

القوة الكهربائية (F_e)

هي القوة التي تؤثر بها الشحنات الكهربائية على بعضها البعض .

أنواعها : (1) تجاذب . (بين الشحنات المختلفة نوعاً)

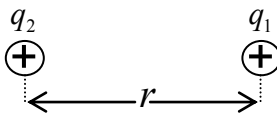
(2) تنافر . (بين الشحنات المتشابهة)

خصائصها : (1) مجالية . (تؤثر عن بُعد دون تماس)

(2) متبادلة . (كل من الشحنتين تؤثر على الأخرى)

(3) تجاذب وتنافر .

**** تحسب من قانون كولوم :**



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

يُعطى في الامتحان

r : البعد بين الشحنتين (بالمتر) .

$k_e = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$: ثابت كولوم حيث أن

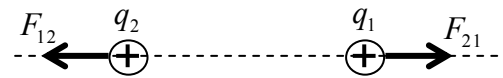
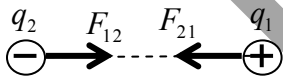
$|q_1|$: مقدار الشحنة الأولى $|q_2|$: مقدار الشحنة الثانية .

نص قانون كولوم :

مقدار القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين يتناسب طردياً مع ناتج ضرب الشحنتين وعكسياً مع مربع البعد بينهما

اتجاهها :

ينطبق على الخط الواصل بين الشحنتين أو امتداده كما في الشكل .



العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية :

(1) مقدار كل من الشحنتين . ($F \propto q_1 q_2$) [القوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين]

(2) البعد بين الشحنتين . ($F \propto \frac{1}{r^2}$) [القوة تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين الشحنتين]

(3) نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين .

ملاحظات :

(1) قانون كولوم ينطبق على الشحنات النقطية والكروية فقط .

(2) $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ [قوة الأولى على الثانية تساوي وتعاكس قوة الثانية على الأولى حسب نيوتن الثالث قانون الفعل ورد الفعل]

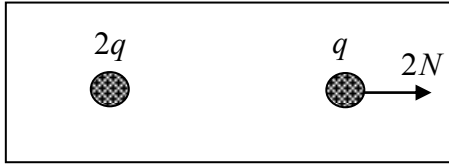
(3) ثابت كولوم (k_e) يعتمد على :

أ) الوسط الفاصل بين الشحنتين .

ب) وحدات القياس المستخدمة .

عن علي رضي الله عنه قال : رأيت رسول الله صلى الله عليه وسلم أخذ حريراً , فجعله في يمينه , وذهباً فجعله في شماله , ثم قال : (إن هذين حرام على ذكور أمتي) رواه أبو داود بإسناد حسن .

س1) معتمداً على البيانات في الشكل المجاور, أجب عما يلي :



1) ما نوع القوة بين الشحنتين .

2) إذا كانت الشحنة اليمنى موجبة ما نوع الشحنة اليسرى .

3) ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة اليسرى ولماذا ؟

الحل :

1) تنافر .

2) موجبة .

3) $2N$ غريباً , لأن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار معاكس له في الاتجاه (نيوتن الثالث) .

س2) أجب عما يلي :

1) ما هي العوامل التي يعتمد عليها ثابت كولوم .

2) قارن بين القوة الكهربائية وقوة الجاذبية بذكر بعض أوجه الشبه وبعض الاختلاف .

3) أرسم العلاقة البيانية بين القوة الكهربائية والبعد بين الشحنتين .

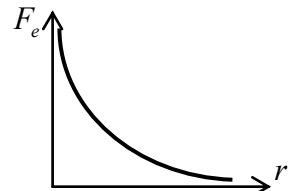
4) ما المقصود بعبارة " أثبت كولوم قانون التربيع العكسي للقوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية " .

الحل :

1) أ) الوسط الفاصل بين الشحنتين .
ب) وحدات القياس المستخدمة .

القوة الكهربائية	قوة الجاذبية
مجالية	مجالية
كبيرة	صغيرة جداً
تجاذب وتنافر	تجاذب فقط

3)



4) تعني أن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين تتناسب عكسياً مع مربع البعد بينهما .

س3) موصلان كرويان ومتماثلان وضعا في الهواء بحيث كانت المسافة بين مركزيهما $(0.3m)$ شحن أحدهما

بشحنة $(12 \times 10^{-9} C)$ وشحن الآخر بشحنة $(-18 \times 10^{-9} C)$:

1) احسب مقدار القوة الكهربائية التي يؤثر بها أحد الموصلين على الموصل الآخر وحدد نوعها .

2) على أي بعد بين الموصلين تصبح القوة الكهربائية بين الموصلين $(7.77 \times 10^{-6} N)$ ؟

الحل :

$$1) \text{ قوة تجاذب } F_e = k_c \frac{q_1 q_2}{r^2} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{12 \times 10^{-9} \times 18 \times 10^{-9}}{0.3^2} = 2.16 \times 10^{-5} N$$

$$2) r = \sqrt{\frac{k_c q_1 q_2}{F_e}} = \sqrt{\frac{8.99 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-9} \times 18 \times 10^{-9}}{7.77 \times 10^{-6}}} = 0.5m$$

عن حذيفة رضي الله عنه قال : نهانا النبي أن نشرب في أنية الذهب والفضة , وأن نأكل فيها , وعن لبس الحرير والديباج , وأن نجلس عليه . رواه البخاري .

س4) شحنتان نقطيتان لهما نفس المقدار ونفس النوع وضعتا في الهواء على بعد $(0.03m)$ من بعضهما فكانت القوة الكهربائية المتبادلة بينهما $(40 N)$:

1) ما نوع القوة بين الشحنتين .

2) قارن بين قوة الشحنة الأولى على الثانية وقوة الثانية على الأولى ؟ فسر إجابتك .

3) احسب مقدار كل من الشحنتين .

الحل :

1) قوة تنافر .

2) متساويتان مقداراً ومتعاكستان اتجاهاً حسب قانون نيوتن الثالث (لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه)

$$F_e = k_c \frac{q_1 q_2}{r^2} = k_c \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{r^2 F_e}{k_c}} = \sqrt{\frac{0.03^2 \times 40}{8.99 \times 10^9}} = 2 \times 10^{-6} C \quad (3)$$

حساب محصلة قوتين F_R (مبدأ التراكب)

- نحسب أولاً (F_1) و (F_2) ثم نحدد اتجاههما على الشكل .

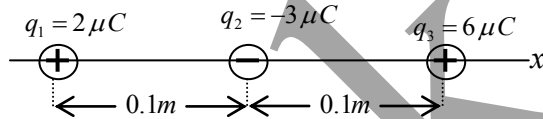
- $(F_R = F_1 + F_2)$ القوتان بنفس الاتجاه . (اتجاه F_R بنفس اتجاه F_1 و F_2)

- $(F_R = F_1 - F_2)$ القوتان متعاكستان . (اتجاه F_R بنفس اتجاه F الأكبر)

- $(F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2})$ القوتان متعامدتان . (اتجاه F_R يصنع زاوية θ مع محور (x) حيث $\theta = \tan^{-1}(\frac{F_y}{F_x})$)

س5) وضعت ثلاث شحنت نقطية في الهواء على المحور (x) كما في الشكل احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة (q_3) ؟

الحل :



$$F_{13} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{0.2^2} = 2.7 N \quad (+x)$$

$$F_{23} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{0.1^2} = 16.2 N \quad (-x)$$

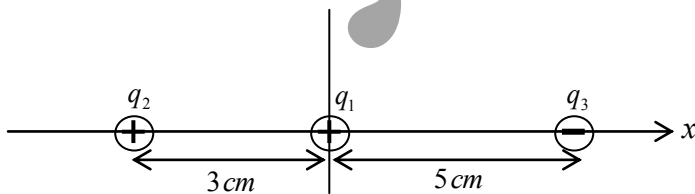
$$F_R = 16.2 - 2.7 = 13.5 N \quad (-x)$$

س6) ثلاث شحنت نقطية (q_3, q_2, q_1) تقع على المحور (x) عند المواضع $(x=0)$ و $(x=-3cm)$ و $(x=5cm)$

على الترتيب احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة الموضوعة عند نقطة الأصل (q_1) علماً بأن $(q_1 = 6 \mu C)$

و $(q_2 = 1.5 \mu C)$ و $(q_3 = -2 \mu C)$ ؟

الحل :



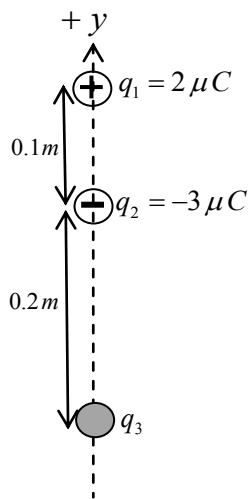
$$F_{21} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 1.5 \times 10^{-6}}{0.03^2} = 90 N \quad (+x)$$

$$F_{31} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{0.05^2} = 43.2 N \quad (+x)$$

$$F_R = 90 + 43.2 = 133.2 N \quad (+x)$$

س7) وضعت ثلاث شحنات نقطية على المحور (y) كما في الشكل إذا كانت محصلة القوة الكهربائية على الشحنة (q_1) تساوي ($4.2 N$) باتجاه ($-y$)، احسب مقدار الشحنة (q_3) وحدد نوعها ؟

الحل :



$$F_{21} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{0.1^2} = 5.4 N \quad (-y)$$

بما ان (F_R) أقل من (F_{21}) وب نفس اتجاهها فهذا يعني أن (F_{21}) أكبر وتعاكس (F_{31}) .

$$F_R = F_{21} - F_{31}$$

$$4.2 = 5.4 - F_{31}$$

$$F_{31} = 1.2 N \quad (+y)$$

$$F_{31} = K_c \times \frac{|q_3||q_1|}{r^2}$$

$$1.2 = 8.99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times q_3}{0.3^2}$$

$$q_3 = 6 \times 10^{-6} C \quad \text{موجبة}$$

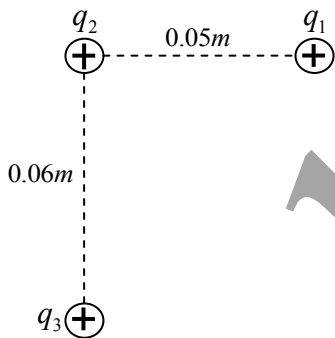
عن حذيفة رضى الله عنه قال: كان النبي إذا أخذ مضجعه من الليل وضع يده تحت خده، ثم يقول: "اللهم باسمك أموت وأحيا" وإذا استيقظ قال: "الحمد لله الذي أحيانا بعد ما أماتنا وإليه النشور". رواه البخاري

س8) وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث كما يظهر في الشكل إذا كانت ($q_1 = +5 nC$) و ($q_2 = +2 nC$) و ($q_3 = +8 nC$) فأجب عما يلي :

1) احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة (q_2) .

2) حدد اتجاه حركة الشحنة (q_2) بالنسبة لمحور (x) إذا سُمح لها بالحركة .

الحل :



$$F_{12} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{0.05^2} = 3.6 \times 10^{-5} N \quad (-x) \quad (1)$$

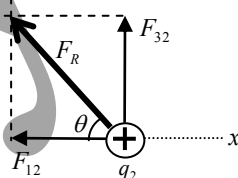
$$F_{32} = 8.99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9} \times 8 \times 10^{-9}}{0.06^2} = 4 \times 10^{-5} N \quad (+y)$$

$$F_R = \sqrt{(3.6 \times 10^{-5})^2 + (4 \times 10^{-5})^2} = 5.4 \times 10^{-5} N$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_{23}}{F_{21}} \right) \quad (2)$$

$$= \tan^{-1} \left(\frac{4 \times 10^{-5}}{3.6 \times 10^{-5}} \right)$$

$$\theta = 48^\circ$$



أي أن الشحنة تتحرك باتجاه يصنع زاوية (132°) مع محور (x) .

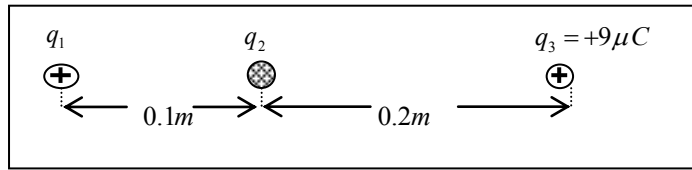
الشحنة المتزنة :

إذا كان في السؤال إحدى الشحنات متزنة، (q_1) مثلاً فهذا يعني أن :

* محصلة القوة عليها تساوي صفراً ($F_R = 0$) .

* ($F_{21} = F_{31}$) ومتعاكستان في الاتجاه .

س9) معتمداً على البيانات في الشكل المجاور احسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها إذا علمت أن الشحنة (q_1) متزنة .



الحل :

بما أن (q_1) متزنة فإن :

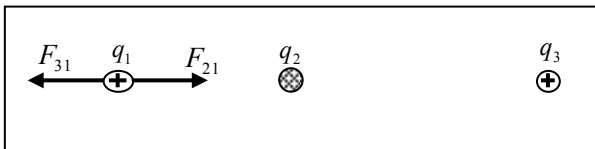
$$F_{21} = F_{31}$$

$$k_c \frac{q_2 q_1}{r_{12}^2} = k_c \frac{q_3 q_1}{r_{13}^2}$$

$$\frac{q_2}{r_{21}^2} = \frac{q_3}{r_{31}^2}$$

$$\frac{q_2}{0.1^2} = \frac{9 \times 10^{-6}}{0.3^2} \Rightarrow q_2 = 1 \times 10^{-6} C$$

2) سالبة . حتى تكون (F_{21}) عكس (F_{31}) كما في الشكل .



س10) كرتان صغيرتان من نخاع البيلسان وزن كل منهما ($0.05 N$) عُلفت كل من الكرتين بخيط خفيف طوله ($0.6m$) ثم ثبت طرفا الخيطين الحرين إلى النقطة نفسها وعند شحن الكرتين بشحنتين متماثلتين تنافرتا بحيث صارت الزاوية بين الخيطين (30°) احسب مقدار الشحنة على كل من الكرتين .

الحل :

قوة الجاذبية (F_g) والكهربائية (F_e) وشد الخيط (F_T) .

نحلل أولاً قوة الشد (F_T) إلى مركبتين متعامدتين كما في الشكل .

بما أن الكرة متزنة فإن : ($\sum \vec{F}_y = 0$)

$$F_T \sin 75^\circ = F_g$$

$$F_T = \frac{0.05}{\sin 75^\circ} = 0.052 N$$

$$(\sum \vec{F}_x = 0)$$

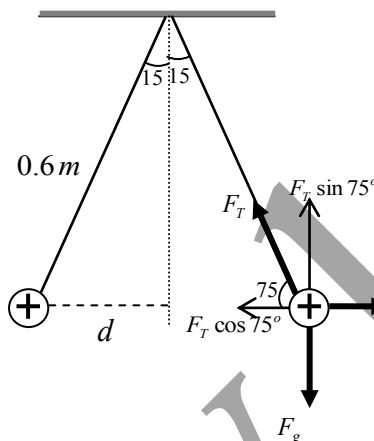
$$F_e = F_T \cos 75^\circ$$

$$= 0.052 \cos 75^\circ = 0.013 N$$

$$F_e = k_c \frac{q^2}{r^2}$$

$$0.013 = \frac{8.99 \times 10^9 \times q^2}{0.3^2}$$

$$q = 3.6 \times 10^{-7} C$$



حساب البعد بين الشحنتين

$$\sin 15^\circ = \frac{d}{0.6} \Rightarrow d = 0.15m$$

$$r = 2d = 2 \times 0.15 = 0.3m$$

س11) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) إذا تضاعف مقدار إحدى الشحنتين مرتين فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

أ) يتضاعف مرتين

ب) يتضاعف أربع مرات

د) يقل للربع

ج) يقل للنصف

$$F_2 \propto q_1 = 2F_1$$

(2) إذا تضاعف مقدار كل من الشحنتين بعامل (2) فبأي عامل تتغير القوة الكهربائية :

أ) 4

ب) $\frac{1}{4}$

ج) 2

د) $\frac{1}{2}$

$$F_2 \propto q_1 q_2 = 2 \times 2 = 4F_1$$

(3) إذا أصبح البعد بين الشحنتين ضعف ما كان عليه فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

أ) يتضاعف

ب) يتضاعف أربع مرات

ج) يقل للنصف

د) يقل للربع

$$F_2 \propto \frac{1}{r^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} F_1$$

(4) شحنتان نقطيتان موجبتان القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (1.6 N) إذا أنقص البعد بينهما إلى النصف فإن مقدار القوة المتبادلة بينهما تصبح :

أ) 0.4 N

ب) 3.2 N

ج) 0.8 N

د) 6.4 N

$$F_2 \propto \frac{1}{r^2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 4F_1 = 4 \times 1.6 = 6.4 N$$

(5) شحنتان نقطيتان القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (20 N) عندما كان البعد بينهما (3 cm) , إذا أصبح البعد بين الشحنتين (6 cm) فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما تصبح :

أ) 10 N

ب) 40 N

ج) 5 N

د) 80 N

$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_2}{20} = \left(\frac{3}{6}\right)^2 \Rightarrow F_2 = 5 N$$

(6) تباعدت شحنتان من مسافة (1 cm) إلى (3 cm) بأي عامل تتغير القوة الكهربائية بينهما :

أ) 3

ب) $\frac{1}{3}$

ج) 9

د) $\frac{1}{9}$

$$\text{العامل} = \left(\frac{F_2}{F_1}\right) = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

(7) شحنتان نقطيتان متجاورتان المسافة بينهما (r) والقوة الكهربائية المتبادلة بينهما (10 N) إذا أصبحت المسافة بين الشحنتين $\left(\frac{r}{4}\right)$ فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما تصبح :

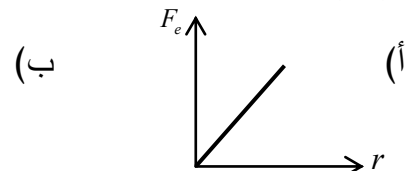
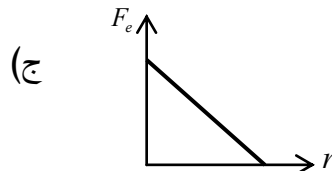
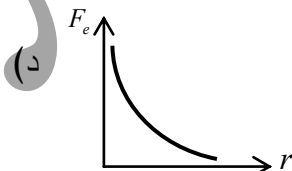
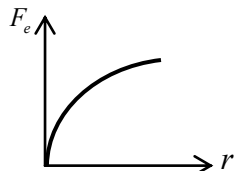
أ) 20 N

ب) 40 N

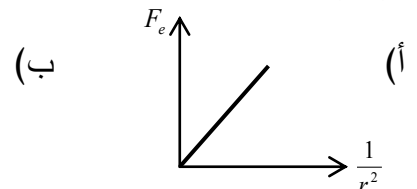
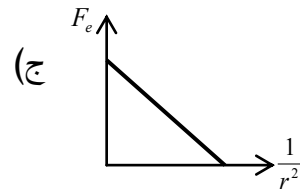
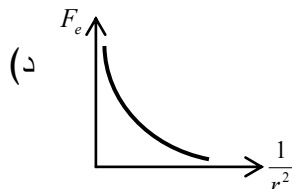
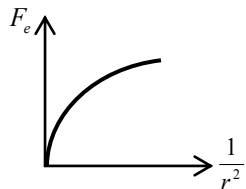
ج) 80 N

د) 160 N

(8) أي الرسوم البيانية التالية صحيحة فيما يخص القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين :

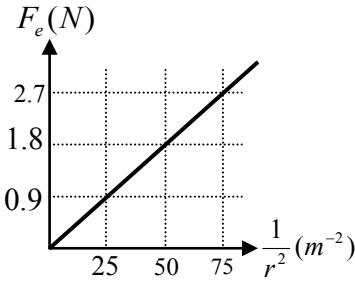


(9) أي الرسوم البيانية التالية صحيحة فيما يخص القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين :



الحل : (1) أ (2) أ (3) د (4) د (5) ج (6) د (7) د (8) ج (9) أ

س12) الشكل المجاور يمثل العلاقة البيانية بين القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين متساويتين ومقلوب مربع البعد بينهما , معتمداً على الشكل أجب عما يلي :



- (1) احسب ميل الخط البياني .
- (2) ماذا يمثل ميل الخط .
- (3) احسب مقدار كل من الشحنتين .
- (4) احسب مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين عندما يكون البعد بينهما (0.5 m) .

الحل :

$$(1) \text{ الميل} = \frac{(2.7 - 1.8)}{(75 - 50)} = 0.036$$

$$(2) \text{ الميل} = K_c q^2 \quad (\text{إذا كانت الشحنتان غير متساويتين فإن : } K_c q_1 q_2 = \text{الميل})$$

$$(3) K_c q^2 = 0.036$$

$$q^2 = \frac{0.036}{8.99 \times 10^9} = 4 \times 10^{-12}$$

$$q = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$\text{أو : } F_e = K_c q^2 \times \frac{1}{r^2}$$

$$0.9 = 8.99 \times 10^9 \times q^2 \times 25$$

$$q^2 = 4 \times 10^{-12}$$

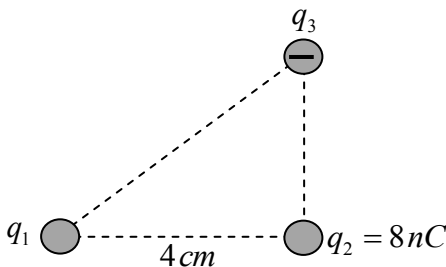
$$q = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$(4) F_e = \frac{K_c q^2}{r^2} = \frac{8.99 \times 10^9 \times (2 \times 10^{-6})^2}{0.5^2} = 0.144 \text{ N}$$

عن أبي سعيد الخدري رضى الله عنه أن جبريل أتى النبي ، فقال : يا محمد اشتكيت ؟ قال : " نعم " قال : بسم الله ارقيك ، من كل شيء يؤذيك ، ومن شر كل نفس أو عين حاسد ، الله يشفيك ، بسم الله أرقيك " ((رواه مسلم))

واجب

وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل إذا كانت القوة التي تؤثر بها الشحنة (q_2) على الشحنة (q_3) تساوي ($1 \times 10^{-4} \text{ N}$) وكانت محصلة القوة على الشحنة (q_2) تساوي ($1.35 \times 10^{-4} \text{ N}$) باتجاه شمال غرب :



(1) حدد نوع كل من الشحنتين (q_1) و (q_2) ؟

(2) احسب مقدار الشحنة (q_1) .

الإجابة :

$$(2) q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$$