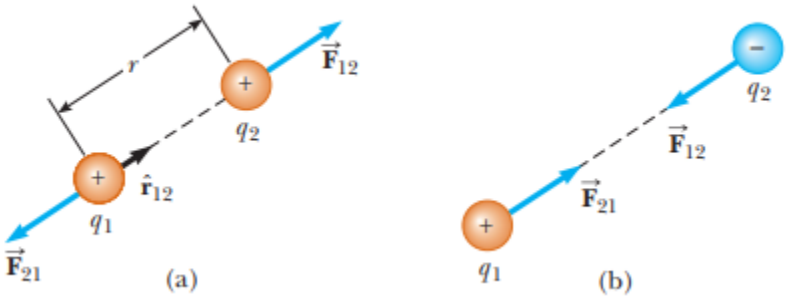
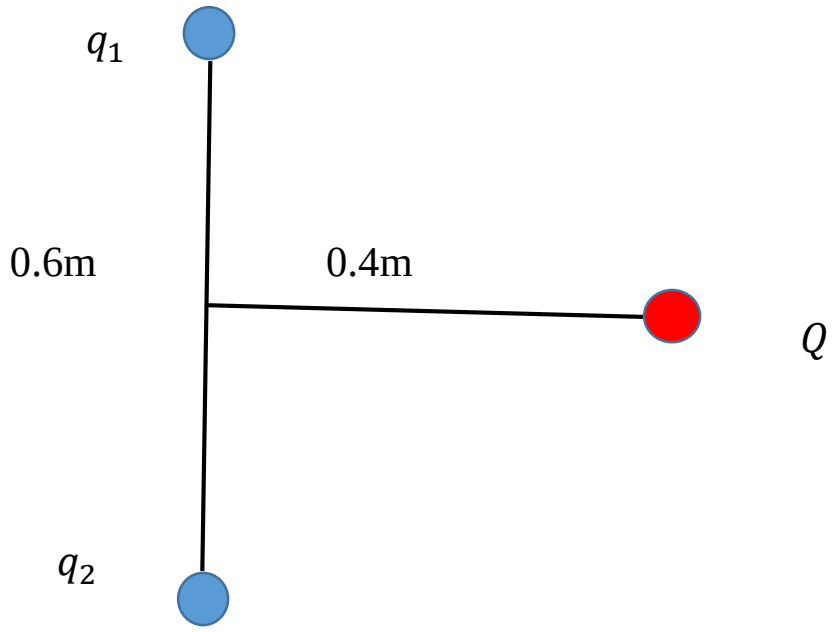
ان متجه القوة التي تؤثر بين أي شحنتين اكانت القوة تجاذب او تنافر يوضحه الشكل ادناه:



حيث ان الشكل a يمثل حالة التنافر، اما b فيمثل حالة التجاذب.

مثال: في الشكل شحنتان متماثلتان $q = 2\mu C$ تتفاعلان مع شحنة ثالثة $Q = 4\mu C$ اوجد محصلة القوى المؤثرة على Q.



الحل:

$$F_{Qq} = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{Qq} = 0.29N$$

لإيجاد البعد r بين الشحنتين الأولى والثانية والشحنة Q نستخدم قانون فيثاغورس:

$$r = \sqrt{0.3^2 + 0.4^2} = 0.5\,m$$

ان القوة الكهربائية التي تؤثر بها كلا الشحنتان على الشحنة Q تحلل الى مركبتين، لكن المركبات التي باتجاه y يلغين بعضهن فتبقى المركبة x للمجال فقط.

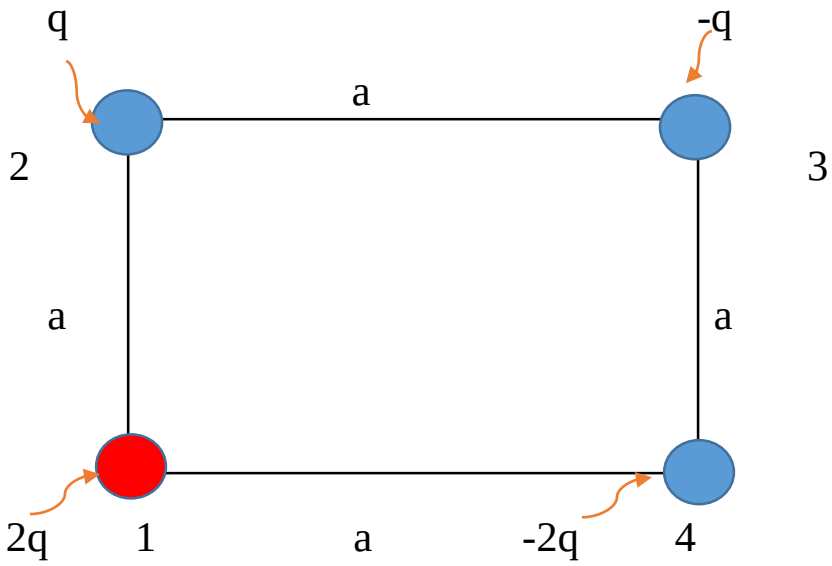
$$F_x = Fcos\theta$$

$$F_x = 0.29\frac{0.4}{0.5} = 0.23N$$

بما ان الشحنتين لهما نفس المقدار ويقعان على نفس البعد من الشحنة Q بالتالية فان مقدار القوة التي يؤثران بها على الشحنة Q سوف تكون متساوية، وعليه فان محصلة القوى المؤثرة على Q تعطى كالتالي:

$$\sum 0.23 + 0.23 = 0.46N$$

مثال: في الشكل جد محصلة القوة المؤثرة في الشحنة في أسفل بسار المربع، إذا علمت ان $q = 1\mu C$ و a=5 cm



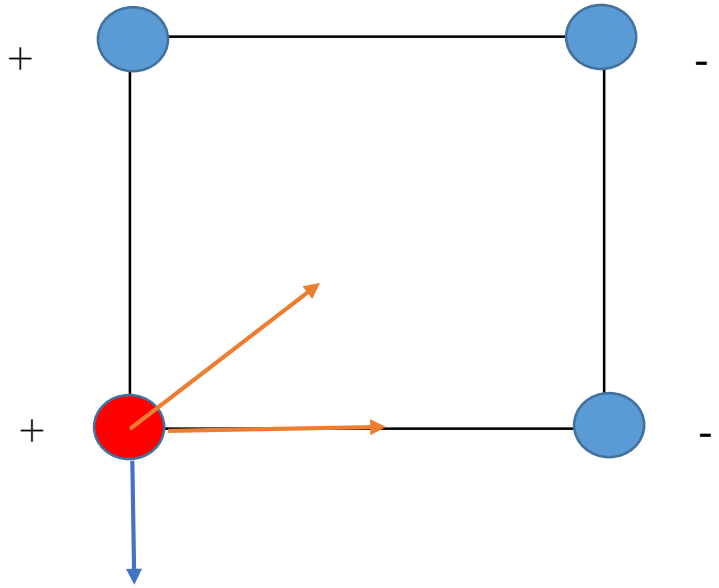
الحل:

$$F_{21} = K\frac{q_2 q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{1\mu \times 2\mu}{(5\times10^{-2})^2} 7.2N$$

$$F_{31} = K\frac{q_3 q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{1\mu \times 2\mu}{(7.07\times10^{-2})^2} = 3.6N$$

$$F_{41} = K\frac{q_4 q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{2\mu \times 2\mu}{(5\times10^{-2})^2} = 1.44N$$

ان القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الأولى هي قوة تنافر بينما القوتان 3 و4 يؤثران بقوة تجاذب على الشحنة الأولى. انظر الشكل ادناه:



$$F_x = F_{31}cos\theta + F_{41}$$

$$F_x = 2.88N$$

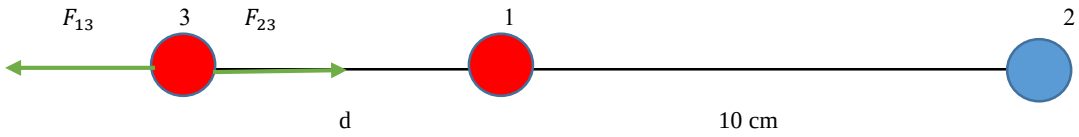
$$F_y = F_{31}\,sin\theta + F_{21}$$

$$F_y = -5.76N$$

$$F = \sqrt{{F_x}^2 + {F_y}^2} = 6.43N$$

مثال: شحنتان ثابتتان مقدارهما $q_1 = 1\mu C$ و $q_2 = 3\mu C$ حيث ان الشحنة الثانية سالبة وتفصلهما مسافة 10 cm اين يمكن وضع شحنة ثالثة بحيث تكون محصلة القوى الكهربائية المؤثرة عليها تساوي صفرا؟

الحل:



لقد وضعنا الشحنة الثالثة قرب الشحنة الأصغر.

$$F_{23} = F_{13}$$

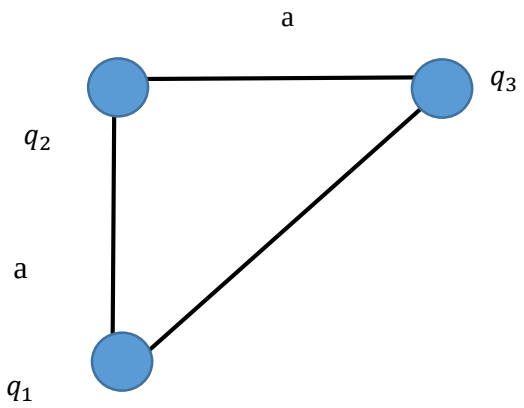
$$K\frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = K\frac{q_1 q_3}{r_{13}^2}$$

$$\frac{q_2}{r_{23}^2} = \frac{q_1}{r_{13}^2}$$

$$3d^2 = (d+10)^2$$

$$d = \frac{10}{0.73} = 13.69\ cm$$

واجب: اعتبر ان هناك ثلاث شحنات موضوعة على اركان مثلث قائم الزاوية كما في الشكل, اذا علمت ان $q_1 = q_3 = 5\mu C$ و $q_2 = 2\mu C$ والمسافة a= 0.1 m اوجد محصلة القوى المؤثرة على q_3.



المجال الكهربائي

المجال الكهربائي

المجال الكهربائي هو مفهوم فيزيائي يستخدم لوصف القوة التي تمارس على الشحنات الكهربائية في الفضاء المحيط. يمكن تعريفه بأنه المنطقة حول شحنة كهربائية أو مجموعة من الشحنات التي تؤثر فيها قوة كهربائية على شحنة اختبارية صغيرة موجبة توضع في هذه المنطقة. المجال الكهربائي هو كمية متجهة، مما يعني أنه يتميز بمقدار واتجاه.

كيفية تولد المجال الكهربائي:

المجالات الكهربائية تنشأ نتيجة لوجود شحنات كهربائية. حسب قانون كولوم، القوة بين شحنتين تتناسب طرديًا مع مقدار كل من الشحنتين وتتناسب عكسيًا مع مربع المسافة بينهما. يمكن وصف المجال الكهربائي بواسطة المعادلة:

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

يجب ملاحظة ان علاقة المجال الكهربائي هذه تطبق حين يكون لدينا شحنة نقطية واحدة.

حيث:

- $\boldsymbol{E}$ هو المجال الكهربائي.
- $\boldsymbol{F}$ هي القوة التي تؤثر على شحنة اختبارية.
- q هي شحنة الاختبار.

عند التعويض عن قيمة $\boldsymbol{F}$ نحصل على العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$$

إذا كانت الشحنة المولدة للمجال موجبة، فإن المجال الكهربائي ينطلق منها إلى الخارج. أما إذا كانت الشحنة سالبة، فإن المجال يتجه نحوها.

إذا كان لدينا أكثر من شحنة نقطية تؤثر على شحنة الاختبار فعندها نقوم بحساب المجال الناتج عن كل شحنة نقطية على حدا ثم نقوم بجمع المجالات الناتجة. كما يتضح في العلاقة التالية:

$$\boldsymbol{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_i \frac{q_i}{r_i^2}$$

ان عملية الجمع التي نرمز لها بالرمز سكما سوف تتحول الى تكامل حين يصبح عدد الشحنات لا نهائي.

تمثيل المجال الكهربائي:

يمكن تمثيل المجال الكهربائي باستخدام خطوط الحقل الكهربائي. هذه الخطوط تخرج من الشحنات الموجبة وتدخل إلى الشحنات السالبة. كثافة الخطوط تشير إلى شدة المجال؛ حيثما كانت الخطوط أكثر تقاربًا، يكون المجال الكهربائي أقوى. هناك بعض الخصائص المهمة لخطوط الحقل الكهربائي:

1. لا تتقاطع أبدًا.
2. تظهر الاتجاه الذي ستتحرك فيه شحنة موجبة إذا وضعت في المجال.