المرحلة الثانوية

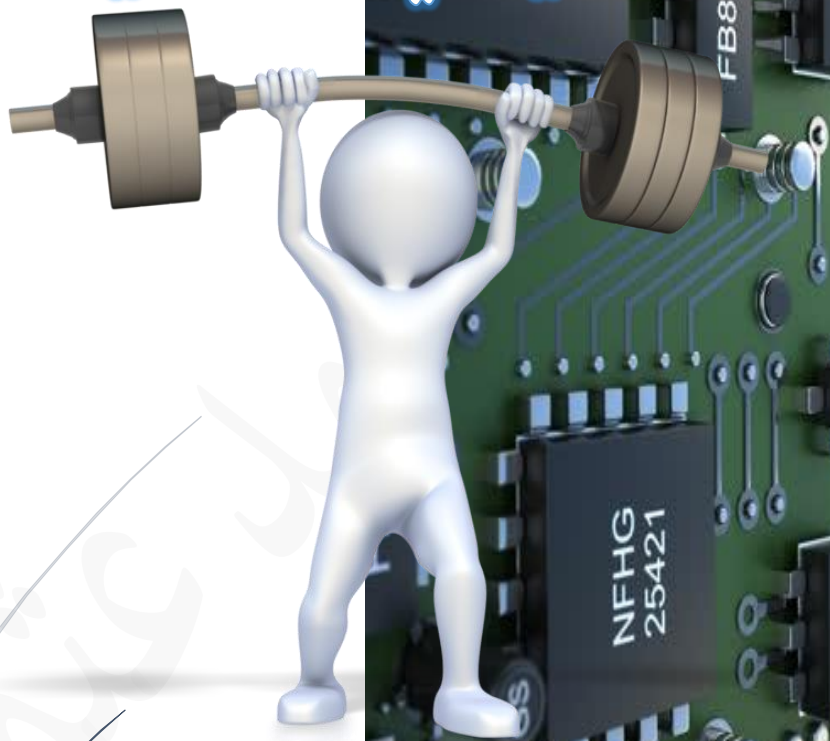
المنهاج الجديد

الفصل الثالث

الفرعين العلمي و الصناعي

المواسعة الكهربائية

القوي في الفيزياء



الأستاذ محمد عثمان

٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

المواسع الكهربائي (Electric Capacitor) .

المواسع الكهربائي : هي أداة تستخدم لتخزين الطاقة الكهربائية .

يتكون المواسع من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة مثل : الهواء , البلاستيك , الورق .

للمواسع أشكال عدة , أشهرها :

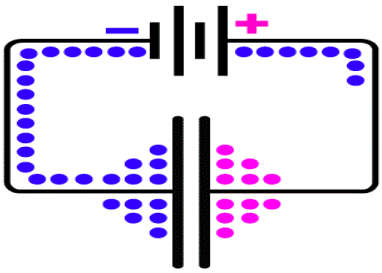
١- المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين .

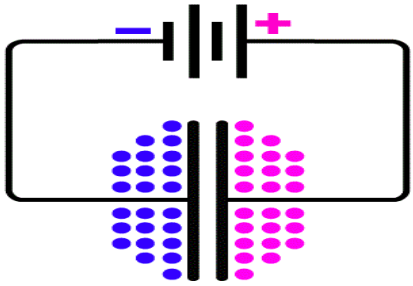
٢- المواسع الإسطواني .

يتكون المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين بأبسط أشكاله , من صفيحتين موصلتين متوازيتين متساويتين في المساحة , تفصل بينهما طبقة من مادة عازلة .

يرمز للمواسع في الدارات الكهربائية بالرمز (⊣⊢) .

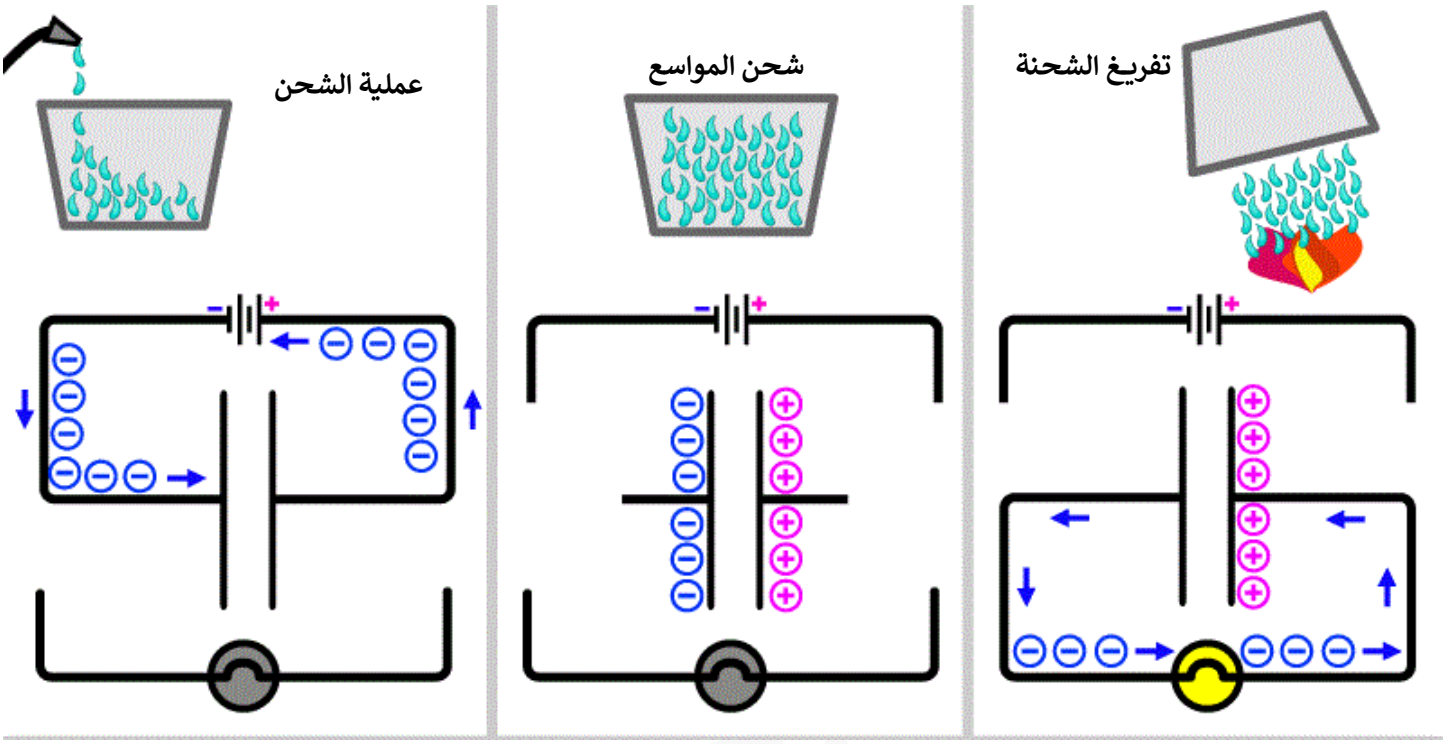
يمكن شحن المواسع بوصل صفيحتيه مع بطارية , و تمثل البطارية مصدراً للطاقة الكهربائية تعمل على شحن إحدى صفيحتي المواسع بشحنة موجبة , و الأخرى بشحنة مساوية سالبة .





تتطلب عملية الشحن زمناً قصيراً تنمو خلاله الشحنة على المواسع , و يزداد جهد المواسع طردياً مع الشحنة , و تنتهي عملية الشحن عندما يتساوى فرق الجهد بين صفيحتي المواسع مع فرق الجهد بين طرفي البطارية , و عندها تصل الشحنة على المواسع الى قيمتها النهائية , و تكون كمية الشحنة على كل من الصفيحتين متساوية في المقدار .

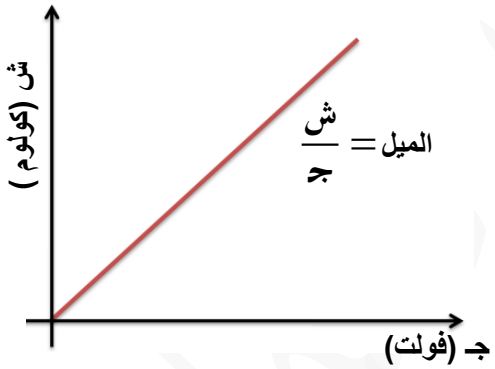
تحتاج بعض الدارات الى تخزين الطاقة الكهربائية فيها , لذا يمكن تشبيه عملية الشحن بملئ وعاء بالماء و يمكن الاستفادة من هذه الطاقة وقت الحاجة , إذ يعمل المواسع عمل البطارية و يمد الدارة الكهربائية بالطاقة الكهربائية , تأمل الشكل :



يمثل الشكل المجاور العلاقة الخطية بين جهد المواسع و شحنته .

و يمثل ميل الخط المستقيم كمية فيزيائية تسمى " المواسعة الكهربائية "

يرمز للمواسعة الكهربائية بالرمز (س) .



قيمة الشحنة على أي من الصفيحتين

$$س = \frac{ش}{جـ}$$

فرق الجهد بين صفيحتي المواسع (جهد المواسع)

المواسعة الكهربائية : هي النسبة بين كمية الشحنة المختزنة في المواسع و فرق الجهد بين طرفيه (صفيحتيه).

تقاس المواسعة الكهربائية بوحدة (كولوم/فولت) و تسمى فاراد.

الفاراد : مواسعة مواسع يختزن شحنة مقدارها (١) كولوم عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (١) فولت .

تعد المواسعة مقياساً لقدرة المواسع على تخزين الشحنات الكهربائية .

و الفاراد كمية كبيرة جداً , لذلك نستخدم في الحياة العملية اجزاءه لتعريف مواسعات الأجسام , منها :

١- ميكرو فاراد (μ f = ١ × ١٠$^{-٦}$) .

٢- النانو فاراد (nf = ١ × ١٠$^{-٩}$) .

٣- البيكو فاراد (pf = ١ × ١٠$^{-١٢}$) .

سؤال : ما المقصود بأن مواسعة موصل تساوي(٣٠) نانو فاراد ؟

أي أن المواسع يحتاج الى شحنة مقدارها (٣٠) نانوكولوم لرفع جهده وحدة جهد واحدة .

ملاحظـــــة :

تبقى قيمة المواسع الكهربائي ثابته حيث أنه اذا ازدادت قيمة الشحنة على المواسع تزداد قيمة فرق الجهد الكهربائي بين الموصلين فتبقى النسبة بينهما ثابتة .

مثال (٣-١) كتاب صفحة ٦١ :

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين , وصل مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (١٢) فولت , فإكتسب شحنة مقدارها (٦ × ١٠$^{-٦}$)كولوم :

١- إحسب مواسعة المواسع .

٢- إذا وصل المواسع مع بطارية ذات فرق جهد أكبر , ماذا يحدث لكل من شحنته و مواسعته ؟ فسر إجابتك .

الحـــــل :

١- تحسب المواسعة من العلاقة : س = $\frac{\text{ش}}{\text{جـ}}$ = $\frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{١٢}$ ← س = ٠,٥ × ١٠$^{-٦}$ فاراد = ٠,٥ ميكروفاراد .

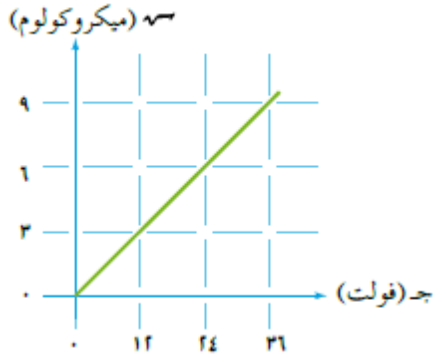
٢- عند وصل المواسع مع بطارية ذات فرق جهد أكبر يزداد فرق الجهد بين صفيحتيه ليصبح مساوياً لفرق الجهد بين طرفي البطارية , و يتحقق ذلك بإكتساب المواسع شحنة أكبر , أي أن التغير في الجهد يقابله تغير في الشحنة , بحيث تبقى النسبة بينهما ثابته و التي تمثل المواسعة (س) .

مثال (٣-٢) كتاب صفحة (٦٢) :

يبين الشكل التمثيل البياني للعلاقة بين جهد مواسع ذي صفيحتين متوازيتين و شحنته , مستعيناً بالشكل إحسب :

١- مواسعة المواسع .

٢- شحنة المواسع النهائية إذا وصل مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (٣٠) فولت .



الحـــــل :

نجد المواسعة من ميل الخط المستقيم :

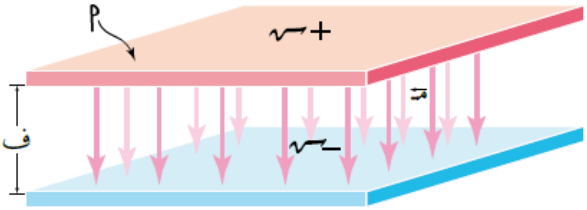
$$\text{س} = \frac{(٠-٣)\times ١٠^{-٦}}{(٠-١٢)} = \frac{١}{٤}\times ١٠^{-٦} = ٠,٢٥\times ١٠^{-٦}$$ فاراد .

٢- بما أن المواسعة ثابتة , فإن :

ش = س جـ = ٠,٢٥ × ١٠$^{-٦}$ × ٣٠ ⇐ ش = ٧,٥ × ١٠$^{-٦}$ كولوم .

العوامل التي تعتمد عليها مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين ؟؟

يبين الشكل مواسعاً مشحوناً , مساحة كل من صفيحتيه (أ) و البعد بينهما (ف) و يفصل بينهما الهواء , شحنة إحدى الصفيحتين (+ش) و شحنة الصفيحة الأخرى (-ش) .



عند شحن المواسع فإن الشحنات تنتشر على سطحي صفيحتيه ,

فإذا زادت مساحة الصفيحتين فإن المواسع يصبح قادراً على إستيعاب

كمية أكبر من الشحنة , و بذلك نستنتج أن :

" المواسع ذي المساحة الاكبر يختزن شحنة أكبر , فتزداد مواسعته بثبات كل من , الجهد الكهربائي (جـ) و البعد بين الصفيحتين (ف) " .

ينشأ في الحيز بين الصفيحتين مجال كهربائي كما في الشكل , فإذا كان البعد بين الصفيحتين صغيراً جداً مقارنة بأبعاد الصفيحتين فإن المجال الكهربائي بين الصفيحتين يعد مجالاً منتظماً يعطى مقداره بالعلاقة (م = $\frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}$) و يكون فرق الجهد بين الصفيحتين (جـ = م ف) .

إذا تغير البعد بين الصفيحتين من (ف) الى ($\frac{ف}{٢}$) مع بقاء البطارية نفسها (ثبات الجهد) فإن العلاقة (جـ = م ف) تشير الى أن مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المواسع يجب أن يصبح ضعفي ما كان عليه , و عليه فإن الشحنة على صفيحتيه يجب أن تصبح ضعفي ما كانت عليه .

" المواسع يصبح قادراً على تخزين شحنة أكبر إذا قل البعد بين الصفيحتين , فتزداد مواسعته مع ثبات الجهد الكهربائي (جـ)".

يمكن التعبير عن المواسعة على النحو الآتي :

$$س = \frac{ش}{جـ} = \frac{ش}{مـ ف}$$

بتعويض ($مـ = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}$) , نجد أن : $$س = \frac{ش}{ف\sigma} \varepsilon_{\circ}$$

بتعويض ($\sigma = \frac{ش}{أ}$) , فإن : $$س = \frac{ش^{٢}}{ش ف} \varepsilon_{\circ}$$

و بذلك فإن مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين تعطى بالعلاقة التالية :

$$س = \frac{أ}{ف} \varepsilon_{\circ}$$

و من العلاقة يتبين أن مواسعة المواسع تعتمد على : ١- الأبعاد الهندسية للمواسع .

٢- السماحية الكهربائية للوسط الفاصل بين صفيحتي المواسع .

مثـــــال :

مواسع كهربائي ذو لوحيين متوازين مساحة كل منهما ١×١٠^{-٢} م^{٢} و المسافة بينهما(٠,١) سم , وصل لوحا المواسع بفرق جهد مقداره(١٢٠) فولت , جد كلاً مما يلي :

١- ما هي مواسعة المواسع ؟ ٢- الشحنة التي يختزنها المواسع ؟ ٣- مقدار المجال بين لوحي المواسع ؟

الحـــــل :

١- $س = \frac{أ}{ف} \varepsilon_{\circ} = \frac{٨.٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١ \times ١٠^{-٢}}{١ \times ١٠^{-٣}} = ٨.٨٥ \times ١٠^{-١١}$ فاراد .

٢- $ش = س \times جـ = ٨.٨٥ \times ١٠^{-١١} \times ١٢٠ = ١.٠٦٢ \times ١٠^{-٨}$ كولوم .

٣- $مـ = \frac{جـ}{ف} = \frac{١٢٠}{١ \times ١٠^{-٣}} = ١.٢ \times ١٠^{٥}$ فولت / متر .

ســـــؤال :

(علل) تكون المسافة بين اللوحين في المواسع ذي اللوحين المتوازيين صغيرة مقارنة بأبعاد اللوحين ؟

- حتى يمكننا من اهمال انحناءات خطوط المجال الكهربائي عند طرفي المواسع , و حتى تكون سعة المواسع كبيرة .

مثال (٣-٣) كتاب صفحة (٦٤) :

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين المسافة بينهما (٨,٨٥)مم , و مساحة كل منهما (٢ × ١٠^-٤)م^٢ وصل مع بطارية فرق الجهد بين طرفيها (٢٠) فولت حتى شحن تماماً , ثم فص عن البطارية .

١- إحسب كلاً من مواسعة المواسع و شحنته .

٢- إذا قل البعد بين صفيحتي المواسع الى النصف , فكيف يتغير كل من مواسعته و شحنته و فرق الجهد بين طرفيه .

الحـــــل :

١- مواسعة المواسع :

$$س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف} = \frac{٨.٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٢ \times ١٠^{-٤}}{٨.٨٥ \times ١٠^{-٣}} \Leftarrow س = ٢ \times ١٠^{-١٣}$$ فاراد .

شحنة المواسع :

$$ش = س جـ = ٢ \times ١٠^{-١٣} \times ٢٠ \Leftarrow ش = ٤ \times ١٠^{-١٢}$$ كولوم .

٢- عندما يقل البعد بين الصفيحتين الى النصف , و المواسع مفصول عن البطارية :

- تصبح المواسعة ضعفي ما كانت عليه وفق العلاقة : $س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$, أي أن :

  $س = ٤ \times ١٠^{-١٣}$ فاراد.
- تبقى شحنة المواسع ثابتة لأنه غير موصول مع البطارية , أي أن :

  $ش = ٤ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم .
- يحسب جهد المواسع من العلاقة :

$$جـ = \frac{ش}{س} \Leftarrow جـ = \frac{٤ \times ١٠^{-١٢}}{٤ \times ١٠^{-١٣}} = ١٠$$ فولت .

نستنتج أنه إذا زادت المواسعة الى ضعفي ما كانت عليه مع بقاء الشحنة ثابتة , فإن فرق الجهد يقل الى النصف .

تمريـــــا ـــــن :

مواسع ذو لوحيين متوازيين مساحة كل منهما (٢٠ سم ^٢) و المسافة بينهما (٧.٧×١٠^{-٤})م , وصل طرفاه بمصدر جهد مقداره (٢٠٠ فولت) , احسب :

١- المواسعة الكهربائية .

٢- شحنة المواسع .

٣- كثافة الشحنة السطحية .

حل أسئلة المراجعة (٣-١) كتاب صفحة (٦٥) :

١- ماذا نعني بقولنا أن مواسعة مواسع تساوي (٣) ميكروفاراد ؟

تعني أن المواسع يختزن شحنة مقدارها (٣) ميكروكولوم عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (١) فولت .

٢- وصل مواسعان مختلفان مع مصدري فرق جهد متماثلين , جهد كل منهما (جـ) , فإكتسب المواسع الأول شحنة (ش) , و إكتسب المواسع الثاني شحنة (٣ش) , ما النسبة بين مواسعة المواسعين ؟

بما أن مواسعة المواسع الأول ($س_١ = \frac{ش}{جـ}$) و مواسعة المواسع الثاني ($س_٢ = \frac{٣ش}{جـ}$) , فإن $\frac{س_١}{س_٢} = \frac{ش}{٣ش} \Leftarrow \frac{س_١}{س_٢} = \frac{١}{٣}$

٣- مواسع ذو صفيحتين متوازيتين يتصل مع بطارية , إذا أصبح البعد بين صفيحتيه ثلاثة أضعاف ما كان عليه مع بقائه متصلاً بالبطارية , فكيف يتغير كل من : مواسعته , و شحنته , و فرق الجهد و المجال الكهربائي بين طرفيه .

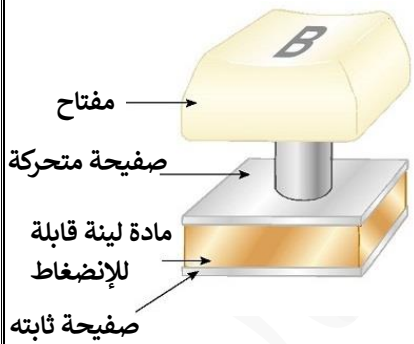
أ- وفق العلاقة ($س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$) تضاعف البعد بين صفيحتيه ٣ أضعاف يؤدي الى نقصان المواسعة الى الثلث .

ب- جهده يبقى ثابتاً لأنه متصل بالبطارية .

جـ- تقل الشحنة الى الثلث لأن المواسعة قلت الى الثلث حسب العلاقة ($س = \frac{ش}{جـ}$) .

د- المجال يقل الى الثلث عند مضاعفة البعد ٣ أضعاف حسب العلاقة ($م = \frac{جـ}{ف}$) .

٤- تستخدم المواسعات في لوحة مفاتيح الحاسوب , كما في الشكل المجاور , و تتكون الطبقة العازلة بين صفيحتي المواسع من مادة لينة قابلة للإنضغاط . وضح ماذا يحدث لمواسعة المواسع عند الضغط على المفتاح .



عند الضغط على المفتاح يقل البعد بين صفيحتيه فتزداد المواسعة وفق العلاقة :

($س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$)

٥- مواسع ذو صفيحتين متوازيتين , وصل مع مصدر فرق جهد (١٥٠) فولت , فكانت الكثافة السطحية للشحنة على صفيحتيه (٣٠)نانوكولوم/سم٢, إحسب البعد بين صفيحتيه .

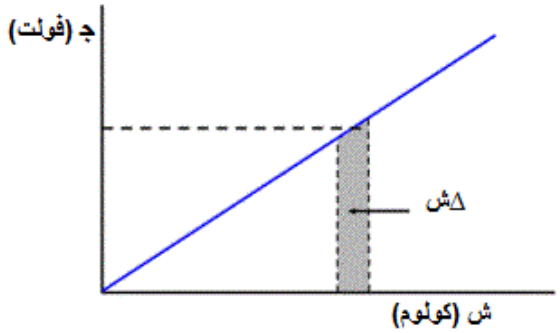
$جـ = م ف$ لكن $م = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}$ و منها $جـ = ف \Leftarrow ف = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}} = \frac{\varepsilon_{\circ} جـ}{\sigma} = \frac{٨.٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١٥٠}{٣٠ \times ١٠^{-٥}} = ٤٤.٢٥ \times ١٠^{-٧}$ م

الطاقة المختزنة في المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين (Energy stored in a Parallel-Plate Capacitor) .

عندما توصل بطارية مع مواسع فانها تبذل شغلاً في شحن المواسع , و بالتالي تختزن به طاقة (طاقة وضع كهربائية).
كما أن عملية الشحن تعمل على زيادة جهد المواسع .

ش $\propto$ جـ $\Leftrightarrow$ ش = س جـ

عند رسم العلاقة بين الشحنة و الجهد نجد أن العلاقة خطية كما في الشكل المجاور :



↵ الشغل المبذول في عملية الشحن = المساحة تحت المنحنى .

يمثل ميل الخط المستقيم : $\frac{١}{س}$

الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع = مساحة المثلث .

$$ط = \frac{١}{٢} ش جـ$$

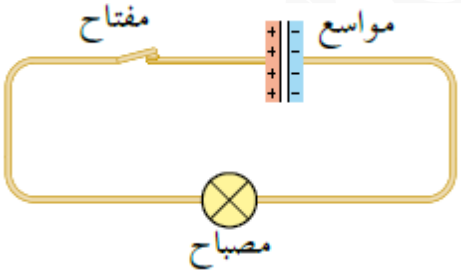
و بما أن (ش=س جـ) , فإن :

$$ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢}$$

كما يمكن التوصل الى أن :

$$ط = \frac{١}{٢} \frac{ش^{٢}}{س}$$

تتحول الطاقة المختزنة في المواسع الى شكل آخر من الطاقة عند وصل طرفي المواسع بجهاز كهربائي مثل مصباح كهربائي , فعند إغلاق المفتاح في الدارة المبينة في الشكل , تتحرك الشحنات من الصفيحة الموجبة الى الصفيحة السالبة عبر المصباح , و يمر في الدارة تيار كهربائي يبدأ بقيمة معينة , ثم يتناقص الى أن يؤول الى الصفر , فيضيء المصباح مدة وجيزة , و تسمى هذه العملية تفريغ المواسع .



مثـــــال :

مواسع مواسعته ٢ ميكروفاراد , وصل بفرق جهد ٣٠ فولت , اذا علمت أن المسافة بين لوحيه ١ملم , احسب :

١- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع .

٢- الشحنة على المواسع .

٣- المجال الكهربائي بين لوحيه .

الحـــل :

١- $ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} \times (٣٠)^{٢} = ٩٠٠ \times ١٠^{-٦}$ جول .

٢- $ش = س \times جـ = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠ = ٦٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

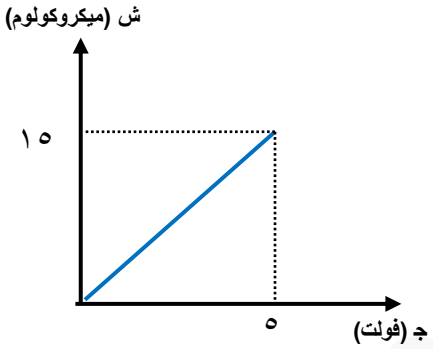
٣- $م = \frac{جـ}{ف} = \frac{٣٠}{١ \times ١٠^{-٣}} = ٣ \times ١٠^{٤}$ فولت/م .

مثـــــال :

يمثل الرسم البياني التالي العلاقة بين قيمة الشحنة الكهربائية و فرق الجهد الكهربائي بين طرفي موصل , أوجد ما يلي :

١- مواسعة المواسع .

٢- الطاقة المختزنة داخل المواسع .



الحـــل :

نلاحظ أن ميل الخط المستقيم يمثل المواسعة الكهربائية و منه نجد أن :

١- $س = \frac{(١٥ - ٠) \times ١٠^{-٦}}{(٥ - ٠)} = ٣ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

٢- $ط = \frac{١}{٢} ش جـ = \frac{١}{٢} \times ١٥ \times ١٠^{-٦} \times ٥ = ٣٧.٥ \times ١٠^{-٦}$

تمـــــ٢ـــرين :

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين يتصل طرفاه بقطبي بطارية , فسر ماذا يحدث لكل من (المواسعة , الشحنة , الجهد , المجال الكهربائي بين اللوحين , الطاقة المختزنة) للمواسع في الحالة :

١- إذا تضاعفت المسافة بين الصفيحتين مع بقاء البطارية موصولة .

٢- إذا تضاعفت المسافة بين الصفيحتين بعد فصل البطارية .

مثال (٣-٤) كتاب صفحة (٦٧) :

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مساحة كل من صفيحتيه (٢٥)سم٢ , و البعد بينهما (٨,٨٥)مم , شحن حتى أصبح جهده (١٠٠) فولت :

١- إحسب الطاقة المختزنة في المواسع .

٢- إذا أصبح البعد بين الصفيحتين (١٧,٧) مم , مع بقاء المواسع متصلاً مع البطارية نفسها . فإحسب الطاقة المختزنة في المواسع .

الحـــــل :

١- نحسب المواسعة من العلاقة :

$$س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف} = \frac{٨.٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٢.٥ \times ١٠^{-٤}}{٨.٨٥ \times ١٠^{-٣}} \Leftarrow س = ٢٥ \times ١٠^{-١٢}$$ فاراد .

لحساب الطاقة نطبق العلاقة :

$$ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٢.٥ \times ١٠^{-١٢} \times (١٠٠)^{٢} \Leftarrow ط = ١.٢٥ \times ١٠^{-٨}$$ جول .

٢- عندما يزداد البعد بين الصفيحتين تقل المواسعة وفق العلاقة : ($س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$) و لأن (ف) أصبحت ضعفي ما كانت عليه فإن المواسعة تقل الى النصف , أي أن : $س = ١.٢٥ \times ١٠^{-١٢}$ فاراد .

و بما أن المواسع يتصل مع البطارية , فإن جهده يبقى ثابتاً و يساوي جهد البطارية .

و لحساب الطاقة :

$$ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ١.٢٥ \times ١٠^{-١٢} \times (١٠٠)^{٢} \Leftarrow ط = ٦.٢٥ \times ١٠^{-٩}$$ جول .

عندما تقل المواسعة مع بقاء جهد المواسع ثابتاً يحدث تفريغ لجزء من شحنة المواسع الى البطارية , لذلك تقل الطاقة المختزنة فيه .

حل أسئلة المراجعة (٣-٢) كتاب صفحة (٦٨) :

١- مواسعان مواسعة الاول (٢) ميكروفاراد و جهده (٢٠) فولت , و الثاني مواسعته (٤) ميكروفاراد و جهده (١٠) فولت , أي المواسعين يختزن طاقة أكبر ؟

يختزن المواسع الاول طاقة أكبر

$ط_{١} = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} \Leftarrow ط_{١} = \frac{١}{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠^{٢} = ٤٠٠ \times ١٠^{-٦} = ٤ \times ١٠^{-٤}$ جول .

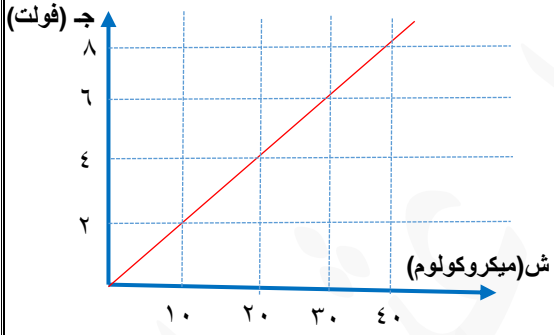
$\Leftarrow ط_{٢} = \frac{١}{٢} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ١٠^{٢} = ١٠٠ \times ١٠^{-٦} = ٢ \times ١٠^{-٤}$ جول .

٢- مواسع شحن ثم فصل من البطارية , ثم أصبح البعد بين صفيحتيه ضعفي ما كان عليه , فماذا يحدث للطاقة المختزنة فيه ؟ فسر إجابتك .

عند مضاعفة البعد بين صفيحتي المواسع مرتين , تقل المواسعة الى النصف وفق العلاقة ($س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$) و بما ان المواسع شحن و فصل عن البطارية فإن شحنته تبقى ثابته , و عليه :

$ط_{١} = \frac{١}{٢} \frac{ش^{٢}}{س}$ ، $ط_{٢} = \frac{١}{٢} \frac{ش^{٢}}{\frac{١}{٢} س} \Leftarrow ط_{٢} = ٢ ط_{١}$ إذاً تتضاعف طاقته مرتين .

٣- مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيتين , وصل مع مصدر فرق جهد (٨) فولت , و يبين الشكل المجاور العلاقة بين جهد المواسع و شحنته في أثناء الشحن .



إحسب :

أ- مواسعة المواسع .

$س = \frac{ش}{جـ} = \frac{١٠ \times ١٠^{-٦}}{٢} = ٥ \times ١٠^{-٦}$ فاراد .

ب- الطاقة المختزنة في المواسع عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (٢) فولت .

$ط = \frac{١}{٢} ش جـ = \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٦} \times ٢ = ١٠ \times ١٠^{-٦}$ جول .

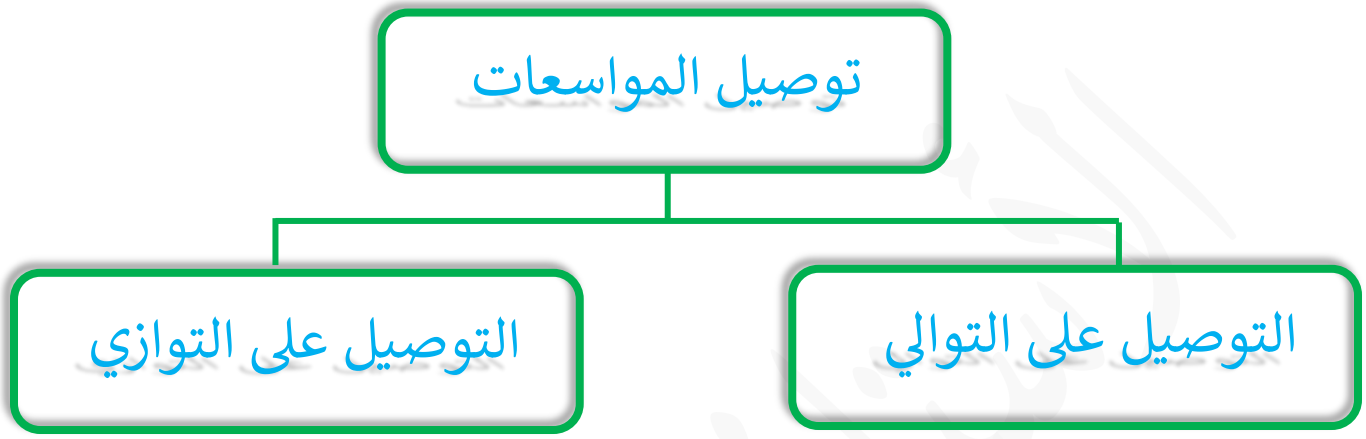
جـ - الطاقة المختزنة في المواسع عند رفع جهده الى (١٢) فولت .

$ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٥ \times ١٠^{-٦} \times (١٢)^{٢} = ٣٦٠ \times ١٠^{-٦}$ جول .

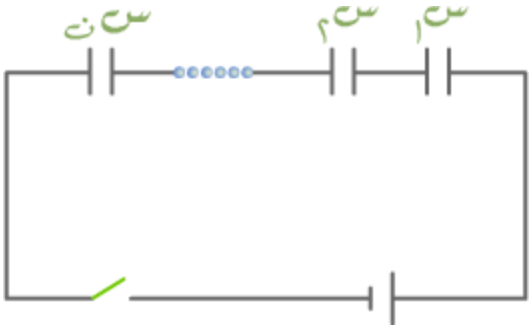
الأستاذ محمد عثمان ٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

توصيل المواسعات (Combinations of Capacitors) .

الغرض من توصيل المواسعات هو الحصول على قيم مواسعات غير متوافرة و قادرة على تخزين كمية محددة في الدارة للغايات المذكورة سابقاً .



أولاً : توصيل المواسعات على التوالي (Series Combination).



خصائصها :

١- تبقى الشحنة ثابتة , أي أن $ش_١ = ش_٢ = ... = ش_ن$

٢- الجهد يتوزع بنسبة عكسية , أي أن : $ج_{كلي} = ج_١ + ج_٢ + ... + ج_ن$

٣- السعة المكافئة $\frac{١}{س_م} = \frac{١}{س_١} + \frac{١}{س_٢} + \frac{١}{س_ن}$ (أثبت ذلك).

تكون السعة المكافئة أقل من أقل سعة موجودة .

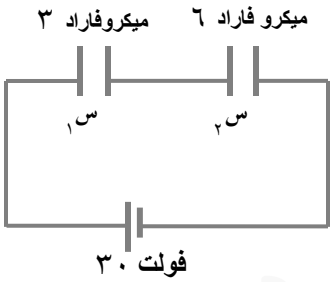
حالة خاصة :

اذا اتصلت مجموعة من المواسعات المتساوية السعة على التوالي , فان السعة المكافئة يمكن أن تحصل عليها من العلاقة الاتية :

$س_م = \frac{س}{ن}$, حيث أن : س: سعة أحداهما , ن: عدد المواسعات .

- شحنة المواسعات متساوية و كل منها تساوي الشحنة التي انتقلت من البطارية أي أن : $ش_{(أي\ مواسع)} = س_م \times ج_{(كلي)}$

مثـــال :



في الشكل المجاور أوجد ما يأتي :

١- المواسعة المكافئة .

٢- شحنة و جهد كل مواسع .

الحـــل :

١- السعة المكافئة $\frac{١}{س_م} = \frac{١}{س_١} + \frac{١}{س_٢} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٦} = \frac{٣}{٦} \Leftarrow س_م = ٢$ ميكروفاراد.

٢- بما أن المواسعتان على التوالي فان $ش_١ = ش_٢$

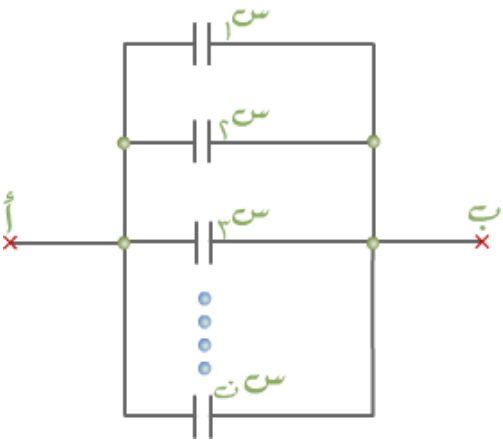
$س = \frac{ش}{ج} \Leftarrow ش = س_م \times ج = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠ = ٦٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

$ش_١ = ش_٢ = ٦٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

$س = \frac{ش}{ج} \Leftarrow ج = \frac{ش}{س} \Leftarrow ج_١ = \frac{٦٠ \times ١٠^{-٦}}{٣ \times ١٠^{-٦}} = ٢٠$ فولت

$ج_٢ = \frac{٦٠ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}} = ١٠$ فولت .

ثانياً : توصيل المواسعات على التوازي (Parallel Combination).



خصائصها :

١- الشحنة تتوزع بنسبة طردية مع السعة حيث أن :

ش كلي = ش١ + ش٢ + ش٣ +...+ شن

٢- الجهد على التوازي ثابت : جـ كلي = جـ١ = جـ٢ = جـ٣ =.....= جـن

٣- السعة المكافئة أكبر من أكبر مواسع , حيث أن :

س م = س١ + س٢ + س٣ +.....+ سن (أثبت ذلك).

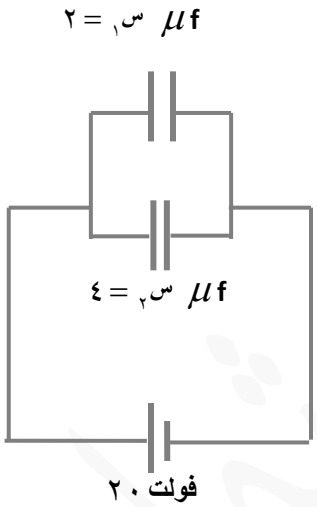
حالة خاصة :

اذا وصلت مجموعة من المواسعات متساوية المقدار على التوازي , فان السعة المكافئة يمكن الحصول عليها من العلاقة :

س م = ن × س , حيث أن : س: سعة أحداهما , ن: عدد المواسعات .

جهود المواسعات متساوية , و يحسب الجهد المشترك (جـ) من العلاقة : جـ مشترك = مجموع شحنات المواسعات / مجموع سعات المواسعات

مثـــــال :



في الشكل المجاور أوجد ما يأتي :

١- المواسعة المكافئة .

٢- شحنة و جهد كل مواسع .

الحـــل :

١- السعة المكافئة = س م = س١ + س٢ = ٢ + ٤ = ٦ ميكروفاراد.

٢- جـ١ = جـ٢ = ٢٠ فولت .

س = ش / جـ ⇐ ش١ = س١ × جـ = ٢ × ١٠^-٦ × ٢٠ = ٤٠ × ١٠^-٦ كولوم .

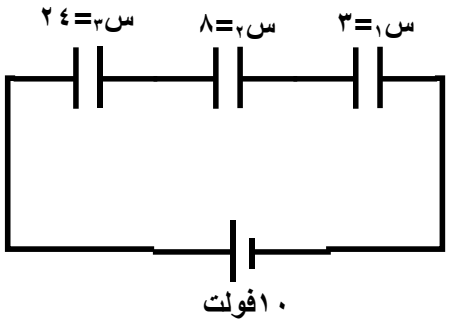
ش٢ = س٢ × جـ = ٤ × ١٠^-٦ × ٢٠ = ٨٠ × ١٠^-٦ كولوم .

تمـــــ٣ـــــرين :

في الشكل المجاور أذا علمت أن المواسعة مقاسة بوحدة الميكروفاراد , جد ما يلي :

١– المواسعة المكافئة .

٢– شحنة و جهد كل مواسع .



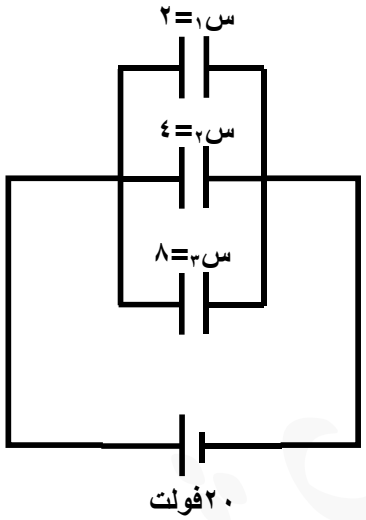
الاجابة بالترتيب (س$_{م}$ = ٢ ميكروفاراد , ش$_{١}$ = ش$_{٢}$ = ش$_{٣}$ = ٢٠ ميكركولوم, جـ$_{١}$ = ٦,٦ / جـ$_{٢}$ = ٢,٥ / جـ$_{٣}$ = ٠,٨٤ فولت).

تمـــــ٤ـــــرين :

في الشكل المجاور أذا علمت أن المواسعة مقاسة بوحدة الميكروفاراد , جد ما يلي :

١– المواسعة المكافئة .

٢– جهد و شحنة كل مواسع .



الاجابة بالترتيب

(س$_{م}$ = ١٤ ميكروفاراد , جـ$_{١}$ = جـ$_{٢}$ = جـ$_{٣}$ = جـ = ٢٠ فولت

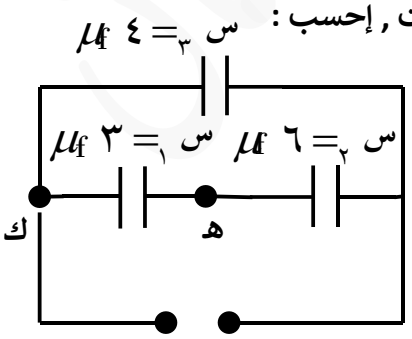
ش$_{١}$ = ٤٠ × ١٠$^{-٦}$ ، ش$_{٢}$ = ٨٠ × ١٠$^{-٦}$ ، ش$_{٣}$ = ١٦٠ × ١٠$^{-٦}$ كولوم).

تمـــــ٥ـــــرين :

إعتماداً على البيانات المبينة في الشكل , و إذا علمت أن جهد (هـ ك) يساوي (٢٠) فولت , إحسب :

١) فرق الجهد بين طرفي المصدر الكهربائي .

٢) الطاقة المختزنة في المواسع (س٣) .



الحل بالترتيب : ٣٠ فولت , ١٨ × ١٠$^{-٤}$ جول .

الأستاذ محمد عثمان ٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

تمـــــ٦ـــــرين :

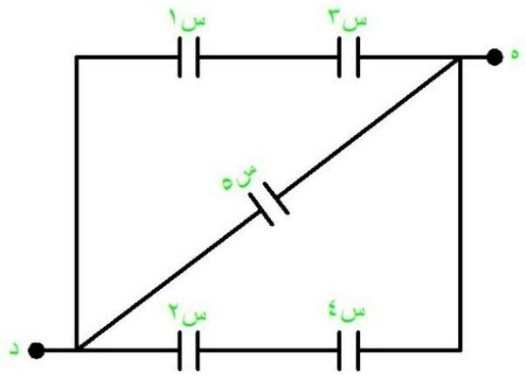
جد قيمة المواسعة المكافئة لكل مجموعة :

١) أحسب المواسعة المكافئة بين النقطتين (هـ , د) علماً بأن

(س١ = ٣،٣س٣ = ٦ ميكروفاراد),

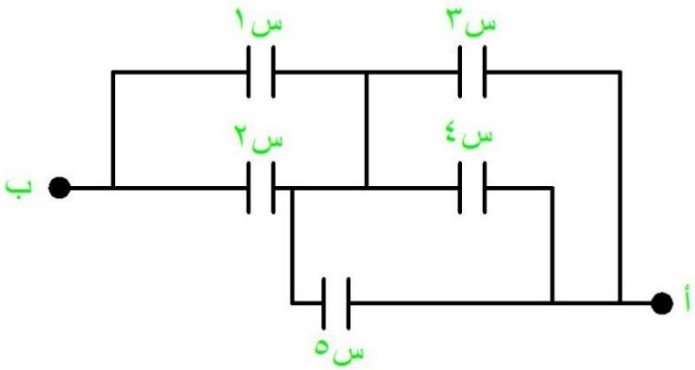
(س٢ = س٤ = س٥ = ٤ ميكروفاراد)

الحل :(س م = ٨ ميكروفاراد)



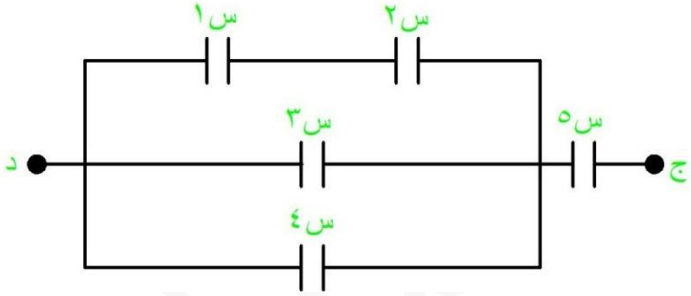
٢) احسب المواسعة المكافئة بين النقطتين (أ , ب) علماً أنها متساو و قيمة كل منها (٢) ميكروفاراد .

الحل :(س م = ٢.٤ ميكروفاراد)



٣) احسب المواسعة المكافئة بين النقطتين (ج ,د) علماً بأن جميع المواسعات بالشكل متساوية و تساوي (٢) ميكروفاراد ما عدا س٥ = ٢٠ ميكرفاراد .

الحل :(س م = ٤ ميكروفاراد)



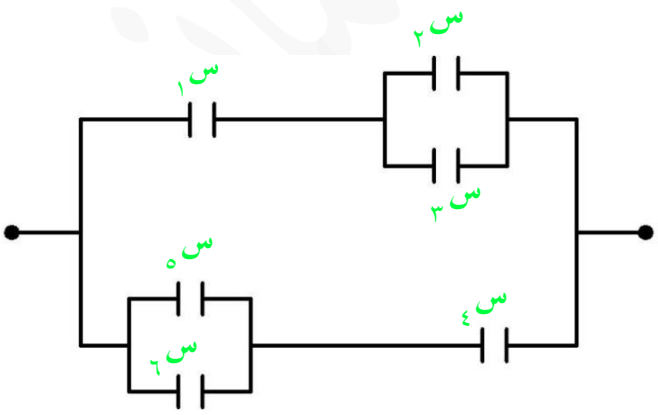
٤) احسب المواسعة المكافئة بين النقطتين (و , ز) علماً بأن

(س٢ = س٣ = ٤) ميكروفاراد

(س٤ = س٥ = س٦ = ٣) ميكروفاراد

(س١ = ٢٤) ميكروفاراد.

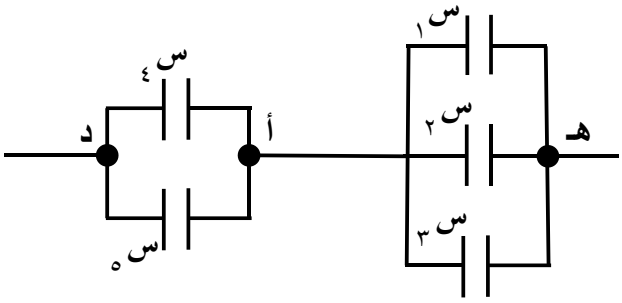
الحل : (س م = ٨ ميكروفاراد) .



الأستاذ محمد عثمان ٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

تمـــرين ٧ :

يبين الشكل المجاور مجموعة من المواسعات بين النقطتين (هـ , د) , أذا علمت أن المواسعات متساوية في المواسعة , و مواسعة كل منها (٣) ميكروفاراد و (جـ أد=٦) فولت , إحسب :

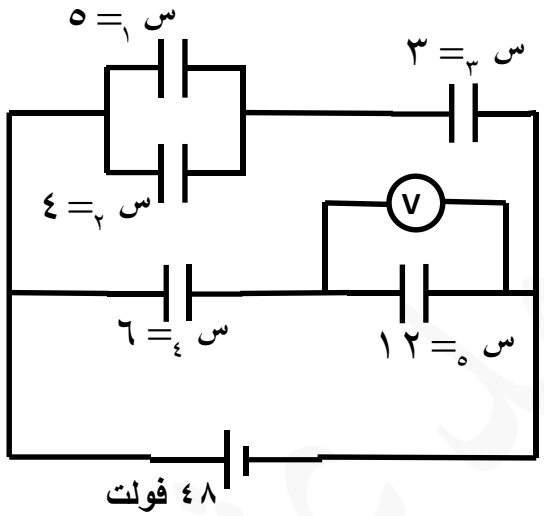


١) الشحنة الكلية لمجموعة المواسعات .

٢) جـ هـ د .

تمـــرين ٨ :

وصلت مجموعة من المواسعات معاً , كما في الشكل المجاور , معتمداً على البيانات المثبته على الشكل (جميع المواسعات مقاسة بالميكروفاراد), إحسب :



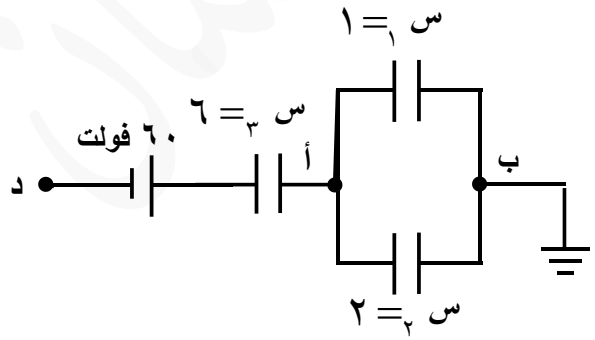
١) قراءة الفولتميتر .

٢) شحنة المواسع (س٣) .

٣) الطاقة المختزنة في المواسع (س٢) .

تمـــرين ٩ :

في الدارة المجاورة إذا علمت أن المواسعات مقاسة بالميكروفاراد و إعتماداً على البيانات المثبته على الشكل , إحسب :



١) المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات .

٢) الطاقة الكهربائية المسحوبة من البطارية .

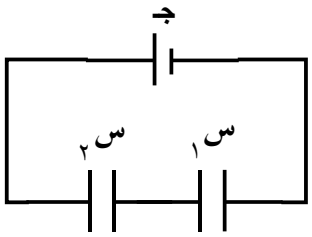
٣) جهد النقطة (أ) .

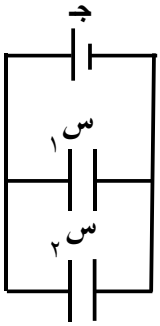
مثال (٣-٥) كتاب صفحة ٧١ :

مواسعان (س١= ٣ , س٢= ٦) ميكروفاراد وصلا بطريقتين مع مصدر جهد (٣٠)فولت ؛ الطريقة الأولى على التوازي و الطريقة الثانية على التوالي كما في الشكل , إحسب لكل طريقة :

١) المواسعة المكافئة .

٢) الشحنة و فرق الجهد لكل مواسع .





الحـــــل :

التوصيل على التوازي :

١) المواسعة المكافئة : $س_م = س_1 + س_2$

$س_م = ٣ + ٦ = ٩$ ميكروفاراد .

لاحظ أن المواسع المكافئ مواسعته أكبر من مواسعة كل من (س١) و (س٢) .

٢) عند توصيل المواسعين على التوازي , فإن ($جـ_1 = جـ_2 = جـ = ٣٠$ فولت)

شحنة المواسع الأول : $ش_1 = س_1 جـ = ٣ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠ = ٩٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

شحنة المواسع الثاني : $ش_2 = س_2 جـ = ٦ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠ = ١٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

التوصيل على التوالي :

١) المواسعة المكافئة : $\frac{١}{س_م} = \frac{١}{س_1} + \frac{١}{س_2}$

$\frac{١}{س_م} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٦}$ ، $س_م = ٢$ ميكروفاراد .

لاحظ أن مواسعة المواسع المكافئ أقل من مواسعة كل من (س١) و (س٢) .

٢) عند توصيل المواسعين على التوالي , فإن ($ش_1 = ش_2 = ش_{الكلية}$) .

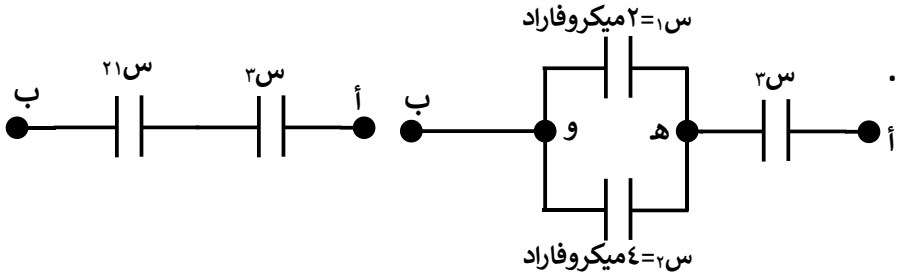
لحساب الشحنة الكلية : $ش_{الكلية} = س_م جـ = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠ = ٦٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

جهد المواسع الأول : $جـ_1 = \frac{ش}{س_1} = \frac{٦٠ \times ١٠^{-٦}}{٣ \times ١٠^{-٦}} = ٢٠$ فولت .

جهد المواسع الثاني : $جـ_2 = \frac{ش}{س_2} = \frac{٦٠ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ١٠^{-٦}} = ١٠$ فولت .

مثال (٣-٦) كتاب صفحة ٧٢ :

يمثل الشكل جزءاً من دارة كهربائية يحتوي على ثلاثة مواسعات , إذا علمت أن جـ هـو = ٨ فولت , و أن جـ اب = ٢٠ فولت , فإحسب :



١) الشحنة على كل من المواسعين (س١, س٢) .

٢) مواسعة المواسع (س٣) .

الحـــــل :

١) فرق الجهد بين النقطتين (هـ , و) يساوي فرق جهد المواسع الأول و يساوي فرق جهد المواسع الثاني (جـ ٢ = جـ ١ = ٨) .

لحساب الشحنة على كل مواسع : ش ١ = س١ جـ ١ = ٢ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ١٦ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم .

ش ٢ = س٢ جـ ٢ = ٤ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٣٢ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم .

٢) المواسعان (س١, س٢) يتصلان على التوازي , و يمكن إستبدال مواسع مكافئ بهما مواسعته (س٢١) .

و بما ان المواسع (س٣) يتصل مع (س٢١) على التوالي كما يبين الشكل فإن :

ش ٣ = ش ٢١ = ش ١ + ش ٢

ش ٣ = ١٦ × ١٠ $^{-٦}$ + ٣٢ × ١٠ $^{-٦}$ = ٤٨ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم .

جـ اب = جـ ٢١ + جـ ٣

٢٠ = ٨ + جـ ٣ ⇐ جـ ٣ = ١٢ فولت .

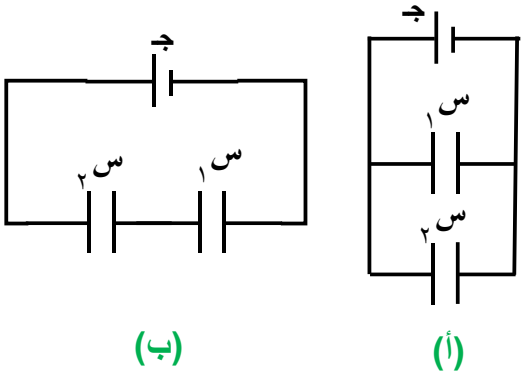
و لحساب المواسعة (س٣) نطبق العلاقة :

$$س_{٣} = \frac{ش_{٣}}{جـ_{٣}} = \frac{٤٨ \times ١٠^{-٦}}{١٢} = ٤ \times ١٠^{-٦}$$ فاراد .

الأستاذ محمد عثمان ٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

حل أسئلة المراجعة (٣-٣) كتاب صفحة (٧٣) :

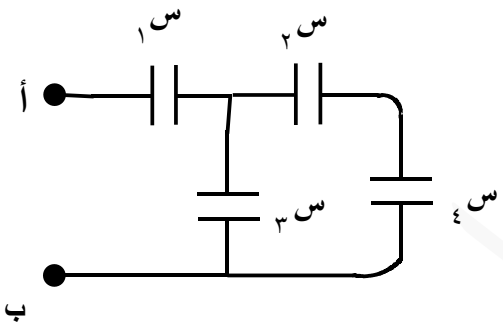
١) معتمداً على البيانات المثبته في الشكل , في أي حالة من الحالتين (أ,ب) يكون مقدار الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة أكبر ؟ فسر إجابتك .



(أ) ط $= \frac{١}{٢}$ س جـ^{٢} و بما أن فرق الجهد ثابت , (س م توازي < س م توالي)

, فإن ط توازي < ط توالي .

٢) إحسب المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات المبينة في الشكل علماً بأنها متساوية في المواسعة , و مواسعة كل منها (٢) ميكروفاراد .



(س٢) و (س٤) على التوالي .

و منها $\frac{١}{\text{س}_{٤٢}} = \frac{١}{\text{س}_{٢}} + \frac{١}{\text{س}_{٤}} = \frac{١}{٢} + \frac{١}{٢} \Leftarrow$ س$_{٤٢}$ = ١ ميكروفاراد .

(س٤٢) و (س٣) على التوازي .

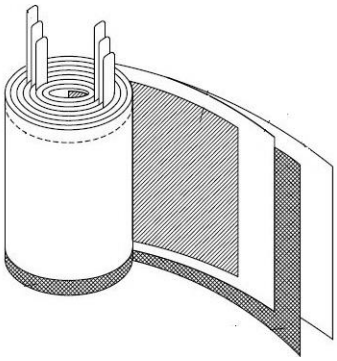
و منها : س$_{١٢}$ = س$_{٤٢}$ + س$_{٣}$ = ١ + ٢ = ٣ ميكروفاراد .

(س م١) و (س١) على التوالي .

و منها : $\frac{١}{\text{س}_{م}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٢} \Leftarrow \frac{٥}{٦} = \frac{١}{\text{س}_{م}} \Leftarrow$ س$_{م}$ = $\frac{٦}{٥}$ ميكروفاراد .

المواسعات في التطبيقات العملية (Capacitors in Practical Applications) .

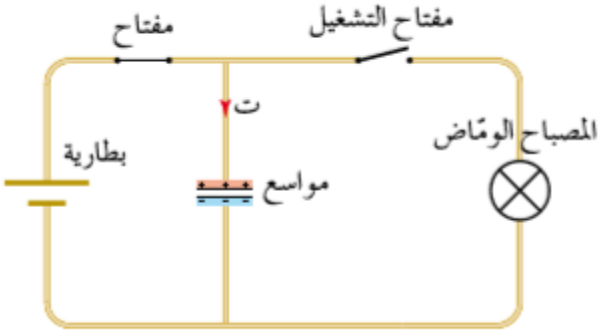
تستخدم المواسعات في الكثير من التطبيقات العملية , و تصمم بأشكال مختلفة و يبين الشكل المجاور مواسعاً يتكون من شريطين موصلين ملفوفين على شكل إسطوانة يفصل بينهما شريط من مادة عازلة .

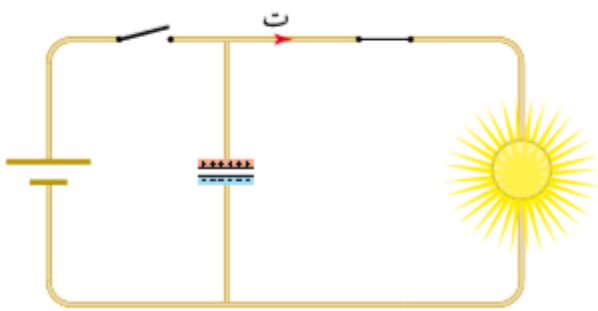


إن تصميم المواسع بهذه الطريقة يمكننا من الحصول على مواسع صغير الحجم مساحة صفيحتيه كبيرة , و تفصل بينهما مسافة صغيرة ؛ ما يعني زيادة قدرة المواسع على تخزين الشحنة , فإذا زادت على هذا الحد يزداد الجهد , و يحدث تفريغ كهربائي عبر المادة العازلة الفاصلة بين الصفيحتين ؛ ما يؤدي الى تلف المواسع , لذلك يكتب على كل مواسع الحد الأعلى للجهد المسموح توصيل المواسع به (maximum working voltage) ,

لاحظ الشكل المجاور تجد ان المواسع كتب عليه (٤٥٠) فولت , و هذا يعني أنه يوجد حد أقصى للشحنة أو للطاقة التي يمكن تخزينها في المواسع .

و من التطبيقات العملية للمواسعات دارة المصباح الومّاض في آلة التصوير الفوتغرافي (Flash Camera) و يبين الشكل مخططاً بسيطاً يوضح مبدأ عمل المصباح الومّاض , فعند توصيل البطارية مع المواسع تبدأ عملية الشحن , و عند الضغط على مفتاح التشغيل تغلق دارة (المواسع_المصباح) , فيحدث تفريغ لشحنة المواسع في المصباح , أي تتحرر الطاقة المختزنة في المواسع , و تتحول الى طاقة ضوئية في المصباح .





حل أسئلة المراجعة (٣-٤) كتاب صفحة (٧٥) :

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

عند زيادة الشحنة عن الحد الأعلى فإن زيادة فرق الجهد بين صفيحتي المواسع عن قيمة معينة يؤدي الى زيادة المجال الى قيمة تؤدي لحدوث تفريغ كهربائي للشحنات عبر المادة العازلة الفاصلة بين صفيحتي المواسع , مما يؤدي الى تلف المواسع .

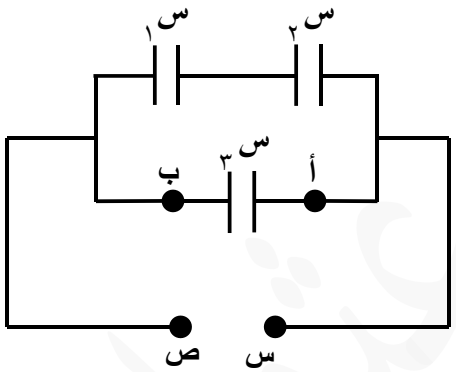
٢) يحتاج مهندس الى مواسع مواسعته (٢٠) ميكروفاراد , يعمل على فرق جهد (٦) كيلوفولت . و لديه مجموعة من المواسعات المتماثلة كتب على كل منها (٢٠٠ ميكروفاراد , ٦٠٠فولت) , لكي يحصل على المواسعة المطلوبة وصل عدداً من هذه المواسعات معاً , فهل وصلها على التوالي أم على التوازي ؟ و ما عدد المواسعات التي إستخدمها ؟ فسر إجابتك .

قام بتوصيلها على التوالي , لأنه في التوصيل على التوالي نحصل على مواسعة أقل من مواسعة المواسعات منفردة .

$$\frac{١}{س_م} = \frac{ن}{س} \Leftarrow \frac{١}{٢٠} = \frac{ن}{٢٠٠} \Leftarrow ن = ١٠ \text{ مواسعات .}$$

تمـــــ ١٠ ـــــرين :

وصلت ثلاث مواسعات $(س_١ ، س_٢ ، س_٣)$ مواسعاتها $(٢ ، ٦ ، ٣)$ ميكروفاراد على الترتيب , كما بالشكل و وصلت مع مصدر كهربائي (س , ص) , كان فرق الجهد بين لوحي $(س_٣)$ يساوي ٦٠ فولت , احسب :



١) المواسعة المكافئة للمواسعات الثلاث .

٢) الشحنة على كل مواسع .

٣) فرق الجهد بين طرفي كل من المواسعين $(س_١ ، س_٢)$.

٤) الطاقة المختزنة في المواسع $(س_١)$.

الاجابة بالترتيب $(س_م = ٤$ ميكروفاراد , $ش_١ = ش_٢ = ٢٤٠$ ميكروكولوم , $ش_٣ = ١٨٠$ ميكروكولوم ,

$(ج_١ = ٢٠ ، ج_٢ = ٤٠)$ فولت , $ط = ٤.٨ \times ١٠^{-٣}$ جول)

تمـــرين ١١ :

ماذا نعني بقولنا أن مواسعة مواسع تساوي ٥ × ١٠$^{-٦}$ فاراد ؟

تمـــرين ١٢ :

مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيين مساحة كل منهما (١٠٠)سم^{٢} , و المسافة بينهما (١)مم , وصل لوحاه بفرق جهد مقداره (١٢٠) فولت , إحسب :

١) مواسعة المواسع .

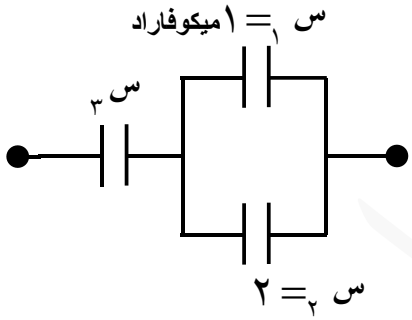
٢) شحنة المواسع .

٣) المجال الكهربائي بين الصفيحتين .

٤) الطاقة المختزنة في المواسع .

تمـــرين ١٣ :

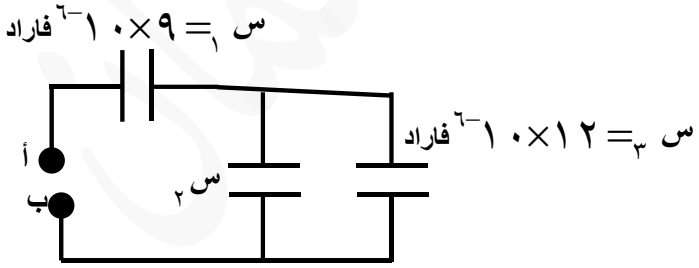
معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور و إذا علمت أن الشحنة المختزنة في المواسع (س$_{٣}$) تساوي (٣٠) ميكروكولوم و أن (جـ أب) يساوي (١٥)فولت , إحسب مواسعة المواسع (س$_{٣}$) .



الحل :(٦)ميكروفاراد

تمـــرين ١٤ :

في الشكل المجاور إذا علمت أن جهد (أب) يساوي (٦) فولت و أن الطاقة المختزنة في المجموعة الكلية للمواسعات تساوي (٨ × ١٠$^{-٦}$) جول , إحسب :



١) قيمة المواسعة (س$_{٢}$) .

٢) الشحنة على المواسع (س$_{٣}$) .

٣) الطاقة المختزنة في (س$_{٢}$) .

٤) المواسعة المكافئة للمجموعة .

الحل بالترتيب : (٦ × ١٠$^{-٦}$)فاراد , (٢٤ × ١٠$^{-٦}$)كولوم , (١٢ × ١٠$^{-٦}$)جول , (٦ × ١٠$^{-٦}$)فاراد

تمـــرين ١٥ :

مواسع كهربائي مساحة أحد لوحيه (أ) و المسافة بين لوحيه (ف) و الكثافة السطحية على أحد صفيحتيه(σ) , أثبت أن

الطاقة المختزنة في المواسع تعطى بالعلاقة : ط $= \frac{\sigma^{٢}\, ف\, أ}{\varepsilon ٢}$

تمـــرين ١٦ :

مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيتين , وصل مع بطارية حتى شحن تماماً , ثم فصل عن البطارية , إذا قل البعد بين صفيحتيه الى نصف ماكان عليه , وضح كيف يتغير كل من :

١) شحنته ٢) مواسعته . ٣) فرق الجهد . ٤) المجال الكهربائي بين صفيحتيه . ٥) الطاقة المختزنه فيه .

تمـــرين ١٧ :

مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيين مواسعته (٣×١٠^{-١١})فاراد , وصل لوحاه بفرق جهد مقداره (٢٠)فولت , إذا علمت أن المسافة بين لوحيه ($١٧,٧ \times ١٠^{-٣}$)م , و الوسط الفاصل بينهما هو الهواء , إحسب :

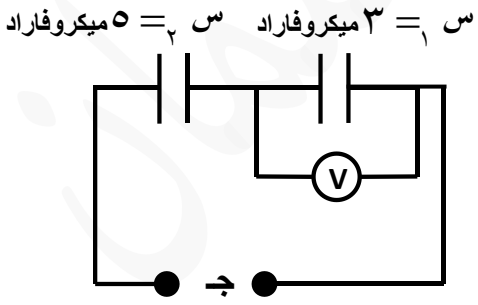
١) الشحنة على كل من لوحيه .

٢) مساحة أي من الصفيحتين .

الحل بالترتيب : ($\pm ٦٠ \times ١٠^{-١١}$)كولوم , (٦×١٠^{-٢})م^{٢} .

تمـــرين ١٨ :

يبين الشكل مواسعين متصلين معاً على التوالي و موصولين الى مصدر فرق جهد (جـ) , معتمداً على القيم الواردة على الشكل , و إذا علمت أن قراءة الفولتميتر (V) تساوي (٥٠) فولت , إحسب :



١) الشحنة الكلية في الدارة .

٢) فرق جهد المصدر (جـ) .

٣) الطاقة الكلية المختزنة في المجموعة .

الحل بالترتيب : (١٥)ميكروكولوم , (٨٠)فولت , (٦×١٠^{-٣})جول .

المواسعة الكهربائية

الفرع العلمي و الصناعي

إعداد الأستاذ محمد عثمان

٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

حل أسئلة الفصل

الفصل الثالث

السؤال الأول :

رقم الفرع	١	٢	٣	٤
رمز الإجابة	جـ	أ	جـ	جـ
الإجابة	٩ط	م	الشحنة	٢ط

السؤال الثاني :

تحدد طريقة التوصيل على التوالي أو التوازي عن طريق النظر الى توصيل الصفائح مع البطارية و مع بعضها من مواسعين مختلفين .

الشكل (أ) توازي .

الشكل (ب) توازي .

الشكل (جـ) توالي .

السؤال الثالث :

(س٤) و (س٥) على التوازي . $\Leftarrow$ $س_{١٢}$ = ٣ + ٣ = ٦ ميكروفاراد .

نحسب شحنة $س_{١٢}$ $\Leftarrow$ $ش_{١٢}$ = $س_{١٢}$ × $جـ_{ب}$ = ٦ × $١٠^{-٦}$ × ٦ = ٣٦ × $١٠^{-٦}$ كولوم و هي الشحنة الكلية .

(س١) (س٢) و (س٣) على التوازي :

$س_{٢٢}$ = $س_{١}$ + $س_{٢}$ + $س_{٣}$ = ٣ + ٣ + ٣ = ٩ ميكروفاراد .

($س_{١٢}$) و ($س_{٢٢}$) على التوالي :

$$\frac{١}{س_{م}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٩} \Leftarrow س_{م} = ٣,٦ \text{ ميكروفاراد .}$$

ومنها : $جـ_{هـ}$ = $\frac{ش}{س}$ = $\frac{٣٦ \times ١٠^{-٦}}{٣.٦ \times ١٠^{-٦}}$ = ١٠ فولت .

السؤال الرابع :

س توازي = س ١ + س ٢ = ٢٥ + ٥ = ٣٠ ميكروفاراد .

ط = $\frac{١}{٢}$ س جـ^{٢} = $\frac{١}{٢}$ × ٣٠ × ١٠$^{-٦}$ × (١٠٠)^{٢} ⇐ ط = ١٥ × ١٠$^{-٢}$ جول .

إذا وصلا على التوالي :

$\frac{١}{س_{م}}$ = $\frac{١}{٢٥}$ + $\frac{١}{٥}$ = $\frac{٦}{٢٥}$ ⇐ س م = $\frac{٢٥}{٦}$ ميكروفاراد .

ط = $\frac{١}{٢}$ س جـ^{٢}

١٥ × ١٠$^{-٢}$ = $\frac{١}{٢}$ × $\frac{٢٥}{٦}$ × ١٠$^{-٦}$ × جـ^{٢} ⇐ جـ^{٢} = $\frac{١٥ \times ١٢}{٢٥}$ × ١٠^{٤} = $\frac{٣٦}{٥}$ × ١٠^{٤} ⇐ جـ = $\frac{٦}{٥\sqrt{}}$ × ١٠^{٢} ≈ ٢٦٨ فولت

طريقة أخرى للحل :

ط توازي = ط توالي

$\frac{١}{٢}$ س توازي جـ$_{١}^{٢}$ = $\frac{١}{٢}$ س توالي جـ$_{٢}^{٢}$ ⇐ ٣٠ × (١٠٠)^{٢} = $\frac{٢٥}{٦}$ × جـ^{٢} ⇐ جـ = $\frac{٦}{٥\sqrt{}}$ × ١٠^{٢} ≈ ٢٦٨ فولت .

السؤال الخامس :

ف ٢ = ٢ ف ١ ⇐ س ٢ = ٢ س ١

بما أن المواسعين يتصلان على التوالي ⇐ ش ٢ = ش ١

ط ١ = $\frac{١}{٢}$ $\frac{ش^{٢}}{س}$ ⇐ ٦ × ١٠$^{-٣}$ = $\frac{١}{٢}$ $\frac{ش^{٢}}{س_{١}}$

ط ٢ = $\frac{١}{٢}$ $\frac{ش^{٢}}{س_{٢}}$ = $\left(\frac{١}{٢}\frac{ش^{٢}}{س_{١}}\right)$ = $\frac{١}{٢}$ (ط ١) ⇐ ط ٢ = $\frac{١}{٢}$ × ٦ × ١٠$^{-٣}$ = ٣ × ١٠$^{-٣}$ جول .

السؤال السادس :

أ) (س٣) و (س٢) على التوازي ⟸ س ٣٢ = س + ٥س = ٦س

(س٣٢) و (س١) على التوالي $\frac{١}{س_{٢}} = \frac{١}{٦س} + \frac{١}{٣س} \Leftarrow \frac{١}{س_{٢}} = \frac{١}{٦س} + \frac{٢}{٦س} \Leftarrow \frac{١}{س_{٢}} = \frac{١}{٦س} \Leftarrow$ س ٢ = ٢س

ب) ش ١ = ش ٣٢ شحنة الأول أكبر من شحنة الثاني , و أكبر من شحنة الثالث .

ش٣ > ش٢ و لها الجهد نفسه , إذن شحنة الثالث أكبر من الثاني .

ش١ > ش٣ > ش٢

السؤال السابع :

$س_{١} = \frac{٤ε^{٢}}{ف}$ ، $س_{٢} = \frac{٢ε٤^{٢}}{ف}$ ، $س_{٣} = \frac{٤ε^{٢}}{٢ف}$

$س_{٢} = ٢\left(\frac{٤ε^{٢}}{ف}\right)$ ، $س_{٣} = \frac{١}{٢}\left(\frac{٤ε^{٢}}{ف}\right)$

س٢ > س١ > س٣

أكبر ميل للخط (هـ) ⟸ أكبر مواسع (س٢) .

ميل الخط (و) ⟸ المواسع (س١) .

ميل الخط (ل) ⟸ المواسع (س٣) .

السؤال الثامن :

جـ = مـف ⟸ $م = \frac{σ}{ε} = \frac{ش}{٤ε^{٢}} \Leftarrow جـ = \frac{ش}{٤ε^{٢}}$ ف

طرقة أخرى للحل :

$س = \frac{٤ε^{٢}}{ف} \Leftarrow \frac{ش}{جـ} = \frac{٤ε^{٢}}{ف} \Leftarrow جـ = \frac{ش}{٤ε^{٢}}$ ف

السؤال التاسع :

أ) ط = $\frac{1}{2}$ ش جـ

ش$_{1}$ = ش$_{32}$ = ش$_{2}$ = $\frac{1}{2}$ ش$_{2}$ × ١٢ × ١٠$^{-6}$ = ١٤٤ ،

ط$_{1}$ = $\frac{1}{2}$ × $\frac{٢٤ \times ٢٤}{٣}$ × ١٠$^{-6}$ ⟸ ط$_{1}$ = ٩٦ × ١٠$^{-6}$ جول .

ب) س$_{1}$ = $\frac{ش_{1}}{جـ_{1}}$ ⟸ ٣ × ١٠$^{-6}$ = $\frac{٢٤ \times ١٠^{-6}}{جـ_{1}}$ ⟸ جـ$_{1}$ = ٨ فولت .

جـ$_{32}$ = ١٢ − ٨ = ٤ فولت .

س$_{32}$ = $\frac{ش_{32}}{جـ_{32}}$ ⟸ س$_{32}$ = $\frac{٢٤ \times ١٠^{-6}}{٤}$ ⟸ س$_{32}$ = ٦ × ١٠$^{-6}$ فاراد .

س$_{32}$ = ٦ = ٥ + س$_{2}$ ⟸ س$_{2}$ = ١ ميكروفاراد .

السؤال العاشر :

١)

المواسع	س	ش	جـ	ط
س١	٥	٣٠	٦	٩٠
س٢	٢٥	١٥٠	٦	٤٥٠
س٣	١٠	١٨٠	١٨	١٦٢٠

٢) أ) جـ = ١٨ + ٦ = ٢٤ فولت .

ب) $\frac{1}{س_{2}}$ = $\frac{1}{٢٥ + ٥}$ + $\frac{1}{١٠}$ ⟸ س$_{2}$ = $\frac{٣٠}{٤}$ = ٧,٥ ميكروفاراد .

جـ) ش الكلية = ١٨٠ × ١٠$^{-6}$ كولوم .

د) ط = $\frac{1}{2}$ ش جـ = $\frac{1}{2}$ × ١٨٠ × ١٠$^{-6}$ × ٢٤ = ٢١٦ × ١٠$^{-6}$ جول .

الأستاذ محمد عثمان ٠٧٨٨٠٧٢٧٤٦

ملخص قوانين الفصل :