# الرائد

المستوى

٣

في

## الفيزياء

فيزياء الذرة

التيار الكهربائي

للتوجيهي

العلمي والصناعي

فيزياء الكم

المجال المغناطيسي

الحث

## فصل الكهرباء السكونية


إعداد الأستاذ

رائد الحياري

للتواصل على الفيسبوك ( الفيزياء مع الاستاذ رائد الحياري )

٠٧٧٦١٩٠٧٠٩

## مقدمة تاريخية:

- في عام١٧٥٢ أجرى بنيامين فرانكلين تجربة الطائرة الورقية وتوصل من خلالها انه يمكن الحصول على شرارة من غيمة .
- عرف الاغريق قديما انه يمكن لحجر العنبر ( الكهرمان ) جذب أجزاء القش عند دلكه بالفرو .
- أول من فسر ذلك هو العالم وليم غلبرت إذ اعتقد ان بعض المواد تمتلئ بالكهرباء كما يملأ الماء الكوب ومن هنا أتى مصطلح " الشحنة "
- اقترح الفيزيائي الفرنسي شارل دوفاي وجود نوعين من الشحنات
- سمى العالم الامريكي بنيامين فرانكلين الشحنات بنوعيها ( السالبة ، الموجبة )
- اكتشف جوزيف طومسون الالكترون عام ١٨٩٧
- في عام ١٩٠٩ اجرى روبرت ميليكان تجربة قطرة الزيت وتمكن من خلالها حساب شحنة الالكترون .
- سميت شحنة الالكترون بالشحنة الاساسية = ١,٦×١٠$^{-١٩}$كولوم

- س : سميت شحنة الالكترون بالشحنة الأساسية ، علل؟

لأن شحنة الالكترون أصغر شحنة حرة في الطبيعة .

❖ س : ما أنواع الشحنات الكهربائية ؟

١- الشحنة الموجبة : تظهر على الأجسام عندما تفقد عددا من الالكترونات .
٢- الشحنة السالبة :تظهر على الأجسام عندما تكتسب عددا من الالكترونات .

❖ س : ما المقصود بأن الشحنة مكممة؟( مبدأ تكميم الشحنة) شحنة أي جسم يجب ان تساوي عدد صحيح من مضاعفات شحنة الالكترون .

❖ س : متى يقال عن ذرة بأنها متعادلة ؟
عندما يكون عدد الالكترونات ( الشحنات السالبة ) يساوي عدد البروتونات ( الشحنات الموجبة ) .

❖ س : ما هي طرق الشحن ؟؟
١- الشحن بالدلك ( شحنتين متماثلتين مقدارا ومختلفتين نوعا ، الحرير والزجاج ، المطاط و الصوف )
٢- الشحن بالحث او التأثير ( شحنتين مختلفتين نوعا )
٣- الشحن بالتوصيل ( شحنتين متشابهتين نوعا )

❖ س : ما هي أنواع المواد حسب توصيل الكهرباء ؟
١- موصلة : التي تسمح للشحنات بالحركة خلالها مثل الفلزات والمحاليل الكهرلية .
٢- عازلة : التي لا تسمح للشحنات بالحركة خلالها مثل اللافلزات والمحاليل اللاكهرلية .
٣- شبه الموصلة : التي تسمح للشحنات بالحركة خلالها تحت ظروف معينة مثل السيليكون والجرمانيوم .

س : ما المقصود قانون حفظ الشحنة ؟

في أي نظام معزول يكون المجموع الكلي للشحنة ثابتا أثناء عملية الشحن .

أي أن :

عدد الالكترونات التي يفقدها جسم يكتسبها جسم آخر .

### الشحنة الكهربائية

$ش_{جسم} = ن \times ش_{e}$ ( تكميم الشحنة )

حيث :

ن : عدد صحيح

$\Sigma ش_{قبل} = \Sigma ش_{بعد}$ ( حفظ الشحنة )

**مثال ١**

ما شحنة جسم اكتسب ٥٠٠ إلكترون ؟

**مثال ٢**

هل يمكن لجسم أن يحمل شحنة مقدارها

( ٤,٨ × ١٠ $^{-١٨}$ ) كولوم ؟

**مثال ٣**

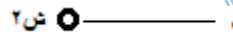
جسم شحنته ( - ٣,٢ ميكروكولوم ) ما عدد الالكترونات التي سيكتسبها لتصبح شحنته ( -٦,٤ ميكروكولوم ) .

# قانون كولوم :

❖ س : أذكر نص قانون كولوم ؟؟
" تتناسب القوة المتبادلة بين شحنتين تناسبا طرديا مع حاصل ضربهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما م ٢ "

❖ س : ما اسم الجهاز الذي استخدمه كولوم لإثبات قانونه ؟
ميزان اللي

❖ الشحنات المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب .
❖ الشحنة النقطية : هي الشحنة التي تكون ابعادها صغيرة جدا مقارنة بالمسافات بينها .
❖ الكولوم : شحنة جسم إذا وضع بالقرب من جسم آخر له نفس الشحنة على مسافة ١ متر في الهواء كانت القوة المتبادلة بينهما
٩ × ١٠ ٩ نيوتن .
❖ السماحية الكهربائية : مقدار يعبر عن سماح الوسط للشحنات بالحركة خلاله وتكون السماحية كبيرة جدا وتقترب من المالانهاية للمواد الموصلة وتكون صغيرة جدا وتقترب من الصفر للمواد العازلة .




القوة المتبادلة بين شحنتين = $ق_{٢١}$ = ثابت × $\frac{\text{الشحنة الأولى} \times \text{الشحنة الثانية}}{\text{مربع المسافة بينهما}}$ ( قانون كولوم ) ( كما يمكن استخدام العلاقة كذلك للموصلات الكروية).

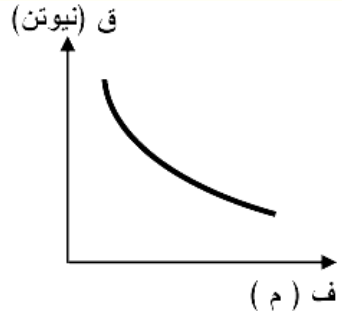
الثابت = أ = $\frac{١}{\epsilon \pi ٤}$

في حال كان الوسط بين الشحنتين هو الهواء تكون :
$\epsilon$ = $\epsilon_{.}$ = ٨,٨٥ × ١٠ $^{-١٢}$ كولوم ٢ / نيوتن.م ٢ وعليه تكون قيمة ( أ = ٩×١٠ ٩ نيوتن . م ٢ / كولوم ٢ )

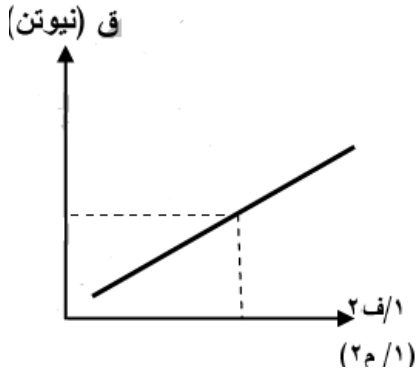
$ق_{٢١} = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش_{١} ش_{٢}}{ف^{٢}}$

## ملاحظات على قانون كولوم :

❖ الثابت ( أ ) يسمى ثابت كولوم
❖ القوة الكهربائية كمية متجهة ( أي يجب حساب قيمتها واتجاهها )
❖ تقاس القوة بوحدة النيوتن
❖ الإشارة السالبة للشحنة لا تعوض في قانون كولوم فهي فقط لتحديد اتجاه القوة
❖ إذا كانت الشحنات متشابهة كانت القوة تنافر وإذا اختلفت نوعا كانت تجاذب
❖ إذا أثرت فى شحنة مجموعة من القوى ؛ يجب حساب المحصلة لجميع القوى ومن ثم إيجاد اتجاه المحصلة .
❖ $ق_{٢١} = -ق_{١٢}$ أي أن القوة المؤثرة من الشحنة ( ١ ) على الشحنة ( ٢ ) تساوي القوة المؤثرة من الشحنة ( ٢ ) على ( ١ ) ولكن تعاكسها بالاتجاه ( لذلك سميت القوة المتبادلة )
❖ السماحية الكهربائية لأي وسط هي أكبر من سماحية الهواء .
❖ **العوامل المؤثرة في القوة المتبادلة بين شحنتين :**
١- مقدار كل من الشحنتين ( طرديا )
٢- مربع المسافة بينم الشحنتين ( عكسيا )
٣- نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين




✓ الرسم المجاور يمثل العلاقة بين القوة المتبادلة بين شحنتين والمسافة بينهما .




✓ الرسم المجاور يمثل العلاقة بين القوة ومقلوب مربع المسافة .

أ- العلاقة خطية طردية .

ب- ميل الخط المستقيم ( الميل = $\frac{\Delta \text{ ص}}{\Delta \text{ س}}$ )

الميل = أ ش١ش٢

كذلك : الميل = ق ف$^{٢}$

## ❖ قوانين التربيع العكسي :

هي القوانين التي تتناسب فيها الكمية الفيزيائية تناسبا عكسيا مع مربع المسافة ومن الأمثلة عليها :

١- قانون كولوم

٢- قانون الجذب الكتلي ( ق = ج $\frac{ك_{١} ك_{٢}}{ف^{٢}}$ ) ، حيث ( ج ) ثابت الجذب العام = ٦,٧ × ١٠ $^{-١١}$ نيوتن.م$^{٢}$ / كغم $^{٢}$

❖ س : قارن بين قوة الجذب والقوة الكهربائية ؟؟

| قوة الجذب | تعتمد على كتلة الجسمين | صغيرة جدا | قوة تجاذب دائما | تعتمد على مربع المسافة |
|---|---|---|---|---|
| القوة الكهربائية | تعتمد على شحنة الجسمين | أكبر بكثير من قوة الجذب | تجاذب وتنافر | تعتمد على مربع المسافة |

❖ س : علل : تهمل قوة الجذب الكتلي عند حساب القوة المتبادلة بين الجسيمات الذرية المشحونة كالبروتونات والالكترونات .

لأن قوة الجذب صغيرة جدا مقارنة بالقوة الكهربائية التي تبلغ حوالي ١٠$^{٣٩}$ ضعفا من قوة الجذب .

## أسئلة على قانون كولوم:

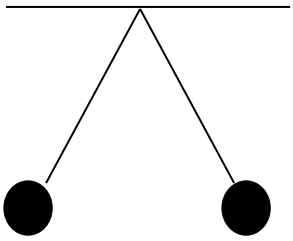
✓ س١ : شحنتان نقطيتان الاولى ( - ش١ ) والثانية ( ٤ ش١ ) والمسافة بينهما ٦ سم إذا كانت القوة المتبادلة بينهما تساوي ٤ ×١٠$^{-٥}$ نيوتن ، احسب مقدار كل من الشحنتين ؟

الاولى = - ٢ نانو كولوم

الثانية = ٨ نانو كولوم

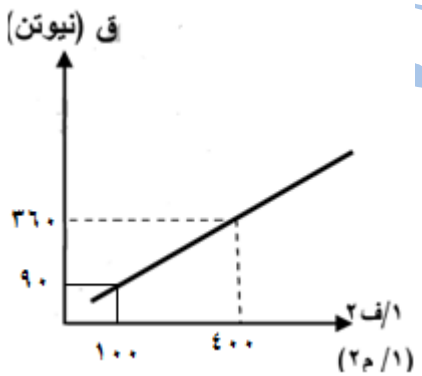
✓ **س٢ : شحنتان نقطيتان الأولى ٥ ميكرو كولوم والثانية ٦ نانو كولوم موضوعتان في الهواء على مسافة مقدارها ٣سم أحسب القوة المؤثرة في كل منهما ؟**

✓ **س٣ : كرتان مشحونتان بشحنتين متماثلتين نوعا ومقدارا وزن كل منهما ( $\sqrt{٣} \times ١٠^{-٥}$ ) نيوتن علقتا بخيطين طول كل منهما ( ٦ سم ) كما في الشكل فتنافرتا حتى أصبحت الزاوية بينهما ٦٠ ° احسب شحنة كل منهما ؟؟؟**



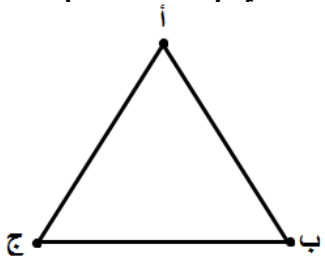
✓ **س٤ : ( ٢٠١٥ ص) يمثل الشكل المجاور العلاقة البيانية بين القوة المتبادلة لشحنتين كهربائيتين نقطيتين متساويتين ومقلوب مربع المسافة ، الوسط بينهما الهواء ، احسب ما يلي :**

**١- مقدار كل من الشحنتين .**

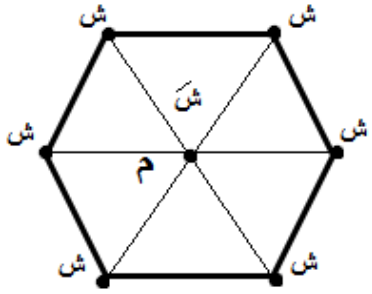



✓ **س٥ : شحنتان نقطيتان (ش ١ ، ش ٢) تقعان على استقامة واحدة ، المسافة بينهما(ف= ١م) ، إذا علمت أن : ش٢=٦ ميكرو كولوم ، ش١ = ٣ميكروكولوم ، فأين يجب وضع شحنة ثالثة (ش٣= ١ ميكرو كولوم) على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين ، بحيث تكون القوة المحصلة عليها تساوي صفراً**

✓ س٦ : أ ب ج مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه ١٠ سم وضعت على رؤوسه ثلاث شحنات نقطية ( -٥ ، ٤ ، ٢ ) ميكروكولوم على الترتيب ، احسب القوة المؤثرة في الشحنة الموضوعة عند ( ج ) .




✓ س٧: في الشكل المجاور احسب القوة المؤثرة في الشحنة الموضوعة عند النقطة ( م ) التي تمثل مركز المضلع ( ف = نق ) ، كم تصبح القوة عند إزالة أحد الشحنات ؟؟




✓ س٨ : شحنتان نقطيتان الأولى أربعة أضعاف الثانية و القوة المتبادلة بينهما ٥,٤ × ١٠ ٢ نيوتن عندما كانت المسافة بينهما ( ٢ سم ) احسب مقدار كل من الشحنتين ؟؟

✓ س٩: شحنتان تتبادلان قوة كهربائية مقدارها ( ١٠٠ ) نيوتن ، كم يصبح مقدار القوة المتبادلة بينهما عندما :
١- تصبح المسافة ربع ما كانت عليه ٢- استبدال الوسط بوسط آخر سماحيته ( ٣ ε. )

## المجال الكهربائي.

- من وضع مفهوم المجال الكهربائي هو العالم مايكل فارادي .
- المجال الكهربائي هو تأثير ( فعل ) عن بعد .
- **المجال الكهربائي** : الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي إذا وضعت فيه شحنة أخرى تأثرت بقوة أو هو القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار موضوعة في نقطة ما مقسوما على مقدار شحنة الاختبار .
- المجال الكهربائي كمية متجهة . ( يجب حسابه مقدارا واتجاها )
- لا تعوض الإشارة السالبة للشحنة في القانون .
- يقاس المجال الكهربائي بوحدة ( نيوتن /كولوم )

يعطى المجال بالعلاقة التالية :

$$م = \frac{ق}{ش.}$$ ، حيث ( ش. ) شحنة اختبار صغيرة موجبة

$$م = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{ش_{مؤثرة}}{ف^{٢}}$$ ( في حال كان الوسط المحيط بالشحنة هو الهواء )

- يتم حساب المجال الكهربائي عند نقطة .
- **سؤال :** علل : شحنة الاختبار شحنة صغيرة جدا .
حتى لا تحدث تغييرا في مجال الشحنة الاصلية المراد حسابه

- شحنة الاختبار : شحنة افتراضية صغيرة موجبة توضع في النقطة المراد حساب المجال عندها .
- لتحديد اتجاه المجال عند نقطة توضع عندها شحنة اختبار افتراضية موجبة .
- عند التأثير في نقطة بأكثر من مجال يتم حساب محصلة المجالات عند تلك النقطة .
- اتجاه المجال يكون باتجاه حركة شحنة الاختبار ( الشحنة الموجبة تتحرك مع المجال والسالبة عكس المجال )

## نقاط التعادل :

**هي النقاط التي يكون عندها المجال الكهربائي المحصل يساوي صفر .**

**حالات نقاط التعادل :**

١- إذا كانت الشحنتان متساويتين مقدارا :
أ- في حال تشابهت الشحنات نوعا تكون نقطة التعادل في منتصف المسافة بينهما .
ب- في حال اختلفت الشحنات نوعا لا توجد نقطة تعادل .

٢- إذا كانت الشحنتان مختلفتين مقدارا :
أ- في حال تشابهت الشحنات نوعا تكون نقطة التعادل بينهما وأقرب للأصغر .
ب- في حال اختلفت الشحنات نوعا تكون نقطة التعادل خارجهما وأقرب للأصغر .

$$\Sigma م = صفر$$

✓ **س : ما العوامل المؤثرة في المجال الكهربائي لشحنة نقطية ؟؟**

١- نوع الوسط ( $\epsilon\pi 4\pi$ )
٢- مقدار الشحنة المؤثرة ( طرديا )
٣- مربع المسافة ( عكسيا )

- الأجسام غير المشحونة لا تتاثر بالمجال الكهربائي .
- إذا وضع جسم مشحون في مجال كهربائي فإنه يكتسب تسارعا بفعل القوة الكهربائية .
- إذا تحرك جسيم مشحون باتجاه موازي لخطوط المجال سيبقى متحركا بنفس الاتجاه .
- إذا تحرك جسيم مشحون باتجاه يصنع زاوية مع خطوط المجال فإن اتجاهه سيتغير مع بقاء مركبة السرعة العمودية على خطوط المجال ثابتة .

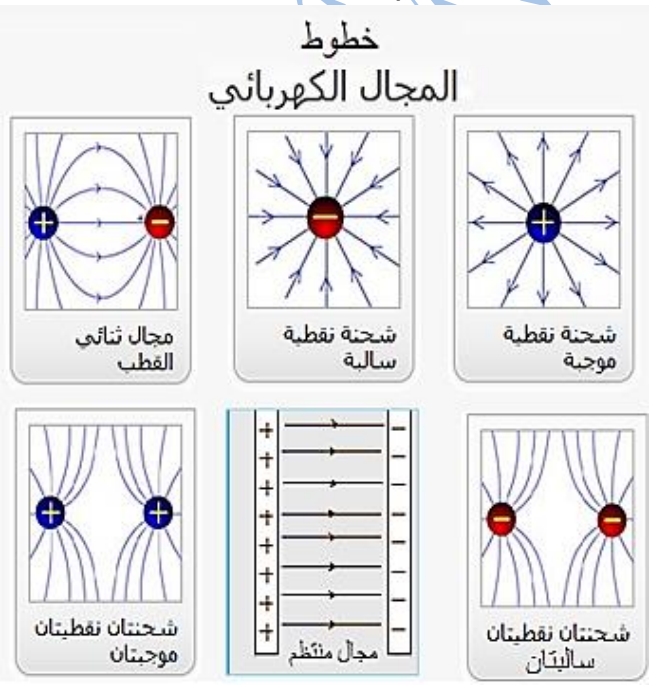
## خطوط المجال الكهربائي

المسارات التي تسلكها شحنات الاختبار الموجبة حرة الحركة الموضوعة في مجال شحنة معينة .

## خصائص خطوط المجال الكهربائي :

١- خطوط وهمية اتجاهها يعبر عن اتجاه المجال الكهربائي .
٢- لا تتقاطع ؛ لأنها لو تقاطعت لكان هناك أكثر من اتجاه للمجال عند نقطة التقاطع .
٣- تبدو خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة .
٤- اتجاه المجال عند اي نقطة هو اتجاه المماس عند تلك النقطة .
٥- كثافتها تدل على شدة المجال وبالتالي كثافتها تتناسب طرديا مع المجال الكهربائي وكلما كانت النقطة أقرب للشحنة كان المجال الكهربائي أكبر .
٦- يتناسب عدد الخطوط طرديا مع مقدار الشحنة الكهربائية .
٧- عندما تكون متوازية فالمجال الكهربائي منتظم ( وهو المجال الثابت مقدارا واتجاها )

✓ **المجال الكهربائي للشحنات النقطية مجال غير منتظم .**




## أنواع المجال الكهربائي :

١- **المجال الكهربائي الغير منتظم :**

وفيه تكون الخطوط غير متوازية ويكون :

أ- غير ثابت مقدارا عند نقاط مختلفة تقع في منطقة تاثيره
ب- غير ثابت اتجاها .

وينشأ بالعادة عن الشحنات النقطية .

٢- **المجال المنتظم :**

تكون فيه الخطوط متوازية
أ- ثابت مقدارا أي أن جميع النقاط في منطقة تأثيره لها نفس قيمة المجال
ب- ثابت اتجاها ، وينشأ بين لوحين مشحونين متوازيين

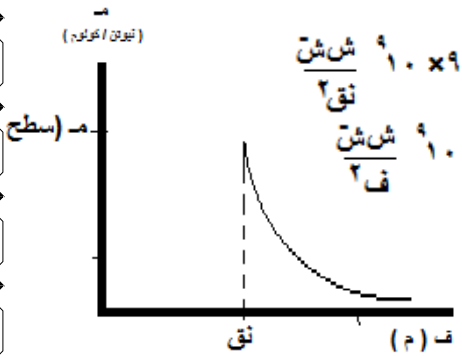
## ❖ القوة و المجال الكهربائي الناتج عن موصل كروي مشحون .

المجال داخل الموصل يساوي صفر ( علل ) ؛ بما أن الشحنات تتوزع على الأسطح الخارجية للموصلات إذا الشحنة داخله تساوي صفر وبالتالي المجال يساوي صفر .

حيث :

مـ ( سطح الموصل ) = $٩\times١٠^{٩}\ \frac{ش}{نق^{٢}}$ ، ق ( شحنة على سطح الموصل )= $٩\times١٠^{٩}\ \frac{ش\ش_{ن}}{نق^{٢}}$

مـ ( أي نقطة خارج الموصل ) = $٩\times١٠^{٩}\ \frac{ش}{ف^{٢}}$ ، ق(نقطة خارج الموصل )= $٩\times١٠^{٩}\ \frac{ش\ش_{ن}}{ف^{٢}}$

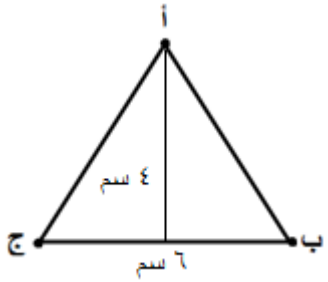



## أسئلة على المجال الكهربائي

✓ س١: مثلث ( أ ب ج ) كما في الشكل وضعت شحنتان متماثلتان مقدارا ومختلفتان نوعا في ( ب ج ) فإذا كان مقدار كل منهما (٣) نانوكولوم بالاعتماد على الشكل احسب :

١- المجال المؤثر في النقطة أ

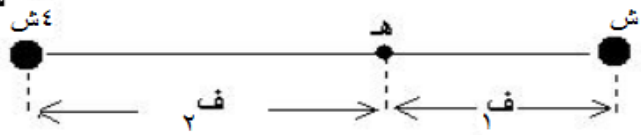
٢- القوة المؤثرة في شحنة ( -١ ) بيكو كولوم وضعت في تلك النقطة .




✓ س٢: أثبت أن المجال الكهربائي لا يعتمد على الشحنة الموضوعة فيه (ش.) بل يعتمد على الشحنة المسببة له .

✓ **س٣ : يقاس مجال كهربائي عند نقطة ما ، بوضع شحنة اختبار موجبة صغيرة في تلك النقطة . إذا كانت شحنة الاختبار ٢ نانو كولوم وتعاني قوة كهربائية : ق= ١,٦ نيوتن ، ٣٠ ° ، فما المجال الكهربائي في موضع شحنة الاختبار ؟**

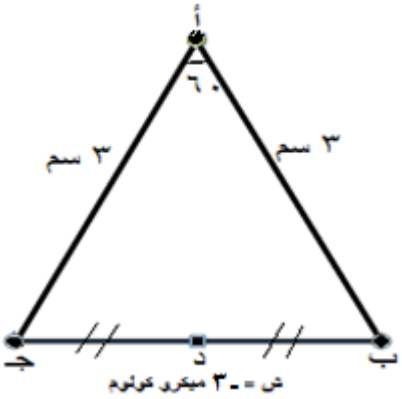
✓ **س٤: في الشكل المجاور إذا كانت النقطة هـ تمثل نقطة تعادل فاحسب النسبة بين $\frac{ف_١}{ف_٢}$ ؟؟**




✓ **س٥: شحنتان نقطيتان ( ٢ ميكروكولوم و ١٨ ميكروكولوم ) وضعتا على بعد ١٠ سم من بعضهما أوجد نقطة انعدام المجال لهما في كل من الحالتين التاليتين :**

**أ- إذا كانت الشحنتان موجبتان ب- إذا كانت إحدى الشحنتين موجبة والاخرى سالبة**

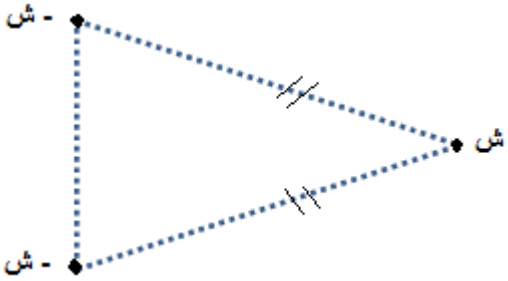
✓ **س٦ : في الشكل المجاور إذا كانت النقطة ( أ ) هي نقطة تعادل حدد الشحنة عند كل من النقطتين ( ب ) و ( ج ) علما بانهما متساويتان ؟**



✓ س٧ : شحنتان نقطيتان ( ١) نانوكولوم ،(-٤ ) نانوكولوم موضوعتان في الهواء على مسافة ١٢ سم من بعضهما البعض أحسب :

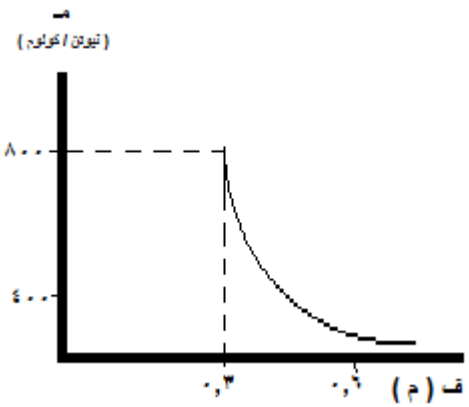
١- المجال الكهربائي عند نقطة تقع في منتصف المسافة بينهما
٢- القوة المؤثرة في شحنة مقدارها ( -١ ) بيكوكولوم وضعت في منتصف المسافة بينهما
٣- موضع نقطة التعادل لهما

✓ س٨ :وضعت كرة صغيرة جدا مشحونة بشحنة موجبة (شحنة اختبار ) بالقرب من شحنتين سالبتين ثابتتين كما في الشكل صف حركة الكرة ؟




✓ س٩ : الشكل المجاور يبين العلاقة بين المجال الكهربائي لموصل مشحون و البعد عن مركزه من الرسم احسب :

١- نصف قطر الموصل
٢- شحنة الموصل
٣- عدد الالكترونات اللازم ليتعادل الموصل كهربائيا .



## حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم :

❖ عند حركة جسيم مشحون بشحنة كهربائية في مجال كهربائي فإنه يتأثر بقوة كهربائية مقدارها = مـ ش

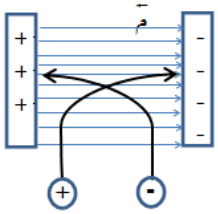
وبما أن القوة الكهربائية ثابتة - لأن المجال منتظم - إذا سيتحرك الجسيم بتسارع ثابت ويمكن استخدام قانون نيوتن الثاني لحساب التسارع حيث

ق = ك ت إذا $ت = \frac{مـ ش}{ك}$

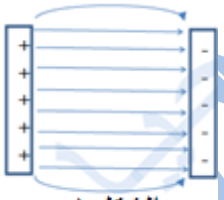
وبما أن التسارع ثابت يمكن استخدام معادلات الحركة بتسارع ثابت .

١) $ع_ف = ع_ا + ت ز$
٢) $ف = ع_ا ز + \frac{1}{2} ت ز^2$
٣) $ع_ف^2 = ع_ا^2 + 2 ت ف$

❖ لا بد من الانتباه أن الشحنة السالبة تتحرك عكس اتجاه المجال بينما تتحرك الشحنة الموجبة مع المجال .
❖ إذا تحرك جسيم مشحون في مجال منتظم باتجاه موازي لخطوط المجال فإنه لن ينحرف عن مساره وسيبقى متحركا في نفس الاتجاه (مع ملاحظة اتجاه القوة المؤثرة فيه ) .
❖ إذا تحرك جسيم مشحون باتجاه يصنع زاوية مع خطوط المجال فانه سيغير اتجاهه وسرعته الموازية لخطوط المجال مع بقاء المركبة العمودية للسرعة على خطوط المجال ثابتة .
❖ من خلال المركبة الثابتة للسرعة يمكن حساب الزمن المستغرق أو السرعة او المسافة باستخدام العلاقة ؛ ع ز = ل
حيث ( ع : مركبة السرعة الثابتة ) ، ( ز: الزمن الذي يقضيه الجسيم داخل المجال ) ، ( ل : المسافة التي يقطعها الجسيم داخل المجال باتجاه مركبة السرعة الثابتة )



❖ يمكن الحصول على مجال منتظم في الحيز الفاصل بين لوحين فلزيين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين مقدارا و متعاكستين بالإشارة
❖ المجال عند طرفي اللوحين يكون غير منتظم فيشار اليه بخطوط منحنية (الشكل ١)

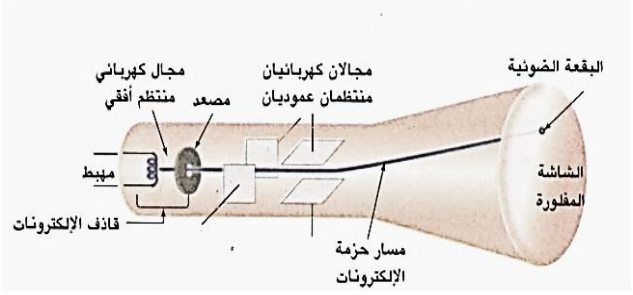


الشكل ١

## تطبيقات على المجال المنتظم :

❖ من أهم التطبيقات على المجال المنتظم أنبوب أشعة المهبط
❖ استخداماته ١- شاشات الحاسوب ٢- جهاز راسم الذبذبات
❖ ما وظيفة كل من الأجزاء التالية ؟؟
١- قاذف الالكترونات : إطلاق حزمة من الالكترونات
٢- المهبط ( الفتيل الملتهب ) : بعث الالكترونات
٣- المجال المنتظم الأفقي : تسريع الالكترونات
٤- المصعد المثقوب : بعث الالكترونات على شكل حزمة
٥- المجالان الكهربائيان المنتظمان العموديان : توجيه حزمة الالكترونات
٦- الشاشة المفلورة : إظهار مكان سقوط حزمة الالكترونات .

❖ ما أجزاء قاذف الالكترونات ؟
١- المهبط ٢- مجال منتظم افقي ٣- مصعد مثقوب



## أسئلة على حركة جسيم مشحون في مجال منتظم :

❖ س١: جسم كتلته (١) غم يحمل شحنة سالبة مقدارها (١٠)ميكرو كولوم ، تحرك من السكون بتأثير مجال كهربائي منتظم مقداره (١×١٠ $^{٥}$ ) نيوتن /كولوم مسافة ٢٠ سم احسب:

١- القوة التي يؤثر بها المجال بالجسم

٢- سرعة الجسم النهائية

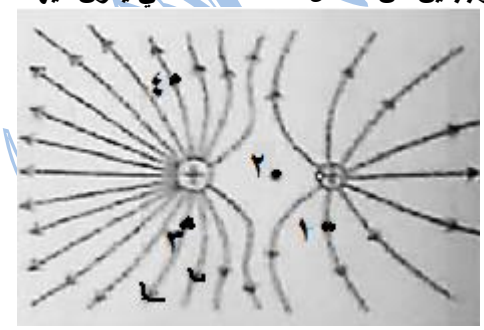
٣- الشغل الذي بذله الجسم، أين يذهب هذا الشغل ؟ ( في تزويد الجسيم بطاقة حركية وبالتالي زيادة سرعته )



❖ س٢ : تحرك الكترون من السكون في مجال كهربائي منتظم مقداره (٤×١٠ $^{٣}$ نيوتن / كولوم) بالاتجاه الافقي بإهمال قوة الجاذبية احسب سرعة الالكترون بعد قطعه مسافة مقدارها ( ١٠ملم ) .

❖ س٣ : تحرك جسيم مشحون شحنته (٢×١٠ $^{-٤}$ ) وكتلته (٤×١٠ $^{-١٢}$ ) كغم من السكون من اللوح الموجب الى اللوح السالب في مجال منتظم اذا كانت المسافة بين اللوحين ( ١٠ ملم ) وسرعة وصول الجسيم الى اللوح السالب ( ٤ × ١٠ $^{٤}$ )م/ث احسب القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم اثناء حركته .

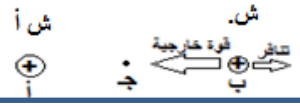
✓ س٤ :الشكل المجاور يبين خطوط المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين موجبتين من الشكل حدد النقطة التي يكون فيها المجال اكبر ما يمكن مع التعليل مبينا كيف يمكن تحديد اتجاهه ؟؟



## الجهد الكهربائي :

*توضيح:*

❖ في الشكل المجاور ستتأثر الشحنة ( ب ) بقوة تنافر ناتجة عن الشحنة ( أ ) وعند التأثير عليها بقوة خارجية تساوي قوة التنافر فإنها ستتحرك بسرعة ثابتة الى النقطة ( جـ ) فتبذل القوة الخارجية شغلا في نقل الشحنة من موضعها عند ( ب ) الى ( جـ ) يخزن على شكل طاقة وضع كهربائية في النظام ( ش أ – ش ب ) وعند زوال القوة الخارجية فإن الشحنة ستعود الى وضعها الأصلي .




❖ **سؤال :** لماذا ستعود الشحنة الكهربائية الى وضعها الأصلي ؟؟

١- تحول طاقة الوضع المختزنة الى طاقة حركية ٢- قوة التنافر بين الشحنتين

❖ **فرق الجهد الكهربائي:** عبارة عن التغير في طاقة الوضع الكهربائية ($\Delta$ط و )كهربائية لكل وحدة شحنة (ش. )

$$(\Delta \text{ط و})_{\text{كهربائية}} = (\text{ط و})_{\text{جـ}} - (\text{ط و})_{\text{ب}}$$

$$\Delta \text{جـ} = \frac{\Delta \text{ط و}}{\text{ش.}}$$

❖ كما يمكن تعريف فرق الجهد الكهربائي بانه مقدار الشغل المبذول من قبل قوة خارجية في نقل وحدة الشحنات الموجبة من نقطة الى نقطة أخرى بسرعة ثابتة .

$$\text{ش}_{\text{ب} \leftarrow \text{جـ}} = (\Delta \text{ط و})_{\text{كهربائية}}$$

$$\Delta \text{جـ} = \text{جـ}_{\text{جـ ب}} = \text{جـ}_{\text{جـ}} - \text{جـ}_{\text{ب}}$$

❖ حالة خاصة : عندما تكون النقطة ( ب ) بعيدة جدا ( في المالانهاية ∞ ) فإن مجال الشحنة ( أ ) لن يؤثر فيها بقوة كهربائية وبالتالي طاقة الوضع الكهربائية عندها تساوي صفر وكذلك بالنسبة للجهد فتصبح العلاقة :

❖ العلاقة المجاورة تعطي جهد النقطة (جـ)

$$\text{جـ}_{\text{جـ}} = \frac{\text{ط و}_{\text{جـ}}}{\text{ش.}}$$

❖ **يعرف جهد النقطة ( أي نقطة )** : مقدار الشغل المبذول في نقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية الى تلك النقطة بسرعة ثابتة .

### ملاحظات على الجهد الكهربائي

١- عند نقل وحدة الشحنة الموجبة من نقطة الى اخرى تنقل بسرعة ثابتة اي ان الطاقة الحركية لا تتغير ( اي ان القوة الخارجية تساوي القوة الكهربائية وتعاكسها في الاتجاه )

٢- الجهد الكهربائي كمية قياسية ( تعوض الاشارة السالبة للشحنة )

٣- يقاس الجهد في النظام العالمي بوحدة ( جول/كولوم) والتي تسمى ( الفولت )

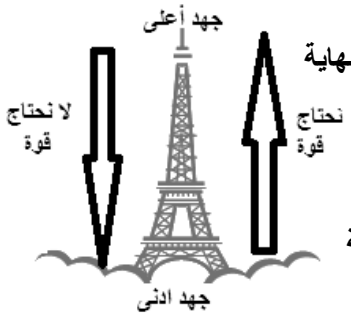
٤- **الفولت** : جهد نقطة يلزم شغل مقداره ١ جول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية الى نقطة ما بسرعة ثابتة .

٥- سميت الوحدة بالفولت نسبة الى العالم كونت فولتا .

٦- خطوط المجال الكهربائي تنتقل من منطقة الجهد المرتفع الى منطقة الجهد المنخفض .
٧- يكون فرق الجهد سالب عند الانتقال من جهد أعلى الى أدنى وبالتالي لا نحتاج قوة خارجية لنقل الشحنة ( الشغل سالب ) ، طاقة الوضع قلت .
٨- يكون فرق الجهد موجب عند الانتقال من جهد أدنى الى أعلى وبالتالي نحتاج قوة خارجية لنقل الشحنة ( الشغل موجب ) ، طاقة الوضع ازدادت .

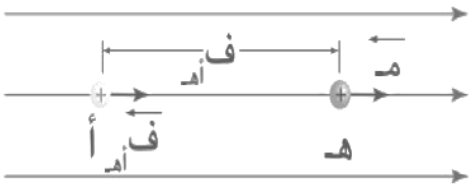
✓ **سؤال :** ما المقصود بان جهد نقطة يساوي ٥ فولت ؟؟
أي انه يلزم شغل مقداره (٥ ) جول بفعل القوة الخارجية لنقل وحدة الشحنة الموجبة من المالانهاية الى تلك النقطة .

✓ **سؤال :** ما المقصود بأنه جهد نقطة ( -٥ ) فولت ؟؟
أي أنه يلزم شغل مقداره ( ٥ ) جول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من النقطة الى المالانهاية




## فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم .

❖ فرق الجهد بين نقطتين في مجال منتظم لا يعتمد على المسار بل على نقطة البداية والنهاية
❖ في الشكل المجاور عند وضع شحنة موجبة في مجال كهربائي منتظم فإنها ستتحرك مع المجال نتيجة تأثرها بقوة كهربائية وعند التأثير عليها بقوة خارجية لتحريكها عكس المجال من النقطة هـ الى النقطة أ فيكون الفرق في طاقة الوضع :




$$(\Delta ط\ و)_{\text{كهربائية}} = (ط\ و)_{أ} - (ط\ و)_{هـ}$$

$$جـ_{أهـ} = جـ_{أ} - جـ_{هـ} = \frac{\Delta ط\ و}{ش}$$

$$\frac{ش\ مـ\ .\ ف}{ش}$$

$$جـ_{أهـ} = مـ\ ف_{أهـ}\ جتا\ \theta_{أهـ}$$

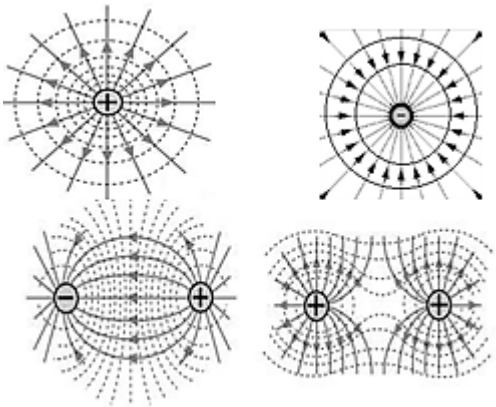
❖ حيث :
١- Θ : الزاوية المحصورة بين خطوط المجال والإزاحة ( ف ) كما يلي:
أ. تكون أقل قيمة لفرق الجهد عندما تكون الإزاحة عمودية على خطوط المجال عندها تكون قيمة ( Δجـ = صفر )
إذا: تكون قيمة جهد ( أ ) = جهد ( هـ )
ب. تكون أكبر قيمة لفرق الجهد عندما تكون الازاحة موازية لخطوط المجال (Θ = صفر او ١٨٠ ) .
٢- ف أهـ = هي الإزاحة من ( أ ) باتجاه ( هـ ) أي عند الانتقال من ( هـ ) الى ( أ ) .
٣- مـ ( المجال الكهربائي بوحدة ( فولت / م )) و يطلق مصطلح ممال الجهد على المجال الكهربائي ، علل ( لأنه يمثل التغير في الجهد لكل وحدة مسافة ( فولت/ م ))

✓ **سؤال :** أثبت أن وحدة ( فولت /م ) تكافئ ( نيوتن/ كولوم ) ؟؟
ق = مـ شـ لكن جـ = ش/ شـ
إذا:
ش = ق ف بالتالي جـ = مـ شـف/ شـ
إذا :
جـ = مـ ف ⟸ مـ = جـ / ف ( فولت / م )

**ملاحظات :**

١- جميع النقاط الواقعة على السطح العمودي على خطوط المجال لها نفس قيمة الجهد ( سطح تساوي جهد ) .
٢- قيمة فرق الجهد بين النقاط الواقعة على سطح تساوي الجهد تساوي صفر
٣- لا يوجد تغير في طاقة الوضع الكهربائية عند الانتقال بين نقطتين على سطح تساوي الجهد ، علل ؟؟
لأن فرق الجهد بينهما يساوي صفر ( أي ان القوة لا تبذل شغلا عند انتقال الشحنة عبر هذا السطح )
٤- يستخدم المجال الكهربائي المنتظم في تسريع الجسيمات المشحونة لذلك يستخدم في المسارعات النووية
٥- لحساب فرق الجهد بين لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعا نستخدم العلاقة **Δجـ = ـ مـ ف**

**سطح تساوي الجهد:** هو السطح الذي يصل بين جميع النقاط المتساوية الجهد او هو السطح الذي لا يلزم شغل لنقل شحنة بين نقطتين تقعان عليه


نماذج سطوح تساوي الجهد لشحنات نقطية

✓ **سؤال :** سطوح تساوي الجهد عمودية على خطوط المجال الكهربائي ؟؟
حسب العلاقة الشغل ( ش ) = ش = مـ ف ب جتا Θ = صفر (من تعريف سطح تساوي الجهد للنقطتين ( أ ) و ( ب ) الواقعتين على سطحه حيث يساوي الشغل ( صفر ). فقط تتحقق عندما تكون قيمة Θ تساوي ٩٠

✓ **سؤال :** علل سطوح تساوي الجهد لا تتقاطع ؟؟
لأنها لو تقاطعت لكانت هناك عند نقطة التقاطع أكثر من قيمة للجهد وهذا يخالف الواقع .

## الجهد الكهربائي الناجم عن شحنات نقطية عدّة :

❖ بحساب التكامل يمكن حساب الجهد الناجم عن الشحنة النقطية الموضوعة في الهواء عند نقطة ما باستخدام العلاقة :

$$\text{جـ} = ٩\times١٠^{٩}\ \frac{\text{ش}_{\text{مؤثرة}}}{\text{ف}}$$

❖ لحساب الجهد الناجم عن شحنات نقطية عدة عند النقطة ( أ ) تستخدم العلاقة :

$$\text{جـ} = ٩\times١٠^{٩}\left(\frac{\text{ش}_{١}}{\text{ف}_{١}}+\frac{\text{ش}_{٢}}{\text{ف}_{٢}}+\frac{\text{ش}_{٣}}{\text{ف}_{٣}}+.....\right)$$

**ملاحظات :**

١- الجهد كمية قياسية بالتالي تعوض اشارة الشحنة سواء كانت موجبة أو سالبة .
٢- عند نقل شحنة من نقطة الى نقطة أخرى لا تدخل في حساب الجهد في النقطة التي كانت تتواجد فيها او نقلت إليها .
٣- لحساب الشغل اللازم لنقل شحنة من نقطة الى اخرى يتم حساب فرق الجهد بين النقطتين دون تأثير الشحنة المنقولة ومن ثم استخدام العلاقة :

$$\text{الشغل ( ش )} = \Delta\text{جـ} \times \text{ش}_{\text{منقولة}}$$

## أمثلة محلولة على فرق الجهد الكهربائي و فرق الجهد بين نقطتين في مجال منتظم وجهد الشحنات النقطية :

مثال ١ : شحنة كهربائية مقدارها ٨ نانو كولوم موضوعة في نقطة أ جهدها ١٠٠ فولت إحسب :

١- طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في الشحنة
٢- الشغل اللازم لنقل الشحنة الى المالانهاية

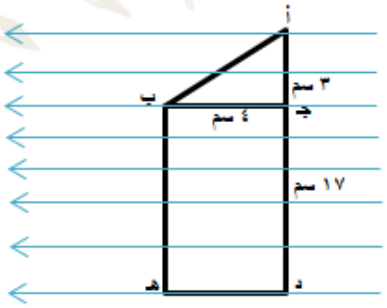
الحل : ١) ط و = ش_موضوعة × جـ
= ٨ × ١٠^-٩ × ١٠٠ = ٨ × ١٠^-٧ جول
٢) ش أ ←∞ = Δجـ × ش_منقولة
= ( ٠ – ١٠٠ ) × ٨ × ١٠^-٩ = -٨ × ١٠^-٧ جول

مثال ٢ : شحنة كهربائية مقدارها ٥ نانو كولوم موضوعة عند النقطة ( د ) التي جهدها ٣ فولت احسب :

١- الشغل اللازم لنقل الشحنة من موضعها الى النقطة ( ب ) التي جهدها ٢ فولت
٢- التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من ( د ) الى ( ب )

الحل : ١) الشغل ( ش ) = Δجـ × ش_منقولة
= ( ٢-٣ )× ٥ × ١٠^-٩ = -٥ × ١٠^-٩ جول
٢) Δط و = ش = -٥×١٠^-٩ جول

مثال ٣ : من الشكل المجاور الذي يبين مجال منتظم مقداره ١٠ ^٢ فولت/م احسب :




١- جـ أب
٢- جـ أد
٣- جـ جـ ب
٤- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها ٢ ميكرو كولوم من أ الى هـ

الحل : ١) جـ أب = مـ ف أب جتا Θ او جـ أب = مـ ف أب جتا Θ + مـ ف جـ ب جتا Θ
= ١٠ ^٢ × ٥ × ١٠^-٢ × ٠,٨ = ٤ فولت او = صفر + ٤ = ٤ فولت
٢) جـ أ = مـ ف أ جتا Θ لكن Θ = ٩٠ إذا جـ أ = صفر
٣) جـ جـ ب = مـ ف جـ ب جتا Θ = ٤ فولت
٤) ش = جـ هـ أ ش_منقولة = مـ ف هـ أ جتا Θ × ش_منقولة = -٤ × ٢ × ١٠^-٦ = -٨ × ١٠^-٦ جول .

مثال ٤ : ثبت لوحان فلزيان مشحونان متوازيان قبالة بعضهما البعض داخل أنبوب مفرغ من الهواء وعلى بعد (٢×١٠ ^-٢ )م من بعضهما ، فتولد مجال كهربائي مقداره (٣×١٠ ^٣)فولت/م ،إحسب:

١- فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين
٢- الشغل الذي يبذله المجال في نقل شحنة مقدارها ١- ميكرو كولوم من اللوح السالب الى اللوح الموجب

الحل : ١) Δ جـ = مـ ف = ٦× ١٠ ^٣ فولت
٢) ش = Δ جـ × ش_منقولة = -٦ × ١٠^-٣ جول

مثال ٥: (٢٠١١) شحنة كهربائية نقطية (ش١) موضوعة في الهواء وتبعد مسافة (١٠ سم ) عن نقطة هـ . فإذا كانت القوة الكهربائية التي تؤثر بها الشحنة (ش١) على شحنة اختبار (شَ = -١×١٠$^{-٩}$) كولوم موضوعة عند النقطة هـ تساوي (١,٨ × ١٠$^{-٣}$ ) نيوتن باتجاه محور السينات الموجب احسب :

١- المجال الكهربائي عند النقطة هـ
٢- مقدار (ش١) ونوعها
٣- الشغل اللازم لنقل الشحنة شَ من موضعها الى المالانهاية

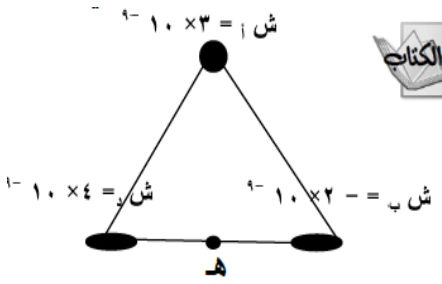
الحل : ١) و = مـ شَ إذا مـ = ١,٨ × ١٠$^{-٣}$ نيوتن/كولوم

٢) مـ = $\frac{ش_1}{ف^2}$ ٩×١٠$^{٩}$ ⟸ ش١ = +٢×١٠$^{-٦}$ كولوم

٣) ش = Δجـ × شَ ⟸ ش = ( ٠ - ( $\frac{ش_1}{ف}$ ٩×١٠$^{٩}$)) × شَ = ١,٨ × ١٠$^{-٤}$ جول

مثال ٦ : بالاعتماد على البيانات في الشكل وعلى فرض أ ب = أ د = ٥ سم

ب د = ٨سم احسب الجهد عند النقطة هـ الواقعة في منتصف الضلع ب د




الحل : جـ = ٩×١٠$^{٩}$ ( $\frac{ش_1}{ف_1}$ + $\frac{ش_2}{ف_2}$ + $\frac{ش_3}{ف_3}$ )

= ٩×١٠$^{٩}$ ( $\frac{٣×١٠^{-٩}}{٣×١٠^{-٢}}$ + $\frac{-٢×١٠^{-٩}}{٤×١٠^{-٢}}$ + $\frac{٤×١٠^{-٩}}{٤×١٠^{-٢}}$ ) = ١٣٥٠ فولت

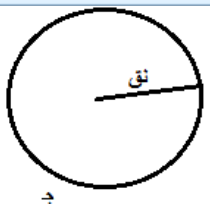
## الجهد الكهربائي لموصل مشحون :

- تستقر الشحنات على الى السطح الخارجي للموصلات مهما كان شكلها ؛ لذلك فإن المجال الكهربائي داخل الموصل يساوي صفر .
- سطح الموصل يمثل سطح تساوي جهد . علل .
- يكون اتجاه خطوط المجال عموديا على سطح الموصل ؛ لأنه لو وجدت للمجال مركبة أفقية عند سطح الموصل فإنها ستبدأ الشحنات بالحركة وهذا يتنافى مع كونها شحنات ساكنة
- جهد جميع النقاط الواقعة على السطح متساوي ؛ لان الشحنات ساكنة ولا تتحرك بالتالي لا يلزم شغل لانتقالها من نقطة الى نقطة أخرى على السطح .
- جهد أي نقطة داخل الموصل يساوي الجهد على السطح وذلك لانعدام المجال داخل الموصل ، علل.
- تتجمع الشحنات عند الرؤوس المدببة للموصلات .
- يمكن اعتبار الموصل الكروي المشحون كما لو أن الشحنة تتركز في مركزه ( افتراض ) .
- توزيع الشحنات على الموصل الكروي يكون توزيعا منتظما . لأن سطحه منتظم فتكون قوى التنافر بين الشحنات متساوية .
- لحساب الجهد لموصل كروي في الفراغ او الهواء نستخدم :

١- إذا كانت النقطة على سطح الموصل أو داخله ( ف = نق ) يكون جـ = ٩×١٠$^{٩}$ $\frac{ش}{نق}$

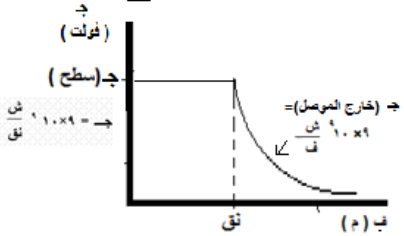
٢- إذا كانت النقطة تقع خارج الموصل ( ف > نق ) يكون جـ = ٩×١٠$^{٩}$ $\frac{ش}{ف}$

❖ بشكل عام يمكن رسم العلاقة بين (الجهد والمسافة ) و (المجال والمسافة ) لموصل كروي كما يلي :




❖ عند توصيل موصل بالأرض فإن جهده الكلي يساوي ( صفر )

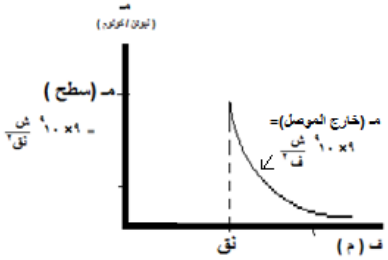
- (الجهد الكلي = جهد حثي + جهد مطلق )
- الجهد الحثي : هو الجهد النجم عن الأجسام المشحونة القريبة من الجسم
- الجهد المطلق : هو الجهد الناجم عن شحنة الجسم .




❖ في حال كان الموصل موضوع بالقرب من أجسام مشحونة فإن :

جهده الكلي = جهد حثي + جهد مطلق

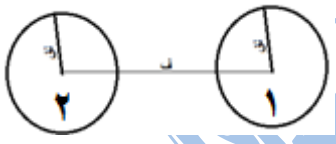
حيث : $جـ_{مطلق} = ٩\times١٠ \frac{ش}{نق}$ و $جـ_{حثي} = ٩\times١٠ \frac{ش}{ف}$




❖ تؤخذ المسافة ( ف ) بين مركزي الموصلين ( مهم جدا )

## حالات جهد الموصل الكروي :

١- موصلان موضوعان بالقرب من بعضهما على مسافة ( ف )

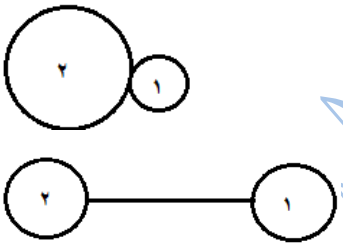



الجهد الكلي ١ = جـ مطلق ١ + جـ حثي ٢

كذلك :

الجهد الكلي ٢ = جـ مطلق ٢ + جـ حثي ١

٢- موصلان متلامسان من الخارج أو موصولين بسلك رفيع .




اولا :

$\Sigma$ ش قبل التلامس = $\Sigma$ ش بعد التلامس

(ش١ + ش٢ = ش`١ + ش`٢ )

ثانياً :

جـ`١ (كلي) = جـ`٢ (كلي)

جـ`١مطلق + جـ`٢حثي = جـ`٢مطلق + جـ`١حثي

٣- إذا كانت المسافة بينهما بعيدة جدا وموصولان بسلك رفيع :

اولاً :

$\Sigma$ ش قبل التلامس = $\Sigma$ ش بعد التلامس

(ش١ + ش٢ = ش`١ + ش`٢ )

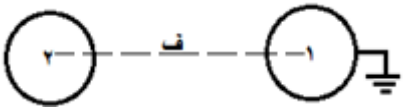
ثانياً :

جـ`١ (كلي) = جـ`٢ (كلي)

جـ`١مطلق + ~~جـ`١حثي~~ = جـ`٢مطلق + ~~جـ`٢حثي~~

(لا تنس المسافة بعيدة اذن لا يوجد تأثير حثي )

٤- **موصلان قريبان من بعضهما أحدهما موصول بالأرض :**




جـ كلي ١ = صفر = جـ مطلق١ + جـ حثي٢

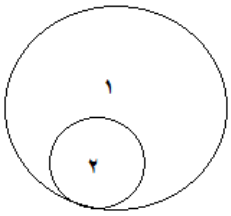
$جـ_{مطلق١} = ٩\times١٠^{٩}\ \frac{ش_{مقيدة}}{نق}$ و $جـ_{حثي} = ٩\times١٠^{٩}\ \frac{ش}{ف}$

$\Leftarrow \frac{ش_{بقيدة\ ١}}{نق_{١}} = \frac{ش_{٢}}{ف}$

جـ كلي ٢= جـ مطلق٢ + جـ حثي١

( لاحظ ان الشحنة على الموصل الاول مقيدة وناتجة عن الموصل الثاني نتيجة عملية الحث )

٥- **موصلان متلامسان من الداخل :**




**اولا :**

$\Sigma ش$ قبل التلامس = $\Sigma ش$ بعد التلامس

$(ش_{١} + ش_{٢} = ش'_{١} + ش'_{٢})$

**ثانياً :**

$جـ'_{١}$ (كلي) = $جـ'_{٢}$ (كلي)

$جـ'_{١}$ مطلق = $جـ'_{١}$ حثي

(لا تنس جهد الداخلية(٢) = صفر

## نقاط و حالات انعدام الجهد

**ملاحظة : نقاط انعدام الجهد هي نقاط يكون الجهد الكلي عندها يساوي صفر .**

١- عند أي نقطة خارج لوحين متوازيين مشحونين لان المجال يساوي صفر
٢- في المالانهاية
٣- على سطح موصل موصول بالأرض
٤- بين شحنتين مختلفتين نوعا وتكون أقرب للأصغر .

**سؤال :** حدد النقطة التي يكون فيها الجهد يساوي صفر بين الشحنتين ( -٣ ، ٦ ) ميكروكولوم

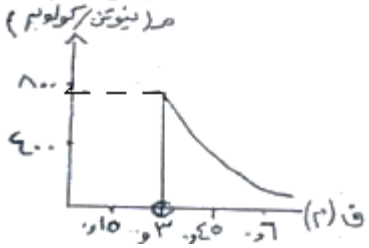
إذا كانت المسافة بينهما ١٥ سم ؟؟

## أسئلة على الجهد الكهربائي :

✓ س١: ( ٢٠١٥) رسمت العلاقة بيانيا بين المجال الكهربائي الناشئ عن موصل كروي مشحون بشحنة سالبة والبعد عن المركز اعتمادا على الرسم المجاور احسب :

١- الشغل اللازم لنقل شحنة ٣ ميكرو كولوم من النقطة أ تبعد مسافة ( ٠,١٥ م ) عن سطح الموصل من الخارج الى المالانهاية

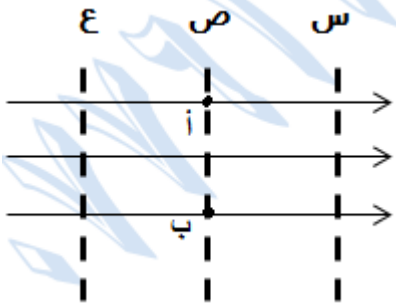
٢- عدد الالكترونات اللازمة لكي يتعادل الموصل كهربائيا




✓ س٢: (٢٠١٤) يوضح الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم وتمثل الخطوط ( س ، ص ، ع ) سطوح متساوية الجهد معتمدا على الشكل أجب عن ما يلي :

١- رتب سطوح تساوي الجهد تنازليا حسب جهد كل منها

٢- فسر لماذا لا يلزم جهد لنقل شحنة من النقطة أ الى النقطة ب



✓ س٣: شحنتان نقطيتان ش١ = - ١٠ ميكروكولوم ، ش٢ = +٥ ميكروكولوم والمسافة بينهما ٢٠ سم في الهواء احسب :

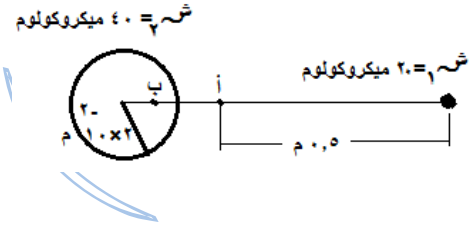
١- جهد النقطة أ التي تبعد عن الاولى ١٠سم وعن الثانية ٣٠ سم
٢- موضع النقطة التي ينعدم عندها الجهد
٣- الشغل اللازم لنقل الشحنة الاولى من موضعها الى المالانهاية
٤- التغير في طاقة وضع الشحنة الاولى عن نقلها الى النقطة أ
٥- طاقة وضع الشحنة الثانية

✓ س٤: ما عدد الالكترونات التي يجب من موصل كروي نصف قطره ٣ سم ليصبح الجهد الكهربائي على سطحه ٧٥٠٠ فولت ؟

✓ س٥ : نقطتان أ و ب على بعد ( ٢م ، ١ م) على الترتيب من شحنة نقطية مقدارها ١ ميكرو كولوم احسب :

١- فرق الجهد بين النقطتين
٢- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها ٣ ميكروكولوم من أ الى ب

س٦ : (٢٠١٤)في الشكل المجاور شحنة نقطية ش١ تبعد عن مركز موصل كروي مسافة ١ م اعتمادا على الشكل وبياناته احسب :

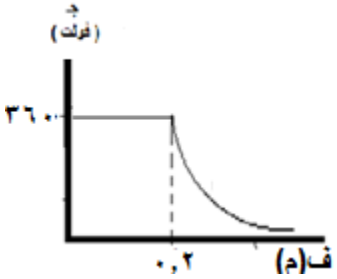



١- جهد النقطة ب والتي تبعد عن مركز الموصل مسافة ١ سم
٢- الشغل اللازم لنقل الكترون من النقطة أ الى سطح الموصل

✓ س٧ : يمثل الشكل المجاور العلاقة بين جهد موصل كروي مشحون والمسافة عن مركزه احسب :

١- الجهد والمجال على بعد ٥ سم من مركزه

٢- الجهد والمجال على بعد ٣٠ سم من مركزه




✓ س ٨ : موصلان كرويان نصفا قطريهما ١ سم ، ٢ سم على الترتيب ، المسافة بين سطحيهما ٣٣ سم إذا علمت أن شحنة الأول ١٠ نانوكولوم وشحنة الثانية -٢ نانوكولوم فجد ما يلي :

١- جهد نقطة تقع في منتصف المسافة بين الكرتين

٢- جهد نقطة تقع على سطح الموصل الأول

٣- الشحنة على الموصل الثاني بعد وصله بالأرض

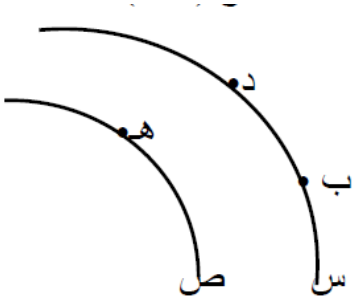
✓ س ٩ : كرتان موصلتان المسافة بين مركزيهما ٠,٢ م وشحنة الأولى ٤ ميكروكولوم إذا علمت ان طاقة الوضع لشحنة مقدارها ( ١ ميكروكولوم ) موضوعة في منتصف المسافة بينهما ( د ) تساوي ( ٠,١٨ ) جول احسب :

١- جهد النقطة د

٢- شحنة الكرة الثانية مقدارا ونوعا

✓ س ١٠ : شحنتان نقطيتان ( ٤ ، ٦ ) ميكروكولوم موضوعتان في الهواء تفصل بينهما مسافة مقدارها ( ٣ سم ) احسب الشغل اللازم لجعل المسافة بينهما ( ٥ سم ) .

✓ س ١١ : ( س ، ص ) سطحا تساوي جهد كما في الشكل والنقاط ( ب ، د ، هـ ) تقع عليهما إذا علمت أن جـ ب = ٦٠ فولت وأن الشغل اللازم لنقل الشحنة ٣ ميكروكولوم من ( د الى هـ ) يساوي ٣× ١٠-٥ جول احسب جهد السطح ص .؟




✓ س١٢ : علل :

١- تبدو خطوط المجال الكهربائي لموصل كروي وكأنها نابعة من مركزه أو متجهة اليه ؟

٢- عند وصل موصلان معا بسلك رفيع يتساوى جهداهما ؟

✓ س ١٣ : كيف يمكن تحقيق كل من مايلي ؟

١- زيادة الجهد الكهربائي لموصل مشحون ومعزول .

٢- اكساب موصل متعادل جهدا سالبا

٣- جعل جهد موصل يساوي صفر رغم انه مشحون بشحنة موجبة .

٤- جعل جهد موصل سالبا على الرغم انه مشحون بشحنة موجبة .

# المواسعة الكهربائية

- عند شحن موصل كروي بشحنة كهربائية فإننا نرفع جهده ويتم تخزين الشحنة وتخزين طاقة وضع كهربائية .
- كلما زادت الشحنة زاد الجهد بالتالي ستبقى النسبة $\frac{\text{شـ}}{\text{جـ}}$ ثابتة .
- يسمى المقدار السابق المواسعة الكهربائية ( س ) .

**مواسعة الموصل الكروي الموجود في الهواء او الفراغ :**

$$\text{س} = \frac{\text{شـ}}{\text{جـ}} = \text{نق} \times 4\pi\varepsilon_0 = \frac{\text{نق}}{9 \times 10^9}$$

- **المواسعة الكهربائية** : هي النسبة بين بين شحنة الموصل وجهده .
- المواسعة دائما موجبة ، علل ؟ لان الجهد يعتمد على الشحنة كإشارة فإذا كانت الشحنة سالبة يكون الجهد سالب والعكس صحيح فيكون الناتج دائما موجب .
- وحدة قياس المواسعة هي ( كولوم/فولت ) وتسمى بالفاراد ، نسبة للعالم فارادي .
- **الفاراد** : مواسعة موصل يلزم شحنة مقدارها ١ كولوم لرفع جهده ١ فولت .
- س: إحسب نصف قطر موصل كروي مواسعته ١ فاراد ؟؟

$$\text{س} = \frac{\text{نق}}{9 \times 10^9}$$

من العلاقة نجد أن ( نق ) = $9 \times 10^9$ م وهي مسافة كبيرة جدا مما يشير الى أن الفاراد وحدة كبيرة جدا لذلك نستخدم أجزاء الفاراد في قياس المواسعة الكهربائية .

- **س : ما العوامل المؤثرة في مواسعة الموصل الكروي :**

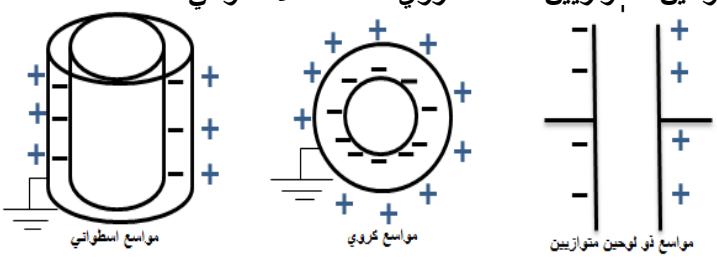
من قانون الموصل الكروي نجد أن المواسعة تعتمد على ١- أبعاده الهندسية ٢- سماحية الوسط الموجود فيه الموصل

- وجد أن المواسعة مقياس لمقدرة الموصل على تخزين الشحنة الكهربائية .
- الموصل ذو الحجم الأكبر ( نصف القطر الأكبر ) مواسعته أكبر .

# المواسع الكهربائي :

- **هو جهاز يتكون من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة**
- جهاز من اختراع بيتر فان موسنشبروك
- الهدف من استخدامه : تخزين الشحنة الكهربائية لفترة زمنية معينة .
- **استخدامات المواسعات :**
  ١- دارات الإرسال والاستقبال في الاذاعة والتلفاز
  ٢- معظم الدارات الكهربائية والالكترونية
- تقاس المواسعة عن طريق شحن احد الموصلين بشحن سالبة وشحن الموصل الثاني بشحنة موجبة مساوية للأولى ومن ثم حساب فرق الجهد بينهما واستخدام علاقة الجهد بالمواسعة والشحنة لحساب المواسعة .
- **أشكال المواسعات تجاريا :**

١- ذو اللوحين المتوازيين ٢- الكروي ٣- الاسطواني



## المواسع ذو اللوحين المتوازيين :

❖ يتألف من لوحين متوازيين مساحة كل منهما ( أ ) والمسافة بينهما ( ف ) وتكون صغيرة جدا مقارنة بأبعاد اللوحين أحدهما مشحون بشحنة موجبة والآخر بشحنة سالبة مماثلة تفصل بينهما مادة عازلة .

❖ يمكن حساب مواسعة المواسع ذو اللوحين باستخدام العلاقة :

$$س = \frac{.\varepsilon أ}{ف}$$

## العوامل المؤثرة مواسعة المواسع ذو اللوحين :

١- أبعاد المواسع الهندسية ( البعد بين اللوحين ( عكسيا ) ، المساحة المشتركة بين اللوحين ( طرديا ) )

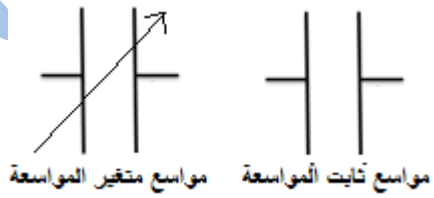
٢- طبيعة الوسط بين اللوحين ( نوع المادة العازلة ) ( ملاحظة : إذا استبدل الهواء بين اللوحين بأي مادة عازلة تزداد المواسعة )

❖ لحساب فرق الجهد بين لوحي المواسع ذو اللوحين نستخدم العلاقة :

❖ **جـ = مـ ف** وذلك لأن المجال بين لوحيه مجال منتظم . المجال خارج اللوحين يساوي صفر

❖ س : كيف يمكن صنع مواسع متغير المواسعة ؟؟؟ يتم ذلك بتغيير أبعاده الهندسية .

## أنواع المواسعات حسب المقدار:




❖ الشحنة الكلية على المواسع تساوي صفر ؛ لأن الشحنتين على كلا الموصلين ( اللوحين ) متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعا .

❖ عند حساب شحنة المواسع تؤخذ قيمة الشحنة الموجبة .

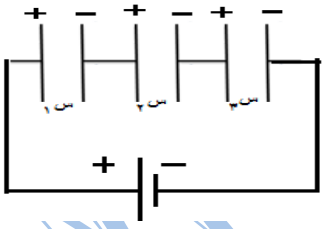
## توصيل المواسعات :

### ١- التوصيل على التوالي :

❖ عند التوصيل بهذه الطريقة توصل الالواح الموجبة مع الالواح السالبة .

❖ في هذه الطريقة تتساوى شحنة كل المواسعات . ($ش_{كلية} = ش_١ = ش_٢ = ش_٣$)

❖ في هذه الطريقة يتوزع جهد المصدر على المواسعات حسب مواسعتها .



($جـ_{مصدر} = جـ_١ + جـ_٢ + جـ_٣$)

$$\frac{ش_{مصدر}}{س_م} = \frac{ش_١}{س_١} + \frac{ش_٢}{س_٢} + \frac{ش_٣}{س_٣}$$

$$\frac{١}{س_م} = \frac{١}{س_١} + \frac{١}{س_٢} + \frac{١}{س_٣}$$

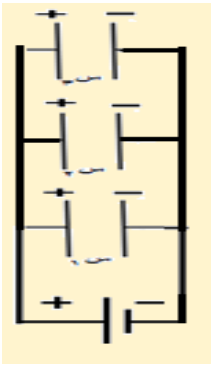
❖ $س_م$ : المواسعة المكافئة : وهي مواسعة المواسع والتي يمكن أن تحل مكان جميع المواسعات .

❖ في هذه الطريقة تكون قيمة المواسعة المكافئة أقل من أقل مواسعة .

### حالات خاصة :

❖ في حال كان هناك مواسعين فقط تكون المواسعة المكافئة تساوي : $س_م = \frac{س_١ س_٢}{س_١ + س_٢}$

❖ في حال كانت جميع المواسعات متساوية تكون المواسعة المكافئة تساوي: $س_م = \frac{أحدهم}{عددهم}$



٢- التوصيل على التوازي :

- عند التوصيل بهذه الطريقة توصل الألواح الموجبة معا والسالبة معا .
- في هذه الطريقة يتساوى جهد المصدر مع جهد كل المواسعات : ( جـ مصدر = جـ ١ = جـ ٢ = جـ٣ )
- في هذه الطريقة تكون : ($ش_{كلية} = ش_{١} + ش_{٢} + ش_{٣}$)

$س_{م\ كلية} = س_{١} جـ_{١} + س_{٢} جـ_{٢} + س_{٣} جـ_{٣}$ ⟸

$س_{م} = س_{١} + س_{٢} + س_{٣}$

- في هذه الطريقة تكون قيمة المواسعة المكافئة أكبر من أكبر مواسعة .

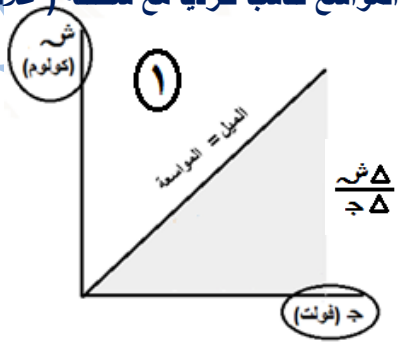
**حالة خاصة :**

- في حال كانت جميع المواسعات متساوية تكون المواسعة المكافئة تساوي:

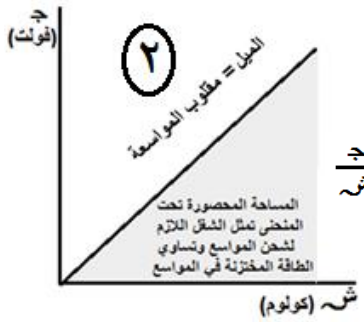
$س_{م} = $ أحدهم × عددهم

## الطاقة المختزنة في المواسع :

- تختزن في المواسع عند شحنه طاقة وضع كهربائية .
- يتناسب جهد المواسع تناسبا طرديا مع شحنته ( علاقة خطية )
-




$الميل = \frac{\Delta ص}{\Delta س} = \frac{\Delta ش}{\Delta جـ}$




$الميل = \frac{\Delta ص}{\Delta س} = \frac{\Delta جـ}{\Delta ش}$

- في المنحنى رقم ( ٢ ) يلاحظ أن الميل يساوي (١\ س ) وكذلك المساحة المحصورة تحت المنحنى تمثل الطاقة المختزنة في المواسع :

الشغل اللازم لشحن المواسع = $ط = \frac{١}{٢} ش جـ = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{ش^{٢}}{س} \frac{١}{٢}$

- المنحنى الأول ( ١ ) يلاحظ أن الميل يساوي المواسعة .

**ملاحظات :**

١- إذا كان المواسع موصول مع بطارية :
أ- يبقى فرق الجهد بين طرفيه ثابتا
ب- يتغير مقدار كل من ( س ، ش ، ط ، مـ )

٢- إذا كان المواسع مفصولا عن البطارية :
أ- تبقى (ش ، مـ ) ثابتة
ب- يتغير مقدار كل من ( س ، جـ ، ط )

## أسئلة متنوعة على المواسعة

- ✓ س ١ : موصل كروي فرق الجهد بينه وبين الأرض ٦٠ فولت عندما شحن بشحنة مقدارها ٣ ميكروكولوم إحسب مواسعة الموصل ؟؟

- ✓ س ٢ : احسب نصف قطر موصل كروي موضوع في الهواء مواسعته ٢ ميكروفاراد ؟

- ✓ س ٣ : ما المقصود بأن مواسعة جسم ٥ ميكروفاراد ؟

- ✓ س ٤ : ثلاثة مواسعات متماثلة قيمة مواسعة كل منها ( ١ ) ميكروفاراد كيف يمكن وصلها معا للحصول على مواسعة مكافئة مقدارها ( ٣\٢ ) ميكروفاراد مع التوضيح ؟

- ✓ س ٥ :هل تتأثر مواسعة مواسع ذي لوحين متوازيين بوجود موصل كروي بالقرب منه ؟؟
  لا ؛ لأن المجال خارج اللوحين يساوي صفر .

- ✓ س ٦ : إحسب مساحة كل من لوحي مواسع المسافة بين لوحيه ( ٠,٨٨٥ )ملم ومواسعته ١ ميكروفاراد موضوع في الهواء ؟؟؟

- ✓ س ٧ : موصل كروي موضوع في الهواء شحنته ٢ ميكروكولوم ونصف قطره ٣ سم احسب :
  ١- مواسعته
  ٢- شحنته وجهده إذا لامس من الخارج وعاء معزول مواسعته ٦ ميكروفاراد .
  ٣- شحنته وجهده إذا لامس من الداخل وعاء معزول مواسعته ٦ ميكروفاراد .

✓ س ٨ : وصلت ست مواسعات متساوية السعة على التوازي فكانت مواسعتها المكافئة = ٩ ميكروفاراد احسب مواسعتها إذا وصلت على التوالي ؟؟

✓ س ٩ : مجموعة من المواسعات المتماثلة وصلت مرة على التوازي فكانت المواسعة المكافئة لها ١٠٠ ضعف المواسعة المكافئة في حالة التوالي ، اوجد عدد المواسعات ؟؟

✓ س ١٠ : مواسع ذو لوحين متوازيين موضوع في الهواء ، إذا علمت أن مساحة كل من لوحيه ١ سم $^{٢}$ والشحنة على كل منهما ٨٠ ميكروكولوم عندما كان فرق الجهد بين لوحيه ١٦ فولت فاحسب :

١- مواسعته
٢- المسافة بين لوحيه
٣- المجال الكهربائي بين لوحيه
٤- الطاقة المختزنة في المواسع

✓ س ١١ : ( ٢٠١٠ ) ثبت لوحان فلزيان قبالة بعضهما في انبوب مفرغ من الهواء وعلى بعد ٢ سم من بعضهما فتولد بينهما مجال كهربائي مقداره ( ٣ × ١٠ $^{٥}$ ) فولت/ م احسب :

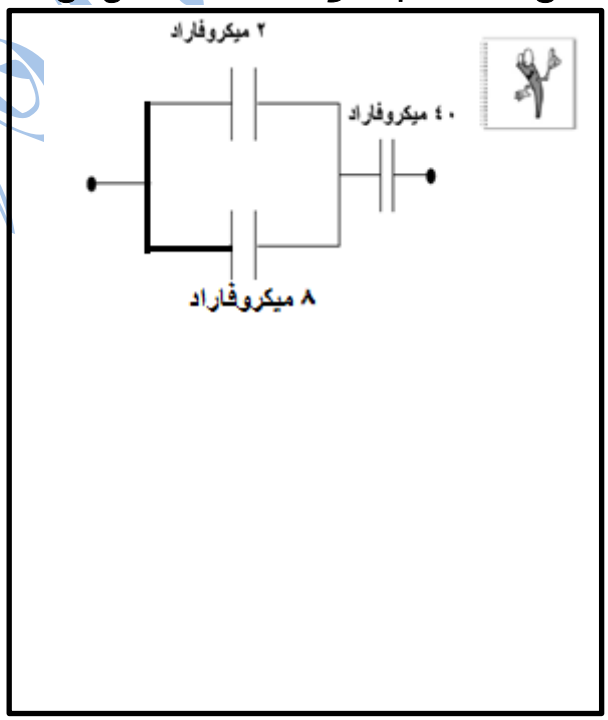
١- فرق الجهد بين لوحيه
٢- القوة المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها ( -١ ) ميكروكولوم
٣- الشغل الذي يبذله المجال في نقل شحنة ( -١ ) ميكروكولوم من اللوح السالب الى اللوح الموجب .

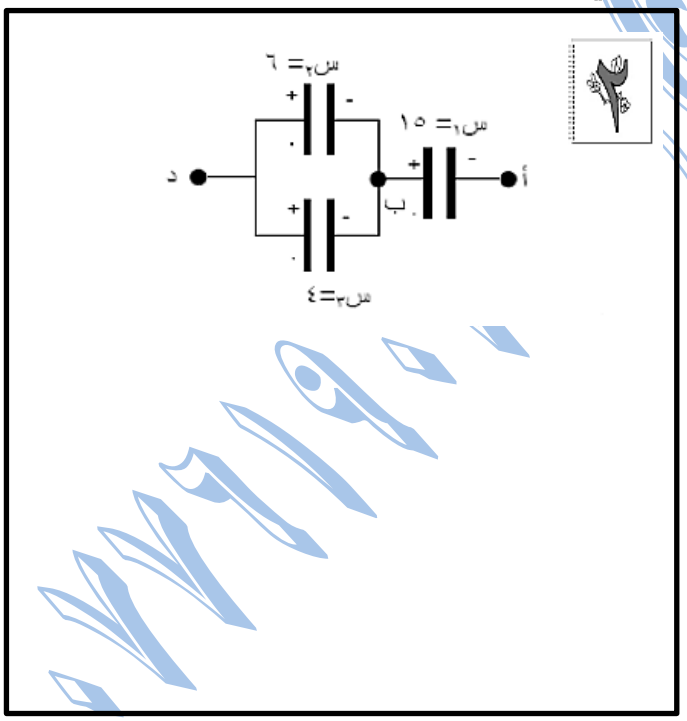
✓ س ١٢ : ( ٢٠١١ ) تحرك جسيم مشحون ( ٢٠٠ ) ميكروكولوم وكتلته ( ٤ × ١٠-١٢ ) كغم من السكون من اللوح الموجب الى اللوح السالب في الحيز بين لوحي مواسع فإذا كانت المسافة بين اللوحين ( ١ ) سم وسرعة وصول الجسيم الى اللوح السالب ( ٤ × ٤١٠ ) م/ث فاحسب :

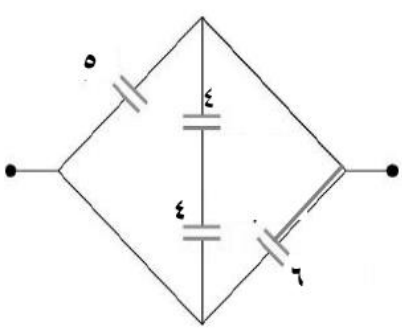
١- فرق الجهد بين طرفي المواسع

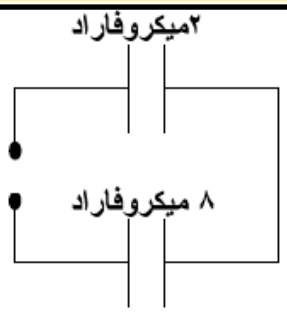
٢- القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم أثناء حركته بإهمال الجاذبية .

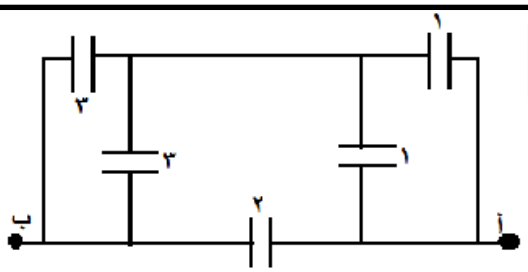
✓ س ١٣ : احسب المواسعة المكافئة لكل من الأشكال التالية :




٥
٤
٤
٦


٢ميكروفاراد
٨ ميكروفاراد

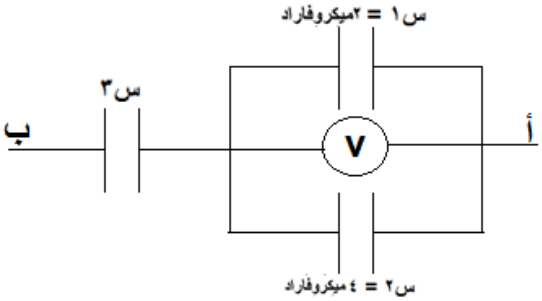

١
٣
٣
١
٢
ب
أ

٢ميكروفاراد
٨ ميكروفاراد

✓ س ١٤ : ( ٢٠١٢ ) معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل وإذا علمت أن جـ أ ب = ٦٠ فولت وقراءة الفولتميتر تساوي ٨ فولت إحسب :

١- الشحنة على كل من المواسعين ( س١، س٢ )

٢- مواسعة ( س٣)

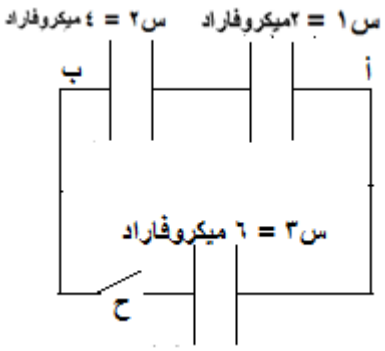



✓ س ١٥ : ( ٢٠١٥ ) إذا كان فرق الجهد بين النقطتين ( أ ، ب ) في الشكل المجاور والمفتاح (ح ) مفتوح يساوي ١٨ فولت والمواسع ( س٣ ) غير مشحون احسب بعد غلق المفتاح كل من ما يلي :

١- جـ أ ب

٢- شحنة كل مواسع

٣- الطاقة المختزنة في المجموعة .




✓ س ١٦ : (٢٠١٥ )مواسع كهربائي مواسعته الكهربائية ٦ ميكروفاراد وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه ٣٠ فولت وصل طرفيه بطرفي مواسع آخر غير مشحون فانخفض جهد المواسع الاول الى ١٢ فولت احسب :

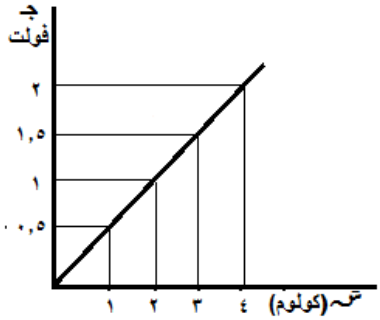
١- المواسعة الكهربائية للمواسع الثاني

٢- مقدار النقص في الطاقة المختزنة للمجموعة

✓ س ١٧ : في الشكل المجاور الذي يبين العلاقة بين شحنة مواسع وفرق الجهد بين لوحيه من الرسم إحسب :

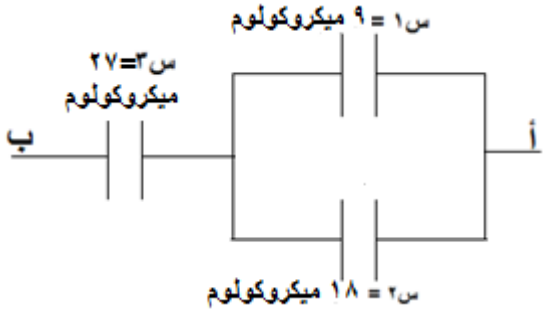
١- مواسعة المواسع

٢- الطاقة المختزنة فيه عندما تكون شحنته ٤ ميكروكولوم




✓ س ١٨ : الطاقة المختزنة في مجموعة مواسعات موصولة على التوازي أكبر منها في حال التوصيل على التوالي ، فسر ذلك ؟؟

✓ س ١٩ : ما الطاقة المختزنة في مجموعة المواسعات في الشكل علما بأن فرق الجهد بين النقطتين ( أ ، ب ) يساوي ٩٠ فولت ؟




✓ س ٢٠ : في الشكل المجاور اذا كان المواسع ( س٢ ) مشحون وفرق الجهد بين طرفيه يساوي ١٥ فولت وكان المواسعين ( س١ ، س٣ ) غير مشحونين احسب شحنة وجهد كل من المواسعات بعد اغلاق المفتاح ( ح )؟؟