جد ول يبين نقصان البعد بين صفيحتي المتسعة

المتسعة متصلة بالمصدر	المتسعة منفصلة عن المصدر
١- السعة تزداد لان $C \propto= \frac{1}{d}$	السعة تزداد لان $C \propto \frac{1}{d}$
٢- الشحنة تزداد لان السعة تزداد (تتناسب طرديا) بثبوت فرق الجهد (ΔV)	الشحنة تبقى ثابتة لان المتسعة منفصلة عن المصدر
٣- فرق الجهد يبقى ثابتا لوجود مصدر	فرق الجهد يقل لان السعة تزداد (تناسب عكسي) بثبوت الشحنة (Q)
٤- المجال الكهربائي يزداد لنقصان البعد بين الصفيحتين بثبوت فرق الجهد (ΔV)	المجال الكهربائي يبقى ثابتا لان فرق الجهد يقل والبعد يقل وان $E = \frac{\Delta V}{d}$
٥- الطاقة المختزنة تزداد بسبب زيادة الشحنة بثبوت فرق الجهد (ΔV)	الطاقة المختزنة تقل بسبب نقصان فرق الجهد بثبوت الشحنة Q

جدول يبين زيادة المساحة المتقابلة لصفيحتي المتسعة

١- السعة تزداد لان $C \propto A$	السعة تزداد لان $C \propto A$
٢- الشحنة تزداد لان السعة تزداد بثبوت فرق الجهد ΔV	الشحنة تبقى ثابتة لان المتسعة منفصلة عن المصدر
٣- فرق الجهد يبقى ثابت لوجود المصدر	فرق الجهد يقل لان السعة تزداد بثبوت الشحنة Q
٤- المجال الكهربائي ثابت لثبوت فرق الجهد والبعد حيث $E = \frac{\Delta V}{d}$	المجال الكهربائي يقل بسبب نقصان فرق الجهد بثبوت البعد بين الصفيحتين
٥- الطاقة المختزنة تزداد بسبب زيادة الشحنة بثبوت فرق الجهد ΔV	الطاقة المختزنة تقل بسبب نقصان فرق الجهد بثبوت الشحنة

مثال ١ (الكتاب)/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(10pf)$ شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ فاذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم ادخل بين صفيحتيها لوحا من مادة عازلة كهربائيا ثابت عزلها (6) يملأ الحيز بينهما . ما مقدار:

١- الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.

٢- سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي.

٣- فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد ادخال العازل.

الحل /

1- $Q = C.\Delta V = 10 \times 12 = 120PC$.

2- $C_K = KC = 6 \times 10 = 60PF$.

3- $\Delta V = \frac{Q}{C_K} = \frac{120}{60} = 2V$ ، Or $\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K} = \frac{12}{6} = 2V$.

مثال٢ (الكتاب)/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها 0.5 cm وكل من صفيحتيها مربعة الشكل طول الضلع لكل منها (10cm) ويفصل بينهما فراغ
(علما ان سماحية الفراغ $(\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} C^2/N.m^2)$ فما مقدار :
١-سعة المتسعة.
٢-الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها بعد تسليط فرق الجهد $(10V)$ بينهما.

الحل/

$$1\text{-}A = 10Cm \times 10Cm = 100Cm^2 = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2}m^2$$
$$d = 0.5cm = 0.5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-3}m$$
$$c = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85\times10^{-12}\times10^{-2}}{5\times10^{-3}} 1.77 \times 10^{-11} f$$
$$2 - Q = C.\Delta v = 1.77 \times 10^{-11} \times 10 = 1.77 \times 10^{-10} c$$

اسئلة حول المتسعة المنفردة بوجود عازل (واجبات)

س١ / ربطت متسعة سعتها $(25\mu f)$الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها 6v,ثم ادخل عازل ثابت عزله k بين صفيحتيها وما زالت المتسعة متصلة بالبطارية فازدادت شحنتها بمقدار 300μc احسب :
١- سعة المتسعة بوجود العازل.
٢- ثابت العزل الكهربائي.
٣- الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين بعد العازل.
الجواب : $(75\mu F. 3.1350 \times 10^{-6} j)$

س ٢/ متسعة ذات صفيحتين متوازيتين سعتهما $5\mu f$ وصلت بالبطارية فرق جهدها $200v$ جد :
١-الشحنة التي ستتكون على صفيحتي المتسعة.
٢-لو ادخل بين صفيحتي المتسعة مادة عازلة ثابت عزلها 2 كم تصبح شحنة المتسعة؟
الجواب : $(1000\mu c. 2000\mu c)$

س٣ /متسعة ذات صفيحتين متوازيتين سعتهما $10\mu f$ شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها 12v ثم فصلت البطارية وادخل عازل بين الصفيحتين ثابت عزله 2 بحيث يملأ الحيز بين الصفيحتين احسب :
١-الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة .
٢-سعة المتسعة بعد ادخال العازل .
٣-فرق الجهد بين الصفيحتين بعد العازل .
الجواب : $(120\mu c. 20\mu f. 6v)$

س٤ / متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما $16\mu f$ وصلت ببطارية فرق الجهد بين قطبيها $10v$ احسب:
١-شحنتها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي.
٢-لو فصلت المتسعة عن البطارية وادخلت المادة العازلة بين صفيحتيها ثابت عزلها (k) انخفض فرق الجهد بين الصفيحتين الى $(5v)$ ما مقدار سعة المتسعة بوجود المادة العازلة وما ثابت العزل الكهربائي؟
الجواب : $(160\mu c. 8 \times 10^{-4} j. 2)$

س5 /متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتهما $(15\mu f)$وصلت الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(24v)$ فاذا فصلت المتسعة عن البطارية وادخل عازل بين صفيحتيها ثابت عزله (k) هبط فرق الجهد بمقدار $(16v)$ احسب:

١-الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.

٢-سعة المتسعة بوجود العازل.

٣-ثابت العزل الكهربائي.

٤-الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة قبل وبعد ادخال العازل.

الجواب : $(360\mu c\ .45\mu f\ .3\ .4320\times10^{-6}j\ .1440\times10^{-6}j)$

ربط المتسعات على التوازي والتوالي

تربط المتسعات اما على التوالي او على التوازي ولكل ربط خواص تميزه عن الربط الاخر اما قوانين المتسعة للمجموعة المتوازية او المتوالية فهي نفسها قوانين المتسعة الواحدة وكما يلي

$$Ceq=\frac{Q_T}{\triangle V_T}\ .PE=\frac{1}{2}\triangle V_T\ .Q_T\ OR\ PE_T=\frac{1}{2}Ce_q.(\triangle V_T)^2\ OR\ PE_T=\frac{1}{2}.\frac{{Q_T}^2}{Ce_d}$$

اولا : خواص ربط المتسعات على التوازي :

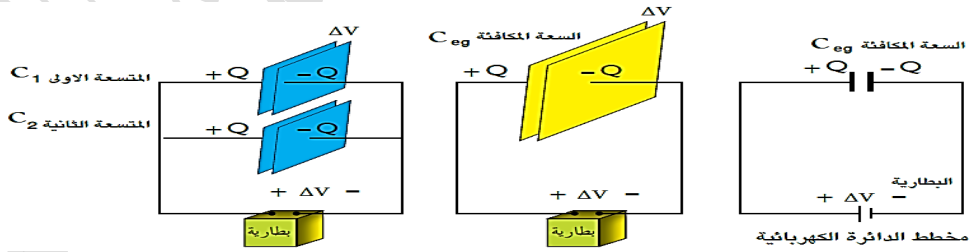
في حالة ربط N من المتسعات على التوازي فأن:

١. فرق الجهد متساوي على جميع المتسعات ويساوي فرق جهد البطارية (فرق الجهد الكلي) اي ان:

$$\triangle V\ total=\triangle V1=\triangle V2\ \ldots\ldots\triangle Vn$$

٢. الشحنة الكلية تساوي مجموع الشحنات على المتسعات (تتوزع) اي ان:

$$Q\ total=Q1+Q2+\ldots\ldots Qn$$



٣. السعة المكافئة (Ce_q) تساوي مجموع سعات المتسعات وتكون اكبر سعة في المجموعة اي ان :

$$Ce_q=C1+C2+\ldots\ldots Cn$$

٤. السعة المكافئة لمجموعة متسعات متماثلة (اي متساوية السعة) تساوي عدد المتسعات (n) في سعة واحدة منها اي ان :

$$Ce_q=nc$$

وتستخدم هذه العلاقة لإيجاد السعة المكافئة لمجموعة متسعات متماثلة ومربوطة على التوازي

٥. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة المكافئة لمجموعة التوازي تساوي مجموعة الطاقة المختزنة في كل من المتسعات، اي ان:

$$PE_T = PE_1 + PE_2 + \ldots\ldots PE_N$$

س / ما هي خواص ربط المتسعات على التوازي؟

١. السعة المكافئة تساوي مجموع السعات ومقدارها أكبر من أكبر سعة في المجموعة.
٢. الشحنة المختزنة في المجموعة تساوي مجموع شحنات المتسعات.
٣. فرق الجهد متساوي على كل المتسعات ويساوي فرق الجهد الكلي على طرفي المجموعة.
٤. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمجموعة تساوي مجموع طاقات المتسعات.

س / اشتق علاقة لحساب السعة المكافئة (Ce_q) لمتسعتين مربوطتين على التوازي .

ج /

$$Q\ total = Q1 + Q2$$
$$Ce_q \Delta V = C1\,.\Delta V1 + C2\,.\Delta V2$$
$$\Delta V1 = \Delta V2 = \Delta V$$
$$Ce_q \Delta V = (C1 + C2).\Delta V$$
$$Ce_q = C1 + C2$$

مثال ٣ (الكتاب) / اربع متسعات سعتها حسب الترتيب $(4\mu f . 8\mu f . 12\mu f . 6\mu f)$ مربوطة مع بعضها على التوازي ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ احسب :

١-السعة المكافئة للمجموعة.
٢-الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة.
٣-الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة.

الحل /

1- $Ce_q = C1 + C2 + C3 + C4 = 4 + 8 + 12 + 6 = 30\mu f$

2- $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_4 = \Delta V_T = \Delta V = 12\ V$

$Q_1 = C_1.\Delta V = 4 \times 12 = 48\mu c\ , Q_2 = C_2.\Delta V = 8 \times 12 = 96\mu c$

$Q_3 = C_3.\Delta V = 12 \times 12 = 144\mu f\ , Q_4 = C_4.\Delta V = 6 \times 12 = 72\mu f$

$Q_T = Ce_q.\Delta v = 30 \times 12 = 360\mu c$

Or : $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

اسئلة حول ربط المتسعات على التوازي بدون عازل (واجبات)

س١ / متسعتان ($C_1 = 1\mu f \, . C_2 = 4\mu f$) موصلتان على التوازي فاذا شحنت المتسعتان حتى اصبح فرق جهد المجموعة (120 v) احسب :

١-الشحنة المختزنة لكل متسعة في اي من صفيحتيها.

٢-السعة المكافئة لهما.

الجواب : $(120\mu f \, . 480\mu c) . (5\mu f)$

س٢ / ربطت المتسعتان $(C_1 = 2\mu f \, . C_2 = 5\mu f)$ على التوازي وشحنت السعة المكافئة لهما ب $(280\mu c)$ احسب لكل متسعة مقدار :

١-الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها.

٢-الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

الجواب : $(80\mu c \, . 200\mu c) . (16 \times 10^{-4} j \, . 4 \times 10^{-3} j)$

س٣ / متسعتان $(C_1 = 8\mu f \, . C_2 = 20\mu f$ وصلتا على التوازي ثم وصلتا الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(6v)$ احسب :

١-الشحنة الكلية وشحنة كل متسعة.

٢-الطاقة المختزنة في كل متسعة والطاقة الكلية.

الجواب:

$Q_T = 168\mu c \, . Q_1 = 48\mu c \, . Q_2 = 120\mu c$

$PE_1 = 144 \times 10^{-6} J \, . PE_2 = 360 \times 10^{-6} \, . PE_T = 504 \times 10^{-6} J$

س4 / متسعتان $(C_1 = 6\mu f \, . C_2)$ موصلتان على التوازي ووصلتا الى بطارية فكانت الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الثانية $(72 \times 10^{-6} J)$ والسعة المكافئة للمجموعة $(10\mu f)$ جد مقدار :

١-سعة المتسعة C_2 .

٢-فرق جهد كل متسعة وفرق الجهد الكلي.

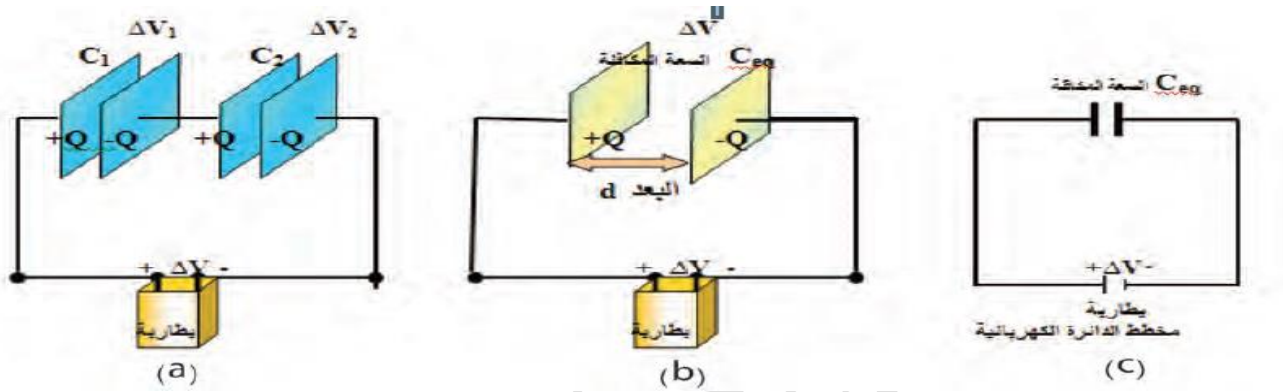
٣-الشحنة لكل متسعة والشحنة الكلية.

ثانيا : خواص ربط المتسعات على التوالي :

في حالة ربط n من المتسعات على التوالي فأن :

١. مقدار الشحنة متساوي على جميع المتسعات ويساوي الشحنة الكلية، اي ان

$$Qtotal = Q_1 = Q_2 = \ldots\ldots Q_N$$



٢. فرق الجهد الكلي total (ΔV) يساوي مجموع فروق الجهد على المتسعات (يتوزع) اي ان :

$$\Delta V\ total = \Delta V_1 = \Delta V_2 = + \ldots\ldots \Delta V_N$$

٣. مقلوب السعة المكافئة للمجموعة يساوي مجموع مقلوب سعات المتسعات وبالتالي فان مقدار السعة المكافئة (C_{eq})

يقل ويكون اصغر من اصغر سعة في المجموعة اي ان :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots\ldots\ldots \frac{1}{C_n}$$

ملاحظة : في حالة ربط متسعتين على التوالي يمكن ان نحسب السعة المكافئة لهما من حاصل ضرب السعتين وفقا للعلاقة :

$$C_{eq} = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$$

٤. السعة المكافئة لمجموعة متسعات متماثلة (اي متساوية السعة) تساوي واحد من المتسعات على عدد المتسعات (N) اي ان :

$$Ce_{q=\frac{C}{N}}$$

٥. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة لمجموعة التوالي تساوي مجموع الطاقة المختزنة في كل المتسعات، اي ان :

$$PE = PE_1 + PE_2 + \ldots\ldots PE_N$$

س / ما هي خواص ربط المتسعات على التوالي؟

ج /

١. مقلوب السعة المكافئة يساوي مجموع مقلوب السعات ومقدار السعة المكافئة أصغر من أصغر سعة في المجموعة.
٢. الشحنة المختزنة على المجموعة تساوي الشحنة المختزنة في كل متسعة من المتسعات.
٣. فرق الجهد الكلي يساوي مجموع فروق الجهد للمتسعات.
٤. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمجموعة تساوي مجموع طاقات المتسعات.

س / اشتق علاقة لحساب السعة المكافئة (C_{eq}) لمتسعتين مربوطتين على التوالي ؟

$$\Delta V\ total = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\frac{Q\ total}{C_{eq}} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2}$$

$$Q\ total = Q_1 = Q_2 = Q$$

$$\therefore \frac{Q}{Ce_q} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{Q}{Ce_q} = Q.\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

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

مثال 4 (الكتاب) / ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعتها حسب الترتيب $(6\mu f\ .\ 9\mu f\ .\ 18\mu f)$ مربوطة مع بعضها على التوالي , شحنت المجموعة بشحنة كلية $(300\mu c)$ احسب مقدار :

١-السعة المكافئة للمجموعة.
٢-الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة.
٣-فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة.
٤- فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة.

الحل /

$$\frac{1}{Ce_q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore Ce_q = 3\mu f$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_T = 300\mu C$$

$$\Delta V_T = \frac{Q_T}{Ce_q} = \frac{300}{3} = 100\ V$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{300}{6} = 50\ V\ ,\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{300}{9} = \frac{100}{3}\ V\ .\ \Delta V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{300}{18} = \frac{50}{3} V$$

اسئلة حول ربط المتسعات على التوالي بدون عازل

س١ / متسعتان $(C_1 = 12\mu f \ . C_2 = 6\mu f)$ مربوطتان على التوالي , ربطتا الى بطارية وشحنت مجموعتهما بشحنة كلية مقدارها $(60\ \mu c)$ احسب :

١-السعة المكافئة للمجموعة.

٢-فرق جهد كل متسعة وفرق الجهد الكلي.

٣-الطاقة المختزنة في كل متسعة والطاقة الكلية.

س٢ / متسعتان $(C_1 = 3\mu f \ . C_2 = 6\mu f)$ موصلتان على التوالي ثم وصلتا الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(60\ v)$ احسب :

١-السعة المكافئة للمجموعة.

٢-الشحنة الكلية وشحنة كل متسعة.

٣-فرق جهد كل متسعة.

س٣ / ربطت ثلاث متسعات سعاتها $(C_3 = 18\mu f \ . C_2 = 36\mu f \ . C_1 = 12\mu f)$ على التوالي وربطت المجموعة الى بطارية فرق جهدها $(30V)$ احسب :

١-السعة المكافئة للمجموعة.

٢-شحنة وفرق جهد كل مجموعة.

س٤ /المتسعتان $(C_1 . C_2 = 24\mu f)$ موصلتان على التوالي ثم وصلتا الى بطارية وكانت السعة المكافئة لهما $(6\mu f)$ والمجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الاولى $(5000V\ /\ m)$ والبعد بين الصفيحتين $(0.3\ Cm)$ احسب :

١-سعة المتسعة $(C1)$.

٢-فرق جهد المتسعة الثانية.

س / ماذا يحصل؟ ولماذا؟ لسعة المتسعة المكافئة لمجموعة المتسعات لو ربطت المجموعة على:

١- التوازي. ٢- التوالي.

ج/

١. تزداد السعة المكافئة وذلك بسبب زيادة المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة لربط التوازي بثبوت البعد بين الصفيحتين ونوع البعد.

٢. تقل السعة المكافئة وذلك بسبب زيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة لربط التوالي بثبوت المساحة السطحية ونوع العازل.

س / لماذا يكون مقدار الشحنة الكلية في ربط التوالي لمتسعتين تساوي مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة؟

ج / لان جهد الصفيحتين الوسطيتين متساوٍ فهما صفيحتان موصلتان مع بعضهما بسلك توصيل لذلك يعتبر ان موصل واحد سطحه هو سطح تساوي الجهد تظهر عليها شحنتان متساويتان مقدارا ومختلفتان نوعا بطريقة الحث.

ادخال عازل بين صفيحتي متسعة واحدة او اكثر من مجموعة متوازية او متوالية

عند ادخال مادة عازلة ثابت عزلها (K) بين صفيحتي متسعة واحدة او أكثر في المتسعات فأن:

١. السعة المكافئة بعد ادخال العازل(Ce_{qk}) سوف تزداد بسبب زيادة سعة المتسعة التي ادخل عليها عازل وبغض النظر عن كون المجموعة متصلة او منفصلة او كون الربط توالي او توازي وتصبح ($Ce_{qk} > Ce_q$) وتحسب اما من القانون ($\mathrm{Ce_{qk}} = \frac{\mathrm{Q_{TK}}}{\mathrm{\Delta V_{TK}}}$) او من خواص الربط ((بالمجموع في حالة التوازي وبالمقلوب في حالة التوالي))

٢. **((اذا ادخل العازل والمجموعة ما زالت متصلة بالبطارية))** الشحنة الكلية بوجود العازل (Q_{TK})تزداد ($Q_{TK} > Q_T$) ويثبت فرق الجهد الكلي اي ان فرق الجهد الكلي بعد العازل يساوي فرق الجهد الكلي قبل العازل ($\Delta V_{TK} = \Delta V_T$) .

او تثبت الشحنة الكلية اي ان الشحنة الكلية بعد العازل تساوي الشحنة الكلية قبل العازل ($Q_{TK} = Q_T$) ويقل فرق الجهد الكلي **((اذا فصلت شحنت المجموعة وفصلت عن البطارية))**

التوازي $(\Delta V_{TK} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 \ldots\ldots \Delta V_N)$

التوالي $(Q_{TK} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \ldots\ldots\ldots Q_N)$

٣. اذا كان الربط توالي تثبت الشحنة الكلية بعد العازل ثم تساوي شحنة كل متسعة من المتسعات او تزداد الشحنة الكلية بعد ادخال العازل ومن ثم تساوي شحنة كل متسعة من المتسعات.

٤. اذا كان الربط توازي يثبت فرق الجهد الكلي بعد العازل ومن ثم يساوي فرق جهد كل متسعة من المتسعات او يقل فرق الجهد الكلي بعد ادخال العازل ومن ثم يساوي فرق جهد كل متسعة من المتسعات.

٥. في حالة ربط مجموعة من المتسعات علينا ان نتجنب العلاقات التالية:

$$E_K = \frac{E}{K} \quad . \quad \Delta V_K = \frac{\Delta V}{K} \quad . \quad Q_K = KQ$$

((لكونها تطبق في حالات خاصة للمتسعة المنفردة فقط))

(خطوات الحل بعد ادخال العازل)

١. المتسعة الواحدة: هذا النوع من المسائل يحل بخطوتين بعد ادخال العازل والحل يعتمد على كون ثابت العزل (K) معلوم او مجهول.

اولا: عندما يكون ثابت العزل (K) معلوم فأن خطوات الحل هي:

$$1- C_K = KC$$

$$2- C_K = \frac{Q_K}{\Delta V_K}$$

- ✓ بالنسبة للخطوة الاولى استخراج الشحنة بوجود المادة العازلة.
- ✓ بالنسبة للخطوة الثانية استخراج اما الشحنة بوجود العازل او فرق الجهد بوجود العازل مع مراعاة كون المتسعة متصلة بالمصدر ام منفصلة عنه.
- ✓ فعندما تكون المتسعة بعد العازل ما زالت متصلة بالبطارية فان فرق الجهد هو نفسه فرق الجهد قبل العازل (ثابت) فما عليك الا ان تستخرج الشحنة بعد العازل لمعرفة سعة المتسعة عن البطارية وادخل العازل بين صفيحتيها
- ✓ تثبت شحنتها (الشحنة بعد العازل تساوي الشحنة قبل العازل) إذا فصلت عن المصدر وما عليك الا ان تستخرج فرق الجهد للمتسعة بعد العازل لمعرفة سعة المتسعة من النقطة الاولى والشحنة قبل العازل.

ثانيا: عندما يكون ثابت العزل (K) مجهول:

نقدم الخطوة الثانية على الخطوة الاولى لإيجاد السعة بوجود العازل من شحنة متسعة بوجود العازل على فرق الجهد بوجود العازل بعد معرفة المتسعة هل هي متصلة بالبطارية (حيث يثبت فرق جهدها في هذه الحالة) ام منفصلة عن البطارية (حيث تثبت شحنتها في هذه الحالة).

٢. لمجموعة من المتسعات مربوطة على التوازي او التوالي

يكون الحل معتمدا على خطوات اساسية والبقية هي خطوات فرعية فالخطوات الاساسية تعتمد على ثابت العزل (K) ان كان معلوما ام مجهولا.

اولا: عندما يكون (K) معلوم وادخل العازل بين صفيحتي المتسعة الاولى مثلا، نتبع الخطوات التالية:

١. نجد C_{1K} من العلاقة $C_{1K} = K_{C1}$.
٢. نجد C_{eqk} من خواص الربط اما من مجموع السعات او من مجموع مقلوب المتسعات .
٣. نستخدم القانون $C_{eqk} = \frac{Q_{Tk}}{\Delta V_{TK}}$ اما لإيجاد Q_{TK} او لإيجاد ΔV_{TK} بعد معرفة هل ان المجموعة متصلة بالبطارية ام منفصلة عنها .
٤. بعد ذلك نعتمد على خواص ربط التوازي اي نوزع الشحنة الكلية والطاقة على المتسعة بمساواة فرق الجهد لكل المتسعات اما في ربط التوالي فنوزع فرق الجهد الكلي والطاقة على المتسعات بمساواة الشحنة لكل المتسعات.

ملاحظة/ هذه الخطوات الاربعة تستخدم مع ربط التوازي اذا كانت المجموعة منفصلة (لإيجاد فرق الجهد الكلي بعد العازل) اما اذا كانت متصلة توازي او منفصلة توالي فنهمل النقطة (3, 2) حيث يكون حل السؤال باستخدام النقطتين (4 . 1) فقط .

ثانيا: عندما يكون (K) مجهول وادخل العازل بين صفيحتي الاولى مثلا، فنتبع نفس الخطوات ولكن نبدل الخطوة الاولى الى الثالثة والخطوة الثالثة الى الاولى.

١. نستخدم القانون $C_{eq}=\frac{Q_{Tk}}{\Delta V_{TK}}$ لإيجاد C_{eqK} بعد معرفة هل المجموعة متصلة بالبطارية ام منفصلة عنها .
٢. نستخدم خواص ربط التوازي او التوالي لإيجاد السعة المجهولة والتي عليها عازل.
٣. نجد (K) من العلاقة $C_K=KC$.
٤. بعد ذلك نعتمد على خواص الربط توازي كان ام توالي ففي ربط التوازي نوزع الشحنة الكلية والطاقة على المتسعات بمساواة فرق الجهد لكل المتسعات اما في ربط التوالي فنوزع فرق الجهد الكلي والطاقة على المتسعات بمساواة الشحنة لكل المتسعات.

س١ / المتسعتان $C_1=12\mu f$. $C_2=3\mu f$ موصلتان على التوازي ثم وصلت مجموعتهما الى بطارية فكانت الشحنة الكلية $(300\ \mu c)$.
١- احسب الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة.
٢- إذا فصلت المجموعة عن البطارية وادخل لوح من مادة عازلة كهربائية ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية انخفض فرق جهد المجموعة الى (10v) فما مقدار ثابت العزل (k)؟ وشحنة كل متسعة بعد العازل؟

ج /

$1\text{-}\ C_{eq}=C_1+C_2\Longrightarrow 12+3=15\mu f\ ,\Delta V=\frac{Q_T}{C_{eq}}=\frac{300}{15}=20V$

$Q_1=C_1.\Delta V\Longrightarrow 12\times 20=240\mu c\ ,Q_2=C_2.\Delta V=3\times 20=60\mu c$

$2\text{-}\ C_{eqk}=\frac{Q_{TK}}{\Delta V}=\frac{300}{10}=30\mu f$

$C_{2K}=C_{eqk}-C_1=30-12=18\mu f\ ,K=\frac{C_{2K}}{C_2}=\frac{18}{3}=6$

$Q_1=C_1.\Delta V=12\times 10=120\mu c\ \ Q_{TK}\ \ ,C_{2K}.\Delta V=18\times 10=180\ \mu c$

س٢ / متسعتان من ذوات الصفائح المتوازية $(C_1=4\mu f\ .\ C_2=6\mu f)$ موصلتان مع بعضهما على التوازي ثم وصلت مجموعتهما الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20V)
١-ما مقدار شحنة كل متسعة والشحنة الكلية المختزنة في المجموعة.
٢-إذا فصلت المجموعة عن البطارية ثم وضع عازل ثابت عزله (k=6) بين صفيحتي المتسعة الثانية بحيث يملأ الحيز بينهما فكم يصبح مقدار الشحنة في اي من صفيحتي كل متسعة؟

ج /

$1\text{-}\ Q_1=C_1.\Delta V=4\times 20=80\mu c\ ,\ Q_2=C_2.\Delta V=6\times 20=120\mu c$

$Q_T=Q_1+Q_2=80+120=200\mu c$

$2\text{-}\ C_{2K}=K_{c2}=6\times 6=36\mu f\ \ ,\ \ C_{eqk}=C_1+C_2=4+36=40\mu f$

$\therefore \Delta V_K=\frac{Q_{TK}}{C_{eqk}}=\frac{200}{40}=5V$

$Q_1=C_1.\Delta V_K=4\times 5=20\mu c\ \ ,\ \ Q_{2K}=C_{2K}.\Delta V_K=36\times 5=180\mu c$

س ٣/ المتسعتان $(C_1 . C_2 = 18\mu f)$ موصلتان مع بعضهما على التوازي , ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k=6) بين صفيحتي المتسعة الاولى ثم وصلت المجموعة الى البطارية فكانت الشحنة المختزنة في المجموعة $(450\mu c)$ والشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة الاولى $(180\mu c)$ جد :

١- سعة المتسعة (C_1) قبل ادخال العازل .

٢-الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

/ ج

$$Q_T = Q_{1K} + Q_2 \Longrightarrow 450 = 180 + Q_2 \Longrightarrow Q_2 = 450 - 180 = 270\mu c$$

$$\Delta V = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{270}{18} = 15V \ , \ C_{1K} = \frac{Q_{1K}}{\Delta V} = \frac{180}{15} = 12\ \mu f$$

$$C_{1K} = KC_1 \Longrightarrow 12 = 6C_1 \Longrightarrow C_1 = \frac{12}{6} = 2$$

$$PE_{1K} = \frac{1}{2}\Delta V . Q_{1K} = \frac{1}{2} \times 15 \times 180 \times 10^{-6} = 1350 \times 10^{-6} J$$

س٤ / المتسعتان $(C_1 = 20\mu f \ . \ C_2 = 30\mu f)$ موصلتان على التوالي , وصلتا الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(6V)$ ..

١- احسب لكل متسعة فرق الجهد بين صفيحتيها.

٢- ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (3) بين صفيحتي المتسعة الاولى فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال المادة العازلة.

/ ج

$$1- \ C_{eq} = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2} = \frac{20 \times 30}{20+30} = \frac{600}{50} = 12\mu f \ , \ Q = C_{eq} . \Delta V_T = 12 \times 6 = 72\mu f$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{72}{20} = 3.6\ V \ , \ \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{72}{30} = 2.4V$$

$$2- \ C_{1K} = KC_1 = 3 \times 20 = 60\mu f \ , \ C_{eqk} = \frac{C_{1K} . C_2}{C_{1K} + C_2} = \frac{60 \times 30}{60+30} = 20\mu f$$

$$Q_K = C_{eqk} - \Delta V_{TK} = 20 \times 6 = 120\mu c$$

$$\Delta V_{1K} = \frac{Q_K}{C_{1K}} = \frac{120}{60} = 2V \ , \ \Delta V_2 = \frac{Q_K}{C_2} = \frac{120}{30} = 4\ V$$

س٥ / متسعتان من ذوات الصفائح المتوازية $(C_1 = 9\mu f \ . \ C_2 = 18\mu f)$ مربوطتان على التوالي وربطت مجموعتهما الى نضيدة فرق الجهد بين قطبيها (12 V) .

١-احسب شحنة وفرق الجهد لكل متسعة.

٢-اخل لوح من مادة عازلة كهربائية بين صفيحتي المتسعة الاولى (مع بقاء البطارية متصلة بالمجموعة) فأصبحت الشحنة الكلية المجموعة $(144\ \mu c)$ احسب ثابت العزل الكهربائي وفرق الجهد لكل متسعة ؟

/ج

$$1- \ \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$$

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

$$Q_T = C_{eq} . \Delta V_T = 6 \times 12 = 72\mu c$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{72}{9} = 8\ V \ , \ \Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{72}{18} = 4\ V$$

2- $C_{eqk}=\frac{Q_{TK}}{\Delta V_{TK}}=\frac{144}{12}=12\ V$

$$\frac{1}{C_{eqk}}=\frac{1}{C_{1K}}+\frac{1}{C_2}\Rightarrow\frac{1}{12}=\frac{1}{C_{1K}}+\frac{1}{18}\Rightarrow\frac{1}{C_{1K}}=\frac{1}{12}-\frac{1}{18}=\frac{3-2}{36}=\frac{1}{36}$$

$$K=\frac{C_{1K}}{C_1}=\frac{36}{9}=4$$

$$\Delta V_{1K}=\frac{Q_{1K}}{C_{1K}}=\frac{144}{36}=4\ V\ ,\qquad \Delta V_2=\frac{Q_2}{C_2}=\frac{144}{18}=8\ V$$

اسئلة واجبة

س ١/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1=26\mu f\ .\ C_2=18\mu f)$ مربوطتان على التوازي ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (50 V) اذا ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (K) بين صفيحتي المتسعة الاولى وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $(3500\mu c)$ ما مقدار ؟

١- ثابت العزل.

٢- الشحنة المختزنة في كل من صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل.

الجواب: $(2\ .2600\mu c\ .\ 900\mu c)$

س ٢/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1=3\mu f\ .\ C_2=4\mu f)$ موصلتان مع بعضهما على التوازي ثم وصلتا الى بطارية وادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزله (2) بين صفيحتي المتسعة الاولى فكانت الشحنة المختزنة في المجموعة $(200\mu c)$ احسب لكل متسعة الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها ؟ ١- بعد العازل ٢- قبل العازل.

الجواب : $\begin{pmatrix}120\mu c\ .\ 80\mu c\ .12\times10^{-4}j\ .\ 8\times10^{-4}j\ .60\mu c\ .80\mu c\ .6\times10^{-4}j.\\ 8\times10^{-4}j\end{pmatrix}$

س ٣/ المتسعتان $C_1=4\mu f\ .C_2=8\mu f$ موصلتان على التوازي فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية مقدارها $(600\mu c)$ بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه , احسب :

١-الشحنة المختزنة في اي من الصفيحتين.

٢-ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزله (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية فاصبحت شحنتها $(480\ \mu c)$ فما مقدار ثابت العزل(k) ؟

الجواب : $(200\mu c\ .400\mu c\ .2)$

س ٤/المتسعتان $(C_1\ .C_2=18\mu f)$ مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V) فكانت الشحنة المختزنة في المجموعة 72μC احسب :

١- سعة المتسعة الأولى وفرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها .

٢- اذا فصلت المتسعتان عن البطارية وادخل لوح عازل ثابت عزله (4) بين صفيحتي المتسعة الثانية فما فرق الجهد على طرفي كل متسعة؟

الجواب : $(9\mu F\ .8\ V\ .\ 4V\ .288\times10^{-6}J\ .144\times10^{-6}J\ .8V\ .1V)$

س ٥/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 6\mu f \ . C_2 = 12\mu f)$ مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فكانت الشحنة المختزنة في المجموعة $(60\ \mu c)$ فاذا ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزله (K) بين صفيحتي المتسعة الاولى فكان فرق الجهد بين صفيحتيها $(5V)$ جد ثابت العزل (K) والطاقة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة بعد العازل ؟

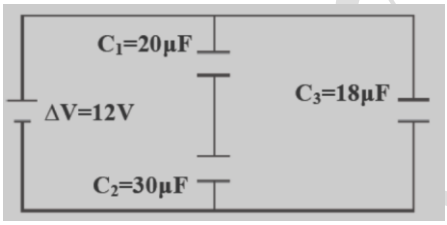
الجواب : $(4\ .3 \times 10^{-4}J\ .6 \times 10^{-4}J)$

س١٢/ ربطت المتسعتان $(C_1 = 3\mu f\ .\ C_2 = 6\mu f)$ على التوالي ثم ربطتا الى بطارية , فاذا ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزله (K) بين صفيحتي المتسعة الاولى , اصبح فرق الجهد بين صفيحتيها $(8V)$ وفرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية $(16V)$ جد ثابت العزل وفرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة قبل ادخال العازل .

الجواب : $(4\ .16V\ .8V)$

حل مسـائل على الربط المختلط

مثال ٥ (الكتاب): من المعلومات المدونة في الشكل الاتي : ـ جد :



١ـ السعة المكافئة .
٢ـ شحنة كل متسعة .
٣ـ الطاقة المختزنة في المتسعة الثالثة .

الحل:

1) $\frac{1}{C`} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12} \Rightarrow C` = 12\ \ \mu F$

$C_{eq} = C` + C_3 = 12 + 18 = 30\ \ \mu F$

2) $Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T$

$Q_T = 30 \times 12$

$Q_T = 360\ \ \mu c$

3) $\therefore \Delta V_T = \Delta V_3 = 12$

$Q_3 = C_3\ \ \Delta V_3$

$Q_3 = 18 \times 12 = 216\ \ \mu c$

$Q` = C` \times \Delta V$

$Q` = 12 \times 12 = 144\ \ \mu c = \ \ Q_1 = Q_2$ توالي

سؤال : ربطت متسعتان ($3\mu F.6\mu F$) على التوالي مع بعضهما ثم ربطتا على التوازي مع متسعة ثالثة سعتها ($2\mu F$) ثم ربطت المجموعة الى بطارية فرق جهدها ($12V$) احسب :

١- السعة المكافئة للمجموعة . ٢- شحنة وفرق جهد كل متسعة . ٣- الطاقة المختزنة في المتسعة الثالثة

الحل:

1) $\frac{1}{C`} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow C` = 2 \ \mu F$

$\therefore \ C_{eq} = C` + C_3 = 2 + 2 = 4 \ \mu F$

2) $Q` = C` \times \Delta V_T$

$Q_T = 2 \times 12 = 24 \ \mu c = \ Q_1 = Q_2$ توالي

$\therefore \Delta V_T = 12 = \Delta V_3$ لانها توازي

$\because Q_3 = C_3 \ \ \Delta V_3 = 2 \times 12 = 24 \ \mu c$

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

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

3) $PE_3 = \frac{1}{2} \ Q_3 \ \Delta V_3 \quad \Rightarrow \quad PE_3 = \frac{1}{2} \times 24 \times 12 \times 10^{-6}$

$PE_2 = 144 \times 10^{-6} \ j$

سؤال : متسعتان ($5\mu F.7\mu F$) ربطتا على التوازي ووصلت المجموعة على التوالي مع المتسعة ($4\mu F$) ثم ربطت جميعها مع مصدر فرق جهدهُ ($60V$) . جد :-

١- شحنة وفرق جهد كل متسعة . ٢ - الطاقة المختزنة في المجموعة .

الحل:

1) $C` = C_1 + C_2 \quad \Rightarrow \quad C` = 5 + 7 = 12 \ \mu F$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C`} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow C_{eq} = 3 \ \mu F$

$Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T = 3 \times 60 = 180 \ \mu c = Q_3 \ = Q`$ توالي

$\Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{180}{4} = 45 \ V$

$\Delta V` = \Delta V_1 = \Delta V_2$ لانها توازي

$$\Delta V` = \frac{Q`}{C`} = \frac{180}{12} = 15\ V \qquad = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \quad \Delta V = 5 \times 15 = 75\ \mu c$$

$$Q_2 = C_2 \quad \Delta V = 7 \times 15 = 105\ \mu c$$

$$2)\ PE_T = \frac{1}{2}\ Q_T\ \Delta V_T \qquad \Longrightarrow \qquad PE_T = \frac{1}{2} \times 180 \times 10^{-6} \times 60$$
$$= 5400 \times 10^{-6}\ J$$

سؤال : ربطت متسعتان ($4\mu F$. $2\mu F$)على التوازي وربطتا على التوالي مع متسعة ثالثة ($3\mu F$) وربطت جميعها إلى مصدر فرق جهدهُ ($150V$) . جد : ١- السعة المكافئة للمجموعة . ٢- الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة . ٣- الطاقة المختزنة بين صفيحتي المتسعة الثالثة .

الحل:

$$1)\ C` = C_1 + C_2 \quad \Longrightarrow \quad C` = 2 + 4 = 6\ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C`} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \quad \Longrightarrow C_{eq} = 2\ \mu F$$

$$2)\ Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T$$

$$Q_T = 2 \times 150 = 300\ \mu c = Q_3 = Q` \text{ توالي}$$

$$\Delta V` = \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{300}{6} = 50\ V \qquad = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

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

$$Q_2 = C_2 \quad \Delta V = 4 \times 50 = 200\ \mu c$$

$$3)\ PE_3 = \frac{1}{2}\ Q_3\ \Delta V_3 \qquad \Longrightarrow \qquad \Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{300}{3} = 100\ V$$

$$\therefore PE_3 = \frac{1}{2} \times 300 \times 10^{-6} \times 100$$

$$PE_3 = 15 \times 10^{-3}\ j$$

بعض انواع المتسعات

س / اذكر بعض انواع المتسعات؟

ج/

١- المتسعة ذات الورق المشمع.

٢- المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة.

٣- المتسعة الالكتروليتية.

س / ما الغرض من المتسعة ذات الورق المشمع؟ وبم تمتاز؟

ج/ تستعمل في العديد من الاجهزة الكهربائية والالكترونية وتمتاز ب:

١- صغر حجمها. ٢-كبر مساحة صفائحها.

س / اشرح المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة؟

ج/ تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل انصاف اقراص احدى المجموعتين ثابتة والاخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت وتربط المجموعتين بين قطبي بطارية عند شحنها وتكون هذه المتسعة مكافئة لمجموعة من المتسعات المتوازية الربط، وتتغير سعتها نتيجة لتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح ويفصل بين كل صفيحتين الهواء كعازل كهربائي وتستعمل في دائرة التنغيم في اللاسلكي والمذياع.

س / مم تتألف المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة؟ وكيف يتم شحنها؟

ج/ تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل انصاف اقراص أحدها ثابتة والاخرى متغيرة يمكنها الدوران حول محور ثابت وتربط المجموعتين بين قطبي البطارية عند شحنها.

س / لماذا تكون المتسعة ذات الصفائح الدوارة متغيرة السعة؟

ج/ لأنه اثناء دوران مجموعة الصفائح المتحركة حول المحور الثابت تتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح ونتيجة لذلك تتغير سعة المتسعة.

س / ما العامل الذي يتغير في المتسعة ذات الصفائح الدوارة اثناء الدوران؟

ج/ تتغير سعتها نتيجة لتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح.

س / ما الغرض من المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة؟

ج/ تستعمل في دائرة التنغيم في اللاسلكي والمذياع.

س / مم تتألف المتسعة الالكتروليتية؟ وبم تمتاز؟

ج/ تتألف من صفيحتين احداهما من الالمنيوم والاخرى من عجينة الكترونية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت وتلف الصفائح بشكل أسطواني وتمتاز بانها تتحمل فرق جهد كهربائي عالي.

س / لماذا توضع علامة على طرفي المتسعة الالكتروليتية؟

ج/ للدلالة على قطبيها من اجل ان يكون الربط في الدائرة الكهربائية بقطبيه صحيحة.

شحن وتفريغ المتسعة

س / ما الفرق الاساسي بين دائرة تيار مستمر تحتوي على مقاومة فقط ودائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة ومتسعة؟

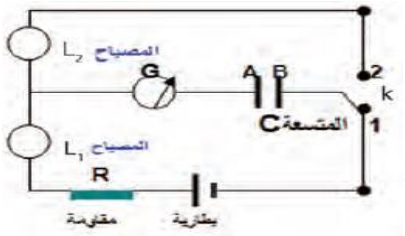
ج/ دائرة المقاومة يكون تيارها ثابتا (لا يتغير في الزمن) لفترة زمنية معينة بينما دائرة المقاومة والمتسعة تيارها متغير مع الزمن.

س / مم تتكون دوائر شحن وتفريغ المتسعة؟ وماذا تسمى هذه الدوائر؟ وكيف يكون التيار المار فيها؟

ج/ تتكون من دائرة تيار مستمر تحتوي على متسعة ومقاومة فقط وتسمى بدائرة المتسعة والمقاومة، ويكون تيار هذه الدائرة متغيرا مع الزمن.

س / اشرح نشاط يوضح كيفية شحن المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لإجراء هذا النشاط

ج/

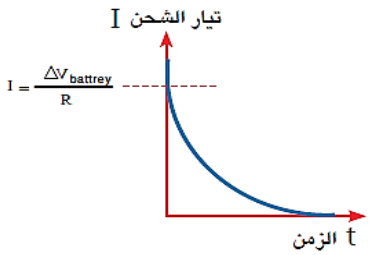


ادوات النشاط: (بطارية فولطيتها مناسبة، كلفانومتر صفره في وسط التدريجة، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين (A,B)، مفتاح مزدوج (K)، مقاومة ثابتة (R) مصباحين $(L1\ ,\ L2)$، اسلاك توصيل.

خطوات النشاط:

١. نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل بحيث يكون المفتاح (K) في الموقع (1) وهذا يعني ان المتسعة مربوطة الى بطارية لكي تشحن.
٢. نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظيا الى حد جانبي الصفر التدريجية ويعود بسرعة الى الصفر مع ملاحظة توهج المصباح $(L1)$ بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ وكأن البطارية غير مربوطة بالدائرة.
٣. ان سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر الى الصفر هو بعد اكتمال شحن المتسعة يتساوى جهد كل صفيحة مع قطب البطارية المتصل بها اي ان المتسعة اصبحت مشحونة بكامل شحنتها وعندها يكون فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية فينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفر , لذا تعد المتسعة مفتاح مفتوح في دائرة التيار المستمر , وبسبب كون صفيحتي المتسعة معزولتين عن بعضهما فالإلكترونات تتراكم على الصفيحة المربوطة بالقطب السالب للبطارية لذا تشحن بالشحنة السالبة في حين تشحن الصفيحة المربوطة بالقطب الموجب بالشحنة الموجبة وبالقدار نفسه بطريقة الحث .

وعمليا ان تيار الشحن (L) يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق دائرة الشحن ومقداره يساوي $(I = \frac{\Delta V}{R})$ ويتناقص مقداره الى الصف بسرعة عند اكتمال شحنها .



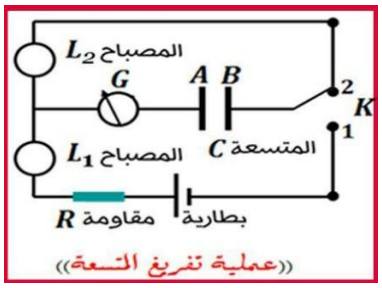
الاستنتاج:

ان تيارا لحظيا قد انساب في الدائرة يسمى تيار الشحن يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق الدائرة ويتناقص مقداره الى الصفر بسرعة بعد اكتمال شحن المتسعة.

والمخطط البياني يوضح العلاقة بين تيار شحن المتسعة والزمن المستغرق لشحن المتسعة.

س / اشرح نشاط يوضح كيفية تفريغ المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لإجراء النشاط؟

ج/



((عملية تفريغ المتسعة))

ادوات النشاط:

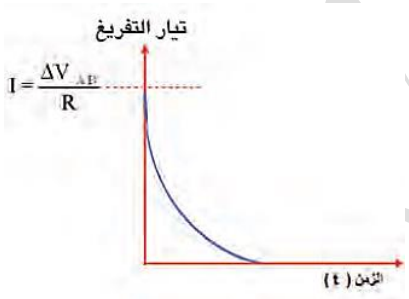
(بطارية فولطيتها مناسبة، كلفانومتر صفره في وسط تدريجه، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (***A,B***)، مفتاح مزدوج، مقاومة ثابتة، مصباحين (***L1,L2***) اسلاك توصيل.

خطوات النشاط:

نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل بحيث يكون المفتاح في الموقع (***2***) وهذا يعني ربط صفيحتي المتسعة مع بعضهما بسلك موصل وبهذا تتم عملية تفريغ المتسعة من شحنتها اي تعادل شحنة صفيحتيها فنلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظيا الى الجانب الاخر من صفر التدريجة (الى اليسار) ثم يعود الى الصفر بسرعة فنلاحظ توهج المصباح (***L2***) بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ , وقد وجد بالتجربة ان تيار التفريغ يبدأ بمقدار كبير ($I = \frac{\Delta V_{AB}}{R}$) لحظة اغلاق الدائرة ويهبط الى الصفر بسرعة بعد اتمام عملية التفريغ .

الاستنتاج:

ان تيارا لحظيا قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ ويتلاشى بسرعة (يساوي صفر) عندما لا يتوافر فرق جهد بين الصفيحتين للمتسعة اي عندما (ΔV_{AB}) .



المخطط البياني في الشكل يبين العلاقة بين تيار تفريغ **المتسعة والزمن المستغرق لتفريغها.**

س / ما سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر الى الصفر؟

١-في دائرة شحنة المتسعة. ٢-في دائرة تفريغ المتسعة.

ج/

١. لأنه بعد اكتمال عملية الشحن يصبح جهد كل صفيحة مساويا الى جهد قطب البطارية المتصل به اي يصبح فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية وفي هذه الحالة ينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفر.

٢. وذلك لأنه بعد اتمام عملية تفريغ المتسعة يصبح فرق الجهد بين صفيحتيها يساوي صفر وهذا يجعا تيار الدائرة يساوي صفر.

س / متى يكون تيار شحن المتسعة في مقداره الاعظم؟ وهل يستمر بهذا المقدار؟

ج/ يكون تيار الشحن بأعظم مقداره لحظة غلق الدائرة، كلا، لان مقداره يتناقص الى الصفر بسرعة عند اكتمال شحن المتسعة لتساوي فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة وفرق الجهد بين قطبي البطارية وبالتالي ينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة.

س / متى يكون تيار تفريغ المتسعة في مقداره الاعظم؟ وهل يستمر بهذا المقدار؟ ولماذا؟

ج/ لحظة اغلاق الدائرة (لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضها بسلك موصل) كلا لان مقداره يهبط الى الصفر بسرعة عند اتمام عملية التفريغ لانعدام فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ($\Delta V = 0$)

مرحلة الشحن:

اولا: ربط المتسعة على التوالي مع مقاومة او مجموعة مقاومات :

ملاحظة/ في دائرة شحن المتسعة المتوالية الربط وعند حل المسائل علينا ان نلتفت الى (لحظة غلق المفتاح) تعامل الدائرة على انها مقاومة فقط ونهمل وجود المتسعة لكونها غير مشحونة بعد ذلك يمكن ايجاد تيار الدائرة (تيار شحن المتسعة) نعامل الدائرة على انها متسعة فقط ونهمل وجود المقاومة (لانعدام فرق الجهد على طرفيها وبالتالي عدم مرور تيار في الدائرة) والمتسعة في هذه الحالة تأخذ فرق جهد البطارية بعد ذلك بالإمكان تطبيق قوانين المتسعة الواحدة.

بعد اكتمال شحن المتسعة (بعد مدة اغلاق المفتاح)

$$\Delta V_C = \Delta V\ battery$$

وبالنسبة للشحنة والمجال الكهربائي والطاقة: تحسب كل منها وفقا لقوانين المتسعة الواحدة

ثانيا: ربط المتسعة على التوازي مع مقاومة من مجموعة مقاومات متوالية الربط:

ملاحظة/ عند ربط المتسعة على التوازي مع مقاومة (مصباح مثلا) من مجموعة مقاومات متوالية الربط في لحظة غلق الدائرة نهمل وجود المتسعة ونعامل الدائرة على انها مجموعة مقاومات متوالية الربط لذلك نستطيع ايجاد تيار الدائرة من قانون الدائرة المقفلة، اما بعد اكتمال شحن المتسعة فأنها لا تأخذ فرق جهد البطارية كما هو الحال عند ربطها على التوالي مع مقاومة او مجموعة مقاومات متوالية الربط وانما تأخذ فرق الجهد ذلك الجزء من الدائرة الذي ربطت معه على التوازي (اي تأخذ فرق جهد تلك المقاومة من الدائرة)

خطوات الحل :

١. نجد تيار الدائرة وفقا لقانون الدائرة المقفلة وكما يلي:

$$(I = \frac{\Delta V\ \text{battery}}{RT_r})$$

٢. نجد فرق جهد المقاومة التي ربطت معها المتسعة على التوازي ونهمل فرق جهد المقاومة الاخرى وكما يلي:

$$(\Delta V_r = Ir\ OR\ \Delta V_R = IR)$$

٣. بعد اكتمال شحن المتسعة يتساوى فرق الجهد مع فرق جهد المقاومة والتي ربطت معها على التوازي:

$$(\Delta V_C = \Delta V_R\ OR\ \Delta V_c = \Delta V_r)$$

٤. بعد ذلك نطبق قوانين المتسعة الواحدة التي درسناها سابقا لغرض ايجاد شحنتها او المجال الكهربائي بين صفيحتيها او الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها او حتى لإيجاد سعتها لمعرفة شحنتها وفرق جهدها.

٥. عند ادخال عازل بين صفيحتيها في هذه الحالة فأنها تعد متصلة بالبطارية لذلك يثبت فرق الجهد بين صفيحتيها وتزداد شحنتها وسعتها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها لذلك بالإمكان حل السؤال بوجود العازل بالطرق التي درسناها سابقا.

مرحلة التفريغ:

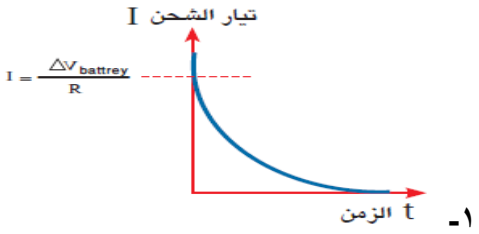
تيار تفريغ المتسعة يحسب وفقا للعلاقة التالية : $I = \frac{\Delta V_C}{R}$

حيث: I تيار التفريغ. R : مقاومة الدائرة . ΔV_C : فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة.

س/ارسم مخطط بياني يوضح العلاقة بين:

١- تيار شحن المتسعة والزمن المستغرق لشحنها.
٢- تيار تفريغ المتسعة والزمن المستغرق لتفريغها.

ج/



١-

٢-

مثال ٦ (الكتاب): ما مقدار الطاقة المختزنة لمتسعة سعتها $2\mu F$ إذا شحنت لفرق جهد كهربائي $5000\ V$ وما مقدار القدرة التي نحصل عليها عند تفريغها بزمن $10\mu s$؟

ج/

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

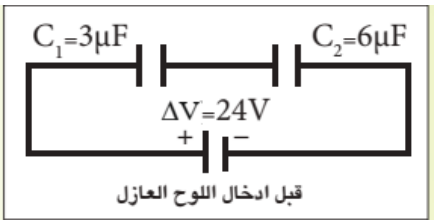
$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6}\ (5000)^2 = 25J$$

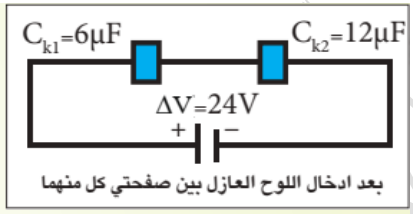
$$power\ (P) = \frac{PE_{electric}}{t} = \frac{25}{10 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^{-6} watt$$

مثال ٧ (الكتاب): متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين (C_1=3μF , C_2=6μF) مربوطتان مع بعضهما على التوالي . ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها 24V وكان الهواء عازلا بين صفيحتي كل منهما، إذا ادخل بين صفيحتي كل منهما لوح من مادة عازلة ثابت عزلها 2 يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة في الحالتين:

١- قبل ادخال العازل

٢- بعد ادخال العازل





ج/ ١- قبل العازل

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

$$Q_T=C_{eq}\times\Delta V_T=2\times24=48\mu C=Q_1,Q_2 \text{ توالي}$$

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

$$PE_{(1)electric}=\frac{1}{2}C_1(\Delta V_1)^2=\frac{1}{2}\times3\times10^{-6}\times(16)^2=384\times10^{-6}J$$

$$PE_{(2)electric}=\frac{1}{2}C_2(\Delta V_2)^2=\frac{1}{2}\times6\times10^{-6}\times(8)^2=192\times10^{-6}J$$

2- بعد العازل

$$C_{1\,k}=K\,C_1=2\times3=6\mu F\,,C_{2\,k}=K\,C_2=2\times6=12\mu F$$

$$\frac{1}{C_{K\ eq}}=\frac{1}{C_{K\,1}}+\frac{1}{C_{K\,2}}=\frac{1}{6}+\frac{1}{12}=\frac{3}{12}=4\mu F$$

$$Q_{K\,T}=C_{K\,eq}\,\Delta V=4\times24=96\mu C=Q_{1\,K},Q_{2\,K} \text{ توالي}$$

$$\Delta V_{1\,K}=\frac{Q_{K\,T}}{C_{1\,K}}=\frac{96}{6}=16\,V,\quad \Delta V_{2\,K}=\frac{Q_{K\,T}}{C_{2\,K}}=\frac{96}{12}=8\,V$$

$$PE_{(1\,K)electric}=\frac{1}{2}C_{1\,K}(\Delta V_{1K})^2=\frac{1}{2}\times6\times10^{-6}\times(16)^2=768\times10^{-6}J$$

$$PE_{(2\,K)electric}=\frac{1}{2}C_{2\,K}(\Delta V_{2\,K})^2=\frac{1}{2}\times12\times10^{-6}\times(8)^2=384\times10^{-6}J$$

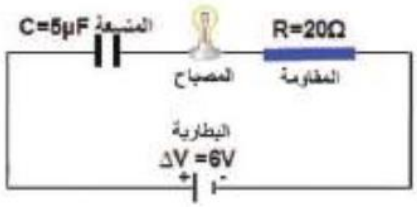
مثال 8 (الكتاب) / دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح كهربائي مقاومته ($R_1 = 10$) ومقاومته مقدارها ($R_2 = 20$) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها ($\Delta V = 6v$) ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها ($5\mu f$) ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة :

١- على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها.

٢- على التوازي مع المصباح.

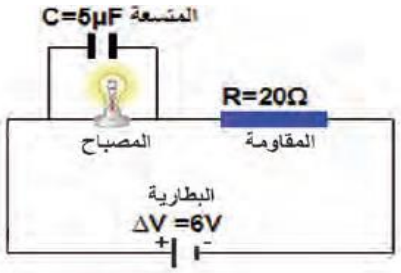
ج/

١-



$$\Delta V_C = \Delta V\ battery = 6V$$
$$\therefore Q = C.\Delta V\ battery = 5 \times 6 = 30\mu c$$
$$PE_2 = \frac{1}{2}\Delta V.Q = \frac{1}{2} \times 6 \times 30 \times 10^{-6}$$
$$= 90 \times 10^{-6} J$$

٢-



$$I = \frac{\Delta V}{R + r} = \frac{6}{20 + 10} = \frac{1}{5} = 0.2\ A$$
$$\Delta V = I.r = 0.2 \times 10 = 2V$$
$$\therefore Q = C.\Delta V = 5 \times 2 = 10\mu c$$
$$PE = \frac{1}{2}\Delta V.Q = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 \times 10^{-6}$$
$$= 10^{-5} J$$

(واجبات)

س/ ربطت المقاومتان ($R = 10\Omega$. $r = 5\Omega$) على التوالي ثم ربطتا الى بطارية فرق الجهد بين قطبيها (30V) احسب الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي متسعة سعتها ($20\mu f$) اذا ربطت :

١-على التوازي مع المقاومة (5 Ω) .

٢- على التوالي مع المجموعة.

س/ دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح كهربائي مقاومته ($r = 4\Omega$) ومقاومة مقدارها (R=16 Ω) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها ($\Delta V = 60V$) , ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين على التوازي مع المصباح فكانت الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها ($300\mu c$) جد مقدار سعتها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

بعض التطبيقات العلمية للمتسعة

١- المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي (الفلاش) في ألة التصوير (الكاميرا):
بعد شحنها بواسطة البطارية الموضوعة في المنظومة تجهز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع في اثناء تفريغ المتسعة من شحنتها.

٢- المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية:
حيث تكون احدى صفيحتيها صلبة ثابتة والاخرى مرنة حرة الحركة والصفيحتان تكونان عند فرق جهد كهربائي ثابت فالموجات الصوتية تتسبب في اهتزاز الصفيحة المرنة الى الامام والخلف فيتغير مقدار سعة المتسعة تبعا لتغيير البعد بين صفيحتيها وبتردد الموجات الصوتية نفسه وهذا يعني تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية.

٣- المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب:
يستعمل هذا الجهاز لنقل مقادير مختلفة ومحددة من الطاقة الكهربائية الى المريض الذي يعاني من اضطراب حركة عضلات قلبه.

س/ علام تعتمد كمية الطاقة الكهربائية في المتسعة المشحونة والموجودة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب؟

ج/ تعتمد على مفتاح الطاقة الموجود على واجهة الجهاز.

٤- المتسعة المستعملة في لوح مفاتيح الحاسوب:
حيث توضع متسعة تحت كل حرف من الحروف في لوح المفاتيح اذ يثبت كل مفتاح بصفيحة متحركة تمثل احدى صفيحتي المتسعة والصفيحة الاخرى مثبتة في قاعدة المفاتيح وعند الضغط على المفتاح يقل البعد بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم ضغطه.

س/ كيف يمكن للدوائر الالكترونية الخارجية التعرف على المفتاح الذي تم ضغطه في لوحة مفاتيح الحاسوب؟

ج/ عند الضغط على المفاتيح يقل البعد بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه.

س/ما الفائدة العلمية لكل من:

a) المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي في ألة التصوير ؟

فائدتها: تجهيز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بضوء ساطع عند تفرغها من شحنتها.

b) المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية ؟

فائدتها: تحويل الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه.

c) المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب ؟

فائدتها: تحفيز قلب المريض وتعيد انتظام عمله.

d) ما فائدة المتسعة المستعملة في لوح مفاتيح الحاسوب ؟

فائدتها: عند الضغط على المفاتيح يقل البعد بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه.

أسئلة الفصل الأول

س ١ : أختر الجواب الصحيح لكل من العبارات التالية:

١- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مشحونة ومفصولة عن البطارية ، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها ، أدخلت مادة عازلة ثابت عزلها $(k = 2)$ فملأت الحيز بين الصفيحتين ، فإن مقدار المجال الكهربائي (E_K) بين صفيحتيها بوجود المادة العازلة مقارنة مع مقداره (E) في حالة الهواء، يصير:

a- $\frac{E}{4}$ b- $2E$ c- E d- $\frac{E}{2}$

ج)

d- $\frac{E}{2}$

٢- وحدة (Farad) تستعمل لقياس سعة المتسعة وهي لا تكافئ إحدى الوحدات الآتية:

a- $\frac{\text{Coulomb}^2}{J}$ b- $\frac{\text{Coulomb}}{v}$ c- $\text{Coulomb} \times v^2$ d- $\frac{J}{v^2}$

ج)

c- $(\text{Coulomb} \times v^2)$

٣- 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- $9C$

ج)

c- $(3C)$

٤- متسعة مقدارها ($20\ \mu F$) ، لكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (2.5J) يتطلب ربطها بمصدر مستمر فرق جهده يساوي :

a- 150 V b- 350 V c- 500 V d- 250 V

ج)

c- 500 V

٥- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها ($50\mu F$) ، الهواء عازلا بين صفيحتيها، اذا ادخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار $(60\mu F)$ ، فأن ثابت عزل تلك المادة يساوي :

a- 0.45 b- 0.55 c- 1.1 d- 2.2

ج)

d- 2.2

٦- وأنت في المختبر تحتاج لمتسعة سعتها ($10\mu F$) والمتوافر لديك مجموعة من المتسعات المتماثلة من ذوات السعة ($15\mu F$) ، فإن عدد المتسعات التي تحتاجها وطريقة الربط التي تختارها هي:

a. العدد 4 تربط جميعاً على التوالي.
b. العدد 6 تربط جميعاً على التوازي.
c. العدد 3 اثنان منها تربط على التوالي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوازي.
d. العدد 3 اثنان منها تربط على التوازي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوالي.

ج)

d - العدد 3 اثنان منها تربط على التوازي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوالي.

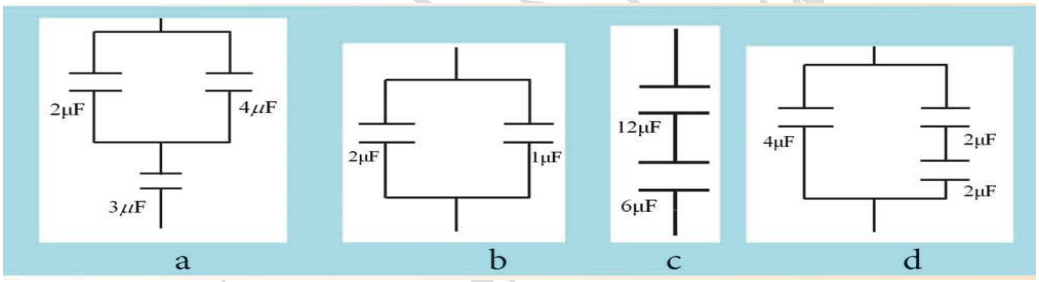
٧- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت، فإذا أبعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلاً مع بقاء البطارية موصولة بالصفيحتين فإن مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين:

a. يزداد والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد.
b. يقل والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تقل.
c. يبقى ثابتاً والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تبقى ثابتة.
d. يبقى ثابتاً والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد.

ج)

b- يقل والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تقل.

٨- للحصول على أكبر مقدار سعة مكافئة لمجموعة المتسعات في الشكل (1) نختار الدائرة المربوطة في الشكل:



ج)

(d)

٩- متسعتان $(C_1.C_2)$ ربطتا مع بعضهما على التوالي، ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية، وكان مقدار سعة الأولى أكبر من مقدار سعة الثانية، وعند مقارنة فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الأولى(Δv_1) مع فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية Δv_2 نجد أن:

a- Δv_1 أكبر من Δv_2
b- Δv_1 أكبر من Δv_2
c- Δv_1 يساوي Δv_2
d- كل الاحتمالات السابقة، يعتمد ذلك على شحنة كل منها.

ج)

b- Δv_1 أكبر من Δv_2

١٠- ثلاث متسعات $(C_1.C_2.C_3)$ مربوطة مع بعضهما على التوازي ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطاريه كان مقدار سعاتها $(C_1>C_2>C_3)$ وعند مقارنة الشحنات $(Q_1.Q_2.Q_3)$ المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة نجد ان :

a- $Q_1 > Q_2 > Q_3$
b- $Q_1 > Q_3 > Q_2$
c- $Q_1 > Q_2 > Q_3$
d- $Q_1 = Q_2 = Q_3$

ج)

c- $Q_1 > Q_2 > Q_3$

س ٢ : عند مضاعفة فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة، وضح ماذا يحصل لكل من مقدار:

a. **الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها.**
b. **الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين الصفيحتين.**

ج)

a. تتضاعف الشحنة المختزنة على أي من صفيحتيها لأنها تتناسب طرديا مع فرق الجهد بثبوت السعة وفقا للعلاقة التالية $(Q = C \times \Delta v)$
b. تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي إلى اربعة أمثال ما كانت عليه لان الطاقة المختزنة تتناسب طرديا مع مربع فرق الجهد بثبوت سعة المتسعة وفقا للعلاقة : $(P.E = \frac{1}{2} C \times \Delta V^2)$

س ٣ : متسعة مشحونة فرق الجهد بين صفيحتيها عال جداً(على الرغم من أنها مفصولة عن مصدر الفولطية) تكون مثل هذه المتسعة ولفترة زمنية طويلة خطرة عند لمسها باليد . ما تفسيرك لذلك ؟ اذكر الإجراء اللازم اتخاذه لكي تتمكن من أن تلمس هذه المتسعة بيدك بأمان .

ج)

لان فرق الجهد بين صفيحتيها عاليا جدا هذا يجعل الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها كبيره جدا $(Q = C \times \Delta V)$ وعند لمس هذه المتسعة باليد مباشرة تتفرغ من شحنتها لان اليد مادة موصلة بين الصفيحتين . المجال الكهربائي بين الصفيحتين كبير جدا مما يؤدي الى انهيار العازل الكهربائي نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله وهذا يؤدي الى تفريغ المتسعة من شحنتها من خلال اليد. ولكي نلمس المتسعة بأمان يجب تفريغها من شحنتها، أولا وذلك بربط صفيحتيها ببعضهما بسلك موصل مغلف بماده عازله او نستعمل المفرغ الكهربائي او المفك.

س ٤ : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (الهواء عازل بين صفيحتيها) وضح كيف يتغير مقدار سعتها بتغير 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.**

ج)

استنادا الى العلاقة التالية فأن: $C = K\varepsilon_\circ \frac{A}{d}$

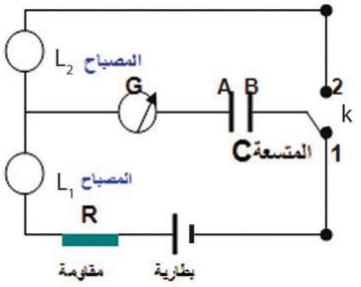
a. تتناسب سعة المتسعة تناسبا طرديا مع المساحة السطحية للصفيحتين بثبوت الوسط العازل والبعد بين الصفيحتين $(C \propto A)$
b. تتناسب سعة المتسعة تناسبا عكسيا مع البعد بين الصفيحتين بثبوت المساحة السطحية ونوع الوسط العازل $(C \alpha \frac{1}{d})$
c. لكل مادة ثابت عزل يختلف عن المادة الأخرى لذلك كلما كان ثابت العزل الكهربائي كبيرا كانت السعة كبيرة والعكس صحيح (العلاقة طردية) بثبوت المساحة المتقابلة والبعد $(C_k = KC)$.

س ٥ : ارسم مخططاً لدائرة كهربائية (مع التأشير على أجزائها) توضح فيها:

a. عملية شحن المتسعة.

b. عملية تفريغ المتسعة من شحنتها.

ج)



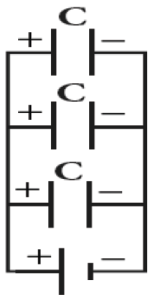
b

a

س ٦ : لديك ثلاث متسعات متماثلة سعة كل منها C ومصدر للفولطية المستمرة، فرق الجهد بين قطبيه ثابت المقدار. ارسم مخططاً لدائرة كهربائية تبين فيه الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جميعها في الدائرة للحصول على أكبر مقدار للطاقة الكهربائية يمكن اختزانه في المجموعة، ثم أثبت أن الترتيب الذي تختاره هو الأفضل.

ج)

نربط المتسعات الثلاث على التوازي مع بعضها بين قطبي البطارية فتزداد السعة المكافئة



$$C_{eq} = C + C + C$$

$$PE = \frac{1}{2} \times C \,.\, (\Delta V)^2 \quad \Rightarrow \quad PE \propto C$$

$$\therefore \frac{PE_T}{PE} = \frac{C_{eq}}{C} \quad \Rightarrow \frac{PE_T}{PE} = \frac{3C}{C}$$

$$\frac{PE_T}{PE} = 3 \Rightarrow \; PE_T = 3PE$$

أي ان الطاقة المختزنة بين صفيحتي المجموعة تصبح ثلاثة أمثال الطاقة المختزنة للمتسعة الواحدة.

س ٧ : هل أن المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح المتحركة الموضحة في الشكل ادناه تكون مربوطة مع بعضها على التوالي؟ أم على التوازي؟ وضح ذلك.

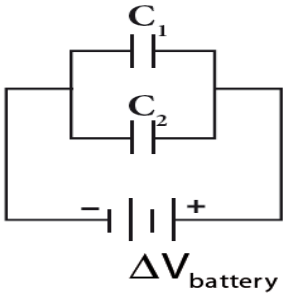
ج)

على التوازي. اذ تتألف من مجموعتين من الصفائح احداهما ثابته والأخرى يمكن تدويرها حول محور وعندما يراد شحن المتسعة تربط مجموعة الصفائح الثابتة بأحد قطبي البطارية ومجموعة الصفائح الدوارة تربط بالقطب الاخر فتكون احدى المجموعتين بجهد موجب والمجموعة الأخرى بجهد سالب وهذه ميزة الربط على التوازي.

س ٨ : ربطت المتسعة C_1 بين قطبي بطارية، وضح ماذا يحصل، لمقدار كل من فرق جهد بين صفيحتي المتسعة C_1 والشحنة المختزنة فيها لو ربطت متسعة أخرى C_2 غير مشحونة مع المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية في الدائرة) وكانت طريقة الربط :

اولاً : على التوازي مع C_1

ثانياً : على التوالي مع C_1



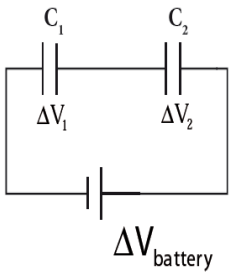
ج)

اولاً : عند ربط المتسعة C_2 على التوازي مع C_1 مع بقاء البطارية في الدائرة مربوطة ويكون فرق الجهد بين صفيحتيها ΔV يبقى ثابت.

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

فتكون الشحنة المختزنة في المتسعة الاولى C_1 ثابتة أيضاً لأن

$$\Delta V_1 \text{ , } C_1 \text{ بثبوت } (Q_1 = C_1 \times \Delta V_1)$$



ثانياً : عند ربط المتسعة C_2 على التوازي مع C_1 مع بقاء البطارية يقل فرق جهد المتسعة (ΔV_1). لان فرق الجهد في الربط التوالي سيتوزع على المتسعتين :

$$\Delta V_{battery} = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

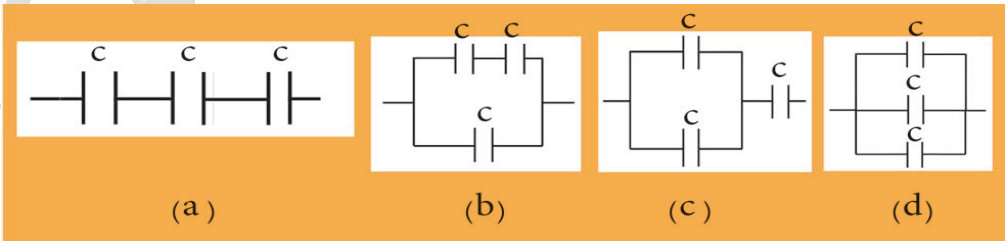
$$\Delta V_1 = \Delta V_{battery} - \Delta V_2$$

أما الشحنة Q_1 فتقل بسبب نقصان فرق جهدها على وفق العلاقة

$$Q = C \times \Delta V$$

وبثبوت السعة فأن : $Q \propto \Delta V$

س ٩ : في الشكل ادناه المتسعات الثلاث متماثلة، رتب الاشكال الأربعة بالتسلسل من أكبر مقدار للسعة المكافئة للمجموعة الى أصغر مقدار:



ج)

(d)>(b)>(c)>(a)

س ١٠ :

a. **أذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة، ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق.**

ج)

١. المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي في الة التصوير: تجهز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع في اثناء تفريغ المتسعة.
٢. المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية :تعمل على تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه .
٣. المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب : تفرغ طاقتها المختزنة التي تتراوح بين ($10J - 360J$) والمختزنة فيها في جسم المريض لمدة زمنية قصيرة جداً (بطريقة الصدمة الكهربائية) تحفز قلبه وتعيد انتظام عمله.

b. **متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية، لو ملأ الحيز بين صفيحتيها بالماء النقي بدلاً من الهواء . فأن مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها سينخفض . ما تعليل ذلك؟**

ج)

بما ان المتسعة مفصولة عن المصدر فإن إدخال العازل يسبب نقصان مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين بنسبة ثابت العزل فيقل فرق الجهد الكهربائي بنسبة K .

c. **اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من إدخال مادة عازلة كهربائيا تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلاً من الفراغ؟**

ج)

يعمل العازل الكهربائي على:
الأولى : زيادة سعة المتسعة $C_k = KC$
الثانية :منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها.

d. **ما العامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب أثناء استعمالها؟**

ج)

البعد بين صفيحتي المتسعة الثابتة والمتحركة حيث يقل البعد بين الصفيحتين فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الإلكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه.

e. **ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي (The defibrillator) المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز وإعادة انتظام عمل قلب المريض ؟**

ج)

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الموضوعة في الجهاز.

f. **ما التفسير الفيزيائي لكل من:**
   a. **ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي.**
   b. **نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي**

ج)

a. بسبب ازدياد المساحة السطحية المتقابلة للمجموعة المتوازي $C \alpha A$
b. بسبب ازدياد البعد بين الصفيحتين للمجموعة المتوالية $C \alpha \frac{1}{d}$

س ١١ : علل ما يلي:

a. **المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحاً مفتوحاً.**

ج)

بعد اكتمال شحن المتسعة يتساوى فرق الجهد بين صفيحتيها مع فرق جهد المصدر الشاحن فينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل تيار الدائرة يساوي صفر.

b. **يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها.**

ج)

وذلك بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل E_d معاكس للمجال الأصلي بين صفيحتي المتسعة E فيكون المجال المحصل $(E_K = E - E_d)$ فيعمل على تقليله بنسبة K .

c. **يحدد مقدار أقصى فرق جهد كهربائي يمكن أن تعمل عنده المتسعة.**

ج)

لمنع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتي المتسعة نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من جميع شحنتها وهذا يعني تلف المتسعة عندئذ.

س ١٢ : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها، شحنت بوساطة بطارية ثم فصلت عنها، وعندما ادخل لوح عازل كهربائياً ثابت عزله ($k = 2$) بين صفيحتيها، ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب):

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

ج)

a. الشحنة تبقى ثابتة لأن المتسعة مفصولة عن المصدر.

b. السعة تصبح ضعف ما كانت عليه لان $C_k = KC = 2C$

c. فرق الجهد بين الصفيحتين يقل الى نصف ما كان عليه $\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K} = \frac{1}{2}\Delta V$

d. يقل المجال الكهربائي الى نصف ما كان عليه ، على وفق العلاقة:

$$E_K = \frac{E}{K} = \frac{1}{2}E$$

e. تقل الطاقة المختزنة الى نصف ما كانت عليه على وفق العلاقة :

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

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2}\ Q.\ \Delta V_K}{\frac{1}{2}\ Q.\ \Delta V} = \frac{\frac{1}{2}\Delta V}{\Delta V} = \frac{1}{2} \Rightarrow PE_K = \frac{1}{2}\ PE$$

س ١٣ : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازلا بين صفيحتيها، ربطت بين قطبي بطارية وعندما ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله ($k = 6$) والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية، ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب) :

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

ج)

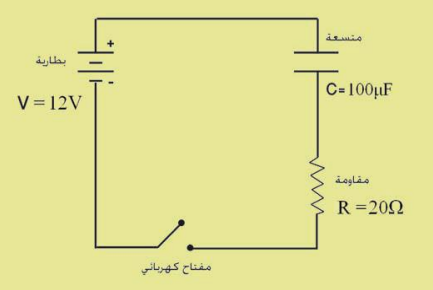
a. يبقى فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ثابت لأنها متصلة بالبطارية.
b. تزداد الى ستة أمثال ما كانت عليه حيث $C_k = KC = 6C$
c. تزداد الشحنة ستة أمثال ما كانت عليه $Q_K = KQ = 6Q$
d. المجال الكهربائي يبقى ثابت لان كل من فرق الجهد (ΔV) والبعد (d) ثوابت وفقا للعلاقة التالية: $E = \frac{\Delta V}{d}$
e. تزداد الطاقة المختزنة بوجود العازل الى ستة أمثال ما كانت علي على وفق العلاقة :

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

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2} Q_K \ \Delta V}{\frac{1}{2} Q. \ \Delta V} = \frac{6Q}{Q} = 6 \quad \Rightarrow PE_K = 6\, PE$$

مسائل الفصل الأول

س ١ : من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية في الشكل (40) احسب:



a. المقدار الأعظم لتيار الشحن، لحظة إغلاق المفتاح.
b. مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من اغلاق المفتاح (بعد اكتمال عملية الشحن).
c. الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة.
d. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة.

الحل:

$$1)\ I_{max} = \frac{\Delta V_{battery}}{R} = \frac{12}{20} = 0.6\ A$$

$$2)\ \Delta V_c = \Delta V_{battery} = 12\ V$$

$$3)\ Q = C\ \ \Delta V\ = 100 \times 12 = 1200\quad \mu c$$

$$4)\ PE\ = \frac{1}{2}\ Q\ \ \Delta V \qquad \Longrightarrow \qquad PE\ = \frac{1}{2} \times 1200 \times 12 \times 10^{-6}$$

$$\Longrightarrow \qquad PE\ = 72 \times 10^{-4}\ J$$

س ٢ : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (4μF) ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20V)

a. ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة.
b. إذا فصلت المتسعة عن البطارية وأدخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها الى (10V) فما مقدار ثابت العزل للوح العازل؟ وما مقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها؟

الحل:

$$1)\ Q = C\ \ \Delta V\ = 4 \times 10^{-6} \times 20 = 80 \times 10^{-6}\quad C$$

$$2)\ K = \frac{\Delta V}{\Delta V_K} = \frac{20}{10} = 2$$

$$C_K = K\ \ C = 2 \times 4 = 8\qquad \mu F$$

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

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

b. أدخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (4) 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؟

الحل:

a) $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{1}{6} \quad \Rightarrow C_{eq} = 6 \ \mu F$

$Q_T = C_{eq} \Delta V_T$

$Q_T = 6 \times 12 = 72 \ \mu c \ = Q_1 \ = Q_2$ الربط توالي

$\Delta V = \frac{Q}{C_1} =$

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

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

$PE_1 = \frac{1}{2} \ Q \ \Delta V_1 \quad \Rightarrow \quad PE_1 = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 8$

$PE_1 = 288 \times 10^{-6} \ J$

$PE_2 = \frac{1}{2} \ Q \ \Delta V_2 \quad \Rightarrow \quad PE_2 = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 4$

$PE_2 = 144 \times 10^{-6} \ J$

b) $C_{K_1} = KC_1 = 4 \times 9 = 36 \ \mu F$

$\frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{1}{C_{K_1}} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{36} + \frac{1}{18} = \frac{1}{12} \quad \Rightarrow C_{eq} = 12 \ \mu F$

$Q_{T\,k} = C_{eq\,k} \ \Delta V_T = 12 \times 12 = 144 \ \mu c$

$Q_{T\,k} = Q_{1\,k} = Q_{2\,k} = 144 \ \mu c$

$\Delta V_{1k} = \frac{Q_k}{C_{K_1}} = \frac{144}{36} = 4 \ V$

$\Delta V_{2k} = \frac{Q_k}{C_2} = \frac{144}{18} = 8 \ V$

$$PE_{1k} = \frac{1}{2}\ Q_k\ \Delta V_{1k} \quad \Rightarrow \quad PE_{1k} = \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-6} \times 4$$

$$PE_{1k} = 288 \times 10^{-6}\ J$$

$$PE_{2k} = \frac{1}{2}\ Q_k\ \Delta V_{2k} \quad \Rightarrow \quad PE_{2k} = \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-6} \times 8$$

$$PE_{2k} - 576 \times 10^{-6}\ J$$

س ٤ : متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ($C_1 = 16\mu F . C_2 = 24\mu F$) مربوطتان مع بعضهما على التوازي ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها ($48V$). (إذا ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزله (k) بين صفيحتي المتسعة الأولى ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية ($3456\mu C$) ما مقدار:

a. ثابت العزل (k).

b. الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد إدخال العازل.

الحل:

$$1)\ C_{eq} = \frac{Q_T}{\Delta V} = \frac{3456}{48} = 72\ \mu F$$

$$C_{eq} = C_{K_1} + C_2 \quad \Rightarrow \quad 72 = C_{K_1} + 24 \quad \Rightarrow \quad C_{K_1} = 48\ \mu F$$

$$K = \frac{C_{K_1}}{C_1} = \frac{48}{16} = 3$$

$$2)\ Q = C\ \Delta V \quad \Rightarrow \quad \Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = 48\ V$$

قبل

$$Q_1 = C_1\ \Delta V_1 \quad \Rightarrow \quad Q_1 = 16 \times 48 \quad \Rightarrow \quad Q_1 = 768\ \mu c$$

$$Q_2 = C_2\ \Delta V_2 \quad \Rightarrow \quad Q_2 = 24 \times 48 \quad \Rightarrow \quad Q_2 = 1152\ \mu c$$

بعد

$$Q_{1k} = C_{K_1}\ \Delta V_1 \quad \Rightarrow \quad Q_{1k} = 48 \times 48 \quad \Rightarrow \quad Q_{1k} = 2304\ \mu c$$

قبل $Q_2 =$ بعد $Q_{2k} = 1152\ \mu c$

س ٥ : متسعتان ($C_1 = 4\mu F . C_2 = 8\mu F$) مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فإذا شحنت مجموعتهما بشحنه كلية ($600\ \mu C$) , بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه:

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

b. أدخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل تسعة وفرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل ؟

الحل:

$a) C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12 \ \mu F$

$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50\ V \quad = \Delta V_1 = \Delta V_2$ الربط توازي

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

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

$PE_1 = \frac{1}{2} Q_1 \Delta V \implies PE_1 = \frac{1}{2} \times 200 \times 10^{-6} \times 50$

$PE_1 = 5 \times 10^{-3} J$

$PE_2 = \frac{1}{2} Q_2 \Delta V \implies PE_2 = \frac{1}{2} \times 400 \times 10^{-6} \times 50$

$PE_2 = 10 \times 10^{-3} J$

b) $C_{K_2} = KC_2 = 2 \times 8 = 16\ \mu F$

$C_{eq\,k} = C_1 + C_{2k} = 4 + 16 = 20 \ \mu F$

$\therefore \Delta V_{Tk} = \frac{Q_T}{C_{eqk}} = \frac{600}{20} = 30\ V \quad = \Delta V_1 = \Delta V_2$

$Q_{1k} = C_1 \Delta V \implies Q_1 = 4 \times 30 \implies Q_1 = 120\ \mu c$

$Q_{2k} = C_{2k} \Delta V \implies Q_2 = 16 \times 30 \implies Q_2 = 480\ \mu c$

$PE_{1k} = \frac{1}{2} Q_{1k} \Delta V \implies PE_{1k} = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^{-6} \times 30$

$PE_{1k} = 18 \times 10^{-4} J$

$PE_{2k} = \frac{1}{2} Q_{2k} \Delta V \implies PE_2 = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 30$

$PE_2 = 72 \times 10^{-4} J$

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

a. **أكبر مقدار للسعة المكافئة، وما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة؟**

b. **أصغر مقدار للسعة المكافئة، وما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة؟**

الحل:

a. تربط على التوازي للحصول على أكبر مقدار للسعة

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{eq} = 6 + 9 + 18 = 33 \quad \mu F$$

الربط توازي ∵

$$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = 6\ V$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V \implies Q_1 = 6 \times 6 \implies Q_1 = 36\ \mu c$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V \implies Q_2 = 9 \times 6 \implies Q_2 = 54\ \mu c$$

$$Q_3 = C_3 \Delta V \implies Q_3 = 18 \times 6 \implies Q_3 = 108\ \mu c$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \implies Q_T = 36 + 54 + 108 = 198\ \mu c$$

b. تربط على التوالي للحصول على أصغر مقدار للسعة

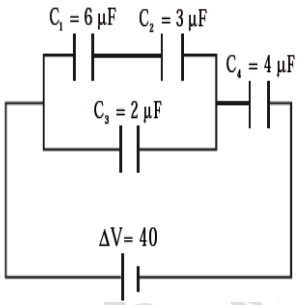
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \implies C_{eq} = 3\ \mu F$$

$$Q_T = C_{eq} \quad \Delta V = 3 \times 6 = 18\ \mu c$$

الربط توالي ∵

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 18\ \mu c$$

س ٧ : أربع متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل احسب مقدار:



a. السعة المكافئة؟

b. الشحنة المختزنة في كل متسعة؟

c. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة C_4

الحل:

$$a)\ \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \implies C' = 2\ \mu F$$

$$C'' = C' + C_3 = 2 + 2 = 4\ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C''} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \implies C_{eq} = 2\ \mu F$$ السعة المكافئة

$b)\ Q_T = C_{eq} \times \Delta V$

$Q_T = 2 \times 40 = 80 \ \mu c = Q_4 = Q''$

$\Delta V'' = \frac{Q''}{C''} = \frac{80}{4} = 20\ V \qquad \Delta V' = \Delta V_3$

$Q' = C' \times \Delta V'$

$Q' = 2 \times 20 = 40 \ \mu c \qquad = Q_1 = Q_2$

$\Delta V_3 = 20 \ V$

$Q_3 = C_3 \ \ \Delta V_3 = 2 \times 20 = 40 \ \mu c$

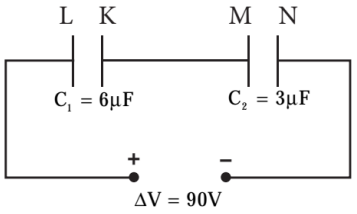
c)

$PE_4 = \frac{1}{2} \frac{Q_4^2}{C_4} \qquad \Rightarrow \qquad PE_4 = \frac{1}{2} \times \frac{(80 \times 10^{-6})^2}{4 \times 10^{-6}} = 800 \times 10^{-6} \ J$

س ٨ : متسعتان (6μF. 3μF) ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما (90V) كما في الشكل (a − 42) ، فإذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة ثم أعيد ربطهما مع بعض:

أولاً : كما في الشكل(b − 42) بعد ربطت الصفائح المتماثلة الشحنة للمتسعتين مع بعضهما.
ثانياً : كما في الشكل(c − 42) بعد ربطت الصفائح المختلفة الشحنة للمتسعتين مع بعضها. ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة في الشكلين (b − 42) , (c − 42).

الحل:



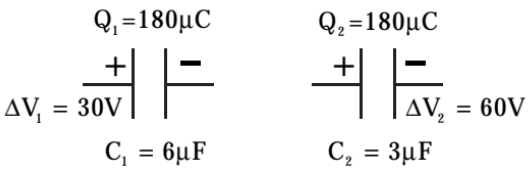
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \qquad \Rightarrow C_{eq} = 2 \ \mu F$

$Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T = 2 \times 90 = 180 \ \mu c$

الربط توالي

$Q_T = Q_1 = Q_2 = 180 \ \mu c$

اولاً : نجد Q_1 و Q_2 من :



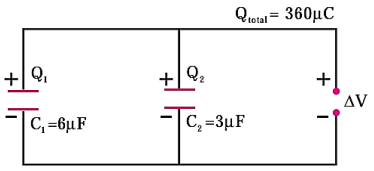
$C_{eq} = C_1 + C_2$

$C_{eq} = 6 + 3 = 9 \ \mu F$

$Q_T = Q_1 + Q_2 = 180 + 180 = 360 \ \mu c$

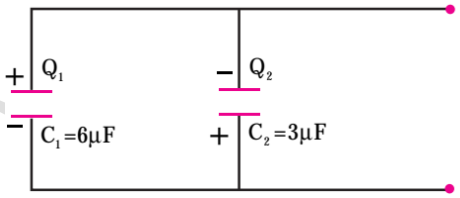
$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{360}{9} = 40\ V$

∵ الربط توازي



$$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = 40\ V$$
$$Q_1 = C_1 \Delta V \implies Q_1 = 3 \times 40 \implies Q_1 = 120\ \mu c$$
$$Q_2 = C_2 \Delta V \implies Q_2 = 6 \times 40 \implies Q_2 = 240\ \mu c$$

ثانياً :



$$Q_T = Q_1 + Q_2 = {}^{-}180 + 180 = 0$$
$$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = 0$$
$$Q_1 = C_1 \Delta V = 0 \quad , \quad Q_2 = C_2 \Delta V = 0$$

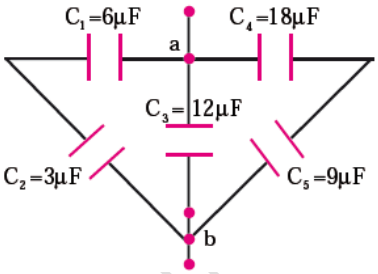
❖ عند ربط الصفائح المختلفة الشحنة مع بعض فأن الشحنات تتعادل

س ٩ : في الشكل (٤٣):

١. احسب السعة المكافئة للمجموعة

٢. اذا سلط فرق جهد كهربائي(20V) بين النقطتين(a) ، (b)، فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة؟

٣. ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة؟



الحل:

$$1)\ \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \implies C' = 2\ \mu F$$
$$\frac{1}{C''} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6} \implies C'' = 6\ \mu F$$
$$C_{eq} = C' + C_3 + C'' = 2 + 12 + 6 = 20\ \mu F$$

$$2)\ Q_T = C_{eq} \times \Delta V_T$$
$$Q_T = 20 \times 20 = 400\ \mu c$$

3) ربط الثلاث توازي

$$\therefore\ \Delta V_T = \Delta V' = \Delta V'' = \Delta V_3 = 20\ V$$
$$Q' = C' \times \Delta V = 2 \times 20 = 40\ \mu c = Q_1 = Q_2$$
$$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 12 \times 20 = 240\ \mu c$$
$$Q'' = C'' \Delta V = 6 \times 20 = 120\ \mu c = Q_4 = Q_5$$