منصة إحتراف التعليمية

اسم المادة: الفيزياء
أستاذ محمد العامري
الفصل الأول - المحاضرة الأولى
المتسعة والعوازل الكهربائية
تطبيقي واحيائي

منصة احتراف التعليمية

© جميع الحقوق محفوظة

لا يسمح بإعادة اصدار هذه الملزمة، او أي جزء منها، او تخزينها في نطاق استعادة المعلومات، او نقلها بأي شكل من الاشكال من دون إذن خطي مسبق من مؤسسة احتراف لإعداد القادة الشباب.

© All copyrights reserved

Reproduction of this Document, or any part thereof, or storage in the scope of the retrieval of the information, or copying in any form without prior written permission of professionalization foundation for Young leaders preparation, is not permitted.

الفصل الاول المتسعات Capacitors

مقدمة :

من المعلوم ان الجسم يكون متعادل كهربائيا في الطبيعة واذا اعطي الجسم كمية من الشحنة (Q) فانه سيختزنها ويتسبب في زيادة جهده (طاقته) والذي يحسب من خلال العلاقة :

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

ان الثابت{ $(\frac{1}{4\pi\epsilon_0})$ = 8.85×10^{-12}} ويسمى سماحية الفراغ (نفوذية الفراغ) وكلما زيدت الشحنة المعطاة الى الجسم سيزداد فرق الجهد بين الجسم واي جسم اخر (مثلا الهواء) ولذلك يحصل تفريغ كهربائي بين الموصل والجسم الاخر..... وعليه لا يمكن اعتبار الموصل المنفرد خزان للشحنة الكهربائية .... وقد تم التوصل لنظام خزن الشحنات الكهربائية (خزن الطاقة) والذي يسمى المتسعة

الموصل الكروي: هو موصل منفرد معزول يمكنه خزن كميه محددة من الشحنات الكهربائية.

س/علل/ نادرا ما يستخدم الموصل الكروي المنفرد في تخزين الشحنات الكهربائية؟

الجواب/ لان الاستمرار في زيادة الشحنات الكهربائية سيؤدي الى ازدياد جهد الموصل وبذلك يزداد فرق الجهد الكهربائي بينه وبين اي جسم اخر (مثلا الهواء) عندها يزداد مقدار المجال الكهربائي ويصل الى حد التفريغ الكهربائي خلال الهواء المحيط به.

س/ ما العلاقة بين الجهد الكهربائي والشحنات الكهربائية في الموصل الكروي؟

الجواب/ علاقة طردية بحيث ان الاستمرار في اضافة الشحنات سيؤدي الى ازدياد جهد الموصل وحسب العلاقة:

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

المتسعة Capacitors

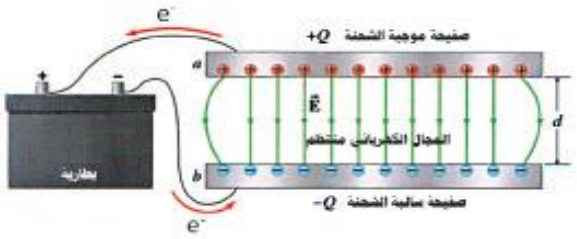
هي جهاز يستعمل لتخزين الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية ، يتكون من زوج او اكثر من الصفائح الموصلة يفصل بينهما عازل .

توجد المتسعة باشكال هندسية مختلفة عدة منها :

1- المتسعة ذات الاسطوانتين المتمركزتين.
2- المتسعة ذات الكرتين المتمركزتين.
3- المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين .

المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

تتألف من صفيحتين موصلتين مستويتين متماثلتين معزولتين ومتوازيتين ومساحة كل منها (A) ومفصولتين عن بعضهما بالبعد (d) ومشحونتين



بشحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعاً. تعد هذه المتسعة من ابسط انواع المتسعات واكثرها استعمالا في الاغراض العملية ولغرض شحن هذه المتسعة تربط احد الصفائح المتوازية بالقطب الموجب للبطارية والصفيحة الاخرى بالقطب السالب للبطارية فتنشحن الصفيحة المربوطة مع القطب الموجب بالشحنة الموجبة اما الصفيحة الاخرى فتنشحن بالشحنة السالبة عن طريق الحث وتكون كلا الشحنتين متساويتين مقدارا لكن مختلفتين نوعا لذلك يكون صافي الشحنة مساويا للصفر .

❖ بما ان الصفيحتين مشحونتين بالشحنة الموجبة والسالبة سيظهر مجال كهربائي بين الصفيحتين (E) ويتكون فرق جهد كهربائي بينهما (ΔV) .

ويرمز للمتسعة في الدوائر الكهربائية بالرمز { ⊣⊢ أو ⊣⊱ }

س / تقع كلا الشحنتين على السطحين المتقابلين للصفيحتين في المتسعة ؟

الجواب / وذلك بسبب ان الصفيحتين مشحونتين بشحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعا ولذلك تظهر قوى تجاذب بينهما .

س/ متى يكون المجال الكهربائي منتظم؟

الجواب/ عندما يكون البعد بين الصفيحتين صغير جدا.

سعة المتسعة:

بما ان صفيحتي المتسعة مصنوعتان من مادة موصلة وعازلة فتكون للمتسعة المشحونة جميع نقاط الصفيحة الواحدة بجهد متساو ، ويتولد فرق جهد كهربائي بين الصفيحة ذات الجهد الاعلى (الجهد الموجب) والصفيحة ذات الجهد الاوطأ (الجهد السالب) ويرمز لفرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بالرمز (ΔV) . وقد وجد عمليا انه يتناسب طرديا مع مقدار الشحنة (Q) المختزنة على اي من الصفيحتين وهذا يعني ان ازدياد الشحنة يتسبب بازدياد فرق الجهد بين الصفيحتين لذا يمكننا تعريف السعة كما يلي :

سعة المتسعة : هي نسبة الشحنة (Q) المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة الى مقدار فرق الجهد (ΔV) بين الصفيحتين وتعطى بالعلاقة الاتية :

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

ويرمز لسعة المتسعة بالرمز (C)

وتقاس سعة المتسعة بوحدة الفاراد Farad وهناك وحدات اصغر هي

pF	nF	μF	ImF
بيكوفاراد	نانوفاراد	مايكروفاراد	ملي فاراد
$1pF = 10^{-12}F$	$1nF = 10^{-9}F$	$1\mu F = 10^{-6}F$	$1mF = 10^{-3}F$

ملاحظة:تعد سعة المتسعة مقياسا لمقدار الشحنة اللازم وضعها في اي من صفيحتيها لتوليد فرق جهد كهربائي معين بينهما ، والمتسعة ذات السعة الاكبر يعني انها تستوعب شحنة بمقدار اكبر .

العازل الكهربائي Dielectric

كما عرفت من دراستك السابقة هناك مواد عدة مثل الورق المشمع، اللدائن (البلاستيك)، الزجاج. فضلا عن كونها مواد غير موصلة للكهربائية (عازلة) في الظروف الاعتيادية ، فهي تعمل على تغير مقدار المجال الكهربائي الموضوعة فيه لذا تسمى بالمواد العازلة الكهربائية.

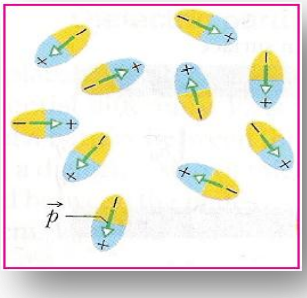
العوازل الكهربائية:- هي مواد غير موصلة للكهربائية (عازلة) في الظروف الاعتيادية ، فهي تعمل على تغير مقدار المجال الكهربائي الموضوعة فيه لذا تسمى بالمواد العازلة الكهربائية.

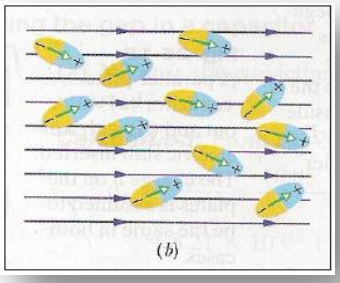
تصنف المواد العازلة كهربائياً الى نوعين:

النوع الاول: العوازل القطبية: مثل الماء النقي

س/ ماذا يحصل عند ادخال هذا النوع من العازل (الماء النقي) بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر؟

الجواب/ عند ادخال هذا النوع من العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر فأن المجال الكهربائي بين صفيحتيها سوف يؤثر على الدايبولات ويجعل معظمها تصطف بموازاة المجال ونتيجة لذلك يتولد مجال كهربائي داخل العازل يكون اتجاهه معاكسا لاتجاه المجال الخارجي واقل منه مقدارا وبالنتيجة يقل المقدار المحصل للمجال الخارجي .

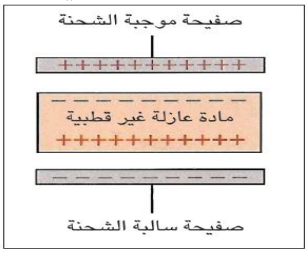


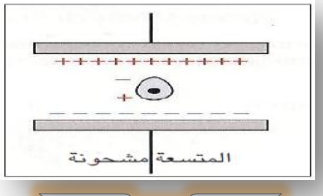


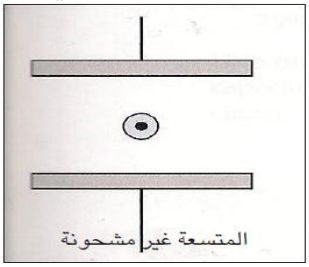
النوع الثاني :العوازل الغير قطبية : مثل الزجاج والبولي ثيلين.

س/ ماذا يحصل عند ادخال هذا النوع من العازل(مثل الزجاج) بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر؟

الجواب/ عند ادخال هذا النوع من العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة سيعمل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة ازاحة ضئيلة وهذا يعني انها تكتسب وبصورة مؤقتة عزوما كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي وبهذا يتحول الجزئي الى دايبول كهربائي ويصطف باتجاه المجال الكهربائي الخارجي وبالنتيجة تظهر شحنة سطحية على وجه الصفيحة السالبة للمتسعة في حين تظهر شحنة سطحية سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة عندئذ يتولد مجال كهربائي اخر داخل العازل يكون معاكسا بالاتجاه للمجال الخارجي واقل منه مقدارا وبالنتيجة يقل المقدار المحصل للمجال الخارجي .







في كلا نوعي العازل يعطى المجال الكهربائي المحصل بالعلاقة الاتية : $E_d = E - E_K$
ويقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة بنسبة ثابت العزل (K) اي ان: $E_k = E/k$
وان المجال الكهربائي يتناسب طرديا مع فرق الجهد فكلما قل المجال قل بذلك فرق الجهد بنسبة ثابت العزل (K) اي ان :

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

س/ ما هي العلاقة بين المجال الكهربائي وفرق الجهد؟
الجواب/ هي علاقة طردية بحيث اذا قل المجال الكهربائي يقل بذلك فرق الجهد وحسب العلاقة:

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

ووجد ان البعد بين الصفيحتين يتناسب طرديا مع فرق الجهد وعكسيا مع المجال الكهربائي.
س/علل/ يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها؟
الجواب/ بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) يعاكس بالأتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة E فيكون المجال المحصل $E_K = E - E_d$ فيقل بنسبة ثابت العزل للمادة $E_K = \frac{E}{K}$.

ثابت العزل :
(K) هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل الى سعة المتسعة بوجود الفراغ او الهواء وقانونه

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

حيث ان C_K: سعة المتسعة بوجود العازل .
C : سعة المتسعة بوجود الفراغ او الهواء.
س / ما الفرق بين العوازل القطبية والعوازل الغير قطبية ؟
الجواب/

العوازل القطبية	العوازل غير القطبية
1-مثل الماء النقي	1-مثل الزجاج والبولي ثيلين
2-تمتلك جزيئاته عزوما كهربائية ثنائية القطب دائمية	2-تكتسب جزيئاته عزوما كهربائية ثنائية القطب مؤقتة
3-يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابت (للجزيئة الواحدة)	3-يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غير ثابت (للجزيئة الواحدة)

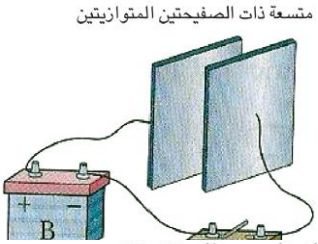
نشاط :

يبين تأثير ادخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة مفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي وما تأثيره في سعة المتسعة :

ادوات النشاط :

متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (الهواء عازل بينهما) غير مشحونة ، بطارية فولطيتها مناسبة ، جهاز فولطميتر اسلاك توصيل ، لوح من مادة عازلة كهربائيا ثابت عزله (K) .

خطوات النشاط :



1- نربط احد قطبي البطارية بالصفيحة الاولى ثم نربط القطب الاخر بالصفيحة الثانية وتنشحن احدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة والاخرى بالشحنة السالبة ، ثم نفصل البطارية عن الصفيحتين .

2- نربط الفولطيمتر بين طرفي المتسعة (الصفيحتين) نلاحظ انحراف

المؤشر وهذا يعني تولد فرق جهد (ΔV) بين طرفي المتسعة (بين الصفيحتين) .

3-ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة نلاحظ نقصان في قراءة الفولطميتر.

الاستنتاج : نستنتج من ذلك انه عند ادخال عازل بين صفيحتي متسعة مشحونة يتسبب من انقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل (K) وحسب $\Delta V_K = \Delta V/K$ ونتيجة لنقصان فرق الجهد بين الصفيحتين تزداد سعة المتسعة طبقا للمعادلة $C= Q/\Delta V$ بثبوت مقدار الشحنة

اي ان سعة المتسعة بوجود العازل تزداد بالعامل فتكون : $C_k = kC$

س / يحدد اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل عنده المتسعة ؟

الجواب / وذلك بسبب انه في حالة الاستمرار في زيادة مقدار فرق الجهد المسلط بين الصفيحتين يتسبب ذلك في ازدياد مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين وعند ذلك يحصل انهيار كهربائي للعازل نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلال العازل عندئذ تتفرغ المتسعة من شحنتها وهذا يعني تلف المتسعة .

قوة العازل الكهربائي :

هي اقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله تلك المادة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها وتعد قوة العزل لمادة بانها مقياس لقابليتها في الصمود امام فرق الجهد الكهربائي المسلط عليها .

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

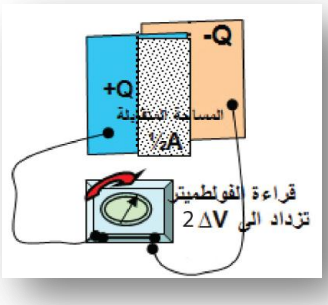
الجواب/ عند ادخال هذا النوع من العازل بين صفيحتي متسعة مشحونة سيعمل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة ازاحة ضئيلة

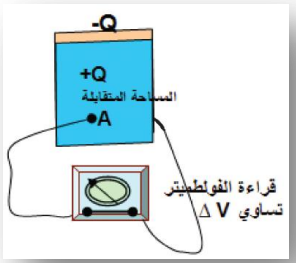
وهذا يعني انها تكتسب وبصورة مؤقتة عزوما كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث الكهربائي وبهذا يتحول الجزئي الى دايبول كهربائي ويصطف باتجاه المجال الكهربائي الخارجي وبالنتيجة يظهر مجال كهربائي اخر داخل العازل معاكس بالاتجاه للمجال الخارجي.

العوامل المؤثرة في مقدار سعة المتسعة

1- المساحة السطحية (A) للالواح المتقابلة :

تزداد سعة المتسعة بزيادة المساحة السطحية للألواح المتقابلة وبالعكس فلو وضعنا متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية بين طرفي فولطميتر سنلاحظ قراءة الفولطميتر عند تدريجة معينة ولو زدنا المساحة السطحية للألواح المتقابلة وربطنا المتسعة مرة اخرى بين طرفي الفولطميتر سنلاحظ ان قراءته سوف تقل وهذا يدل على ان فرق جهد المتسعة يقل عند زيادة المساحة السطحية لها وبهذا تزداد سعة المتسعة حسب القانون $\{C = Q / \Delta V\}$ بثبوت الشحنة .

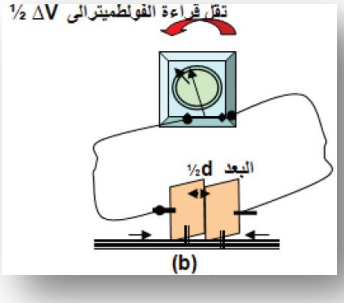


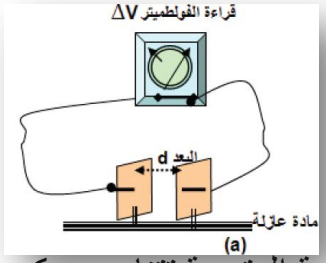


نستنتج من هذا ان سعة المتسعة تتناسب طرديا مع المساحة السطحية للألواح المتقابلة اي انه عند زيادة المساحة (A) تزداد سعة المتسعة (C) حسب $C \propto A$.

2- البعد بين الصفيحتين المتوازيتين (d) :

تزداد سعة المتسعة عندما يقل البعد (d) بين الصفيحتين فعند ربط متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية بين طرفي فولطميتر نلاحظ ان المؤشر سوف يقف عند تدريجه معينة وعندما نقلل البعد بين الصفيحتين الى نصف ما كان عليه اي $(\frac{1}{2}d)$ نلاحظ ان قراءة الفولطميتر سوف تقل الى النصف ايضا $(\frac{1}{2}\Delta V)$ وهذا يعني عندما يقل البعد بين الصفيحتين يقل فرق الجهد بينهما ايضا وبذلك تزداد سعة المتسعة حسب $C = \frac{Q}{\Delta V}$ بثبوت كمية الشحنة (Q) .





نستنتج من ذلك ان سعة المتسعة تتناسب عكسيا مع البعد بين الصفيحتين فكلما قل البعد بين الصفيحتين تزداد بذلك سعة المتسعة اي ان $C \propto \frac{1}{d}$ والعكس هو الصحيح.