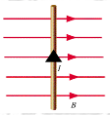
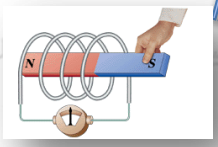
بسم الله الرحمن الرحيم

الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا يغني عن الكتاب المدرسي



أينشتاين الخليج



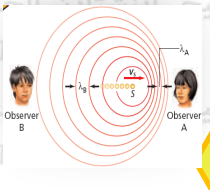


المجالات الكهربائية

النجاح والتفوق في الفيزياء

مسائل وتدريبات

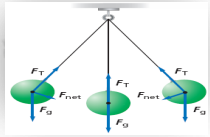
أينشتاين الخليج

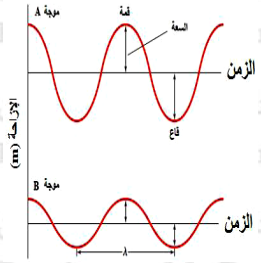


ملاحظات

مع تمنياتي بالنجاح الباهر

أينشتاين الخليج







إعداد وتنقيح

أستاذ رامي عبد الفتاح

أينشتاين الخليج



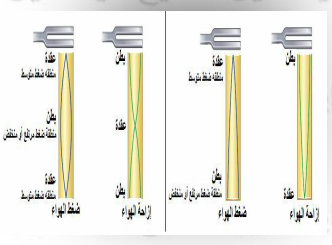


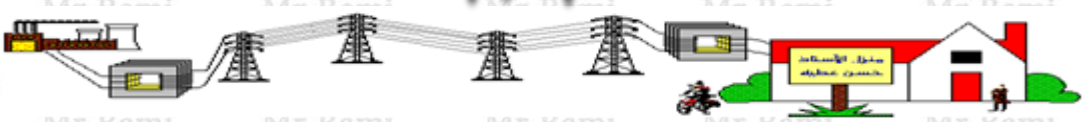
سلسلة مذكرات

أينشتاين الخليج

في

الفيزياء





مع تمنياتنا لكم بالتوفيق والنجاح والتوفيق الباهر في الفيزياء

توليد المجالات الكهربائية وقياسها

تفسير مايكل فاراداى لتأثير قوة ما خلال الفراغ :

اقترح مايكل فاراداي أن الجسم **A** المشحون كهربائياً يؤثر بقوة في جسم آخر **B** مشحون كهربائياً عندما يكون موضوعاً في أي مكان في الفراغ أو الوسط – بسبب أن الجسم **A** يجب أن يُغير بطريقة ما من خصائص ذلك الوسط ، وسيستشعر الجسم **B** بطريقة ما ذلك التغير في الفراغ أو الوسط ، وسيتأثر بقوة ناجمة عن التغير في خصائص الوسط في موقعه .

المجال الكهربائي : " هو تغير خاصية الوسط في المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية "

" هو المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية ، والتي يظهر فيها أثر قوتها الكهربائية "

ملاحظات هامة :

١- المجال الكهربائي لا يعني التفاعل بين جسمين عن بُعد ، بل يعني التفاعل بين الجسم والمجال الكهربائي عند موقع الجسم

٢- يمكن للقوى التي تؤثر بها المجالات الكهربائية أن تبذل شغلاً ، فتنتقل الطاقة من المجال إلى جسم آخر مشحون

قياس (تحديد) المجال الكهربائي

١- لتحديد وقياس مجال كهربي تُستخدم شحنة صغيرة موجبة تُسمى **" شحنة الاختبار "** ، فإذا تأثرت شحنة الاختبار بقوة فسيكون هناك مجال كهربي .

شحنة الاختبار : " هي شحنة صغيرة موجبة تُستخدم لقياس شدة مجال كهربائي "

٢- نحسب القوة المؤثرة في شحنة الاختبار (q') ، حيث نجد أن هذه القوة ستتناسب طردياً مع مقدار شحنة الاختبار ، وذلك حسب قانون كولوم ، لذلك تبقى النسبة بين القوة والشحنة ثابتة وتُسمى " شدة المجال الكهربائي "

شدة المجال الكهربائي : " هو حاصل قسمة مقدار القوة المؤثرة في شحنة اختبار موجبة على مقدار تلك الشحنة "

$$E = \frac{F_{\text{على } q}}{q'} = K\frac{q}{r^2}$$

وتُقاس شدة المجال الكهربائي بوحدة :
نيوتن / كولوم (**N / C**)

ويكون اتجاه المجال الكهربائي في نفس اتجاه القوة المؤثرة في شحنة اختبار موجبة .

العوامل التي تتوقف عليها شدة المجال الكهربائي عند نقطة :

١- مقدار القوة المؤثرة .
٢- موقع هذه النقطة .

ملاحظات هامة :

١- يمكن تمثيل المجال الكهربائي بمتجهات تبين شدة المجال عند مواقع مختلفة ، حيث يدل طول السهم على شدة المجال ، أما اتجاه السهم فيدل على اتجاه المجال .

٢- لإيجاد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنتين عند نقطة ما ، يتم إيجاد المجال الناشئ عن كل شحنة على انفراد عند تلك النقطة ، ثم يُجمع هذان المجالان جمعاً اتجاهياً .

٣- أي شحنة توضع في مجال كهربائي ستتأثر بقوة ناتجة عن المجال الكهربائي في ذلك الموقع (**F = E q**)
حيث يعتمد مقدار هذه القوة على : أ- مقدار المجال الكهربائي . ب- مقدار الشحنة .
ويعتمد اتجاه هذه القوة على اتجاه المجال ، وعلى نوع الشحنة المتأثرة .

تمثيل المجال الكهربائي

خطوط المجال الكهربائي (خطوط القوة) : " هي خطوط تُستخدم لتمثيل المجال الكهربائي الفعلي في الفراغ أو الوسط المحيط بالشحنة "

خصائص خطوط المجال الكهربائي

١- يكون اتجاه المجال الكهربائي عند أي نقطة هو اتجاه المماس المرسوم على خط المجال عند تلك النقطة .

٢- تُشير المسافات بين خطوط المجال الكهربائي إلى شدة المجال الكهربائي ، فكلما كانت الخطوط متقاربة كان المجال قوياً ، وكلما تباعدت الخطوط كان المجال الكهربائي ضعيفاً .

٣- تنتشر خطوط المجال في ثلاث أبعاد (إلا أنه يتم تمثيلها في بُعدين فقط) .

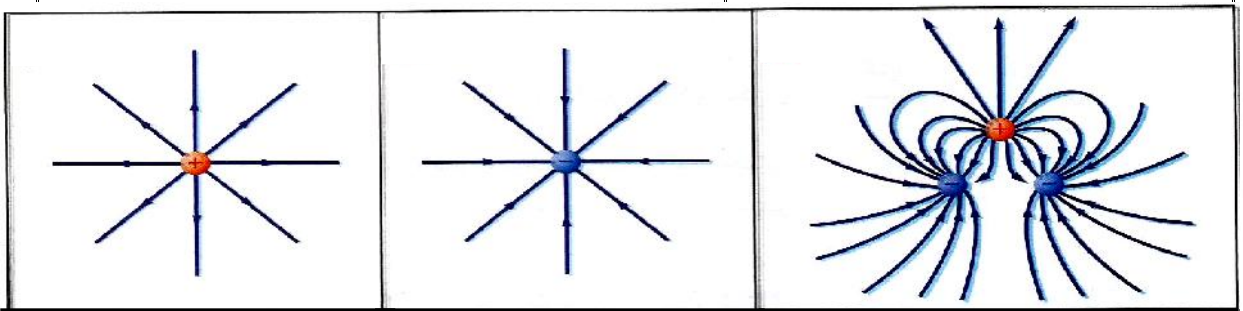
٤- يكون اتجاه خطوط المجال الكهربائي في اتجاه القوة المؤثرة في شحنة اختبار موجبة ، أي أن خطوط المجال الكهربائي تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل إلى الشحنة السالبة .

٥- خطوط المجال الكهربائي لا يمكن أن تتقاطع مطلقاً .

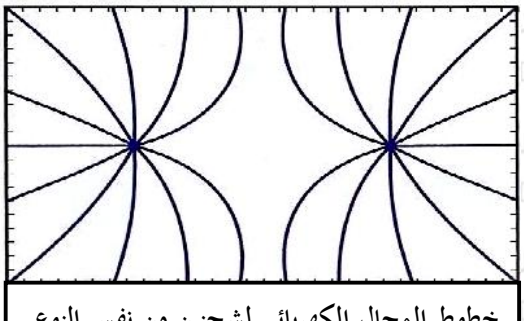
٦- خطوط المجال الكهربائي خطوط وهمية لا مجال لها في الواقع .

تعليلات هامة

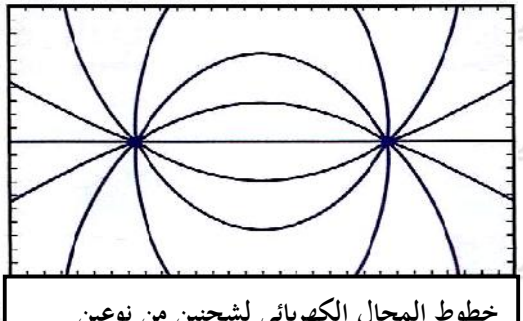
يجب أن تكون شحنة الاختبار التي تُستخدم في قياس المجال الكهربائي صغيرة جداً	حتى لا تؤثر في الشحنات الأخرى
لا تعتمد شدة المجال الكهربائي عند نقطة على مقدار شحنة الاختبار	لأن $E = F / q'$ ، وكلما زادت شحنة الاختبار زادت القوة بنفس النسبة فتبقى شدة المجال ثابتة
لا يمكن لخطوط المجال الكهربائي أن تتقاطع	لأنه لو تقاطع خطا مجال لتحركت وحدة الشحنات الموجبة عند نقطة التقاطع في اتجاهين متعاكسين وهذا مستحيل



خطوط المجال الكهربائي لعدة شحنات | خطوط المجال الكهربائي لشحنة | خطوط المجال الكهربائي لشحنة



خطوط المجال الكهربائي لشحنين من نفس النوع



خطوط المجال الكهربائي لشحنين من نوعين

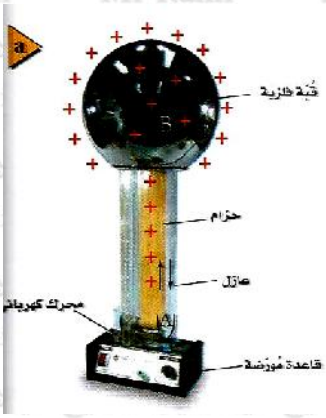
ملاحظة هامة :

عندما يكون هناك شحنتان أو أكثر فإن المجال الناتج يكون حاصل الجمع الاتجاهي للمجالات الناتجة عن هذه الشحنات ، وعندها تُصبح خطوط المجال منحنية وأنماطها أكثر تعقيداً من كل شحنة على حده .

مولد فان دي جراف

هو عبارة عن جهاز يعمل على نقل كميات كبيرة من الشحنات الكهربائية من جزء محدد من الآلة إلى طرفها العلوي الفلزي من خلال حزام متحرك عند قاعدة الجهاز ، ويبذل المحرك الشغل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي .

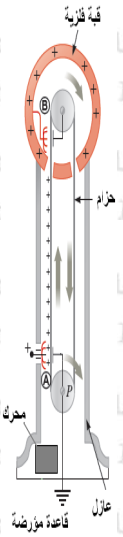
عندما يلمس شخص القبة الفلزية لمولد فان دي جراف يُشحن كهربائياً ، وتؤدي الشحنات إلى تنافر شعر الشخص ليأخذ اتجاه خطوط المجال الكهربائي .





■ **الشكل 6–1** في مولّد فان دي جراف (a)، تنتقل الشحنات إلى الحزام المتحرك عند النقطة A، ثم تنتقل من الحزام المتحرك إلى القبّة الفلزية عند B. ويبذل المحرك الكهربائي الشغل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي. وعندما يلمس شخص معزول قبّة مولّد فان دي جراف تكون النتائج مثيرة (b).

مولد فان دي جراف (مولد الكهرباء الساكنة)





س: كيف يعمل مولد فان دي جراف ؟

1- يولد الجهاز الكهرباء الساكنة الى الحزام المتحرك في الطرف الأسفلA.
2- تنتقل الشحنات من الحزام المتحرك الى القبة الفلزية في الطرف العلوي B.
3- يبذل المحرك الكهربائي الشغل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي مما يؤدي لتراكم الشحنات في القبة الفلزية.

علل: عندما يلمس شخص قبة مولد فان دي جراف يتنافر شعر الشخص ويتغير اتجاهه.

لأن الشحنات تنتقل باللمس من القبة للشخص، فتشحن خصلات الشعر بنفس نوع الشحنة مما يؤدي لتنافرها.

س: فسر لماذا تستمر الشحنات في التراكم علي القبة الفلزية لمولد فان دي جراف ولماذا لا تتنافر الشحنات لتعود إلي الحزام عند النقطة B ؟

لان الشحنات الموجودة علي القبة الفلزية لا تولد مجالا كهربيا داخلها وتنتقل الشحنات فورا من الحزام إلي السطح الخارجي للقبة حيث لا يكون لها أي تأثيرات في الشحنات الجديدة التي تصل إلي النقطة **B** .

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

تطبيقات المجالات الكهربائية

قد يؤدي الشغل المبذول في تحريك جسيم مشحون في مجال كهربائي إلى اكتساب هذا الجسيم طاقة وضع كهربائية أو طاقة حركية أو كلاهما .

الطاقة والجهد الكهربائيان

لتحريك إحدى شحنتين مختلفتين في النوع وإبعادها عن الأخرى ، يجب بذل شغل للتغلب على قوة الجذب بينهما ، فتنتقل طاقة إلى تلك الشحنة تُختزن فيها على شكل طاقة وضع كهربائية ، وكلما زاد مقدار الشحنة ، كانت الزيادة في طاقة وضعها الكهربائية (ΔPE) أكبر .

فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين نقطتين : " هو حاصل قسمة مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي على مقدار تلك الشحنة "

" هو النسبة بين الشغل اللازم لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي ومقدار تلك الشحنة "

$$\Delta V = \frac{W_{\text{في } q'}}{q'}$$

ويقاس فرق الجهد الكهربائي بوحدة :
جول / كولوم = فولت ($J / C = V$)

العوامل التي يتوقف عليها فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين :

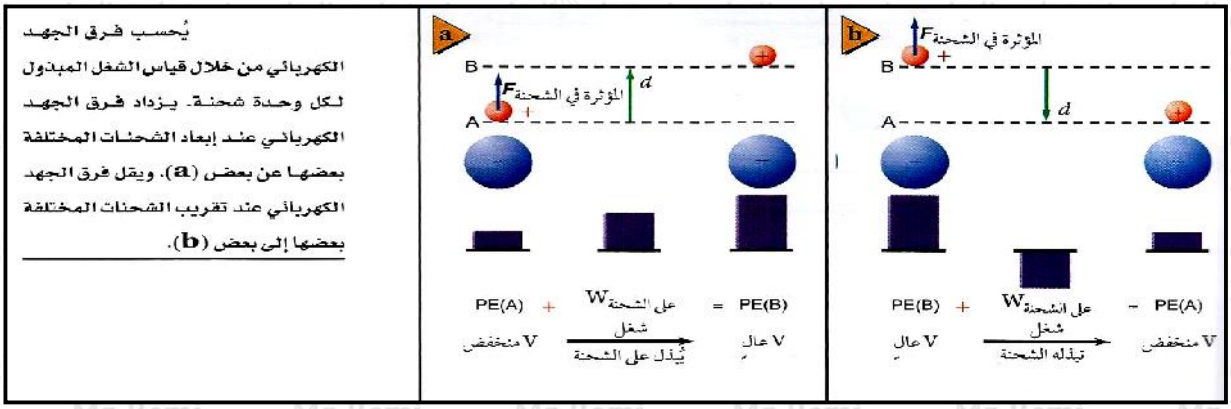
١- المجال الكهربائي . ٢- الإزاحة .

ملاحظات هامة :

١- عند تحريك شحنة اختبار موجبة بعيداً عن شحنة سالبة ، فإن القوة المؤثرة تكون في نفس اتجاه الإزاحة ، ويكون الشغل المبذول على الشحنة موجباً ،وبالتالي يكون التغير في فرق الجهد موجباً (يزداد الجهد الكهربائي).

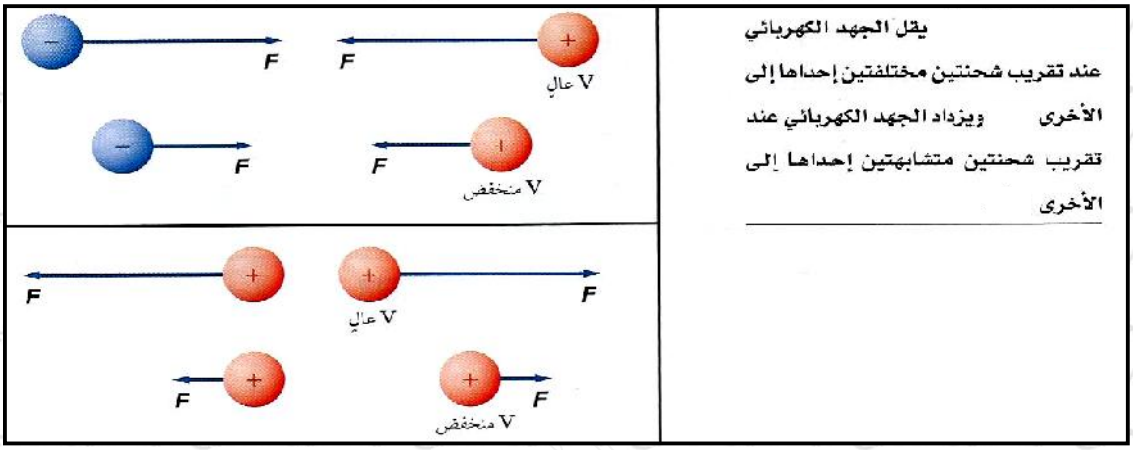
٢- عند تحريك شحنة اختبار موجبة نحو شحنة سالبة ، فإن القوة المؤثرة تكون عكس اتجاه الإزاحة ، ويكون الشغل المبذول على الشحنة سالباً ، وبالتالي يكون التغير في فرق الجهد سالباً (يقل الجهد الكهربائي) .

٣- فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين لا يعتمد على المسار الذي يُسلك أثناء الحركة من نقطة إلى أخرى ، وإنما يعتمد على موقع النقطتين .



Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

٤- عند تقريب شحنتين متشابهتين (موجبتين أو سالبتين) يكون الشغل المبذول موجب فتزداد طاقة وضعهما الكهربائية ، وبالتالي يزداد فرق الجهد الكهربائي بينهما ، أما عند إبعاد الشحنتين المتشابهتين يكون الشغل المبذول سالب فتقل طاقة وضعهما الكهربائية ، وبالتالي يقل فرق الجهد الكهربائي بينهما .



٥- عند تحريك شحنة اختبار في مسار دائري حول شحنة سالبة ، يكون اتجاه القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي في شحنة الاختبار دائماً عمودياً على اتجاه حركتها ، فيكون الشغل المبذول صفر ، وبالتالي يكون فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين على المسار الدائري يساوي صفر ويُسمى **" سطح تساوي الجهد "** .

سطح تساوي الجهد : " هو السطح الذي يكون جميع النقاط عليه متساوية في الجهد "
" هو السطح الذي يكون فرق الجهد بين أي نقطتين عليه يساوي صفر "

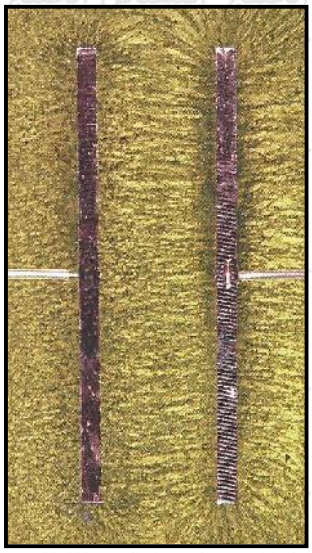
٦- يمكن قياس التغيرات في الجهد الكهربائي بين نقطتين فقط ($\Delta V = V_B - V_A$) ، ويقاس فرق الجهد الكهربائي بجهاز يُسمى **" الفولتميتر "** .

تعليلات هامة

لا يعتمد فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين على مقدار شحنة الاختبار	لأن $\Delta V = W / q^{\backslash}$ ، وكلما زادت شحنة الاختبار زاد الشغل المبذول بنفس النسبة فيبقى فرق الجهد ثابت
فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين في مسار دائري حول شحنة كهربائية يساوي صفر	لأن جميع النقاط على المسار الدائري يكون لها نفس الجهد ، فيكون فرق الجهد بين أي نقطتين صفر
لا يُبذل شغل لنقل الشحنات بين نقاط سطح تساوي الجهد	لأن اتجاه القوة يكون دائماً عمودياً على اتجاه حركة الشحنات ، فيكون الشغل المبذول صفر
يلبس فني صيانة الأجهزة الإلكترونية حول معصمه سوار فلزي متصل بالأرض	لتفريغ الشحنات الزائدة على الفني في الأرض وعدم تفريغها في الأجزاء الحساسة في الأجهزة الإلكترونية وبالتالي حمايتها من التلف

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم



١- القوة والمجال الكهربائيين يكونان منتظمين بين لوحين موصلين متوازيين أحدهما يحمل شحنة موجبة والآخر يحمل شحنة سالبة .

٢- يكون المجال الكهربائي بين اللوحين ثابتاً مقداراً واتجاهاً عند النقاط جميعها ما عدا النقاط التي تكون عند حواف اللوحين .

٣- يكون اتجاه المجال الكهربائي من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .

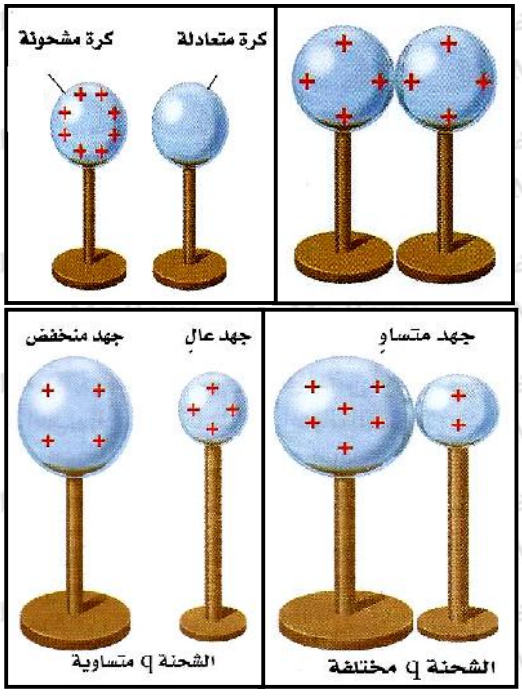
٤- يزداد الجهد الكهربائي كلما تحركنا في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي ، أي أن الجهد الكهربائي يكون أكبر بالقرب من اللوح الموجب .

$$\Delta V = \frac{W_{\text{في } q'}}{q'} = \frac{Fd}{q'} = Ed$$

فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم : " هو حاصل ضرب شدة المجال الكهربائي في المسافة التي تحركتها الشحنة "

ويقاس فرق الجهد الكهربائي بوحدة الفولت حيث : (V = N m / C = J / C)

توزيع الشحنات الكهربائية وتماسها



١- عند تلامس كرتين فلزيتين متساويتين في الحجم إحداهما مشحونة والأخرى متعادلة ، تنتقل الشحنات من الكرة المشحونة إلى المتعادلة دون التأثير بقوة خارجية إلى أن يُصبح فرق الجهد بينهما صفر ، وتتوزع الشحنات على الكرتين بالتساوي .

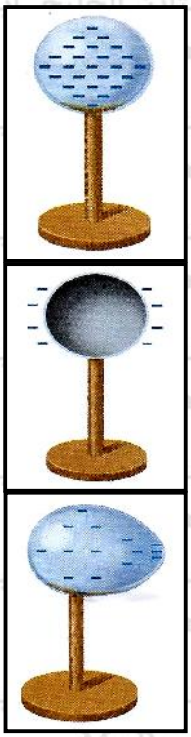
٢- عند تلامس كرتين مختلفتين في الحجم تنتقل الشحنات إلى الكرة ذات الجهد الكهربائي الأقل إلى أن يُصبح فرق الجهد بينهما صفر ، وسيكون للكرة الكبرى شحنة أكبر عند الوصول إلى حالة الاتزان .

٣- تتوزع الشحنات على الكرات المنفردة أو أي موصل آخر بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة في كل منها صفراً ، وبدون قوة محصلة لا يوجد مجال كهربائي أو مركبة له موازية لسطح الموصل ، لذا لا يوجد فرق في الجهد الكهربائي بين أي نقطتين على سطحه ، ويكون سطح الموصل المشحون سطح تساوي جهد .

٤- إذا تم تأريض جسم مشحون مثل صهاريج نقل البترول أو أجهزة الحاسوب بوصله بالأرض ، فستنتقل غالباً أي شحنة عليه إلى الأرض إلى أن يُصبح فرق الجهد الكهربائي بين الجسم والأرض صفراً .

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات



١- تتوزع الشحنات الكهربائية على موصل مشحون مبتعدة عن بعض أبعد ما يمكن ، بحيث تكون طاقة النظام أقل ما يمكن ، مما يؤدي إلى توزيع الشحنات الفائضة على سطح الموصل المصمت .

٢- إذا كان الموصل أجوف فستتوزع الشحنات على سطحه الخارجي ، ولن يكون هناك أي شحنات على سطحه الداخلي .

٣- يعتمد المجال الكهربائي حول موصل مشحون على شكل الموصل وفرق الجهد الكهربائي بين الموصل والأرض .

٤- عند الرؤوس المدببة من سطح الموصل تكون الشحنات أكثر قرباً بعضها من بعض ، لذا تكون خطوط المجال الكهربائي عند هذه الرؤوس أكثر تقارباً ، وتكون شدة المجال الكهربائي أكبر ، وإذا أصبحت شدة المجال كبيرة بدرجة كافية فإنه يكون قادراً على مسارعة الإلكترونات والأيونات الناتجة عن مرور الأشعة الكونية خلال الذرات ، وبتأين المزيد من الذرات ينتج وهج وردي اللون ، وإذا كان المجال كبيراً بدرجة كافية فستنتج حزمة من الأيونات والإلكترونات التي تُشكل **البلازما** - هي مادة موصلة – عندما تصطدم الجسيمات بجزيئات أخرى ، وتصدر شرارة كهربائية ، وفي الحالات الشديدة ينتج البرق .

٥- في مانعة الصواعق يكون القضيب مدبب جداً ويكون المجال الكهربائي كبيراً بالقرب من طرفه ، فيتشكل مساراً موصلاً من طرف القضيب إلى الغيوم أو العكس ، فتُفرغ شحنات الغيمة في صورة شرارة كهربائية في قضيب مانعة الصواعق وتتفرغ بصورة آمنة إلى الأرض بدلاً من تفريغها في المدخنة أو أي نقطة مرتفعة في المنزل أو البناية .

نقطة التعـــــــــــــادل

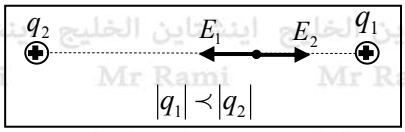
هي النقطة التي تكون فيها شدة المجال الكهربائي صفر .

أو هي النقطة التي لو وضعت فيها شحنة كهربائية تكون متزنة (محصلة القوة عليها تساوي صفراً) .

كيف نحدد موضع نقطة التعادل :

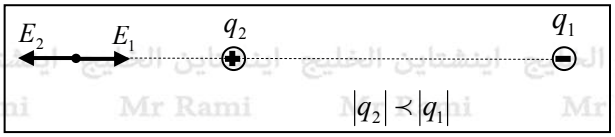
*** علل : إذا كانت الشحنتان متشابهتان تكون النقطة بينهما وأقرب للأصغر مقداراً ؟**

حتى يكون المجالان متساويان ومتعاكسان كما في الشكل .



*** علل : إذا كانت الشحنتان مختلفتان نوعاً تكون النقطة خارجهما وأقرب للأصغر مقداراً . علل ؟**

نفس الإجابة السابقة .



مبدأ الحل : عند نقطة التعادل تكون $(E_1 = E_2)$ ثم نعوض ونختصر (k_c) ونحسب المطلوب .

ملاحظات : – إذا كانت الشحنتان متساويتان ومن نفس النوع تكون النقطة في منتصف البعد بينهما .

– إذا كانت الشحنتان متساويتين ومختلفتين نوعاً لا يوجد نقطة إنعدام مجال .

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

تعليلات هامة

يكون سطح الموصل المشحون سطح تساوي جهد	لأن الشحنات تتوزع على سطحه بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة في كل منها صفر ، فلا يوجد مجال كهربائي أو مركبة له موازية للسطح ، وبالتالي لا يوجد فرق في الجهد بين أي نقطتين على سطح الموصل
يوصل صهريج نقل البترول بسلك فلزي يُلامس الأرض	لتفريغ الشحنات الزائدة إلى الأرض بشكل آمن ، وتجنب حدوث انفجار إذا تم تفريغها من خلال بخار البنزين
يتم تأريض أجهزة الحاسوب	لمنع تولد فرق جهد بين الجهاز والأرض بتفريغ الشحنات الزائدة إلى الأرض ، وعدم مرورها خلال جسم شخص مما يؤدي إلى إيذاء الشخص أو تلف الجهاز
- لا يُنصح بالخروج من السيارة أثناء البرق . - " يكون الناس محميين داخل السيارة من المجالات الكهربائية الناتجة عن البرق " . - " يعمل الوعاء الفلزي المغلق عمل درع واق يحمي ما بداخله من المجالات الكهربائية " .	لأن الشحنات تتوزع على السطح الخارجي ولن يكون هناك أي شحنات على السح الداخلي ، وبالتالي لا يوجد مجال كهربائي داخل السيارة أو الوعاء
يكون المجال الكهربائي أكبر بالقرب من الرؤوس المدببة للموصلات	لأن الشحنات تكون أكثر قرباً بعضها من بعض ، لذا تكون خطوط المجال الكهربائي عند هذه الرؤوس أكثر تقارباً ، وتكون شدة المجال الكهربائي أكبر
يكون طرف مانعة الصواعق فوق البنايات مدبب جداً	حتى يكون المجال الكهربائي كبيراً فيتشكل مساراً موصلاً من طرف مانعة الصواعق إلى الغيوم فتُفرغ شحنات الغيمة في قضيب مانعة الصواعق وتنتقل بصورة آمنة إلى الأرض بدلاً من تفريغها في المدخنة أو أي نقطة مرتفعة في المنزل أو البناية
تُجعل الموصلات ذات الشحنات الكبيرة ملساء وانسيابية	حتى تتوزع الشحنات على سطحها الخارجي بانتظام وتكون القوة المحصلة على كل منها صفر ، وبالتالي لا يوجد فرق في الجهد بين نقطتين ، فيكون سطحها سطح تساوي جهد

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

تخزين الشحنات (المكثفات)

المكثف الكهربائي : " هو جهاز يُستخدم لتخزين الشحنات الكهربائية "

ملاحظة هامة :

عند إضافة كمية من الشحنة إلى كرة صغيرة بعيدة عن الأرض فإن فرق الجهد بينها وبين الأرض يزداد ، وتكون سعتها الكهربائية قليلة ، أما الكرة الكبيرة فيمكنها أن تُخزن كمية شحنات أكبر عند فرق الجهد نفسه ، لذلك تكون سعتها الكهربائية أكبر .

تركيب المكثف :

تتكون جميع المكثفات من موصلين مشحونين بشحنتين متساويتان في المقدار ومختلفتان في النوع (إحداهما موجبة والأخرى سالبة) ، ويفصل بين الموصلين مادة عازلة .

السعة الكهربائية لمكثف : " هي النسبة بين الشحنة على أحد لوحي المكثف وفرق الجهد بينهما "

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

وتقاس السعة الكهربائية بوحدة (الفاراد = كولوم / فولت) : ($F = C / V$)

العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية لمكثف :

١- المساحة السطحية للوحي المكثف : والتناسب طردي حيث تزداد سعة المكثف بزيادة المساحة السطحية للوحيه ، والعكس .

٢- المسافة بين اللوحين : والتناسب عكسي حيث تزداد سعة المكثف بنقص المسافة بين لوحيه ، والعكس .

٣- نوع العازل الذي يفصل بين اللوحين : حيث تزداد الشحنة المُخزنة كلما زادت كفاءة المادة العازلة .

وتُسمى المكثفات حسب نوع المادة العازلة بين اللوحين ، مثل السيراميك ، والمايكا ، والبوليستر ، والورق ، والهواء .

أنواع المكثفات :



تصنع المكثفات بأشكال وأحجام مختلفة فبعضها كبيرة وضخمة جدا حتى أنها تملأ غرفة كاملة ويمكنها تخزين شحنات تكفي لإحداث برق صناعي أو تشغيل ليزرات عملاقة ، وبعض المكثفات ذات أحجام صغيرة كما في الأجهزة الإلكترونية ، ولكنها يمكنها تخزين كمية كافية من الشحنات عند فروق جهد مساوية لعدة مئات من الفولتات .

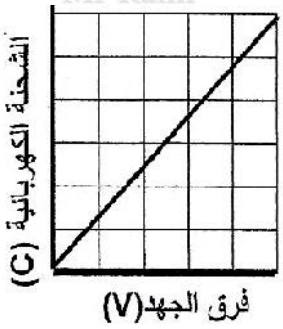
Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

ملاحظات هامة :

١- أغلب المكثفات المستخدمة في الإلكترونيات الحديثة لها سعات كهربائية تتراوح بين **10** بيكوفاراد (10×10^{-12} F) و **500** ميكروفاراد (500×10^{-6} F) .

٢- المكثفات التي تستخدم في ذاكرة الحاسوب لمنع الضياع في الذاكرة لها سعات كهربائية تتراوح بين **0.5 F** ، **1 F** .

٣- عند رسم علاقة بيانية بين الشحنة المخزنة في مكثف أثناء زيادة فرق الجهد عليه كما بالشكل المقابل فإن :



(أ) – ميل الخط البياني يساوي مقدار سعة المكثف .

(ب) – المساحة تحت المنحنى تساوي مقدار الشغل المبذول لشحن لوحي المكثف أو مقدار الطاقة المختزنة بين لوحي المكثف .

$$W = \frac{1}{2} \Delta V\, q = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2} q^2 / C$$

تعليلات هامة

لا تعتمد السعة الكهربائية لمكثف على مقدار شحنته	لأن $C = q / \Delta V$ ، وكلما زادت شحنة المكثف زاد فرق الجهد بنفس النسبة فتبقى سعة المكثف ثابتة
يُنصح بعدم فتح غطاء التلفاز أو الحاسوب حتى لولم يكن متصلاً بمصدر جهد كهربائي	لأنها تحتوي على مكثفات يُمكنها تخزين كمية من الشحنات ، وتبقى هذه المكثفات مشحونة عدة ساعات بعد إغلاق التلفاز أو الحاسوب
مجموع الشحنات على لوحي المكثف تساوي صفر	لأن لوحي المكثف مشحونين بشحنتين متساويتان في المقدار ومختلفتان في النوع

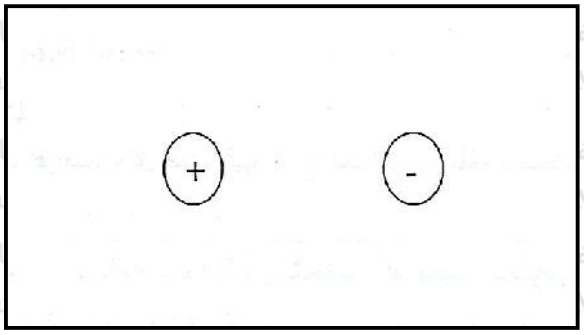
Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

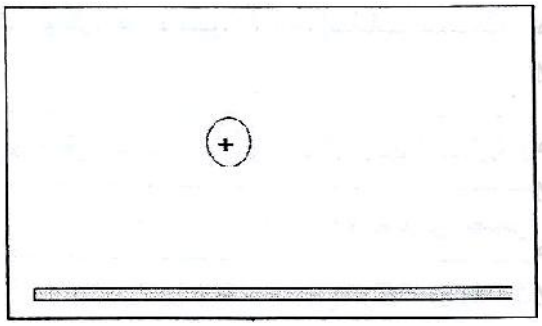
تمارين على المجال الكهربائي

اعتبر ثابت كولوم ($K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$) ، وشحنة الإلكترون ($q = 1.6 \times 10^{-19}\ C$) :

١- ارسم خطوط المجال الكهربائي لكل من :

(أ) – شحنتان متساويتان في المقدار ومختلفتين في النوع . (ب) – شحنة موجبة بجوار لوح شحنته سالبة .





٢- قيس مجال كهربائي في الهواء باستخدام شحنة اختبار موجبة مقدارها $3 \times 10^{-6}\ C$ ، فتأثرت هذه الشحنة بقوة مقدارها $12\ N$ في اتجاه يميل بزاوية 15^o شمال الشرق ، احسب مقدار واتجاه شدة المجال الكهربائي عند موقع شحنة الاختبار .

$4 \times 10^6\ N/C$, 15^o شمال الشرق

.....

.....

.....

.....

.....

٣- وضعت شحنة سالبة مقدارها $2 \times 10^{-8} c$ في مجال كهربائي ، فتأثرت بقوة مقدارها $0.06\ N$ ، في الهواء في اتجاه اليمين ، احسب مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة .

$3 \times 10^6\ N/C$, جهة اليسار

.....

.....

.....

.....

.....

٤- تؤثر قوة كهربائية مقدارها $1.5 \times 10^{-3}\ N$ في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها $2.4 \times 10^{-8} c$ أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار .

$62.5 \times 10^3\ N/C$, جهة الشرق

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

٥- احسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد $30\ cm$ عن يمين كرة صغيرة مشحونة بشحنة مقدارها $-4 \times 10^{-6}\ c$.

$4 \times 10^{5}\ N/C$, جهة اليسار

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٦- احسب شدة المجال الكهربائي على بُعد $20\ cm$ من شحنة نقطية مقدارها $+8 \times 10^{-7}\ c$.

$1.8 \times 10^{5}\ N/C$, جهة الخارج

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٧- وضعت كرة بيلسان وزنها $2.1 \times 10^{-3}\ N$ في مجال كهربائي شدته $6.5 \times 10^{4}\ N/C$ يتجه رأسياً إلى أسفل . احسب مقدار ونوع الشحنة التي توضع على الكرة بحيث توازن القوة الكهربائية قوة الجاذبية وتبقى الكرة معلقة في الهواء .

$3.23 \times 10^{-8}\ C$, الشحنة سالبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٨- تتسارع الإلكترونات في أنبوبة الأشعة المهبطية في تلفاز تحت تأثير مجال كهربائي مقداره $6.5 \times 10^{4}\ N/C$ ، احسب ما يلي :

(أ) - القوة المؤثرة في الإلكترون .

$1.04 \times 10^{-14}\ N$

.....

.....

.....

.....

(ب) - تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظم . اعتبر كتلة الإلكترون $9.11 \times 10^{-31}\ kg$.

$1.14 \times 10^{16}\ m/s^2$

.....

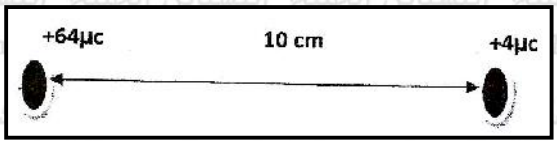
.....

.....

.....

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

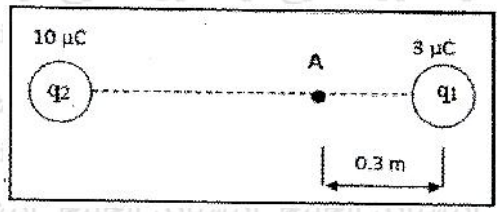
٩- في الشكل المقابل . أين توجد نقطة تكون فيها شدة المجال الكلي مساوية للصفر .



عن الشحنة الأكبر , 0.08 m

.....
.....
.....
.....
.....
.....

١٠- وضعت شحنتان q_1 , q_2 على استقامة واحدة في الهواء ، إذا كانت مقادير الشحنات على الترتيب $q_1 = +3\ \mu c$ ، $q_2 = +10\ \mu c$ ، والنقطة A هي نقطة تعادل ، وتبعد 0.3 m عن q_1 ، احسب كلاً من :



(أ) – المسافة بين الشحنتين q_1 , q_2 .

0.85 m

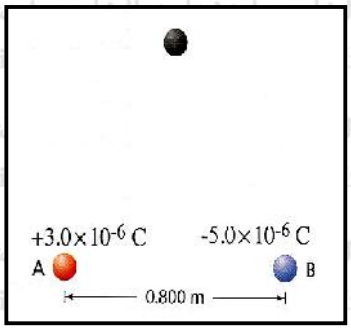
.....
.....
.....
.....
.....

(ب) – القوة المتولدة بين الشحنتين

جهة الخارج (قوة تنافر) , 0.4 N

.....
.....
.....

١١- وضعت الكرتان الصغيرتان A , B على محور X كما بالشكل فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي 3×10^{-6} C والكرة B تبعد مسافة 0.8 m عن يمين الكرة A وتحمل شحنة مقدارها -5×10^{-6} C ، احسب شدة المجال الكهربي واتجاهه عند نقطة فوق المحور X بحيث تشكل هذه النقطة رأس مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A , B .

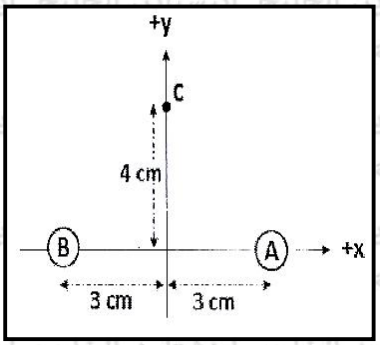


6.13×10^4 N/ C , θ = 23.35°

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

١٣- ثلاث كرات A , B , C شحنتها $+6\ \mu C$, $-8\ \mu C$, $-8\ \mu C$ على الترتيب ، كما بالشكل المقابل ، احسب .



(أ) – مقدار واتجاه القوة الكهربائية التي تؤثر بهما الكرتان A , B على الكرة C .

276.5 N , لأسفل

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ب) – شدة المجال الكهربائي الناتج عن الكرتين A , B عند موقع الكرة C .

4.61×10^7 N/C , لأسفل

.....

.....

.....

.....

Find us on: facebook
https://www.facebook.com/einstien.gulf

تمارين على فرق الجهد الكهربائي

١- لوحان متوازيان مشحونان المسافة بينهما **1.5 cm** ومقدار المجال الكهربائي بينهما **1800 N/C** احسب :

(أ) - فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .

27 V

.....

.....

.....

(ب) - الشغل المبذول لنقل بروتون من اللوح السالب إلى اللوح الموجب (شحنة البروتون = 1.6×10^{-19} C)

4.32×10^{-18} J

.....

.....

.....

.....

٢- إذا كانت قراءة فولتميتر متصل بلوحين متوازيين مشحونين **400 v** عندما كانت المسافة بينهما **2 cm** ، فاحسب شدة المجال الكهربائي بينهما .

2×10^{4} N/C

.....

.....

.....

.....

.....

٣- يمكن لبطارية سيارة جهدها **12V** ومشحونة بصورة كاملة أن تختزن شحنة مقدارها **1.44×10^{6} C** ، احسب مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها .

17.3×10^{6} J

.....

.....

.....

.....

٤- احسب الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة **25 cm** خلال مجال كهربائي شدته **4.5×10^{5} N/C** .

1.8×10^{-14} J

.....

.....

.....

.....

.....

٥- احسب مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها **0.25 µC** بين لوحين متوازيين البعد بينهما **0.4 cm** إذا كان المجال بين اللوحين **6400 N/C** .

6.4×10^{-6} J

.....

.....

.....

.....

٦- بذلت بطارية شغلا مقداره **1200 J** لنقل شحنة كهربية ، احسب مقدار هذه الشحنة المنقولة إذا كان فرق الجهد بين طرفي البطارية **12 V** .

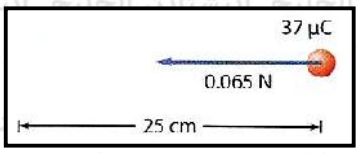
100 C

.....

.....

.....

٧- إذا لزم قوة مقدارها **0.065 N** لتحريك شحنة مقدارها **37 μC** مسافة **25 cm** في مجال كهربي منتظم كما بالشكل ، احسب مقدار فرق الجهد الكهربي بين النقطتين .



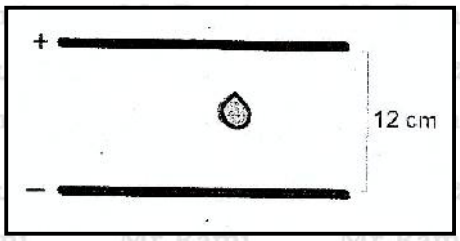
439.2 V

.....

.....

.....

٨- يوضح الشكل قطرة زيت وزنها **8.5×10^{-15} N** مُعلقة في مجال كهربائي شدته **5.6×10^{3} N/C** بين لوحين متوازيين ، ارسم خطوط المجال الكهربائي بين اللوحين ، ثم أجب عن الأسئلة التالية :



(أ) – ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية ؟ **8.5×10^{-15} N لأعلى**

.....

.....

(ب) – ما مقدار الشحنة المتكونة على قطرة الزيت ؟ **1.52×10^{-18} C**

.....

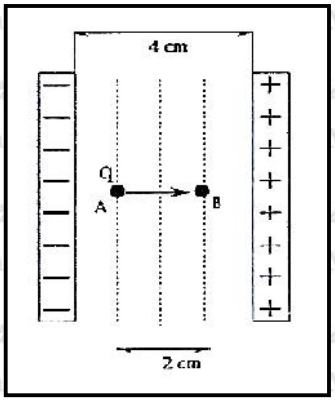
.....

(ج) – احسب فرق الجهد المتولد بين اللوحين المتوازيين . **672 V**

.....

.....

٩- لوحان متوازيان مشحونان البُعد بينهما **4 cm** ، وفرق الجهد بينهما **10 V** وضعت شحنة كهربائية مقدارها **0.5×10^{-6} C** على بُعد **1 cm** من اللوح السالب ، احسب الشغل المبذول لنقل تلك الشحنة من النقطة **A** إلى النقطة **B**



2.5×10^{-6} J

.....

.....

.....

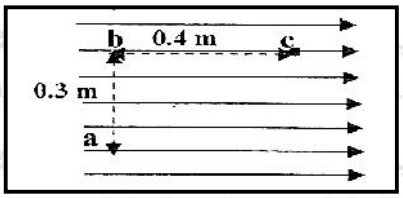
.....

.....

.....

.....

١٠- يُمثل الشكل المقابل مجال كهربائي شدته **6400 N / C** ، احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين **a , c** .



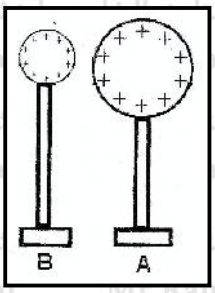
2560 V

.....

.....

.....

تمارين على المجالات الكهربائية وتخزين الشحنات



١- يوضح الشكل كرتان **A , B** مشحونتان بشحنتين متساويتين ، أجب عن الأسئلة الآتية :

(أ) – أي الكرتين أعلى جهداً ؟

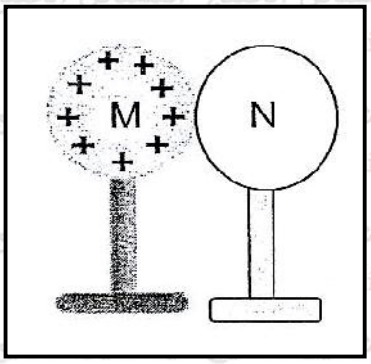
.....

(ب) – وضح ما يحدث عند تلامس الكرتان ؟

.....

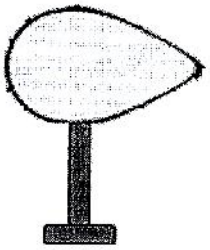
.....

٢- يوضح الشكل التالي كرة فلزية **M** مشحونة بشحنة موجبة ومعزولة عن الأرض ، لامست كرة فلزية أخرى **N** مساوية لها في الحجم ومتعادلة كهربائياً ومعزولة عن الأرض ، أكمل الجدول التالي مُستخدماً الكلمات (يزداد - يقل – يثبت – صفراً) وذلك لوصف الكميات الفيزيائية الآتية بعد ملامسة الكرتين **M , N** .



جهد الكرة **M**	
شحنة الكرة **M**	
جهد الكرة **N**	
شحنة الكرة **N**	
فرق الجهد بين الكرتين	

٣- ارسم خطوط المجال الكهربائي في الحالتين الآتيين :

1- موصل مشحون بشحنة موجبة	2- موصل كروي مشحون بشحنة سالبة
	

٤- احسب السعة الكهربائية لكرة موصلة شحنتها 2.4×10^{-6} C إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين الكرة والأرض يساوي **40 V** .

6×10^{-8} F

.....

.....

.....

.....

.....

٥- مكثف كهربي سعته $27\ \mu F$ ، وفرق الجهد بين لوحيه $45\ V$ احسب مقدار شحنة المكثف .

$1.2 \times 10^{-3}\ C$

.....

.....

.....

.....

.....

٦- احسب مقدار فرق الجهد بين لوحين مكثف سعته $5.4\ \mu F$ ، ومشحون بشحنة مقدارها $8.1 \times 10^{-4}\ C$.

$150\ V$

.....

.....

.....

.....

.....

٧- عند إضافة شحنة مقدارها $2.5 \times 10^{-5}\ C$ إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من $12\ V$ إلى $14.5\ V$ ، احسب مقدار سعة المكثف .

$1 \times 10^{-5}\ F$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٨- مكثفان ، سعة الأول $3.3\ \mu F$ ، والثاني $6.8\ \mu F$ ، إذا وصل كل منهما بفرق جهد $24\ V$ فأي المكثفين له شحنة أكبر؟ وما مقدارها ؟

الثاني , $1.63 \times 10^{-4}\ C$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٩- احسب مقدار الشحنات المختزنة في مكثف سعته $0.22\ \mu F$ ، إذا كان البعد بين لوحيه $1.2\ cm$ والمجال الكهربائي بينهما $2400\ N/C$.

$6.34 \times 10^{-6}\ C$

.....

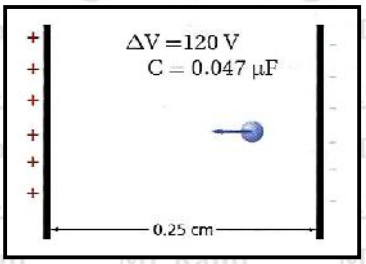
.....

.....

.....

.....

١٠- مكثف سعته $0.047\ \mu F$ ، والمسافة بين لوحيه $0.25\ cm$ ، وفرق الجهد بينهما $120\ V$ ، كما بالشكل المقابل ، احسب :



(أ) - القوة المؤثرة على إلكترون موضوع بين لوحي المكثف ، (شحنة الإلكترون $= 1.6 \times 10^{-19}\ C$) .

$7.7 \times 10^{-15}\ N$

.....

.....

.....

.....

.....

(ب) - الشغل اللازم لتحريك شحنة مقدارها $0.01\ \mu c$ بين لوحي المكثف .

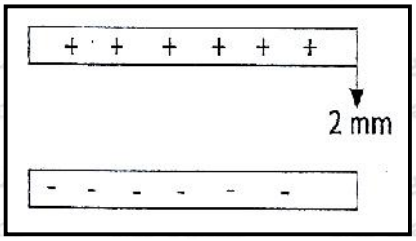
$1.2 \times 10^{-6}\ J$

.....

.....

.....

١١- في الشكل المقابل وصل طرفي مكثف ذو لوحين متوازيين ببطارية $6\ V$ ، فشُحن بشحنة مقدارها $37\ \mu c$ ، أجب عما يأتي :



(أ) – ارسم على الشكل بعض خطوط المجال المتكونة نتيجة شحن المكثف .

(ب) – أوجد مقدار الطاقة المختزنة بين اللوحين .

$1.11 \times 10^{-4}\ J$

.....

.....

.....

(ج) – أوجد مقدار الشغل المبذول لتحريك إلكترون من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .

$9.6 \times 10^{-19}\ J$

.....

.....

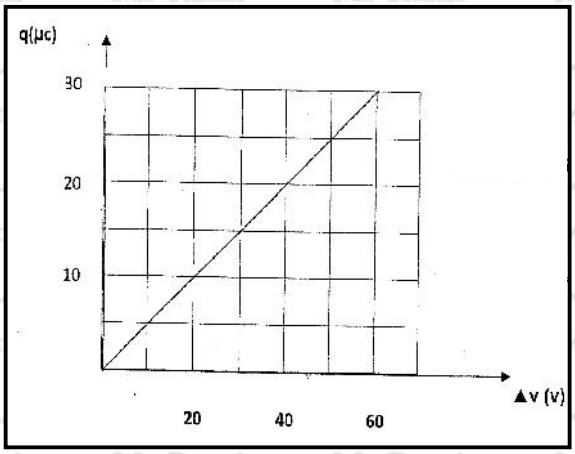
(د) – احسب شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

$3000\ V / m$

.....

.....

١٢- بالاستعانة بالشكل المقابل أجب عن الآتي :



(أ) – احسب سعة المكثف .

$5 \times 10^{-7}\ F$

.....

.....

(ب) – احسب الشغل اللازم لشحن المكثف ليصل فرق جهده إلى $30\ V$.

$2.25 \times 10^{-4}\ J$

.....

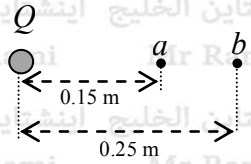
.....

(ج) – احسب مجموع الشحنات على لوحي المكثف .

.....

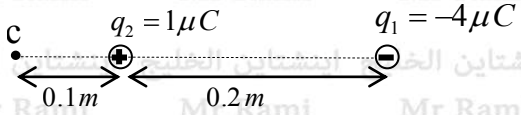
النقطتان (a و b) تقعان في المجال الكهربائي للشحنة النقطية (Q) كما في الشكل المجاور إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (b) تساوي ($900\,N/C$) فاحسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) ؟

الحل :

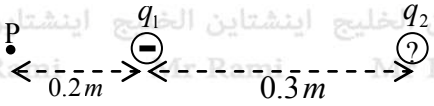


معتمداً على البيانات في الشكل احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (c) ؟

الحل :



في الشكل المجاور إذا كانت ($q_1 = -3\times10^{-9}\,C$) وكانت محصلة شدة المجالات الكهربائية عند النقطة (P) تساوي صفراً :



1) ما نوع شحنة (q_2) .

2) احسب مقدار الشحنة (q_2) .

الحل :

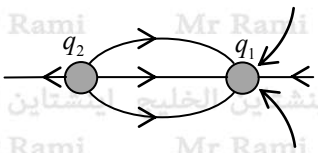
1) موجبة , لأن نقطة التعادل خارج الشحنتين .

2) عند (P) تكون : $E_1 = E_2$

$$k_c \frac{|q_1|}{r_1^2} = k_c \frac{|q_2|}{r_2^2}$$

$$\frac{3\times10^{-9}}{0.2^2} = \frac{|q_2|}{0.5^2} \Rightarrow |q_2| = 1.875\times10^{-8}\,C$$

اعتماداً على الشكل التخطيطي المجاور أكمل الجدول التالي بما يناسب :



	q_1	q_2
نـــوع الشحنة		
مقدار الشحنة	$12\,nC$	

الحل :

	q_1	q_2
نـــوع الشحنة	سالبة	موجبة
مقدار الشحنة	$12\,nC$	$8\,nC$

أرسم على الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي للشحنتين علماً بأن ($q_2 = 3q_1$) ؟

الحل :



مسائل تدريبية

2–1 توليد المجالات الكهربائية وقياسها(صفحة 42–35)

صفحة 39–38

1. يؤثر مجال كهربائي بقوة مقدارها $2.0\times10^{-4}\ \text{N}$ في شحنة اختبار موجبة مقدارها $5.0\times10^{-6}\ \text{C}$. ما مقدار المجال الكهربائي عند موقع شحنة الاختبار؟

$$E=\frac{F}{q}=\frac{2.0\times10^{-4}\ \text{N}}{5.0\times10^{-6}\ \text{C}}=4.0\times10^{1}\ \text{N/C}$$

2. وُضِعت شحنة سالبة مقدارها $2.0\times10^{-8}\ \text{C}$ في مجال كهربائي، فتأثرت بقوة مقدارها $0.060\ \text{N}$ في اتجاه اليمين. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة؟

$$E=\frac{F}{q}=\frac{0.060\ \text{N}}{2.0\times10^{-8}\ \text{C}}=3.0\times10^{6}\ \text{N/C}$$

باتجاه اليسار

3. وُضِعت شحنة موجبة مقدارها $3.0\times10^{-7}\ \text{C}$ في مجال كهربائي شدته $27\ \text{N/C}$ يتجه إلى الجنوب. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة؟

$$E=\frac{F}{q}$$

$$F=Eq=(27\ \text{N/C})(3.0\times10^{-7}\ \text{C})$$

$$=8.1\times10^{-6}\ \text{N}$$

4. وُضِعت كرة بيلسان وزنها $2.1\times10^{-3}\ \text{N}$ في مجال كهربائي شدته $6.5\times10^{4}\ \text{C/N}$، يتجه رأسيًّا إلى أسفل. ما مقدار ونوع الشحنة التي يجب أن توضع على الكرة، بحيث توازِن القوة الكهربائية المؤثرة فيها قوة الجاذبية الأرضية، وتبقى الكرة معلّقة في المجال؟

بما أن الكرة معلقة في المجال أي لا تتحرك؛ فإن المجموع الجبري للقوة الكهربائية وقوة الجاذبية الأرضية يساوي صفرًا.

$$F_g+F_e=0,$$

أي $F_e=-F_g$

$$E=\frac{F_e}{q}$$

$$q=\frac{F_e}{E}=-\frac{F_g}{E}=-\frac{2.1\times10^{-3}\ \text{N}}{6.5\times10^{4}\ \text{N/C}}$$

$$=-3.2\times10^{-8}\ \text{C}$$

وبما أن القوة الكهربائية إلى أعلى (عكس المجال الكهربائي) لذا؛ فالشحنة سالبة.

5. يفحص زيد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع. فيرسم أولاً المجال بشحنة اختبار مقدارها $1.0\times10^{-6}\ C$، ثم يكرّر عمله بشحنة اختبار أخرى مقدارها $2.0\times10^{-6}\ C$.

a. هل يحصل زيد على القوى نفسها في الموقع نفسه عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضّح إجابتك.

لا، ستكون القوة المؤثرة في الشحنة $2.0\times10^{-6}\ C$ ضعفي القوة المؤثرة في الشحنة $1.0\times10^{-6}\ C$.

b. هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضّح إجابتك.

نعم، لأنه سيقسم القوة على مقدار شحنة الاختبار، والنتيجة ستكون نفسها.

6. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد $1.2\ m$ عن شحنة نقطية مقدارها $4.2\times10^{-6}\ C$؟

$$E=\frac{F}{q'}=K\frac{q}{r^2}$$

$$=(9\times10^{9}\ \mathbf{N\cdot m^2/C^2})\frac{(4.2\times10^{-6}\ \mathbf{C})}{(1.2\ \mathbf{m})^2}$$

$$=2.6\times10^{4}\ \mathbf{N/C}$$

7. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع على بُعد يساوي ضعف البعد عن الشحنة النقطية الواردة في المسألة السابقة؟

لأن شدة المجال الكهربائي تتناسب عكسيًا مع مربع البعد عن الشحنة النقطية، فإن شدة المجال الجديدة تساوي $\frac{1}{4}$ شدة المجال الأصلي أي $6.5\times10^{3}\ N/C$.

8. ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد $1.6\ m$ إلى الشرق من شحنة نقطية مقدارها $+7.2\times10^{-6}\ C$ ؟

$$E=\frac{F}{q'}=K\frac{q}{r^2}$$

$$=(9.0\times10^{9}\ \mathbf{N\cdot m^2/C^2})\frac{(7.2\times10^{-6}\ \mathbf{C})}{(1.6\ \mathbf{m})^2}$$

$$=2.5\times10^{4}\ \mathbf{N/C}$$

ويكون اتجاه المجال الكهربائي نحو الشرق أي بعيدًا عن الشحنة النقطية الموجبة.

9. إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناشئ على بُعد $0.25\ m$ من كرة صغيرة مشحونة يساوي $450\ N/C$ ويتجه نحو الكرة، فما مقدار ونوع شحنة الكرة؟

$$E=\frac{F}{q'}=K\frac{q}{r^2}$$

$$q=\frac{Er^2}{K}$$

$$=\frac{(450\ \mathbf{N/C})(0.25\ \mathbf{m})^2}{(9.0\times10^{9}\ \mathbf{N\cdot m^2/C^2})}=3.1\times10^{-9}\ \mathbf{C}$$

الشحنة سالبة ؛ لأن المجال يتجه نحوها.

10. على أي بُعد من شحنة نقطية مقدارها $+2.4\times10^{-6}\ C$ يجب وضع شحنة اختبار للحصول على مجال كهربائي شدته $360\ N/C$؟

$$E=\frac{F}{q'}=K\frac{q}{r^2}$$

$$r=\sqrt{\frac{Kq}{E}}$$

$$=\frac{(9.0\times10\ 9\ \mathbf{N\cdot m^2/C^2})(2.4\times10^{-6}\ \mathbf{C})}{360\ \mathbf{N/C}}$$

$$=7.7\ \mathbf{m}$$

مراجعة القسم

1–2 توليد المجالات الكهربائية وقياسها (صفحة 42–35)

صفحة 44

11. **قياس المجالات الكهربائية** افترض أنه طلب إليك قياس المجال الكهربائي في مكان أو فضاء معين، فكيف تستكشف وجود المجال عند نقطة معينة في ذلك الفضاء؟ وكيف تحدّد مقدار المجال؟ وكيف تختار مقدار شحنة الاختبار؟ وكيف تُحدِّد اتجاه المجال؟

يمكنك استكشاف المجال بوضع شحنة اختبار عند تلك النقطة، ثم تحدد ما إذا كانت هناك قوة تؤثر فيها. ولحساب مقدار المجال قسّم مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار على مقدار شحنة الاختبار. أما عن اختيار مقدار شحنة الاختبار فعليك مراعاة أن يكون مقدارها صغير جدًا مقارنة بمقادير الشحنات التي تولد المجال. بعد ذلك حدّد اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار وذلك لتحديد اتجاه المجال.

تابع الفصل 2

12. شدة المجال واتجاهه تؤثر قوة كهربائية مقدارها $1.50\times10^{-3}\ \text{N}$ في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها $2.40\times10^{-8}\ \text{C}$، أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار.

$$E=\frac{F}{q}=\frac{1.50\times10^{-3}\ \text{N}}{2.40\times10^{-8}\ \text{C}}$$

$$=6.25\times10^{4}\ \text{N/C}\ \text{في اتجاه الشرق}$$

13. خطوط المجال الكهربائي في الشكل 4–2، هل يمكنك تحديد أيّ الشحنتين موجبة، وأيّهما سالبة؟ ماذا تضيف لإكمال خطوط المجال؟

لا. يجب أن يكون لخطوط المجال رؤوس أسهم تشير إلى اتجاهها، حيث تكون خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة إلى الشحنة السالبة.

14. المجال مقابل القوة كيف يختلف تأثير المجال الكهربائي E في شحنة اختبار عن تأثير القوة F في شحنة الاختبار نفسها؟

يعد المجال خاصية لتلك المنطقة من الفضاء، ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه. بينما تعتمد القوة الكهربائية على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.

15. التفكير الناقد افترض أن الشحنة العلوية في **الشكل 2c–2** هي شحنة اختبار موضوعة في ذلك المكان؛ لقياس محصلة المجال الناشئ عن الشحنتين السالبتين. هل الشحنة صغيرة بدرجة كافية للقيام بعملية القياس بدقة؟ وضّح إجابتك.

لا. هذه الشحنة كبيرة بمقدار كاف لتوليد مجال كهربائي قادر على تشويه المجال الناتج عن الشحنتين الأخريين.

مسائل تدريبية

2–2 تطبيقات المجالات الكهربائية صفحة (55–43)

صفحة 49

16. شدة المجال الكهربائي بين لوحين فلزيين واسعين متوازيين ومشحونين $6000\ \text{N/C}$، والمسافة بينهما $0.05\ \text{m}$. احسب فرق الجهد الكهربائي بينهما.

$$\Delta V=Ed=(6000\ \text{N/C})(0.05\ \text{m})$$

$$=300\ \text{J/C}=3\times10^{2}\ \text{V}$$

17. إذا كانت قراءة فولتمتر متصل بلوحين متوازيين مشحونين $400\ \text{V}$، عندما كانت المسافة بينهما $0.020\ \text{m}$، فاحسب المجال الكهربائي بينهما.

$$\Delta V=Ed$$

$$E=\frac{\Delta V}{d}=\frac{400\ \text{V}}{0.020\ \text{m}}=2\times10^{4}\ \text{N/C}$$

18. عندما طُبّق فرق جهد كهربائي مقداره $125\ \text{V}$ على لوحين متوازيين، تولّد بينهما مجال كهربائي مقداره $4.25\times10^{3}\ \text{N/C}$. ما البعد بين اللوحين؟

$$\Delta V=Ed$$

$$d=\frac{\Delta V}{E}=\frac{125\ \text{V}}{4.25\times10^{3}\ \text{N/C}}=2.94\times10^{-2}\ \text{m}$$

19. ما الشغل المبذول لتحريك شحنة $3.0\ \text{C}$ خلال فرق جهد كهربائي مقداره $1.5\ \text{V}$؟

$$W=q\Delta V=(3.0\ \text{C})(1.5\ \text{V})=4.5\ \text{J}$$

20. يمكن لبطارية سيارة جهدها $12\ \text{V}$ ومشحونة بصورة كاملة أن تختزن شحنة مقدارها $1.44\times10^{6}\ \text{C}$. ما مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها؟

$$W=q\Delta V=(1.44\times10^{6}\ \text{C})(12\ \text{V})$$

$$=1.7\times10^{7}\ \text{J}$$

21. يتحرك إلكترون خلال أنبوب الأشعة المهبطية لتلفاز، فتعرّض لفرق جهد مقداره $18000\ \text{V}$. ما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون عند عبوره لفرق الجهد هذا؟

$$W=q\Delta V=(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(1.8\times10^{4}\ \text{V})$$

$$=2.9\times10^{-15}\ \text{J}$$

22. إذا كان مقدار المجال الكهربائي في مُسارِع جسيمات يساوي $4.5\times10^{5}\ \text{N/C}$، فما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة $25\ \text{cm}$ خلال هذا المجال؟

$$W=q\Delta V=qEd$$

$$=(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(4.5\times10^{5}\ \text{N/C})(0.25\ \text{m})$$

$$=1.8\times10^{-14}\ \text{J}$$

اينشتاين الخليج Mr Rami

تابع الفصل 2

صفحة 50

23. تسقط قطرة زيت في جهاز ملّيكان دون وجود مجال كهربائي. ما القوى المؤثرة فيها؟ وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة فصِف القوى المؤثرة فيها.

قوة الجاذبية الأرضية (الوزن) في اتجاه الأسفل، وقوة الاحتكاك مع الهواء في اتجاه الأعلى. وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة تكون القوتان متساويتان في المقدار.

24. إذا عُلّقت قطرة زيت وزنها $1.9\times10^{-15}\ \text{N}$ في مجال كهربائي مقداره $6.0\times10^{3}\ \text{N/C}$ فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد فائض الإلكترونات التي تحملها القطرة؟

$$F_g = Eq$$

$$q = \frac{F_g}{E} = \frac{1.9\times10^{-15}\ \text{N}}{6.0\times10^{3}\ \text{N/C}}$$

$$= 3.2\times10^{-19}\ \text{C}$$

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{q}{q_e} = \frac{3.2\times10^{-19}\ \text{C}}{1.60\times10^{-19}\ \text{C}} = 2\ \bar{e}$$

25. تحمل قطرة زيت وزنها $6.4\times10^{-15}\ \text{N}$ إلكترونًا فائضًا واحدًا. ما مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق القطرة ومنعها من الحركة؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{6.4\times10^{-15}\ \text{m}}{1.60\times10^{-19}\ \text{C}} = 4.0\times10^{4}\ \text{N/C}$$

26. عُلّقت قطرة زيت مشحونة بشحنة موجبة وزنها $1.2\times10^{-14}\ \text{N}$ بين لوحين متوازيين البعد بينهما $0.64\ \text{cm}$. إذا كان فرق الجهد بين اللوحين $240\ \text{V}$، فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد الإلكترونات التي فقدتها ليكون لها هذه الشحنة؟

$$E = \frac{\Delta V}{r} = \frac{240\ \text{V}}{6.4\times10^{-3}\ \text{m}} = 3.8\times10^{4}\ \text{N/C}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1.2\times10^{-14}\ \text{N}}{3.8\times10^{4}\ \text{N/C}}$$

$$= 3.2\times10^{-19}\ \text{C}$$

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{q}{q_e} = \frac{3.2\times10^{-19}\ \text{C}}{1.60\times10^{-19}\ \text{C}} = 2\ \bar{e}$$

صفحة 54

27. مكثف كهربائي سعته $27\ \mu F$ وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه $45\ \text{V}$. ما مقدار شحنة المكثف؟

$$q = C\Delta V = (27\times10^{-6}\ F)(45\ \text{V})$$

$$= 1.2\times10^{-3}\ \text{C}$$

28. مكثفان، سعة الأول $3.3\ \mu F$، وسعة الآخر $6.8\ \mu F$، إذا وصل كل منهما بفرق جهد $24\ \text{V}$ فأي المكثفين له شحنة أكبر؟ وما مقدارها؟

$$q = C\Delta V$$

المكثف الذي سعته أكبر تكون شحنته أكبر.

$$q = (6.8\times10^{-6}\ F)(24\ \text{V}) = 1.6\times10^{-4}\ \text{C}$$

29. إذا شحن كل من المكثفين في المسألة السابقة بشحنة مقدارها $3.5\times10^{-4}\ \text{C}$ فأي المكثفين له فرق جهد كهربائي أكبر بين طرفيه؟ وما مقداره؟

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

المكثف الذي سعته أصغر، يكون له جهد أكبر.

$$\Delta V = \frac{3.5\times10^{-4}\ \text{C}}{3.3\times10^{-6}\ F} = 1.1\times10^{2}\ \text{V}$$

30. شحن مكثف كهربائي سعته $2.2\ \mu F$ حتى أصبح فرق الجهد الكهربائي بين لوحيه $6.0\ \text{V}$، ما مقدار الشحنة الإضافية التي يتطلبها رفع فرق الجهد بين طرفيه إلى $15.0\ \text{V}$؟

$$q = C\Delta V$$

$$\Delta q = C(\Delta V_2 - \Delta V_1)$$

$$= (2.2\times10^{-6}\ F)(15.0\ \text{V} - 6.0\ \text{V})$$

$$= 2.0\times10^{-5}\ \text{C}$$

31. عند إضافة شحنة مقدارها $2.5\times10^{-5}\ \text{C}$ إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من $12.0\ \text{V}$ إلى $14.5\ \text{V}$، احسب مقدار سعة المكثف.

$$C = \frac{q}{\Delta V_2 - \Delta V_1} = \frac{2.5\times10^{-5}\ \text{C}}{14.5\ \text{V} - 12.0\ \text{V}}$$

$$= 1.0\times10^{-5}\ F$$

مراجعة القسم

2–2 تطبيقات المجالات الكهربائية صفحة (55–43)

صفحة 55

32. فرق الجهد الكهربائي ما الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد الكهربائي؟

تتغير طاقة الوضع الكهربائية عندما يُبذل شغل لنقل شحنة في مجال كهربائي، كما أنها تعتمد على كمية الشحنة المنقولة. أما فرق الجهد الكهربائي فهو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات في مجال كهربائي، وهو لا يعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

33. المجال الكهربائي وفرق الجهد بيّن أن الفولت لكل متر هو نفسه نيوتن لكل كولوم.

$$V/m = J/C \cdot m = N \cdot m/C \cdot m = N/C$$

34. تجربة ملّيكان عندما تتغير شحنة قطرة الزيت المعلّقة داخل جهاز مليكان تبدأ القطرة في السقوط. كيف يجب تغيير فرق الجهد بين اللوحين لجعل القطرة تعود إلى الاتزان من جديد؟

يجب زيادة فرق الجهد.

35. الشحنة وفرق الجهد إذا كان التغير في فرق الجهد الكهربائي في المسألة السابقة لا يؤثر في القطرة الساقطة فعلامَ يدل ذلك بشأن الشحنة الجديدة على القطرة؟

يدل على أن القطرة متعادلة كهربائيًا.

36. السعة الكهربائية ما مقدار الشحنة المختزنة في مكثف سعته $0.47\ \mu F$ عندما يُطبّق عليه فرق جهد مقداره 12 V؟

$$q = C\Delta V = (4.7\times10^{-7}\ F)(12\ V)$$

$$= 5.6\times10^{-6}\ C$$

37. توزيع الشحنات عند ملامسة كرة موصلة صغيرة مشحونة بشحنة سالبة لكرة موصلة كبيرة مشحونة بشحنة موجبة، ماذا يمكن القول عن:

a. جهد كل من الكرتين.

سيكون جهدا الكرتين متساويًا.

b. شحنة كل من الكرتين.

ستكون شحنة الكرة الكبيرة أكبر من شحنة الكرة الصغيرة، ولكن سيكون لهما النوع نفسه.

38. التفكير الناقد بالرجوع إلى **الشكل 3a–2**، وضح كيف تستمر الشحنات في التراكم على القُبّة الفلزية لمولّد فان دي جراف، ولماذا لا تتنافر الشحنات لتعود إلى الحزام عند النقطة B؟

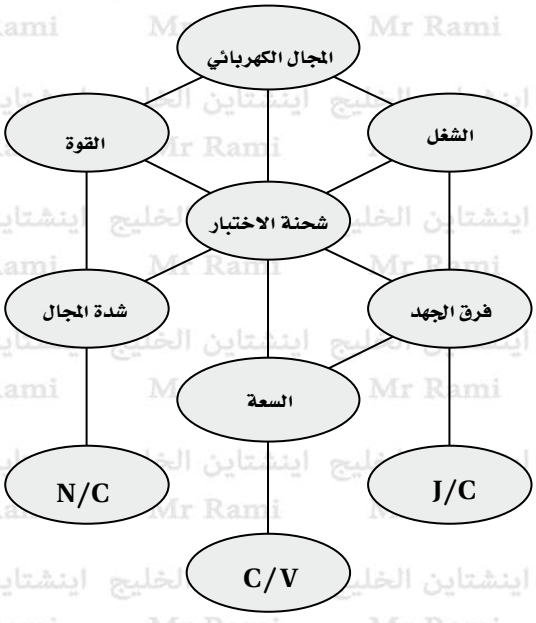
لا تولّد الشحنات الموجودة على القبة الفلزية مجالًا كهربائيًا داخلها، بل تنتقل الشحنات فورًا من الحزام إلى السطح الخارجي للقبة، حيث لا يكون لها تأثير في الشحنات الجديدة التي تصل إلى النقطة B.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 60

39. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: السعة، شدة المجال، J/C ، الشغل.



إتقان المفاهيم

صفحة 60

40. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟

يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيرًا جدًا مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولّد المجال الكهربائي، كما يجب أن تكون موجبة.

41. كيف يحدّد اتجاه المجال الكهربائي؟

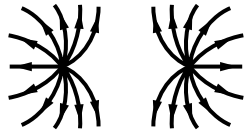
اتجاه المجال هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في المجال. وبهذا تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة.

42. ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟

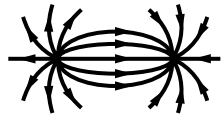
خطوط القوى الكهربائية

43. ارسم بعض خطوط المجال الكهربائي لكل من الحالات التالية:

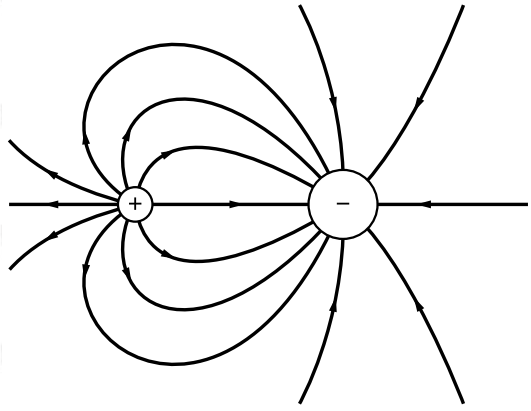
a. شحنتين متساويتين في المقدار ومتماثلتين في النوع.



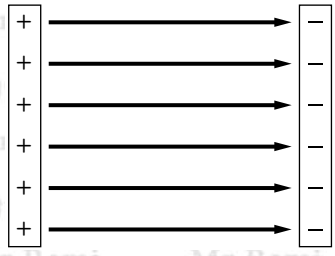
b. شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدار نفسه.



c. شحنة موجبة وأخرى سالبة مقدارها يساوي ضعف مقدار الشحنة الموجبة.



d. لوحين متوازين مختلفين في الشحنة.



44. في **الشكل 15–2**، أين تنتهي خطوط المجال الكهربائي الخارجة من الشحنة الموجبة؟



■ **الشكل 15–2**

تنتهي عند شحنات سالبة بعيدة موجودة في مكان ما خارج حواف الرسم التخطيطي.

45. كيف يتم الإشارة لشدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي؟

كلما تقاربت خطوط المجال بعضها من بعض زادت قوة المجال الكهربائي.

46. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، حسب النظام الدولي للوحدات SI؟

وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية هي الجول، ووحدة قياس فرق الجهد الكهربائي هو الفولت.

47. عرّف الفولت بدلالة التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة تتحرك في مجال كهربائي.

الفولت هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔPE الناتج عن انتقال وحدة شحنة اختبار q مسافة r مقدارها 1 m في مجال كهربائي E مقداره 1 N/C.

$$\Delta V = \frac{\Delta PE}{q} = Er$$

48. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض؟

لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعدّ جسمًا ضخمًا جدًا.

49. وضع قضيب مطاطي مشحون على طاولة فحافظ على شحنته بعض الوقت. لماذا لا تُفرغ شحنة القضيب المشحون مباشرة؟

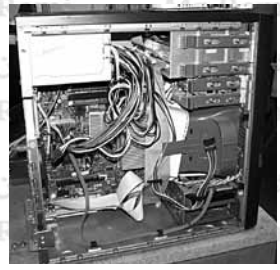
لأن الطاولة مادة عازلة ، أو على الأقل موصل رديء جدًا.

تابع الفصل 2

50. شُحن صندوق فلزي. قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق وتركيزها على جوانب الصندوق.

يكون تركيز الشحنة عند الزوايا أكبر من تركيزها على جوانب الصندوق .

51. **أجهزة الحاسوب** لماذا توضع الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية – كتلك الموضحة في **الشكل 16–2**– داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي؟



■ الشكل 16–2

لأن الصندوق الفلزي يحمي هذه الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية التي لا تنفذ إلى داخل الموصل الأجوف.

تطبيق المفاهيم

صفحة 61–60

52. ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها؟

لا يحدث شيء؛ لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل إلى النصف، أي أن النسبة $\frac{F'}{q'}$ والمجال الكهربائي تبقى هي نفسها.

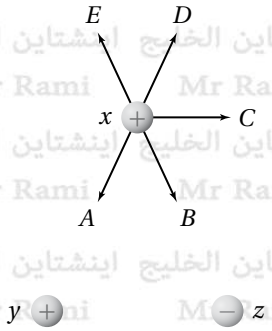
53. هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك شحنة موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد؟

تتناسب الطاقة طرديًا مع القوة، وتتناسب القوة طرديًا مع المجال الكهربائي، لذا يلزم طاقة أكبر.

54. ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية لجسم مشحون موجود داخل مجال كهربائي عندما يُطلق الجسيم ليصبح حرّ الحركة؟

ستتحول طاقة الوضع الكهربائية للجسيم إلى طاقة حركية له.

55. يبيّن **الشكل 17–2** ثلاث كرات مشحونة بالمقدار نفسه. أما أنواعها فموضّحة على الشكل. الكرتان y و z ثابتتان في مكانيهما، أما الكرة x فهي حرة الحركة. والمسافة بين الكرة x وكل من الكرتين y و z في البداية متساوية. حدّد المسار الذي ستبدأ الكرة x في سلوكه. افترض أنه لا يوجد أي قوى أخرى تؤثر في الكرات.



■ الشكل 17–2

ستسلك الكرة x المسار C؛ لأنها ستتأثر بالقوتين الموضّحتين بالمتجهين BوD، ومحصلتهما هي المتجه C.

56. ما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بدلالة m، وkg، وs، وC؟

$$V = \frac{J}{C} = \frac{N \cdot m}{C} = \left(\frac{kg \cdot m}{s^2}\right)\left(\frac{m}{C}\right)$$
$$= kg \cdot m^2/s^2 \cdot C$$

57. كيف تبدو خطوط المجال الكهربائي عندما يكون للمجال الكهربائي الشدة نفسها عند النقاط جميعها في منطقة ما؟

تكون متوازية، وتفصلها مسافات متساوية

58. **تجربة قطرة الزيت لملّيكان** يفضل عند إجراء هذه التجربة استخدام قطرات زيت لها شحنات صغيرة. هل يتعين عليك البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء عندما يتم تشغيل المجال الكهربائي؟ وضّح إجابتك.

يتعين البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء؛ فكلما كانت الشحنة أكبر كانت القوة المؤثرة فيها أكبر؛ لذا تكون سرعتها الحدية أكبر .

تابع الفصل 2

59. في تجربة قطرة الزيت لملّيكان تم تثبيت قطرتي زيت في المجال الكهربائي.

a. هل يمكنك استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟

لا. قد تكون كتلتاهما مختلفتين.

b. أي خصائص قطرتي الزيت نِسبُها متساوية؟

نسبة الشحنة إلى الكتلة $\frac{q}{m}$ أو نسبة الكتلة إلى الشحنة $\frac{m}{q}$.

60. يقف زيد وأخته ليلى على سطح مستوٍ معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة، كما هو موضّح في **الشكل 18–2**. إذا كانت المساحة السطحية لجسم زيد أكبر من ليلى فمن منهما يكون له كمية أكبر من الشحنات، أم سيكون لهما المقدار نفسه من الشحنات؟



■ **الشكل 18–2**

يمتلك زيد مساحة سطحية أكبر، لذا سيمتلك كمية أكبر من الشحنة.

61. إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم 1 cm و10 cm فأيّهما له سعة أكبر؟

للكرة التي قطرها 10 cm سعة كهربائية أكبر؛ لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة أكبر، وهذا يقلّل من ارتفاع جهدها عندما تُشحن.

62. كيف يمكنك تخزين كميات مختلفة من الشحنة في مكثف؟

بتغيير الجهد بين طرفي المكثف.

إتقان حل المسائل

2–1 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

صفحة 62–61

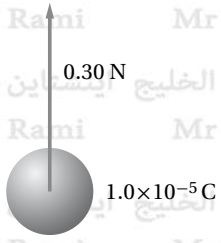
شحنة الإلكترون تساوي -1.60×10^{-19} C، استخدم هذه القيمة حيث يلزم.

63. ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها 1.4×10^{-8}N عند نقطة شدة المجال الكهربائي فيها 5.0×10^{-4} N/C ؟

$$E=\frac{F}{q}$$

$$q=\frac{F}{E}=\frac{1.4\times10^{-8}\ \text{N}}{5.0\times10^{-4}\ \text{N/C}}=2.8\times10^{-5}\ \text{C}$$

64. يوضّح **الشكل 19–2** شحنة موجبة مقدارها 1.0×10^{-5} C، تتعرض لقوة 0.30 N، عند وضعها عند نقطة معينة. ما شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة؟



■ **الشكل 19–2**

$$E=\frac{F}{q}=\frac{0.30\ \text{N}}{1.0\times10^{-5}\ \text{C}}=3.0\times10^{4}\ \text{N/C}$$

وفي اتجاه القوة الكهربائية نفسها (إلى أعلى)

65. إذا كان المجال الكهربائي في الغلاف الجوي يساوي 150 N/C تقريبًا، ويتجه إلى أسفل، فأجب عما يلي:

a. ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة؟

اتجاه القوة المؤثرة في الجسيم يكون إلى أعلى.

b. أوجد القوة الكهربائية التي يؤثر بها هذا المجال في إلكترون.

$$E=\frac{F}{q}$$

$$F=qE=(1.6\times10^{-19}\ \text{C})(150\ \text{N/C})$$

$$=2.4\times10^{-17}\ \text{N}$$

في اتجاه الأعلى $F=2.4\times10^{-17}$ N

c. قارن بين القوة في الفرع b وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الإلكترون نفسه. (كتلة الإلكترون تساوي 9.1×10^{-31} kg)

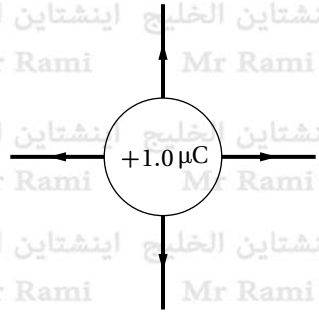
$$F = mg = (9.1\times10^{-31}\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)$$
$$= 8.9\times10^{-30}\ \text{N}$$

(إلى أسفل) $F = 8.9\times10^{-30}$ N

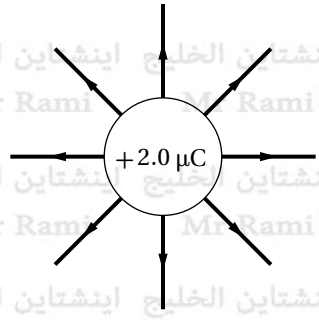
قوة الجاذبية أقل بأكثر من تريليون مرة من القوة الكهربائية.

66. ارسم بدقة الحالات التالية:

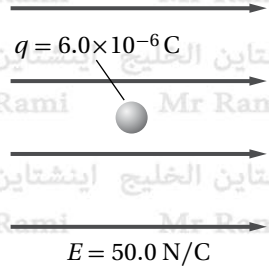
a. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة مقدارها $+1.0\ \mu C$.



b. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة $+2.0\ \mu C$ (اجعل عدد خطوط المجال متناسبًا مع التغير في مقدار الشحنة).



67. وضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها 6.0×10^{-6} C في مجال كهربائي شدته 50.0 N/C، كما هو موضّح في **الشكل 20–2**. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟

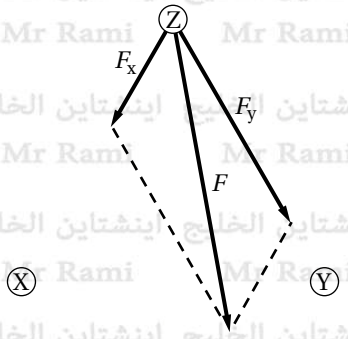


الشكل 20–2 ■

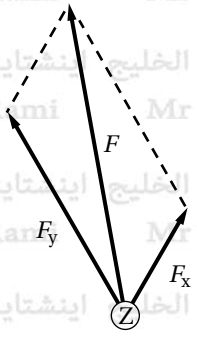
$$E = \frac{F}{q}$$
$$F = qE = (6.0\times10^{-6}\ \text{C})(50.0\ \text{N/C})$$
$$= 3.0\times10^{-4}\ \text{N}$$

68. ثلاث شحنات: X وY و Z يبعد بعضها عن بعض مسافات متساوية. إذا كان مقدار الشحنة X يساوي $+1.0\ \mu C$، ومقدار الشحنة Y يساوي $+2.0\ \mu C$، والشحنة Z صغيرة وسالبة:

a. فارسم سهمًا يُمثّل القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة Z.



b. إذا كانت الشحنة Z موجبة وصغيرة فارسم سهمًا يمثّل القوة المحصلة المؤثرة فيها.



69. تتسارع الإلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز نتيجة مجال كهربائي مقداره 1.00×10^5 N/C. احسب ما يلي:

a. القوة المؤثرة في الإلكترون.

$$E = \frac{F}{q}$$
$$F = Eq$$
$$= (-1.60\times10^{-19}\ \text{C})(1.00\times10^5\ \text{N/C})$$
$$= -1.60\times10^{-14}\ \text{N}$$

b. تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظمًا. اعتبر كتلة الإلكترون 9.11×10^{-31} kg.

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-1.60\times10^{-14}\ \text{N}}{9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}$$

$$= -1.76\times10^{16}\ \text{m/s}^2$$

70. أوجد شدة المجال الكهربائي على بُعد 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها 8.0×10^{-7} C .

$$E = \frac{F}{q'},\ F = \frac{Kqq'}{r^2}$$

أي:

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

$$= \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0\times10^{-7}\ \text{C})}{(0.200\ \text{m})^2}$$

$$= 1.8\times10^5\ \text{N/C}$$

71. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتونًا.

a. أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي على بُعد 1.0×10^{-10} m من النواة.

$$Q = (82\ \text{بروتون})(1.60\times10^{-19}\ \text{C/ بروتون})$$

$$= 1.31\times10^{-17}\ \text{C}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{q}\left(\frac{KqQ}{r^2}\right) = \frac{KQ}{r^2}$$

$$= \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1.31\times10^{-17}\ \text{C})}{(1.0\times10^{-10}\ \text{m}^2)}$$

$$= 1.2\times10^{13}\ \text{N/C}\ \text{في اتجاه بعيدًا عن النواة}$$

b. أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة في إلكترون موضوع على البعد نفسه.

$$F = Eq$$

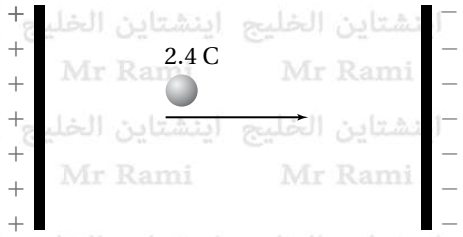
$$= (1.2\times10^{13}\ \text{N/C})(-1.60\times10^{-19}\ \text{C})$$

$$= -1.9\times10^{-6}\ \text{N},\ \text{في اتجاه النواة}$$

2–2 تطبيقات المجالات الكهربائية

صفحة 63–62

72. إذا بُذل شغل مقداره 120 J لتحريك شحنة مقدارها 2.4 C من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، كما هو موضّح في **الشكل 21–2**، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؟



■ **الشكل 21–2**

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{120\ \text{J}}{2.4\ \text{C}} = 5.0\times10^1\ \text{V}$$

73. ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها 0.15 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 9.0 V؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$W = q\Delta V = (0.15\ \text{C})(9.0\ \text{V})$$

$$= 1.4\ \text{J}$$

74. بذلت بطارية شغلاً مقداره 1200 J لنقل شحنة كهربائية. ما مقدار هذه الشحنة المنقولة إذا كان فرق الجهد بين طرفي البطارية 12 V؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$q = \frac{W}{\Delta V} = \frac{1200\ \text{J}}{12\ \text{V}} = 1.0\times10^2\ \text{C}$$

75. إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين 1.5×10^3 N/C، والبعد بينهما 0.060 m فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين بوحدة الفولت؟

$$\Delta V = Er$$

$$= (1.5\times10^3\ \text{N/C})(0.060\ \text{m})$$

$$= 9.0\times10^1\ \text{V}$$

76. تبيّن قراءة فولتمتر أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين 70.0 V. فإذا كان البعد بين اللوحين 0.020 m فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

$$\Delta V = Er$$

$$E = \frac{\Delta V}{r} = \frac{70.0\ \text{V}}{0.020\ \text{m}} = 3500\ \text{V/m}$$

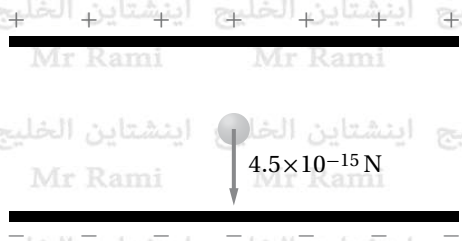
$$= 3500\ \text{N/C}$$

77. يختزن مكثف موصول بمصدر جهد 45.0 V شحنة مقدارها 90.0 μC، ما مقدار سعة المكثف؟

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

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{90.0\times10^{-6}\ \text{C}}{45.0\ \text{V}} = 2.00\ \mu F$$

78. تم تثبيت قطرة الزيت الموضحة في **الشكل 22–2** والمشحونة بشحنة سالبة في مجال كهربائي شدته 5.6×10^{3} N/C. فإذا كان وزن القطرة 4.5×10^{-15} N:



■ **الشكل 22–2**

a. فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{4.5\times10^{-15}\ \text{N}}{5.6\times10^{3}\ \text{N/C}}$$

$$= 8.0\times10^{-19}\ \text{C}$$

b. وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟

$$(8.0\times10^{-19}\ \text{C})\frac{\text{إلكترون 1}}{1.60\times10^{-19}\ \text{C}} = \text{إلكترونات 5}$$

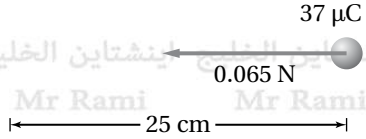
79. ما شحنة مكثف سعته 15.0 pF عند توصيله بمصدر جهد 45.0 V؟

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

$$q = C\Delta V = (15.0\times10^{-12}\ F)(45.0\ \text{V})$$

$$= 6.75\times10^{-10}\ \text{C}$$

80. إذا لزم قوة مقدارها 0.065 N لتحريك شحنة مقدارها 37 μC مسافة 25 cm في مجال كهربائي منتظم، كما يوضّح **الشكل 23–2**، فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟



■ **الشكل 23–2**

$$W = Fr$$

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{Fr}{q}$$

$$= \frac{(0.065\ \text{N})(0.25\ \text{m})}{37\times10^{-6}\ \text{C}}$$

$$= 4.4\times10^{2}\ \text{V}$$

81. **آلة التصوير** يعبر عن الطاقة المختزنة في مكثف سعته C، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيه ΔV كما يلي: $W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$. ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونية ذات الفلاش الضوئي، كالتي تظهر في **الشكل 24–2**. إذا شُحن مكثف في آلة تصوير مماثلة سعته F 10.0 μ، إلى أن أصبح فرق الجهد عليه 3.0×10^{2} V فما مقدار الطاقة المختزنة في المكثف؟



■ **الشكل 24–2**

$$W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$$

$$= \frac{1}{2}(10.0\times10^{-6}\ F)(3.0\times10^{2}\ \text{V})^2$$

$$= 0.45\ \text{J}$$

تابع الفصل 2

82. افترض أن شحن المكثف في المسألة السابقة استغرق 25 s، فأجب عما يلي:

a. أوجد متوسط القدرة اللازمة لشحن المكثف خلال هذا الزمن.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45\ \text{J}}{25\ \text{s}} = 1.8\times10^{-2}\ \text{W}$$

b. عند تفريغ شحنة هذا المكثف خلال مصباح الفلاش يفقد طاقته كاملة خلال زمن مقداره 1.0×10^{-4} s. أوجد القدرة التي تصل إلى مصباح الفلاش.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45\ \text{J}}{1.0\times10^{-4}\ \text{s}} = 4.5\times10^{3}\ \text{W}$$

c. ما أكبر قيمة ممكنة للقدرة؟

تتناسب القدرة عكسيًا مع الزمن؛ فكلما قل زمن استهلاك كمية محددة من الطاقة زادت القدرة الناتجة.

83. **الليزر** تستخدم أجهزة الليزر لمحاولة إنتاج تفاعلات اندماج نووي مسيطر عليها. ويتطلب تشغيل هذه الليزرات نبضات صغيرة من الطاقة تُخزّن في غرف كبيرة مملوءة بالمكثفات. وتقدّر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ $61\times10^{-3}\ F$ تشحن حتى يصل فرق الجهد عليها إلى 10.0 kV.

a. إذا علمت أن $W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$ فأوجد الطاقة المختزنة في المكثفات.

$$W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(61\times10^{-3}\ F)(1.00\times10^{4}\ \text{V})^2$$

$$= 3.1\times10^{6}\ \text{J}$$

b. إذا تم تفريغ المكثفات خلال 10 ns (أي 1×10^{-8} s) فما مقدار الطاقة الناتجة؟

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3.1\times10^{6}\ \text{J}}{1.0\times10^{-8}\ \text{s}} = 3.1\times10^{14}\ W$$

c. إذا تم شحن المكثفات بواسطة مولّد قدرته 1.0 kW فما الزمن بالثواني اللازم لشحن المكثفات؟

$$t = \frac{W}{P} = \frac{3.1\times10^{6}\ \text{J}}{1.0\times10^{-3}\ \text{W}} = 3.1\times10^{3}\ \text{s}$$

مراجعة عامة

صفحة 64–63

84. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها 0.25 μC بين لوحين متوازيين، البعد بينهما 0.40 cm، إذا كان المجال بين اللوحين 6400 N/C؟

$$W = q\Delta V = qEr$$

$$= (2.5\times10^{-7}\ \text{C})(6400\ \text{N/C})(4.0\times10^{-3}\ \text{m})$$

$$= 6.4\times10^{-6}\ \text{J}$$

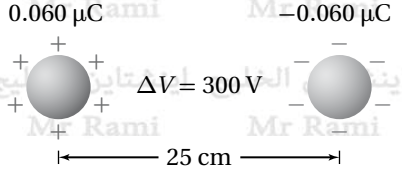
85. ما مقدار الشحنات المختزنة في مكثف ذي لوحين متوازيين سعته 0.22 μF، إذا كان البعد بين لوحيه 1.2 cm، والمجال الكهربائي بينهما 2400 N/C؟

$$q = C\Delta V = CEr$$

$$= (2.2\times10^{-7}\ F)(2400\ \text{N/C})(1.2\times10^{-2}\ \text{m})$$

$$= 6.3\ \mu\text{C}$$

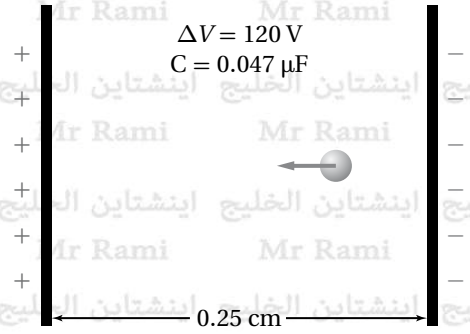
86. يبين **الشكل 25–2** كرتين فلزيتين صغيرتين متماثلتين، البعد بينهما 25 cm، وتحملان شحنتين مختلفتين في النوع، مقدار كل منهما 0.060 μC. فإذا كان فرق الجهد بينهما 300 V فما مقدار السعة الكهربائية للنظام؟



الشكل 25–2 ■

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{6.0\times10^{-8}\ \text{C}}{300\ \text{V}} = 2\times10^{-10}\ F$$

ارجع إلى المكثف الموضح في **الشكل 26–2** عند حل **المسائل 90–87**.



■ **الشكل 26–2**

87. إذا شُحن هذا المكثف حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه 120 V فما مقدار الشحنة المختزنة فيه؟

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

$$q = C\Delta V$$

$$= (4.7\times10^{-8}\ F)(120\ \text{V})$$

$$= 5.6\times10^{-6}\ \text{C} = 5.6\ \mu\text{C}$$

88. ما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف؟

$$\Delta V = Er$$

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

$$= \frac{120\ \text{V}}{2.5\times10^{-3}\ \text{m}} = 4.8\times10^{4}\ \text{V/m}$$

89. إذا وضع إلكترون بين لوحي المكثف فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = qE = (4.8\times10^{4}\ \text{V/m})\ (1.6\times10^{-19}\ \text{C})$$

$$= 7.7\times10^{-15}\ \text{N}$$

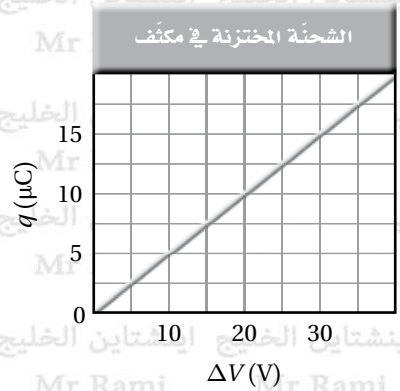
90. ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها 0.010 μC بين لوحي المكثف عندما يكون فرق الجهد بينهما 120 V؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$W = q\,\Delta V$$

$$= (1.0\times10^{-8}\ \text{C})(120\ \text{V}) = 1.2\times10^{-6}\ \text{J}$$

ارجع إلى الرسم البياني الموضح في **الشكل 27–2**، والذي يمثل الشحنة المختزنة في مكثف في أثناء زيادة فرق الجهد عليه، عند حل **المسائل 95–91**.



■ **الشكل 27–2**

91. ماذا يمثّل ميل الخط الموضّح على الرسم البياني؟

السعة الكهربائية للمكثف.

92. ما سعة المكثف الممثّل في هذا الشكل؟

$$C = \text{الميل} = 0.50\ \mu F$$

93. ماذا تمثّل المساحة تحت الخط البياني؟

الشغل المبذول لشحن المكثف.

94. ما مقدار الشغل اللازم لشحن هذا المكثف ليصبح فرق الجهد بين لوحيه 25 V؟

$$W = \text{المساحة} = \frac{1}{2}(\text{الطول} \times \text{العرض})$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(25\ \text{V})(12.5\ \mu\text{C})$$

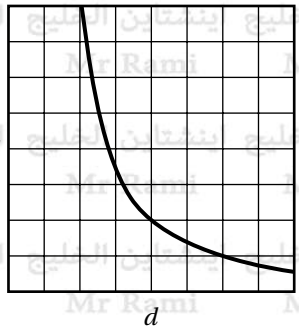
$$= 160\ \mu\text{J}$$

95. لماذا لا يساوي الشغل الناتج في المسألة السابقة المقدار $q\,\Delta V$؟

لأن فرق الجهد لا يكون ثابتًا في أثناء شحن المكثف، لذا يجب حساب المساحة تحت المنحنى البياني لإيجاد الشغل، وليس فقط من حسابات ضرب بسيطة.

تابع الفصل 2

96. مثّل بيانيًّا شدة المجال الكهربائي الناشئ بالقرب من شحنة نقطية موجبة، على شكل دالة رياضية في البعد عنها.



97. أين يكون المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية صفرًا؟

لا يوجد مكان، أو عند مسافة لانهائية من الشحنة النقطية.

98. ما شدة المجال الكهربائي على بُعد 0 m من شحنة نقطية؟ هل هناك شيء يشبه الشحنة النقطية تمامًا؟

لا نهائي. لا.

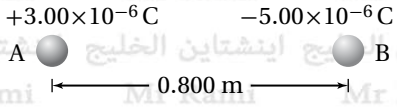
التفكير الناقد

صفحة 65–64

99. **تطبيق المفاهيم** على الرغم من تصميم قضيب مانعة الصواعق ليوصل الشحنات بأمان إلى الأرض، إلا أن هدفه الرئيس هو منع ضربة الصاعقة في المقام الأول، فكيف تعمل مانعة الصواعق ذلك؟

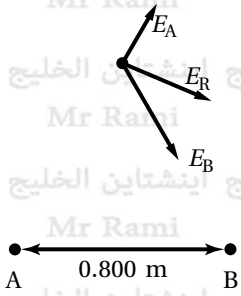
إن النقطة الحادة عند نهاية القضيب تُسرِّب شحنات إلى الغلاف الجوي قبل أن ينتج عن تراكُمها فرق جهد يكون كافيًا لحدوث ضربة صاعقة البرق.

100. حلّل واستنتج وُضِعت الكرتان الصغيرتان A وB على محور x، كما هو موضح في **الشكل 28–2**. فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي 3.00×10^{-6} C، والكرة B تبعد مسافة مقدارها 0.800 m عن يمين الكرة A، وتحمل شحنة مقدارها -5.00×10^{-6} C فما شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة فوق المحور x، بحيث تشكل هذه النقطة رأس مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A و B؟



■ **الشكل 28–2**

تُرسم الكرات التي تمثل الشحنات وكذلك المتجهات التي تمثل المجال الكهربائي للشحنات عند النقطة المحددة.



$$E_A = \frac{F_A}{q'} = \frac{Kq_A}{r^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.00\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.800\ \text{m})^2} = 4.22\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_B = \frac{F_B}{q'} = \frac{Kq_B}{r^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(5.00\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.800\ \text{m})^2} = 7.03\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{Ax} = E_A \cos 60.0° = (4.22\times10^4\ \text{N/C})(\cos 60.0°) = 2.11\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{Ay} = E_A \sin 60.0° = (4.22\times10^4\ \text{N/C})(\sin 60.0°) = 3.65\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{Bx} = E_B \cos(-60.0°) = (7.03\times10^4\ \text{N/C})(\cos -60.0°) = 3.52\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{By} = E_B \sin(-60.0°) = (7.03\times10^4\ \text{N/C})(\sin -60.0°) = -6.09\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_x = E_{Ax} + E_{Bx} = (2.11\times10^4\ \text{N/C}) + (3.52\times10^4\ \text{N/C}) = 5.63\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_y = E_{Ay} + E_{By} = (3.65\times10^4\ \text{N/C}) + (-6.09\times10^4\ \text{N/C}) = -2.44\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_R = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 6.14\times10^4\ \text{N/C}$$

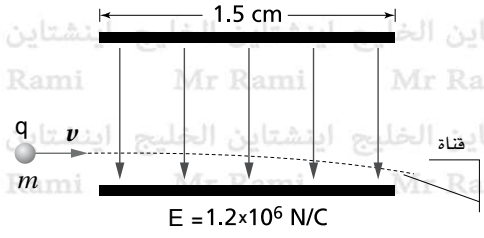
$$\tan\theta = \frac{E_y}{E_x}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_x}{E_y}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{-2.44\times10^4\ \text{N/C}}{5.63\times10^4\ \text{N/C}}\right)$$

$$= -23.4°$$

101. حلّل واستنتج في طابعة نفث الحبر، تُعطى قطرات الحبر كمية معيّنة من الشحنة قبل أن تتحرك بين لوحين كبيرين متوازيين، الهدف منهما توجيه الشحنات بحيث يتم إيقافها لتتحرك في قناة؛ لكي لا تصل إلى الورقة، كما هو موضّح في **الشكل 29–2**. ويبلغ طول كل لوح 1.5 cm، ويتولّد بينهما مجال كهربائي مقداره 1.2×10^{6} N/C. فإذا تحركت قطرات حبر، كتلة كلٍّ منها 0.10 ng، وشحنتها 1.0×10^{-16} C، أفقيًّا بسرعة 15 m/s في اتجاه موازٍ للوحين، كما في الشكل، فما مقدار الإزاحة الرأسية للقطرات لحظة مغادرتها اللوحين؟ لمساعدتك على إجابة السؤال أجب عن الأسئلة التالية:



■ **الشكل 29–2**

a. ما القوة الرأسية المؤثرة في القطرات؟

$$F = Eq$$
$$= (1.0\times10^{-16}\ \text{C})(1.2\times10^{6}\ \text{N/C})$$
$$= 1.2\times10^{-10}\ \text{N}$$

b. ما مقدار التسارع الرأسي للقطرات؟

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1.2\times10^{-10}\ \text{N}}{1.0\times10^{-13}\ \text{kg}} = 1.2\times10^{3}\ \text{m/s}^2$$

c. ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

$$t = \frac{L}{v} = \frac{1.5\times10^{-2}\ \text{m}}{15\ \text{m/s}} = 1.0\times10^{-3}\ \text{s}$$

d. ما إزاحة القطرات؟

$$y = \frac{1}{2}at^2$$
$$= \left(\frac{1}{2}\right)(1.2\times10^{3}\ \text{m/s}^2)(1.0\times10^{-3}\ \text{s})^2$$
$$= 6.0\times10^{-4}\ \text{m} = 0.60\ \text{mm}$$

تابع الفصل 2

102. **تطبيق المفاهيم** افترض أن القمر يحمل شحنة فائضة تساوي $-q$، وأن الأرض تحمل شحنة فائضة تساوي $10+q$، ما مقدار الشحنة q التي تنتج مقدار القوة نفسه الناتج عن قوة الجاذبية بين كتلتيهما؟

بمساواة العلاقتين الرياضيتين لقوة الجاذبية وقوة كولوم بين الأرض والقمر:

$$F=\frac{Gm_Em_M}{r^2}=\frac{Kq_Eq_M}{r^2}=\frac{10Kq^2}{r^2}$$

حيث $-q$ الشحنة المحصلة (الصافية) التي يحملها القمر و q_E الشحنة الموجبة المحصلة (الصافية) التي تحملها الأرض وتساوي $10+q$.

وبحل المعادلة بالرموز ثم التعويض بالأرقام ينتج:

$$q=\sqrt{\frac{Gm_Em_M}{10\,K}}$$

$$=\sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2/kg^2})(6.00\times10^{24}\ \mathrm{kg})(7.31\times10^{22}\ \mathrm{kg})}{(10)(9.0\times10^{9}\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2})}}$$

$$=1.8\times10^{13}\ \mathrm{C}$$

الكتابة في الفيزياء

صفحة 65

103. اختر اسمًا لوحدة كهربائية، مثل: الكولوم، أو الفولت، أو الفاراد، وابحث عن حياة وعمل العالم الذي سُمِّيت باسمه. واكتب مقالة موجزة عن هذا العالم على أن تتضمن المقالة مناقشة العمل الذي برّر إطلاق اسمه على تلك الوحدة.

ستختلف إجابات الطلاب، بعض الأمثلة من العلماء الذين يمكن أن يختارهم الطلاب: فولتا، أو كولوم، أو أوم، أو أمبير.

مراجعة تراكمية

صفحة 65

104. إذا كانت القوة بين شحنتين Q و q تساوي F عندما كانت المسافة بينهما r، فما مقدار القوة الجديدة التي تنتج في كل حالة من الحالات التالية:

a. مضاعفة r ثلاث مرات.

$\frac{F}{9}$

b. مضاعفة Q ثلاث مرات.

$3F$

c. مضاعفة كل من r، وQ ثلاث مرات.

$\frac{F}{3}$

d. مضاعفة كل من r، وQ مرتين.

$\frac{F}{2}$

e. مضاعفة كل من r، وQ، وq ثلاث مرات.

F

مسألة التحفيز

صفحة 55

يجذب لوحا مكثّف كهربائي أحدهما الآخر لأنهما يحملان شحنتين مختلفتين، فإذا كانت المسافة بين لوحي مكثف متوازيين ،r وسعته الكهربائية C فأجب عما يلي:



1. اشتق علاقة للقوة الكهربائية بين اللوحين عندما يكون للمكثف شحنة مقدارها q.

بما أن: $F = Eq$ ، $E = \frac{\Delta V}{r}$ ، $\Delta V = \frac{q}{C}$

أي: $F = Eq = \left(\frac{\Delta V}{r}\right)q = \left(\frac{\left(\frac{q}{C}\right)}{r}\right)q = \frac{q^2}{Cr}$

2. ما مقدار الشحنة التي يجب أن تخزّن في مكثف سعته $22\ \mu F$، والمسافة بين لوحيه $1.5\ \text{mm}$ لتكون القوة بين لوحيه $2.0\ \text{N}$؟

بما أن: $F = \frac{q^2}{Cr}$

أي: $q = \sqrt{FCr}$

$$= \sqrt{(2.0\ \text{N})(2.2\times10^{-5}\ F)(1.5\times10^{-3}\ \text{m})}$$

$$= 2.6\times10^{-4}\ \text{C}$$

معتمدا على البيانات في الشكل :

1) احسب شدة المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة (q_3) وحدد اتجاهه ؟

2) احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (q_3) وحدد اتجاهها على الرسم.

