اسم الطالب : _____

مكان الدراسة : _____

0799828099

الفصل الثالث : المواسع الكهربائي

منصة نشمي أكاديمي

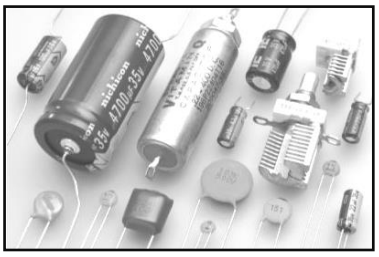
with me H.M

الفيزياء لعبتي

إعداد الأستاذ : حمزة مقبل

المواسع الكهربائي

س : ما المقصود بالمواسع الكهربائي ؟
ج : أداة تتكون من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة مثل الهواء أوالبلاستيك أوالورق ويستخدم لتخزين الطاقة الكهربائية .

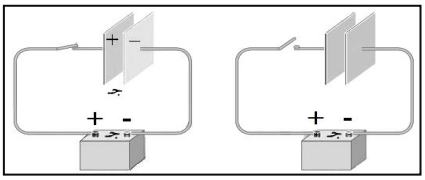


س : اذكر أشكال للمواسعات ؟
ج : ١.) المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين .
٢.) المواسع الأسطواني.

ملاحظة : يرمز عادة للمواسع في الدارات الكهربائية بخطين متوازيين (⊣⊢) .

س : مما يتكون المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين بأبسط أشكاله ؟
ج : من صفيحتين موصلتين متوازيتين ومتساويتين في المساحة تفصل بينهما طبقة من مادة عازلة .

س : كيف يتم شحن المواسع ؟



ج : تمثل البطارية مصدرًا للطاقة الكهربائية حيث يتم توصيل طرفي البطارية بالصفيحتين المتوازيتين للمواسع ، فتعمل البطارية على شحن إحدى صفيحتي المواسع بشحنة موجبة ، والأخرى بشحنة مساوية سالبة ، كما في الشكل التالي .

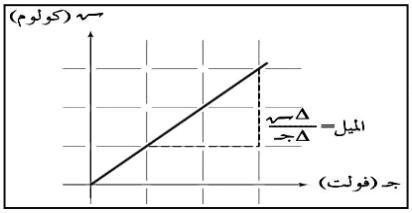
وتتطلب عملية الشحن زمنًا قصيرًا تنمو خلاله الشحنة على المواسع بعد غلق المفتاح (ح)، ويزداد جهد المواسع طرديًا مع الشحنة وتنتهي عملية الشحن عندما يتساوى فرق الجهد بين صفيحتي المواسع مع فرق الجهد بين طرفي البطارية ، وعندها تصل الشحنة على المواسع إلى قيمتها النهائية، وتكون كمية الشحنة على كل من الصفيحتين متساوية.

س : ما المقصود بالمواسعة الكهربائية ؟
ج : هي النسبة بين كمية الشحنة المختزنة في المواسع وفرق الجهد بين طرفيه (صفيحتيه).
(وتعد المواسعة مقياسًا لقدرة المواسع على تخزين الشحنات الكهربائية) .

القانون : $\boxed{س = \frac{ش}{جـ}}$ **حيث (ش): شحنة المواسع في أي لحظة وتمثل القيمة المطلقة للشحنة على أي من صفيحتي المواسع .**
(جـ): فرق الجهد بين صفيحتي المواسع في تلك اللحظة (جهد المواسع).

س : من المنحنى السابق ماذا يمثل ميل الخط المستقيم ؟
ج : المواسعة الكهربائية (س) .

التمثيل البياني للعلاقة الخطية بين جهد المواسع (بتغير جهد المصدر) وشحنته :



س : إذا وصل المواسع مع بطارية ذات فرق جهد أكبر. ماذا يحدث لكل من شحنته ومواسعته؟ فسر إجابتك.
ج : عند وصل المواسع مع بطارية ذات فرق جهد أكبر يزداد فرق الجهد بين صفيحتيه ليكون مساويًا فرق الجهد بين قطبي البطارية، ويتحقق ذلك باكتساب المواسع شحنة أكبر؛ أي أن التغير في الجهد يقابله تغير في الشحنة، بحيث تبقى النسبة بينهما ثابتة $\boxed{س = \frac{ش}{جـ}}$ **والتي تمثل المواسعة .**

س : ما هي وحدة قياس المواسعة الكهربائية ؟
ج : تقاس المواسعة الكهربائية بوحدة (كولوم/فولت) ، وتسمى (الفاراد) .

س : ما المقصود بالفاراد ؟
ج : هي مواسعة مواسع يختزن شحنة مقدارها (١) كولوم عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (١) فولت.

س : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين، وصل مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (١٢) فولت، فاكتسب شحنة مقدارها (٦ × ١٠$^{-٦}$) كولوم . احسب :
١.) مواسعة المواسع.
٢.) مقدار الشحنة والمواسعة لدى استبدال المصدر البطارية ببطارية أخرى فرق الجهد بين طرفيها (١٥) فولت .

الحل/

① $س = \frac{ش}{ج}$

$= \frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{١٢}$

$= \frac{١}{٢} \times ١٠^{-٦}$ فاراد

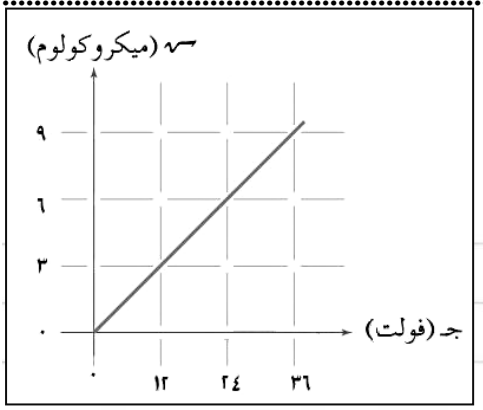
② $ش = س \times ج$

$= \frac{١}{٢} \times ١٠^{-٦} \times ١٥$

$= ٧,٥ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

AWA2EL LEARN 2 BE
منصة نشمي أكاديمي

س : يبين الشكل التالي التمثيل البياني للعلاقة بين جهد مواسع ذي صفيحتين متوازيتين وشحنته . مستعينا بالشكل احسب:
١.) مواسعة المواسع.
٢.) شحنة المواسع النهائية إذا وصل مع بطارية فرق جهدها (٣٠) فولت.



الحل/

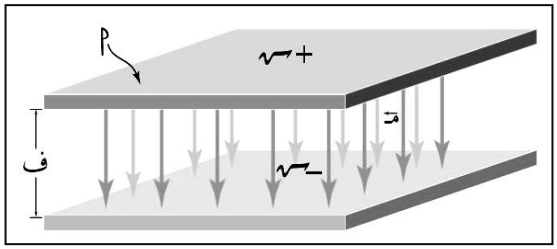
① $س = \frac{ش}{ج} = \frac{٩-٦}{٣٦-٢٤} = \frac{١}{٤} \times ١٠^{-٦}$ فاراد

② $ش = س \times ج = \frac{١}{٤} \times ١٠^{-٦} \times ٣٠$

$ش = ٧,٥ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

---

* ليكن لدينا مواسعا ذو صفيحتين متوازيتين مشحون ، مساحة كل من صفيحتيه (م) والبعد بينهما (ف)، ويفصل بينهما الهواء، شحنة إحدى صفيحتيه (ش) وعلى الصفيحة الأخرى شحنة (-ش). فإن :



قانونه يعطى بالعلاقة التالية : $س = \frac{م \varepsilon_{\circ}}{ف}$

س : ما هي عوامل المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين ؟
ج : ١. أبعاد المواسع الهندسية . (طرديا مع المساحة (م) ، وعكسيا مع المسافة (ف)) .
٢. السماحية الكهربائية للوسط الفاصل (ε) .

ملاحظة : ستقتصر دراستنا على المواسع الذي تكون المادة العازلة بين صفيحتيه هي الهواء أو الفراغ .

س : وضح / في حالة زيادة مساحة لوحي الصفيحتين للمواسع فإن المواسع يصبح قادرًا على استيعاب كمية أكبر من الشحنات ؟
ج : عند شحن المواسع فإن الشحنات تنتشر على سطحي صفيحتيه . فإذا زادت مساحة الصفيحتين فإن المواسع يصبح قادرا على استيعاب كمية أكبر من الشحنة فتزداد مواسعته ، بثبات كل من الجهد الكهربائي (جـ) والبعد بين الصفيحتين (ف) .

س : وضح مراحل اشتقاق العلاقة ($س = \frac{ε_{\circ} م}{ف}$) لمواسع ذو صفيحتين متوازيتين ؟

ج :

$س = \frac{ن}{جـ}$

حيث :

$س = \frac{ن}{م ف}$ ..... ($جـ = م ف$) إذا كان البعد بين الصفيحتين صغيرًا جدًّا مقارنة بأبعاد الصفيحتين فإن المجال الكهربائي بين الصفيحتين يعد مجالًا منتظمًا .

$س = \frac{ن . ε}{ف σ}$ ..... ($م = \frac{σ}{ε}$)

$س = \frac{ن . ε}{ف ن}$ ..... ($σ = \frac{ن}{م}$)

$س = \frac{م . ε}{ف}$

س : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مساحة كل من الصفيحتين (م) والبعد بينهما (ف)، ويفصل بينهما الهواء، ويختزن على إحدى صفيحتيه شحنة (ن) وعلى الصفيحة الأخرى شحنة (-ن). فإذا تغير البعد بين الصفيحتين إلى (ف/٢) مع بقاء البطارية نفسها موجودة (ثبات الجهد) . ما أثر ذلك على كل من :

١.) المجال الكهربائي بين صفيحتي المواسع .
٢.) مواسعة المواسع .
٣.) شحنة لوحي المواسع .

الحل/

① $م = \frac{جـ}{ف}$ ← جـ ثابت ، ف عكسي

يزداد المجال الكهربائي للضعف

② $س = \frac{ε م}{ف}$ ← ثابت ، ف عكسي

تزداد مواسعة المواسع للضعف

③ $ن = س \times جـ$ ← س ثابت ، جـ طردي

تزداد الشحنة للضعف

س : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين المسافة بين صفيحتيه (٨,٨٥) مم، ومساحة كل من صفيحتيه (٢×١٠^{-٤}) م^{٢} وصل مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (٢٠) فولت حتى شحن تمامًا، ثم فصل عن البطارية. علما بأن ($ε_{\circ} = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ فاراد / م)

١.) احسب مواسعة المواسع .
٢.) احسب شحنته.
٣.) إذا قل البعد بين صفيحتي المواسع إلى النصف، فكيف يتغير كل من :
أ.) مواسعته ب.) شحنته جـ.)فرق الجهد بين طرفيه، ماذا تستنتج ؟ د.) ماذا سيحدث للمجال الكهربائي بين لوحيه.

الحل/ ① $س = \frac{ε م}{ف} = \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٢ \times ١٠^{-٤}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-٣}}$

$س = ٢ \times ١٠^{-١٣}$ فاراد

② $ن = س \times جـ$

$= ٢ \times ١٠^{-١٣} \times ٢٠$

$ن = ٤ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم

(٣-أ) $س = \frac{ε م}{ف}$

(٣-ب) $ن = ٤ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم (يبقى ثابت)

(٣-جـ) $جـ = \frac{ن}{س} = \frac{ن}{\frac{س}{٢}} = ٢ جـ$ ← ن ثابت ، س عكسي

$جـ = ١٠$ فولت

بزيادة المواسعة للضعف قل فرق الجهد للنصف بثبوت الشحنة .

(٣-د) $م = \frac{جـ}{ف} = \frac{٢ جـ}{\frac{ف}{٢}} = ٢ م$

يبقى المجال الكهربائي كما هو

(٣-هـ) $س = \frac{ε م}{ف} = ٢ س$

مراجعة صـ ٦٥ ـ

س : ماذا نعني بقولنا إن مواسعة مواسع تساوي (٣) ميكرو فاراد ؟

ج :

اي أنه المواسع سيخزن على كل مم لوحيه شحنات قدرها (٣ ميكروكولوم) عندما يكون فرق الجهد بين لوحيه (١) فولت .

س : وصل مواسعان مختلفان مع مصدري فرق جهد متماثلين ، جهد كل منهما (جـ)، فاكتسب المواسع الأول شحنة (ش) ، واكتسب المواسع الثاني شحنة (٣ ش) ، فماالنسبة بين مواسعة المواسعين ؟

$$\frac{س_1}{س_2} = \frac{ش}{\frac{ش}{ج}} = \frac{ش}{\frac{٣ش}{ج}} = \frac{١}{٣}$$

س : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين يتصل مع بطارية. إذا أصبح البعد بين صفيحتيه ثلاثة أضعاف ما كان عليه مع بقائه متصلًا بالبطارية، فكيف يتغير كل من:

١. مواسعته

$س = \frac{\epsilon_0 أ}{ف}$

$س^* = \frac{\epsilon_0 أ}{٣ ف}$

$س^* = \frac{١}{٣} س$

قلت المواسعة للثلث

٢. شحنته

$ش = ج س$

$ش^* = ج \frac{١}{٣} س$

$ش^* = \frac{١}{٣} ش$

ستقل الشحنة للثلث

٣. فرق الجهد

يبقى ثابتاً.

لبقاء لوحي المواسع متصلا مع طرفي المصدر

٤. المجال الكهربائي بين طرفيه.

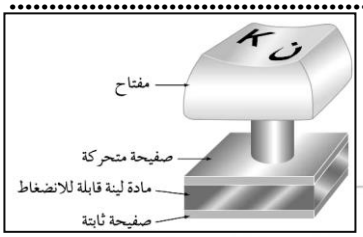
$م = \frac{ج}{ف}$

$م^* = \frac{ج}{٣ ف}$

$م^* = \frac{١}{٣} م$

قل المجال الكهربائي للثلث

س : تستخدم المواسعات في لوحة مفاتيح الحاسوب، كما يبين الشكل التالي ، وتتكون الطبقة العازلة بين صفيحتي المواسع من مادة لينة قابلة للانضغاط. وضح ماذا يحدث لمواسعة المواسع عند الضغط على المفتاح؟



بالضغط على المفتاح ستقل المسافة ما بين لوحي المواسع مما يزيد

مم مواسعته $س = \frac{\epsilon_0 أ}{ف}$ (عكسي)

س : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين، وصل مع مصدر فرق جهده (١٥٠) فولت ، فكانت الكثافة السطحية للشحنة على صفيحتيه (٣٠) نانو كولوم/سم٢. احسب البعد بين صفيحتيه. بفرض أن (ϵ_0 = ٩ × ١٠$^{-١٢}$ فاراد / م)

الحل/

$ع = \frac{ش}{أ} = \frac{٣٠ \times ١٠^{-٩}}{١٠^{-٤}} = ٣٠ \times ١٠^{-٥}$ كولوم/م^٢

$م = \frac{ع}{\epsilon_0} = \frac{٣٠ \times ١٠^{-٥}}{٩ \times ١٠^{-١٢}}$

$م = \frac{١}{٣} \times ١٠^{٧}$ نيوتن/كولوم

$ف = \frac{ج}{م}$

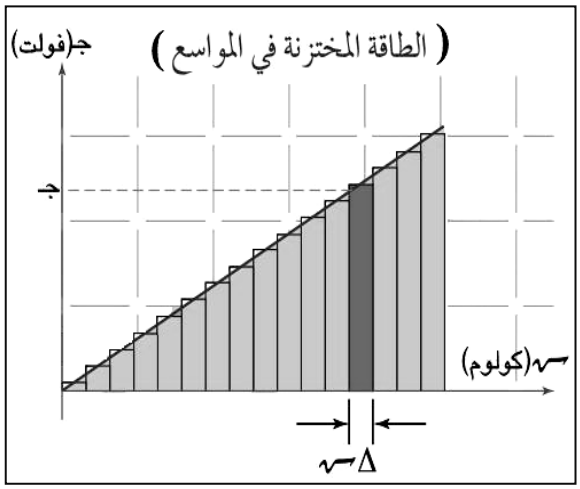
$ف = \frac{١٥٠}{\frac{١}{٣} \times ١٠^{٧}}$

$ف = ٤٥ \times ١٠^{-٧}$ م

الطاقة المختزنة في المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين

س : ما مصدر الطاقة التي يختزنها المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين ؟

ج : عندما يتصل المواسع مع البطارية فإنهما يشكلان نظامًا، تبذل فيه البطارية شغلا لنقل الشحنات إلى صفيحتي المواسع. وقد درست أن الشحنة على المواسع تزداد خطيًا مع جهده والشكل التالي يبين ذلك، لاحظ أنه عند إضافة كمية من الشحنة (Δ ش) للمواسع عند متوسط جهد مقداره (جـ)، حيث $\boxed{\text{جـ} = \frac{\text{جـ}_1 + \text{جـ}_2}{2}}$ فإن مساحة المستطيل

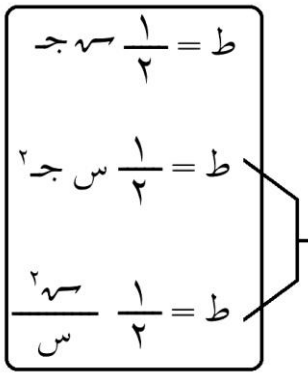


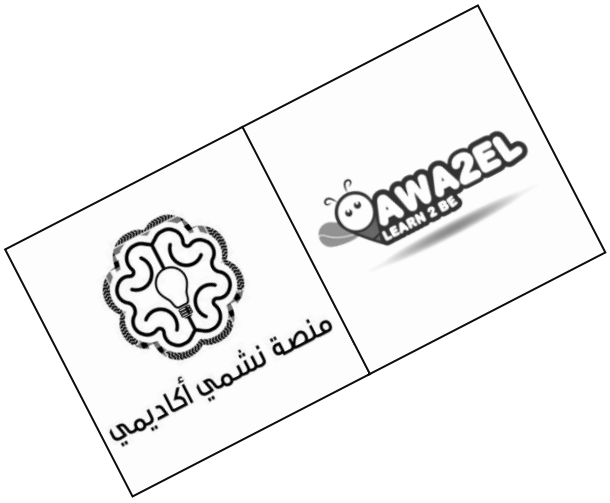
المظلل (جـ Δ ش) في الشكل تمثل جزءًا من الشغل الكلي الذي بذلته البطارية في شحن المواسع، فإذا حسبنا المساحة الكلية تحت المنحنى نكون قد حسبنا الشغل الكلي الذي بذلته البطارية لشحن المواسع.
وهذا الشغل يختزن في المجال الكهربائي بين صفيحتي المواسع بصورة طاقة وضع كهربائية.

س : كيف يتم حساب طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في لوحي المواسع ؟

ج :

الطاقة المختزنة في المواسع = مساحة المثلث

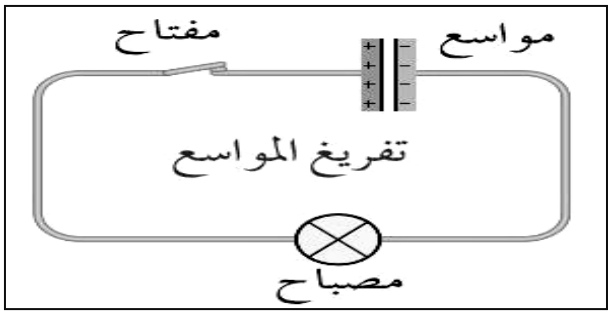




.....

س : اذكر مثال لتحول الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع إلى شكل آخر من الطاقة (عند استخدامها) ؟ مع الوضيح .

ج : تتحول الطاقة المختزنة في المواسع إلى شكل آخر من الطاقة (مثل تحولها إلى طاقة ضوئية) .
فعند وصل طرفي المواسع بجهاز كهربائي مثل مصباح كهربائي، وإغلاق المفتاح كما في الدارة المبينة في الشكل التالي ، تتحرك الشحنات (الموجبة الافتراضية) من الصفيحة الموجبة إلى الصفيحة السالبة عبر المصباح، ويمر في الدارة تيار كهربائي يبدأ بقيمة معينة ، ثم يتناقص إلى أن يؤول إلى الصفر؛ فيضيء المصباح مدة وجيزة، وتسمى هذه العملية تفريغ المواسع.



س : ما المقصود بعملية تفريغ المواسع ؟

ج : هي عملية تناقص شحنات لوحي المواسع على شكل تناقص تيار كهربائي إلى أن يؤول إلى صفر لدى توصيل طرفي مواسع مشحون مع جهاز كهربائي ما فتتحرك الشحنات(الموجبة الافتراضية) من الصفيحة الموجبة إلى الصفيحة السالبة عبر الجهاز فيعمل الجهاز لمدة وجيزة .

.....

س : لدى زيادة المسافة ما بين صفيحتي مواسع متوازيتين مع بقاء المواسع متصلا مع البطارية نفسها فإن الطاقة المختزنة في ستقل وضح ذلك ؟

ج : لدى زيادة المسافة ما بين صفيحتي مواسع متوازيتين مع بقاء جهد المواسع ثابتا (مساويا لفرق الجهد بين طرفي البطارية) . فإن مواسعته ستقل ($س = \frac{\text{ع}\,\text{أ}}{\text{ف}}$) وبالتالي تقل شحنة لوحيه (ش = س جـ) لذا يحدث تفريغ لجزء من شحنة المواسع إلى البطارية، لذلك تقل الطاقة المختزنة فيه ($ط = \frac{1}{2}$ ش جـ) .

س : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مساحة كل من صفيحتيه (٢٥) سم^{٢} ، والبعد بين صفيحتيه (٨,٨٥) مم، شحن حتى أصبح فرق الجهد بين صفيحتيه (١٠٠) فولت ، وأن (ε. = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$ فاراد / م):

١.) احسب الطاقة المختزنة في المواسع.

٢.) شحنة المواسع

٣.) إذا أصبح البعد بين الصفيحتين (١٧,٧) مم، مع بقاء المواسع متصلًا مع البطارية نفسها. فاحسب الطاقة المختزنة في المواسع . ماذا تستنتج ؟

٤.) إذا أصبح البعد بين الصفيحتين (١٧,٧) مم، بعد ازالة البطارية عن طرفي المواسع. فاحسب الطاقة المختزنة في المواسع . ماذا تستنتج ؟

① $س = \frac{ε. أ}{ف} = \frac{١٠ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-٤} \times ٢٥}{١٠ \times ٨,٨٥^{-٣}} = ١٠ \times ٢٥^{-١٣}$ فاراد

$ط = \frac{١}{٢} س ج^{٢} = \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ٢٥^{-١٣} \times (١٠٠)^{٢}$

$ط = ١٢,٥ \times ١٠^{-٩}$ جول

② $ن = س ج$

$= ١٠ \times ٢٥^{-١٣} \times ١٠٠$

$ن = ٢٥ \times ١٠^{-١١}$ كولوم

③ $س^{*} = \frac{ε. أ}{ف} = \frac{س}{٢}$

$ن^{*} = \frac{ن}{٢} = س ج$

$ط^{*} = \frac{١}{٢} س ج^{٢} = \frac{ط}{٢}$

$ط^{*} = ٦,٢٥ \times ١٠^{-٩}$ جول

بزيادة المسافة للضعف مع بقاء لوحي المواسع متصلا بطرفي بطارية (جهد ثابت) فان المواسعة ستقل للنصف وبذلك ستقل الشحنات للنصف حيث جدث تفريغ لها الى البطارية مما أدى لنقصان الطاقة المختزنة للنصف

ومنه العلاقة : $ط^{*} = \frac{١}{٢} \frac{ن^{*٢}}{س^{*}}$

(أثر الشحنة على الطاقة أقوى لانه تربيعي)

④ $س^{*} = \frac{ε. أ}{ف} = \frac{س}{٢}$

$ج^{*} = \frac{ن}{س} = ٢ ج$

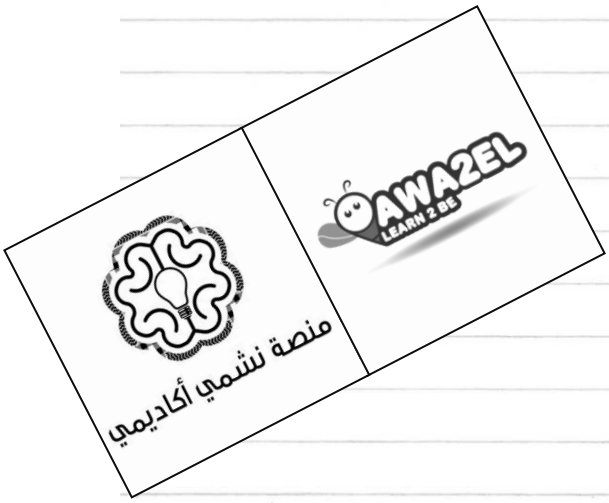
$ط^{*} = \frac{١}{٢} \frac{ن^{٢}}{س} = ٢ ط$

$ط^{*} = ٢٥ \times ١٠^{-٩}$ جول

لدى ازاله طرفي المصدر عن لوحي المواسع [ستبقى كمية الشحنات على لوحيه ثابتة] ثم زيادة المسافة للضعف . فان المواسعة ستقل للنصف في حينه سيزداد فرق الجهد بين لوحيه للضعف مما يزيد من طاقته التخزينية للضعف

ومنه العلاقة : $ط^{*} = \frac{١}{٢} س^{*} ج^{٢}$

(أثر فرق الجهد على الطاقة أقوى لانه تربيعي)



مراجعة صـ ٦٨ ـ

س : مواسعان مواسعة الأول (٢) ميكرو فاراد وجهده (٢٠) فولت، والثاني مواسعته (٤) ميكروفاراد وجهده (١٠) فولت. أي المواسعين يختزن طاقة أكبر؟

الحل/ $ط = \frac{1}{2} س جـ^2$

$ط_2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (10)^2$

$= 2 \times 10^{-4}$ جول

$ط_1 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (20)^2$

$ط_1 = 8 \times 10^{-4}$ جول

$ط_1 > ط_2$

س : مواسع شُحن ثم فُصل عن البطارية، إذا أصبح البعد بين صفيحتيه مثلي ما كان عليه، فماذا يحدث للطاقة المختزنة فيه ؟ فسر إجابتك.

$س^* = \frac{\varepsilon_r}{ف} = \frac{س}{2}$

$جـ^* = \frac{ن}{س^*} = 2 جـ$

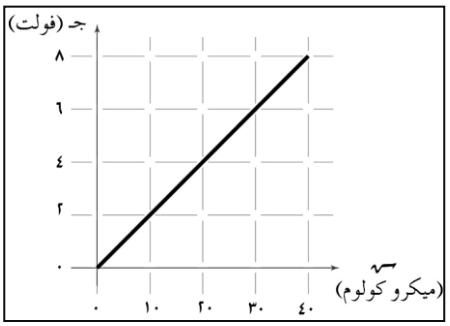
$ط^* = \frac{1}{2} \frac{ن^2}{س^*} = 2 ط$

لدى ازاله طرفي المصدر عن لوحي المواسع [سيبقى كمية شحنات على لوحيه ثابتة] ثم زيادة المسافة للضعف. فانه المواسعة ستقل للنصف في حينه سيزداد فرق الجهد بين لوحيه للضعف مما يزيد من طاقته التخزينية للضعف

و من العلاقة : $ط^* = \frac{1}{2} س^* جـ^{*2}$

(أي فرق الجهد على الطاقة أقوى لأنه تربيعي)

س : مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيتين، وصل مع مصدر فرق جهده (٨) فولت، ويبين الشكل التالي العلاقة بين جهد المواسع وشحنته في أثناء عملية الشحن.
احسب:
١.) مواسعة المواسع.
٢.) الطاقة المختزنة في المواسع عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (٢) فولت.
٣.) الطاقة المختزنة في المواسع عند رفع جهده إلى (١٢) فولت .



الحل/ ① $س = \frac{\Delta ن}{\Delta جـ} = \frac{(٤٠ - ٠) \times 10^{-6}}{٨ - ٠} = 5 \times 10^{-6}$ فاراد

② $ط = \frac{1}{2} س جـ^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (2)^2 = 10 \times 10^{-6}$ جول

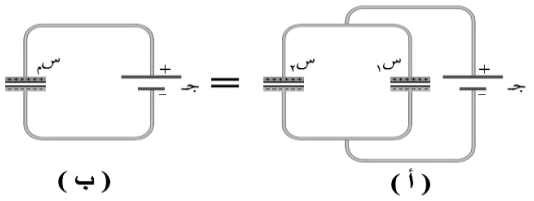
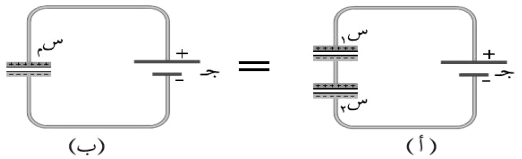
③ $ط = \frac{1}{2} س جـ^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (12)^2 = 360 \times 10^{-6}$ جول

AWA2EL LEARN 2 BE
منصة نشمي أكاديمي

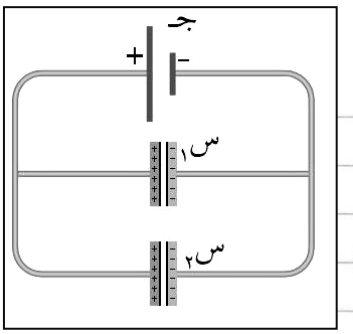
توصيل المواسعات

س : ما الغاية من توصيل المواسعات معا ؟

ج : تصنع المواسعات بحيث تكون لها مواسعة محددة، وتعمل على جهد معين، وقد يلزم في تطبيق عملي ما قيمة محددة للمواسعة ليست متوافرة؛ عندئذ يمكن الحصول على هذه القيمة بتوصيل مجموعة من المواسعات بطرائق عدة، منها التوصيل على التوازي، والتوصيل على التوالي، أو الجمع بينهما.

المقارنة	التوصيل على التوازي	التوصيل على التوالي
الرسم التوضيحي	 (أ) (ب)	 (أ) (ب)
الشرح	وبما أن المواسعين يتصلان مباشرة مع البطارية؛ فإن كل مواسع يشحن مباشرة منها (طريقة الشحن بالتلامس فقط) ، إلى أن يتساوى جهد كل مواسع مع جهد البطارية. وعندها يكون المواسعان قد اكتسبا شحنتين ($ش_1$) ، و ($ش_2$) ، لذا في التوصيل على التوازي تكون المواسعات متساوية في الجهد بينما الشحنة الكلية تكون مجموع الشحنة على المواسعات: فإذا أردنا استبدال مواسع واحد بمواسعين وله تأثيرهما معًا، لاحظ الشكل (ب) فإن المواسع المكافئ ($س_م$) يكون جهده مساويًا جهد البطارية، وشحنته تساوي مجموع شحنتي المواسعين	والتوصيل بهذه الطريقة يجعل الصفيحة المتصلة بالقطب الموجب للبطارية تكتسب شحنة (+ $ش$) ، (طريقة الشحن بالتلامس) فتشحن الصفيحة المقابلة لها بالحث بشحنة سالبة (- $ش$)؛ أما المواسع الثاني فتكتسب صفيحته المتصلة بالقطب السالب للبطارية شحنة سالبة (- $ش$)، وتشحن الصفيحة المقابلة لها بالحث بشحنة موجبة (+ $ش$). وفي حالة التوصيل على التوالي تكون المواسعات متساوية في الشحنة، والجهد الكلي يكون مجموع جهد المواسعات. فإذا أردنا استبدال مواسع واحد بالمواسعين وله تأثيرهما معًا، لاحظ الشكل (ب) فإن المواسع المكافئ ($س_م$) تكون شحنته مساوية الشحنة الكلية المستمدة من البطارية والتي تساوي شحنة أي من المواسعين، وجهده يساوي مجموع جهدي المواسعين
محصلة الشحنة	$ش_ك = ش_1 + ش_2 + ش_3 + ...$	$ش_ك = ش_1 = ش_2 = ش_3 = ...$
محصلة فرق الجهد	$جـ = جـ_1 = جـ_2 = جـ_3 = ...$	$جـ = جـ_1 + جـ_2 + جـ_3 + ...$
كيفية تشكيل قانون محصلة المواسعات	$ش_{الكلية} = ش_1 + ش_2$ ..... $ش_{الكلية} = س_م جـ$ $س_م جـ = س_1 جـ + س_2 جـ$ ..... باختصار (جـ) $س_م = س_1 + س_2$ إن المواسع المكافئ مواسعته أكبر من أكبر مواسعة	$جـ_{كلي} = جـ_1 + جـ_2$ ..... $جـ_{كلي} = \frac{ش}{س_م}$ $\frac{ش}{س_م} = \frac{ش}{س_1} + \frac{ش}{س_2}$ ..... وباختصار ($ش$) $\frac{1}{س_م} = \frac{1}{س_1} + \frac{1}{س_2}$ إن المواسع المكافئ مواسعته أقل من أقل مواسعة
محصلة المواسعات المتماثلة وعددهم (ن)	$س = ن \times س_1$	$س = \frac{س_1}{ن}$
تحقق التوصيل	يجب التحقق من أمرين : * أن تشترك المواسعات بنفس نقطة التفرع وبنفس نقطة التجمع . * أن يحتوي كل فرع على مواسعة واحدة فقط .	يجب التحقق بأن المواسعتين لا يوجد بينهما نقاط تفرع .

س : مواسعان (س١ =٣، س٢ =٦) ميكروفاراد وصلا مع مصدر فرق جهده (٣٠) فولت على التوازي كما في الشكل التالي. احسب :
١.) المواسعة المكافئة.
٢.) الشحنة وفرق الجهد لكل مواسع.

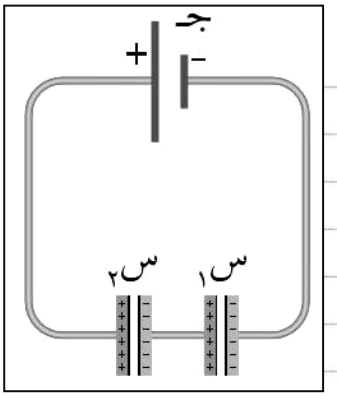


الحل/
① س ك = س١ + س٢ (توازي)
= ٣ + ٦ = ٩ ميكروفاراد

② جـ ك = جـ١ = جـ٢ = ٣٠ فولت

ن = س جـ
ن١ = ٣ × ١٠^-٦ × ٣٠ = ٩٠ × ١٠^-٦ كولوم
ن٢ = ٦ × ١٠^-٦ × ٣٠ = ١٨٠ × ١٠^-٦ كولوم

س : مواسعان (س١ =٣، س٢ =٦) ميكروفاراد وصلا مع مصدر فرق جهده (٣٠) فولت على التالي كما في الشكل التالي. احسب :
١.) المواسعة المكافئة.
٢.) الشحنة وفرق الجهد لكل مواسع.



الحل/
① ١/س ك = ١/س١ + ١/س٢ (توالي)
= ١/٦ + ١/٣ = ٣/٦

س ك = ٢ ميكروفاراد

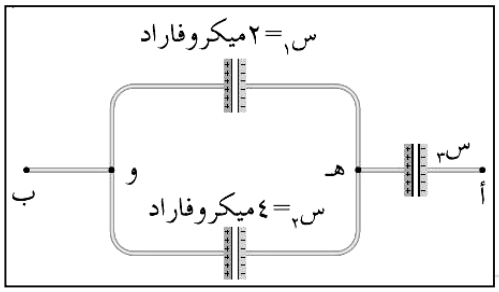
② ن ك = س ك × جـ ك
٣٠ × ١٠^-٦ × ٢ =
ن١ = ن٢ = ن ك = ٦٠ × ١٠^-٦ كولوم

جـ = ن / س

جـ١ = ٦٠ × ١٠^-٦ / ٣ × ١٠^-٦ = ٢٠ فولت

جـ٢ = ٦٠ × ١٠^-٦ / ٦ × ١٠^-٦ = ١٠ فولت

س : يمثل الشكل التالي جزءًا من دارة كهربائية ، يحتوي على ثلاثة مواسعات ، إذا علمت أن (جـ هـ و = ٨ فولت)، وأن (جـ أ ب = ٢٠ فولت). فاحسب:
١.) الشحنة على كل من المواسعين (س١ ، س٢).
٢.) مواسعة المواسع (س٣).



① ن = س × جـ
ن١ = ٢ × ١٠^-٦ × ٨ = ١٦ × ١٠^-٦ كولوم
ن٢ = ٤ × ١٠^-٦ × ٨ = ٣٢ × ١٠^-٦ كولوم

جـ أ ب = جـ أ هـ - جـ هـ و
= ٢٠ - ٨
جـ هـ ب = ١٢ فولت = جـ ٣

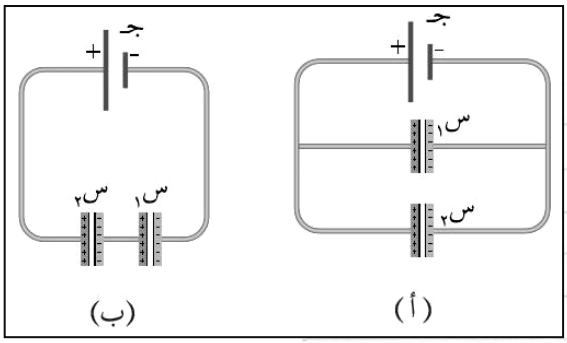
② ن٣ = ن١ + ن٢
= ١٠^-٦ × (١٦ + ٣٢)
= ٤٨ × ١٠^-٦ كولوم

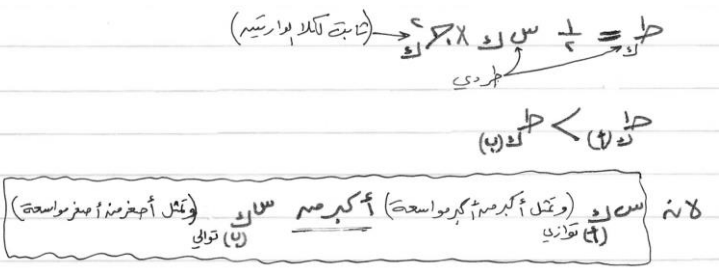
س٣ = ن٣ / جـ ٣ = ٤٨ × ١٠^-٦ / ١٢

س٣ = ٤ × ١٠^-٦ فاراد

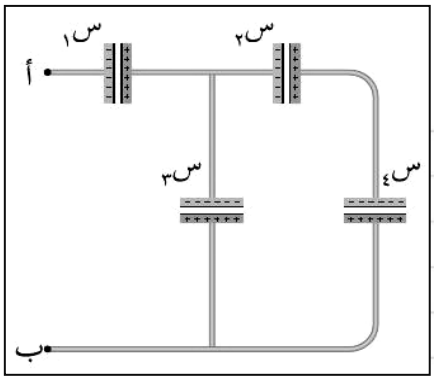
مراجعة صـ ٧٣ ـ

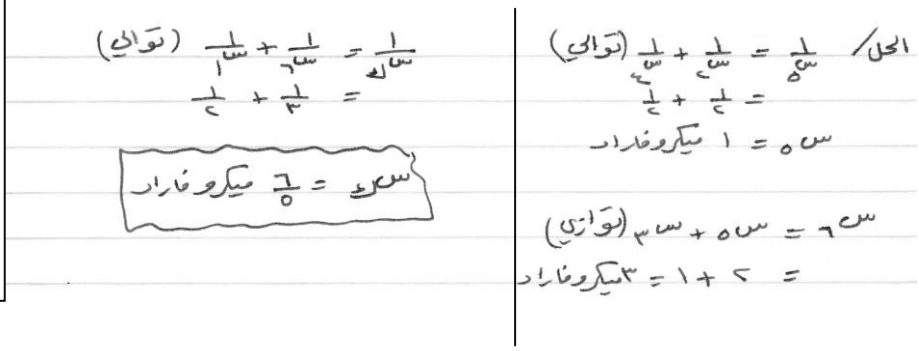
س : معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل التالي ، في أي من الحالتين يكون مقدار الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة أكبر؟ فسر إجابتك.



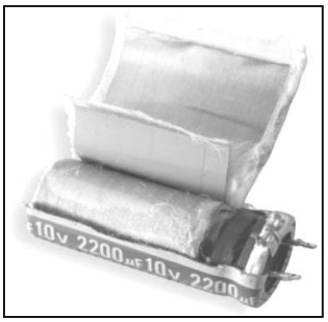


س : احسب المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات المبينة في الشكل التالي . علمًا بأنها متساوية في المواسعة، ومواسعة كل منها (٢) ميكروفاراد.



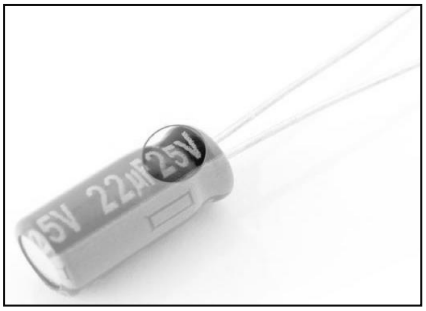


المواسعات في التطبيقات العملية



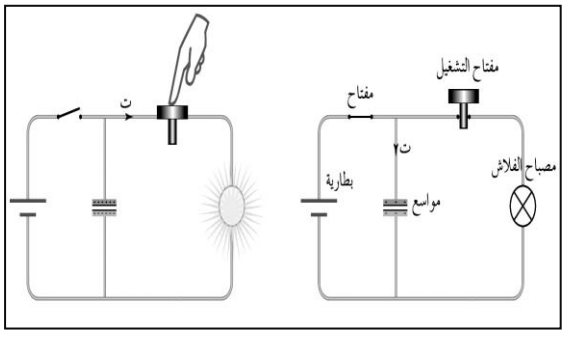
س : مما يتكون المواسع الإسطواني ؟
ج : يتكون من شريطين موصلين ملفوفين على شكل أسطوانة يفصل بينهما شريط من مادة عازلة.

س : بماذا يتميز المواسع الاسطواني عن المواسعات الأخرى في تصميمه ؟
ج : إن تصميم المواسع الاسطواني (يتكون من شريطين موصلين ملفوفين على شكل أسطوانة يفصل بينهما شريط من مادة عازلة). يمكننا من الحصول على مواسع صغير الحجم مساحة صفيحتيه كبيرة، وتفصل بينهما مسافة صغيرة؛ ما يعني زيادة قدرة المواسع على تخزين الشحنة.



س : هل يمكن تخزين شحنات كهربائية على صفيحتي المواسع بشكل مستمر ؟ وضح ذلك.
ج : إن المواسع له حد أعلى في تخزين الشحنة، فإذا زادت على هذا الحد يزداد الجهد، ويحدث تفريغ كهربائي عبر المادة العازلة الفاصلة بين الصفيحتين؛ مما يؤدي إلى تلف المواسع ، لذلك يكتب على كل مواسع الحد الأعلى للجهد المسموح توصيل المواسع به .
تأمل الشكل التالي تجد أن المواسع كتب عليه (٢٥) فولت، وهذا يعني أنه يوجد حدٌّ أقصى للشحنة أو للطاقة التي يمكن تخزينها في المواسع.

س : اذكر تطبيق عملي (استخدام) للمواسعات ؟
ج : دارة المصباح الومّاض في آلة التصوير الفوتوغرافي (فلاش كاميرا) .



س : وضح مبدأ عمل المصباح الومّاض (فلاش الكاميرا) ؟
ج : يبين الشكل التالي مخططًا بسيطًا يوضح مبدأ عمل المصباح الومّاض ، فعند توصيل البطارية بدأ عملية الشحن ، وعند الضغط على مفتاح التشغيل تُغلق دارة (المواسع- المصباح الومّاض)، فيحدث تفريغ لشحنة المواسع في المصباح الومّاض ، أي تتحرر الطاقة المختزنة في المواسع، وتتحول إلى طاقة ضوئية في المصباح الومّاض.

مراجعة صـ ٧٥ ـ

س : فسر ما يأتي: يوجد حد أقصى للطاقة التي يمكن تخزينها في المواسع.

لأنه إذا زاد فرق الجهد بلحد عند هذا الحد يزداد الجهد للمواسع مما يحدث تفريغ كهربائي عبر المادة العازلة والفاصلة بين الصفيحتين ، مما يؤدي إلى تلف المواسع .

.....

س : يحتاج مهندس إلى مواسع مواسعته (٢٠) ميكروفاراد، يعمل على فرق جهد (٦) كيلوفولت. ولديه مجموعة من المواسعات المتماثلة كتب على كل منها (٢٠٠ ميكروفاراد، ٦٠٠ فولت)، لكي يحصل على المواسع المطلوبة أوصل عددًا من هذه المواسعات معًا، فهل أوصل المواسعات على التوالي أم على التوازي؟ وما عدد المواسعات التي استخدمها؟ فسر إجابتك.

بما أنه المواسعة المطلوبة أقل من المواسعة المتوفرة لذا يجب توصيلهم على التوالي. وبما أنهم متماثلات فإنه : عدد المواسعات (ن) = $\frac{\text{س}}{\text{س}_{\text{١ مواسعة}}}$ = $\frac{٢٠٠}{٢٠}$ = **١٠ مواسعات**

.....

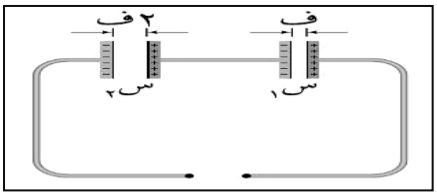
أسئلة الفصل صـ ٧٦ ـ

س : ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١.) مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مشحون، والطاقة المختزنة فيه (ط)، إذا زاد فرق الجهد بين صفيحتيه ثلاثة أضعاف ما كان عليه، فإن الطاقة المختزنة فيه:

أ.) ٣/١ ط ب) ٣ ط جـ) ٩ ط د) ٩/١ ط.

٢.) مواسعان متساويان في المساحة، والبعد بين صفيحتي المواسع الثاني ضعفي البعد بين صفيحتي المواسع الأول، وصلا مع بطارية على التوالي. انظر الشكل التالي، إذا كان المجال الكهربائي بين صفيحتي المواسع الأول (مـ) فإن المجال بين صفيحتي المواسع الثاني:



أ.) مـ ب) مـ/٢ جـ) ٢مـ د) ٤مـ

*** شحن مواسع بواسطة بطارية، ثم فصل عنها، فكانت الطاقة المختزنة فيه (ط) . إذا زاد البعد بين صفيحتيه إلى ضعفي ما كان عليه، مستعيناً بهذه المعلومات أجب عن الفقرتين التاليين (٣ ، ٤) :**

٣.) إن الكمية الفيزيائية التي تبقى ثابتة للمواسع هي:

أ.) الجهد الكهربائي ب) المواسعة جـ) الشحنة د) الطاقة

٤.) إن الطاقة المختزنة في المواسع:

أ.) ط/٢ ب) ط جـ) ٢ط د) ٤ط

.....

١-) ط٩ : (ج.) $\text{ط}^{*} = \frac{1}{2}\text{س}^{*}\text{ف}^{2} = \frac{1}{2}(\text{ج.}\text{س})(\text{ج.}\text{ف})^{2} = ٩\text{ط}$

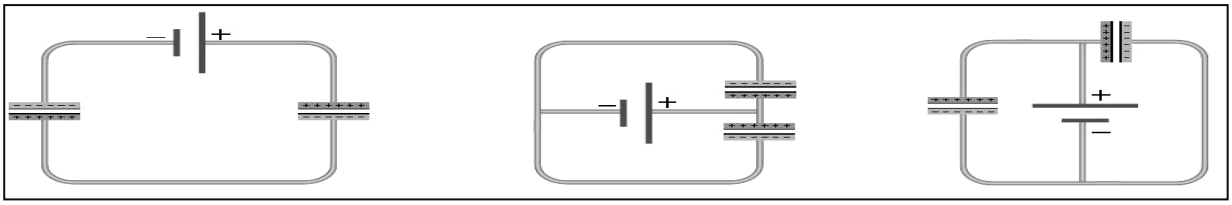
٢-) م : (أ) $\text{م} = \frac{\text{ك}}{\varepsilon_{.}}$ ← ثابتة لذا لم يتغير المجال لكليهما)

٣-) (جـ.) الشحنة : (توصيل على التوالي)

٤-) ٢ط : (ج.) $\text{ط}^{*} = \frac{1}{2}\frac{\text{ن}^{2}}{\text{س}^{*}}$ ← ثابتة (تزداد للضعف) (قلت للنصف)

$\text{س}^{*} = \frac{\varepsilon_{.}\text{أ}}{\text{ف}^{*}}$ ← ثوابت (يستقل للنصف) (زادت للضعف)

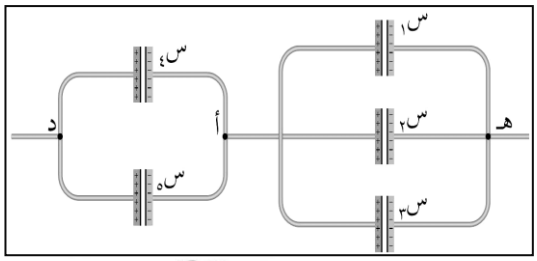
س : يبين الشكل التالي ثلاث حالات لمواسعين وصلا مع بطارية، حدد طريقة توصيل المواسعين في كل حالة. مع بيان السبب .



الشكل الأول و الثاني على التوازي :
لأنه لهما طرفين مشتركا بنفس نقطة التفرع والتجمع
وكل فرع يحتوي على مواسع واحد فقط

الشكل الثالث على التوالي :
لأنه لا يوجد بينهما نقاط تفرع .

س : يبين الشكل التالي مجموعة من المواسعات بين النقطتين (هـ،د) ، إذا علمت أن المواسعات متساوية في المواسعة، ومواسعة كل منها (٣) ميكروفاراد ، وأن (جـ أ = ٦ فولت) . احسب :
١. الشحنة الكلية لمجموعة المواسعات .
٢. جـ هـ د .



① $س_{ك} = س_{ن} \times ن = ٣ \times ٢ \times ١٠^{-٦}$

$= ٦ \times ١٠^{-٦}$ فاراد

$ش_{أ} = س_{ك} \times جـ_{أ}$

$= ٦ \times ١٠^{-٦} \times ٦$

$ش_{هـ} = ش_{أ} = ٣٦ \times ١٠^{-٦}$ كولوم $= ك س$

$جـ_{هـ} = \frac{ش_{هـ}}{س_{هـ}} = \frac{٣٦ \times ١٠^{-٦}}{٣ \times ١٠^{-٦}} = ١٢$ فولت

② $س_{ن} = ن \times س = ٣ \times ٣ \times ١٠^{-٦}$

$= ٩ \times ١٠^{-٦}$ فاراد

$جـ_{هـ د} = جـ_{هـ م} + جـ_{م د}$

$= ٤ + ٦ = ١٠$ فولت

س : مواسعان (س١ = ٢٥، س٢ =٥) ميكروفاراد وصلا على التوازي مع مصدر جهد (١٠٠) فولت، فكانت الطاقة المختزنة في المجموعة (ط). إذا أردنا للمواسعين أن يختزنا الطاقة نفسها عند توصيلهما على التوالي، فما فرق جهد المصدر الذي يحقق ذلك؟

$س_{ك} = س_{١} + س_{٢}$ توازي

$= ٢٥ + ٥ = ٣٠$ ميكروفاراد

$ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢}$

$= \frac{١}{٢} \times ٣٠ \times ١٠^{-٦} \times (١٠٠)^{٢}$

$ط = ١٥ \times ١٠^{-٢}$ جول

$\frac{١}{س_{ك}} = \frac{١}{س_{١}} + \frac{١}{س_{٢}}$ (توالي)

$= \frac{١}{٢٥} + \frac{١}{٥}$

$س_{ك} = \frac{٢٥}{٦}$ ميكروفاراد

$ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢}$

$١٥ \times ١٠^{-٢} = \frac{١}{٢} \times \frac{٢٥}{٦} \times ١٠^{-٦} \times جـ^{٢}$

$جـ^{٢} = \frac{٣٦}{٥} \times ١٠^{٤}$

$جـ = \frac{٦ \times ١٠^{٢}}{\sqrt{٥}}$ فولت

س : مواسعان يتصلان على التوالي مع مصدر فرق جهد. مساحة صفيحتي المواسع الثاني ضعفا مساحة صفيحتي المواسع الأول، والبعد بين صفيحتي كل من المواسعين متساوٍ. إذا كانت الطاقة المختزنة في المواسع الأول (٦ × ١٠$^{-٣}$) جول فاحسب مقدار الطاقة المختزنة في المواسع الثاني.

$س_١ = \frac{\varepsilon أ_١}{ف}$ ، $س_٢ = \frac{\varepsilon أ_٢}{ف} = \frac{\varepsilon ٢أ_١}{ف} = ٢س_١$

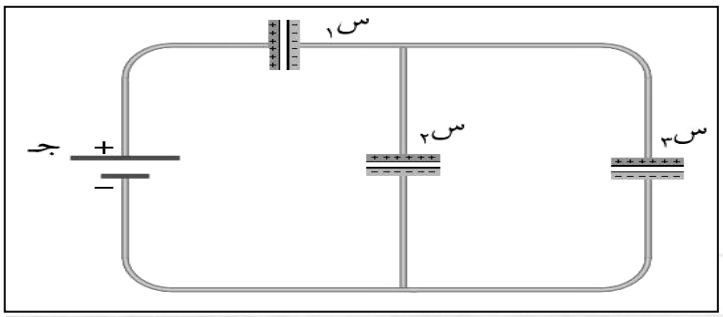
$ط_١ = \frac{١}{٢} \frac{ش_١^٢}{س_١}$ (ثابتة على التوالي)

$ط_٢ = \frac{١}{٢} \frac{ش_٢^٢}{س_٢} = \frac{١}{٢} \frac{ش_١^٢}{٢س_١} = \frac{١}{٢} ط_١$

$= \frac{١}{٢} \times ٦ \times ١٠^{-٣} = ٣ \times ١٠^{-٣}$ جول

.....

س : في الشكل التالي إذا كانت مواسعة المواسعات الثلاثة (س١ = ٣ س) ، (س٢ = س) ، (س٣ = ٥ س).
١.) جد المواسعة المكافئة للمجموعة بدلالة (س).
٢.) رتب هذه المواسعات وفقًا لشحنها تنازليًا.



الحل/ ① $\frac{١}{س_{م,٢}} = \frac{١}{س_٢} + \frac{١}{س_٣}$ (توازي)

$= \frac{١}{٣س} + \frac{١}{٥س}$

$= \frac{٦}{س}$

$س_{م,١} = \frac{س}{٦}$ (توالي) $\frac{١}{س_{م,١}} = \frac{١}{س_١} + \frac{١}{س_{م,٢}}$

$= \frac{١}{٢س} + \frac{١}{٣س}$

$س_{م,١} = ٢س$

② $ش_٢ < ش_٣ < ش_١$

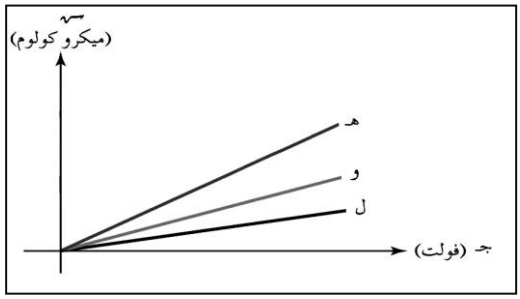
$ش_١ = ش_٢ + ش_٣$

$ش = ش_١$ (ثابتة على التوازي)

.....

س : يبين الجدول الآتي الأبعاد الهندسية لثلاثة مواسعات، والشكل التالي يمثل منحنى (الجهد-الشحنة) لهذه المواسعات، حدد لكل مواسع المنحنى الذي يناسبه.

المواسع	مساحة إحدى الصفيحتين	البعد بين الصفيحتين	رمز المنحنى
١	أ	ف	
٢	٢أ	ف	
٣	أ	٢ف	



الحل/ $س = \frac{\varepsilon أ}{ف}$

$س_١ = س$ ، $س_٢ = \frac{\varepsilon ٢أ}{ف} = ٢س$ ، $س_٣ = \frac{\varepsilon أ}{٢ف} = \frac{س}{٢}$

* ثم نرسم البياني أكبرهم قيمة ميل أعلاهم مواسعة ثم العلاقة :

$س = \frac{ش}{جـ}$

لذا $س_٢ = س_{هـ}$ ، $س_١ = س_و$ ، $س_٣ = س_ل$

س : مواسع شحنته (ش)، ومساحة إحدى صفيحتيه (م) والبعد بينهما (ف). أثبت أن فرق الجهد بين الصفيحتين (جـ) يعطى بالعلاقة :

$$جـ = \frac{ف\,ش}{م\,\varepsilon_0}$$

الحل/

$$س = \frac{ش}{جـ}$$

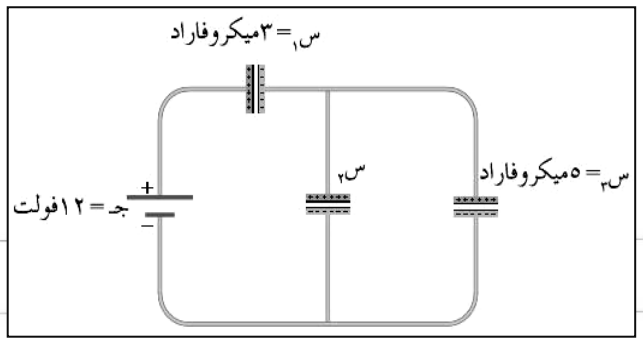
$$س = \frac{\varepsilon_0\, م}{ف}$$

بمساواة الطرفين : $\frac{ش}{جـ} = \frac{\varepsilon_0\, م}{ف}$ ⇐ $جـ = \frac{ف\,ش}{م\,\varepsilon_0}$

س : في الشكل التالي إذا كانت الطاقة المختزنة في المواسعات الثلاثة (١٤٤ × ١٠$^{-٦}$) جول، وفرق الجهد بين طرفي البطارية (١٢) فولت . فاحسب:

١.) الطاقة المختزنة في المواسع الأول.

٢.) مواسعة المواسع الثاني.



الحل/ ① $ط_ك = \frac{1}{2} ش_ك \times جـ_ك^2$

$$١٤٤ \times ١٠^{-٦} = \frac{1}{2} ش_ك \times ١٢^2$$

$$ش_ك = ٢ \times ١٠^{-٦} \text{ فاراد} = ٢ \text{ ميكروفاراد} = ش_{٣،٢}$$

$$ط_١ = \frac{1}{2} \frac{ش^2}{س_١} = \frac{1}{2} \times \frac{(٢ \times ١٠^{-٦})^2 \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{٣ \times ١٠^{-٦}}$$

$$ط_١ = ٩٦ \times ١٠^{-٦} \text{ جول}$$

② $ش_ك = س_ك جـ_ك$

$$س_ك = \frac{ش_ك}{جـ_ك} = \frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{١٢} = ٢ \text{ ميكروفاراد}$$

$$\frac{1}{س_ك} = \frac{1}{س_١} + \frac{1}{س_{٣،٢}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{٣} + \frac{1}{س_{٣،٢}} \Leftarrow \frac{1}{س_{٣،٢}} = \frac{3}{6} - \frac{2}{6}$$

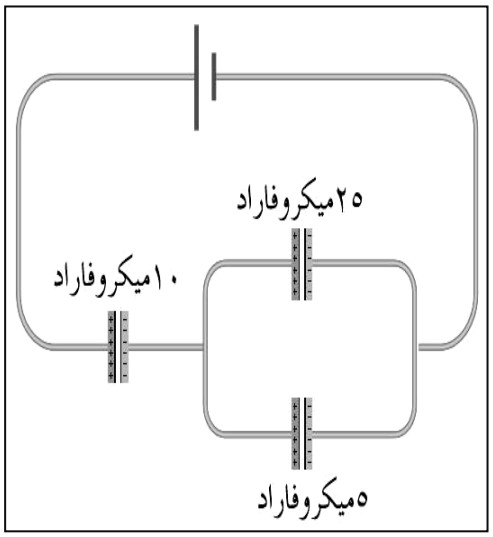
$$س_{٣،٢} = ٦ \text{ ميكروفاراد}$$

$س_{٣،٢} = س_٣ + س_٢$

$٦ = ٥ + س_٢$

$س_٢ = ١$ ميكروفاراد #

س : معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل التالي ، وإذا كانت الشحنة المختزنة في المواسع (٥ ميكروفاراد) تساوي (٣٠) ميكروكولوم. أجب عما يأتي :



أ.) إملأ الفراغات في الجدول بما يناسبه.

س (ميكرو فاراد)	ـــ (ميكرو كولوم)	جـ (فولت)	ط (ميكرو جول)
٥	٣٠		
١٠			
٢٥			

ب.) مستعينًا بالبيانات الواردة في الجدول بعد إكماله. احسب:

١.) فرق جهد المصدر.
٢.) المواسعة المكافئة.
٣.) الشحنة الكلية.
٤.) الطاقة المختزنة في المجموعة.

الحل

(أ) س (ميكرو فاراد)	ـــ (ميكرو كولوم)	جـ (فولت)	ط = ½ ـــ جـ (ميكرو جول)
٥	٣٠	(١) ـــ/س = ٣٠/٥ = ٦	(٦) ½ × ٣٠ × ٦ = ٩٠
١٠	(٤) ـــ = ـــ/١٠ + ـــ/٥ = ١٥٠+٣٠ = ١٨٠	(٥) ـــ/س = ١٨٠/١٠ = ١٨	(٧) ½ × ١٨٠ × ١٨ = ١٦٢٠
٢٥	(٣) ـــ = ٥ × ٣٠ = ١٥٠	(٢) توازي ٦ = جـ/٢٥ = جـ/٥	(٨) ½ × ١٥٠ × ٦ = ٤٥٠

ب-١ : ـــ = ـــ/١٠ = ١٨٠

ب-٢ : ط = ½ ـــ جـ

= ½ × ١٨٠ × ٢٤

ط = ٢١٦٠ ميكروجول

تحقق: ط = جـ/١٠ + جـ/٥ + جـ/٢٥

ب-٣ : ـــ = ـــ = ١٨٠

= ١٨٠ ميكروكولوم

ب-١ : جـ = جـ/١٠ + جـ/٥ + جـ/٢٥ = ١٨ + ٦ = ٢٤ فولت

ب-٢ : س = ـــ/جـ = ١٨٠/٢٤ = ٧,٥ ميكروفاراد

منصة نشمي أكاديمي
AWA2EL LEARN & GO