الصف 12 متقدم

منهج المدارس الخاصة (BRIDGE)

أ. أحمد التميمي



القوة الكهربائية والمجال الكهربائي



الوحدة الأولى

12 متقدم

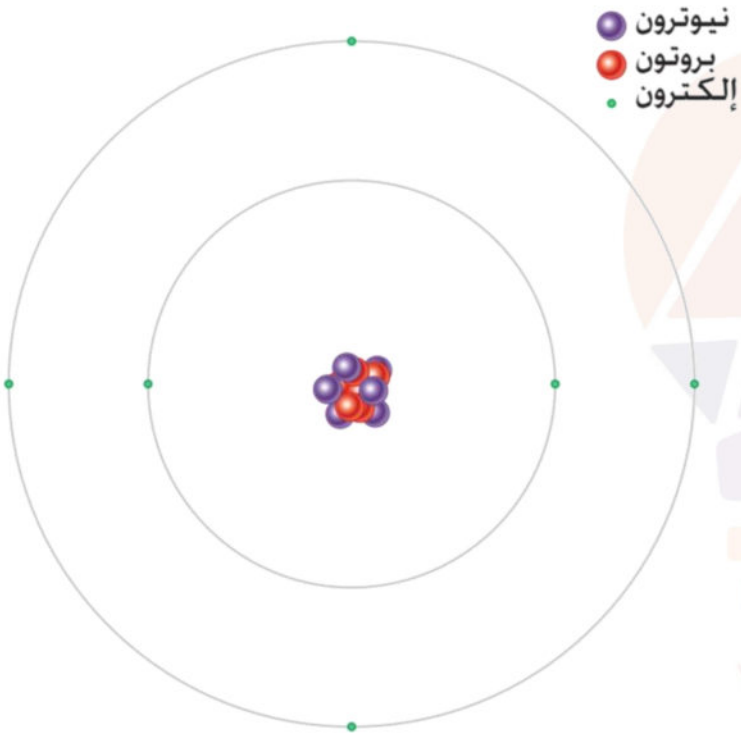
القوة الكهروستاتيكية

ACADEMY
Your Guide to Success



1.2 الشحنة الكهربائية

ACADEMY
Your Guide to Success



تركيب الذرة

- **الذرة** هي وحدة البناء الأساسية للمادة.
- **النواة:** هي مركز الذرة. تحتوي على نوعين من الجسيمات:
  - **البروتون:** جسيم شحنته موجبة (+).
  - **النيترون:** جسيم متعادل الشحنة.
- **الإلكترونات:** جسيمات شحنتها سالبة (-) تدور حول النواة.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

- هناك نوعان من الشحنة الكهربائية التي تم رصدها في الطبيعة، وهما:
  - الشحنة الموجبة.
  - الشحنة السالبة.
- الذرات في الطبيعة متعادلة كهربائيا.
- **الشحنات المتعادلة**

البروتونات# = الالكترونات#

- نلاحظ تأثيرات الشحنة الكهربائية فقط عندما لا تكون الشحنات الموجبة والسالبة متوازنة.

- قانون الشحنات الكهربائية: "الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المتضادة تتجاذب".



- وحدة الشحنة تسمى كولومب (C).

$$1\,C = 1\,A.s$$

- مقدار الشحنة التي يحملها الإلكترون أو البروتون (الشحنة الأساسية) يساوي تقريبًا: $e = 1.602 \times 10^{-19}$

$$q_e = -1.602 \times 10^{-19} C$$

$$q_p = +1.602 \times 10^{-19}\ C$$

الشحنة مكماة, يعني ان أصغر شحنة ممكن ان توجد مقدارها (1e), وجميع الشحنات من مضاعفات الشحنة الأساسية e.

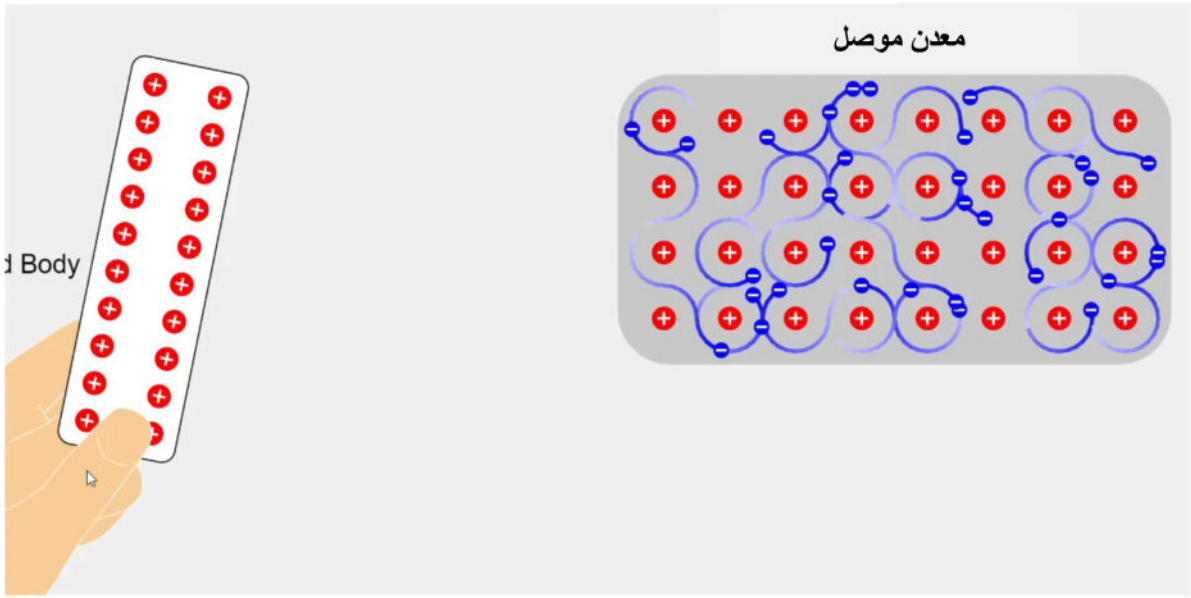
قانون حفظ الشحنة: الشحنة الكهربائية لا تفنى ولا تستحدث، بل يتم نقلها ببساطة من جسم إلى آخر. أو الكمية الكلية للشحنة الكهربائية في نظام مغلق لا تتغير.

الأجسام المشحونة شحنة سالبة $(N_e > N_p)$

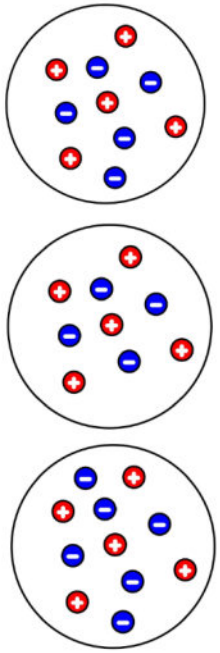
الأجسام المشحونة شحنة موجبة $(N_e < N_p)$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

- ملاحظة مهمة: لا تنتقل البروتونات لأنها عادة ما تكون مدمجة داخل نوى الذرات. يتم شحن الجسم عن طريق إزالة أو إضافة الإلكترونات فقط. ولهذا السبب فإن الإلكترونات هي حاملات التيار الكهربائي.



الشحنات والكهرباء الساكنة



- يكون الجسم متعادلاً عندما يكون لديه نفس عدد البروتونات والإلكترونات.
- يصبح الجسم مشحون شحنة موجبة عندما يفقد الكترونات.
- يصبح الجسم مشحون شحنة سالبة عندما يكتسب الكترونات.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

- شحنة مقدارها 1 C تعتبر هائلة جداً, لذلك تستخدم البادئات التالية في الكثير من الأحيان:

  - $\mu C\ (microcoulombs) = 10^{-6}\ C.$
  - $nC\ (nanocoulombs) = 10^{-9}\ C.$
  - $pC\ (picocoulombs) = 10^{-12}\ C.$

مثال: وضع بروتونان بالقرب من بعضهما البعض مع عدم وجود أي أجسام أخرى قريبة منهما من شأنه أن يجعلهما:

1- يتسارعان بعيداً عن بعضهما البعض.

2- يبقيان ساكنان.

3- يتسارعان باتجاه بعضهما البعض.

4- يبتعدان عن بعضهما البعض بسرعة ثابتة.

مثال: عندما يتم شحن لوحة معدنية بشحنة موجبة، أي مما يلي يحدث؟

1- تنتقل اليها البروتونات من جسم آخر

2- الالكترونات تنتقل من اللوحة الى جسم آخر

3- الالكترونات تنتقل من اللوحة الى جسم آخر, وتنتقل البروتونات الى اللوحة من جسم آخر

الشحنة (q)

$$q = Ne$$

$$q = e(N_P - N_e)$$

- q: الشحنة الكهربائية C.
- e: الشحنة الأولية $e = 1.6 \times 10^{-19}$
- N_P: عدد البروتونات.
- N_e: عدد الالكترونات.

- q: الشحنة الكهربائية C.
- e: الشحنة الأساسية $e = 1.6 \times 10^{-19}$
- N: عدد الالكترونات التي تم اضافتها او ازالتها

$N_p > N_e$: $+q$
$N_p < N_e$: $-q$

-q: اضيفت الكترونات
+q: ازيلت الكترونات

مراجعة المفاهيم 1.1

كم عدد الإلكترونات اللازمة لإنتاج شحنة مقدارها 1.00 C؟

a) 1.60×10^{19}

b) 6.60×10^{19}

c) 3.20×10^{16}

d) 6.24×10^{18}

e) 6.66×10^{17}

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أي من العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بتكميم الشحنة الكهربائية؟

a) يمكن للشحنة أن تأخذ أي قيمة.

b) الشحنة دائماً من مضاعفات 1.6×10^{-19} C.

c) الشحنة دائماً موجبة.

d) الشحنة دئماً سالبة

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أي من القيم التالية لا يمكن أن تكون بمثابة شحنة بناءً على حقيقة أن الشحنة مكماة؟

a) $+1.6 \times 10^{-19}$ C

b) -3.2×10^{-19}

c) $+6.2 \times 10^{-15}$ C

d) -6.2×10^{-19} C

مثال: احسب شحنة جسيم إذا كان عدد البروتونات يساوي 10 وعدد الإلكترونات يساوي 7 لهذا الجسيم.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: تحتوي ذرة النيتروجين عادةً على 7 بروتونات و7 إلكترونات. لنفترض أن ذرة النيتروجين فقدت 3 إلكترونات. احسب شحنة أيون النيتروجين المتكون نتيجة لذلك.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: جسم له شحنة $+5.7\ nC$ ويحتوي على 3.7×10^{10} بروتون. كم عدد الالكترونات المتبقية في هذا الجسم وكم عدد الإلكترونات التي وجب إزالتها من هذا الجسم لاكتساب هذه الشحنة؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

تعريف

- **التيار الكهربائي (I): هو المعدل الذي تتدفق به الشحنة عبر السطح.**

- وحدة التيار الكهربائي هي الأمبير (A) والتي تعادل كولوم واحد من الشحنة التي تمر عبر نقطة في ثانية واحدة.

- يمكن حساب التيار الكهربائي باستخدام المعادلة $I = \frac{Q}{t}$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: يكفي تيار كهربائي بقوة (5.00 mA) لجعل عضلاتك ترتعش. احسب عدد الإلكترونات التي تتدفق عبر جلدك إذا تعرضت لمثل هذا التيار لمدة (10.0 s).

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال 1.1 الشحنة الكلية

المسألة

إذا أردنا أن يكتسب قالبٌ حديدي كتلتُه 3.25 kg شحنةً موجبة مقدارها 0.100 C. فما نسبة الإلكترونات التي سنحتاج إلى نزعها؟

العدد الكتلي للحديد $(A) = 56$
العدد الذري للحديد $(Z) = 26$

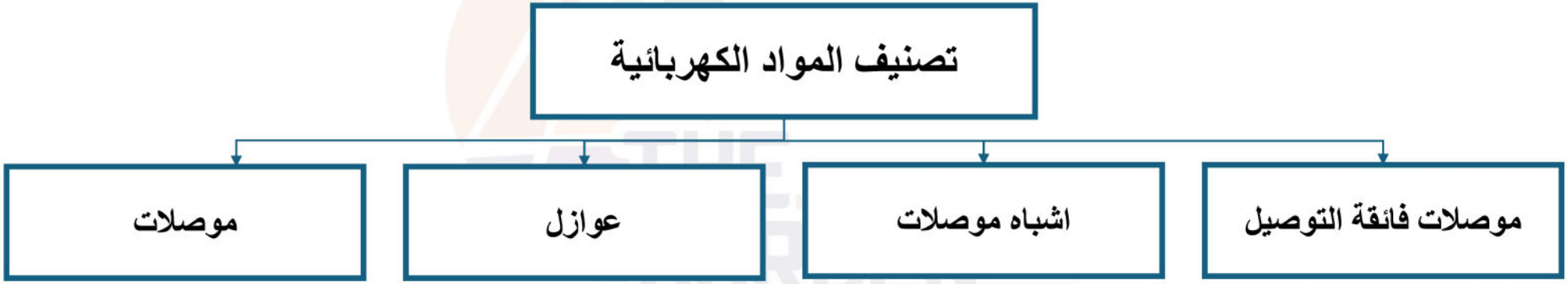
عدد افوجادرو

$$= 6.022 \times 10^{23} atoms/mole$$



1.3 العوازل والموصلات وأشباه الموصلات والموصلات فائقة التوصيل

ACADEMY
Your Guide to Success


تصنيف المواد الكهربائية
موصلات فائقة التوصيل
اشباه موصلات
عوازل
موصلات

الموصلات

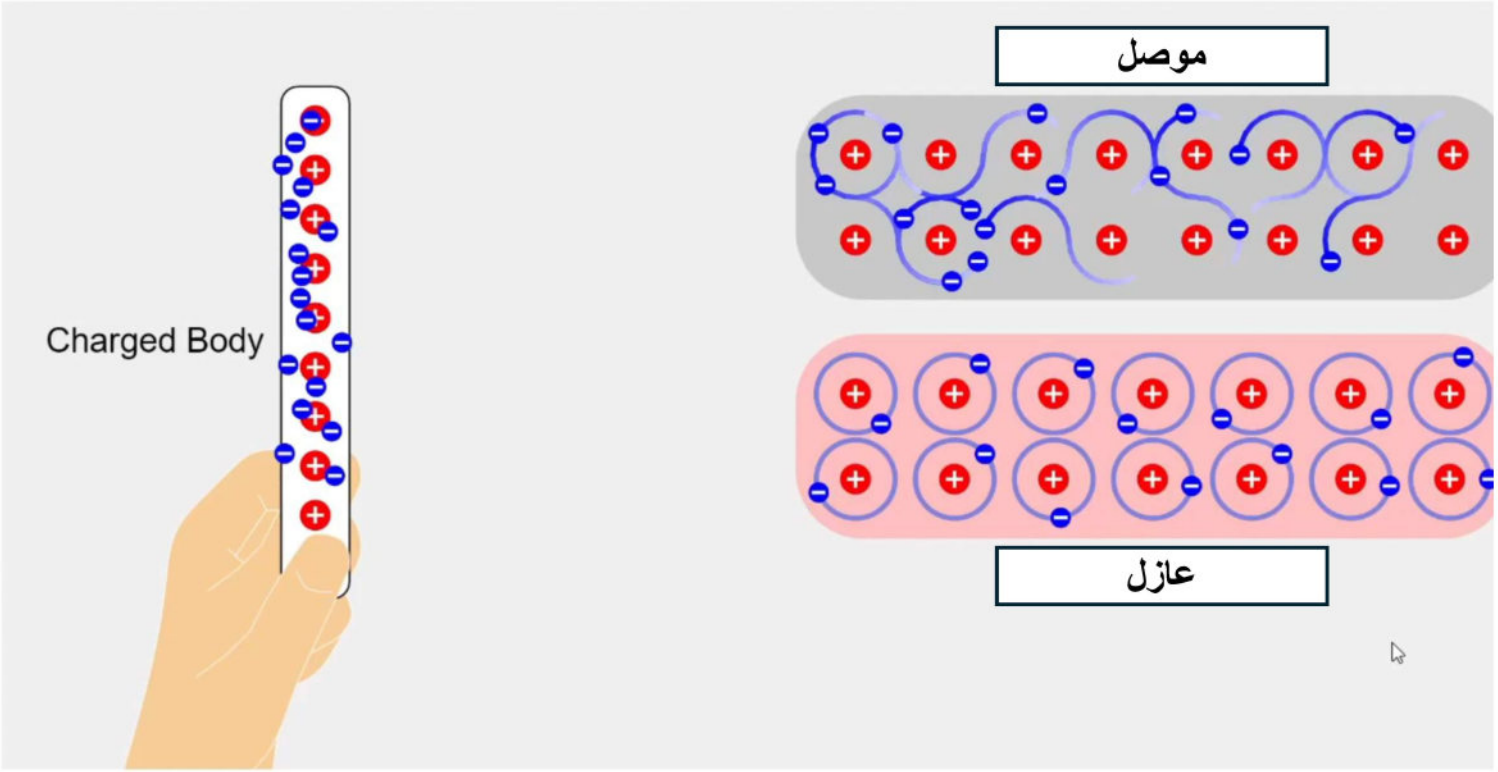
- المواد الموصلة للكهرباء بشكل جيد.
- تسمح بالحركة الحرة للإلكترونات.
- في الموصلات، تكون الإلكترونات الخارجية للذرات مرتبطة بشكل ضعيف ويمكنها التحرك بحرية في جميع أنحاء المادة. تُمكن هذه الحركة الحرة للإلكترونات المادة من توصيل الكهرباء بكفاءة.
- الشحنات الموجبة لذرات المادة الموصلة لا تتحرك.
- مثال على موصل جيد: النحاس, ماء ممزوج بملح الطعام (غير نقي)

العوازل

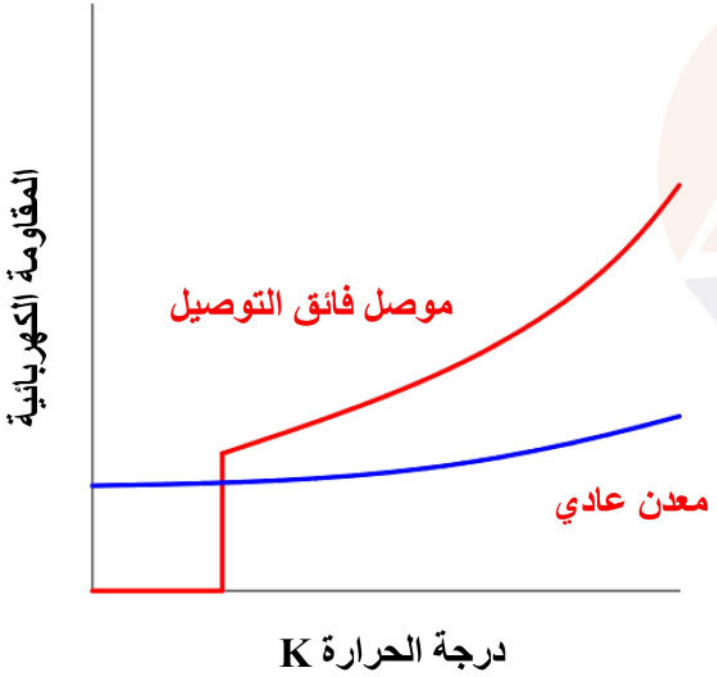
- المواد التي لا توصل الكهرباء.
- لا يحدث تحرُّك حر للإلكترونات لأن المادة ليس لديها إلكترونات مرتبطة بشكل ضعيف يمكنها الهروب من ذراتها وبالتالي التحرك بحرية في جميع أنحاء المادة.
- امثلة على العوازل: الزجاج, البلاستيك, القماش, الماء النقي.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

الموصلات والعوازل



موصلات فائقة التوصيل



- مواد ذات مقاومة كهربائية تعادل 0 عند درجة حرارة معينة.
- يجب أن تكون حرارة المادة اقل من درجة الحرارة الحرجة لها T_C حتى تصبح ذات موصلية فائقة
- يفقد الموصل الفائق كل مقاومته في اللحظة التي تنخفض فيها درجة حرارته إلى ما دون درجة الحرارة الحرجة للمادة T_C
- مثال: سبيكة النيوبيوم والتيتانيوم عندما يتم المحافظة عليها عند درجة حرار قريبة من درجة حرارة الهيليوم السائل (4.2 K)

اشباه الموصلات

- أشباه الموصلات هي مواد لها موصلية كهربائية بين الموصلات (مثل المعادن) والعوازل (مثل الزجاج).
- هي أساس كل صناعات الكمبيوتر والالكترونيات الاستهلاكية.
- يمكن أن تتغير من كونها عازلة إلى موصلة ثم تعود إلى عازلة اعتمادًا على ظروف معينة، مثل درجة الحرارة والضوء وإضافة الشوائب .
- تعمل كمفتاح "تشغيل / إيقاف" في الدائرة.
- على عكس الموصلات الصلبة العادية التي لا تتحرك فيها إلا الشحنات السالبة، تتحرك في أشباه الموصلات كل من الشحنات السالبة والشحنات الموجبة (التي هي فجوات تتركها الإلكترونات المفقودة).

انواع اشباه الموصلات

غير نقية

- وهي عبارة عن أشباه موصلات تم تزويدها بشوائب لتغيير خصائصها الكهربائية باستخدام تقنية التطعيم.
- هناك نوعان:

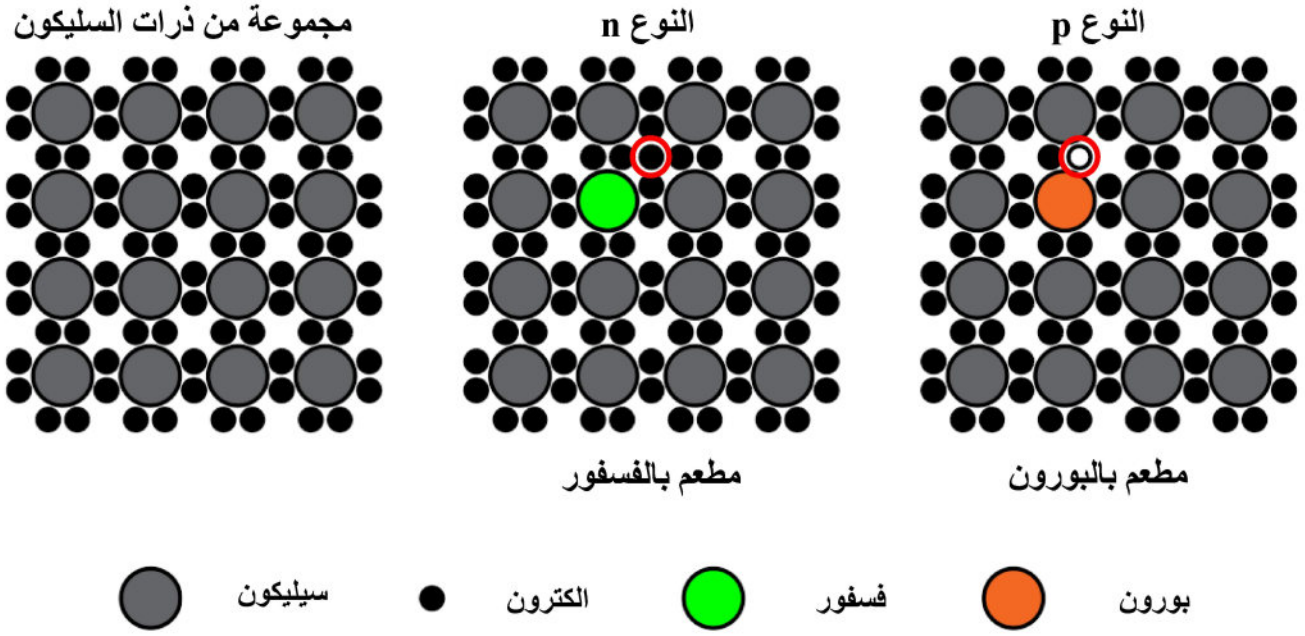
i. **النوع n:** مضاف إليه عناصر تحتوي على إلكترونات مدارية أكثر من شبه الموصل نفسه، مما يوفر إلكترونات إضافية وتعمل كمانحات للالكترونات.

ii. **النوع p:** مضاف إليه عناصر تحتوي على إلكترونات مدارية اقل من شبه الموصل نفسه، مما يترك فجوات تعمل كمستقبلات للالكترونات.

نقية

- مادة شبه موصلة نقية لا تحتوي على أي ذرات شوائب كبيرة.
- يتم تحديد خصائصها الكهربائية من خلال المادة شبه الموصلة نفسها، وليس من خلال أي شوائب مضافة أو من خلال التطعيم.
- أمثلة: زرنيخ الجاليوم أو الجرمانيوم أو، على وجه الخصوص، السيليكون.

التطعيم في اشباه الموصلات



مثال: أي من الخيارات التالية يصف الموصل بشكل أفضل.

a) مادة تمنع تدفق التيار الكهربائي تمامًا

b) مادة تسمح بتدفق التيار الكهربائي بحرية

c) مادة توصل الكهرباء فقط عند درجات حرارة عالية

d) مادة لديها مقاومة كهربائية صفرية عند درجة حرارة الغرفة

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أي من المواد التالية تُعتبر عازلاً؟

a) المطاط

b) الألمنيوم

c) النحاس

d) السيليكون

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: ما هي الخاصية الأساسية لأشباه الموصلات؟

a) لديها مقاومة كهربائية صفرية عند درجات حرارة منخفضة جداً

b) توصل الكهرباء بنفس الكفاءة عند جميع درجات الحرارة

c) يمكن تعديل توصيلها الكهربائي بإضافة شوائب (التطعيم)

d) تمنع تمامًا تدفق التيار الكهربائي

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أي من العبارات التالية صحيحة بشأن الموصلات الفائقة؟

a) توصل الكهرباء عند درجات حرارة عالية مع وجود بعض المقاومة

b) تفقد مقاومتها الكهربائية تمامًا عند درجة الحرارة الحرجة للمادة

c) تتصرف كعوازل عند جميع درجات الحرارة

d) توصل الكهرباء فقط بوجود مجال مغناطيسي

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أي من الخيارات التالية يصف سلوك العازل بشكل أفضل؟

a) يسمح بتدفق التيار الكهربائي بحرية

b) لديه موصلية متغيرة حسب درجة الحرارة

c) يمنع تدفق التيار الكهربائي

d) يصبح موصلاً فائقاً عند درجات حرارة منخفضة

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



1.4 الشحن الكهروستاتيكي

ACADEMY
Your Guide to Success

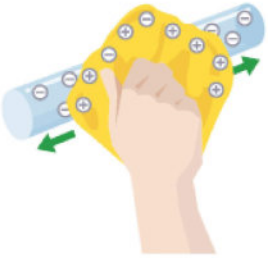
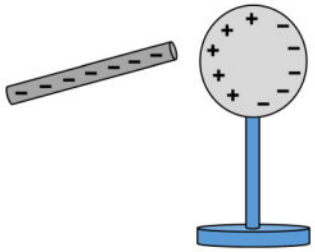
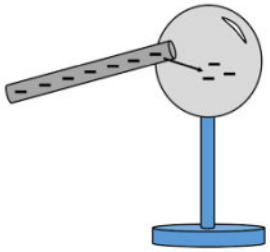
تعريف

الشحن الكهروستاتيكي: هي عملية إعطاء شحنة ساكنة لجسم ما.



- يمكن شحن الجسم بالكهرباء الساكنة بثلاث طرق مختلفة:

الشحن الكهروستاتيكي

الدلك	الحث	التوصيل
دلك مادتين ببعضهما البعض 	لا تتطلب هذه الطريقة اتصال جسدي بين الجسمين 	تتطلب هذه الطريقة اتصال جسدي بين الجسمين 



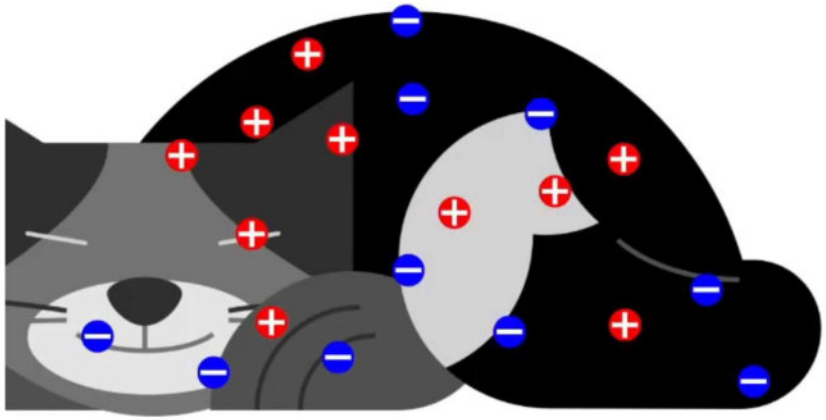
الشحن بالدلك

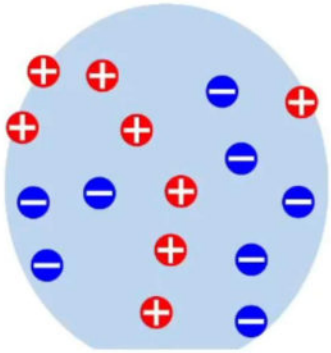
يؤدي فرك جسمين معًا إلى **فقدان** أحد الجسمين للإلكترونات ويصبح مشحونًا بشحنة موجبة، بينما **يكتسب** الجسم الآخر تلك الإلكترونات ويصبح مشحونًا بشحنة سالبة.

- **قانون حفظ الشحنة:** **الشحنة المفقودة = الشحنة المكتسبة**

مثال: عند فرك الشعر بالبالون، يميل البالون إلى اكتساب الإلكترونات ويصبح مشحونًا بشحنة سالبة، ويميل الشعر إلى فقدان الإلكترونات ويصبح مشحونًا بشحنة موجبة.

Your Guide to Success

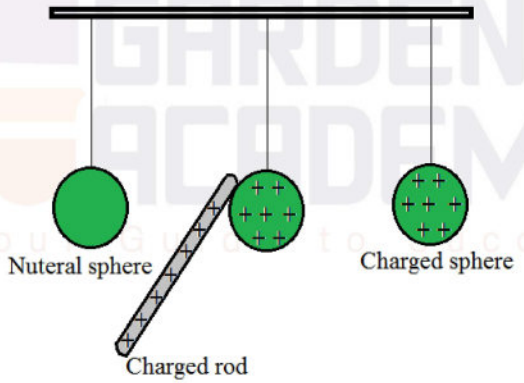




الشحن بالتوصيل

- تحدث عملية الشحن بالتوصيل عندما يتلامس جسم مشحون بشكل مباشر مع جسم آخر، مما يسمح بنقل **الإلكترونات** بينهما.

- تتحرك الشحنات السالبة (الإلكترونات) بسبب فرق الجهد الكهربائي بين الجسمين. عندما يصبح فرق الجهد الكهربائي بين الجسمين صفرًا، لا تتدفق أي الكترونات.



- لحساب شحنة الأجسام بعد الشحن بالتوصيل:

$$q_{A_i} + q_{B_i} = q_{A_f} + q_{B_f}$$

- إذا كان الجسمين متماثلين: نستخدم المعادلة التالية:

$$\text{الشحنة النهائية لكل جسم} = \frac{q_{A_i} + q_{B_i}}{2}$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: الجسم A له شحنة أولية مقدارها $-6\mu C$ ، والجسم B له شحنة أولية مقدارها $+2\mu C$. عندما يتلامس الجسم A مع الجسم B، تنتقل الشحنة بينهما. بعد التلامس، يكون للجسم A شحنة نهائية مقدارها $-4\mu C$. ما الشحنة النهائية للجسم B؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

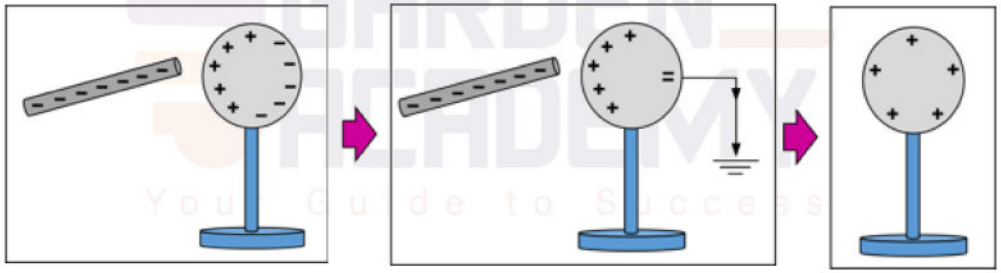
مثال: جسمان متماثلان، الأول يحمل شحنة $-3\mu C$ والثاني يحمل شحنة $+5\mu C$. عندما يتلامس الجسم الأول مع الجسم الثاني، تنتقل الشحنة بينهما. أوجد الشحنة النهائية لكل جسم بعد التلامس.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

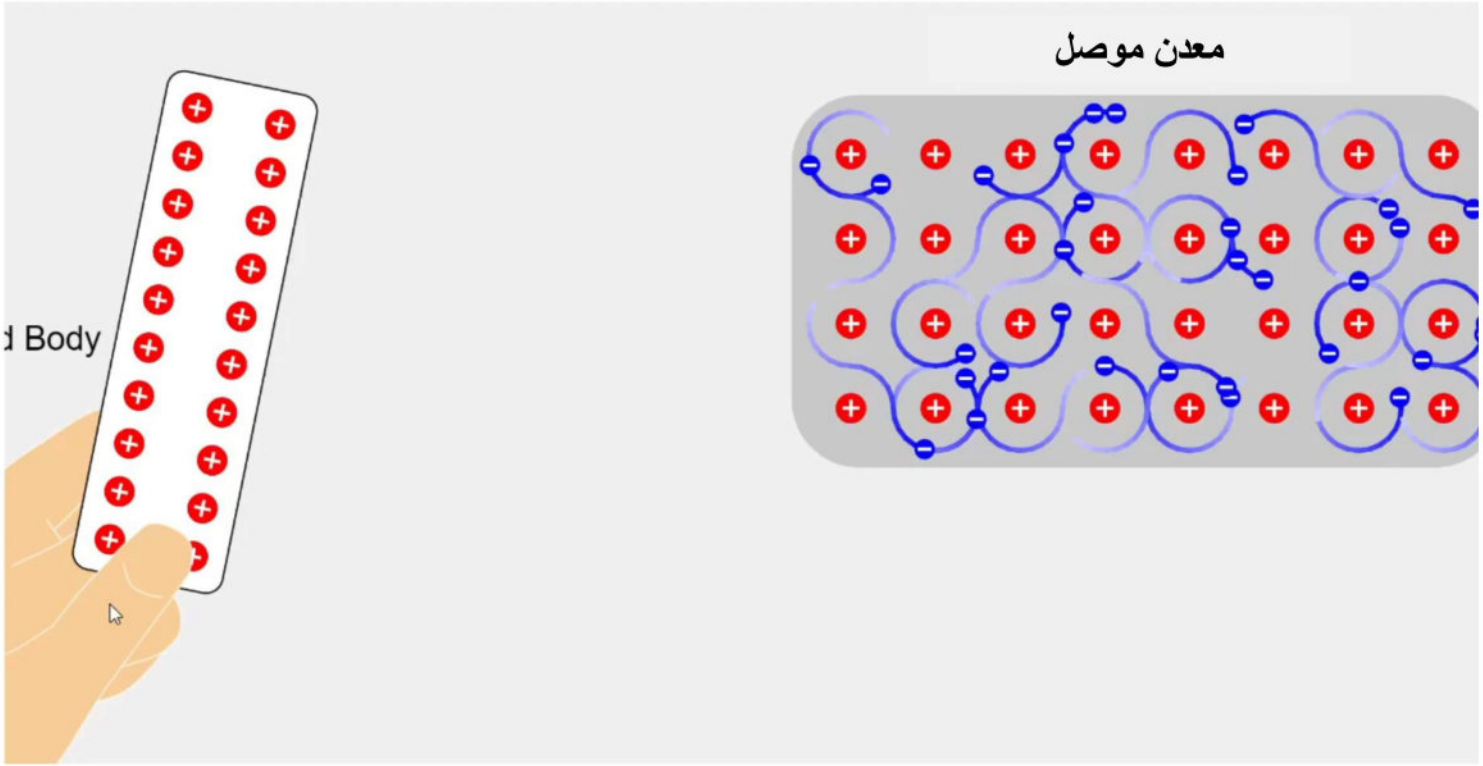
الشحن بالحث

شحن جسم بدون اتصال مباشر من خلال وجود جسم مشحون بالقرب لحث فصل الشحنات داخل الجسم.

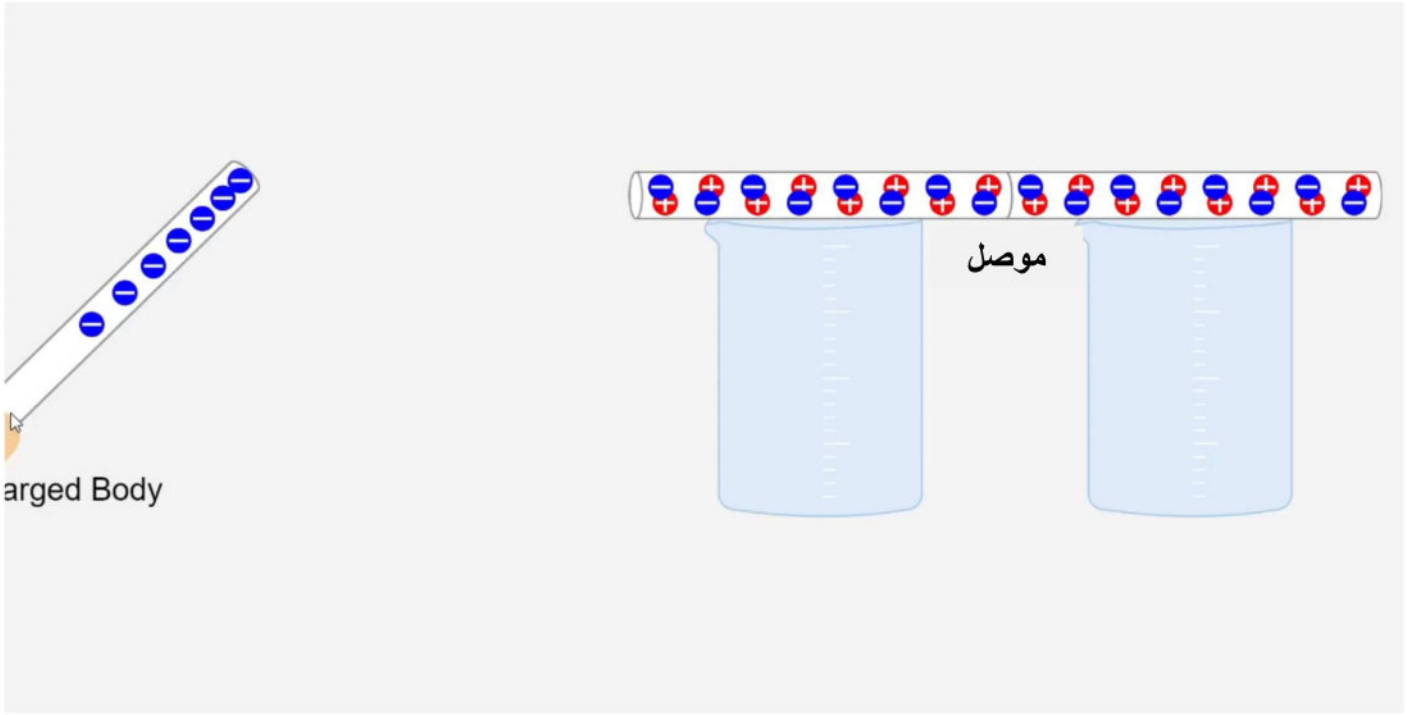
في هذه العملية، إذا تم تأريض الجسم المشحون (عملية تفريغ الطاقة الكهربائية بشكل مباشر الى الأرض)، فيمكن للجسم المشحون الاحتفاظ بالشحنة بسبب تدفق الإلكترونات بين الجسم والأرض، مما يؤدي إلى إنشاء حالة توازن.



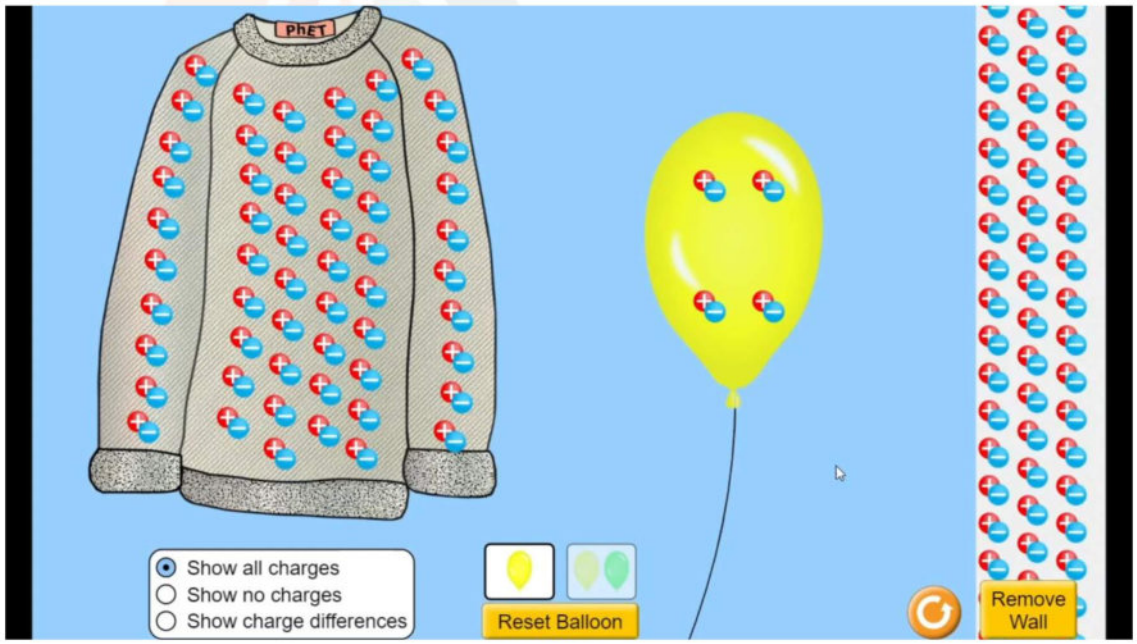
الحث الكهربائي



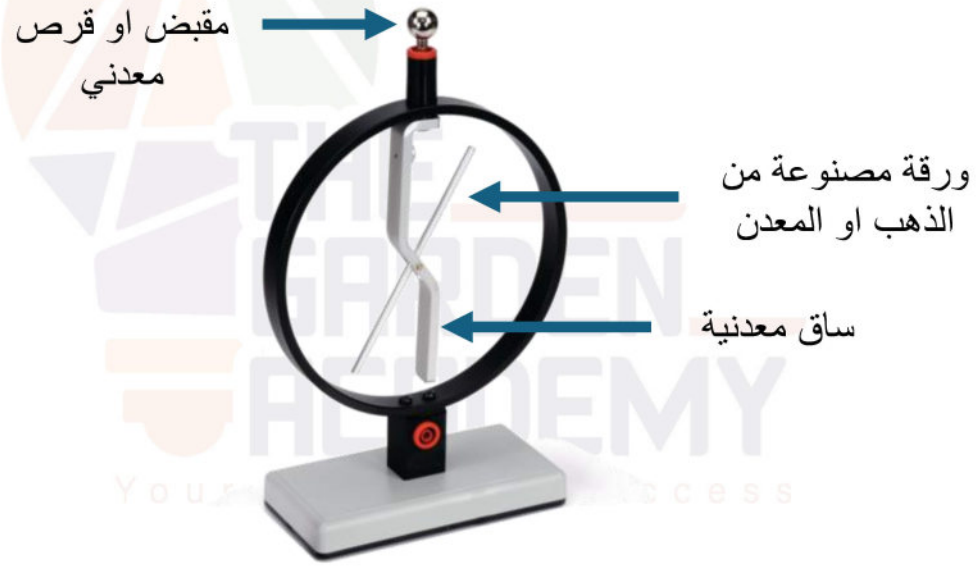
الحث الكهربائي



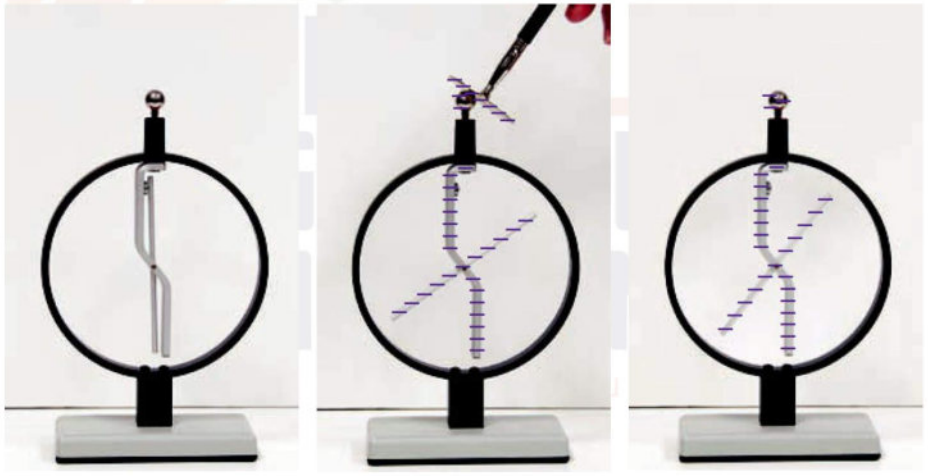
ما هو الاستقطاب؟ الاستقطاب هو العملية التي يتغير فيها محاذاة الشحنات الكهربائية داخل مادة أو جسم، مما يؤدي إلى إنشاء مناطق موجبة وسالبة.



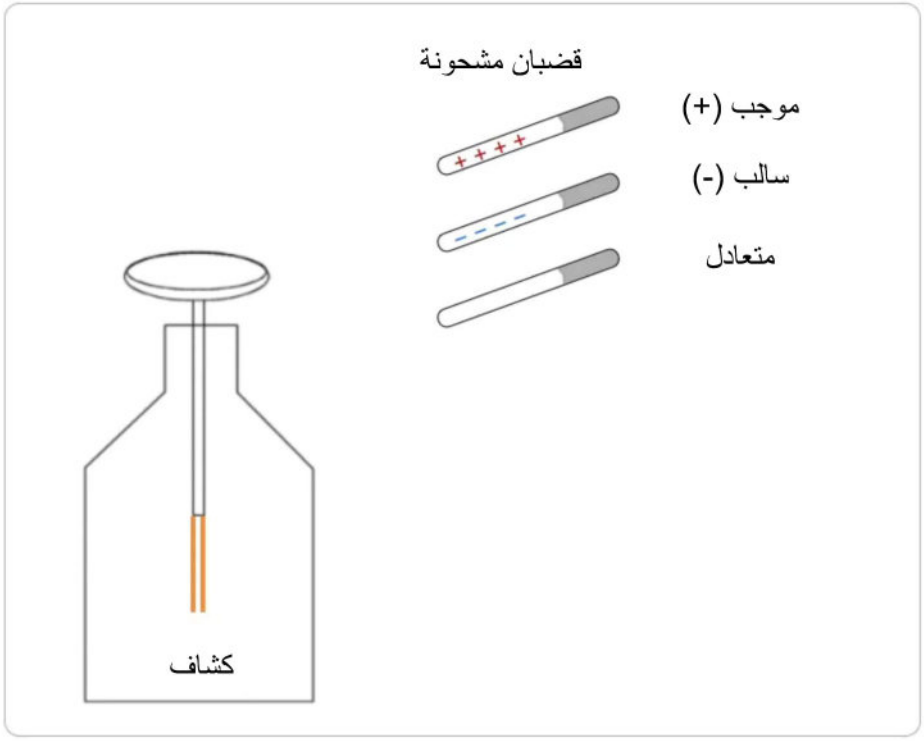
الكشاف الكهربائي: هو جهاز يظهر استجابة ملحوظة عند شحنه.



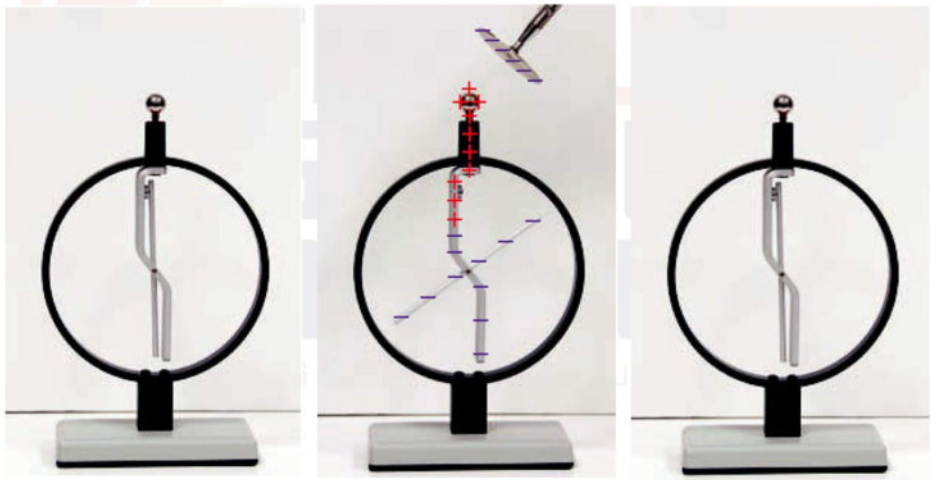
a) **الشحن عن طريق التوصيل (التلامس):** عندما يكون الكشاف الكهربائي على اتصال مباشر بجسم مشحون بشحنة موجبة او سالبة.



الكشاف الكهربائي

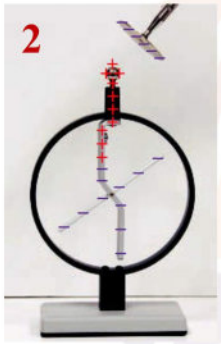


b) **الشحن بالحث:** عندما يتم تحريك جسم مشحون بالقرب من الكشاف الكهربائي دون اتصال جسدي.





كشاف غير مشحون



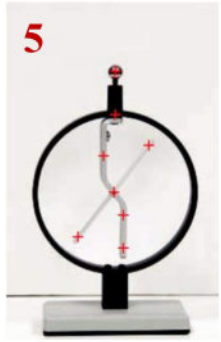
تقريب قضيب ذي شحنة سالبة الى الكشاف



وصلة أرضية متصلة بالكشاف الكهربائي

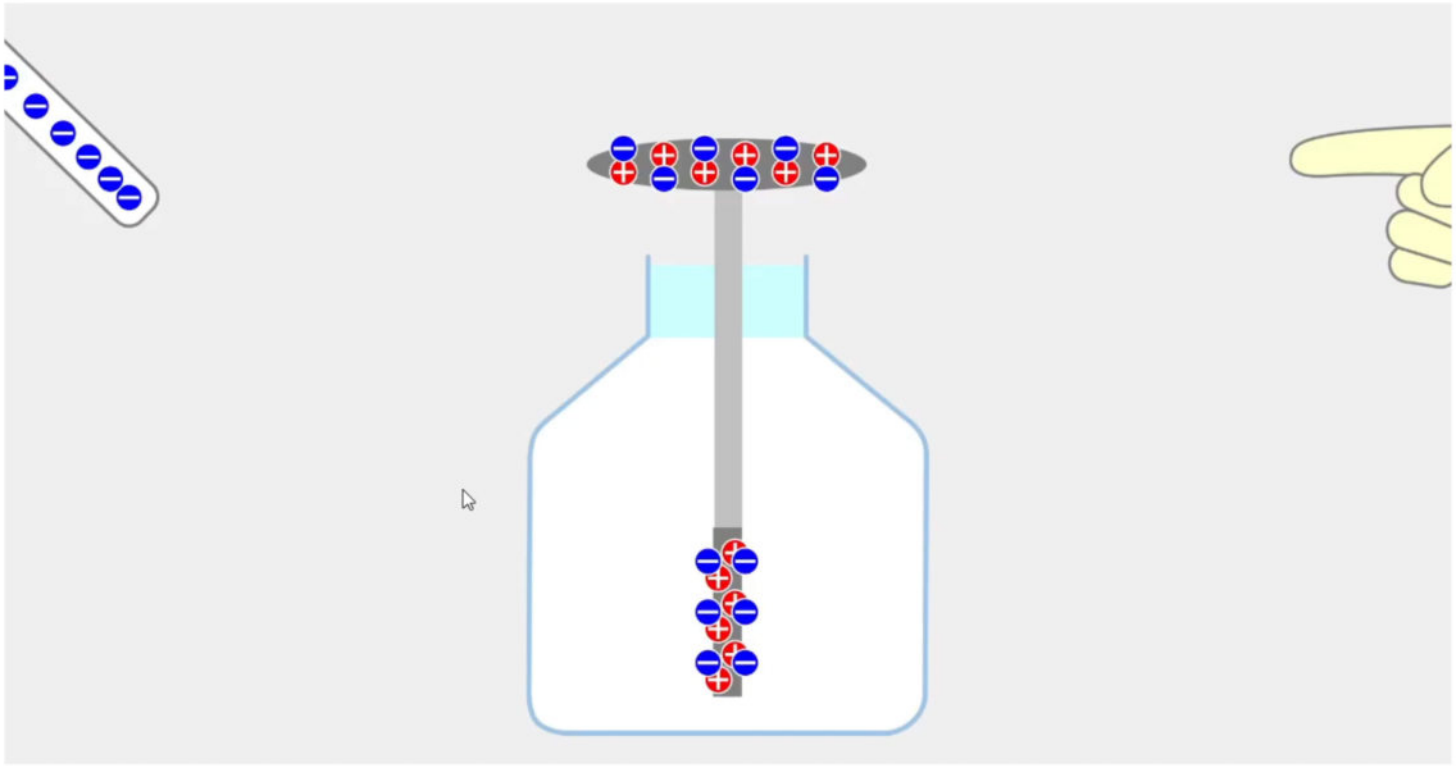


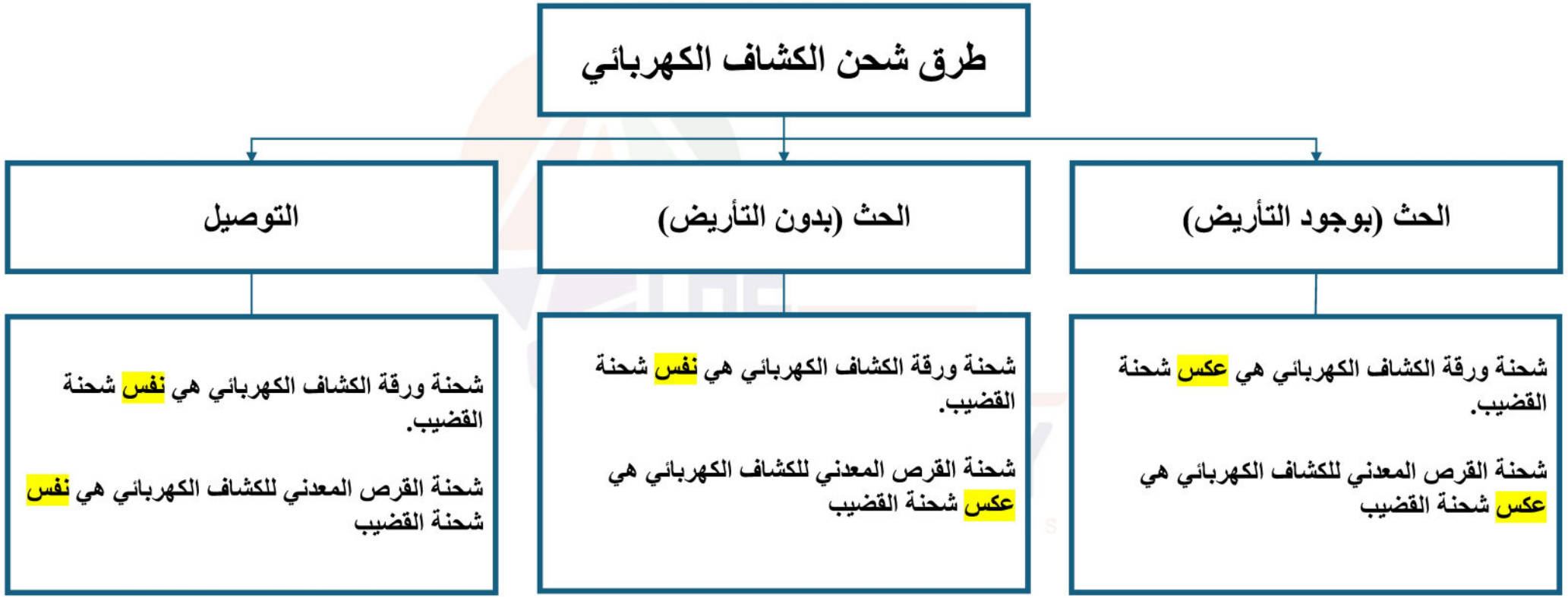
ازالة الوصلة الأرضية



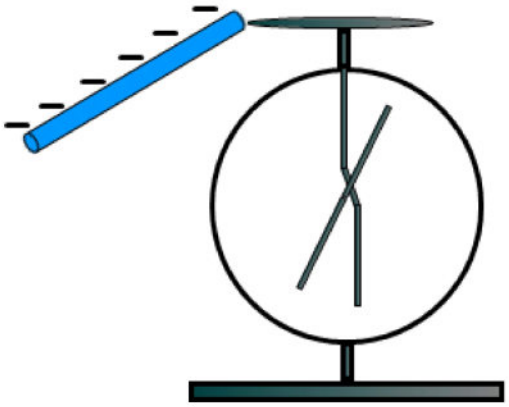
ابعاد القضيب سالب الشحنة

خطوات الشحن بالحث بوجود تأريض




طرق شحن الكشاف الكهربائي
الحث (بوجود التأريض)
الحث (بدون التأريض)
التوصيل
شحنة ورقة الكشاف الكهربائي هي عكس شحنة القضيب.
شحنة القرص المعدني للكشاف الكهربائي هي عكس شحنة القضيب
شحنة ورقة الكشاف الكهربائي هي نفس شحنة القضيب.
شحنة القرص المعدني للكشاف الكهربائي هي عكس شحنة القضيب
شحنة ورقة الكشاف الكهربائي هي نفس شحنة القضيب.
شحنة القرص المعدني للكشاف الكهربائي هي نفس شحنة القضيب

مثال: تم لمس كشاف كهربائي متعادل بساق مشحونة بشحنة سالبة. ما الشحنة الموجودة على الكشاف الكهربائي بعد إزالة الساق؟



a) موجب

b) سالب

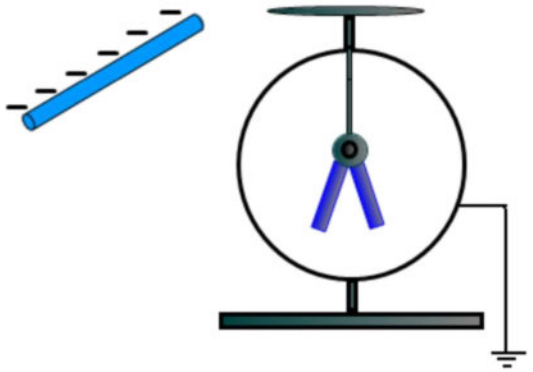
c) يبقى متعادل

d) يعتمد على مدة التلامس

e) يعتمد على نوع المادة المصنوع منها الكشاف الكهربائي

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: يتم تقريب ساق مشحونة بشحنة سالبة من كشاف كهربائي غير مشحون وموصل بالأرض. أي من العبارات التالية صحيحة؟



a) تنتقل الشحنة الموجبة من الكشاف الى الأرض.

b) تنتقل الشحنة الموجبة من الأرض الى الكشاف.

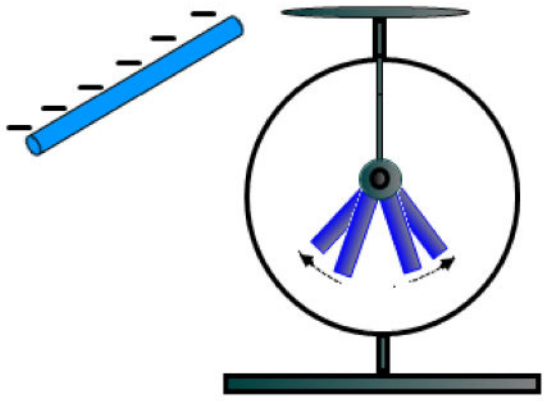
c) تنتقل الشحنة السالبة من الكشاف الى الأرض.

d) تنتقل الشحنة السالبة من الأرض الى الكشاف.

e) يبقى الكشاف متعادل لأن الساق لم تلمس الكشاف.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: يتم تقريب ساق مشحونة بشحنة سالبة من كشاف كهربائي. ونتيجة لهذا، تتحرك أوراق المكشاف الكهربائي بعيدًا عن بعضها البعض. ما الشحنة الموجودة على المكشاف الكهربائي؟



a) موجبة

b) سالبة

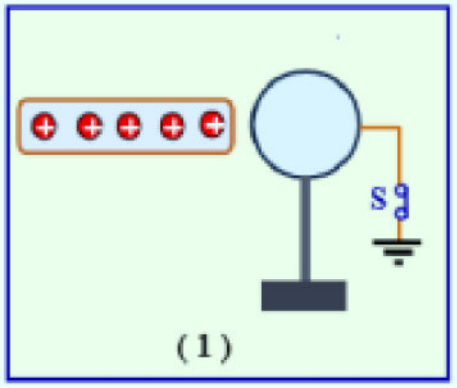
c) يبقى متعادل

d) يعتمد على المسافة بين الساق والكشاف

e) يعتمد على نوع المادة المصنوع منها الكشاف الكهربائي

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: في الشكل المجاور، تم فتح المفتاح (S)، وبعد ذلك تم إبعاد الساق الزجاجية. أجب عما يلي:

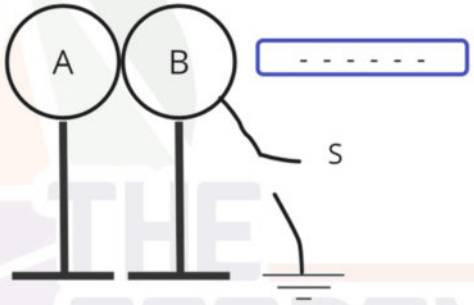


a. ما هي شحنة الكرة؟

b. ما اسم عملية الشحن؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

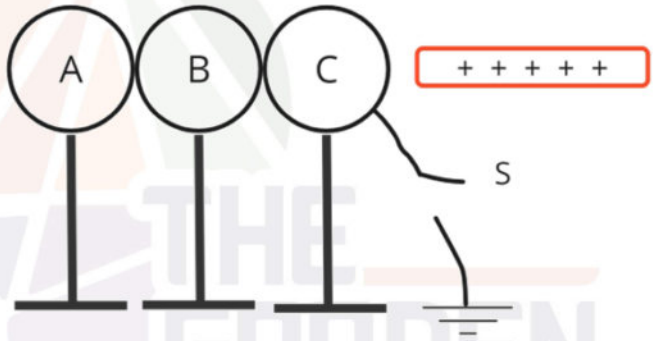
مثال: أكمل الجدول أدناه بناءً على الصورة المعروضة قبل وبعد إغلاق المفتاح.



	q_A	q_B
قبل اغلاق S		
بعد اغلاق S		

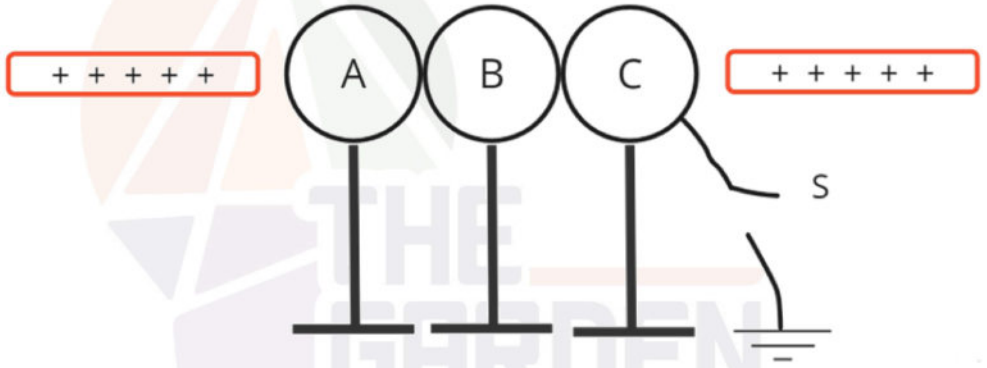
THE GARDEN ACADEMY Your Guide to Success

مثال: أكمل الجدول أدناه بناءً على الصورة المعروضة قبل وبعد إغلاق المفتاح.



	q_A	q_B	q_C
قبل اغلاق S			
بعد اغلاق S			

مثال: أكمل الجدول أدناه بناءً على الصورة المعروضة قبل وبعد إغلاق المفتاح.



	q_A	q_B	q_C
قبل اغلاق S			
بعد اغلاق S			



1.5 القوة الكهروستاتيكية

ACADEMY
Your Guide to Success

تعريف

القوة الكهروستاتيكية: قوة أساسية تؤثر بين الجسيمات المشحونة.

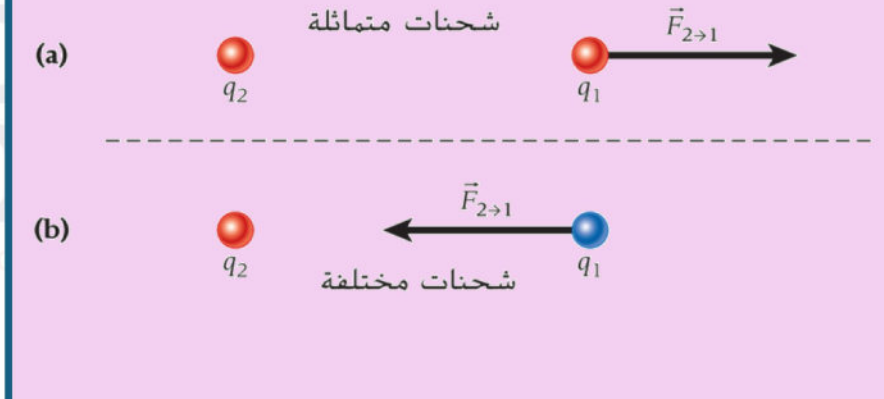
يتم وصفها من خلال قانون كولوم، الذي ينص على أن القوة بين شحنتين نقطيتين تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب مقادير الشحنتين وتتناسب عكسيًا مع مربع المسافة بينهما.

يمكن أن تكون القوة الكهروستاتيكية إما قوة جذب أو قوة تنافر بناءً على انواع الشحنات.

الشحنات المتشابهة تتنافر || الشحنات المختلفة تتجاذب.

القوة الكهروستاتيكية (متجه)

الاتجاه



القيمة (باستخدام قانون كولوم)

$$F = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

q_1: الشحنة الأولى (C).

q_2 : الشحنة الثانية (C).

k: ثابت كولوم ($9 \times 10^9 \ \frac{Nm^2}{C^2}$)

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

ϵ_0: سماحية الفراغ ($8.85 \times 10^{-12} \ \frac{C^2}{Nm^2}$)

r: المسافة بين الشحنات (m)

ملاحظات

- القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية, تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى.

$$F_{1\to2} = -F_{2\to1}$$

مثال: شحنتان q_1 وq_2 تفصل بينهما مسافة r. القوة التي تؤثر بها الشحنة q_1 على q_2 مقدارها 5F. بناءً على قانون نيوتن الثالث, ما هي مقدار القوة التي تؤثر بها q_2 على q_1 ؟

a) 5F

b) $-5F$

c) 24F

d) 0

مثال 1.2 القوة الكهروستاتيكية داخل الذرة

المسألة 1

ما مقدار القوة الكهروستاتيكية المبذولة بين البروتونين داخل نواة ذرة الهليوم؟

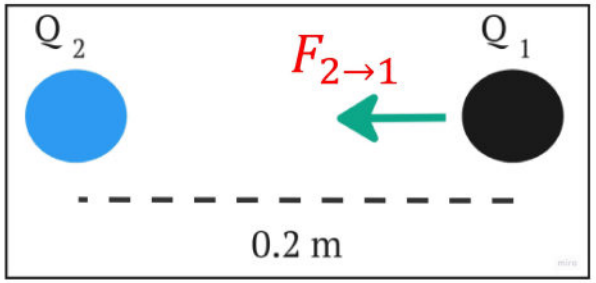
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

المسألة 2

ما مقدار القوة الكهروستاتيكية بين نواة الذهب وإلكترون نواة الذهب الموجود في مدار نصف قطره 4.88×10^{-12} m؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: توضع شحنتان نقطيتان على مسافة ($r = 0.2m$) من بعضهما البعض. Q1 لها شحنة غير معروفة و Q2 لها شحنة ($Q2 = -2\mu C$)كما هو موضح في الشكل أدناه. يتم تطبيق قوة كهروستاتيكية على Q1 ($F_{2\to1} = 2.25N$) . حدد مقدار ونوع شحنة Q1.



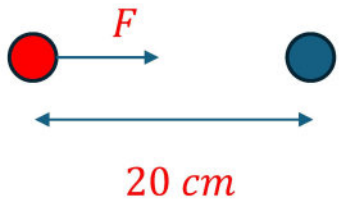
1.39 جسيمان متماثلان مشحونان تفصل بينهما مسافة 1.00 m يتنافران بقوة مقدارها 1.00 N. ما مقدار الشحنتين؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

1.41 في كلوريد الصوديوم الصلب (ملح الطعام)، يزيد عدد الإلكترونات في أيونات الكلوريد عن عدد البروتونات بإلكترون واحد، ويزيد عدد البروتونات في أيونات الصوديوم عن عدد الإلكترونات ببروتون واحد. وتفصل بين هذه الأيونات مسافة مقدارها 0.28 nm. احسب القوة الكهروستاتيكية بين أيون صوديوم وأيون كلوريد.

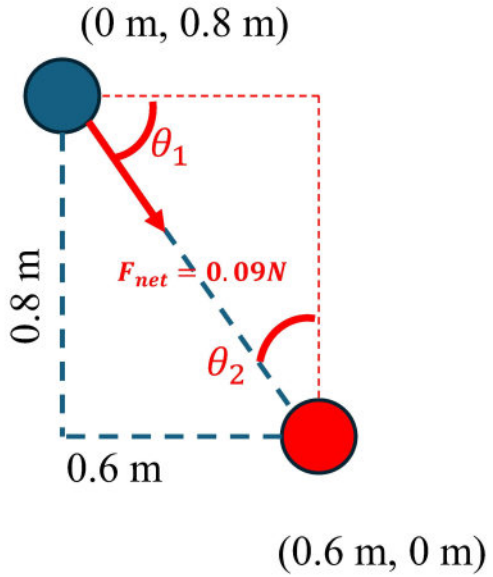
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

1.44 تقع شحنة مقدارها $-4.00\ \mu C$ على مسافة $20.0\ cm$ يمين شحنة مقدارها $2.00\ \mu C$ على المحور x. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة $2.00\ \mu C$؟



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: شحنتان تؤثران على بعضهما البعض, حيث ان احدى الشحنتين $q_1 = +5\ \mu C$ تقع عند النقطة $(0.6\ m,\ 0\ m)$ والشحنة الثانية $q_2 = -2\ \mu C$ تقع عند النقطة $(0\ m,\ 0.8\ m)$. اوجد مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين الشحنتين.



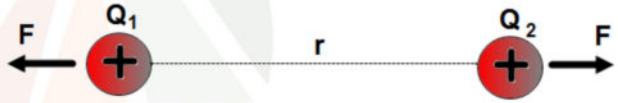





حساب التغير في القوة نتيجةً لاختلاف المسافات والشحنات

ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: تفصل بين شحنتين موجبتين Q1 و Q2 مسافة r . تتنافر الشحنتان بقوة F. إذا تضاعف مقدار كل شحنة وظلت المسافة ثابتة، فما هو مقدار القوة الجديدة بين الشحنتين؟



a) F

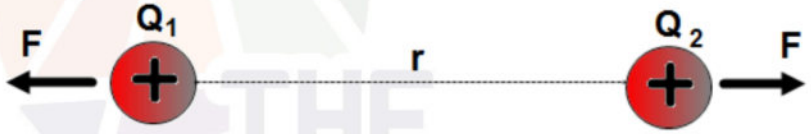
b) 2 F

c) 4 F

d) $\frac{1}{4}$ F

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: تفصل بين شحنتين موجبتين Q1 و Q2 مسافة r . تتنافر الشحنتان بقوة F. إذا تقلصت المسافة الفاصلة الى الربع وبقيت الشحنات كما هي، فما هو مقدار القوة الجديدة بين الشحنتين؟



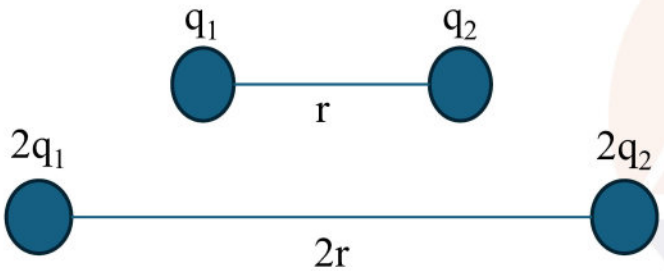
a) 2 F

b) 4 F

c) 16 F

d) $\frac{1}{4}$ F

مثال:شحنتان تفصل بينهما مسافة r. اذا تضاعفت كل شحنة وتضاعفت المسافة بين الشحنتين. كيف تتغير القوة بين الشحنتين؟



a) تتضاعف القوة.

b) تتنصف القوة.

c) تزيد القوة الجديدة بمقدار 4 اضعاف.

d) تقل القوة الجديدة الى ربع القيمة.

e) تبقى القوة كما هي.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

1.38 كرتان مشحونتان تفصل بينهما مسافة مقدارها 8.00 cm. إذا اقتربت الكرتان إحداهما من الأخرى بما يكفي لزيادة مقدار القوة المؤثرة في كل منهما بمعدل أربعة أضعاف، فما المسافة الفاصلة بينهما عندئذٍ؟

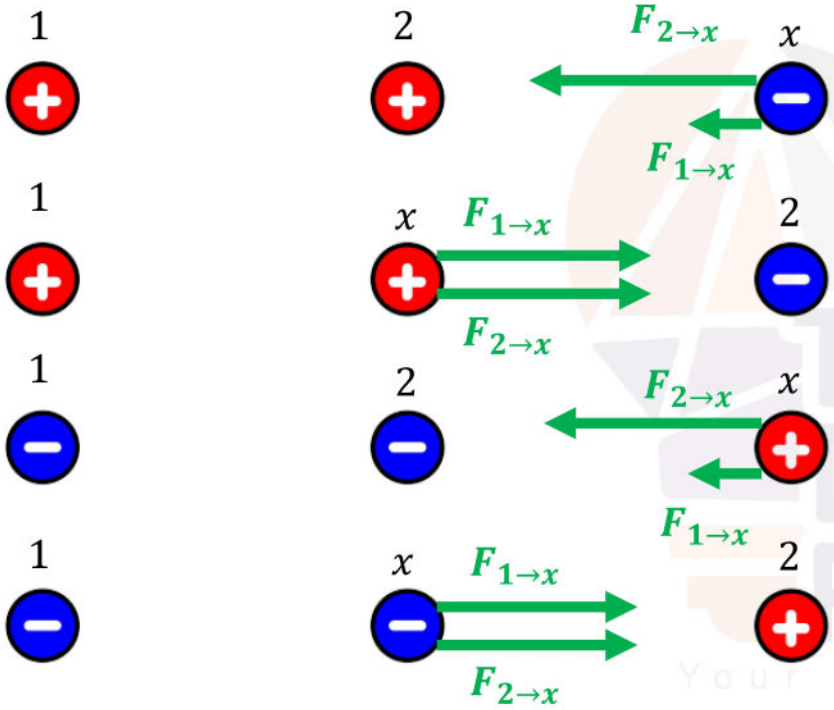
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مبدأ التراكب

- يُستخدم مبدأ التراكب عندما يكون لدينا أكثر من شحنتين في النظام.
- ينص المبدأ على أن القوة الكهروستاتيكية الكلية التي تتعرض لها شحنة بسبب مجموعة من الشحنات الأخرى تساوي مجموع المتجهات للقوى الفردية التي تؤثر بها كل من هذه الشحنات إذا كانت موجودة بمفردها.
- سنتناول ثلاث حالات مختلفة في هذا الفصل:

- شحنات على استقامة واحدة (إضافة القوى)
- شحنات على استقامة واحدة (طرح القوى)
- شحنات في مستوى ثنائي الأبعاد (باستخدام علم المتجهات)

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

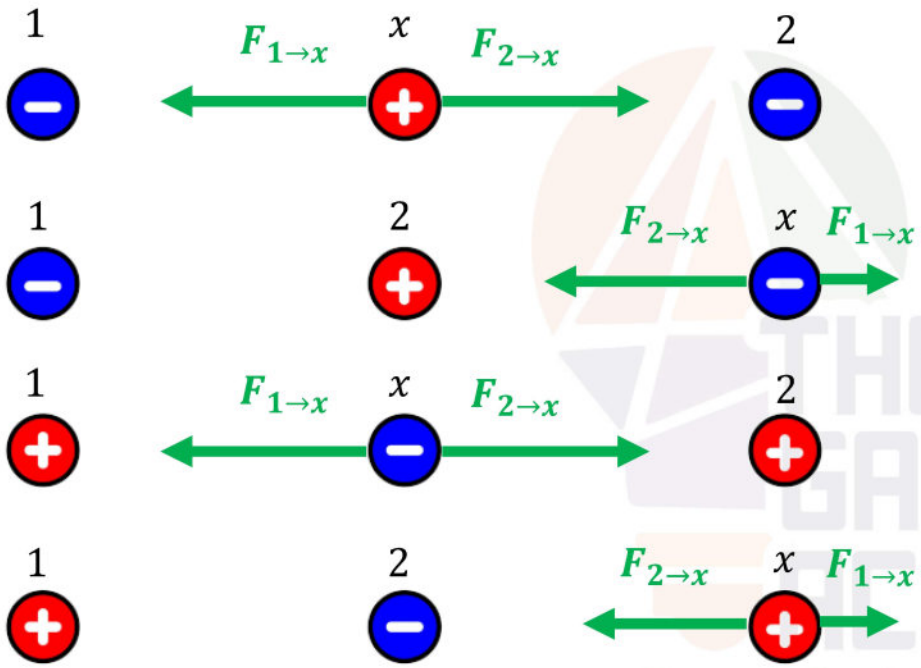


1. شحنات على استقامة واحدة (إضافة القوى)

- عندما تكون ثلاث شحنات أو أكثر على استقامة واحدة، والقوى المؤثرة من شحنات مختلفة على شحنة معينة (لنأخذ الشحنة x في هذا المثال) تؤثر في نفس الاتجاه، في هذه الحالة نجمع القوى ونأخذ اتجاه احدى القوتين.

$$F_{net} = F_{1\to x} + F_{2\to x}$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



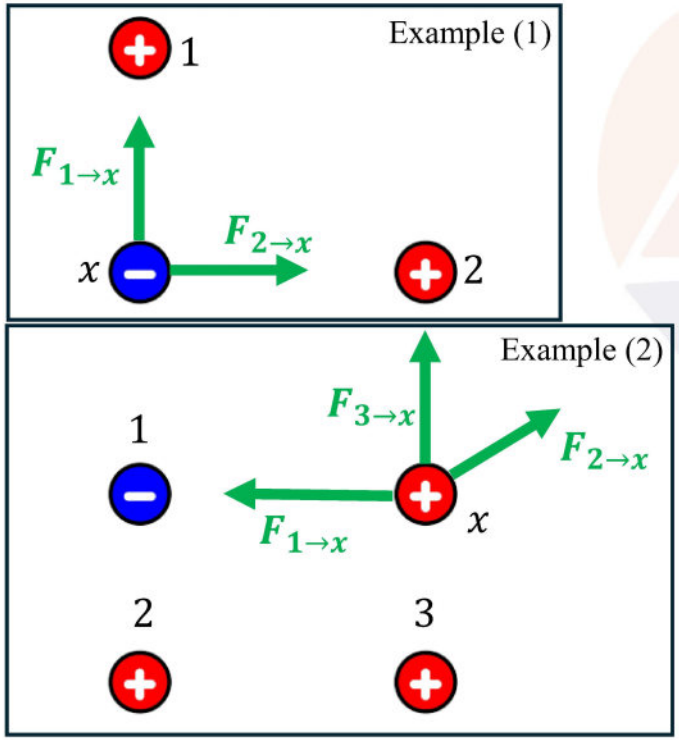
2. شحنات على استقامة واحدة (طرح القوى)

- عندما تكون ثلاث شحنات أو أكثر على استقامة واحدة، والقوى المؤثرة من شحنات مختلفة على شحنة معينة (لنأخذ الشحنة x في هذا المثال) تكون في اتجاهين متعاكسين، في هذه الحالة نطرح القوى ونأخذ اتجاه القوة الأكبر.

$$F_{net} = F_{1\to x} - F_{2\to x}$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

3. شحنات في مستوى ثنائي الأبعاد (باستخدام علم المتجهات)



- عندما لا تكون الشحنات على استقامة واحدة وتقع في مستوى ثنائي الأبعاد، يتم إيجاد القوة المحصلة عن طريق جمع المتجهات للقوى الفردية.
- استخدم الطرق المثلثية أو التمثيل البياني لتحديد مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الشحنة x في هذا المثال.

$$F_{net} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right)$$

3. شحنات في مستوى ثنائي الأبعاد (باستخدام علم المتجهات)

- إذا كانت جميع القوى المؤثرة على الشحنة متطابقة مع المحور x أو المحور y، فإننا نستخدم نظرية فيثاغورس مباشرة لإيجاد مقدار القوة الكهروستاتيكية المحصلة.
- إذا كانت احدى القوى أو جميع القوى المؤثرة على الشحنة غير متطابقة مع المحور x أو المحور y، فإننا نقوم بتحليل متجه القوة اولاً, ومن ثم نستخدم نظرية فيثاغورس لإيجاد مقدار القوة الكهروستاتيكية المحصلة.

مراجعة المفاهيم 1.4

ما الذي تدل عليه القوى المؤثرة في الشحنة q_3 في الشكل 1.15 بخصوص إشارات الشحنات الثلاث؟

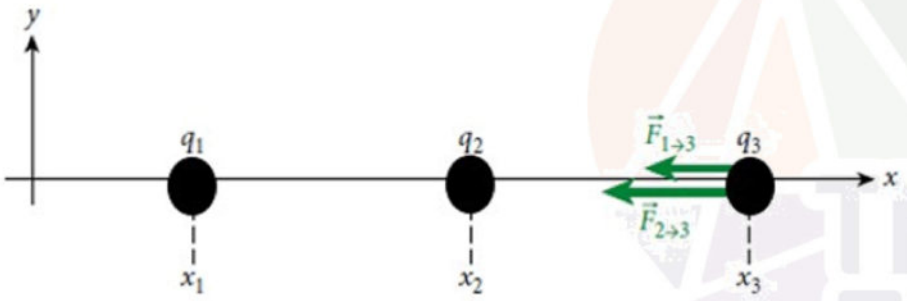
a) كل الشحنات الثلاث موجبة.

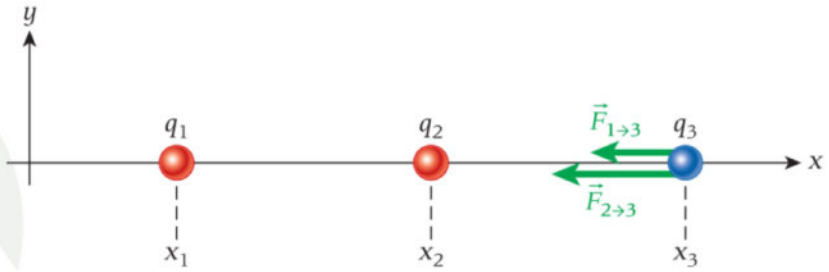
b) كل الشحنات الثلاث سالبة.

c) الشحنة q_3 صفر.

d) الشحنتان q_1 و q_2 مختلفتان.

e) الشحنتان q_1 و q_2 متماثلتان، والشحنة q_3 مختلفة عنهما.





الشكل 1.15 القوتان اللتان تبذلهما الشحنتان 1 و 2 على الشحنة 3.

مراجعة المفاهيم 1.5

إذا افترضنا أن طول كل متجه من المتجهَين في الشكل 1.15 يتناسب مع مقدار القوة الذي يمثله، فما الذي يشير إليه المتجهان بخصوص مقدارَي الشحنتَين q_1 و q_2؟ (*تلميح:* المسافة بين x_1 و x_2 هي نفسها المسافة بين x_2 وx_3).

a) $|q_1| < |q_2|$

b) $|q_1| = |q_2|$

c) $|q_1| > |q_2|$

d) لا يمكن تحديد الإجابة من المعلومات المعطاة في الشكل.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مراجعة المفاهيم 1.6

يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *الوسطى*؟



e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مراجعة المفاهيم 1.7

يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *اليمنى*؟ (لاحظ أن مقدار الشحنة اليسرى يساوي ضعف مقدارها في مراجعة المفاهيم 1.6.)



a) ➡ b) ⬅ c) ⬇ d) ⬆

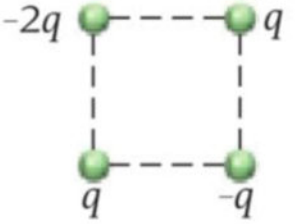
e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Su

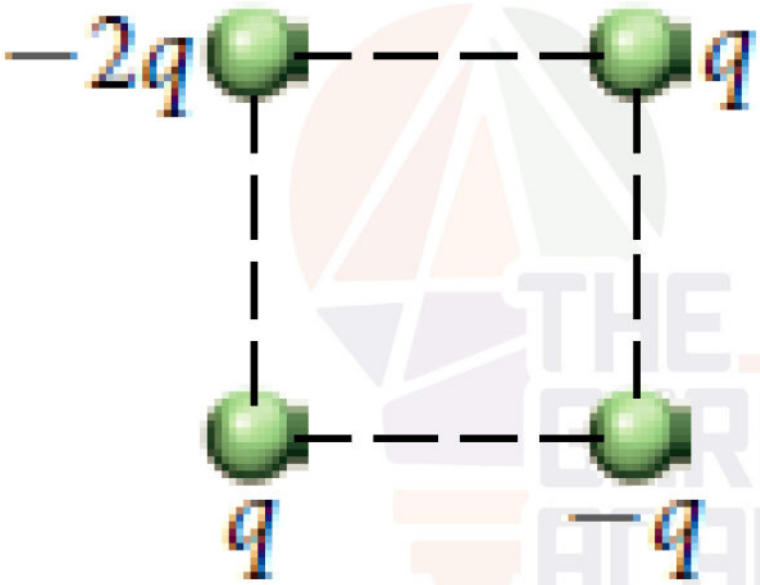
مراجعة المفاهيم 1.10

يوضح الشكل أربع شحنات موضوعة بالترتيب عند زوايا مربع. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة *السفلية اليمنى*؟

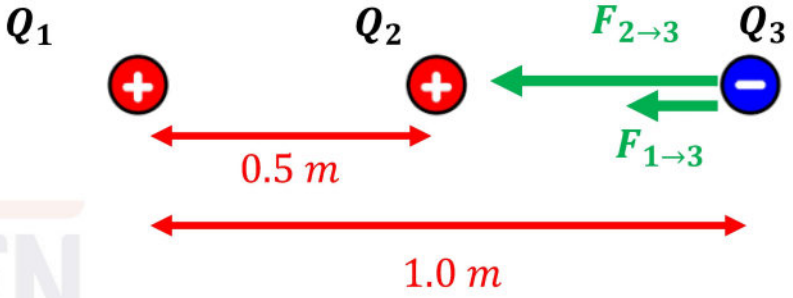


a) ↙ b) ↖ c) ↗ d) ↘

e) لا توجد قوة مؤثرة في هذه الشحنة.



مثال: في الشكل المجاور إذا كان مقدار الشحنات($Q_1 = +1\ \mu C, Q_2 = +3\mu C, Q_3 = -4\ \mu C$), أوجد محصلة القوى المؤثرة على الشحنة Q_3 .



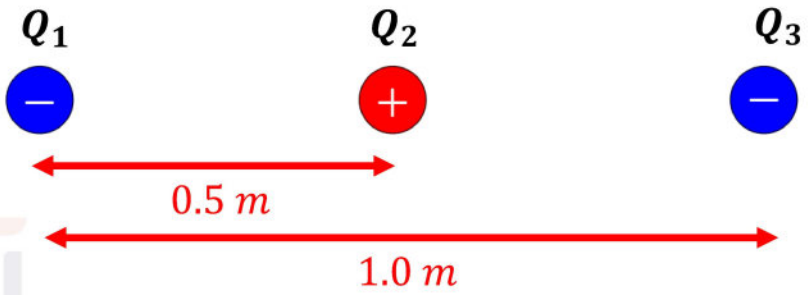
$$F_{1\to3} = k\frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2} = 9\times10^9\ \frac{1\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{1^2} = -0.036\ N$$

$$F_{2\to3} = k\frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2} = 9\times10^9\ \frac{3\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{0.5^2} = -0.432\ N$$

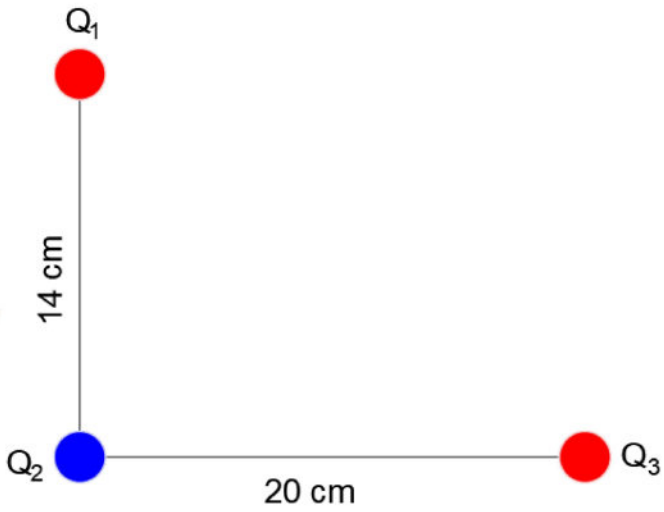
$$F_{net} = F_{1\to3} + F_{2\to3} = -0.036 + (-0.432) = -0.468\ N$$

نموذج لطريقة الحل

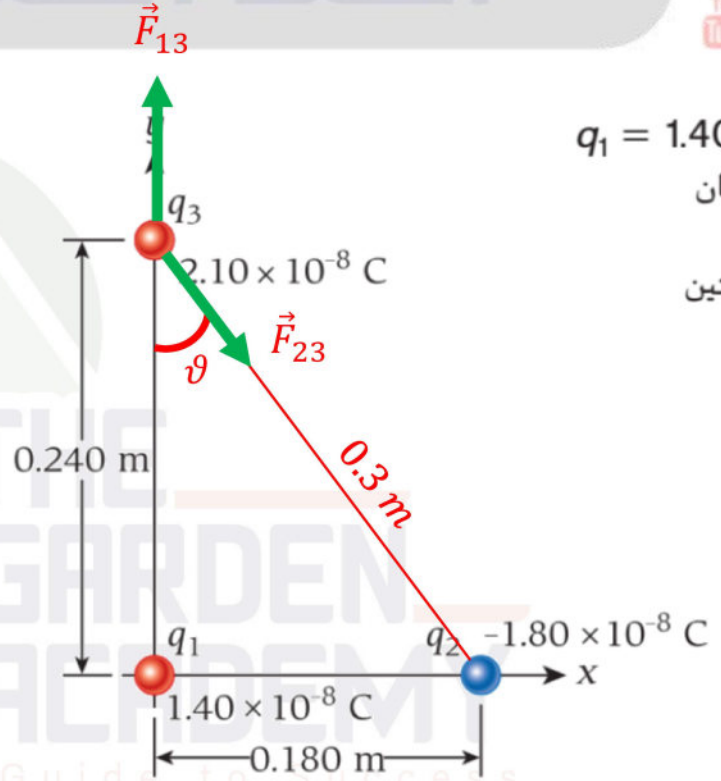
مثال: في الشكل المجاور إذا كان مقدار الشحنات($Q_1 = -1\ \mu C, Q_2 = +3\mu C, Q_3 = -4\ \mu C$), أوجد محصلة القوى المؤثرة على الشحنة Q_2 .



مثال: في الشكل المجاور إذا كان مقدار الشحنات($Q_1 = 5\ nC, Q_2 = -3\ nC, Q_3 = 2\ nC$), أوجد محصلة القوى المؤثرة على الشحنة Q_2 .



1.48 وُضعت الشحنة $q_1 = 1.40 \times 10^{-8}\ C$ عند نقطة الأصل. ووُضعت الشحنتان $q_2 = -1.80 \times 10^{-8}\ C$ و $q_3 = 2.10 \times 10^{-8}\ C$ عند النقطتين $(0.180\ m, 0.000\ m)$ و$(0.000\ m, 0.240\ m)$ على التوالي كما هو موضح في الشكل. أوجد محصلة القوى الكهروستاتيكية (المقدار والاتجاه) المؤثرة في الشحنة q_3.



نموذج لطريقة الحل

$$\vec{F}_{13} = k\frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2} = 9 \times 10^9\ \frac{1.4 \times 10^{-8} \times 2.1 \times 10^{-8}}{0.24^2}$$

$$\vec{F}_{13} = 4.6 \times 10^{-5} N$$

$$\vec{F}_{23} = k\frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2} = 9 \times 10^9\ \frac{1.8 \times 10^{-8} \times 2.1 \times 10^{-8}}{0.3^2}$$

$$\vec{F}_{23} = 3.78 \times 10^{-5} N$$

$$\vartheta = \tan^{-1}\left(\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0.18}{0.24}\right) = 36.87°$$

$$r_{23} = \sqrt{0.24^2 + 0.18^2} = 0.3\ m$$

$$F_{13_x} = 0\ N$$

$$F_{23_x} = |F_{23}| \cos\theta = 3.78 \times 10^{-5} \times \cos(306.87) = 2.27 \times 10^{-5}\ N$$

$$F_{13_y} = 4.6 \times 10^{-5}\ N$$

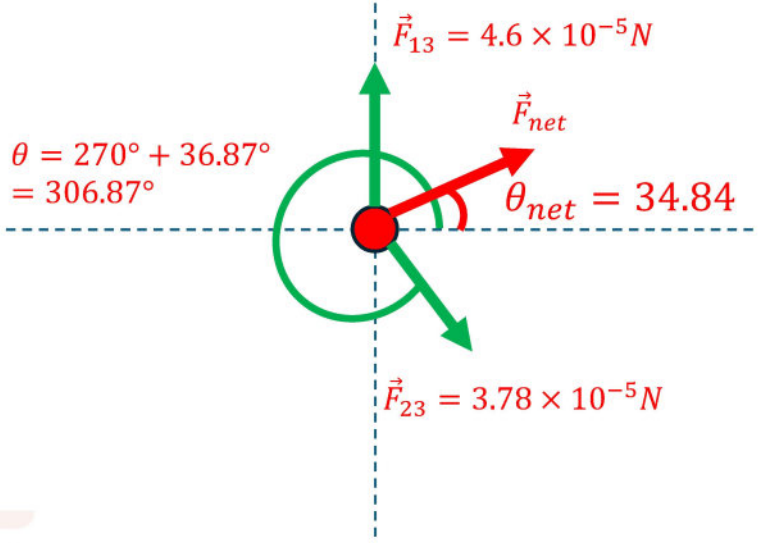
$$F_{23_y} = |F_{23}| \sin\theta = 3.78 \times 10^{-5} \times \sin(306.87) = -3.02 \times 10^{-5}\ N$$

$$F_x = 0 + 2.27 \times 10^{-5} = 2.27 \times 10^{-5}\ \text{N}$$

$$F_y = 4.6 \times 10^{-5} - 3.02 \times 10^{-5} = 1.58 \times 10^{-5}\ \text{N} \qquad \rightarrow F_{net} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

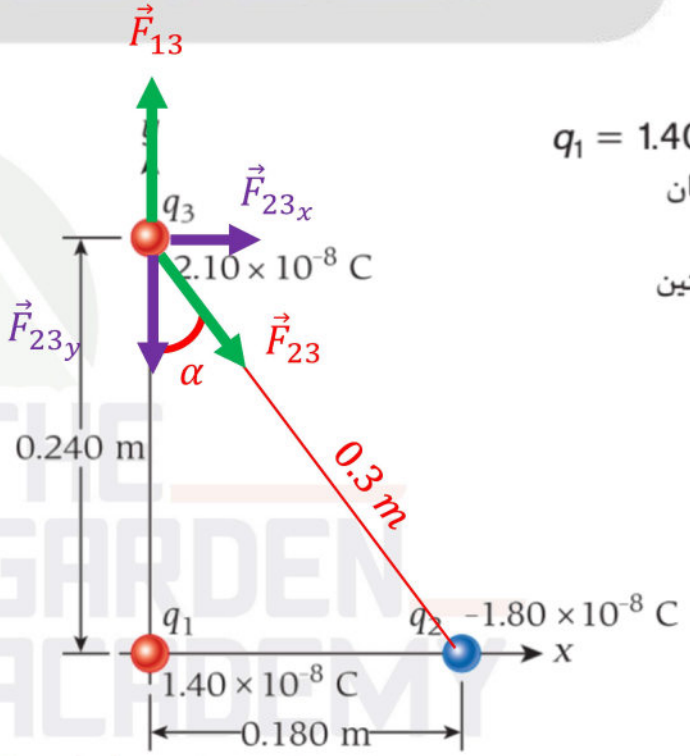
$$F_{net} = \sqrt{(2.27 \times 10^{-5})^2 + (1.58 \times 10^{-5})^2} = 2.77 \times 10^{-5}\ N$$

$$\theta_{net} = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1.58 \times 10^{-5}}{2.27 \times 10^{-5}}\right) = 34.84°$$



نموذج لطريقة الحل

1.48 وُضعت الشحنة $q_1 = 1.40 \times 10^{-8}\ C$ عند نقطة الأصل. ووُضعت الشحنتان $q_2 = -1.80 \times 10^{-8}\ C$ و $q_3 = 2.10 \times 10^{-8}\ C$ عند النقطتين $(0.180\ m, 0.000\ m)$ و $(0.000\ m, 0.240\ m)$ على التوالي كما هو موضح في الشكل. أوجد محصلة القوى الكهروستاتيكية (المقدار والاتجاه) المؤثرة في الشحنة q_3.



نموذج لطريقة الحل

$$\cos\alpha = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \quad \rightarrow \cos\alpha = \frac{0.24}{0.30}$$

$$\sin\alpha = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} \quad \rightarrow \sin\alpha = \frac{0.18}{0.30}$$

$$|\vec{F}_{23_x}| = F_{23}\sin\alpha = \left(\frac{0.18}{0.30}\right) F_{23}$$

$$|\vec{F}_{23_y}| = F_{23}\cos\alpha = \left(\frac{0.24}{0.30}\right) F_{23}$$

$$\vec{F}_{13} = 4.6 \times 10^{-5} N$$

$$\vec{F}_{23} = 3.78 \times 10^{-5} N$$

$$r_{23} = \sqrt{0.24^2 + 0.18^2} = 0.3\ m$$

$$F_{13_x} = 0\ N$$

$$F_{23_x} = \left(\frac{0.18}{0.30}\right) F_{23} = \left(\frac{0.18}{0.30}\right) \times 3.78 \times 10^{-5} = 2.27 \times 10^{-5}\ N$$

$$F_{13_y} = 4.6 \times 10^{-5}\ N$$

$$F_{23_y} = \left(\frac{0.24}{0.30}\right) F_{23} = \left(\frac{0.24}{0.30}\right) \times 3.78 \times 10^{-5} = -3.02 \times 10^{-5}\ N$$

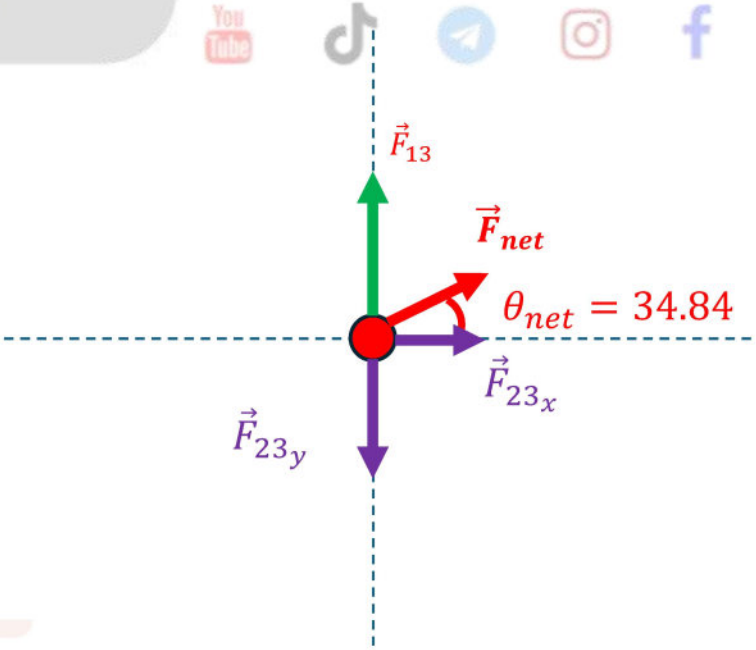
$$F_x = 0 + 2.27 \times 10^{-5} = 2.27 \times 10^{-5}\ \text{N}$$

$$F_y = 4.6 \times 10^{-5} - 3.02 \times 10^{-5} = 1.58 \times 10^{-5}\ \text{N}$$

$$\rightarrow F_{net} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_{net} = \sqrt{(2.27 \times 10^{-5})^2 + (1.58 \times 10^{-5})^2} = 2.77 \times 10^{-5}\ N$$

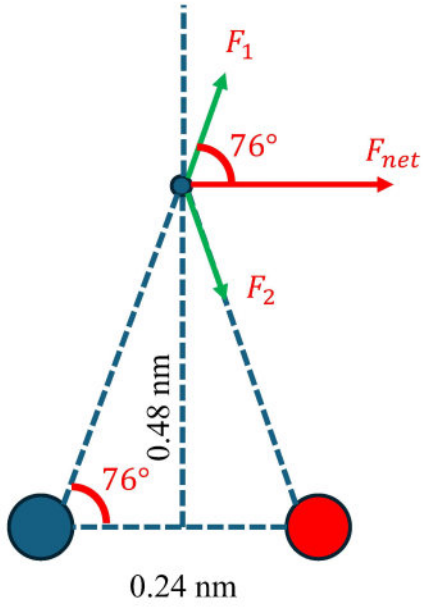
$$\theta_{net} = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1.58 \times 10^{-5}}{2.27 \times 10^{-5}}\right) = 34.84°$$



نموذج لطريقة الحل

1.42 في كلوريد الصوديوم الغازي، يزيد عدد الإلكترونات في أيونات الكلوريد عن عدد البروتونات بإلكترون واحد، ويزيد عدد البروتونات في أيونات الصوديوم عن عدد الإلكترونات ببروتون واحد. وتفصل بين هذه الأيونات مسافة مقدارها 0.24 nm. إذا افترضنا أن إلكترونًا حرًا يقع على مسافة 0.48 nm فوق نقطة منتصف جزيء كلوريد الصوديوم، فما مقدار القوة الكهروستاتيكية واتجاهها التي يبذلها الجزيء على هذا الإلكترون؟

$|F_1| = |F_2|$



نموذج لطريقة الحل

- $r = \sqrt{0.48^2 + 0.12^2} = 0.49\ nm$
- $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}\right)$
- $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.48}{0.12}\right) = 76°$
- $F_{net} = 2 \times F \times \cos\theta = 2 \times 9 \times 10^9 \frac{1.6\times10^{-19}\times1.6\times10^{-19}}{(0.49\times10^{-9})^2} \times \cos 76$
- $F_{net} = 4.64 \times 10^{-10}\ N$

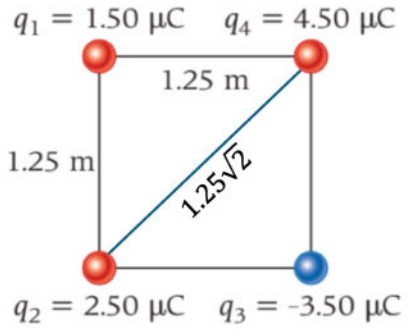
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

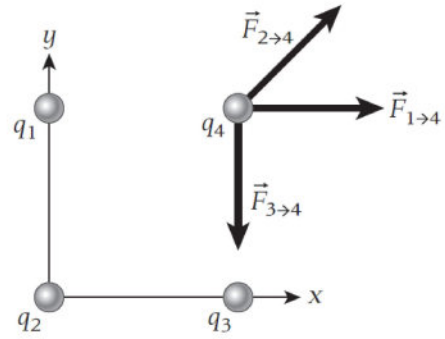
مسألة محلولة 1.3 أربعة أجسام مشحونة

يوضح الشكل 1.23a أربعة أجسام مشحونة تقع عند زوايا مربع طول ضلعه 1.25 m.

المسألة

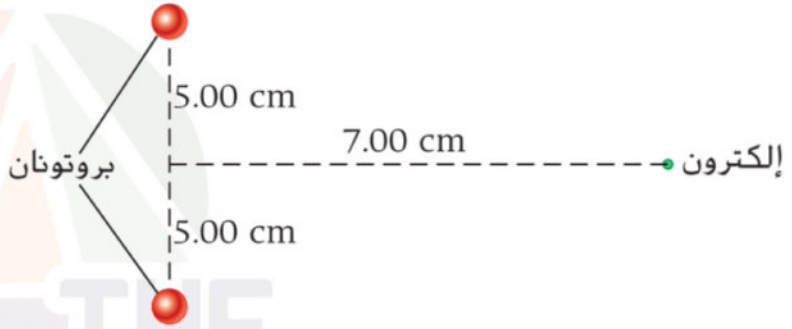
ما مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في q_4 والناتجة عن الشحنات الثلاث الأخرى؟





THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

1.50 أوجد مقدار القوة الكهروستاتيكية واتجاهها المؤثرة في الإلكترون الموضح في الشكل.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

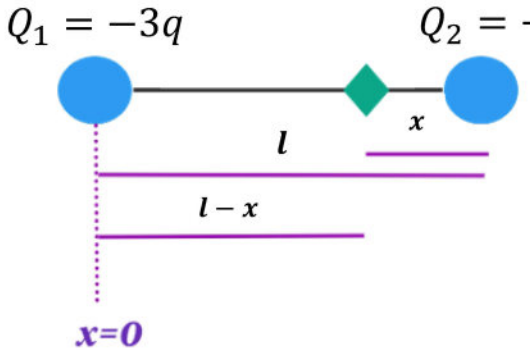
1.47 وُضعت أربع شحنات متماثلة Q على الزوايا الأربع لمستطيل محيطه 2.00 m في 3.00 m إذا كانت $Q = 32.0\ \mu C$، فما مقدار القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في أي شحنة من الشحنات؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

موضع الإتزان

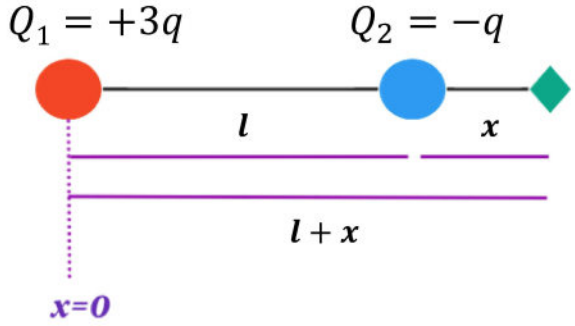
نفس نوع الشحنات

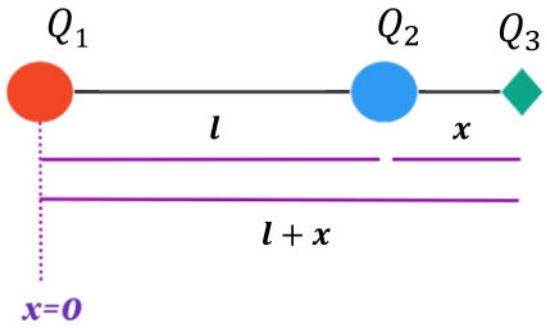
يقع بين الشحنتين بالقرب من الشحنة الأصغر مقداراً.



شحنات مختلفة

يقع خارج الشحنتين بالقرب من الشحنة الأصغر مقداراً.



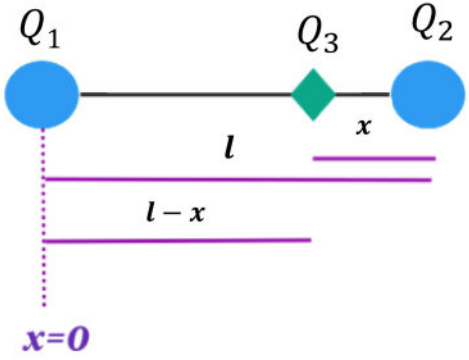


$$\sum F = 0$$

$$|F_{1\to3}| = |F_{2\to3}|$$

$$k\frac{Q_1Q_3}{(l+x)^2} = k\frac{Q_2Q_3}{x^2}$$

$$\frac{|Q_1|}{(l+x)^2} = \frac{|Q_2|}{x^2}$$



$$\sum F = 0$$

$$|F_{1\to3}| = |F_{2\to3}|$$

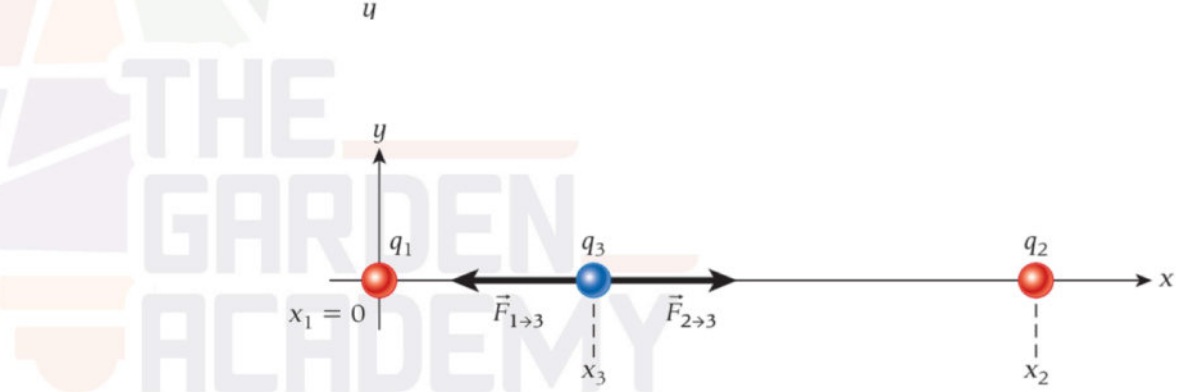
$$k\frac{Q_1Q_3}{(l-x)^2} = k\frac{Q_2Q_3}{x^2}$$

$$\frac{|Q_1|}{(l-x)^2} = \frac{|Q_2|}{x^2}$$

مثال 1.3 موضع الاتزان

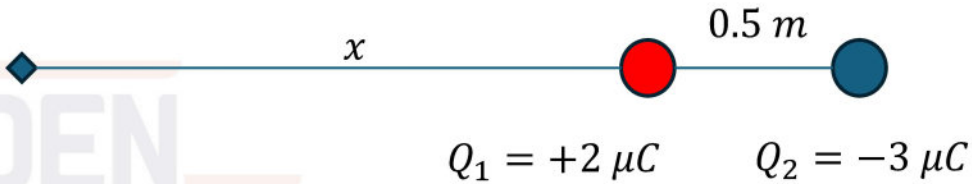
المسألة

يوضح الشكل 1.16 موضع جسيمَين مشحونين: يقع الجسيم $q_1 = 0.15\ \mu C$ عند نقطة الأصل، ويقع الجسيم $q_2 = 0.35\ \mu C$ على محور x الموجب عند النقطة $x_2 = 0.40\ m$. أين يجب أن يكون موضع الجسيم الثالث المشحون، q_3، ليكون عند نقطة اتزان (بحيث يكون مجموع القوى المؤثرة فيه صفرًا)؟



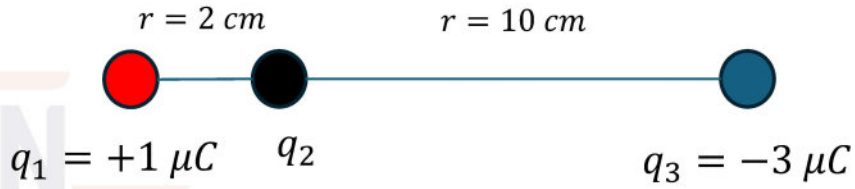
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أوجد موضع الإتزان للشكل المرسوم ادناه.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: في النظام الموضح أدناه، الشحنة (q_1) في حالة توازن. أوجد مقدار ونوع الشحنة (q_2).

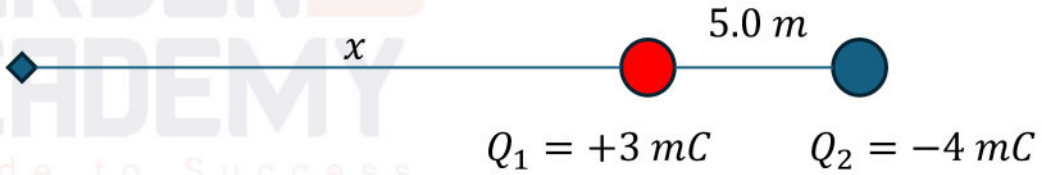


THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

1.54 شحنتان $+3.00\text{-mC}$ و-4.00-mC ثابتتان في وضع السكون وتفصل بينهما مسافة مقدارها $5.00\ \text{m}$.

a) أين يمكن وضع شحنة مقدارها $+7.00\text{-mC}$ بحيث تكون محصلة القوة المؤثرة فيها صفرًا؟

b) أين يمكن وضع شحنة مقدارها -7.00-mC بحيث تكون محصلة القوة المؤثرة فيها صفرًا؟



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

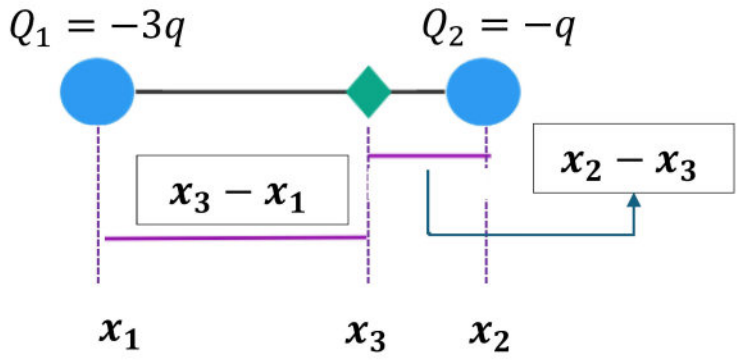
1.46 وُضعت شحنة نقطية $+3q$ عند نقطة الأصل، وشحنة نقطية $-q$ على المحور x عند النقطة $D = 0.500\ \text{m}$. عند أي نقطة على المحور x ستكون محصلة القوى من الشحنتين الأخريين المؤثرةُ في شحنة ثالثة، q_0، مساويةً صفرًا؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

موضع الاتزان

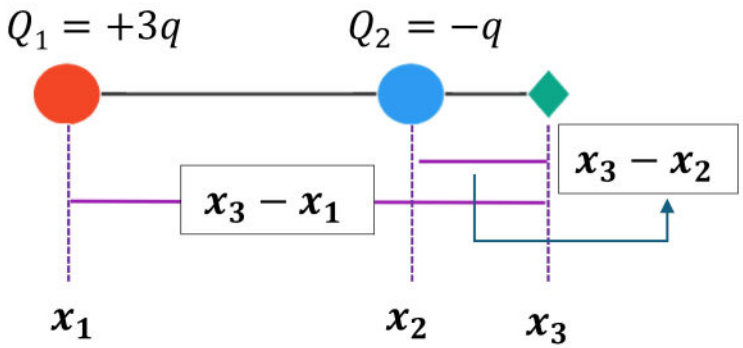
نفس نوع الشحنات

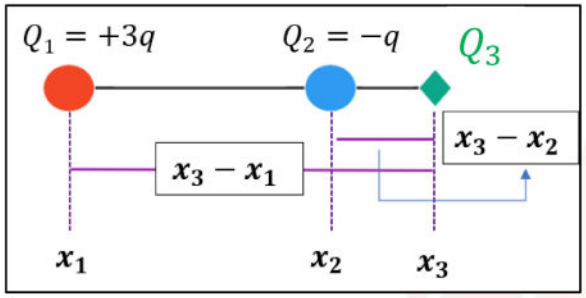
يقع بين الشحنتين بالقرب من الشحنة الأصغر مقداراً.



شحنات مختلفة

يقع خارج الشحنتين بالقرب من الشحنة الأصغر مقداراً.



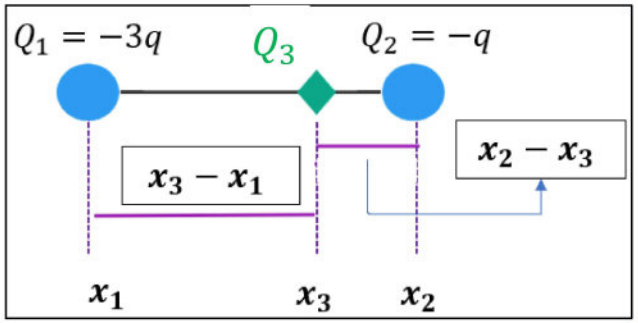


$$\sum F = 0$$

$$|F_{1\to3}| = |F_{2\to3}|$$

$$k\frac{Q_1Q_3}{(x_3-x_1)^2} = k\frac{Q_2Q_3}{(x_3-x_2)^2}$$

$$\frac{\sqrt{|Q_1|}}{x_3-x_1} = \frac{\sqrt{|Q_2|}}{x_3-x_2}$$



$$\sum F = 0$$

$$|F_{1\to3}| = |F_{2\to3}|$$

$$k\frac{Q_1Q_3}{(x_3-x_1)^2} = k\frac{Q_2Q_3}{(x_2-x_3)^2}$$

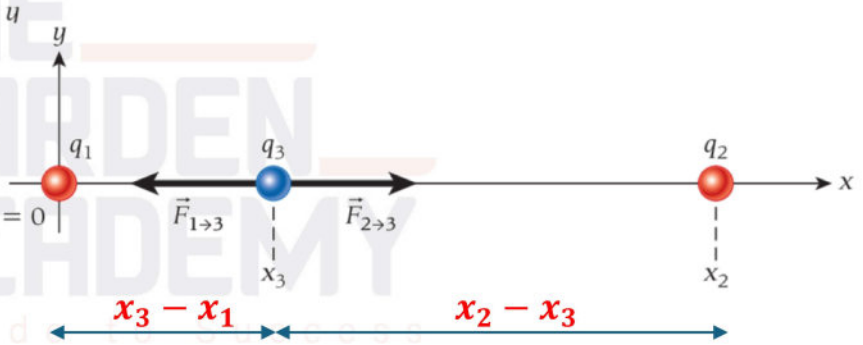
$$\frac{\sqrt{|Q_1|}}{x_3-x_1} = \frac{\sqrt{|Q_2|}}{x_2-x_3}$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال 1.3 موضع الاتزان

المسألة

يوضح الشكل 1.16 موضع جسيمَين مشحونين: يقع الجسيم $q_1 = 0.15\ \mu C$ عند نقطة الأصل، ويقع الجسيم $q_2 = 0.35\ \mu C$ على محور x الموجب عند النقطة $x_2 = 0.40\ m$. أين يجب أن يكون موضع الجسيم الثالث المشحون، q_3، ليكون عند نقطة اتزان (بحيث يكون مجموع القوى المؤثرة فيه صفرًا)؟



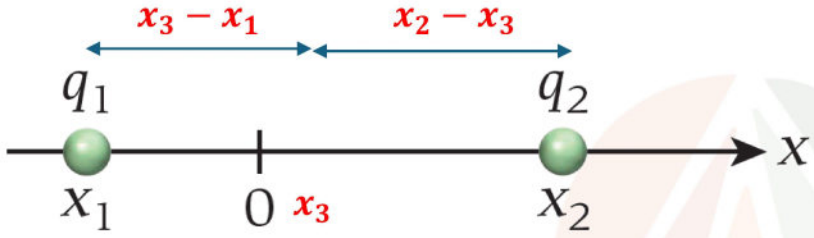
$$\frac{\sqrt{|Q_1|}}{x_3 - x_1} = \frac{\sqrt{|Q_2|}}{x_2 - x_3}$$

$$\frac{\sqrt{0.15}}{x_3 - 0} = \frac{\sqrt{0.35}}{0.4 - x_3}$$

$$\sqrt{0.15} * (0.4 - x_3) = \sqrt{0.35} * x_3$$

$$x_3 = 0.158\ m$$

نموذج لطريقة الحل



1.86 كما هو موضح في الشكل، مقدار الشحنة النقطية q_1 هو 3.979 µC وتقع عند $x_1 = -5.689$ m، ومقدار الشحنة q_2 هو 8.669 µC وتقع عند $x_2 = 14.13$ m. ما إحداثي x للنقطة التي عندها تساوي محصلة القوى المؤثرة في الشحنة النقطية 5.000 µC صفرًا؟

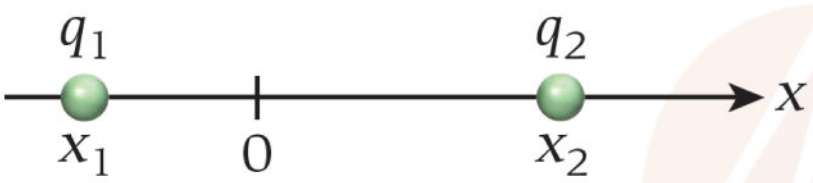
$x_1 = -5.689\ m$ $x_2 = 14.13\ m$

نموذج لطريقة الحل

$$\frac{\sqrt{|Q_1|}}{x_3 - x_1} = \frac{\sqrt{|Q_2|}}{x_2 - x_3}$$

$$\frac{\sqrt{3.979}}{x_3 - (-5.689)} = \frac{\sqrt{8.669}}{14.13 - x_3}$$

$$\rightarrow \sqrt{3.979} * (14.13 - x_3) = \sqrt{8.669} * (x_3 + 5.689) \qquad \rightarrow x_3 = 2.315\ m$$



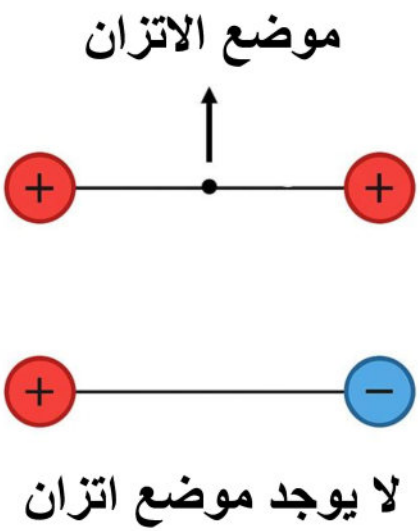
1.87 كما هو موضح في الشكل، مقدار الشحنة النقطية q_1 هو 4.325 μC وتقع عند x_1، ومقدار الشحنة q_2 هو 7.757 μC وتقع عند $x_2 = 14.33$ m. والإحداثي x للنقطة التي عندها تساوي محصلة القوى المؤثرة في الشحنة النقطية −3.000 μC صفرًا هو 2.358 m. ما قيمة x_1؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

ملاحظة

- إذا كانت الشحنتان لهما نفس المقدار ونفس النوع (أي كلتاهما موجبتان أو سالبتان)، فإن موضع الاتزان يكون تمامًا في المنتصف بينهما.

- إذا كانت الشحنتان لهما نفس المقدار ولكن أنواعهما مختلفة (إحداهما موجبة والأخرى سالبة)، فلا يوجد موضع اتزان.



حالة الإتزان للأجسام المشحونة

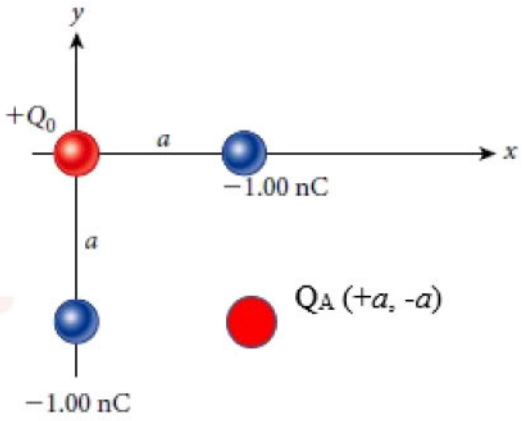
- عندما يكون جسم مشحون في حالة سكون (إتزان)، فإن مجموع القوى المؤثرة عليه يساوي صفرًا.

$$\sum F_{net} = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

مثال: في الشكل محصلة القوى المؤثرة على الشحنة Q_A تساوي صفر. اوجد مقدار الشحنة Q_0

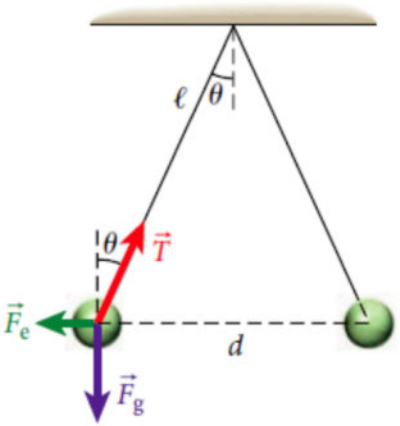


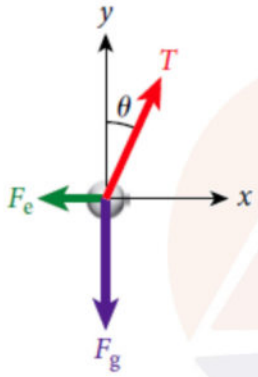
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مسألة محلولة 1.1 كرات مشحونة

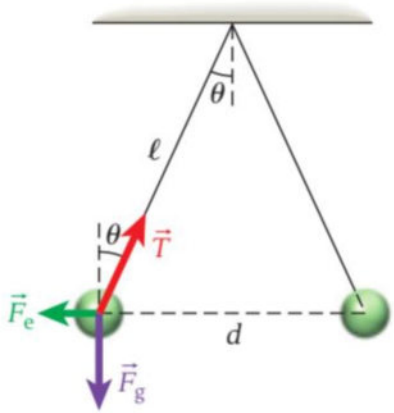
المسألة

كرتان متماثلتان مشحونتان تتدليان من السقف بحبلين عازلين متساويين في الطول، $\ell = 1.50\ \text{m}$ (الشكل 1.17). وشُحنت كل كرة بشحنة مقدارها $q = 25.0\ \mu\text{C}$. ثم أصبحت الكرتان المتدليتان في وضع السكون، وصَنع كل حبل زاوية مقدارها $25.0°$ مع المستوى الرأسي (الشكل 1.17a). ما كتلة كل من الكرتَين؟



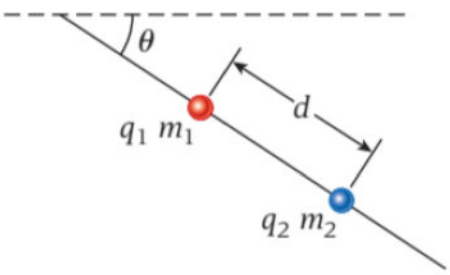


THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

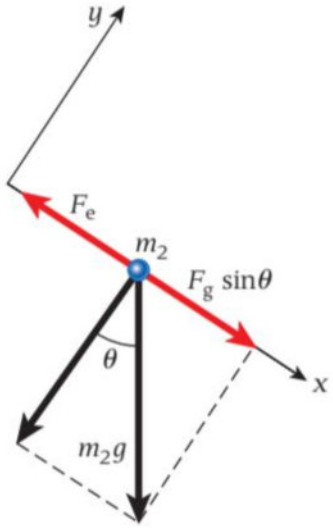


1.83 كرتان كتلة كل منهما 0.9680 kg. وشحنة كل منهما 29.59 μC. وتتدليان من السقف بخيطين لهما الطول ℓ نفسه، كما هو موضح في الشكل. a) إذا كانت الزاوية التي يصنعها الخيطان مع المستوى الرأسي 29.79°. فما طول الخيطين؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



(a)



(b)

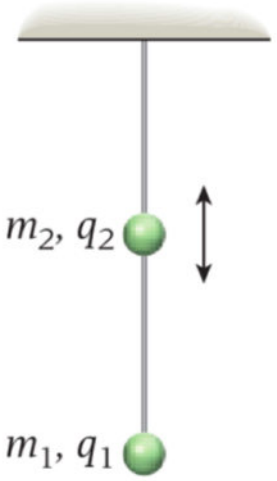
مسألة محلولة 1.2 خرزة على سلك

المسألة

خرزة شحنتها $q_1 = +1.28\ \mu C$ ثابتة في مكانها على سلك عازل يصنع زاوية مقدارها $\theta = 42.3°$ مع المستوى الأفقي (الشكل 1.20a). وتنزلق خرزة ثانية شحنتها $q_2 = -5.06\ \mu C$ على السلك من دون احتكاك. وعند مسافة $d = 0.380\ m$ بين الخرزتَين، تبلغ القوة المحصلة المؤثرة في الخرزة الثانية صفرًا. ما مقدار الكتلة، m_2، للخرزة الثانية؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

1.76 خرزتان شحنة كل منهما $+2.67\ \mu C$ معلقتان في خيط عازل ومتدليتان من السقف إحداهما فوق الأخرى على استقامة واحدة كما هو موضح في الشكل. وكتلة الخرزة السفلية، الثابتة في مكانها على طرف الخيط، هي $m_1 = 0.280\ kg$. بينما تنزلق الخرزة الثانية على الخيط من دون احتكاك. وعند مسافة $d = 0.360\ m$ بين مركزَي الخرزتين، تتوازن قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في m_2 مع القوة الكهروستاتيكية بين الخرزتَين. ما مقدار الكتلة، m_2، للخرزة الثانية؟ (*تلميح:* يمكنك إهمال تفاعل الجاذبية بين الخرزتَين).





1.6 قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب

ACADEMY
Your Guide to Success

قانون كولوم .Vs قانون نيوتن للجذب

قانون نيوتن للجذب

قانون نيوتن للجذب يعبر عن قوة الجاذبية بين كتلتين.

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- ✓ تكون قوة تجاذب دائماً
- ✓ قوة الجاذبية أصغر بكثر من القوة الكهروستاتيكية

قانون كولوم

قانون كولوم يعبر عن القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين.

$$F_e = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

- ✓ قد تكون قوة تجاذب أو قوة تنافر
- ✓ القوة الكهروستاتيكية أكبر بكثير من قوة الجاذبية

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{Nm^2/kg^2}$

$k = 8.99 \times 10^{9}\ \mathrm{Nm^2/C^2}$

مثال 1.4 القوى بين الإلكترونات

لنقيّم الشدة النسبية للقوتين بحساب نسبة القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية المبذولتَين بين إلكترونَين.
نحصل على النسبة باستخدام المعادلة

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{kq_e^2}{Gm_e^2}$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مراجعة المفاهيم 1.11

تزيد كتلة البروتون عن كتلة الإلكترون بمقدار ~2000 ضعف. لذا فإن نسبة F_e/F_g لبروتونَين _____ القيمة المحسوبة في المثال 1.4 لإلكترونين.

a) تقل بمقدار ~4 ملايين ضعف عن

b) تقل بمقدار ~2000 ضعف عن

c) تماثل

d) تزيد بمقدار ~2000 ضعف عن

a) تزيد بمقدار ~4 ملايين ضعف عن

نموذج لطريقة الحل

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{kq_p^2}{Gm_p^2}$$

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{8.99 \times 10^9 \times (1.602 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times (1.67 \times 10^{-27})^2} = 1.24 \times 10^{36}$$

$$\frac{4.17 \times 10^{42}}{1.24 \times 10^{36}} = 3362903 \quad \rightarrow \left(\frac{F_e}{F_g}\right)_e \approx 4000000 \left(\frac{F_e}{F_g}\right)_p$$

حل أبسط ومباشر

$$\left(\frac{F_e}{F_g}\right)_p = \frac{kq_p^2}{G(2000m_e)^2} = \frac{1}{4000000} \times \frac{kq_p^2}{Gm_e^2} \quad \rightarrow \left(\frac{F_e}{F_g}\right)_p = \frac{1}{4000000}\left(\frac{F_e}{F_g}\right)_e$$



الوحدة 2

الصف 12 متقدم

المجالات الكهربائية وقانون غاوس

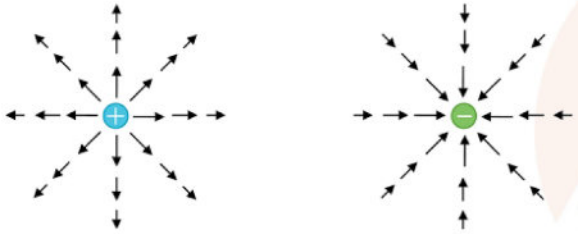
ACADEMY
Your Guide to Success



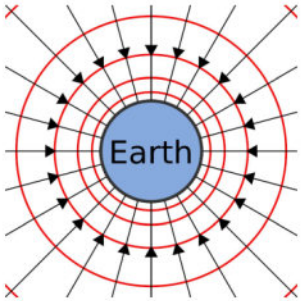
2.1 تعريف المجال الكهربائي

ACADEMY
Your Guide to Success

مقدمة

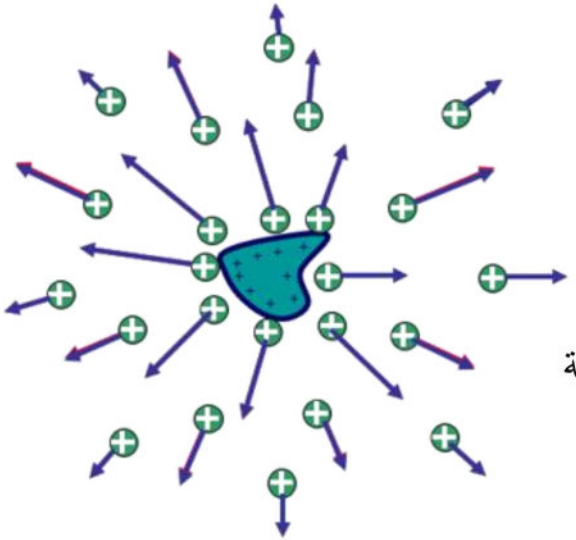


- المجال الكهربائي هو المساحة المحيطة بالشحنة الكهربائية



- تمامًا كما أن المجال الجاذبي هو المساحة المحيطة بالكتلة.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



- يقال أن المجال الكهربائي موجود في منطقة الفضاء المحيطة بجسم مشحون: شحنة المصدر.

- مفهوم شحنة الاختبار

1. صغيرة وموجبة
2. لا تؤثر علو توزيع الشحنة

- قوة المجال الكهربائي: القوة المؤثرة على شحنة اختبار صغيرة عند نقطة معينة مقسومة على كمية شحنة الاختبار.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

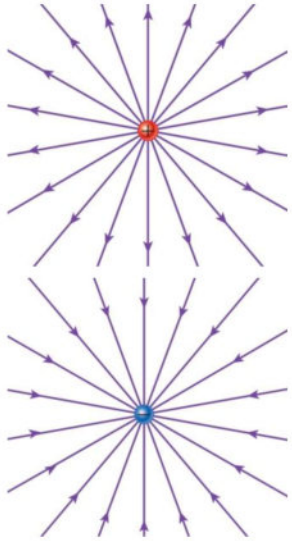
المجال الكهربائي (متجه)

اتجاه

ضع شحنة اختبار موجبة عند نقطة داخل المجال وأوجد اتجاه القوة المؤثرة عليها.

الشحنة الموجبة: خطوط المجال تكون نحو الخارج.

الشحنة السالبة: خطوط المجال تكون نحو الداخل.



قيمة

$$|\vec{E}| = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

- E: مقدار المجال الكهربائي (N/C)
- F: القوة الكهروستاتيكية (N)
- q_0: شحنة الاختبار (C)

مثال: إذا تعرضت شحنة q مقدارها $2\mu C$ لقوة مقدارها $0.5N$ على مسافة معينة من جسم مشحون. احسب المجال الكهربائي E عند تلك النقطة.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: تم قياس المجال الكهربائي عند نقطة ما ليكون 50 N/C. ما القوة التي قد تتعرض لها شحنة مقدارها 1 nC عند هذه النقطة؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

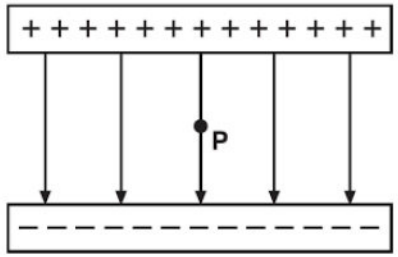
مثال: احسب شدة المجال الكهربائي على بروتون ($q = 1.6 \times 10^{-19}$ C)، إذا كنت تعلم أن القوة الكهربائية المؤثرة عليه تساوي 4.8×10^{-15} N بإتجاه محور x السالب.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

أنواع المجال الكهربائي

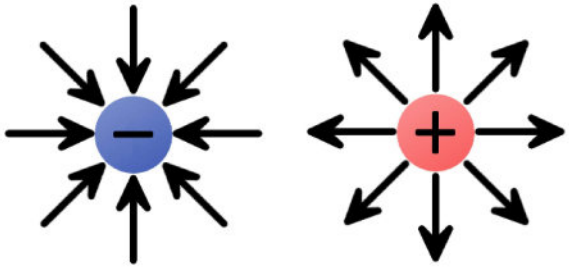
مجال كهربائي منتظم

المجال الكهربائي بين لوحين مشحونين متوازيين له مقدار واتجاه ثابتان.



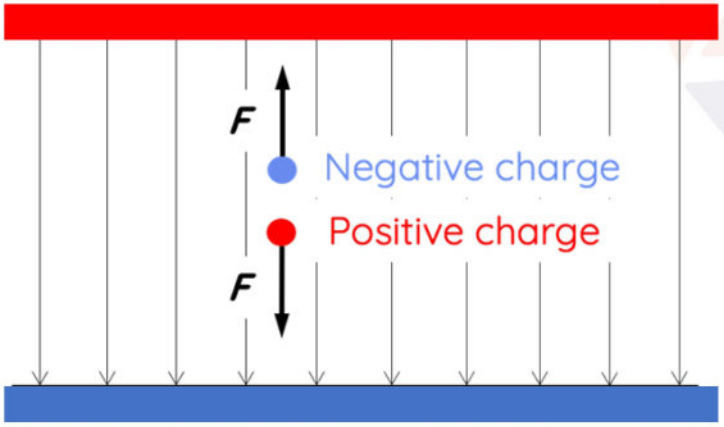
مجال كهربائي غير منتظم

يختلف المجال الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية في المقدار والاتجاه اعتمادًا على بعد المقطة عن الشحنة.



اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة موجبة يكون مع اتجاه المجال الكهربائي، والعكس صحيح بالنسبة للشحنة السالبة داخل المجال الكهربائي.

لوح مشحون بشحنة موجبة

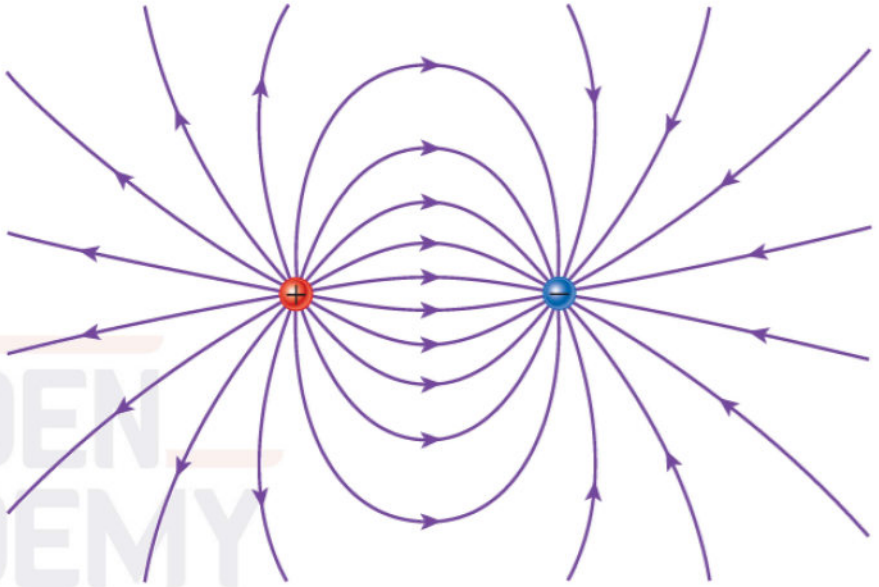


لوح مشحون بشحنة سالبة

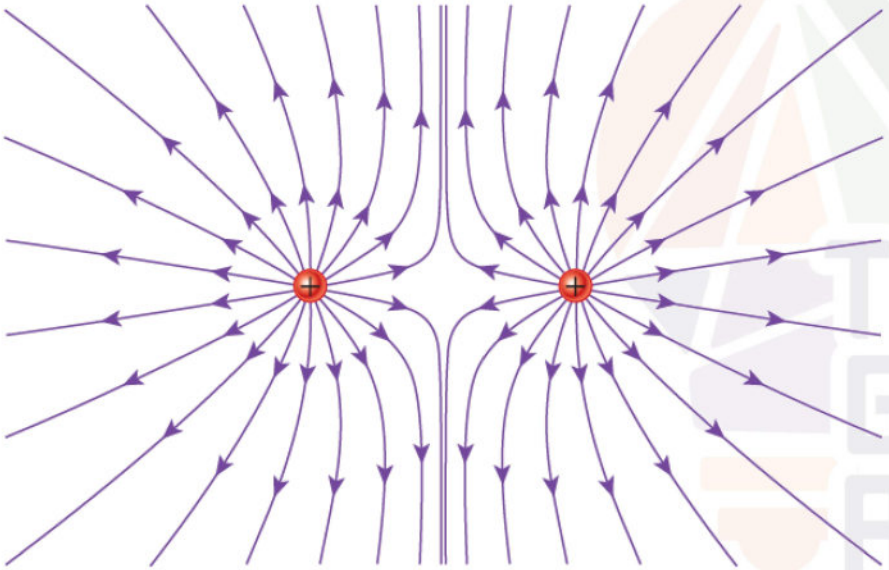
الشحنة الموجبة: تتحرك في نفس اتجاه خطوط المجال

الشحنة السالبة: تتحرك عكس اتجاه خطوط المجال

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



الشكل 2.7 خطوط مجال كهربائي ناتجة عن شحنتين نقطيتين مختلفتين في الإشارة. ولكل شحنة المقدار نفسه.



الشكل 2.8 خطوط مجال كهربائي ناتجة عن شحنتين نقطيتين موجبتين متساويتين في المقدار.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



2.2 خطوط المجال الكهربائي

ACADEMY
Your Guide to Success

خطوط المجال الكهربائي

خطوط المجال الكهربائي: تمثيل لمجموع القوى المتجهة المؤثرة على وحدة شحنة موجبة، وهو المسار الذي تسلكه شحنة اختبار موجبة حرة الحركة عندما توضع في المجال.

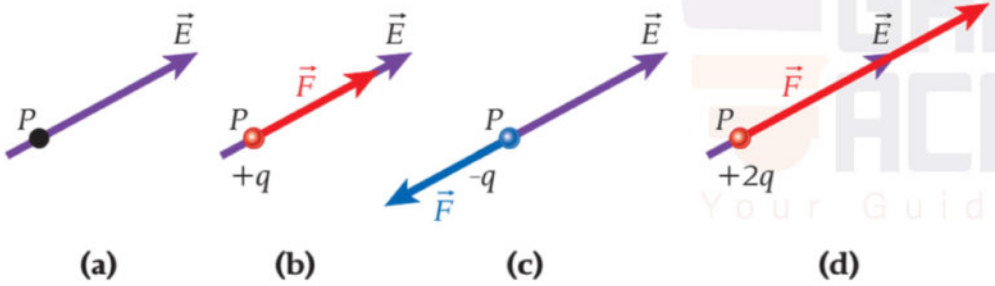
يمثل الشكل أدناه القوة الناتجة عن وضع شحنة في مجال كهربائي

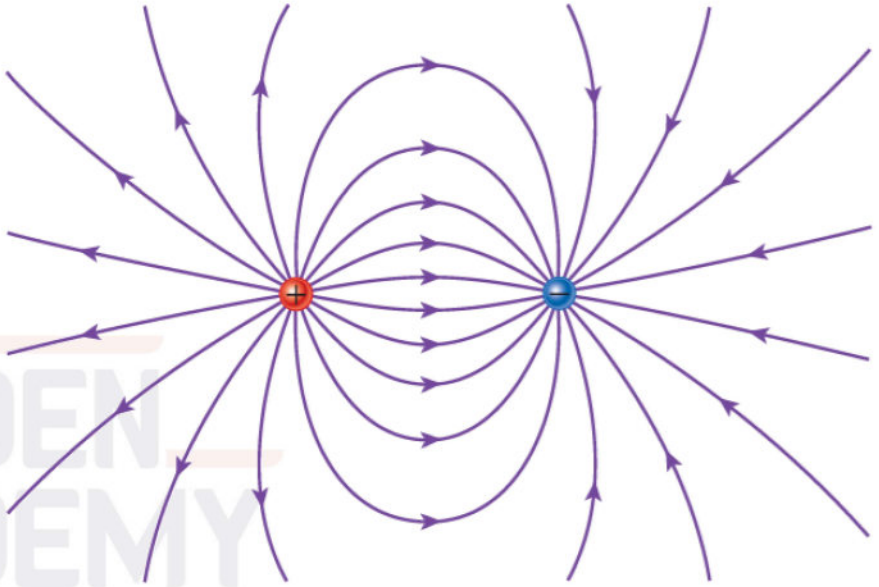
a) نقطة P على خط المجال الكهربائي.

b) شحنة موجبة q+ موضوعة عند النقطة P

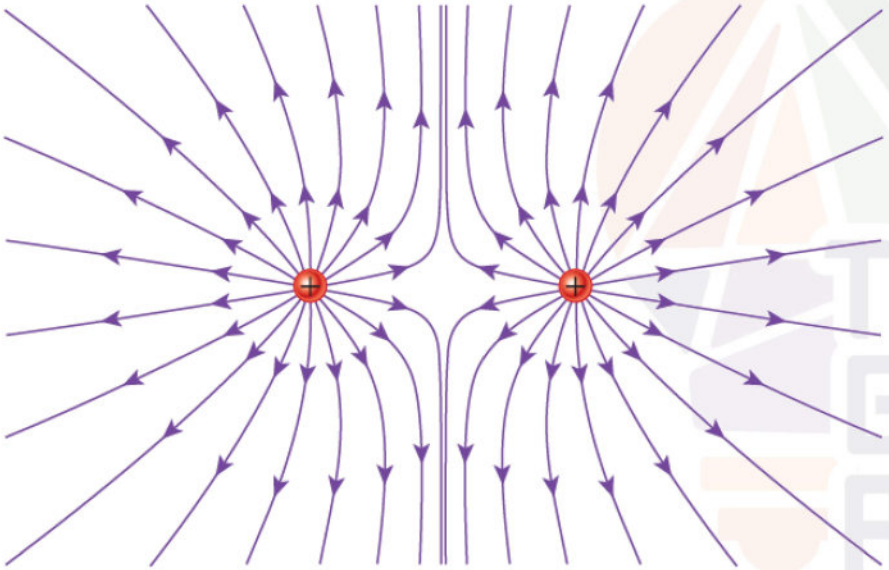
c) شحنة سالبة q- موضوعة عند النقطة P

d) شحنة موجبة 2q+ موضوعة عند النقطة P



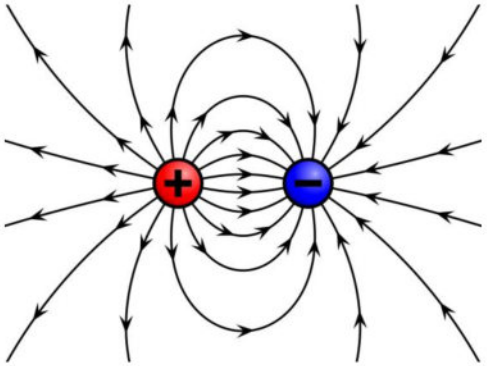


الشكل 2.7 خطوط مجال كهربائي ناتجة عن شحنتين نقطيتين مختلفتين في الإشارة. ولكل شحنة المقدار نفسه.



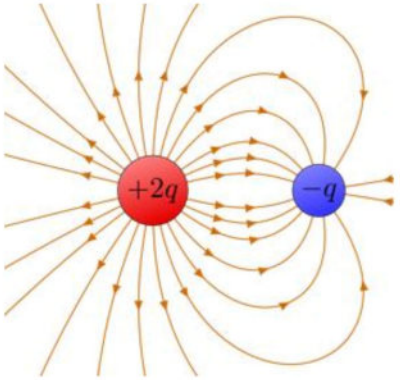
الشكل 2.8 خطوط مجال كهربائي ناتجة عن شحنتين نقطيتين موجبتين متساويتين في المقدار.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



خصائص خطوط المجال الكهربائي

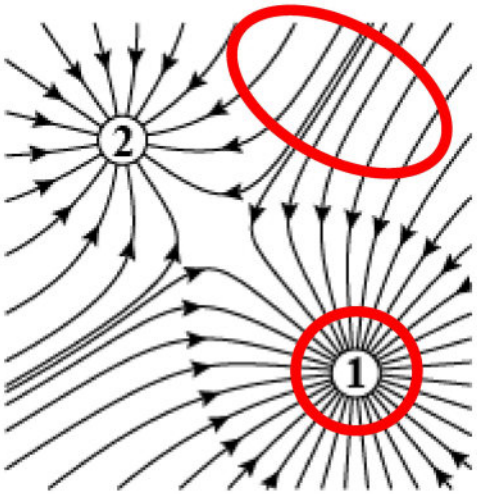
1. يجب أن تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي الى الشحنة سالبة.



2. عدد الخطوط المرسومة التي تخرج من الشحنة الموجبة أو تنتهي في الشحنة السالبة يتناسب طرديًا مع حجم الشحنة.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

خصائص خطوط المجال الكهربائي

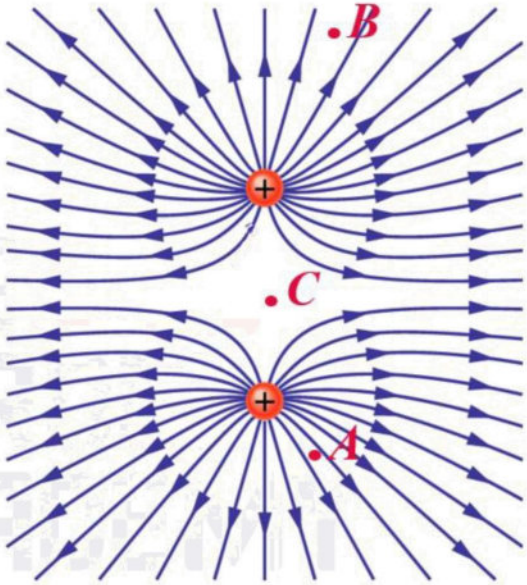


3. لا يمكن لخطوط المجال أن تتقاطع.

4. تكون خطوط المجال قريبة من بعضها البعض حيث يكون المجال الكهربائي قويًا ومتباعدة حيث يكون المجال ضعيفًا.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

سؤال: رتب مقادير شدة المجال الكهربائي E عند النقاط A, B, C كما هو موضح في الشكل



A) $E_C > E_B > E_A$

B) $E_B > E_C > E_A$

C) $E_A > E_C > E_B$

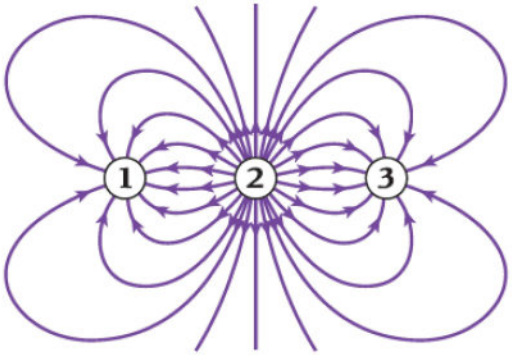
D) $E_B > E_A > E_C$

E) $E_A > E_B > E_C$

Your Guide to Success

مراجعة المفاهيم 2.1

أي من الشحنات الموضحة في الشكل موجبة؟



a) رقم 1

b) رقم 2

c) رقم 3

d) رقم 1 و 3

e) كل الشحنات الثلاث موجبة.

مراجعة المفاهيم 2.2

إذا افترضنا أنه لا توجد شحنات في المناطق الأربع الموضحة في الشكل، فأي نمط يمكن أن يمثل مجالاً كهربائيًا؟

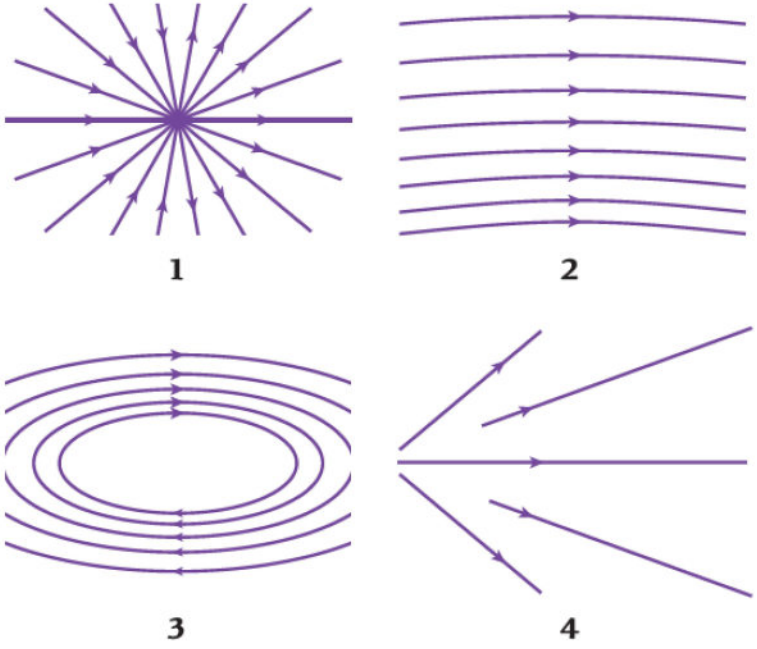
a) النمط 1 فقط

b) النمط 2 فقط

c) النمطان 2 و 3

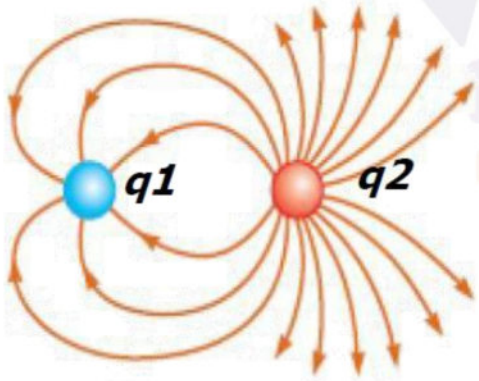
d) النمطان 1 و 4

e) لا يمثل أي نمط مجالاً كهربائيًا.



ملحوظة: عدد خطوط المجال الكهربائي يتناسب طرديًا مع مقدار الشحنة

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$



في هذا المثال: $q2 = -3q1$

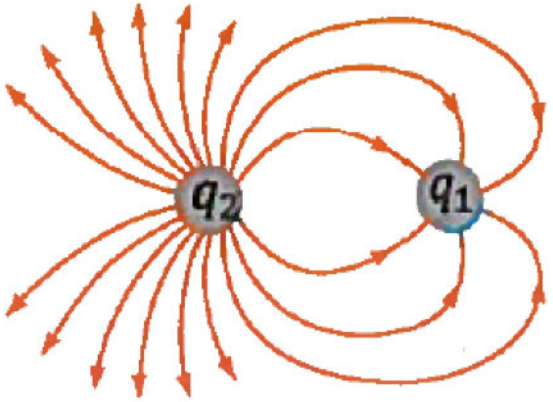
$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{6}{18}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{3} \rightarrow q_2 = -3q_1$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

نموذج لطريقة الحل

سؤال: بناءً على الشكل الظاهر، إذا كانت $q_1 = 40\ nC$:



1- ما هو نوع كلا الشحنتين؟

$q_1: -$ $\quad$ $q_2: +$

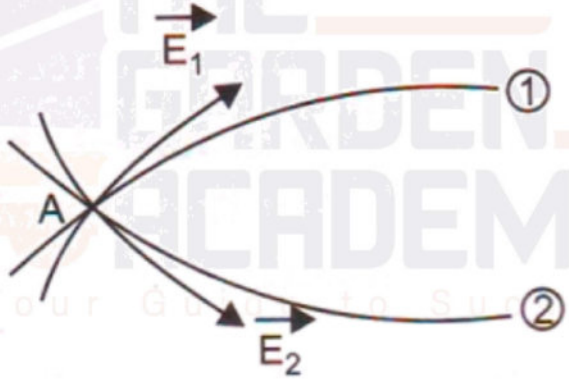
2- اوجد مقدار الشحنة الثانية q_2 .

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{6}{18}$$

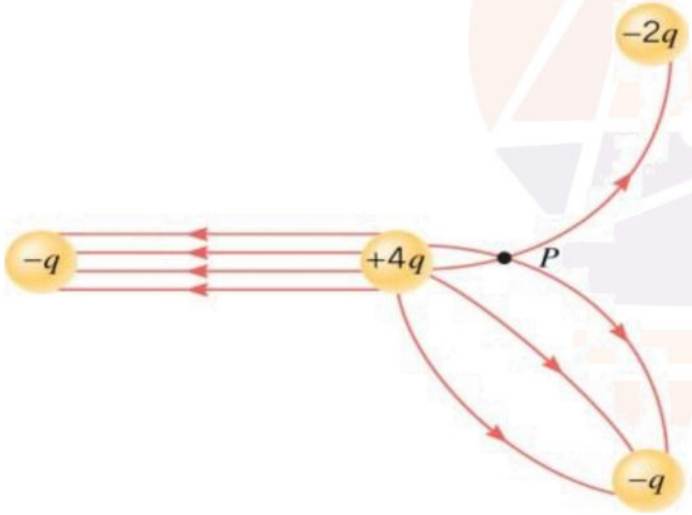
$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{3} \rightarrow |q_2| = |3q_1| \qquad q_2 = 3 \times 40\ nC = 120\ nC$$

مثال: لماذا لا يمكن لخطي المجال الكهربائي أن يتقاطعا؟

الإجابة: يشير تقاطع خطي المجال الكهربائي إلى أن المجال الكهربائي في هذا الموقع له أكثر من اتجاه وهذا مستحيل.



مثال: ما الخطأ في هذه الصورة؟





2.3 المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات النقطية

ACADEMY
Your Guide to Success

- مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة نقطية q_0 بسبب شحنة نقطية أخرى، q، يعطى بالمعادلة:

$$F = k\frac{|qq_0|}{r^2}$$

- باعتبار q_0 شحنة اختبار صغيرة، يمكننا التعبير عن مقدار المجال الكهربائي عند النقطة التي توجد بها q_0 الناتج عن الشحنة النقطية q على النحو التالي:

$$E = \left|\frac{F}{q_0}\right| = k\frac{q}{r^2}$$

مثال: احسب قوة المجال عند نقطة تبعد 3.0m عن شحنة مقدارها $2.0\mu C$.

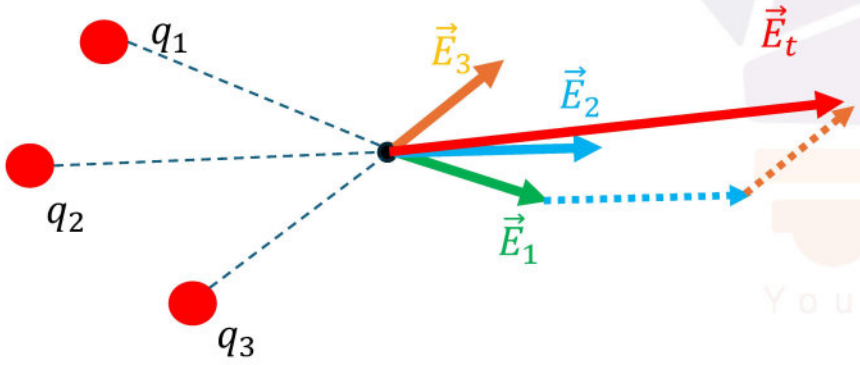
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: أوجد المسافة التي تبلغ عندها قوة المجال الكهربائي 5000 N/C من شحنة مقدارها $5.0\mu C$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مبدأ التراكب

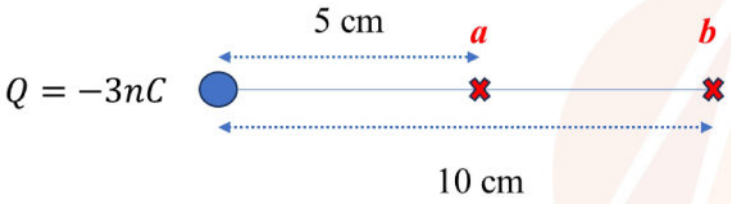
مبدأ التراكب للمجال الكهربائي الكلي عند أي نقطة في الفضاء الإحداثي r الناتج عن n من مصادر المجال الكهربائي:



$$\vec{E}_t(\vec{r}) = \vec{E}_1(\vec{r}) + \vec{E}_2(\vec{r}) + \cdots + \vec{E}_n(\vec{r})$$

جميع القواعد المستخدمة في الفصل الأول لإيجاد القوة الكهروستاتيكية تنطبق هنا أيضًا.

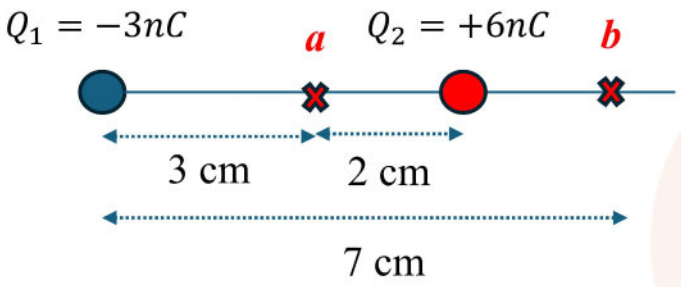
مثال: بناءً على الشكل المجاور، أوجد:



1- مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة a؟

2- مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة b؟

3- 3- إذا وُضعت شحنة $(q = 2\mu C)$ عند النقطة b، أوجد القوة الكهروستاتيكية المؤثرة عليها.



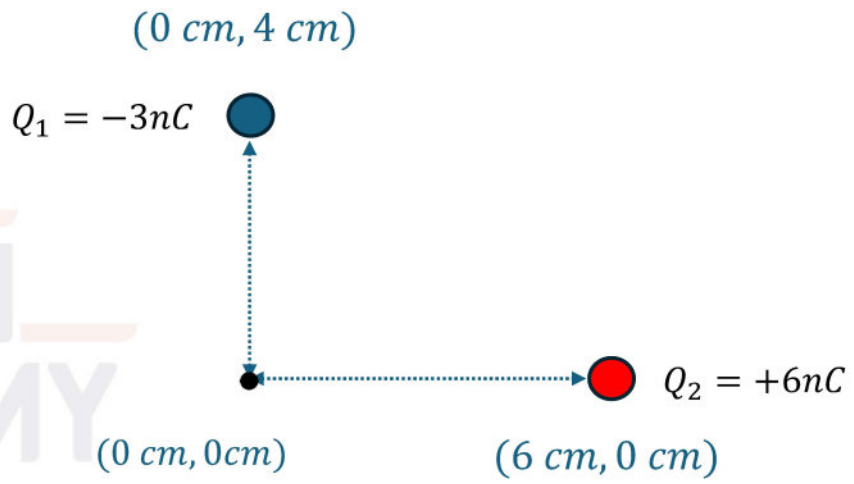
مثال: بناءً على الشكل المجاور، إذا علمت أن Q_2 تقع بين النقطتين a و b أوجد:

1- مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة a؟

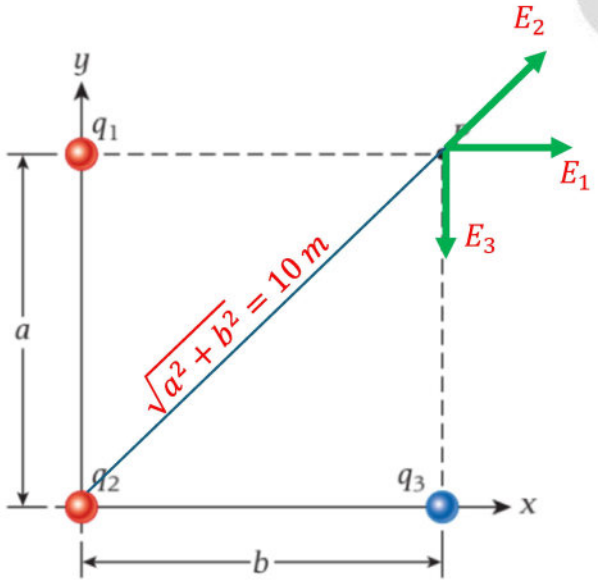
2- مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة b؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: بناءً على الشكل التالي، أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند نقطة الأصل.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



مثال 2.1 ثلاث شحنات

يوضح الشكل 2.9 ثلاث شحنات نقطية ثابتة: $q_1 = +1.50\ \mu C$ و $q_2 = +2.50\ \mu C$ و $q_3 = -3.50\ \mu C$.
تقع الشحنة q_1 عند النقطة $(0,a)$. والشحنة q_2 عند النقطة $(0,0)$. والشحنة q_3 عند النقطة $(b,0)$.
حيث $a = 8.00\ m$ و $b = 6.00\ m$.

المسألة

ما المجال الكهربائي $\vec{E}$، الذي تنتجه هذه الشحنات الثلاث عند النقطة $P = (b,a)$؟

نموذج لطريقة الحل

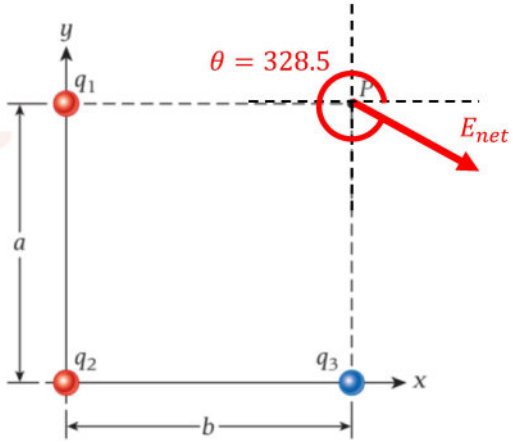
$$E_x = E_{1,x} + E_{2,x} = k\frac{|Q_1|}{b^2} + k\frac{|Q_2|}{\left(\sqrt{a^2+b^2}\right)^2} \times \left(\frac{6}{10}\right) = 9 \times 10^9 \left(\frac{1.5 \times 10^{-6}}{6^2} + \frac{2.5 \times 10^{-6}}{10^2}\left(\frac{6}{10}\right)\right) = 510\ N/C$$

$$E_y = E_{2,y} - E_{3,y} = k\frac{|Q_2|}{\left(\sqrt{a^2+b^2}\right)^2} \times \left(\frac{8}{10}\right) - k\frac{|Q_3|}{a^2} = 9 \times 10^9 \left(\frac{2.5 \times 10^{-6}}{10^2}\left(\frac{8}{10}\right) - \frac{3.5 \times 10^{-6}}{8^2}\right) = -312.19\ N/C$$

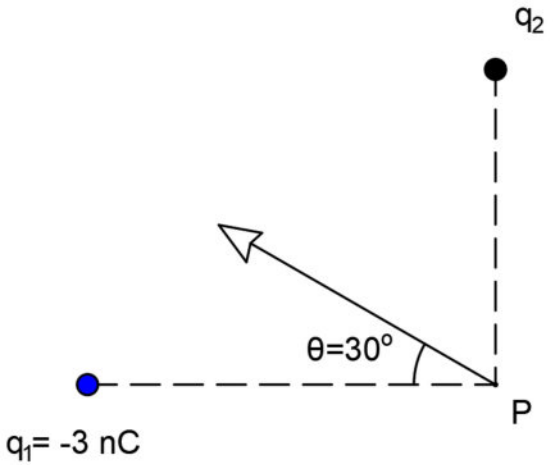
$$E_{net} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{510^2 + (-312.19)^2} = 598\ N/C$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_y}{E_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-312.19}{510}\right) = -31.47°$$

$\theta = -31.47 + 360 = 328.5°$ من $+ x$

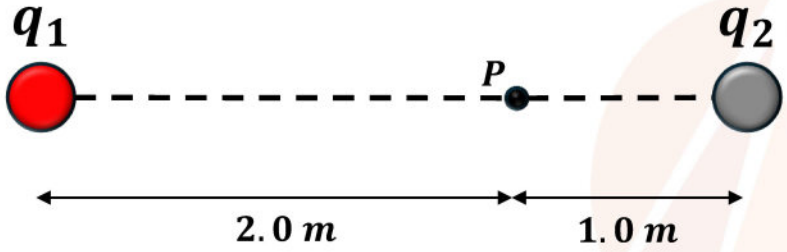


بناءً على الشكل التالي، إذا كانت $q_1 = -3\ nC$ ، وكان مقدار المجال الكهربائي عند النقطة P يصنع زاوية $\theta = 30°$ مع المحور x-، أجب عما يلي:



1- ما إشارة الشحنة q_2؟

2- أوجد مقدار الشحنة q_2.



مثال: عند نقطة معينة تُسمى **P**، تم قياس المجال الكهربائي ليوُجد أنه يساوي $2.0 \times 10^5\ N/C$ موجهاً نحو اليمين على طول المحور **x**.

يتسبب بهذا المجال شحنتان نقطيتان:

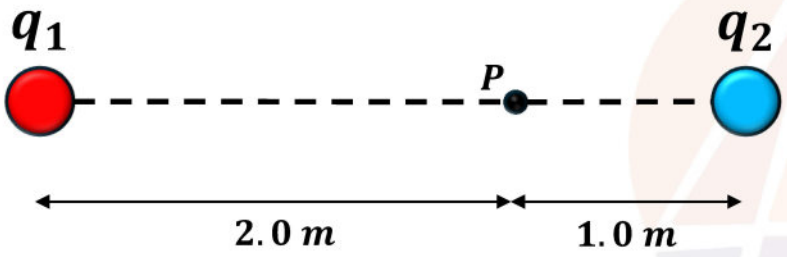
- الشحنة الأولى $q_1 = +3.0\ \mu C$ تبعد مسافة **2.0 m** على يسار النقطة **P**.
- الشحنة الثانية q_2 مجهولة المقدار والنوع، وتبعد مسافة **1.0 m** على يمين النقطة **P**.

احسب مقدار الشحنة q_2 وحدد نوعها (موجبة أم سالبة).

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: عند نقطة معينة تُسمى **P**، تم قياس المجال الكهربائي ليوُجد أنه يساوي $2.0 \times 10^5\ N/C$ موجهاً نحو اليمين على طول المحور **x**.
يتسبب بهذا المجال شحنتان نقطيتان:

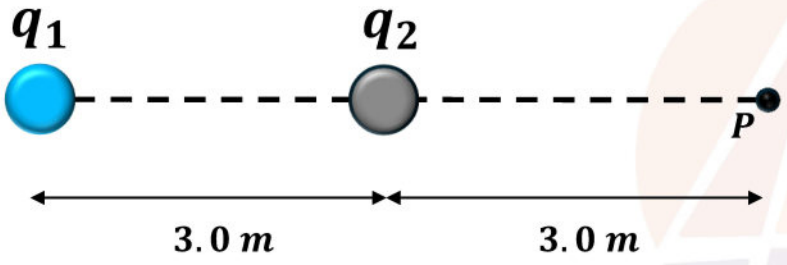
- الشحنة الأولى $q_1 = +3.0\ \mu C$ تبعد مسافة **2.0 m** على يسار النقطة **P**.
- الشحنة الثانية q_2 شحنة سالبة مجهولة المقدار، وتبعد مسافة **1.0 m** على يمين النقطة **P**.



احسب مقدار الشحنة q_2.

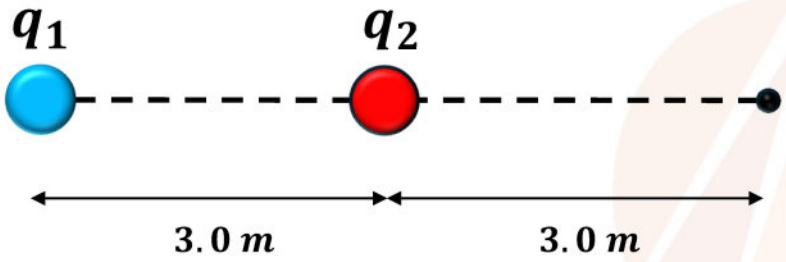
مثال: عند نقطة معينة تُسمى **P**، تم قياس المجال الكهربائي ليتبين أنه يساوي $9.0 \times 10^3\ N/C$ موجهاً نحو اليمين على طول المحور **x**.
يتسبب بهذا المجال شحنتان نقطيتان:

- الشحنة الأولى $q_1 = -2.0\ \mu C$ تبعد مسافة **6.0 m** على يسار النقطة **P**.
- الشحنة الثانية q_2 مجهولة المقدار والنوع، تقع على بعد **3.0 m** على يسار النقطة **P**.



احسب مقدار الشحنة q_2 وحدد نوعها (موجبة أم سالبة).

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



مثال: عند نقطة معينة تُسمى **P**، تم قياس المجال الكهربائي ليتبين أنه يساوي $9.0 \times 10^3\ N/C$ موجهاً نحو اليمين على طول المحور **x**.
يتسبب بهذا المجال شحنتان نقطيتان:

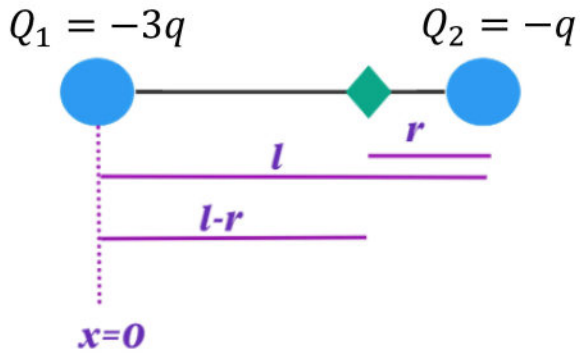
- الشحنة الأولى $q_1 = -2.0\ \mu C$ تبعد مسافة **6.0 m** على يسار النقطة **P**.
- الشحنة الثانية q_2 شحنة موجبة مجهولة المقدار، تقع على بعد **3.0 m** على يسار النقطة **P**.

احسب مقدار الشحنة q_2.

نقطة انعدام المجال الكهربائي

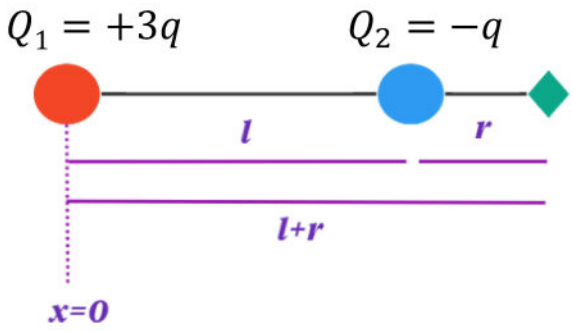
نفس نوع الشحنات

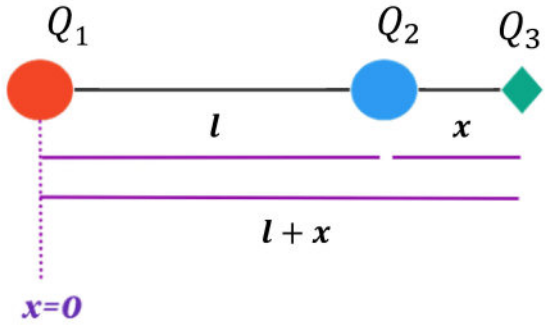
تقع بين الشحنتان وأقرب من الشحنة الأصغر في المقدار



نوع الشحنات مختلف

تقع خارج الشحنتان وأقرب من الشحنة الأصغر في المقدار



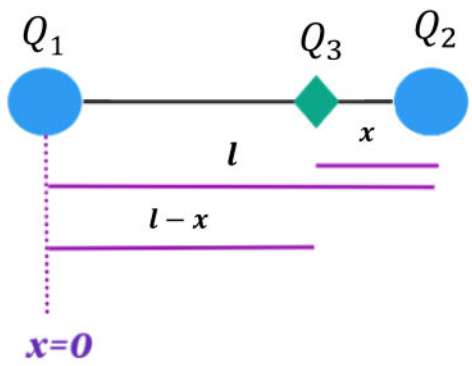


$$\sum E = 0$$

$$|E_1| = |E_2|$$

$$\cancel{k}\frac{Q_1}{(l+x)^2} = \cancel{k}\frac{Q_2}{x^2}$$

$$\frac{|Q_1|}{(l+x)^2} = \frac{|Q_2|}{x^2}$$



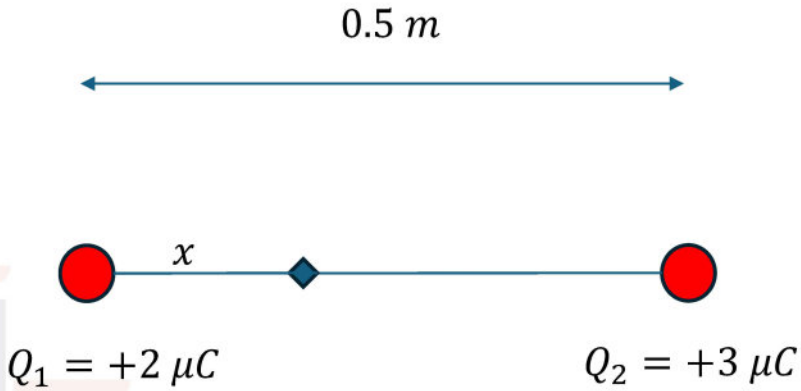
$$\sum E = 0$$

$$|E_1| = |E_2|$$

$$\cancel{k}\frac{Q_1}{(l-x)^2} = \cancel{k}\frac{Q_2}{x^2}$$

$$\frac{|Q_1|}{(l-x)^2} = \frac{|Q_2|}{x^2}$$

مثال: بناءً على الرسم، أوجد نقطة انعدام المجال الكهربائي.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: كما هو موضح في الشكل، الشحنة النقطية $q_1 = 4.00\ \mu C$ تقع عند $x_1 = -2.50\ m$، والشحنة النقطية q_2 هي $5.00\ \mu C$ وتقع عند $x_2 = 11.00\ m.$ ما هو إحداثي x للنقطة التي يكون فيها محصلة المجال الكهربائي على شحنة نقطية مقدارها $-3.000\ \mu C$ يساوي صفراً؟



مثال: كما هو موضح في الشكل، الشحنة النقطية $q_1 = -7.00\ \mu C$ وتقع عند x_1، والشحنة النقطية q_2 هي $2.00\ \mu C$ وتقع عند $x_2 = 7.00\ m$. إحداثي x للنقطة التي يكون فيها المجال الكهربائي الصافي على شحنة نقطية مقدارها $-3.000\ \mu C$ يساوي صفرًا هو $x = 8.5\ m$. ما قيمة x_1؟





2.5 التوزيع العام للشحنات

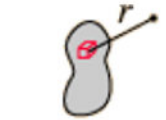
ACADEMY
Your Guide to Success

- يمكن توزيع الشحنات على الأجسام في ثلاث حالات مختلفة، وكل حالة تؤثر على توزيع المجال الكهربائي والقوى الناتجة على الشحنات الأخرى في الجوار.

التوزيعات العامة للشحنات

على حجم
كثافة حجمية للشحنة

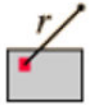
$$\rho = \frac{dq}{dV} = \frac{q}{V}$$



$\rho dV = dQ$

على سطح
كثافة سطحية للشحنة

$$\sigma = \frac{dq}{dA} = \frac{q}{A}$$



$\sigma dA = dQ$

على امتداد خط
كثافة خطية للشحنة

$$\lambda = \frac{dq}{dl} = \frac{q}{l}$$



$\lambda dx = dQ$

مثال: تخيل أن لديك سلكًا طويلًا مشحوناً بشحنة منتظمة يمتد من $x = 0\ m$ الى $x = 5\ m$. كثافة الشحنة الخطية للسلك هي $\lambda = 4\ nC/m$. ما مقدار الشحنة الكهربائية الكلية الموزعة على طول السلك كاملاً؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: سطح رقيق جداً مربع الشكل مشحون بشحنة منتظمة على كامل السطح، طول ضلعه 2 m وله كثافة شحنة سطحية مقدارها $\sigma = 6\ nC/m^2$.
احسب الكمية الكلية للشحنة الكهربائية الموزعة على السطح بالكامل.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: كرة مشحونة بشحنة منتظمة ونصف قطرها $r = 1\ m$ لها كثافة شحنة حجمية تعطى بالمعادلة $\rho = 2\mu\ C/m^3$. احسب الكمية الكلية للشحنة الكهربائية الموزعة على كامل حجم الكرة.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: ماذا يمثل X في المعادلة التالية: $X = \frac{dq}{dl}$

a) كثافة خطية للشحنة

b) كثافة سطحية للشحنة

c) كثافة حجمية للشحنة

d) كثافة نقطية للشحنة

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: ماذا يمثل X في المعادلة التالية: $X = \frac{dq}{dA}$

a) كثافة خطية للشحنة

b) كثافة سطحية للشحنة

c) كثافة حجمية للشحنة

d) كثافة نقطية للشحنة

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: ماذا يمثل X في المعادلة التالية $\boldsymbol{\rho = \frac{dq}{X}}$

a) الطول التفاضلي

b) المساحة التفاضلية

c) الحجم التفاضلي

d) لا يمكن تحديدها

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: ما هي وحدة كثافة الشحنة السطحية؟

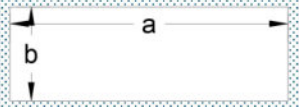
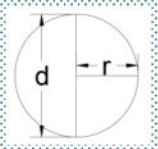
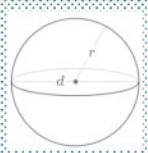
a) C/m

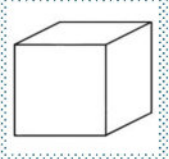
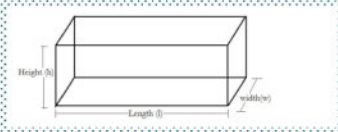
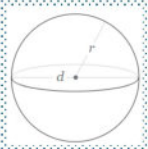
b) C/m^2

c) C/m^3

d) C/m^4

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

الشكل الهندسي	الرسم	المساحة
مربع		$A = a^2$
مستطيل		$A = a \times b$
دائرة		$A = \pi r^2 = \frac{\pi}{4} d^2$
الكرة		$A = 4\pi r^2$

الشكل الهندسي	الرسم	الحجم
مكعب		$V = a^3$
متوازي المستطيلات		$V = l \times w \times h$
كرة		$V = \frac{4}{3}\pi r^3$

- نحصل على مقدار المجال الكهربائي عند مسافة r من سلك طويل ومستقيم بكثافة شحنة خطية منتظمة $\lambda > 0$ من خلال الصيغة $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{2k\lambda}{r}$
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سطح غير موصل لانهائي كثافة شحنته المنتظمة $\sigma > 0$ هو $E = \frac{1}{2}\sigma/\epsilon_0$.
- مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سطح موصل لانهائي كثافة شحنته المنتظمة $\sigma > 0$ على كلا الجانبين هو $E = \sigma/\epsilon_0$.

سطح غير موصل

سطح موصل

مثال: افترض وجود سلك مستقيم طويل يملك كثافة شحنة خطية منتظمة $\lambda = 5 \times 10^{-6}\ C/m$. احسب مقدار المجال الكهربائي عند مسافة 0.1 متر من السلك.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: لوح غير موصل لا نهائي الطول له كثافة شحنة منتظمة $\sigma = 8 \times 10^{-9}\ C/m^2$. ما هو مقدار المجال الكهربائي الناتج عن هذا اللوح عند نقطة تبعد عنه 10 cm؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



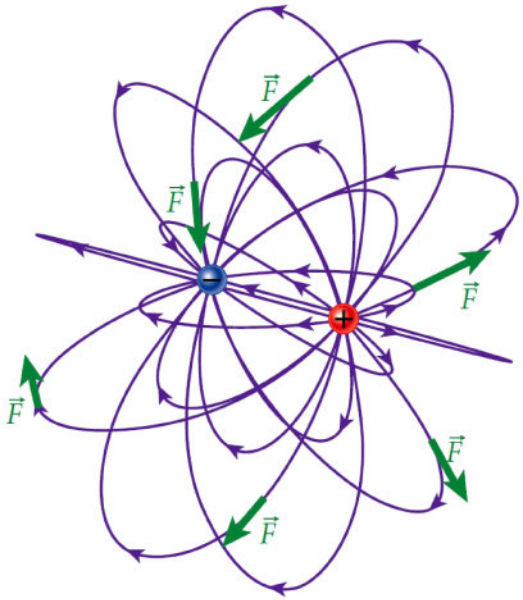
2.6 القوة الناتجة عن المجال الكهربائي

ACADEMY
Your Guide to Success

القوة الناتجة عن المجال الكهربائي

القوة **F** التي يمارسها المجال الكهربائي **E** على شحنة نقطية **q** تعطى بالعلاقة:

$$F = qE$$



ملاحظات:

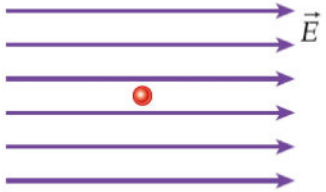
- القوة التي يبذلها المجال الكهربائي على شحنة موجبة تعمل في نفس اتجاه المجال الكهربائي.
- القوة التي يبذلها المجال الكهربائي على شحنة سالبة تعمل في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي.
- دائمًا ما يكون متجه القوة مماسًا لخطوط المجال الكهربائي ويشير في اتجاه المجال الكهربائي إذا كانت الشحنة $q > 0$

الأستاذ أحمد التميمي

THE GARDEN ACADEMY

مراجعة المفاهيم 2.5

وُضِع جسم صغير موجب الشحنة في وضع السكون في مجال كهربائي منتظم كما هو موضح في الشكل. عندما يتحرر الجسم، فإنه



a) لن يتحرك.

b) سيبدأ في الحركة بسرعة ثابتة.

c) سيبدأ في الحركة بعجلة ثابتة.

d) سيبدأ في الحركة بعجلة متزايدة.

e) سيتحرك إلى الخلف وإلى الأمام بحركة توافقية بسيطة.

مراجعة المفاهيم 2.6

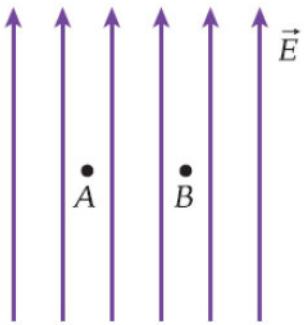
يمكن وضع جسم صغير موجب الشحنة في مجال كهربائي منتظم عند الموقع A أو الموقع B في الشكل. ما وجه المقارنة بين القوتين الكهربائيتين اللتان تؤثران في الجسم عند الموقعين؟

a) مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم تكون أكبر عند الموقع A.

b) مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم تكون أكبر عند الموقع B.

c) لا توجد قوة كهربائية مؤثرة في الجسم عند أي من الموقعين A أو B.

d) تتساوى القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الموقع A مع القوة المؤثرة في الجسم عند الموقع B في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.

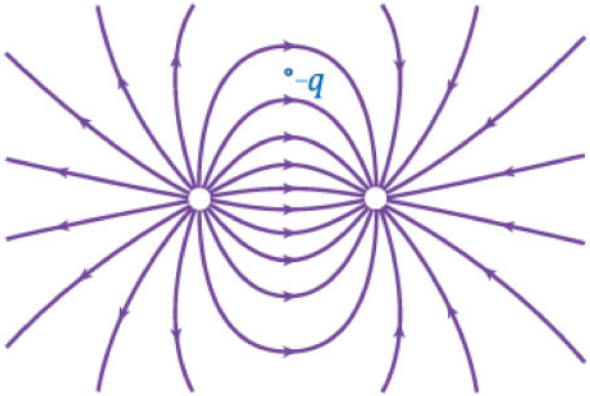


e) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسم عند الموقع A هي القوة الكهربائية غير الصفرية نفسها المؤثرة في الجسم عند الموقع B.

الأستاذ
أحمد التميمي

مراجعة المفاهيم 2.7

وُضعت شحنة سالبة $q-$ في مجال كهربائي غير منتظم كما هو موضح في الشكل. ما اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في هذه الشحنة السالبة؟



a) →

b) ↑

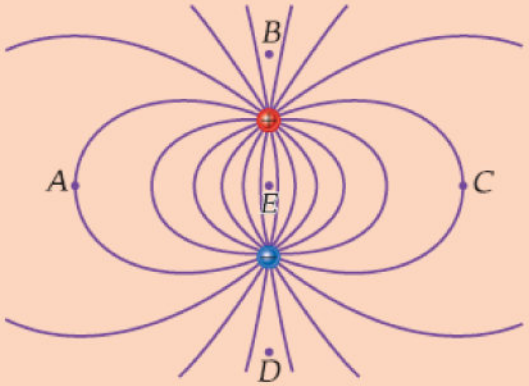
c) ←

d) ↓

e) القوة تساوي صفرًا.

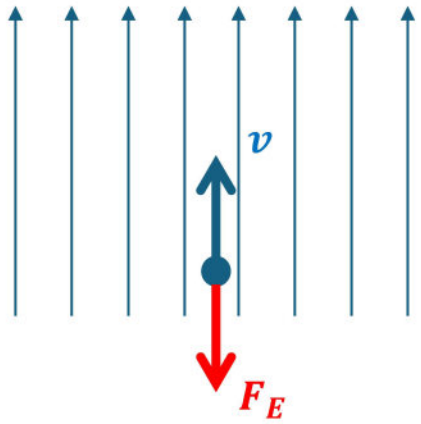
سؤال الاختبار الذاتي 2.1

يوضح الشكل منظرًا ثنائي الأبعاد لخطوط المجال الكهربائي الناتج عن شحنتين مختلفتين في الإشارة. ما اتجاه المجال الكهربائي عند النقاط الخمس A وB وC وD وE؟ وعند أي من النقاط الخمس يكون مقدار المجال الكهربائي أكبر ما يكون؟



@the_garden_academy
The garden academy
www.thegardenacademy.net
00971569174493

مثال: يدخل إلكترون متجه نحو الشمال إلى منطقة يشير فيها المجال الكهربائي أيضًا نحو الشمال. كيف يؤثر هذا على حركة الإلكترون؟



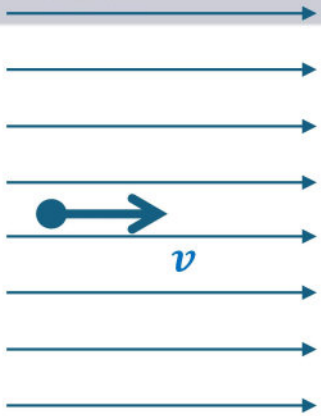
a) سيتسارع الالكترون

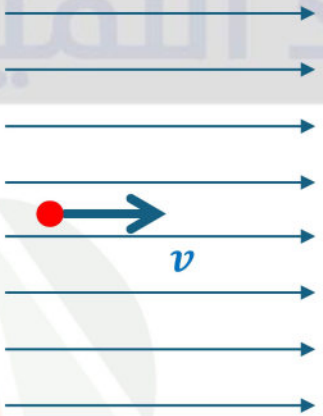
b) سيتباطئ الالكترون

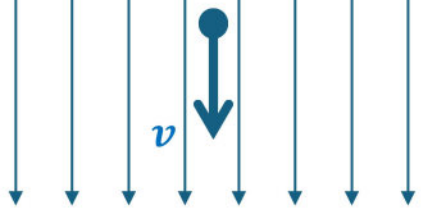
c) ينحرف مساره نحو الشرق

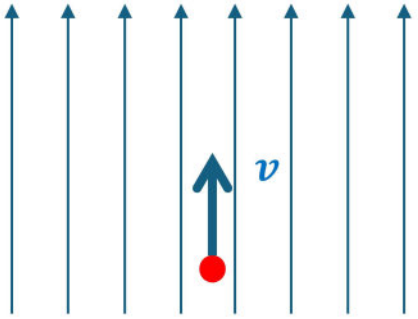
d) ينحرف مساره نحو الغرب

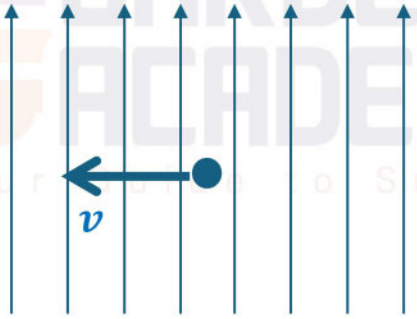
نموذج لطريقة الحل

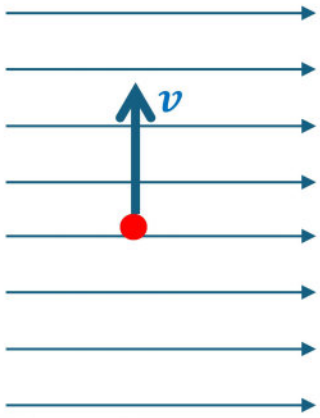






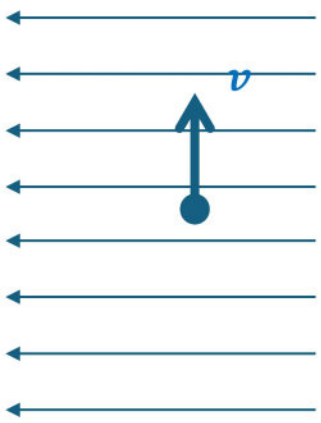






THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success
@the_garden_academy
The garden academy
www.thegardenacademy.net
00971569174493

مثال: يدخل إلكترون يتحرك نحو الشمال إلى منطقة ذات مجال كهربائي منتظم اتجاهه نحو الغرب. ماذا يحدث لحركة الإلكترون؟



a) سيتسارع الالكترون

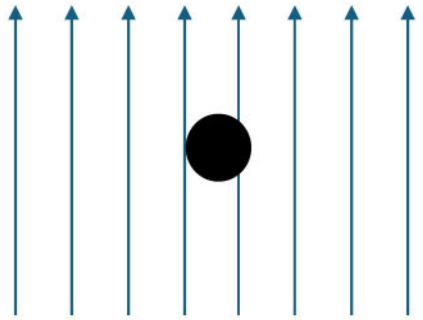
b) سيتباطئ الالكترون

c) ينحرف مساره نحو الشرق

d) ينحرف مساره نحو الغرب

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: توضع كرة صغيرة وزنها $2.0\ mN$ في مجال كهربائي عمودي منتظم موجه نحو الشمال مقداره $4.00\ kN/C$، ويتم موازنتها بتأثير المجال الكهربائي والوزن. احسب كمية الشحنة الكهربائية على الكرة. حدد ما إذا كانت الشحنة موجبة أم سالبة.



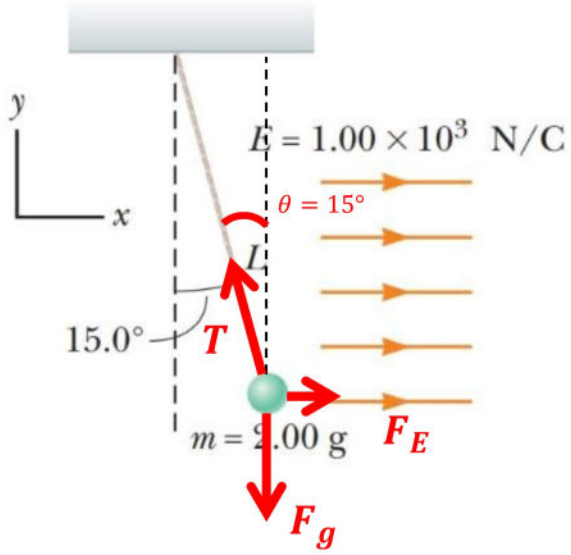
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

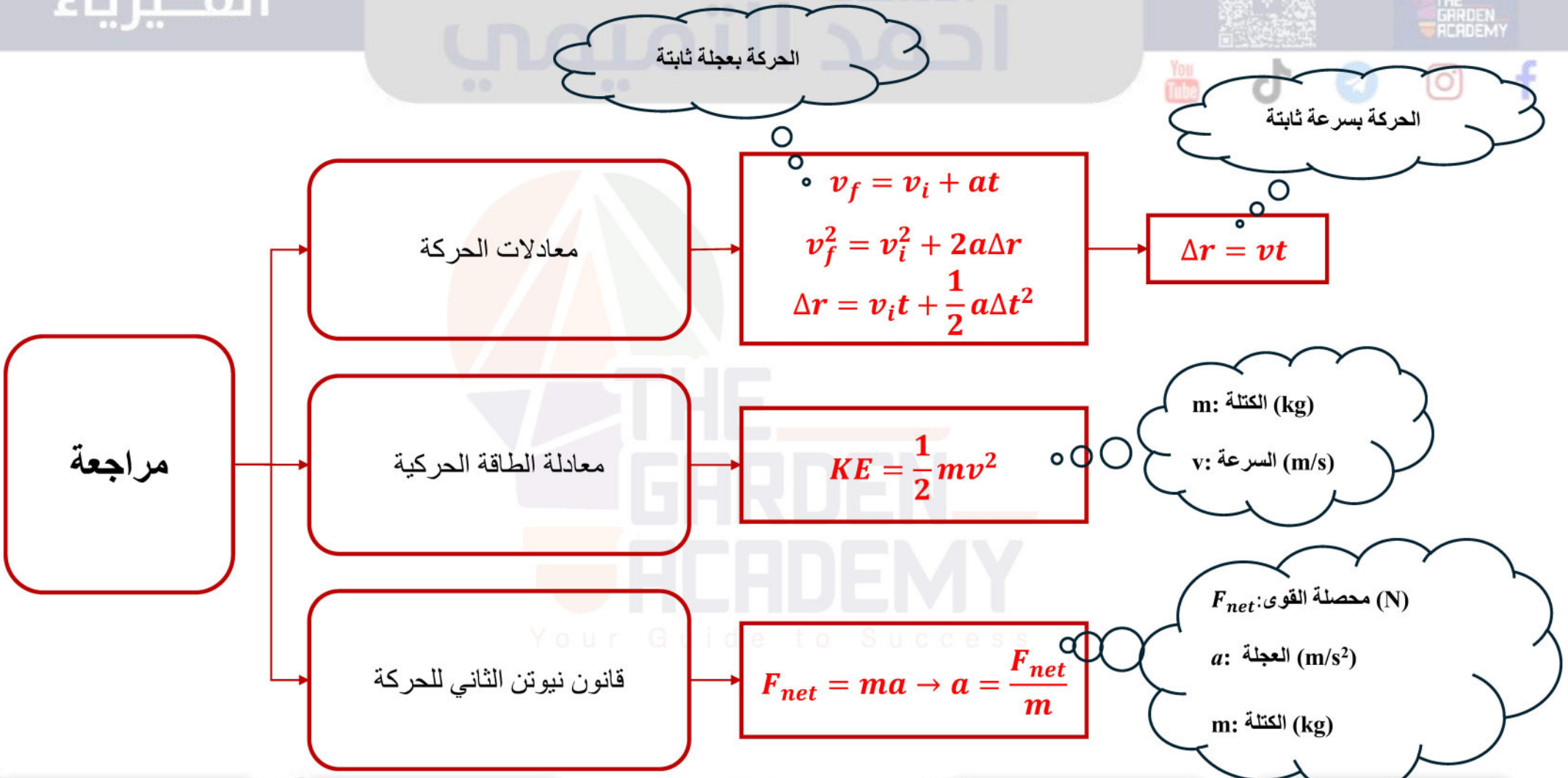
نموذج لطريقة الحل

كرة بلاستيكية وزنها 2.00 g معلقة في مجال كهربائي منتظم شدته $1 \times 10^3 N/C$ بواسطة خيط طوله L. تكون الكرة في حالة توازن عندما يشكل الخيط زاوية مقدارها $15.0°$ مع الاتجاه الرأسي، كما هو موضح في الشكل. احسب مقدار الشحنة الكهربائية على الكرة.

$$\tan(\theta) = \frac{F_e}{Fg} \quad \rightarrow \tan(15) = \frac{q \times 1 \times 10^3}{0.002 \times 9.81}$$

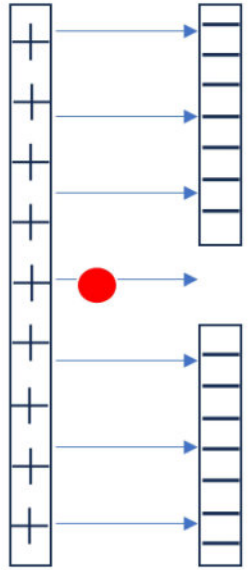
$$\Rightarrow q = 5.26 \times 10^{-6}\ C$$



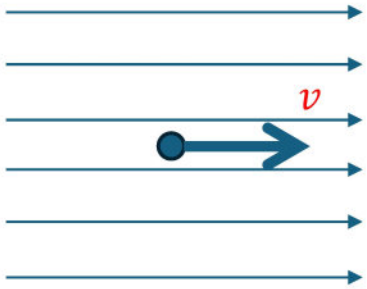


@the_garden_academy
The garden academy
www.thegardenacademy.net
00971569174493

مثال :يوضع بروتون، في حالة سكون في البداية، في مجال كهربائي مقداره 20 kN/C موجهًا نحو الشرق .المسافة بين اللوحين 1 cm ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$,$m_p = 1.67 \times 10^{-27}$) ، احسب تسارع البروتون بسبب المجال الكهربائي .بالإضافة إلى ذلك، حدد سرعة البروتون عند خروجه من الفتحة بين اللوحين.



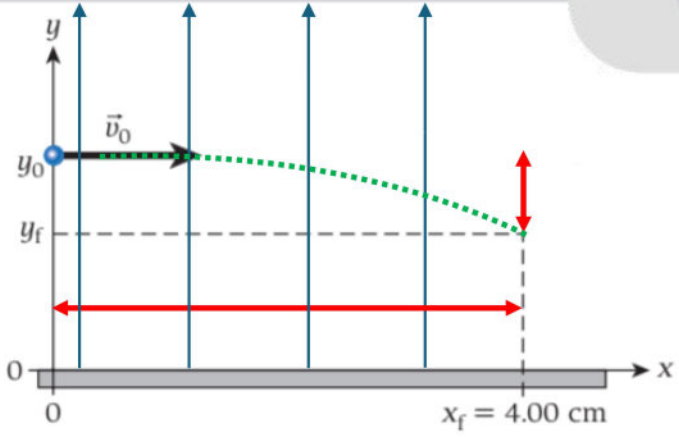
2.43 يُلاحَظ إلكترون يتحرك بسرعة 27.5×10^6 m/s موازيًا لمجال كهربائي مقداره 11,400 N/C. ما المسافة التي سيقطعها الإلكترون قبل التوقف؟



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

نموذج لطريقة الحل

مسألة محلولة 2.2 حركة الإلكترون فوق لوح مشحون



المسألة

أُطلق إلكترون طاقته الحركية (1 eV = 1.602 x 10^{-19} J) 2.00 keV فوق لوح موصِّل مشحون وفي وضع أفقي. وتبلغ كثافة شحنة سطح اللوح +4.00 x 10^{-6} C/m^2. إذا كان مسار الإلكترون في الاتجاه الموجب أعلى اللوح (على مسافة من سطحه). فما الانحراف الرأسي للإلكترون بعد أن يقطع مسافة أفقية مقدارها 4.00 cm؟

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-eE}{m} = \frac{e\sigma}{m\epsilon_o} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{-6}}{9.1 \times 10^{-31} \times 8.85 \times 10^{-12}} = -7.95 \times 10^{16}\ m/s^2$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\rightarrow 2 \times 1000 \times 1.602 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$\rightarrow v = 2.65 \times 10^7\ m/s$$

$$t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{0.04}{2.65 \times 10^7} = 1.507 \times 10^{-9}\ s$$

$$\Delta y = v_{y_i}t - \frac{1}{2}a_y t^2$$

$$= 0 - \frac{1}{2} \times 7.95 \times 10^{16} \times (1.507 \times 10^{-9})^2$$

$$= -0.0903\ m = -9.03\ cm$$

$$a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\sigma}{m\epsilon_o} \dots (1) \qquad KE = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v^2 = \frac{2KE}{m} \dots (2) \qquad t = \frac{\Delta x}{v} \dots (3)$$

يمكن استخدام المعادلة بشكل مباشر في حال ذكر سطح غير موصل

$$\Delta y = 0 - \frac{1}{2}\left(\frac{e\sigma}{m\epsilon_o}\right)\left(\frac{\Delta x}{v}\right)^2 = -\frac{e\sigma\Delta x^2}{2m\epsilon_o v^2} \Rightarrow -\frac{e\sigma\Delta x^2}{2m\epsilon_o \frac{2KE}{m}}$$

$$\Delta y = -\frac{e\sigma\Delta x^2}{8\epsilon_o KE}$$

يمكن استخدام المعادلة بشكل مباشر في حال ذكر سطح موصل

$$\Delta y = -\frac{e\sigma\Delta x^2}{4\epsilon_o KE}$$

$$= -\frac{1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{-6} \times 0.04^2}{4 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 2 \times 1000 \times 1.602 \times 10^{-19}} = -0.0903\ m$$

نموذج لطريقة الحل

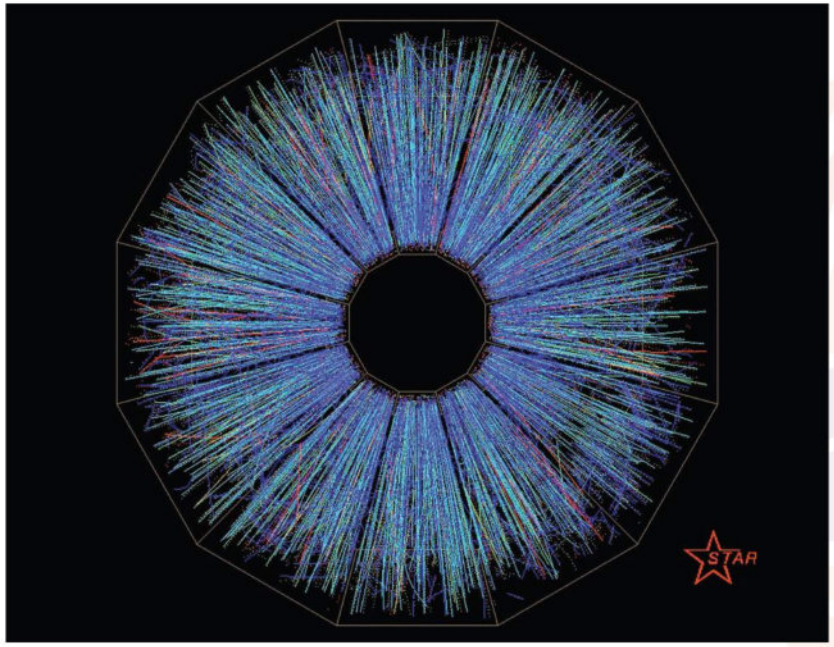
حجرة الإسقاط الزمني

حجرة الإسقاط الزمني (TPC): هو نوع من أجهزة كشف الجسيمات التي تستخدم مجالًا كهربائيًا قويًا مع كمية دقيقة للغاية من الغاز أو السائل لإعادة إنشاء هيكل ثلاثي الأبعاد لمسار الجسيمات أو تفاعلها.

يتكون من اسطوانة كبيرة مملوءة بالغاز (90% أرجون و10% ميثان) للسماح للإلكترونات بالتحرك بحرية داخلها دون أن تنجذب إلى ذرات أو جزيئات الغاز.

إن نتيجة تصادم نواتين من الذهب في مصادم STAR TPC هو توليد آلاف الجسيمات المشحونة التي تمر عبر الغاز لتأين ذراته وتنتج إلكترونات حرة وتطبق مجال كهربائي ثابت مقداره 13500 N/C بين حجرة الإسقاط والغطائين في طرفي الأسطوانة.

تحاول الإلكترونات التسارع في اتجاه القوة الكهربائية، ولكنها تتفاعل مع إلكترونات جزيئات الغاز وتبدأ في الانجراف نحو الأغطية بسرعة ثابتة تبلغ $5 \frac{cm}{\mu s} = 5 \times 10^4 \, m/s \approx 100{,}000 \, mph$.5



الشكل 2.17 تصادم حدث بين نوائي ذهب في مُصادم STAR TPC عند طاقات عالية جدًا عند النقطة الموجودة في منتصف الصورة. يشير كل خط ملون إلى المسار الذي خلّفه جسيم دون ذري نتج عن التصادم.

يحتوي غطاء الأسطوانة على 68304 كاشف

يمكنه قياس الشحنة كدالة في الوقت الذي تنحرف فيه عن المكان الذي تم إطلاقها فيه.

يتمتع كل كاشف بموضع (x, y) محدد.

من خلال قياسات وقت وصول الشحنة وسرعة الانجراف المعروفة للإلكترونات، يمكن حساب مركبة موقعها على محور ال z.

يمكن لجهاز STAR TPC إنتاج تمثيل ثلاثي الأبعاد كامل لمسار التأين لكل جسيم مشحون.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

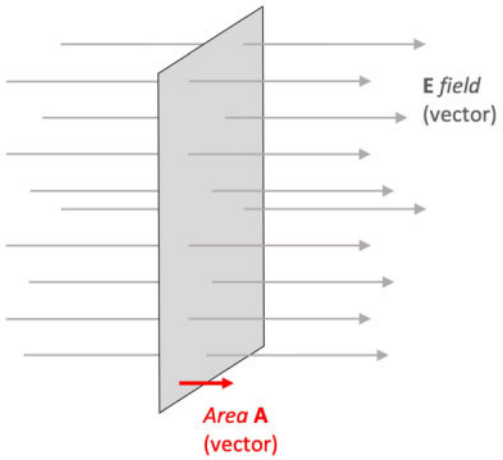


2.7 التدفق الكهربائي

ACADEMY
Your Guide to Success

التدفق الكهربائي (Φ_E) هو مقياس للمجال الكهربائي ($\vec{E}$) الذي يمر عبر مساحة سطح معين (A).

$$\Phi_E = E\ A\ \cos(\theta)$$



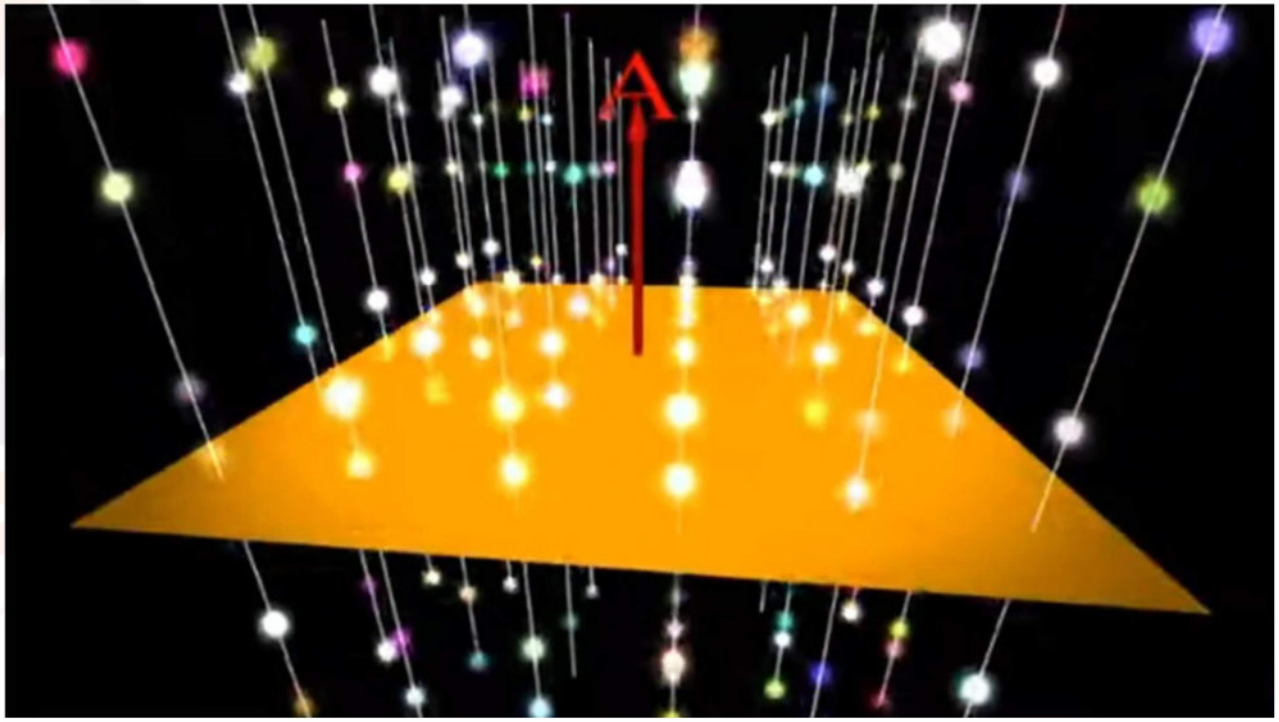
Φ_E: التدفق الكهربائي $(N.m^2/C)$

E: شدة المجال الكربائي (N/C)

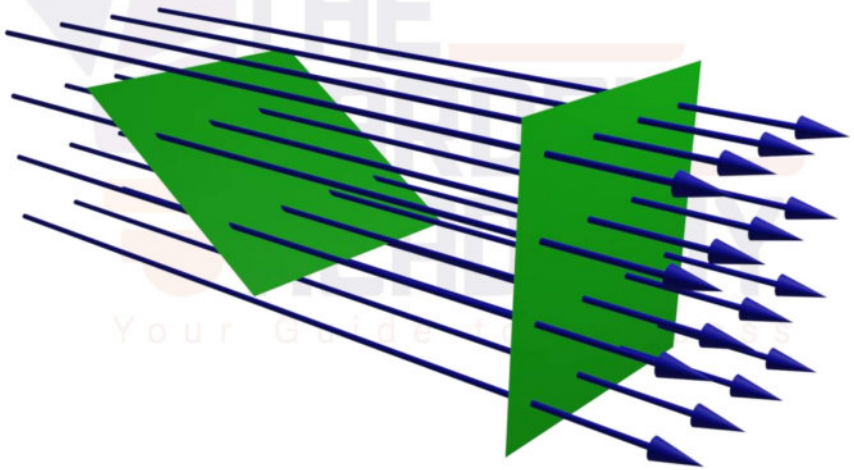
A: المساحة (m^2)

θ: الزاوية بين متجه المساحة والمجال الكهربائي

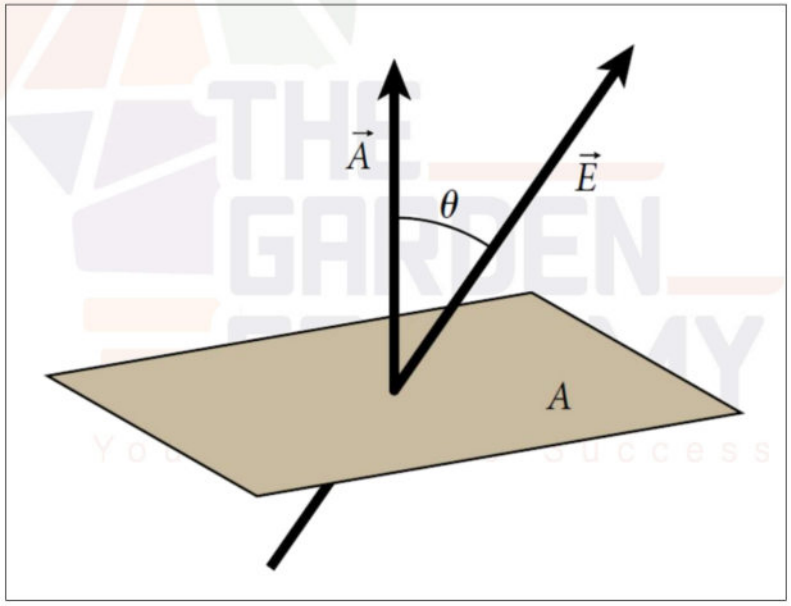
$$\Phi_E = E\,A\cos(\theta)$$

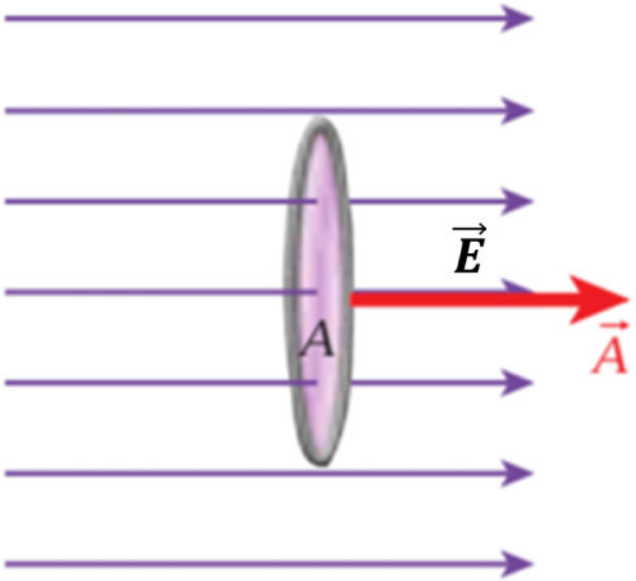


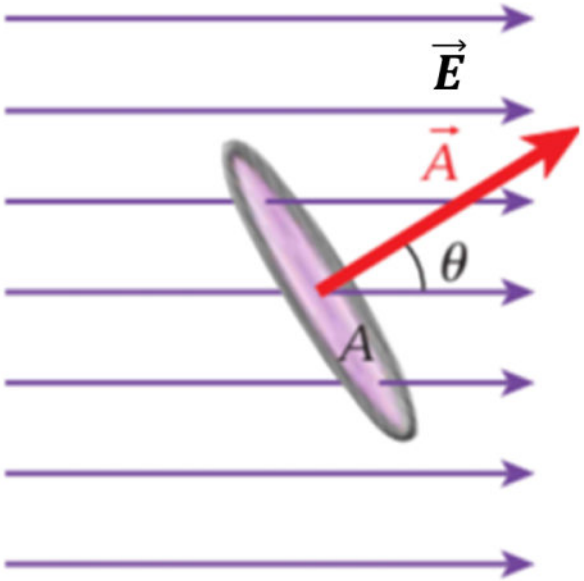
- تخيل أن خطوط المجال الكهربائي تمر عبر سطح ما.
- عدد خطوط المجال المارة عبر السطح يتناسب طردياً مع التدفق الكهربائي.



- افترض وجود مجال كهربائي منتظم مقداره E يمر عبر سطح معين. متجه المساحة هو $\overrightarrow{A}$ ويكون دائماً عمودي على السطح له مقدار A.
- الزاوية θ هي الزاوية بين متجه المجال الكهربائي ومتجه المساحة، كما هو موضح في الشكل.

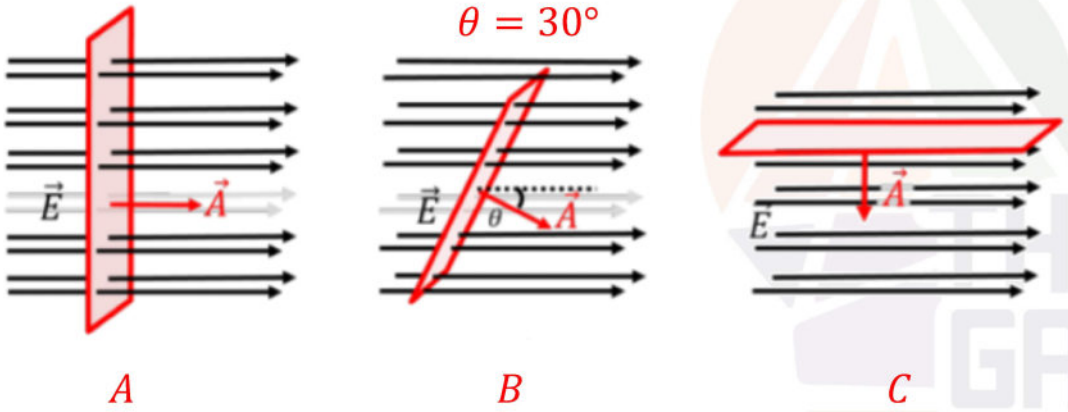






Your Guide to Success

مثال: يمر مجال كهربائي عبر ثلاثة أسطح مربعة متطابقة، كما هو موضح في الشكل.



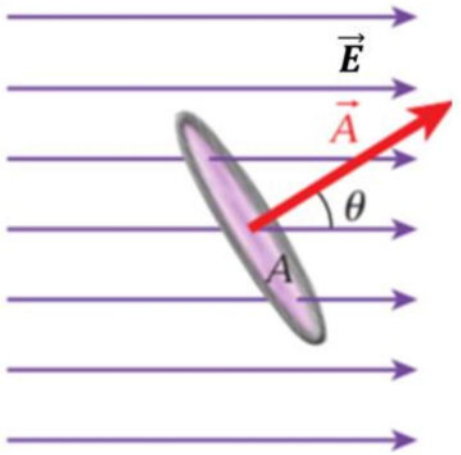
I. في أي حالة يكون التدفق الكهربائي مساويًا للصفر؟ **C**

II. قارن تدفق المجال الكهربائي في الحالة A إلى B.

III. احسب تدفق المجال الكهربائي في كل حالة، مع العلم أن $(E = 100\ N/C)$ وطول ضلع كل مربع هو 5 cm.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: انظر إلى الشكل الموجود على اليمين حيث يمر مجال كهربائي منتظم $\vec{E}$ عبر حلقة. إذا كانت شدة المجال الكهربائي $\vec{E} = 100\ N/C$، ونصف قطر السطح $r = 20\ cm$، والزاوية بين المجال الكهربائي والسطح $50°$، فاحسب التدفق الكهربائي عبر السطح.

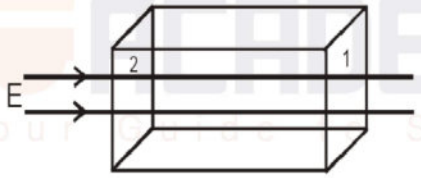


THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

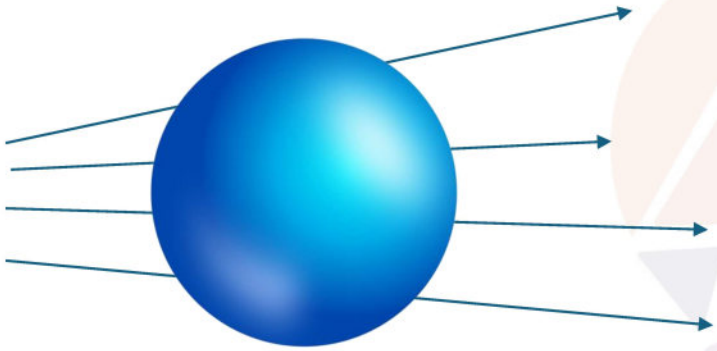
- **إذا كان السطح مغلقًا، فإن التدفق الكهربائي الكلي يمكن إيجاده بواسطة تكامل المجال الكهربائي على السطح المغلق:**

$$\Phi_E = \oiint \vec{E}.d\vec{A}$$

ملاحظة: التدفق الكهربائي عبر أي سطح مغلق بغض النظر عن شكله يكون دائمًا صفرًا، إذا لم تكن هناك شحنة محصورة داخل السطح.



مثال: التدفق الكهربائي عبر السطح الكروي أدناه هو:



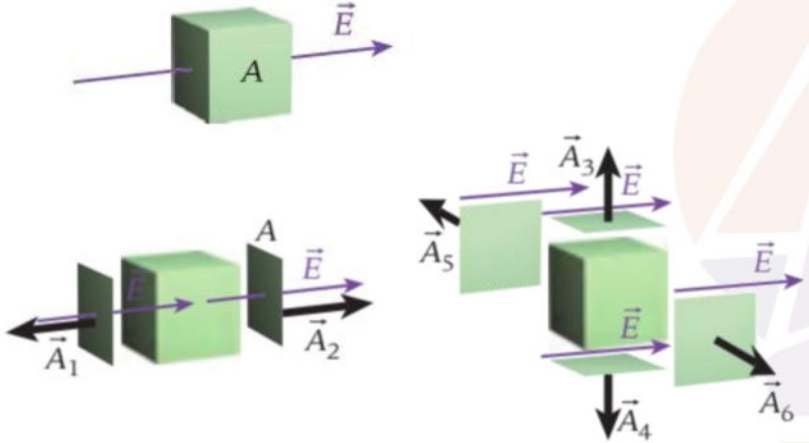
a. موجب (تدفق نحو الخارج)

b. سالب (تدفق نحو الداخل)

c. صفر

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

الشكل 2.24 مجال كهربائي غير منتظم، $\vec{E}$، يمر عبر مساحة تفاضلية، $d\vec{A}$



مثال 2.5 تدفق كهربائي عبر مكعب

يوضح الشكل 2.25 مكعبًا مساحة وجهه A في مجال كهربائي منتظم، $\vec{E}$، عمودي على سطح أحد أوجه المكعب.

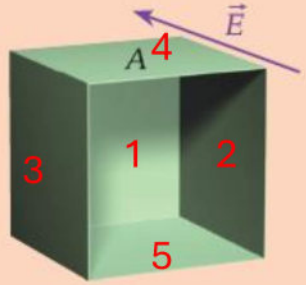
المسألة

ما التدفق الكهربائي الكلي المار عبر المكعب؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

سؤال الاختبار الذاتي 2.3

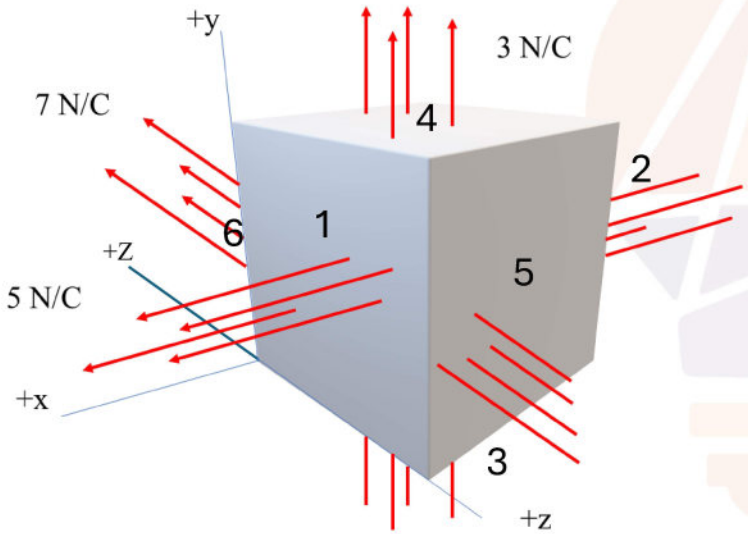
يوضح الشكل مكعبًا مساحة وجهه A ووجهًا ناقصًا للمكعب. يوجد هذا الجسم مكعب الشكل ذو الأوجه الخمسة في مجال كهربائي منتظم، $\vec{E}$، عمودي على وجه واحد. ما محصلة التدفق الكهربائي المار عبر الجسم؟



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

سؤال: المكعب الذي طول ضلعه 15 cm الموضح في الشكل يتعرض لمجال كهربائي يعبر عنه بـ :

$$\vec{E} = 5\hat{x} + 3\hat{y} + 7\hat{z}\ (\mathrm{N/C}).$$



I. احسب مقدار التدفق الكهربائي عبر كل سطح من أسطح المكعب.

II. أوجد التدفق الكهربائي عبر السطح 3 الواقع على المستوى x-z.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



2.8 قانون جاوس

ACADEMY
Your Guide to Success

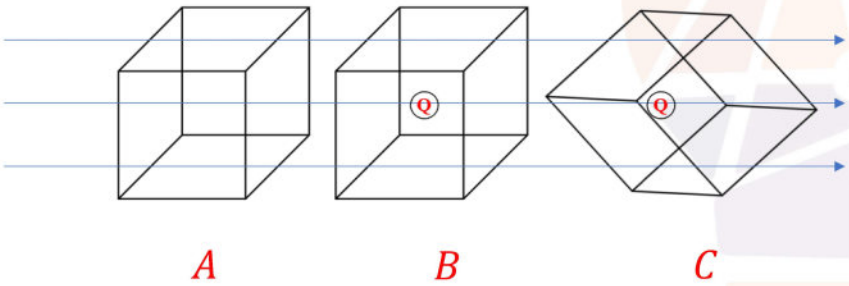
قانون جاوس

قانون جاوس: التدفق الكهربائي عبر سطح مغلق يساوي الشحنة الكلية الموجودة في داخل السطح المغلق مقسوم على النفاذية الكهربائية للفراغ.

$$\Phi_E = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0}$$

- يستخدم قانون جاوس للأسطح المغلقة ثلاثية الأبعاد (المكعب، الكرة، المخروط، الأسطوانة، ...)
- يعتمد فقط على الشحنة الكلية في السطح المغلق، بغض النظر عن شكله.

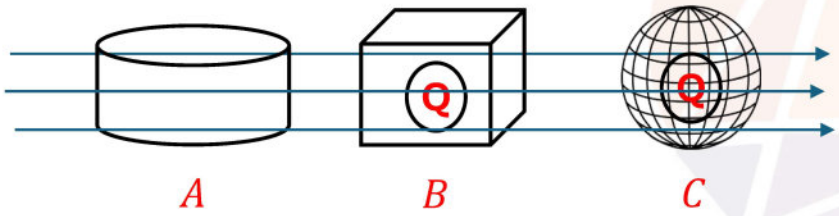
مثال: يمر مجال كهربائي عبر ثلاث مكعبات متطابقة كما هو موضح في الشكل المجاور.



في أي حالة يكون التدفق الكهربائي المار مساويًا للصفر؟

قارن بين تدفق المجال الكهربائي في الحالة (B) والحالة (C).

مثال: يمر مجال كهربائي عبر ثلاث أسطح مختلفة كما هو موضح في الشكل المجاور.

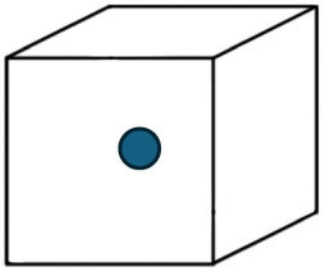


في أي حالة يكون التدفق الكهربائي المار مساويًا للصفر؟

قارن بين تدفق المجال الكهربائي في الحالة (B) والحالة (C).

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

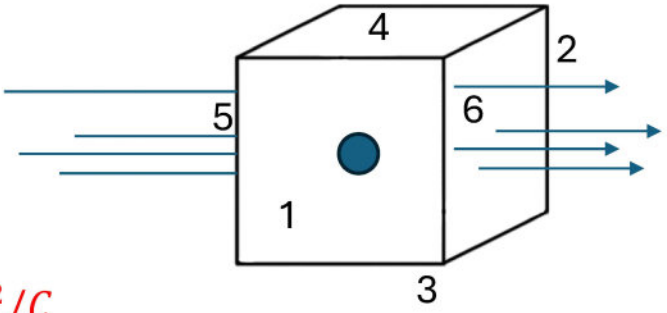
مثال: مكعب طول ضلعه 0.1 m يحيط بشحنة مقدارها $+10\ nC$. بناءً على ما سبق:



1. أوجد التدفق الكهربائي على كل وجه من أوجه المكعب

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: مكعب طول ضلعه 0.1 m يحيط بشحنة مقدارها $+10\ nC$ يمر مجال كهربائي مقداره $800\ N/C\ \hat{x}$ عبر المكعب. احسب التدفق الكهربائي على كل وجه من وجوه المكعب.



$$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = \Phi_4 = \frac{q}{6\ \epsilon_o} = \frac{10 \times 10^{-9}}{6 \times 8.85 \times 10^{-12}} = 188.32\ N.m^2/C$$

$$\Phi_5 = \frac{q}{6\ \epsilon_o} + EA\ cos(180) = \frac{10 \times 10^{-9}}{6 \times 8.85 \times 10^{-12}} - 800 \times 0.1^2 = 180.32\ N.m^2/C$$

$$\Phi_6 = \frac{q}{6\ \epsilon_o} + EA\ cos(0) = \frac{10 \times 10^{-9}}{6 \times 8.85 \times 10^{-12}} + 800 \times 0.1^2 = 196.32\ N.m^2/C$$

نموذج لطريقة الحل

مثال: يحيط سطح جاوسي كروي بشحنة نقطية q. صف ما يحدث للتدفق الكهربائي عبر السطح إذا:

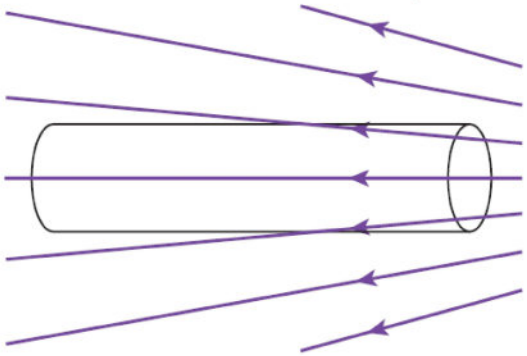
1. تضاعفت الشحنة ثلاث مرات.
2. تضاعف نصف قطر الكرة.
3. تغير السطح إلى مكعب.
4. تحرك الشحنة إلى مكان آخر داخل السطح.

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

الأستاذ أحمد التميمي

مراجعة المفاهيم 2.8

وُضعت أسطوانة مصنوعة من مادة عازلة في مجال كهربائي كما هو مبين في الشكل. ستكون محصلة التدفق الكهربائي المار عبر سطح الأسطوانة



a) موجبة.

b) سالبة.

c) صفرًا.

مراجعة المفاهيم 2.9

الخطوط الموضحة في الشكل هي خطوط مجال كهربائي. والدائرةُ سطح جاوسي. ما الحالة (الحالات) التي يكون التدفق الكهربائي الكلي فيها غير صفري؟

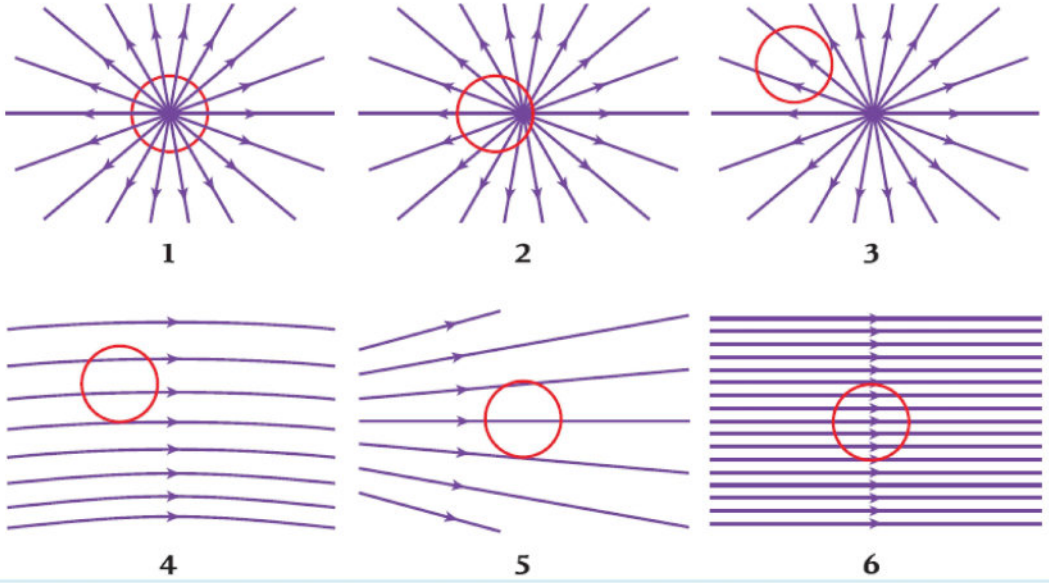
a) 1 فقط

b) 2 فقط

c) 4 و 5 و 6

d) 6 فقط

e) 1 و 2



@the_garden_academy
The garden academy
www.thegardenacademy.net
00971569174493

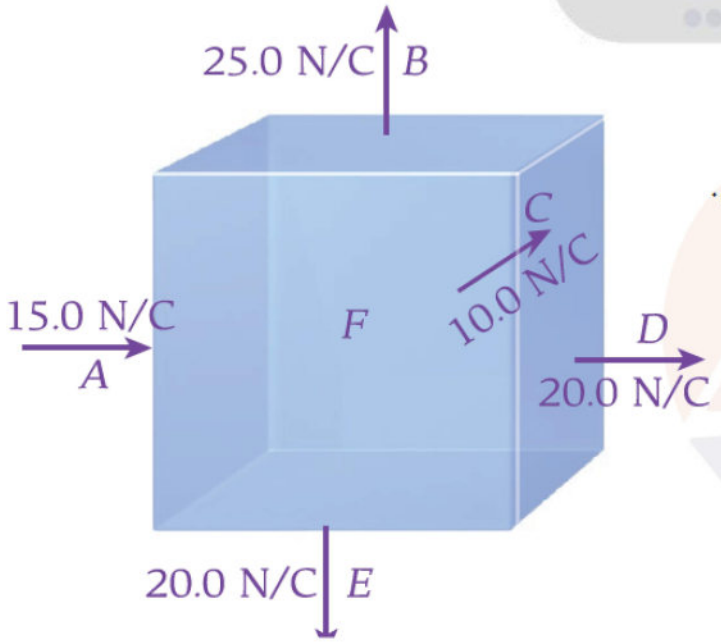
2.48 وُضعت أربع شحنات في حيز ثلاثي الأبعاد. وكانت مقادير الشحنات $+3q$ و $-q$ و $+2q$ و $-7q$. إذا كانت الشحنات كلها محاطة بسطح جاوس، فما التدفق الكهربائي المار عبر هذا السطح؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.49 صندوق مكعب مساحة كل وجه من أوجهه الستة هي 20.0 cm في 20.0 cm. ورُقّمت الأوجه بحيث كان الوجهان 1 و 6 متقابلين، وكذا الوجهان 2 و 5 والوجهان 3 و 4. ويوضح الجدول التالي التدفق المار عبر كل وجه.
أوجد الشحنة الصافية داخل المكعب.

الوجه	التدفق ($N\ m^2/C$)
1	−70.0
2	−300.0
3	−300.0
4	+300.0
5	−400.0
6	−500.0

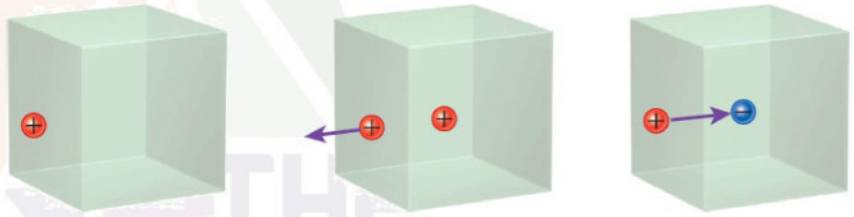
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



2.51 تتجه مجالات كهربائية مختلفة المقادير إما إلى الداخل أو إلى الخارج بزوايا قائمة على أسطح المكعب المبيَّن في الشكل. ما شدة المجال واتجاهه على الوجه F؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

ماذا يمكن استنتاجه بناءً على الشكل ادناه؟



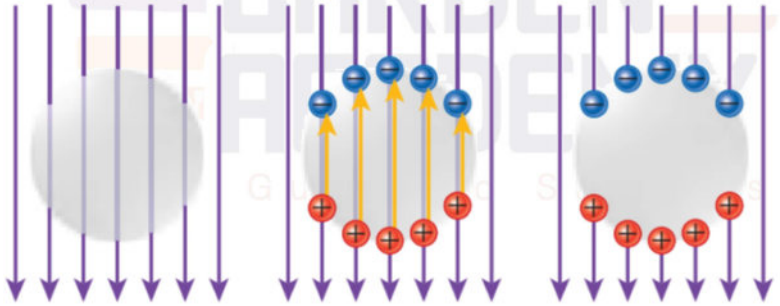
الشكل 2.27 ثلاثة صناديق تخيلية مصنوعة من مادة لا تؤثر في المجالات الكهربائية. شحنة اختبار موجبة موضوعة بالقرب من يسار: (a) صندوق فارغ؛ (b) صندوق في داخله شحنة موجبة؛ (c) صندوق في داخله شحنة سالبة.

- لا يؤثر المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات الخارجية على الشحنة المحصورة داخل سطح مغلق.
- نتيجة لقانون جاوس

الحماية الكهروستاتيكية

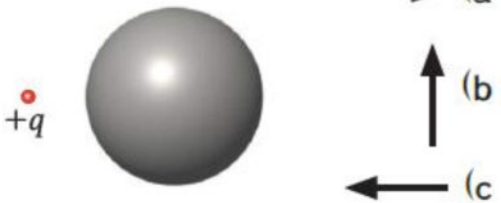
تتضح نتيجتان مهمتان لقانون جاوس:

1. يكون المجال الكهروستاتيكي داخل أي موصل معزول صفرًا دائمًا.
2. تكون التجاويف الموجودة داخل الموصلات محمية من المجالات الكهربائية



مراجعة المفاهيم 2.10

كرة موصلة مجوفة شُحنت في البداية بشحنة سالبة موزعة عليها بالتساوي. وقُرِّبت شحنة موجبة $q+$ إلى الكرة ثم وُضعت في حالة سكون، كما هو موضح في الشكل. ما اتجاه المجال الكهربائي داخل الكرة المجوفة؟



a) →

b) ↑

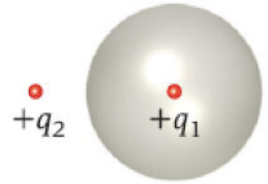
c) ←

d) ↓

e) المجال يساوي صفرًا.

مراجعة المفاهيم 2.11

كرة مجوفة وموصِّلة غير مشحونة في البداية. فوُضعت شحنة موجبة، q_1+، داخل الكرة كما هو مبين في الشكل. ثم وُضعت شحنة موجبة أخرى، q_2+، بالقرب من الكرة لكن من الخارج. أي من العبارات التالية تصف محصلة القوة الكهربائية المؤثرة في كل شحنة؟



a) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في q_2+ لكن لا تؤثر في q_1+.

b) توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في q_1+ لكن لا تؤثر في q_2+.

c) تتأثر كلتا الشحنتين بمحصلة قوة كهربائية متساوية في المقدار والاتجاه.

d) تتأثر كلتا الشحنتين بمحصلة قوة كهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.

e) لا توجد محصلة قوة كهربائية تؤثر في أي من الشحنتين.

Your Guide to Success

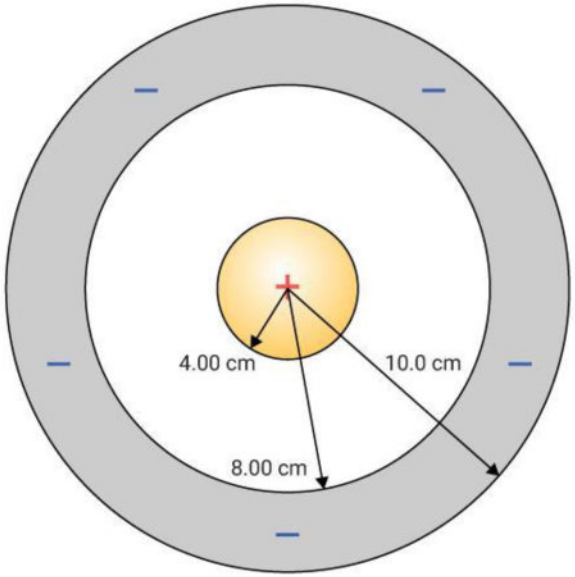
سطح جاوس

سطح جاوس: هو سطح مغلق وهمي في فضاء ثلاثي الأبعاد يستخدم في قانون جاوس لحساب التدفق الكهربائي المار عبر سطح ما. وهو ليس جسمًا ماديًا، بل أداة تستخدم للفهم.

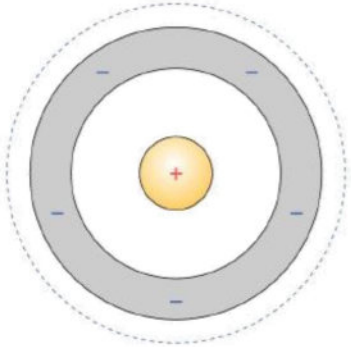
$$\Phi_E = \oiint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0}$$

- يستخدم لتبسيط حساب المجالات والتدفقات الكهربائية.
- يساعد في تطبيق قانون جاوس على توزيعات الشحنة المتماثلة.

مثال: كرة موصلة مصمتة نصف قطرها 4.00 cm لها شحنة مقدارها $16\ \mu C$. يحيط بالكرة قشرة كروية موصلة، حيث يبلغ نصف قطر الغلاف الداخلي للقشرة 8.00 cm ونصف قطره الخارجي 10.0 cm. الغلاف الكروي له شحنة مقدارها $-8\ \mu C$. ما هي قيمة متجه المجال الكهربائي عند:

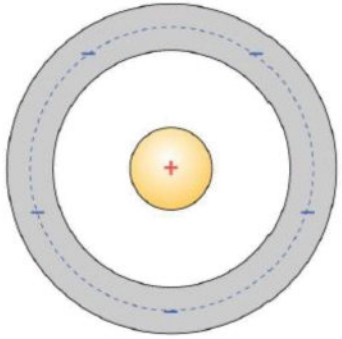


1. r =2.00cm
2. r =6.00cm
3. r =9.00cm
4. r =14.0cm

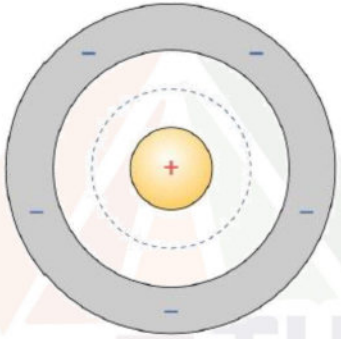


يتدفق المجال الكهربائي شعاعيًا نحو الخارج.

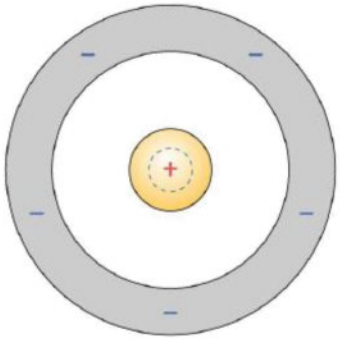
$$q_{enclosed} = -8\mu C + 16\mu C$$
$$= +8\mu C$$



المجال الكهربائي داخل الغلاف الكروي يساوي صفرًا.



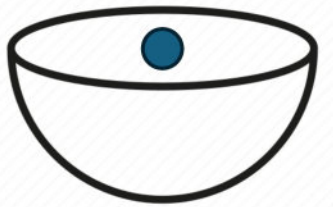
تتدفق شدة المجال الكهربائي شعاعيًا إلى الخارج من الكرة الموصلة إلى الغلاف الكروي.



السطح الجاوسي يقع داخل الكرة الصلبة، لذا فإن المجال الكهربائي يساوي صفرًا.

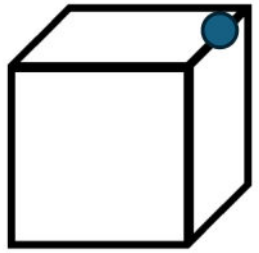
مثال: يوضح الشكل المجاورنصف كرة بنصف قطر 0.15 cm. توجد شحنة في المركز مقدارها $5\ \mu C$

احسب التدفق الكهربائي الذي يمر عبر السطح نتيجةً للشحنة المعطاة.

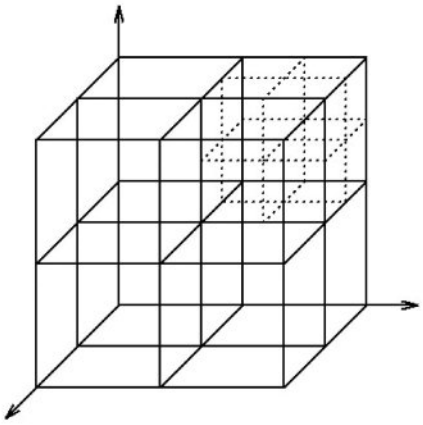


THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

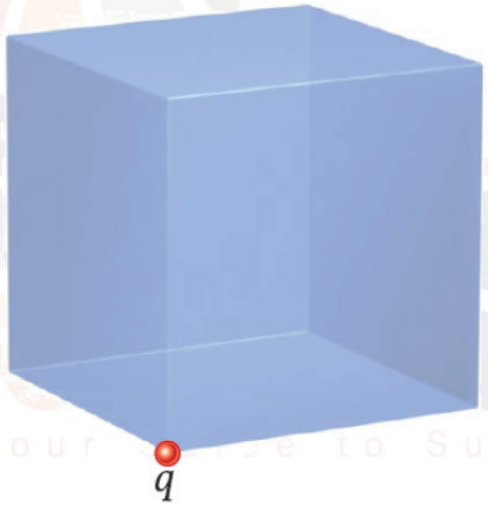
مثال: يوضح الشكل المجاور مكعبًا طول ضلعه 8 cm. توضع شحنة $q = 3\ \mu C$ على حافة السطح العلوي كما هو موضح. احسب التدفق الكهربائي الذي يمر عبر المكعب بسبب الشحنة المعطاة.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



2.8 تقع شحنة نقطية موجبة واحدة q، عند إحدى زوايا مكعب طول ضلعه L، كما هو موضح في الشكل. إذا كانت محصلة التدفق الكهربائي عبر الجوانب الثلاثة المتجاورة صفرًا، فإن محصلة التدفق الكهربائي عبر *كل* جانب من الجوانب الثلاثة الأخرى هي



a) $q/3\epsilon_0$.
b) $q/6\epsilon_0$.
c) $q/24\epsilon_0$.
d) $q/8\epsilon_0$.



2.9 حالات خاصة في تماثل توزيع الشحنات

ACADEMY
Your Guide to Success

تُستخدم حالات التشابه الخاصة في قانون جاوس لأنها تبسط العمليات المعقدة لحساب المجالات الكهربائية، وخاصة عندما يكون توزيع الشحنة منتظماً عل اشكال هندسية معروفة

الحالات الخاصة

التماثل الكروي

يستخدم في حالة الشحنات النقطية او التوزيعات على اجسام كروية

التماثل السطحي

يستخدم في حالات توزيع الشحنات المنتظمة على مستويات لا نهائية.

التماثل الاسطواني

يستخدم في حالات توزيع الشحنات المنتظمة على خط أو اسطوانة.

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

الجدول 2.1	رموز توزيعات الشحنة	
الرمز	الاسم	الوحدة
λ	الشحنة لكل وحدة طول	C/m
σ	الشحنة لكل وحدة مساحة	C/m^2
ρ	الشحنة لكل وحدة حجم	C/m^3

ALHDEMY
Your Guide to Success

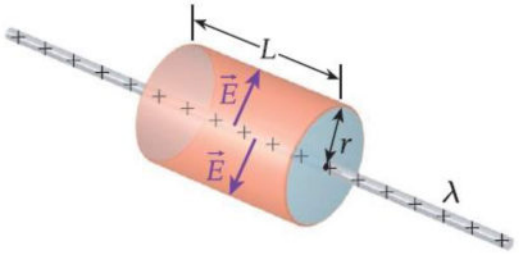
التماثل الأسطواني

باستخدام قانون جاوس، يمكننا حساب مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سلك موصل مستقيم وطويل منتظم الشحنة لكل وحدة طول $\lambda > 0$

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0} \qquad EA_{side} \times cos\,(0) + EA_{base} \times cos(90) = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0}$$

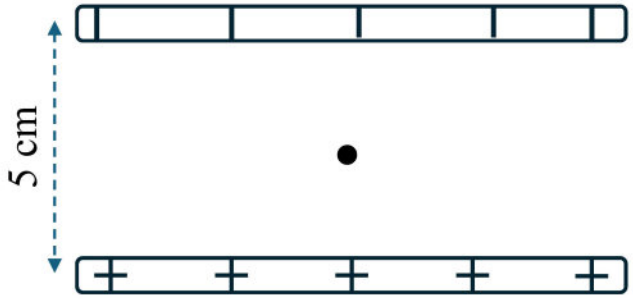
$$E \times 2\pi r l = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0} \qquad \rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0} \qquad \therefore k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \rightarrow 2k = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{2k\lambda}{r}$$



الشكل 2.33 سلك طويل بشحنة لكل وحدة طول λ محاط بسطح جاوسي في شكل أسطوانة قائمة نصف قطرها r وطولها L. يوضح الشكل تمثيلات لمتجهات المجال الكهربائي داخل الأسطوانة.

مثال: سلكان لا متناهيان الطول تفصل بينهما مسافة $(5.0\ cm)$ كما هو موضح في الشكل. إذا كانت كثافة الشحنة الخطية لكل منهما $(3.0\ \mu C/m)$. احسب مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع في المنتصف بينهما، علمًا بأن السلكين لهما أنواع متعاكسة من الشحنات.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مراجعة المفاهيم 2.12

وُضع إجمالي 1.45×10^{6} من الإلكترونات الفائضة على سلك متعادل كهربائيًا في البداية طوله 1.13 m. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة على مسافة عمودية 0.401 m من منتصف السلك؟ (*تلميح:* افترض أن الطول 1.13 m قريب بما يكفي من "الطول اللانهائي").

a) 9.21×10^{-3} N/C

b) 2.92×10^{-1} N/C

c) 6.77×10^{1} N/C

d) 8.12×10^{2} N/C

e) 3.31×10^{3} N/C

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.60 ينتج سلك مشحون ذو طول لانهائي مجالاً كهربائيًا مقداره 1.23×10^3 N/C على مسافة 50.0 cm عمودية على السلك. ويتجه المجال الكهربائي نحو السلك.

a) ما توزيع الشحنة؟

b) كم عدد الإلكترونات لكل وحدة طول على السلك؟

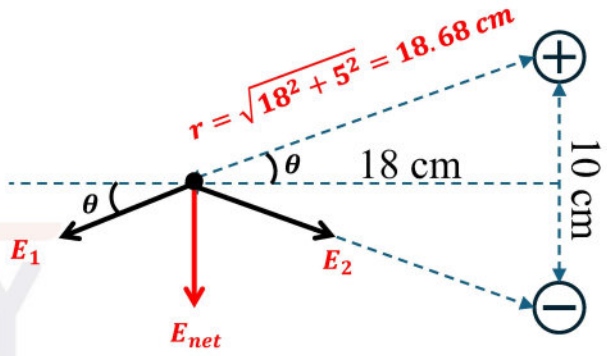
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

مثال: سلكان متوازيان لا نهائيان الطول، عموديان على مستوى الصفحة، يحملان كثافة شحنة خطية مقدارها (4.0 nC/m) لكل منهما، أحدهما مشحون بشحنة موجبة والآخر مشحون بشحنة سالبة، كما هو موضح في الشكل. تفصل بين السلكين مسافة مقدارها 10 cm.
احسب مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند نقطة تقع على بعد 18 cm إلى يسار نقطة المنتصف بين السلكين.

$$sin\,(\theta) = \left(\frac{5}{18.68}\right)$$

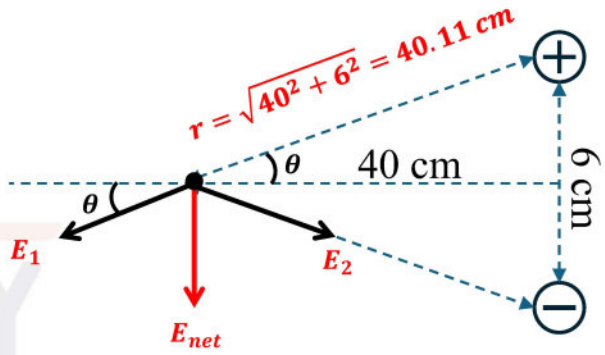
$$E_{net} = 2 \times \frac{2k\lambda}{r} \times sin(\theta)$$

$$E_{net} = 2 \times \frac{2 \times 9 \times 10^{9} \times 4 \times 10^{-9}}{0.1868} \times \left(\frac{5}{18.68}\right) = 206.34\ N/C$$



نموذج لطريقة الحل

2.62 سلكان متوازيان بطول لانهائي منتظمَي الشحنة تفصل بينهما مسافة 6.00 cm ويحملان شحنتين مختلفتين في الإشارة بكثافة شحنة خطية $\lambda = 1.00\ \mu C/m$. ما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين السلكين وعلى مسافة 40.0 cm فوق المستوى الذي يحويهما؟



$$\sin(\theta) = \left(\frac{3}{40.11}\right)$$

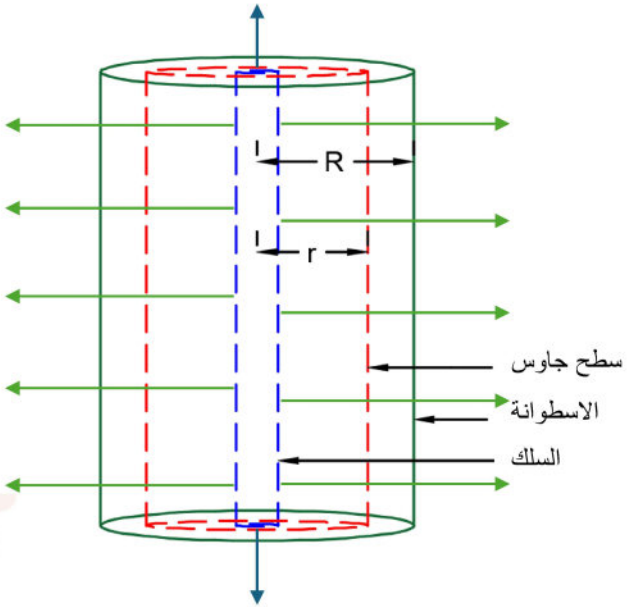
$$E_{net} = 2 \times \frac{2k\lambda}{r} \times \sin(\theta)$$

$$E_{net} = 2 \times \frac{2 \times 9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{0.4011} \times \left(\frac{3}{40.11}\right) = 6710\ N/C$$

نموذج لطريقة الحل

2.64 أسطوانة فلزية مجوفة ورقيقة نصف قطرها R وتوزيع الشحنة على سطحها هو σ. ويمر سلك طويل ورفيع كثافة شحنته الخطية $\lambda/2$ عبر مركز الأسطوانة. اكتب تعبيرًا للمجال الكهربائي وأوجد اتجاه المجال عند كل موقع من المواقع التالية:

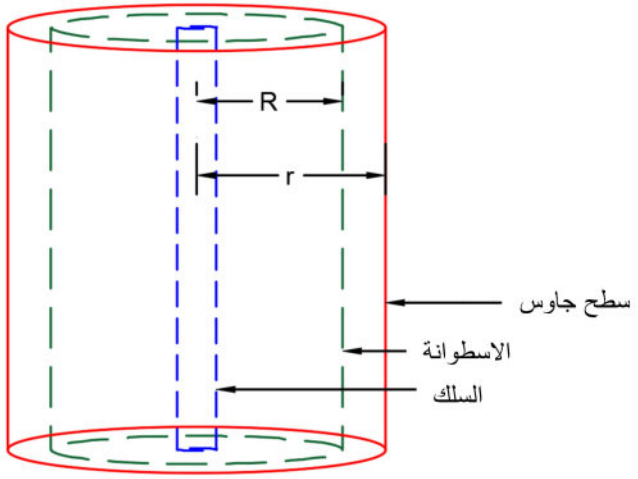
a) $r \leq R$ b) $r \geq R$



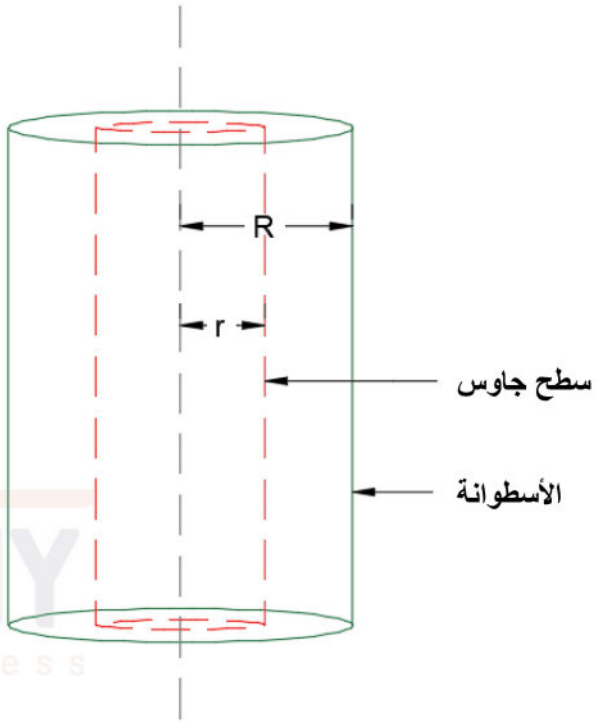
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.64• أسطوانة فلزية مجوفة ورقيقة نصف قطرها R وتوزيع الشحنة على سطحها هو σ. ويمر سلك طويل ورفيع كثافة شحنته الخطية $\lambda/2$ عبر مركز الأسطوانة. اكتب تعبيرًا للمجال الكهربائي وأوجد اتجاه المجال عند كل موقع من المواقع التالية:

a) $r \leq R$ b) $r \geq R$



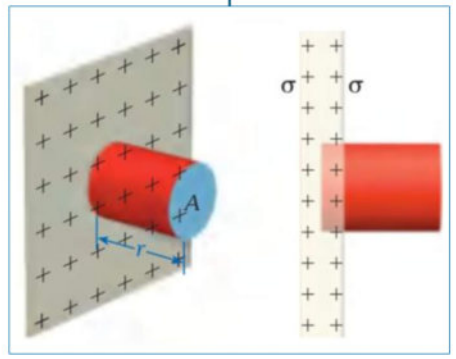
2.73 أسطوانة مصمتة بطول لانهائي نصف قطرها $R = 9.00\ cm$، وذات شحنة منتظمة لكل وحدة حجم $\rho = 6.40 \times 10^{-8}\ C/m^3$، متمركزة حول المحور y. أوجد مقدار المجال الكهربائي عند نصف قطر $r = 4.00\ cm$ من مركز هذه الأسطوانة.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

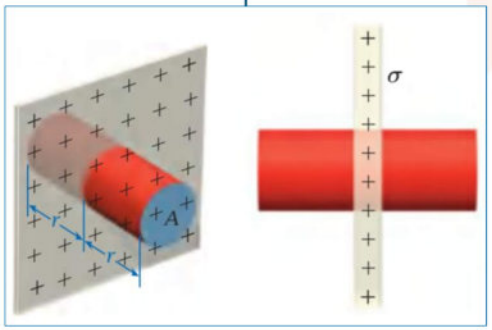
التماثل السطحي

سطح مستو لا نهائي موصل شحنته السطحية σ



$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

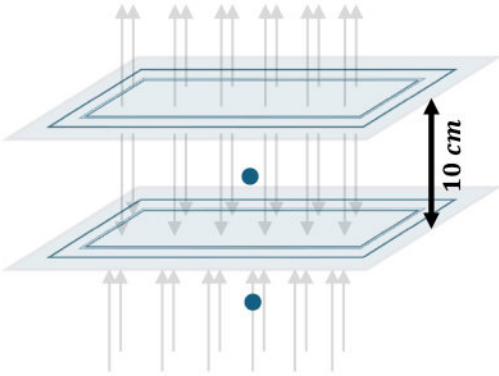
سطح مستو لا نهائي غير موصل شحنته السطحية σ



$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.59 لوحان متوازيان لانهائيان وغير موصِّلين تفصل بينهما مسافة 10.0 cm ولهما توزيعان للشحنة $+1.00\ \mu C/m^2$ و$-1.00\ \mu C/m^2$. ما القوة المؤثرة في إلكترون موجود في الفراغ بين اللوحين؟ ما القوة المؤثرة في إلكترون يقع خارج اللوحين بالقرب من سطح أحد اللوحين؟



نموذج لطريقة الحل

إذا كان الالكترون بين السطحين

$$\rightarrow F = qE_{net} = q(E_1 + E_2) = 2qE$$

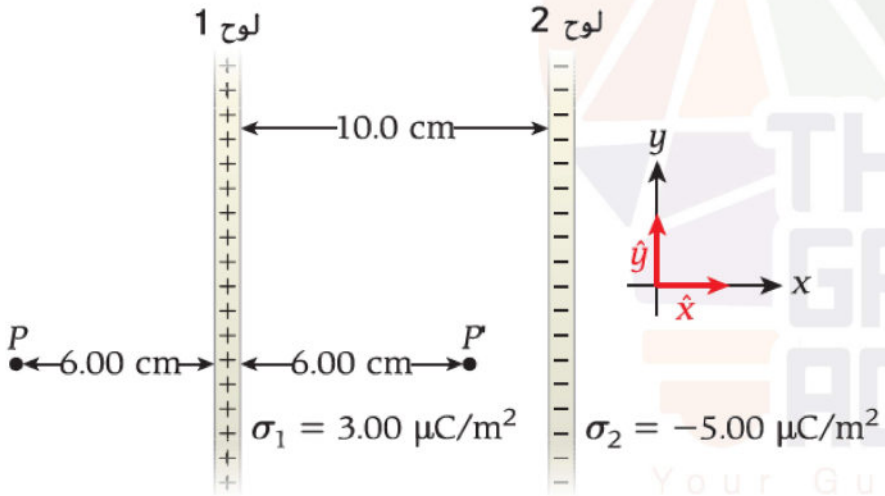
$$F = 2e\frac{\sigma}{2\varepsilon_o} \quad \rightarrow F = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times \frac{1 \times 10^{-6}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} = 1.81 \times 10^{-14}\ N$$

إذا كان الالكترون خارج السطحين

$$\rightarrow F = qE_{net} = q(E_1 - E_2) = 0\ N$$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.65• يبعد لوحا شحنة لانهائيان عن بعضهما مسافة 10.0 cm كما هو موضح في الشكل. وتوزيع الشحنة السطحي للوح 1 هو $\sigma_1 = 3.00\ \mu C/m^2$ ، بينما توزيع الشحنة السطحي للوح 2 هو $\sigma_2 = -5.00\ \mu C/m^2$. أوجد المجال الكهربائي الكلي (مقدارًا واتجاهًا) عند كل موقع من المواقع التالية:

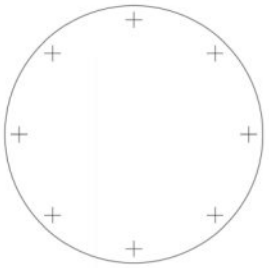


a) عند النقطة P، على مسافة 6.00 cm يسار اللوح 1

b) عند النقطة P'، على مسافة 6.00 cm يمين اللوح 1

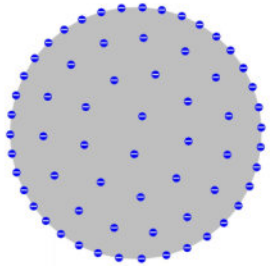
التماثل الكروي

كرة موصّلة لها نصف قطر R



داخل الكرة	على سطح الكرة	خارج الكرة
$(r < R)$	$(r = R)$	$(r > R)$
$E = 0$	$E = k\frac{q}{R^2}$	$E = k\frac{q}{r^2}$
	$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$	$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

ملحوظة: بالنسبة للكرة الموصلة، تتوزع الشحنات الكهربائية على السطح الخارجي.



التماثل الكروي

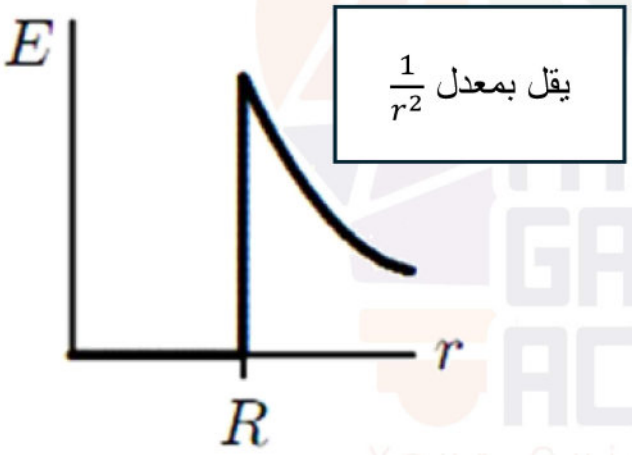
كرة غير موصّلة لها نصف قطر R

داخل الكرة (r < R)	على سطح الكرة (r = R)	خارج الكرة (r > R)
$E = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}$ $E = \frac{kqr}{R^3}$ $E = \frac{qr}{4\pi\varepsilon_0 R^3}$	$E = k\frac{q}{R^2}$ $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$	$E = k\frac{q}{r^2}$ $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

ملحوظة: بالنسبة للكرة الغير الموصّلة، تتوزع الشحنات الكهربائية على كامل حجم الكرة.

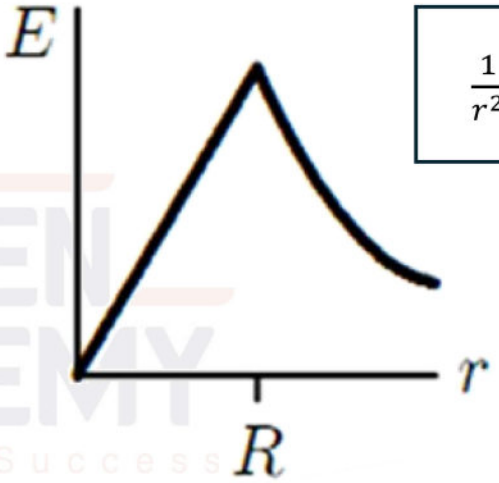
الفرق بين الكرة الموصّلة والغير موصّلة

يقل بمعدل $\frac{1}{r^2}$



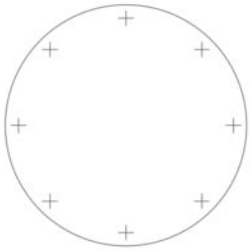
كرة موصَلة

يقل بمعدل $\frac{1}{r^2}$



كرة غير موصَلة

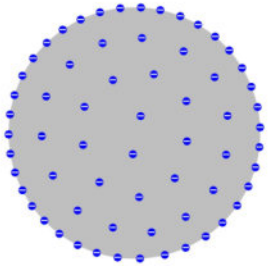
مثال: شحنة كهربائية $Q = +3\ \mu C$ موزعة على سطح موصل كروي نصف قطره 3 cm. ما مقدار المجال الكهربائي عند:



1. نقطة تقع على بعد 1 cm من مركز الكرة؟

2. نقطة تقع على بعد 5 cm من مركز الكرة؟

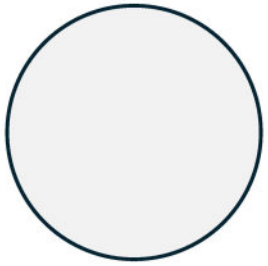
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



مثال: شحنة كهربائية $Q = -3\ \mu C$ موزعة في كرة غير موصّلة نصف قطرها 3 cm. ما مقدار المجال الكهربائي عند:

1. نقطة تقع على بعد 1 cm من مركز الكرة؟
2. نقطة تقع على بعد 5 cm من مركز الكرة؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



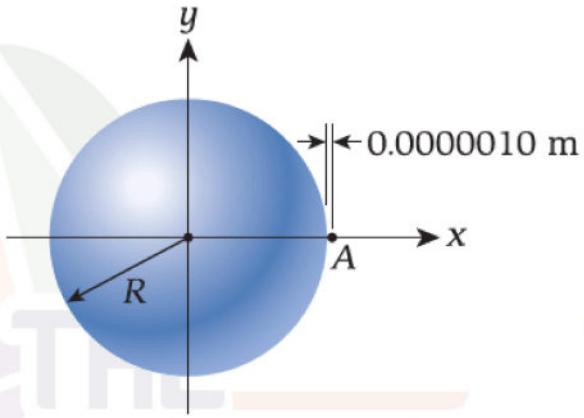
2.83 افترض أن كرة غير موصلة ومنتظمة كثافة شحنة $\rho = 3.57 \times 10^{-6}\ C/m^3$ ونصف قطرها $R = 1.72\ m$. ما مقدار المجال الكهربائي على مسافة $0.530\ m$ من مركز الكرة؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.57 مجال كهربائي مقداره 150.0 N/C متجه إلى أسفل بالقرب من سطح الأرض. ما الشحنة الكهربائية الصافية على الأرض؟ افترض أن الأرض موصل كروي نصف قطره 6371 km.

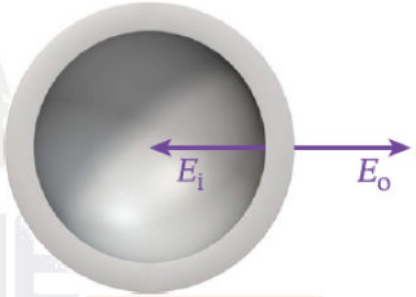
THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.50 كرة مصمتة موصِّلة (نصف قطرها $R = 0.15\ \text{m}$، وشحنتها $q = 6.1 \times 10^{-6}\ \text{C}$) كما هو موضح في الشكل. باستخدام قانون جاوس وسطحين جاوسيين مختلفين، أوجد المجال الكهربائي (مقدارًا واتجاهًا) عند النقطة A، التي تقع على مسافة $0.0000010\ \text{m}$ خارج الكرة الموصلة. (*تلميح*: أحد السطحين الجاوسيين كرةٌ والآخر أسطوانة قائمة صغيرة).

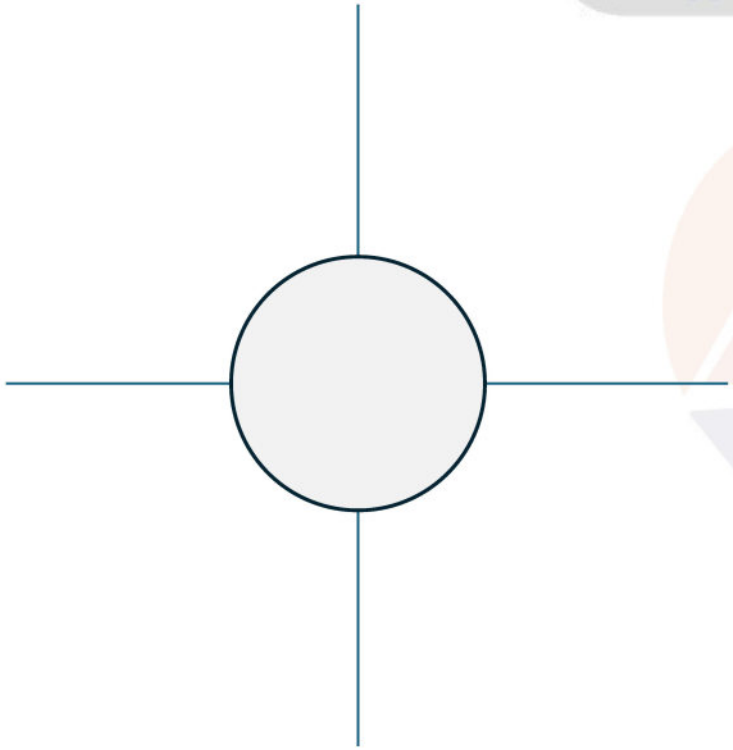


THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.54 هيكل كروي مجوف وموصِّل نصف قطره الداخلي 8.00 cm ونصف قطره الخارجي 10.0 cm. ومقدار المجال الكهربائي عند السطح الداخلي للهيكل، E_i، هو 80.0 N/C ويتجه نحو مركز الكرة، ومقدار المجال الكهربائي عند السطح الخارجي، E_o، هو 80.0 N/C ويتجه بعيدًا عن مركز الكرة (انظر الشكل). أوجد مقدار الشحنة على السطح الداخلي وعلى السطح الخارجي للهيكل الكروي.



THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success



2.66 يقع مركز كرة مصمتة موصِّلة نصف قطرها 20.0 cm على نقطة الأصل في نظام إحداثي ثلاثي الأبعاد. ووُضعت شحنة مقدارها 0.271 nC على الكرة.

a) ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة $(x,y,z) = (23.1\text{ cm}, 1.10\text{ cm}, 0.00\text{ cm})$؟

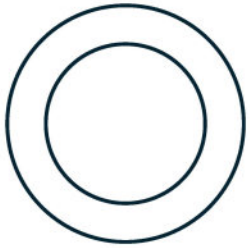
b) ما الزاوية التي يصنعها هذا المجال الكهربائي مع المحور x عند هذه النقطة؟

c) ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة $(x,y,z) = (4.10\text{ cm}, 1.10\text{ cm}, 0.00\text{ cm})$؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

إذا تم وضع شحنة في مركز هيكل فلزي أو كرة موصّلة مفرغة من الداخل، فإن:

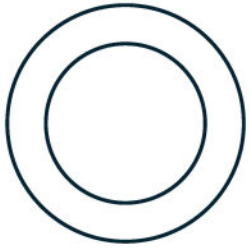
- الشحنة على السطح الداخلي = (-) الشحنة المحصورة في داخل الجسم
- الشحنة على السطح الخارجي = الشحنة المحصورة في داخل الجسم + شحنة الجسم الابتدائية



1- تم وضع شحنة مقدارها 5 nC+ في مركز قشرة كروية موصلة غير مشحونة في البداية.

a) ما الشحنة الموجودة على السطح الداخلي للقشرة؟ $-5\ nC$

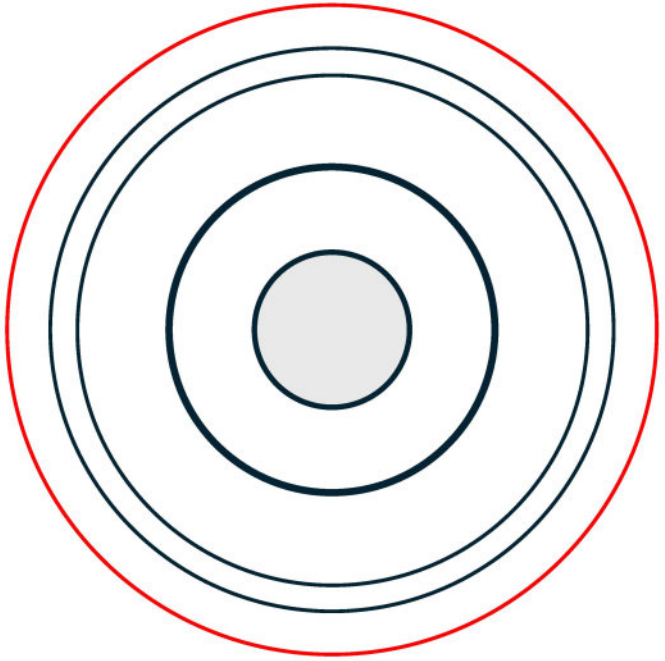
b) ما الشحنة الموجودة على السطح الخارجي للقشرة؟ $+5\ nC + 0 = +5\ nC$



2- تم وضع شحنة مقدارها 3 nC- في مركز قشرة كروية موصلة لها شحنة ابتدائية مقدارها 5 nC+ .

a) ما الشحنة الموجودة على السطح الداخلي للقشرة؟ $+3\ nC$

b) ما الشحنة الموجودة على السطح الخارجي للقشرة؟ $-3\ nC + 5\ nC = +2\ nC$



2.75 كرة فلزية مصمتة نصف قطرها 8.00 cm وشحنتها الكلية 10.0 μC يحيط بها هيكل فلزي نصف قطره 15.0 cm ويحمل شحنة مقدارها −5.00 μC. والكرة والهيكل كلاهما داخل هيكل فلزي أكبر نصف قطره الداخلي 20.0 cm ونصف قطره الخارجي 24.0 cm. والكرة والهيكلان متحدو المركز.

a) ما الشحنة الموجودة على الجدار الداخلي للهيكل الأكبر؟

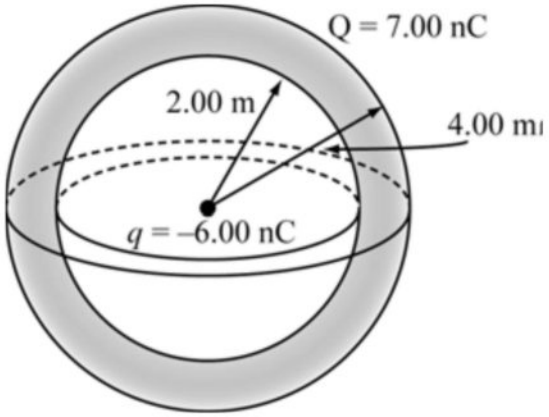
b) إذا كان المجال الكهربائي خارج الهيكل الأكبر صفرًا، فما الشحنة الموجودة على الجدار الخارجي للهيكل؟

$$a) q_{inner\ wall} = -(q_{\ sphere} + q_{\ small\ shell}) = -(+10\mu C - 5\mu C) = -5\ \mu C$$

$$b) \oiint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0} \rightarrow E = 0 \rightarrow \quad q_{enclosed} = 0 \rightarrow q_{\ outer\ wall} + q_{\ inner\ wall} + q_{\ sphere} + q_{\ small\ shell}$$

$$\rightarrow q_{\ outer\ wall} - 5\mu C + 10\mu C - 5\mu C \Rightarrow \quad q_{\ outer\ wall} = 0\ C$$

نموذج لطريقة الحل



2.55 وُضعت شحنة نقطية مقدارها -6.00-nC في مركز هيكل كروي موصِّل. وللهيكل نصف قطر داخلي يساوي 2.00 m ونصف قطر خارجي يساوي 4.00 m، وشحنته $+7.00\text{ nC}$.

a) ما المجال الكهربائي عند $r = 1.00\text{ m}$؟

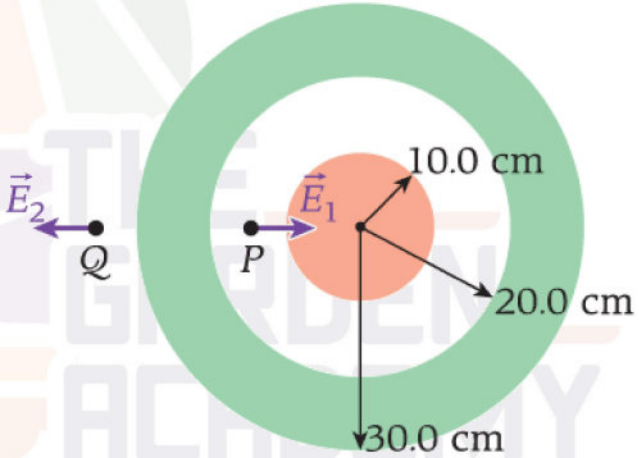
b) ما المجال الكهربائي عند $r = 3.00\text{ m}$؟

c) ما المجال الكهربائي عند $r = 5.00\text{ m}$؟

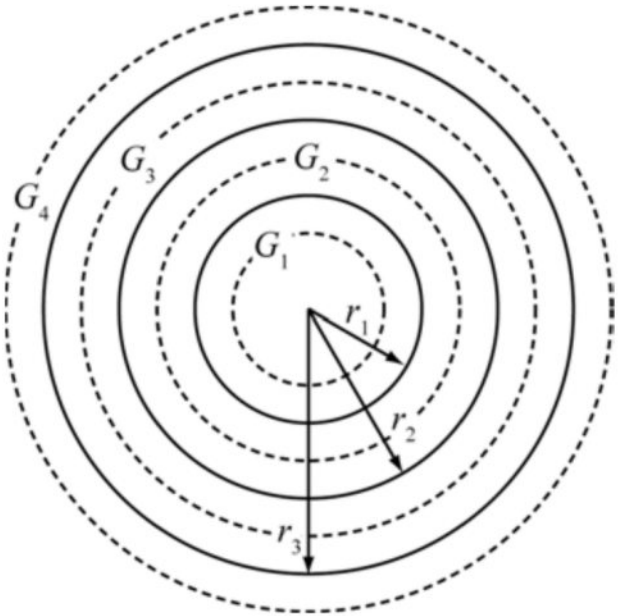
d) ما توزيع الشحنة، σ، على السطح الخارجي للهيكل؟

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

2.58 كرة فلزية مجوفة نصف قطرها الداخلي 20.0 cm ونصف قطرها الخارجي 30.0 cm. وكما يوضح الشكل، وُضعت كرة فلزية مصمتة نصف قطرها 10.0 cm في مركز الكرة المجوفة. فوُجد أن المجال الكهربائي عند نقطة، *P*، على مسافة 15.0 cm من المركز، هو $E_1 = 1.00 \times 10^4$ N/C، ويتجه شعاعيًا إلى الداخل. وعند النقطة *Q*، على مسافة 35.0 cm من المركز، وُجد أن المجال الكهربائي هو $E_2 = 1.00 \times 10^4$ N/C ويتجه شعاعيًا إلى الخارج. أوجد الشحنة الكلية على (a) سطح الكرة الداخلية و(b) السطح الداخلي للكرة المجوفة و(c) السطح الخارجي للكرة المجوفة.



Your Guide to Success



2.63 التوزيع الحجمي للشحنات في كرة نصف قطرها 12.0 cm ومتمركزة عند نقطة الأصل هو $120.\ nC/cm^3$. وتتمركز الكرة داخل هيكل كروي موصِّل نصف قطره الداخلي 30.0 cm ونصف قطره الخارجي 50.0 cm. ومقدار الشحنة على الهيكل الكروي هو $-2.00\ mC$. ما مقدار المجال الكهربائي واتجاهه عند كل مسافة من المسافات التالية من نقطة الأصل؟

a) عند $r = 10.0\ cm$ c) عند $r = 40.0\ cm$

b) عند $r = 20.0\ cm$ d) عند $r = 80.0\ cm$

THE GARDEN ACADEMY
Your Guide to Success

Consider two **concentric**, conducting spherical shells of radii "a" and "b" ($b > a$), as shown in the figure. Each **spherical shell** is **charged** with a **uniform** surface charge density **"σ"**. Find the **electric field** between the two spherical shells at distance **r** from the center.
Hint: surface area of a sphere $= 4\pi r^2$.

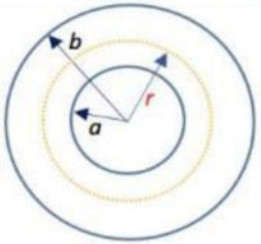
افترض وجود **سطح كروي رقيق (كرة مجوفة) من مادة موصلة** نصف قطره يساوي "a" ويحيط به **سطح كروي رقيق آخر من مادة موصلة** نصف قطره يساوي "b" حيث ($b > a$) ، وهما متحدان في المركز كما هو موضح في الشكل. **شُحِن كلّ منهما** بشحنة كهربائية **منتظمة** بحيث أصبحت كثافة شحنة سطح كلّ منهما تساوي **"σ"**. أوجد **شدة المجال الكهربائي** المتولد بين **السطحين الكرويين** على بعد **r** من المركز. مساحة سطح الكرة $= 4\pi r^2$.

$E = \frac{\sigma a^2}{\epsilon_0 r^2}$	$E = \frac{\sigma r}{\epsilon_0 a}$
$E = \frac{\sigma r^2}{\epsilon_0 a^2}$	$E = \frac{\sigma a}{\epsilon_0 r}$

استعن بما يلزم من العلاقات الرياضية التالية.
You may use any of the given equations where needed.

$$E_s = -\frac{\partial V}{\partial s}$$

$$\oiint \vec{E} \cdot \overrightarrow{dA} = \frac{q}{\epsilon_0}$$



$$\oiint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q_{enclosed}}{\varepsilon_0}$$

$$\rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{\sigma(4\pi a^2)}{\varepsilon_0}$$

$$\rightarrow E = \frac{\sigma a^2}{\varepsilon_0\, r^2}$$

نموذج لطريقة الحل

عزيزي الطالب

هذا الملف يقدّم جزءًا من شرح المادة فقط.
لاستكمال شرح الوحدة الثالثة والرابعة بشكل كامل مع التدريبات
والأسئلة الوزارية، يمكنكم متابعتنا في

THE GARDN ACADMY



للتسجيل والإستفسارات

+971 56 917 4493