

الواثق في الفيزياء

الفصل الثالث - المستوى الثالث

الموسعة الكهربائية

توجيهي الفرع العلمي و الصناعي

إعداد الأستاذ / محمد حسني الخضراء

٠٧٩٠٧٧٢٤٠٣

الفصل الثالث : المواسعة الكهربائية

- المواسع الكهربائي :

المواسع هو عنصر كهربائي يقوم باختزان الطاقة الكهربائية في أثناء عملية الشحن على شكل مجال كهربائي وأطلاقها في أثناء عملية التفريغ .

- المواسع الكهربائي: هو أداة تستخدم لتخزين الطاقة الكهربائية.
- يتكون المواسع الكهربائي من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة (هواء ، بلاستيك ، ورق ، ...) .
- هو أداة تقوم بتخزين الطاقة الكهربائية أو الشحنة الكهربائية لفترة من الزمن على شكل مجال كهربائي يتكون بين لوحين موصلين يحمل كل منهما شحنة كهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الإشارة ويفصل بين اللوحين مادة عازلة (كالهواء مثلاً).

* أشكال المواسع :

١. المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين .
٢. المواسع الأسطواني .
٣. المواسع الكروي .

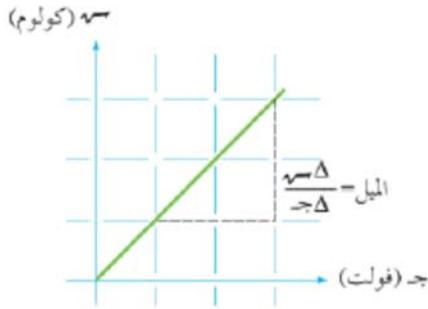
* يرمز للمواسع في الدارات الكهربائية بخطين متوازيين (— —) .

* طريقة شحن المواسع :

يشحن المواسع بوصل صفيحتين مع بطارية اذ تمثل مصدراً للطاقة الكهربائية تعمل على شحن إحدى صفيحتي المواسع بشحنة موجبة والأخرى بشحنة مساوية سالبة.

يزداد جهد المواسع طردياً مع الشحنة وتنتهي عملية الشحن عندما يتساوى فرق الجهد بين صفيحتي المواسع مع فرق الجهد بين طرفي البطارية، وعندها تصل الشحنة على المواسع الى قيمتها النهائية وتكون كمية الشحنة على كل من الصفيحتين متساوية المقدار.

التمثيل البياني للعلاقة الخطية بين جهد المواسع وشحنته :



يمثل الخط المستقيم قيمة المواسعة الكهربائية ويرمز لها بالرمز (س).

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{اي ان :}$$

و وحدة قياسه (كولوم/فولت) = الفاراد

سـ : شحنة المواسع عند أي لحظة.

جـ : فرق الجهد بين صفيحتي المواسع عند تلك اللحظة.

- المواسعة الكهربائية :- تعرف بأنها النسبة بين كمية الشحنة المخزنة في المواسع وفرق الجهد بين طرفيه (صفيحتيه). وهي مقياس لقدرة المواسع على تخزين الشحنات الكهربائية .

- مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين :-

كلما زادت مساحة الصفيحتين فإن المواسع يصبح قادراً على استيعاب كمية أكبر من الشحنة.

- ان المواسع ذا المساحة الأكبر يخزن شحنة أكبر، فتزداد مواسعته بثبات كل من ، الجهد الكهربائي (جـ) والبعد بين الصفيحتين (ف).

- اذا كان البعد بين الصفيحتين صغيراً جداً مقارنة بأبعاد الصفيحتين، فإن المجال الكهربائي بين الصفيحتين يعد مجالاً منتظماً يعطى مقداراً بالعلاقة ($\sigma = \epsilon \cdot E$) ، ويكون فرق الجهد بين الصفيحتين (جـ = م . ف).

- المواسع يصبح قادراً على تخزين شحنة أكبر اذا قل البعد بين صفيحتيه، فتزداد مواسعته مع ثبات الجهد الكهربائي (ج).

نحسب مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين باستخدام العلاقة التالية :-

$$س = \frac{ع. أ}{ف}$$

ع. : المساحة الكهربائية للوسط الفاصل بين صفيحتين.

أ : مساحة كل من صفيحتيه.

ف : البعد الفاصل بين الصفيحتين.

وتقسم وحدة الفاراد إلى اجزاء الفاراد وذلك حسب مواسعة المواسع واستخدامه .

أجزاء الفاراد :-

ملي فاراد : 10^{-3} فاراد	ميكروفاراد = 10^{-6} فاراد
نانوفاراد = 10^{-9} فاراد	بيكوفاراد = 10^{-12} فاراد

- استخدامات المواسع :

- (١) تركيب الدارات الكهربائية الإلكترونية.
- (٢) دارات الإرسال والاستقبال في الإذاعة واللفزيون.

- وظيفة المواسع :

- (١) حفظ الشحنات.
- (٢) تخزين الطاقة.

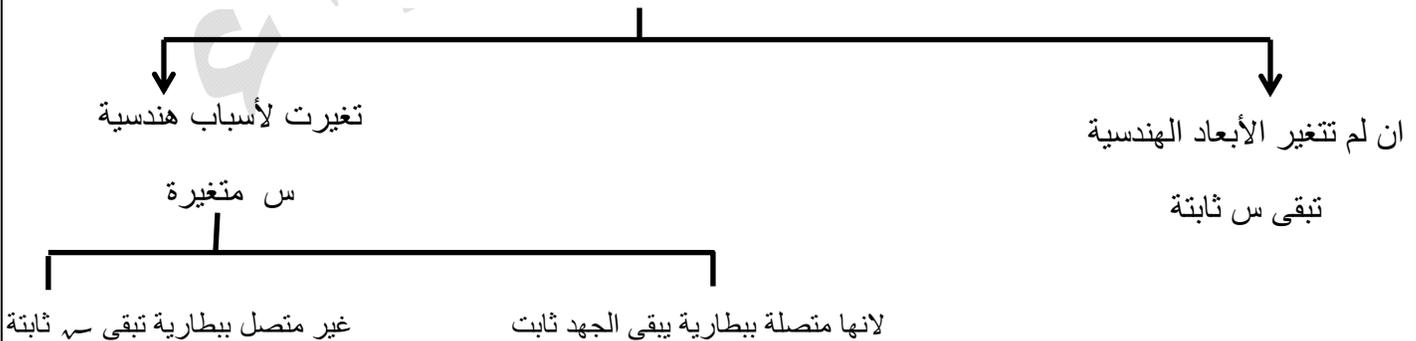
- اختيار سعة المواسع في الدارة الكهربائية يتحدد بعاملين أساسيين هما :

- (١) سعة المواسع .
- (٢) فرق الجهد المطبق على طرفيه .

- ما هي العوامل المؤثرة على سعة المواسع (المكثف) :

- (١) المساحة السطحية للألواح المواسع.
- (٢) المسافة بين الألواح.
- (٣) الوسط العازل (المادة العازلة).

التغيرات التي تحدث على المواسعة



أسئلة على المواسعة

السؤال (١) : ماذا نعني بقولنا إن مواسعة مواسع تساوي (٣) ميكروفاراد؟

الإجابة:

السؤال (٢) : وصل مواسعان مختلفان مع مصدري فرق جهد متماثلين، جهد كل منهما (ج)، فاكتسب المواسع الأول شحنة (س) واكتسب المواسع الثاني شحنة (س٣)، ما النسبة بين مواسعة المواسعين؟

الإجابة:

السؤال (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، وشحنته، وفرق الجهد، والمجال الكهربائي بين طرفيه.

الإجابة:

السؤال (٤) : تستخدم المواسعات في لوحة مفاتيح الحاسوب وتتكون الطبقة العازلة بين صفيحتي المواسع من مادة لينة قابلة للانضغاط، وضح ماذا يحدث لمواسعة المواسع عند الضغط على المفاتيح.



الإجابة :

السؤال (٥) : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين، وصل مع مصدر فرق جهد (١٥٠) فولت، فكانت الكثافة السطحية للشحنة على صفيحتيه (٣٠) نانوكولوم/سم^٢، احسب البعد بين صفيحتيه.

الإجابة :

السؤال (٦) : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين المسافة بينهما (١ سم) ومساحة كل منهما (٢٠ سم^٢)، وفرق الجهد بين طرفيها (١٠) فولت، جد ما يلي:

١. مواسعة المواسع.
٢. شحنة المواسع.
٣. المجال الكهربائي بين الصفيحتين.

الإجابة :

السؤال (٧) : مواسع ذو صفيحتين متوازيتين مساحة كل منهما (٤سم^٢) والمسافة بينهما (٢سم) والمجال الكهربائي بين صفيحتين (١×١٠^{-٦}) فولت/م ، جد ما يلي :

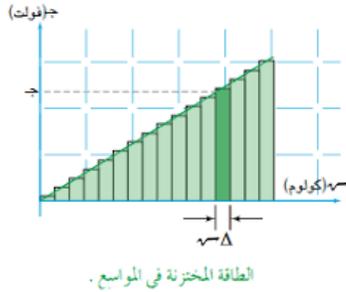
١. مواسعة المواسع.
٢. فرق الجهد بين الصفيحتين.
٣. شحنة كل لوح.
٤. القوة الكهربائية المؤثرة في الكترولون موضوع بين الصفيحتين.

الإجابة :

الطاقة المخزنة في المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين :-

الشغل الذي تبذله البطارية لتخزين الشحنة في المواسع وتكون على شكل طاقة وضع كهربائية.

الشغل المبذول في شحن المواسع يمثل الشغل الكلي المبذول من قبل البطارية حيث انه يساوي المساحة المحصورة تحت الخط البياني لمنحنى شحن المواسع (شحن المواسع - جهد المواسع)



الطاقة المخزنة = الشغل = المساحة تحت المنحنى .

$$\text{ميل الخط المستقيم} = \frac{1}{س}$$

الطاقة المخزنة في المواسع = مساحة المثلث

$$ط = ش = \frac{1}{2} س ج$$

ط : الطاقة ووحدة قياسها (جول).

وبتعويض قانون ($\frac{س}{ج} = س$) نستطيع ايجاد

أكثر من علاقة للطاقة.

$$ط = \frac{1}{2} س ج^2$$

$$ط = \frac{1}{2} س^2 \frac{ج}{س}$$

س : كيف يتم شحن المواسع ؟

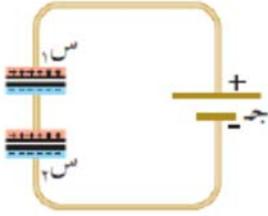
ج : ان مصدر الطاقة في الدارة هي البطارية تبذل شغلا في شحن المواسع يخزن في المجال الكهربائي بين صفيحتي المواسع على صورة طاقة وضع كهربائية .

اما عملية تفريغ المواسع : هي عملية تحول الطاقة المخزنة في الى شكل آخر من الطاقة عند وصل طرفي المواسع بجهاز كهربائي مثل مصباح كهربائي، فعند اغلاق المفتاح الموجود في الدارة، فإن الشحنات تتحرك من الصفيحة الموجبة الى الصفيحة السالبة عبر المصباح ويمر في الدارة تيار كهربائي يبدأ بقيمة معينة، ثم يتناقص الى أن يؤول الى الصفر، فيضيء المصباح مدة وجيزة.

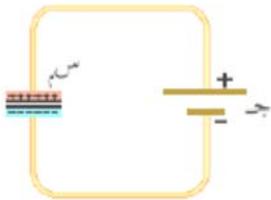
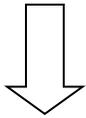
- توصيل المواسعات :

نقصد به حساب المواسعة المكافئة لمجموعة من المواسعات عن طريق معرفة كيف موصلة مع بعضها.

(أ) التوصيل على التوالي :



تقوم البطارية بشحن اللوح الأيسر للمواسع الأول بشحنة موجبة، وبشحن اللوح الأيمن للمواسع الثاني بشحنة سالبة ممتلئة. وبما أن وصل اللوح السالب للمواسع الأول باللوح الموجب للمواسع الثاني مما يجعل الشحنة على كلا المواسعين متساوية.



في حالة التوصيل على التوالي تكون المواسعات متساوية في الشحنة بينما الجهد الكلي (جهد البطارية) يكون مساوياً مجموع جهد المواسعات.

• خصائص هذه الطريقة:

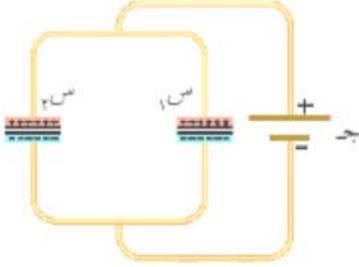
$$(١) \text{ ج ا ب} = \text{ج ١} + \text{ج ٢}$$

$$(٢) \text{ س} = \text{س ١} = \text{س ٢}$$

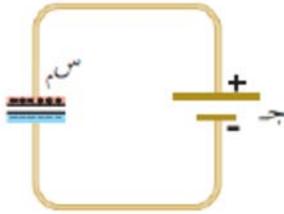
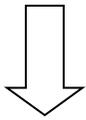
نحسب المواسعة المكافئة لهذه الطريقة باستخدام :

$$\frac{1}{\text{س}} + \frac{1}{\text{س ١}} = \frac{1}{\text{س ٢}}$$

(ب) التوصيل على التوازي :



تقوم البطارية بشحن اللوح الأيسر لكلا المواسعين بشحنة موجبة، واللوح الأيمن لكليهما بشحنة سالبة ممتثلة، وبذلك يكون قد وصل اللوحان الموجبان معاً واللوحان السالبان معاً مما يجعل كلا المواسعين متساوياً.



في التوصيل على التوازي تكون المواسعات متساوية في الجهد بينما الشحنة الكلية تكون مساوية مجموع شحنات المواسعات.

• خصائص هذه الطريقة:

$$C_3 = C_1 + C_2 \quad (\text{أ})$$

$$C_3 = C_1 = C_2 \quad (\text{ب})$$

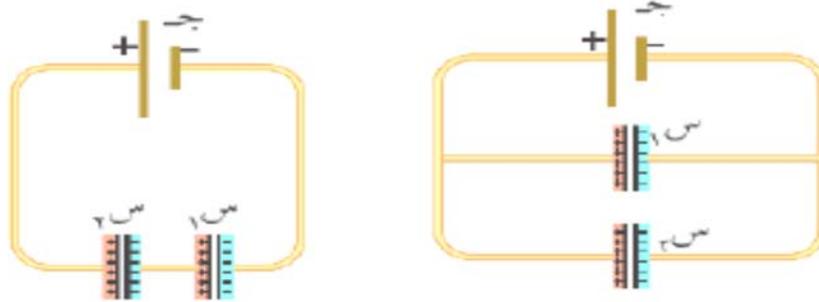
ونحسب المواسعة المكافئة لهذه الطريقة باستخدام :

$$C_3 = C_1 + C_2$$

• ومن التطبيقات على هذه الطريقة الفولتميتر فهو دائماً يوصل في الدارة على التوازي ويقاس فرق الجهد .

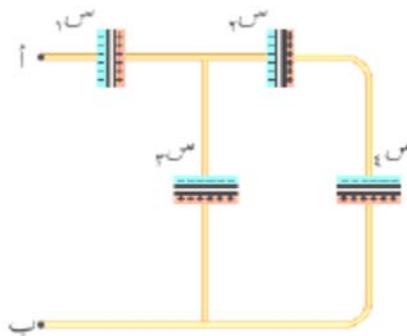
اسئلة على الطاقة المختزنة في المواسع و توصيل المواسعات

السؤال (١) : في أي من الحالتين (أ ، ب) يكون مقدار الطاقة المختزنة في المواسعة المكافئة أكبر؟؟ فسر اجابتك.



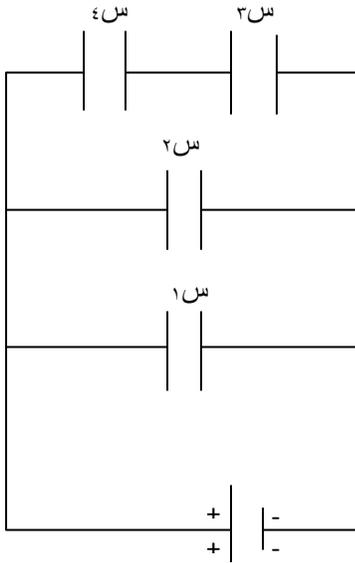
الإجابة:

سؤال (٢) : احسب المواسعة المكافئة لمجموعة المواسعات، علماً بأنها متساوية ومواسعة كل منها (٢) ميكرو فاراد :



الاجابة :

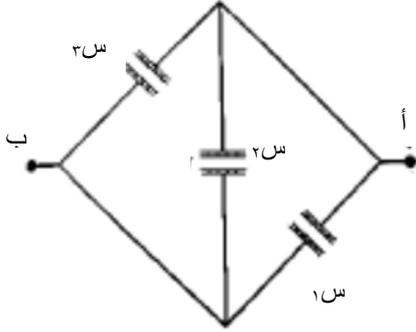
السؤال (٣) : اربع مواسعة موصولة كما في الشكل، اذا كان $س_١ = ٢$ ميكروفاراد ، $س_٢ = ٤$ ميكروفاراد ، $س_٣ = ٢$ ميكروفاراد ، $س_٤ = ٨$ ميكروفاراد ، وكان فرق جهد البطارية تساوي (١٠ فولت)، جد ما يلي :



١. المواسعة المكافئة.
٢. فرق الجهد لكل مواسع.
٣. الطاقة المختزنة في المواسع (٣).

الإجابة:

السؤال (٤) : وصلت مجموعة مواسعات كما في الشكل، اذا كان فرق الجهد بين أ ، ب يساوي ٣٢ فولت ،



حيث $١س = ٣$ ميكروفاراد ، $٢س = ٦$ ميكروفاراد ، $٣س = ٩$ ميكروفاراد ، جد ما يلي :

١. المواسعة المكافئة .
٢. شحنة كل مواسع .
٣. الطاقة المخزنة للمواسعة المكافئة .

الإجابة :

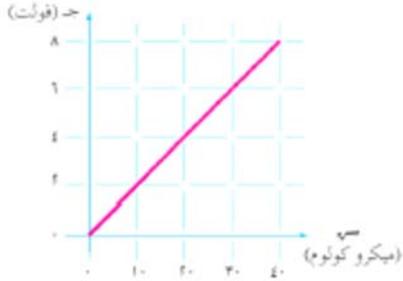
السؤال (٥) : موسعان، مواسعة الأول (٢) ميكروفاراد، وجهده (٢٠) فولت، والثاني مواسعة (٤) ميكروفاراد وجهده (١٠) فولت ، أي المواسعين يخبزن طاقة أكبر؟؟

الإجابة :

السؤال (٦) : مواسع شُحن ثم فُصل عن البطارية، ثم أصبح البعد بين صفيحتيه ضعفي ما كان عليه، فماذا يحدث للطاقة المخزنة فيه ؟ فسر اجابتك .

الإجابة :

السؤال (٦) : مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيتين، وصل مع مصدر فرق جهد (٨ فولت) ويمثل الرسم البياني التالي العلاقة بين جهد المواسع وشحنته في أثناء عملية الشحن ، جد ما يلي :



- ١ . مواسعة المواسع .
- ٢ . الطاقة المخزنة في المواسع عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (٢) فولت .
- ٣ . الطاقة المخزنة في المواسع عند رفع جهده الى (١٢) فولت .

الإجابة :

السؤال (٧) : مواسع كهربائي ذو صفيحتين متوازيتين مساحة كل من صفيحتيه (١٠سم^٢) والمسافة بينهما (٥ مم)، وفرق الجهد بين صفيحتيه (٢٠ فولت)، جد ما يلي:

- ١ . الطاقة المخزنة في المواسع .
- ٢ . اذا أصبح البعد بين الصفيحتين (٢٠مم) مع بقاء فرق الجهد ثابتاً .

الإجابة :

- المواسعات في التطبيقات العملية :

من التطبيقات العملية للمواسعات دارة المصباح الوماض في آلة التصوير الفوتوغرافي (فلاش الكاميرا) ، مبدأ عمله :

عند توصيل البطارية مع المواسع تبدأ عملية الشحن، وعند الضغط على مفتاح التشغيل تغلق دارة (المواسع – المصباح)، فيحدث تفريغ لشحنة المواسع في المصباح ، أي تتحرر الطاقة المخزنة في المواسع ، وتتحول الى طاقة ضوئية في مصباح .

* يوجد للمواسع حد أعلى في تخزين الشحنة ، فإذا زادت على هذا الحد يزداد الجهد، ويحدث تفريغ كهربائي عبر المادة العازلة الفاصلة بين الصفيحتين مما يؤدي الى تلف المواسع ، لذا يكتب على كل مواسع الحد الأعلى للجهد المسموح توصيل المواسع به فعندما نجد أن المواسع كتب عليه (٢٥) فولت وهذا يعني أنه يوجد حد أقصى للشحنة أو للطاقة التي يمكن تخزينها في المواسع .

- بعض أنواع المواسع يتكون من شريطين موصلين ملفوفين على شكل أسطوانة يفصل بينهما شريط من مادة عازلة، ان تصميم المواسع بهذه الطريقة يمكننا من الحصول على مواسع صغير الحجم مساحة صفيحتيه كبيرة وتفصل بينهما مسافة صغيرة ، ما يعني زيادة قدرة المواسع على تخزين الشحنة.

اسئلة على المواسعات في التطبيقات العملية

السؤال (١): فسر ما يلي : يوجد حد اقصى للطاقة التي يمكن تخزينها في المواسع .

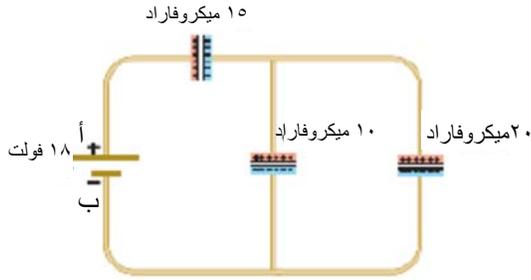
الإجابة :

السؤال (٢) : يحتاج مهندس الى مواسع مواسعته (٢٠) ميكروفاراد ، يعمل على فرق جهد (٦) كيلوفولت ، ولديه مجموعة من المواسعات المماثلة كتب على كل منها (٢٠٠ ميكروفاراد ، ٦٠٠ فولت) لكي يحصل على المواسعة المطلوبة ، وصل عدداً من هذه المواسعات معاً ، فهل وصلها على التوالي أم على التوازي ؟ وما على المواسعات التي استخدمها ؟؟ فسر اجابتك.

الإجابة :

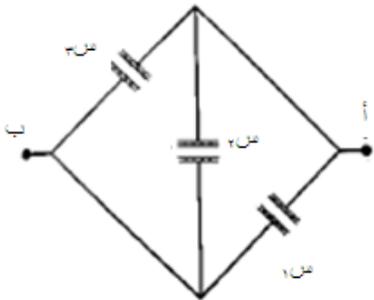
اسئلة اضافية على المواسعة الكهربائي

السؤال (١) : ما الطاقة المخزنة في المواسع ١٠ ميكروفاراد ؟



الإجابة:

السؤال (٢) : وصلت مجموعة مواسعات كما في الشكل، اذا علمت بأن فرق الجهد جـ ا ب = ٤٨ فولت ، علما بان س١ = ٦ ميكروفاراد ، س٢ = ٧ ميكروفاراد ، س٣ = ٤ ميكروفاراد ، جد ما يلي :

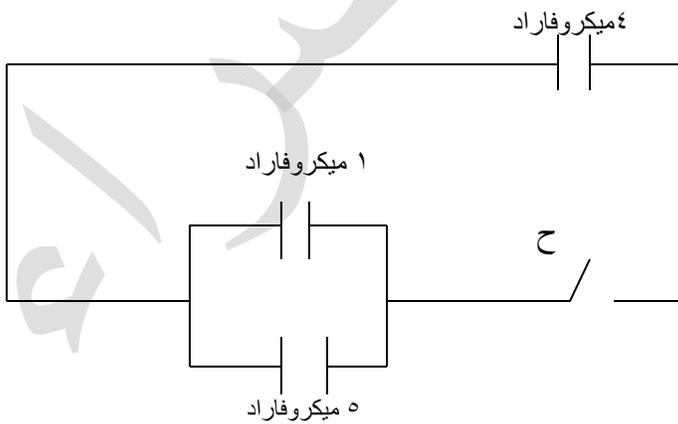


- ١ . المواسعة المكافئة للمجموعة.
- ٢ . الشحنة على كل مواسع.
- ٣ . الطاقة المخزنة في المواسع (٤ ميكروفاراد).

الإجابة :

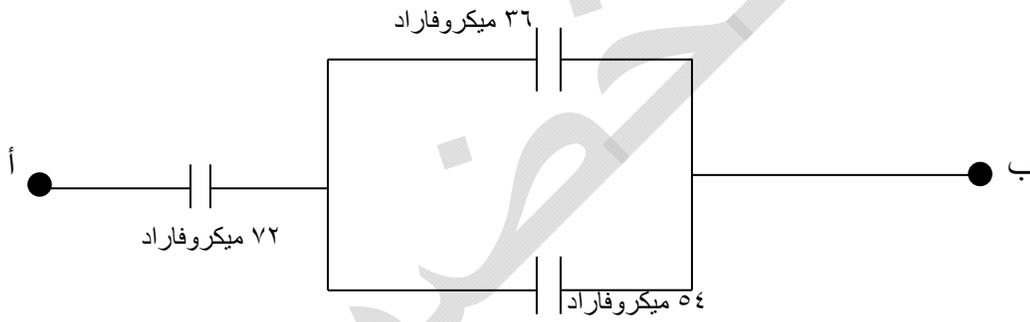
السؤال (٣) : جهد المواسع ٤ ميكروفاراد يبلغ ٢٠ فولت عندما كان المفتاح (ح) مفتوحاً، والمواسعات ١ و ٥ ميكروفاراد غير مشحونين، جد ما يلي :

١. ما جهد المواسع ٤ ميكروفاراد عند اغلاق المفتاح ؟
٢. كم تصبح الشحنة على المواسعين (١) و (٥) ميكروفاراد ؟



الإجابة :

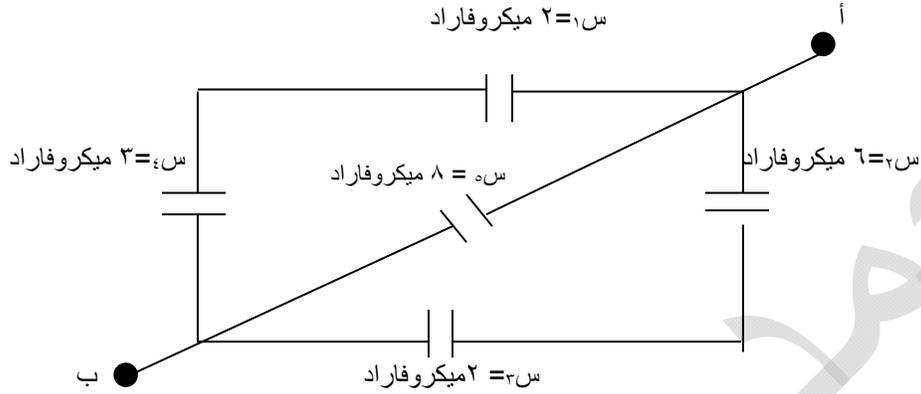
سؤال (٤) : ما الطاقة الكهربائية المخزنة في مجموعة المواسعات ، علماً بأن فرق الجهد بين أ و ب يساوي ٥٠ فولت؟



الإجابة:

سؤال (٥): وصلت مجموعة مواسعات كما في الشكل ، اذا كان فرق الجهد بين أ ، ب ٤٠ فولت ، جد ما يلي:

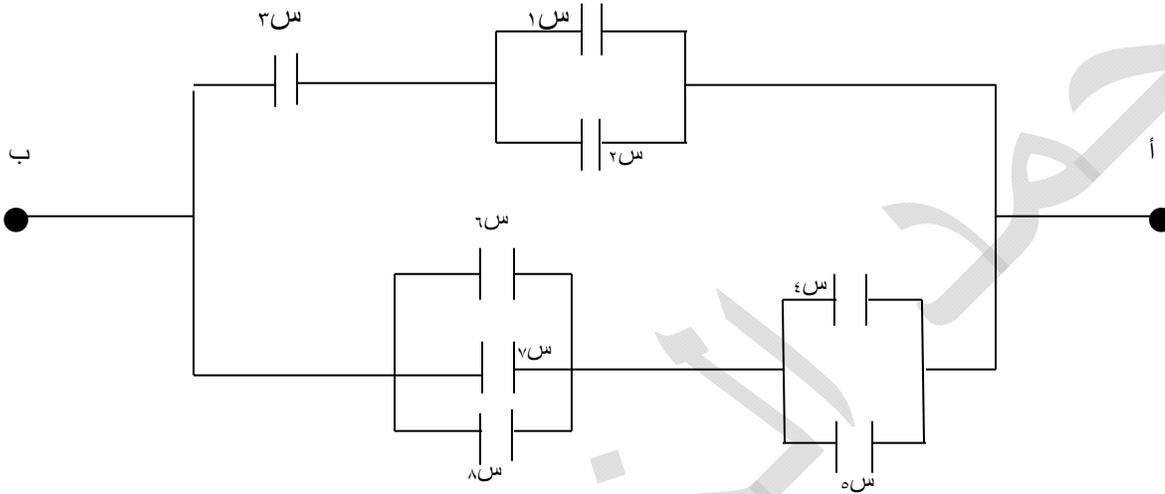
١. المواسعة المكافئة.
٢. جد مقدار الشحنة في المواسع (س٢).
٣. جد الطاقة المخزنة في المواسع (س٥).



الإجابة:

سؤال (٦): وصلت مجموعة مواسعات كما في الشكل ، ومقدار كل مواسعة من المواسعات تساوي (٢) ميكروفاراد ، اذا علمت أن سـه ك = 72×10^{-10} كولوم، جد ما يلي :

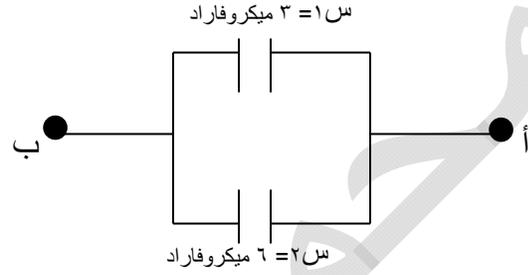
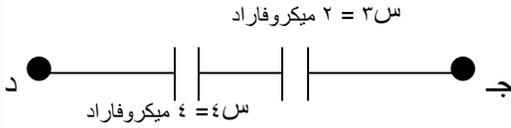
١. المواسعة المكافئة .
٢. الجهد الكلي للدارة .
٣. الطاقة المخزنة في المواسع (س٣) .



الإجابة:

السؤال (٧): أربع مواسعات كل زوج منهم موصل على حدى ، إذا وصلت المواسعات كلها مع بعضها البعض ، احسب جهد كل مواسع بعد التوصيل .

(جـ اب = ١٠ فولت ، جـ جـ د = ١٢ فولت) قبل التوصيل :



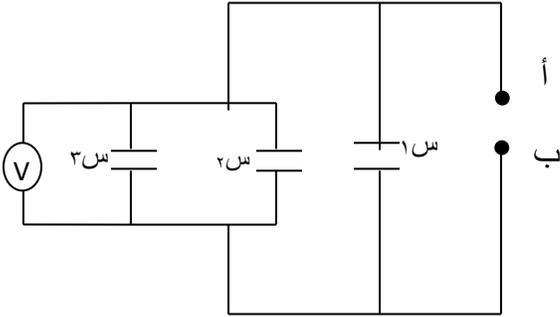
الإجابة:

سؤال (٨) : احسب قراءة الفولتميتر في الشكل التالي علماً أن :

جـ ا ب = ٦ فولت ، س_١ = ٥ ميكروفاراد ، س_٢ = ٣ ميكروفاراد

س_٣ = ٢ ميكروفاراد .

الاجابة :



سؤال (٩) : مواسع ذو لوحين موصل مع فرق الجهد مقداره (١٦) فولت ومساحة كل من اللوحين ٦ سم^٢ ، والمسافة الفاصلة بينهما ٣ سم، جد ما يلي:

$$\epsilon = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$$

١. شحنة كل لوح .
٢. كثافة الشحنة السطحية (σ) .
٣. المجال بين اللوحين .

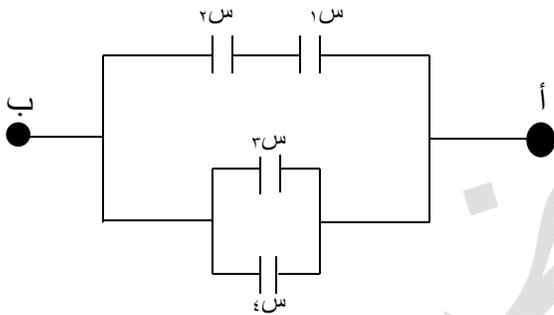
الإجابة:

سؤال (١٠) : مواسع شحنته (س) ومساحة احدى صفيحتيه (أ) والبعد بينهما (ف) ، أثبت أن فرق الجهد بين الصفيحتين

$$\text{يعطى بالعلاقة : ج} = \frac{\text{ف س}}{\text{ع أ}} \text{؟؟؟}$$

الإجابة :

سؤال (١١) : اذا كانت المواسعة المكافئة في الشكل التالي، س = ١٠ ميكروفاراد، اذا علمت أن فرق الجهد ج ب = ٢٠ فولت، جد ما يلي : (س١ = ٤ ميكروفاراد ، س٢ = ٣ ميكروفاراد ، س٣ = ٥ ميكروفاراد ، س٤ = ٣ ميكروفاراد)



١. قيمة (س٢)
٢. الشحنة على الموسع (س٤).
٣. الطاقة المخزنة في المواسع (س٢)

الإجابة :