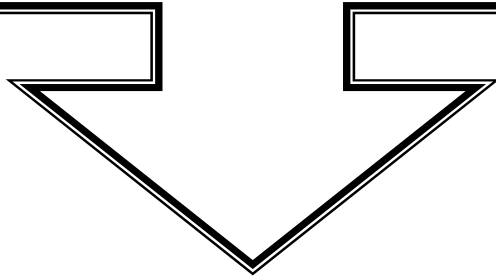


٢-١٢ : الوحدة الثانية

الكهرلية



المغناطيس والمواد المغناطيسية

١ / تمهيد

إن المغناطيسية منذ اكتشاف حجر المغناطيس بواسطة راعي مغنيسيا بآسيا قد تطورت دراستها وأصبحت أحد الفروع الهامة في الفيزياء حيث استطاع العالم (أورستد) أن يوضح العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية (كما ستعرف لاحقاً) ، ثم جاء بعده العالم (فاراداي) ليكمل ما بدأه (أورستد) ، واستطاع بتجاربه المتعددة (كما ستعرف لاحقاً) أن يتوصل إلى المولدات الكهربية باعتبارها من أهم مصادر الحصول على الطاقة الكهربية مستغلاً بذلك المجال المغناطيسي للحصول على التيار الكهربي . ولعلك في المرحلة الدراسية السابقة قد درست بعض المبادئ الأساسية المتعلقة بالمغناطيسية دعنا نستعرض وإياك بعضها .

إن المغناطيس الطبيعي يعرف بأوكسيد الحديد المغناطيسي ، هذا وتوجد مغناطيسيات صناعية ذات أشكال مختلفة ، كما إنك درست أن لكل مغناطيس قطبين أحدهما يعرف بالقطب الشمالي والآخر بالقطب الجنوبي ، وأنه إذا وضع مغناطيسان قرب بعضهما البعض فإن الأقطاب المختلفة تتجاذب والمتشابهة تتنافر ولعل من أهم ما درست هو النتيجة التي يمكن استخلاصها من تجزئة المغناطيس وهي : لا يمكن عزل أحد قطبي المغناطيس عن الآخر مهما استمرينا في تجزئة المغناطيس ، مما يدل على أن المغناطيس مهما كان صغيراً ، ثنائي القطب . ولعلك تذكر بأن المواد التي يستطيع المغناطيس جذبها تعرف بالمواد المغناطيسية مثل الحديد بأنواعه والنيكل والكوبالت . كما أن المواد التي لا يستطيع المغناطيس جذبها تعرف بالمواد غير المغناطيسية مثل النحاس والزجاج والخشب .

٢ / القوة المغناطيسية بين قطبين مغناطيسيين متجاورين :

- يتحدد نوع القوة المغناطيسية (تجاذب أو تنافر) بالقاعدة الآتية :
- (الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب) وقد وجد العالم (كولوم) من التجربة أن مقدار القوة المغناطيسية يعتمد على العوامل الآتية :
- (١) شدة كل من القطبين حيث تتناسب القوة المغناطيسية تناسباً طردياً مع حاصل ضرب شدة كل من القطبين .
 - (٢) البعد بين القطبين حيث تتناسب القوة المغناطيسية تناسباً عكسياً مع مربع البعد بين القطبين .
 - (٣) نوع الوسط المادي الذي يفصل القطبين حيث يختلف مقدار القوة المغناطيسية باختلاف نوع الوسط الذي يفصل القطبين .

ومما يجدر ذكره أن دمج العوامل الثلاثة أعلاه يعطي قانون كولوم للقوى المغناطيسية الذي ينص على : (تتناسب قوة التجاذب أو التنافر بين قطبين مغناطيسيين تناسباً طردياً مع حاصل ضرب شدة كل منهما وعكسياً مع مربع البعد بينهما وتختلف باختلاف نوع الوسط الذي يفصلهما) .

٣/ المجال المغناطيسي :

يعرف المجال المغناطيسي بأنه الحيز المحيط بالمغناطيس من جميع الجهات الذي يظهر فيه أثره المغناطيسي .

يتكون المجال المغناطيسي من خطوط قوى تعرف بخطوط القوى المغناطيسية ، اقترحها فاراداي وتقبلها باقي العلماء واعتبروها وسيلة مناسبة لتخيل المجال المغناطيسي .

من خواص خطوط القوى المغناطيسية الآتي :

(١) هي خطوط وهمية .

(٢) تبدأ من القطب الشمالي وتنتهي في القطب الجنوبي أو تستمر إلى ما لا نهاية .

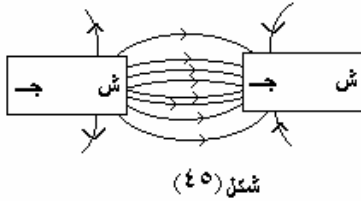
(٣) لا تتقاطع ، لأن اتجاه القوة المؤثرة في نقطة ما في المجال المغناطيسي يحدد اتجاه المجال المغناطيسي في تلك النقطة ، والقوة لا يمكن أن يكون لها أكثر من اتجاه واحد ولذلك لا يمر بالنقطة أكثر من خط قوة واحد .

(٤) تقاس شدة المجال المغناطيسي بعدد خطوط القوى المغناطيسية المارة خلال سطح ما .

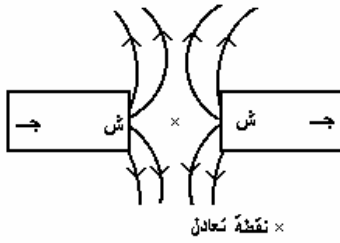
(٥) خطوط القوى المغناطيسية تتمدد وتنكمش (مثل المطاط المرن) عندما تؤثر عليها قوة وتعود لحالتها الأصلية بعد زوال القوة ، بدليل أنه إذا وضع مغناطيسين متقاربين بحيث يكون قطباهما المختلفان متقابلين فإن خطوط القوى

المغناطيسية تتكاثف وترتبط مع بعضها البعض كما في الشكل (٩-١) .

أما إذا كان القطبان المتقابلان متشابهين فإنه لنفس السبب يقل التكاثف بين خطوط المجال المغناطيسي مما يؤدي إلى وجود نقطة تعادل بينهما كما في الشكل (٤٦) .



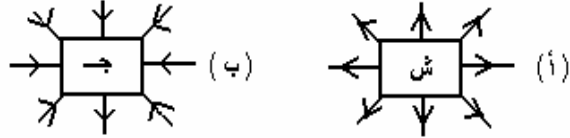
شكل (٤٥)



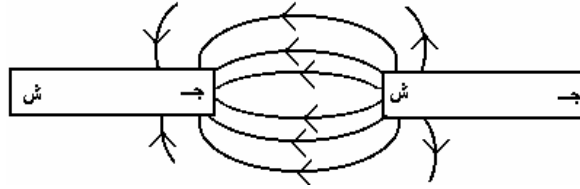
شكل (٤٦)

٤ / أشكال المجالات المغناطيسية :

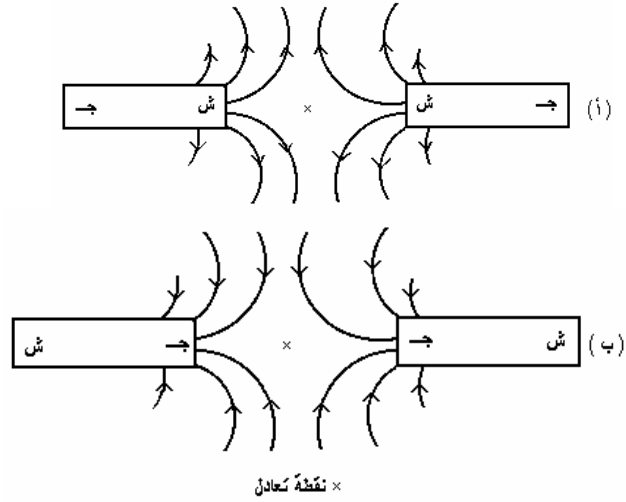
(١) المجال المغناطيسي حول قطب مغناطيسي منفرد .



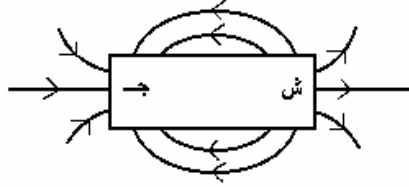
(٢) المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين مختلفين ومتجاورين .



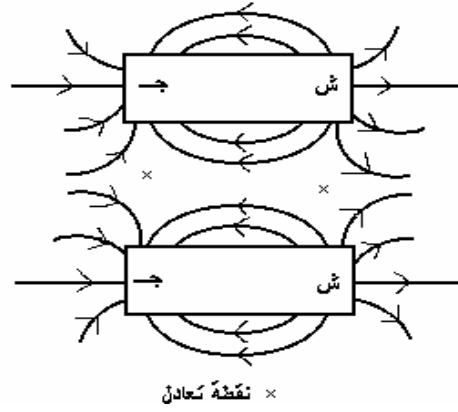
(٣) المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين متشابهين ومتجاورين .



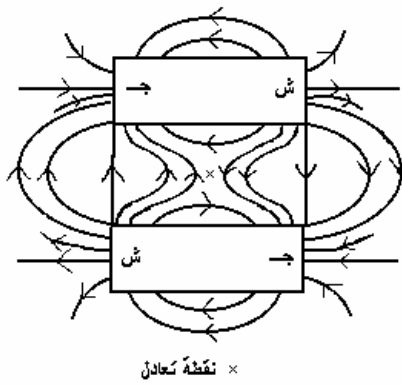
٤) المجال المغناطيسي حول قضيب مغناطيسي منفرد .



٥) المجال المغناطيسي بين قضيبين مغناطيسيين متوازيين
 (أ) الأقطاب المتشابهة متقابلة



(ب) الأقطاب المختلفة متقابلة .



الوحدة الثانية : (الكهربية)

الأسئلة والتمارين :

- ١/ اذكر ثلاثة أمثلة لمواد مغناطيسية وثلاثة أمثلة أخرى لمواد غير مغناطيسية .
- ٢/ ما هو المقصود بالمجال المغنطيسي ؟
- ٣/ علل لماذا لا تتقاطع خطوط القوى المغناطيسية ؟
- ٤/ ما هي العوامل التي تعتمد عليها قوة التجاذب أو التنافر بين الأقطاب المغناطيسية ؟
- ٥/ الشكل أدناه يوضح ثلاثة أقطاب مغناطيسية متساوية الشدة وعلى مسافات متساوية من بعضها البعض :
أ/ حدد شكل المجال المغناطيسي الناتج منها كمجموعة ؟
ب/ بالعلامة (×) حدد النقاط التي يكون المجال المغناطيسي فيها صفراً .

ج

ش

ش

الشحنة الكهربائية

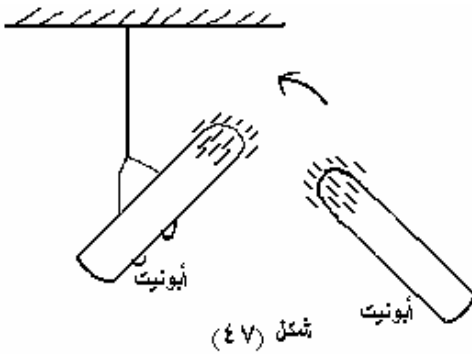
١/ تمهيد :

ينسب إلى أحد حكماء اليونان واسمه (ميلتوس) إنه سجل ضمن ملاحظاته بأنه إذا ذلك العنبر بالأجسام فإنه يكتسب خاصية جديدة ، وهي جذب قطع الريش والقش الصغيرة ، وقد بقيت هذه الملاحظة مطوية حتى جاء السير (وليام جلبرت) في القرن السابع عشر فاسترعت تلك الملاحظة وبدأ التحقق بالتجربة مما كتبه الحكيم اليوناني ، ثم تساءل جلبرت عما إذا كان العنبر هو المادة الوحيدة التي تكتسب هذه الخاصية وإلا ، فما هي المواد الأخرى التي تشترك معه فيها ؟ وهل تكتسب جميع المواد إذا دلكت خاصية جذب الأجسام الخفيفة ؟ ثم ما اسم هذه الخاصية ؟ وكيف تنشأ ؟ .

وحتى يجيب جلبرت على هذه التساؤلات أخذ عدداً من المواد المختلفة ، وبدأ يبدل كل قطعتين معاً ثم يقرب كلاً منهما إلى أجسام خفيفة ويدون ملاحظاته . وقد أطلق جلبرت على ظاهرة اكتساب جسم ما لقوة جذب الأجسام الخفيفة الأخرى بعد دلته بجسم آخر اسم الكهرباء ، وأطلق على الشحنة المتكونة على سطح الجسم عند دلته بجسم آخر مصطلح الشحنة الكهربائية .

٢) نوعا الشحنة الكهربائية :

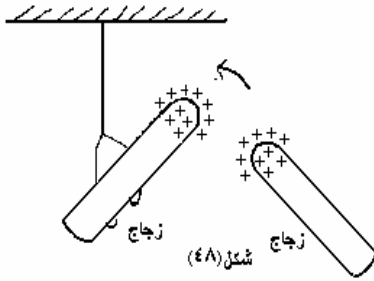
نشاط (١) :



خذ قضيباً من الأبونييت وأدلته بقطعة من الصوف ليكتسب شحنة كهربائية ثم ضعه على ركاب معلق بخيط ، ثم أدلك قضيباً آخر من الأبونييت بقطعة من الصوف وقربه من قضيب الأبونييت المعلق وسجل ماذا حدث ؟ (شكل (٤٧)).

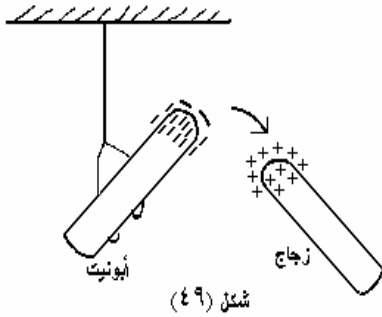
نشاط (٢) :

الوحدة الثانية : (الكهربية)



أدلك قضيباً من الزجاج بقطعة من الحرير لتكسيبه شحنة كهربية ثم ضعه على ركاب معلق بواسطة خيط ليكون حر الحركة ، ثم خذ قضيباً آخر من الزجاج وأدلكه بقطعة من الحرير وقربه من قضيب الزجاج المعلق ثم لاحظ ماذا يحدث؟ كما في الشكل (٤٨).

نشاط (٣) :



قرب قضيب الزجاج المدلوك بالحرير من قضيب الأيونيت المدلوك بالصوف والمعلق على ركاب وسجل ملاحظتك كما في الشكل (٤٩) .
لعلك لاحظت من التجارب السابقة أن قضيب الأيونيت المدلوكين بالصوف يتنافران وكذلك قضيب الزجاج المدلوكين بالحرير يتنافران أيضاً أما قضيب الزجاج المدلوك بالحرير فقد جذب

قضيب الأيونيت المدلوك بالصوف، ولعل أهم الاستنتاجات التي يمكن الوصول إليها الآتي:

- ♦ إن قضيب الأيونيت المدلوكين بالصوف يجملان نفس النوع من الشحنة الكهربية ، وكذلك فإن قضيب الزجاج المدلوكين بالحرير يجملان نفس النوع من الشحنة الكهربية .
- ♦ شحنة قضيب الأيونيت المدلوك بالصوف تختلف من شحنة قضيب الزجاج المدلوك بالحرير وقد اصطلح علماء الفيزياء ومنذ القرن السابع عشر على تسمية الشحنة التي يحملها قضيب الزجاج المدلوك بالحرير بالشحنة الموجبة (+) والشحنة التي يحملها قضيب الأيونيت المدلوك بالصوف بالشحنة السالبة (-).

٣ / تفسير شحن الأجسام بالكهربية :

كما تعرف من دراستك السابقة أن الذرة تتكون من نواة تحتوي على مجموعة من البروتونات ذات الشحنة الموجبة ومجموعة من النيوترونات المتعادلة كهريباً ، ويدور حول نواة الذرة عدد من الإلكترونات (ذات الشحنة السالبة) عددها يساوي عدد

البروتونات ، وأن الإلكترونات خفيفة جداً بالنسبة للبروتونات ، ولذلك فهي سهلة الحركة تدور في مدارات اهليجية حول النواة .

وتكون الذرة في الحالة العادية متعادلة كهربياً (لماذا؟) . فإذا فقدت الذرة بعض الإلكترونات من مدارها الأخير فإنها تصبح موجبة الشحنة ، أما إذا اكتسبت الذرة بعض الإلكترونات تصبح سالبة الشحنة ، ويحدث هذا عند ذلك مادتين ببعضهما البعض فتنتقل الإلكترونات من إحدى المادتين للأخرى ، وعليه فالمادة التي تنتقل إليها الإلكترونات تصبح سالبة الشحنة والمادة التي تنتقل منها الإلكترونات تصبح موجبة الشحنة ، ولعل ذلك يساعدك على أن تستنتج أن شحنة الدالك تساوي شحنة المدلوك من حيث المقدار وتعاكسها من حيث النوع .

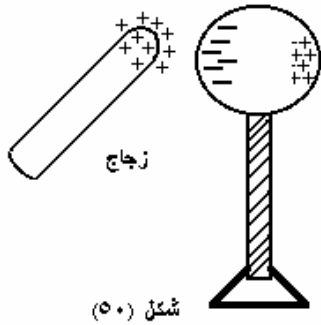
٤/ طرق شحن الجسم بالكهربية :

أ) شحن الجسم بالكهربية بالدلك :

لعلك عرفت ذلك من المبحث السابق .

ب) شحن الجسم بالكهربية بطريقة التأثير :

شاط (١) :



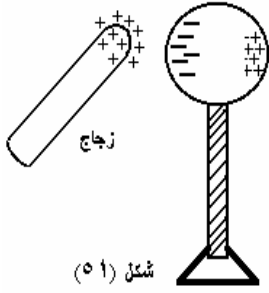
أدلك قضيباً من الزجاج بقطعة من الحرير وقر به من كرة نحاس خفيفة محمولة على حامل عازل دون أن يلامسها فإذا اختبرت نوعي الشحنة الموجودة على طرفي كرة النحاس وجدت أن شحنة الطرف القريب سالبة بينما شحنة الطرف البعيد موجبة . كما في الشكل (٥٠) .

ومما يجدر ذكره أن شحنة قضيب الزجاج تعرف

بالشحنة المؤثرة ، وشحنة طرف الكرة القريب لقضيب الزجاج تعرف بالشحنة المقيدة بينما تعرف شحنة الطرف البعيد بالشحنة الحرة ، الشحنة المقيدة تكون مخالفة لشحنة الجسم المؤثر بينما الشحنة الحرة تكون مشابهة لشحنة الجسم المؤثر .

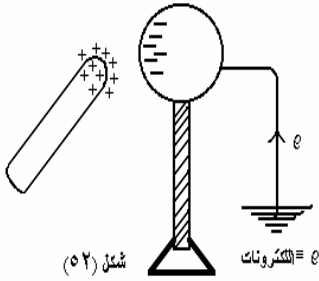
وتفسير شحن الأجسام بطريقة التأثير هو أن تقريب قضيب الزجاج الذي يحمل شحنة كهربية موجبة من كرة النحاس فإن هذه الشحنة تؤثر على الإلكترونات الحرة بداخل كرة

الوحدة الثانية : (الكهربية)



النحاس بقوة تجذبها في اتجاه القضيب الموجب الشحنة وينتج عن ذلك تجمع الإلكترونات في الطرف المواجه لقضيب الزجاج والبروتونات في الطرف البعيد للكرة ، عادة الشحنة الكهربية المكتسبة بالتأثير لا تدوم كثيراً فتزول بعد زوال الجسم المؤثر ولكن لإعطاء الجسم شحنة كهربية بطريقة التأثير تدوم لفترة طويلة يمكن اتباع الخطوات الآتية :

أولاً : تقريب الجسم المؤثر من الجسم المراد شحنه ليكتسب طرفاه الشحنتين المقيدة والحرة كما في الشكل (٥١).



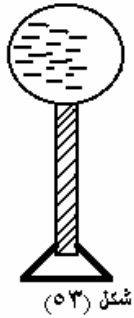
ثانياً : مع بقاء المؤثر فصل الكرة بالأرض لتتسرب الشحنة الحرة كما في الشكل (٥٢) .

ثالثاً : في نفس الوقت يبعد الجسم المؤثر ويزال التوصل الأرضي فتنتشر الشحنة المقيدة على سطح الكرة كما في الشكل (٥٣) .

ولعلك تلاحظ أن الشحن بالتأثير يكسب الجسم شحنة كهربية مخالفة لشحنة الجسم المؤثر .

تدريب :

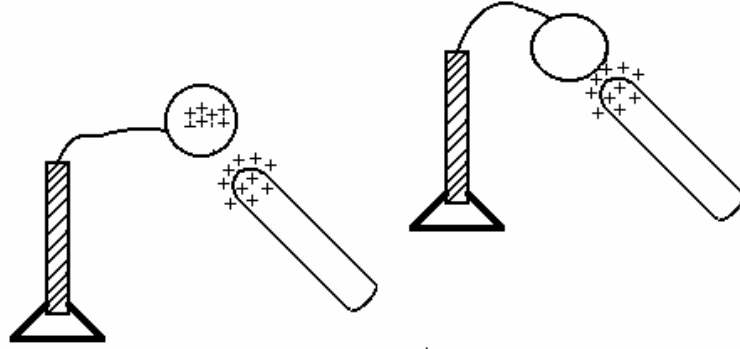
بناء على الخطوات أعلاه استنتج كيف يمكن شحن كرة النحاس بشحنة موجبة بطريقة التأثير ؟



ج) شحن الجسم بالكهربية بطريقة اللمس :

نشاط :

أدلك ساقاً من الزجاج بقطعة من الحرير ليكتسب شحنة كهربية موجبة وقر به من كرة نخاع البليسان (أو كرة من نخاع القصب الجاف) معلقة بخيط رفيع ، تشاهد أن الكرة تنجذب لقضيب الزجاج وتلتصق به لبرهة ثم تتنافر معه وإذا اخترت شحنة الكرة تجد أنها اكتسبت نفس شحنة قضيب الزجاج كما في الشكل (٥٤) .



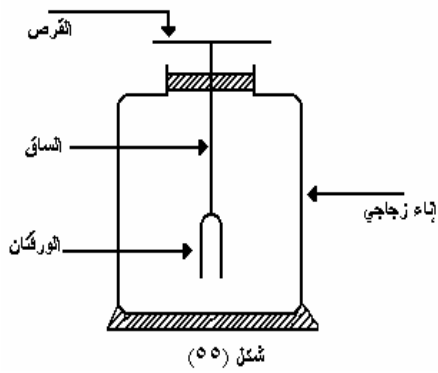
شکل (٥٤)

ويمكن تفسير الشحن باللمس بأن الشحنات السالبة (الإلكترونات) انتقلت من كرة البليسان إلى قضيب الزجاج وبذلك أصبحت كرة البليسان موجبة الشحنة وبناءً على ذلك تنافرت مع قضيب الزجاج بعد فترة قصيرة .

تدريب :

بناءً على ما سبق استنتج ماذا يحدث إذا قربت ساقاً من الأبونيت المدلوك بالصفوف حتى يلامس كرة نخاع البليسان .
ولعلك الآن تدرك مما سبق بأن الشحنة الكهربائية المكتسبة عن طريق اللمس تشبه شحنة الجسم اللامس .

٥/ الكشاف الكهربائي :



شکل (٥٥)

وهو عبارة عن جهاز بسيط يتكون من قرص معدني متصل بساق معدنية في نهايتها ورقتين رقيقتين من معدن القصدير ، يوضع الجهاز في وعاء زجاجي لحمايته من الهواء كما في الشكل (٥٥) .
في حالة خلو الكشاف الكهربائي من الشحنات الكهربائية تكون الورقتان منطبقتين ، أما في حالة شحن الكشاف بأي نوع من الشحنات الكهربائية تكون الورقتان منفرجتين ،

الوحدة الثانية : (الكهربية)

ويفسر انفراج الورقتين عند الشحن بأن الشحنة الكهربية انتقلت من القرص خلال الساق إلى الورقتين فاكستبت الورقتان شحنتين كهريبتين متشاهتين.

٦/ بعض مجالات استخدام الكشاف الكهربي :

أ) في معرفة الحالة الكهربية للجسم :

ويتم ذلك باستخدام كشاف كهربي خالي من الشحنة (الورقتان منطبقتان) ثم نلمس قرص الكشاف الكهربي بالجسم المراد اختباره ، فإذا انفرجت الورقتان كان ذلك دليلاً على أن الجسم مشحون بشحنة كهربية وإذا ظلت الورقتان كما هما كان الجسم غير مشحون .

ب) في معرفة نوع الشحنة الكهربية :

ويتم ذلك باستخدام كشاف كهربي مشحون بشحنة معينة ولتكن موجبة مثلاً ثم نلمس قرص الكشاف الكهربي بالجسم المراد اختباره ، فإذا زاد انفراج الورقتين كانت شحنة الجسم موجبة (لماذا ؟) وإذا قل انفراج الورقتين كانت شحنة الجسم سالبة (لماذا ؟).

ج) في المقارنة بين مقدار شحنتين كهريبتين :

ويتم ذلك باستخدام كشافين كهريبين خاليين من الشحنة ، ثم نلمس قرص الكشاف الأول بالجسم الأول المراد اختباره وقرص الكشاف الثاني بالجسم الثاني ، ونلاحظ مقدار الانفراج في كلٍ من الكشافين فالانفراج الأكبر يدل على الشحنة الأكثر .

د) في التمييز بين الموصل والعازل :

ويتم ذلك باستخدام كشاف كهربي مشحون بشحنة ما لتفراج ورقته بمقدار ، ثم نصل قرص الكشاف الكهربي بالأرض بواسطة الجسم المراد اختباره فإذا انطبقت الورقتان بسرعة كان الجسم جيد التوصيل وإذا انطبقت الورقتان ببطء كان الجسم رديء التوصيل وإذا ظلت الورقتان كما هما كان الجسم عازلاً .

٧/ الموصلات والعوازل :

لقد عرفت مما سبق أن كل المواد تتركب من ذرات وأن الذرات تحتوي على بروتونات ونيوترونات وإلكترونات ، وأنه يمكن أن تنتقل الإلكترونات في المدارات الخارجية من ذرة إلى أخرى وأن عدد هذه الإلكترونات ومدى حركتها من جسم لآخر تحدد خواص المادة من حيث توصيلها للكهرباء أو عدمه .

- وبناء على ذلك يمكن تقسيم المواد من حيث توصيلها إلى :
- ١ / مواد جيدة التوصيل مثل الفضة والذهب والنحاس والكربون .
 - ٢ / مواد رديئة التوصيل مثل الماء والخشب الرطب .
 - ٣ / مواد عازلة مثل الزجاج والمطاط والخزف والزيوت .

٨) قانون كولوم للقوى الكهربائية :

لقد اقتصرنا لدراسة المشحونة حتى الآن على الناحية الوصفية ولم نتطرق للمقادير العددية للقوى الكهربائية بين الشحنات الكهربائية ، وأول دراسة كمية معروفة للقوى الكهربائية بين الأجسام المشحونة كهربياً هي الدراسة التي قام بها الفيزيائي الفرنسي كولوم ، فقد وجد كولوم من التجربة أن القوة الكهربائية بين شحنتين كهربيتين تعتمد على العوامل الآتية :

- ١ . مقدار كل من الشحنتين .
 - ٢ . المسافة بين الشحنتين .
 - ٣ . نوع الوسط المادي الذي يفصل الشحنتين .
- ومن ثم استنتج أن القوة الكهربائية تتناسب تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقدار كل من الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما وتختلف باختلاف نوع الوسط الذي يفصلهما ويمكن التعبير عن هذه العلاقة رياضياً بالصورة الآتية :

$$Q = \frac{m \cdot K_1 \cdot K_2}{f^2}$$

حيث أن :

- ق \equiv القوة الكهربائية بالنيوتن
 K_1 \equiv مقدار الشحنة الأولى بالكولوم
 K_2 \equiv مقدار الشحنة الثانية بالكولوم .
 ف \equiv المسافة بالمتر .

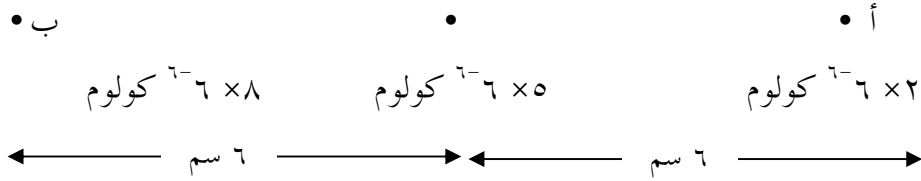
م \equiv مقدار ثابت يعرف بثابت كولوم مقداره يساوي 9×10^9 نيوتن متر^٢/كولوم^٢ .

الوحدة الثانية : (الكهربية)

مثال (١) :

شحنتان كهربيتان مقدار الأولى ٢ ميكروكولوم ومقدار الثانية ٨ ميكروكولوم موضوعتان في الفراغ والبعد بينهما ١٢ سم ما مقدار القوة المؤثرة على شحنة مقدارها ٥ ميكروكولوم موضوعة في منتصف المسافة بينهما ، علماً بأن ثابت كولوم = 9×10^9 نيوتن متر^٢ / كولوم^٢ .

الحل :



أفرض أن ق_١ ≡ القوة المؤثرة على الشحنة المذكورة من الشحنة (أ) .

أفرض أن ق_٢ ≡ القوة المؤثرة على الشحنة المذكورة من الشحنة (ب) .

$$ق = \frac{م ك١ ك٢}{ف^٢}$$

حيث أن :

ق ≡ القوة الكهربية .

م ≡ ثابت كولوم .

ك_١ ≡ مقدار الشحنة لأولى .

ك_٢ ≡ مقدار الشحنة الثانية .

ف ≡ المسافة بين الشحنتين

$$ق١ = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2}$$

$$= \frac{25 \text{ نيوتن}}{\text{ليسار}}$$

$$= \frac{100 \text{ نيوتن}}{\text{ليمين}}$$

$$ق٢ = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2}$$

ق_١، ق_٢ في اتجاهين متضادين

∴ القوة المؤثرة الكلية = ق_٢ - ق_١ = ١٠٠ - ٢٥ = ٧٥ نيوتن لليمين .

الفيزياء

مثال (٢) :

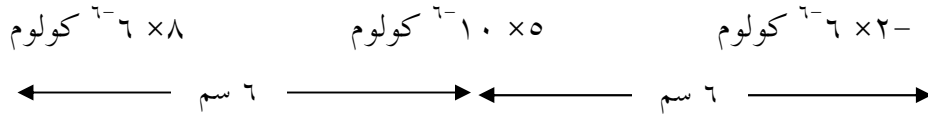
أعد حل السؤال السابق بافتراض أن الشحنة الأولى سالبة .

الحل :

• ب

•

• أ



أفرض أن ق_أ ≡ القوة المؤثرة على الشحنة المذكورة من الشحنة (أ) .

أفرض أن ق_ب ≡ القوة المؤثرة على الشحنة المذكورة من الشحنة (ب) .

$$\frac{م ك أ ك}{ف ٢} = ق .$$

$$ق_أ = \frac{٩ \times ١٠^{-٩} \times (٢ - ١٠ \times ١٠^{-٦}) \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ٦ \times ١٠^{-٤}} = -٢٥ \text{ نيوتن لليمين}$$

الإشارة السالبة تعني أن القوة تجاذب .

$$\therefore ق_أ = ٢٥ \text{ نيوتن لليمين}$$

$$ق_ب = \frac{٩ \times ١٠^{-٩} \times ٨ \times ١٠^{-٦} \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{٦ \times ٦ \times ١٠^{-٤}} = ١٠٠ \text{ نيوتن لليمين}$$

ق_أ ، ق_ب في نفس الاتجاه

$$\therefore \text{القوة المؤثرة الكلية} = ق_ب + ق_أ = ٢٥ + ١٠٠ = ١٢٥ \text{ نيوتن لليمين} .$$

الأسئلة والتمارين :

- في جميع الأسئلة اعتبر ثابت كولوم $= 9 \times 10^9$ نيوتن . متر² / كولوم²
- ١/ أشرح كيف يمكن شحن الكشاف الكهربي بشحنة سالبة بطريقة التأثير .
- ٢/ قرب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرص كشاف كهربي (دون أن يلامسه) بالرسم وضح نوع الشحنة الكهربية على القرص والورقتين .
- ٣/ كيف يمكن استخدام الكشاف الكهربي في الآتي :
- أ/ في التمييز بين الموصل والعازل .
- ب/ في معرفة نوع الشحنة الكهربية .
- ج/ في المقارنة بين مقدارين شحنتين كهربيتين .
- ٤/ شحنتان كهربيتان مقدار الأولى ٥٠ ميكروكولوم ومقدار الثانية ٨٠ ميكروكولوم موضوعتان في الهواء والبعد بينهما ٥٠ سنتيمتر ما مقدار واتجاه القوة التي تؤثر بها كل على الأخرى .
- ٥/ أ ب مستقيم طوله ٦٠ سنتيمتر نُصِّف عند م ، وثُبتت عليه ثلاث شحنات كهربية مقاديرها ١٥ ، ١٨ ، ٣٥ ميكروكولوم عند النقاط أ ، م ، ب على الترتيب . أحسب مقدار القوة المؤثرة على الشحنة عند النقطة م .
- ٦/ شحن جسمان صغيران بشحنتين متساويتين ومتشابهتين فكانت القوة التي يؤثر بها كل على الآخر 10^{-3} نيوتن ما مقدار شحنة كل من الجسمين علماً بأن المسافة بينها ٣٦ سنتيمتر .

١ / المجال الكهربائي :

لعلك لاحظت من النشاطات أن الجسم الذي يحمل شحنة كهربية يجذب الأجسام الصغيرة التي تقع بالقرب منه ، أما إذا بعدت هذه الأجسام الصغيرة عن الجسم المشحون كهربياً فإنها لا تنجذب إليه مما يدل على أن لكل جسم مشحون حيز يحيط به وتظهر فيه آثار الشحنة الكهربائية أو بعبارة أخرى فإن للجسم المشحون مجال قوة ، أي أن الشحنة تؤثر بقوة كهربية في المحيط حولها من جميع الجهات .

المجال الكهربائي مثل المجال المغناطيسي في أنه يتكون من خطوط قوى تعرف بخطوط القوى الكهربائية ، تتصف بالخواص الآتية :

١. هي خطوط وهمية .
٢. لها اتجاه يبدأ من الشحنة الموجبة وينتهي في الشحنة السالبة أو يستمر إلى ما نهاية .
٣. لا تتقاطع ، لنفس السبب الموجود بالنسبة لخطوط القوى المغناطيسية هل تذكره ؟
٤. تقدر شدة المجال الكهربائي بعدد خطوط القوى الموجودة في وحدة مساحة .

٢ / شدة المجال الكهربائي :

تعرف شدة المجال الكهربائي في نقطة ما بمقدار القوة (ق) التي يؤثر بها المجال الكهربائي على وحدة الشحنة الموجبة (ك) أو بصيغة أخرى كالآتي :

$$(١) \quad \boxed{\begin{array}{c} \text{ق} \\ \hline \text{ك} \end{array}} \quad \text{مك}$$

حيث أن :

مك \equiv شدة المجال الكهربائي

ق \equiv القوة الكهربائية

ك \equiv مقدار الشحنة .

فإذا كانت القوة تقاس بالنيوتن والشحنة بالكولوم فإن وحدة شدة المجال الكهربائي ستكون نيوتن / كولوم ، وحيث أن القوة كمية متجهة فإن شدة المجال الكهربائي كمية متجهة أيضاً أي له خاصيتان هما المقدار والاتجاه فالمقدار تحدده العلاقة (١) السابقة أما اتجاه المجال الكهربائي في نقطة ما ، هو اتجاه القوة التي تؤثر على الشحنة الموجبة الحرة الحركة الموضوعية في

الوحدة الثانية : (الكهربية)

تلك النقطة ، وبناءً على ذلك فإن اتجاه القوة التي تؤثر على الشحنة السالبة في نقطة ما في المجال الكهربي يكون في اتجاه معاكس لاتجاه شدة المجال الكهربي في تلك النقطة .

$$\frac{م ك_١ ك_٢}{ف^٢} = \text{القوة الكهربية (ق)}$$

يمكن التعويض عن (ق) في العلاقة (١) وتحصل على العلاقة :

(٢)

$$\boxed{\frac{م ك}{ف^٢} مك}$$

حيث أن :

مك \equiv شدة المجال الكهربي

ك \equiv مقدار الشحنة الكهربية

ف \equiv المسافة بين الشحنة الكهربية والنقطة المراد تحديد شدة المجال الكهربي فيها

م \equiv ثابت كولوم .

مثال (١):

لوحان معدنيان متوازيان شدة المجال الكهربي في أي نقطة بينهما $١٠^{-٩}$ نيوتن / كولوم ما

مقدار القوة التي تؤثر على إلكترون موجود في هذا المجال علماً بأن شحنة الإلكترون

$-١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ / كولوم .

الحل :

$$\frac{ق}{ك} = مك$$

حيث أن :

مك \equiv شدة المجال الكهربي

ق \equiv القوة الكهربية

ك \equiv مقدار الشحنة

$\therefore ق = مك . ك$

الفيزياء

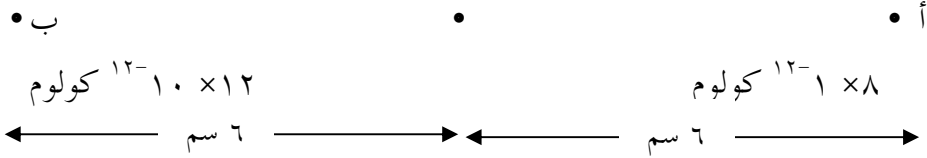
$$= 10^{-9} \times (-1,6 \times 10^{-19}) = -1,6 \times 10^{-28} \text{ نيوتن}.$$

الإشارة السالبة تعني أن اتجاه القوة التي تؤثر على الإلكترون في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي .

مثال (٢) :

شحنتان كهربيتان مقدار الأولى 8×10^{-12} كولوم ومقدار الثانية 12×10^{-12} كولوم موضوعتان في الفراغ والبعد بينهما ١٢ سم أحسب شدة المجال الكهربائي في منتصف المسافة بينهما علماً بأن ثابت كولوم يساوي 9×10^9 نيوتن . متر^٢ / كولوم^٢ .

الحل :



أفرض أن مك_١ ≡ شدة المجال الكهربائي المؤثر في النقطة (أ) من الشحنة الأولى .
أفرض أن مك_٢ ≡ شدة المجال الكهربائي المؤثر في النقطة (أ) من الشحنة الثانية .

$$\therefore \text{مك} = \frac{\text{م ك}}{\text{ف}^2}$$

حيث أن :

مك ≡ شدة المجال الكهربائي

م ≡ ثابت كولوم

ك ≡ مقدار الشحنة

ف ≡ المسافة

$$\text{مك}_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9}{10^{-4} \times 6 \times 6} = 20 \text{ نيوتن/متر نحو اليسار}$$

$$\text{مك}_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-12} \times 9 \times 10^9}{10^{-4} \times 6 \times 6} = 30 \text{ نيوتن/كولوم نحو اليمين}$$

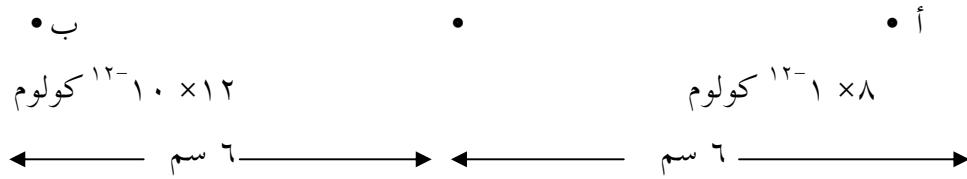
الوحدة الثانية : (الكهربية)

مك_١ ، مك_٢ في اتجاهين متضادين
∴ مك الكلي = ٣٠ - ٢٠ = ١٠ نيوتن / كولوم نحو اليمين

مثال (٣) :

أعد حل المثال السابق بافتراض أن الشحنة الأولى سالبة .

الحل :



أفرض أن مك_١ ≡ شدة المجال الكهربائي المؤثر في النقطة (أ) من الشحنة الأولى .
أفرض أن مك_٢ ≡ شدة المجال الكهربائي المؤثر في النقطة (أ) من الشحنة الثانية .

$$\therefore \text{مك} = \frac{م ك}{ف^2}$$

حيث أن :

مك ≡ شدة المجال الكهربائي

م ≡ ثابت كولوم

ك ≡ مقدار الشحنة

ف ≡ المسافة

$$\text{مك}_1 = \frac{(8 \times 10^{-12}) \times 9}{10^{-4} \times 6 \times 6} = 20 \text{ نيوتن / كولوم}$$

الإشارة السالبة تعني أن اتجاه المجال الكهربائي نحو اليمين (تجاذب)

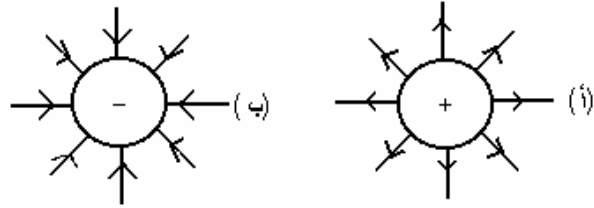
$$\text{مك}_2 = \frac{12 \times 10^{-12} \times 9}{10^{-4} \times 6 \times 6} = 30 \text{ نيوتن / كولوم نحو اليمين أيضاً}$$

مك_١ ، مك_٢ في انفس الاتجاه

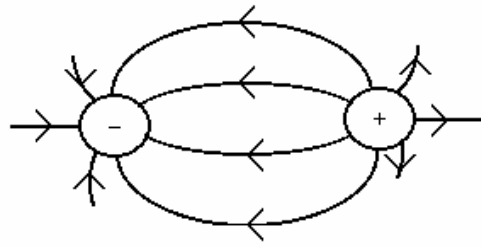
$$\therefore \text{مك الكلي} = 30 + 20 = 50 \text{ نيوتن / كولوم نحو اليمين}$$

٣ / أشكال المجالات الكهربائية :

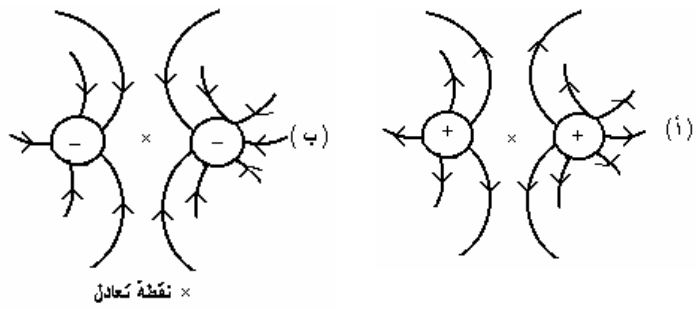
أ) المجال الكهربائي حول شحنة كهربائية منفردة :



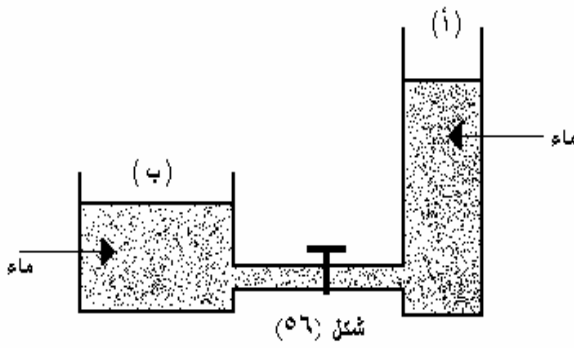
ب) المجال الكهربائي بين شحنتين كهربائيتين مختلفتين :



ج) المجال الكهربائي بين شحنتين كهربائيتين متشابهتين :



٤/ الجهد الكهربى :



يوضح الشكل (٥٦) إناءين (أ) ، (ب) بهما ماء وبينهما محبس مغلق ، فإذا تخيلت أننا فتحنا المحبس الذي يفصل بين الإناءين ففي أي اتجاه تتوقع أن يسري الماء ؟ وكما تعلم من خبرتك السابقة أن الماء يسري من منطقة الضغط العالى إلى الضغط

المنخفض ، وعليه فإنك تتوقع أن يسري الماء من الإناء (أ) إلى الإناء (ب) ويستمر انتقال الماء من (أ) إلى (ب) حتى يتساوى الضغط بينهما ، وتحدث ظاهرة مشابهة إذا اتصل جسمان مختلفان في درجة حرارتهما ، فالحرارة تسري من الجسم ذي الدرجة الأعلى إلى الجسم ذي الدرجة الأقل بغض النظر عن كمية الحرارة في كل منهما ، فهل هناك تشابه بين سريان الماء والحرارة من جهة وبين سريان الشحنات الكهربية من جهة أخرى ؟

يمكن أن يفسر انتقال الإلكترونات من الجسم أو اليه تفسيراً يشبه عملية انتقال السوائل أو انتقال الحرارة فالسائل ينتقل إذا كان هناك اختلاف في الضغط .. وكذلك الإلكترونات لا تنتقل إلا إذا كان هناك اختلاف في الجهد . ومفهوم الجهد في الكهربية الساكنة يشبه إلى حد كبير مفهوم الضغط في السوائل وعلى هذا الأساس يمكن تحديد مفهوم الجهد الكهربى لجسم ما بأنه عبارة عن الحالة الكهربية التي تحدد انتقال الكهربية منه أو اليه إذا اتصل بالأرض أو بجسم آخر ، أو يمكن تعريف الجهد الكهربى في نقطة ما بأنه مقدار الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنة الكهربية (الكولوم) من ما لا نهاية إلى تلك النقطة .

٥/ فرق الجهد الكهربى بين نقطتين :

مما سبق وبشكل عام نستطيع أن نقول أن فرق الجهد الكهربى عبارة عن مقدار الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنة الكهربية من إحدى النقطتين إلى الأخرى ، وبصورة رياضية يمكن التعبير عن فرق الجهد بالعلاقة :

(١)

$$\text{فرق الجهد} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الشحنة}}$$

∴ الشغل = القوة × المسافة

(٢)

$$\boxed{\text{فرق الجهد} = \frac{\text{القوة} \times \text{المساحة}}{\text{الشحنة}}}$$

(٣)

$$\boxed{\text{∴} \frac{\text{القوة}}{\text{الشحنة}} = \text{شدة المجال الكهربائي (مك)}}$$

(٤)

$$\boxed{\text{∴ فرق الجهد} = \text{مك} \cdot \text{ف}}$$

حيث أن :

مك ≡ شدة المجال الكهربائي

ف ≡ المسافة

$$\text{∴ القوة} = \frac{\text{م ك}_1 \text{ ك}_2}{\text{ف}^2}$$

∴ بالتعويض عن القوة في العلاقة (٢) ينتج :

(٤)

$$\boxed{\text{∴ فرق الجهد} = \frac{\text{م ك}}{\text{ف}}}$$

حيث أن :

م ≡ ثابت كولوم

ك ≡ مقدار الشحنة الكهربائية

ف ≡ المسافة

يقاس الجهد الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي بالفولت . يعرف الفولت بأنه عبارة عن فرق الجهد بين نقطتين عندما يبذل شغل مقداره واحد جول لنقل شحنة كهربائية مقدارها واحد كولوم من إحدى النقطتين للأخرى .

الفـ————يزياء

$$\frac{(9-10 \times 3-) \times 9 \times 10 \times 9}{2-10 \times 3} + \frac{9-10 \times 8 \times 9 \times 10 \times 9}{2-10 \times 6} =$$
$$300 = 900 - 1200 = \text{فولت}$$

$$\frac{\text{مك}^2}{\text{ف}^2} + \frac{\text{مك}^2}{\text{ف}^2} = \text{الجهد في (ب)}$$

$$\frac{(9-10 \times 3-) \times 9 \times 10 \times 9}{2-10 \times 6} + \frac{9-10 \times 8 \times 9 \times 10 \times 9}{2-10 \times 15} =$$
$$30 = 450 - 480 = \text{فولت}$$

$$\frac{1}{2} \text{ فرق الجهد أ ب} = \text{الجهد في (أ)} - \text{الجهد في (ب)}$$
$$270 = 30 - 300 = \text{فولت}$$

$$\frac{\text{الشغل}}{\text{الشحنة}} \quad \therefore \text{ فرق الجهد}$$

$$\therefore \text{ الشغل} = \text{ فرق الجهد} \times \text{ الشحنة}$$

$$10 \times 10 \times 8 = 10 \times 4 \times 270 = \text{جول}$$

الأسئلة والتمارين :

- اعتبر ثابت كولوم $= 9 \times 10^9$ نيوتن . متر / كولوم²
- ١/ ما مقدار المجال الكهربي في نقطة تبعد ٣٠ سنتيمتراً من شحنة كهربية مقدارها 5×10^{-8} كولوم ؟ .
- ٢/ شحنة كهربية موجبة مقدارها 8×10^{-9} كولوم أحسب : شدة المجال الكهربي في النقاط التي تبعد عنها ٢ ، ٥ ، ١٠ سنتيمتر .
- ٣/ شحنتان كهريبتان مقدار الأولى 5×10^{-8} كولوم والثانية 20×10^{-8} كولوم موضوعتان في الهواء والبعد بينهما ١٠ سم ما هي شدة المجال الكهربي في نقطة تقع في منتصف المسافة بينهما ؟
- ٤/ أعد حل السؤال السابق بافتراض أن الشحنة الأولى سالبة .
- ٥/ شحنتان كهريبتان مقدار الأولى ١٠ كولوم ومقدار الثانية ٤٠ كولوم موضوعتان في الهواء والبعد بينهما ٦٠ سم أين توجد النقطة التي تكون شدة المجال الكهربي فيها صفراً ؟ .
- ٦/ أعد السؤال السابق بافتراض أن الشحنة الأولى سالبة .
- ٧/ هل يمكنك استنتاج مكان نقطة التعادل من حل المثالين السابقين ؟
- ٨/ كرة معدنية قطرها ٢٠ سم أعطيت شحنة كهربية مقدارها 5×10^{-8} كولوم أحسب الجهد الكهربي في نقطة :
أ/ تبعد ١٠٠ سم من مركز الكرة .
ب/ تقع على سطح الكرة .
- ٩/ لوحان معدنيان متوازيان فرق الجهد بينهما ٥٠٠ فولت والبعد بينهما ٢٠ سنتيمتراً أحسب :
أ/ شدة المجال الكهربي بين اللوحتين .
ب/ مقدار القوة المؤثرة على شحنة مقدارها 12×10^{-9} كولوم ، أثناء مرورها بين اللوحتين .