الصف الثاني عشر متقدم الوحدة الثانية: المجالات الكهربائية وقانون جاوس

2.1 و 2.3

المجال الكهربائي E

هو محصلة القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة مقسومة على هذه الشحنة

كمية متجهة

الاتجاه ← N/C أو $Kg.m/s^2.C$ ← المقدار

وحدة القياس:

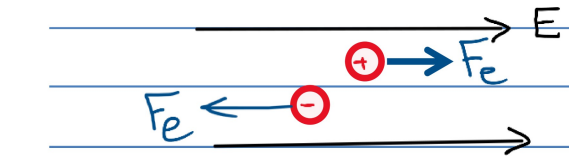
$$E = \frac{F}{q_o}$$

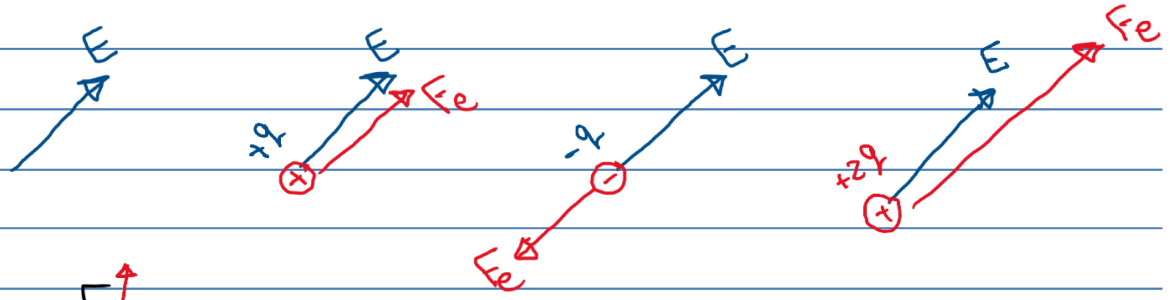
شحنة صغيرة ← موجبة ← لا تؤثر في E

لها شحنة الاختبار

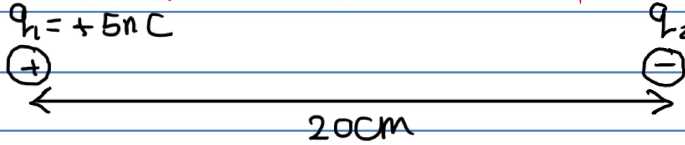
الشحنة المسببة للمجال

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





ثابت $E = \frac{F}{q}$



احسب المجال الكهربائي عند موقع الشحنة q_1

$$E_2 = \frac{Kq_2}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(3\times10^{-9})}{(0.20)^2} = 675\ N/C$$ للمين



احسب المجال الكهربائي عند موقع الشحنة q_2

$$E_1 = \frac{Kq_1}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(5\times10^{-9})}{(0.20)^2} = 1125\ N/C$$ للمين



احسب المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين



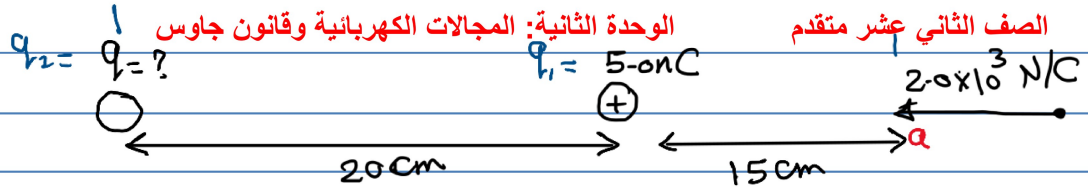
$$E_1 = \frac{(9\times10^9)(5\times10^{-9})}{(0.10)^2} = \quad N/C$$

$$E_2 = \frac{(9\times10^9)(3\times10^{-9})}{(0.10)^2} = N/C$$ للمين

$E_{net} = E_1 + E_2 =$ N/C

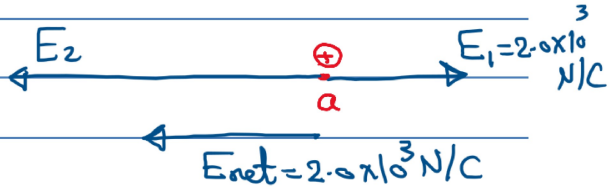
إذا وضعت شحنة $+q$ عند منتصف المسافة ماذا يطرأ على المجال الكهربائي عند هذه النقطة

لا يتأثر شحنة الاختبار لا تؤثر في المجال الكهربائي



اذا كان مقدار المجال الكهربائي عند a = 2.0×10^3 N/C للسيار ما مقدار ونوع الشحنة q_2 ؟ سالبة

$$E_1 = \frac{kq}{r_1^2} = \frac{(9\times10^9)(5\times10^{-9})}{0.15^2} = 2.0\times10^3 \text{ N/C}$$



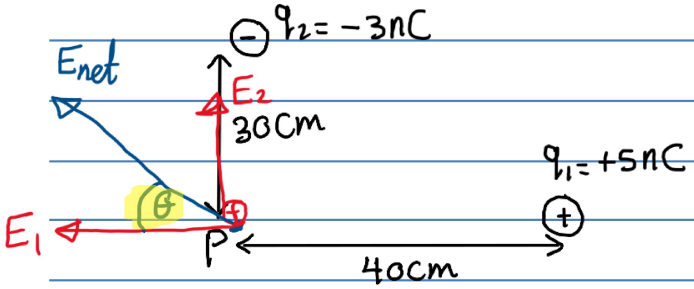
$$E_{net} = E_2 - E_1$$
$$E_2 = E_{net} + E_1 = 4.0\times10^3 \text{ N/C}$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} \qquad 4.0\times10^3 = \frac{(9\times10^9)\,q_2}{0.35^2}$$

$$q_2 = \frac{(4.0\times10^3)(0.35)^2}{(9\times10^9)} = -5.8\times10^{-8} \text{ C}$$

لان خط المجال يدخل باتجاه الشحنة

ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة P ؟



$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{(9\times10^9)(5\times10^{-9})}{(0.40)^2} = 281.25 \text{ N/C}$$

$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} = \frac{(9\times10^9)(3\times10^{-9})}{(0.30)^2} = 300 \text{ N/C}$$

المقدار $E_{net} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = 411 \text{ N/C}$ — الاتجاه $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{300}{281.25}\right) = 47^\circ$

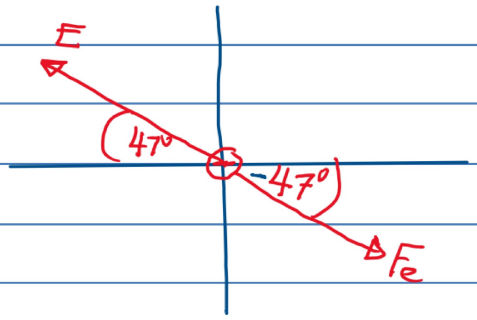
$180 - 47 = 133^\circ$ بالنسبة لـ 3

إذا وضعت شحنة $q_3 = -2nC$ عند النقطة P ما مقدار واتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة عليها؟

$$F = qE$$

$$F = (2\times10^{-9})(411) = 8.2\times10^{-7}N$$

يكون اتجاه القوة عكس اتجاه المجال ← شحنة سالبة

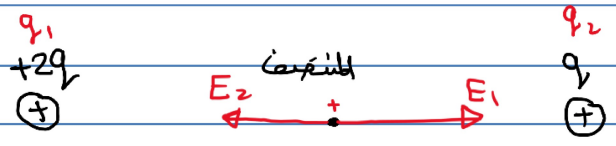


$\theta = -47°$

أو

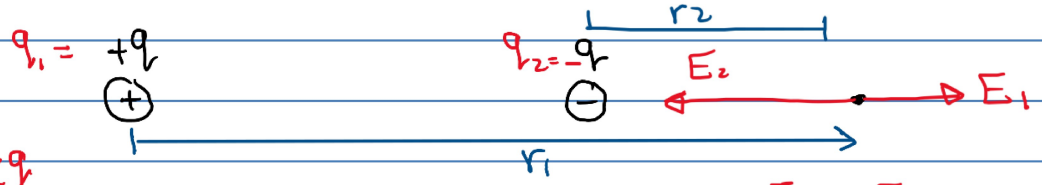
$\theta = 360 - 47 = 313°$

$E = \frac{kq}{r^2}$ ↑ نقص المسافة ↓



$E_1 > E_2$

E_{net} →



$E = \frac{kq}{r^2}$ ↓

$E_2 > E_1$

E_{net} ← السالب

الاتزان

- شحنتان نقطيتان
- شحنة معلقة في خيط

موضع الاتزان لشحنتين نقطيتين

- الشحنات من نفس النوع
  - يقع بين الشحنات
    - تقرب إلى الشحنة الأقل مقدارا (بدون إشارة)
- الشحنات مختلفة في النوع
  - يقع خارج الشحنات

$q_1 = +9nC$ $\quad q_2 = -1nC$

$r_2 = x$ $\quad q_3$

$12cm$

$r_1 = 12 + x$

حدد موضع الاتزان

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{\cancel{k}q_1}{r_1^2} = \frac{\cancel{k}q_2}{r_2^2}$$

$$\frac{\sqrt{q_1}}{r_{13}} = \frac{\sqrt{q_2}}{r_{23}}$$

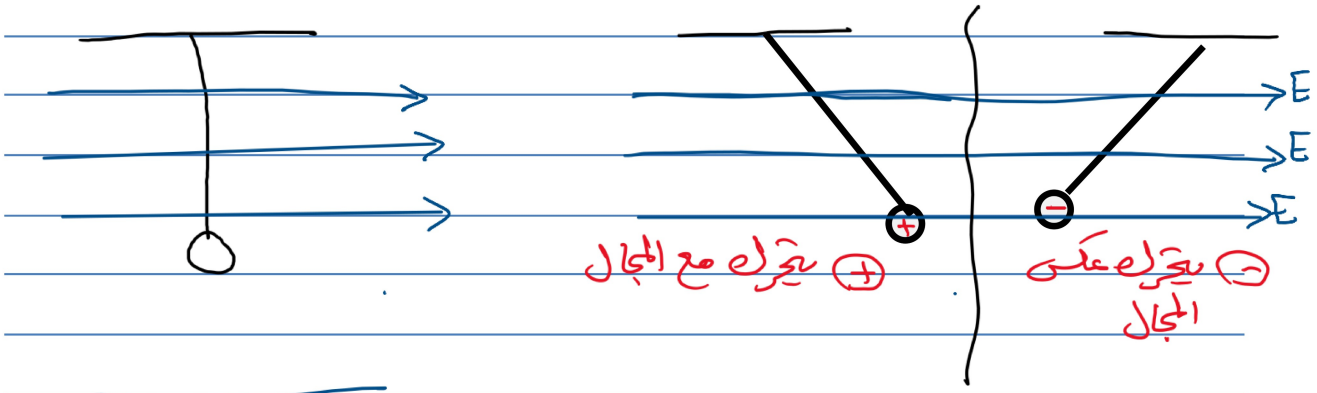
$$\frac{\sqrt{9}}{(12+x)} = \frac{\sqrt{1}}{x}$$

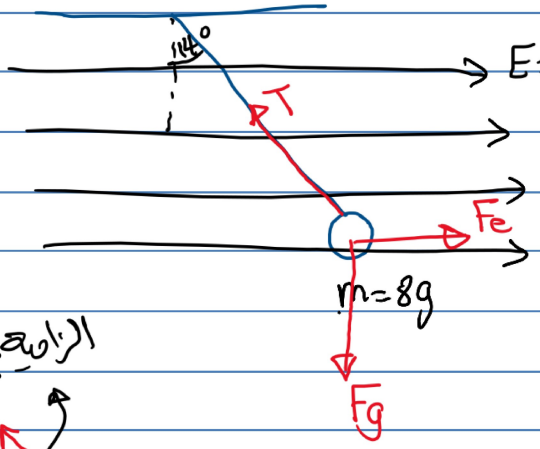
$$\frac{3}{(12+x)} = \frac{1}{x}$$

$3x = 12 + x$ $\quad x = 6\ cm$

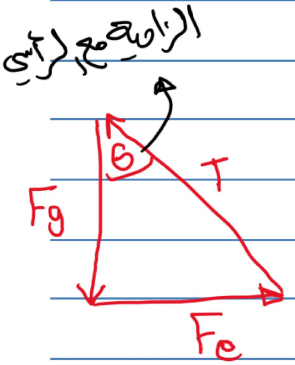
البعد عن q_2 : $6cm$

البعد عن q_1 : $18cm = 12+6$





ماهو نوع ومقدار شحنة الكرة
لـ + تحركت باتجاه المجال



$$\tan\theta = \frac{F_e}{F_g}$$

$$\tan\theta = \frac{qE}{mg}$$

$$\tan(14) = \frac{q \times 200}{0.008 \times 9.8}$$

$$q = \quad C$$

2.1 Definition of an Electric Field 2.1 تعريف المجال الكهربائي

2.3 Electric Field due to Point Charges 2.3 المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات النقطية

1	
What is the unit for the electric field?	ما هي وحدة قياس المجال الكهربائي؟

N/C	$J.C$	J/C	$V.m$

2		
The direction of the electric field is the direction of the._____		يكون اتجاه المجال الكهربائي باتجاه .....
	work done moving the test charge	الشغل المبذول على شحنة اختبار
	potential difference	الجهد الكهربائي
	force on the positive test charge	القوة على شحنة اختبار موجبة
	force on the negative test charge	القوة على شحنة اختبار سالبة

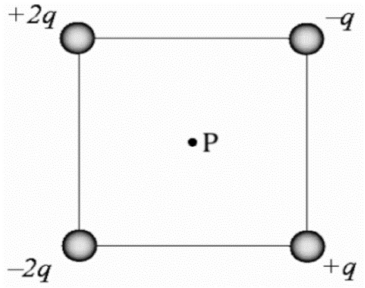
3	
A positive charge of 3.0×10^{-7} C in an electric field with a strength of 27 N/C towards the south. What is the magnitude of the force acting on the charge?	شحنة موجبة 3.0×10^{-7} C في مجال كهربائي شدته 27N/C باتجاه الجنوب . ما مقدار القوة المؤثرة على الشحنة ؟
$3.0 \times 10^{-7}N$	$1.2 \times 10^{6}N$
$8.1 \times 10^{-6}N$	$9.0 \times 10^{7}N$

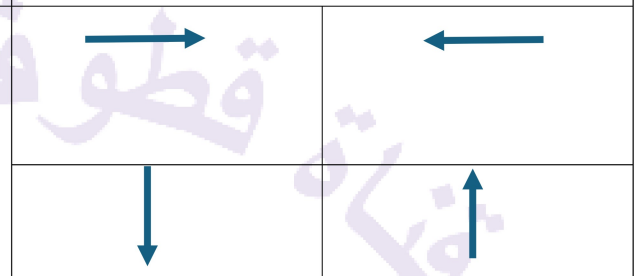
4	
A negative charge of 1.5×10^{-8} C is affected by a force of 0.030 N towards the right in an electric field. What is the magnitude and direction of the electric field?	شحنة سالبة 1.5×10^{-8} C تتاثر بقوة مقدارها 0.030N باتجاه اليمين في مجال كهربائي. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي؟
4.5×10^{-7} N/C to the right	4.5×10^{-7} N/C to the left
2.0×10^{6} N/C to the right	2.0×10^{6} N/C to the left

5

Four charges are located on the corners of a square as shown in the drawing. What is the direction of the net electric field at the point labeled P?

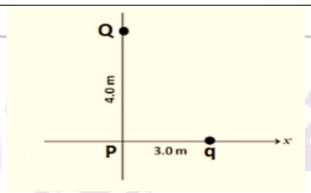
أربعة شحنات كهربائية موجودة على زوايا مربع كما بالشكل
ما اتجاه محصلة المجال الكهربائي عند النقطة P؟



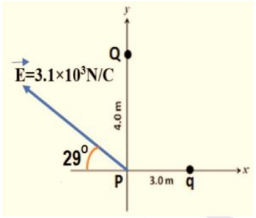


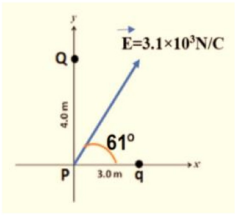
6

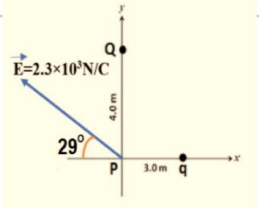
According to the figure if :
$Q = -2\mu C$, $q = +2\mu C$
What is the electric field at point P ?

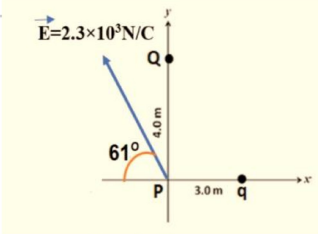


وفقاً للشكل : إذا كان :
$Q = -2\mu C$, $q = +2\mu C$
ما المجال الكهربائي عند النقطة P ؟



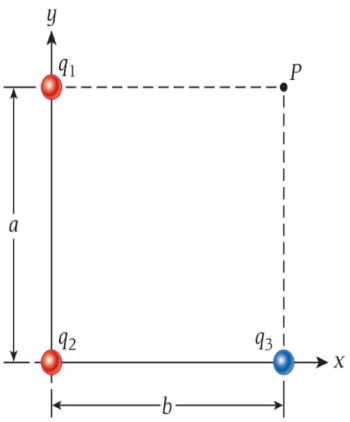




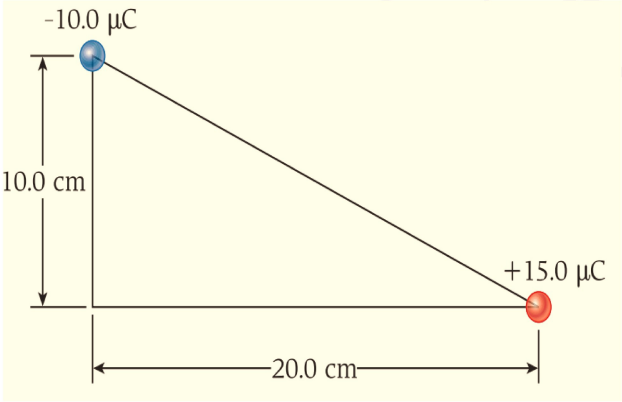


7	
Three -9mC point charges are located at (0,0), (3 m,3 m), and (3 m,-3 m). What is the magnitude of the electric field at (3 m,0)?	تقع ثلاث شحنات مقدار كلا منها $-9mC$ عند النقاط: $(0,0)\ ,(3m\ ,3m)\ ,(3m\ ,-3m)$ ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة $(3m\ ,0)$؟
$0.9x10^7$ N/C	$1.2x10^7$ N/C	$1.8x10^7$ N/C	$2.4x10^7$ N/C

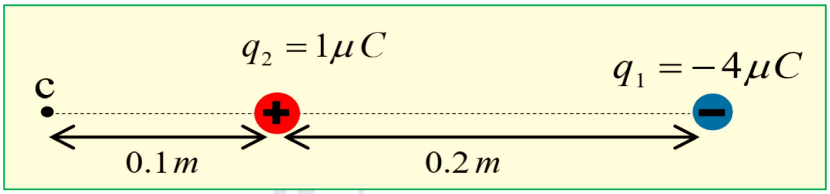
8	
three fixed point charges: $q_1 = +1.50\ \mu C$, $q_2 = +2.50\ \mu C$, and $q_3 = -3.50\ \mu C$. Charge q_1 is located at (0,a), q_2 is located at (0,0), and q_3 is located at (b,0), where a = 8.00 m and b = 6.00 m. What electric field, do these three charges produce at the point P = (b,a)?	ثلاث شحنات نقطية: $q_1 = +1.50\mu C\ , q_2 = +2.50\mu C\ , q_3 = -3.50\mu C$ الشحنة q_1 تقع عند (0,a) والشحنة q_2 تقع عند نقطة الأصل (0,0) والشحنة q_3 تقع عند (b,0). حيث : $a = 8.00m\ , b = 6.00\ m$ ما المجال الكهربائي الذي تنتجه الشحنات الثلاث عند النقطة P=(a,b) ؟



9	
Two point charges are placed at two of the corners of a triangle as shown in the figure. Find the magnitude and the direction of the electric field at the third corner of the triangle.	يتم وضع شحنتين نقطيتين على زاويتين من زوايا المثلث كما هو موضح في الشكل. أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند الزاوية الثالثة للمثلث .

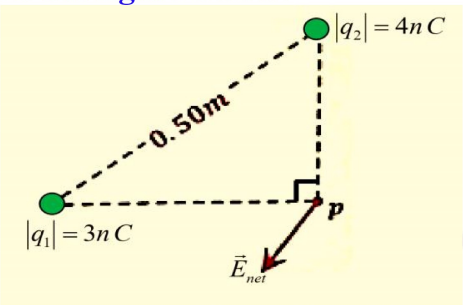


10	
Find the magnitude and direction of the electric field at point C ?	ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة C؟



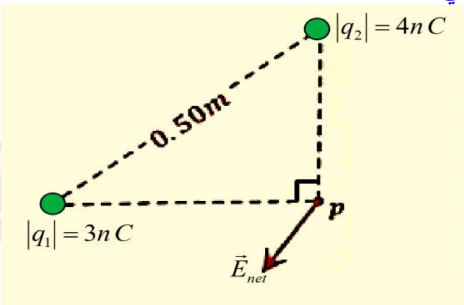
11

In the figure below:



- **What the sign of each charge :**
  - q_1 ... ...
  - q_2 ... ...
- **Find the electric field at the position of charge 2**

في الشكل أدناه:



ما إشارة كل شحنة ؟

.....q_1

..... q_2

أوجد المجال الكهربائي عند موضع الشحنة 2

12

A +5.00 C charge is located at the origin. A -3.00 C charge is placed at x = 1.00 m. At what finite distance(s) along the x-axis will the electric field be equal to zero?

وضعت شحنة 5.00 C+ عند نقطة الأصل و
وضعت الشحنة 3.00 C- عند x=1.00 m
عند أي مسافة (مسافات) محددة على طول محور x
سيكون المجال الكهربائي يساوي صفر؟

13	
Two point charges are placed on the (y) axis, the charge (+q) is at the origin (0, 0) and the other charge (-4q) is located at (y=+r). Where is the resultant electric field equal to zero?	وضعت شحنتان نقطيتان على المحور (y) الشحنة (+q) عند نقطة الأصل (0 , 0) والشحنة الأخرى (-4q) وتقع عند (y=+r) . أين تكون محصلة المجال الكهربائي تساوي صفر؟

قطوف فيزيائية

2.1 Definition of an Electric Field تعريف المجال الكهربائي 2.1

2.3 Electric Field due to Point Charges المجال الكهربائي الناتج عن الشحنات النقطية 2.3

1	
What is the unit for the electric field?	ما هي وحدة قياس المجال الكهربائي؟

N/C	J.C	J/C	V.m

$N/C = kg \cdot m/s^2 \cdot C = V/m$

2	
The direction of the electric field is the direction of the._____	يكون اتجاه المجال الكهربائي باتجاه .....

	work done moving the test charge	الشغل المبذول على شحنة اختبار
	potential difference	الجهد الكهربائي
	force on the positive test charge	القوة على شحنة اختبار موجبة
	force on the negative test charge	القوة على شحنة اختبار سالبة

3	
A positive charge of 3.0×10^{-7} C in an electric field with a strength of 27 N/C towards the south. What is the magnitude of the force acting on the charge?	شحنة موجبة 3.0×10^{-7} C في مجال كهربائي شدته 27N/C باتجاه الجنوب. ما مقدار القوة المؤثرة على الشحنة ؟

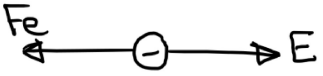
3.0×10^{-7}N	1.2×10^{6}N
8.1×10^{-6}N	9.0×10^{7}N

$F = qE$ $F = (3.0 \times 10^{-7})(27) = 8.1 \times 10^{-6}$ N باتجاه الجنوب

4	
A negative charge of 1.5×10^{-8} C is affected by a force of 0.030 N towards the right in an electric field. What is the magnitude and direction of the electric field?	شحنة سالبة 1.5×10^{-8} C تتاثر بقوة مقدارها 0.030N باتجاه اليمين في مجال كهربائي. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي؟

4.5×10^{-7} N/C to the right	4.5×10^{-7} N/C to the left
2.0×10^{6} N/C to the right	2.0×10^{6} N/C to the left

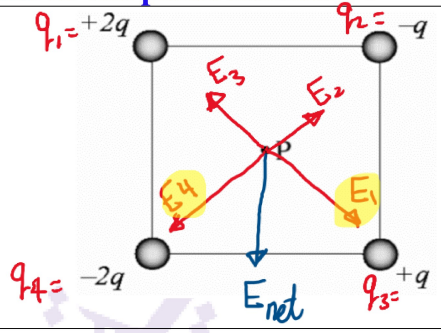
$E = \frac{F}{q}$ $E = \frac{0.030}{1.5 \times 10^{-8}} = 2 \times 10^{6}$ N/C للسار

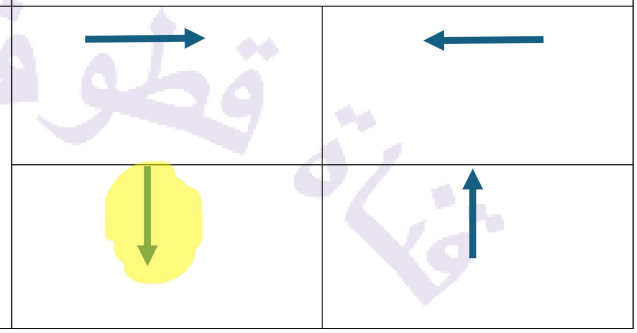


5

Four charges are located on the corners of a square as shown in the drawing. What is the direction of the net electric field at the point labeled P?

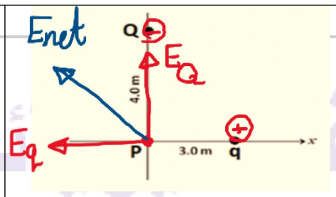
أربعة شحنات كهربائية موجودة على زوايا مربع كما بالشكل
ما اتجاه محصلة المجال الكهربائي عند النقطة P؟



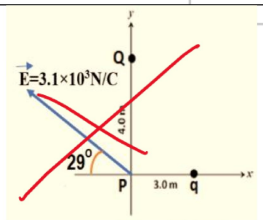


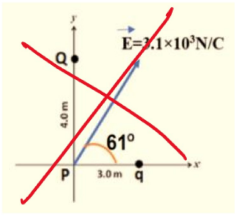
6

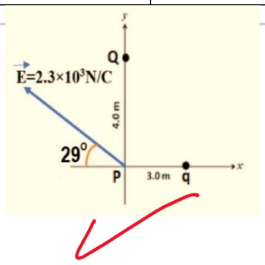
According to the figure if :
$Q = -2\mu C$, $q = +2\mu C$
What is the electric field at point P ?

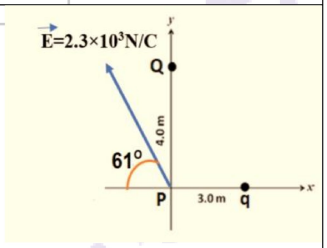


وفقاً للشكل : إذا كان :
$Q = -2\mu C$, $q = +2\mu C$
ما المجال الكهربائي عند النقطة P ؟









$E_Q = \frac{kQ}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(2\times10^{-6})}{(4.0)^2} = 1125\ N/C$

$E_q = \frac{kq}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(2\times10^{-6})}{(3.0)^2} = 2000\ N/C$

$E_{net} = \sqrt{1125^2 + 2000^2} = 2.3\times10^3\ N/C$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1125}{2000}\right) = 29.4^\circ$

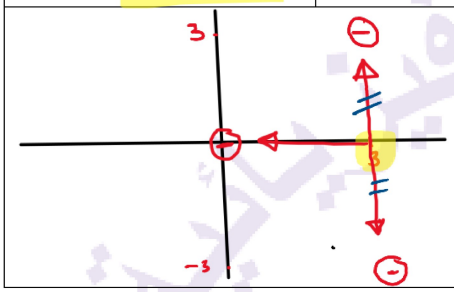
7

$q = -9 \times 10^{-3}\,C$

Three -9mC point charges are located at (0,0), (3 m,3 m), and (3 m,-3 m). What is the magnitude of the electric field at (3 m,0)?

تقع ثلاث شحنات مقدار كلا منها $-9mC$ عند النقاط:
$(0,0)\ ,(3m,3m)\ ,(3m,-3m)$
ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة $(3m,0)$؟

0.9×10^7 N/C	1.2×10^7 N/C	1.8×10^7 N/C	2.4×10^7 N/C



$E_y = 0$

$E_x = \dfrac{kq}{r^2}$ للسيار $-\hat{x}$

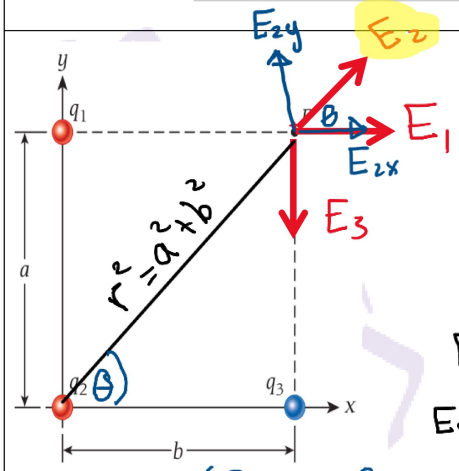
$E = \dfrac{(9\times10^9)(9\times10^{-3})}{3^2} = 9\times10^6\ N/C$

$= 0.9\times10^7\ N/C$

8

three fixed point charges: $q_1 = +1.50\ \mu C$, $q_2 = +2.50\ \mu C$, and $q_3 = -3.50\ \mu C$. Charge q_1 is located at (0,a), q_2 is located at (0,0), and q_3 is located at (b,0), where a = 8.00 m and b = 6.00 m.
What electric field, do these three charges produce at the point P = (b,a)?

ثلاث شحنات نقطية:
$q_1 = +1.50\mu C\ , q_2 = +2.50\mu C\ , q_3 = -3.50\mu C$
الشحنة q_1 تقع عند $(0,a)$ والشحنة q_2 تقع عند نقطة الأصل $(0,0)$ والشحنة q_3 تقع عند $(b,0)$.
حيث : $a = 8.00m\ , b = 6.00\ m$
ما المجال الكهربائي الذي تنتجه الشحنات الثلاث عند النقطة $P=(a,b)$ ؟



$E_1 = \dfrac{kq_1}{r_1^2} = \dfrac{(9\times10^9)(1.50\times10^{-6})}{6^2} = 375\ N/C$

$E_2 = \dfrac{kq_2}{r_2^2} = \dfrac{(9\times10^9)(2.50\times10^{-6})}{6^2+8^2} = 225\ N/C$

$E_3 = \dfrac{kq_3}{r_3^2} = \dfrac{(9\times10^9)(3.50\times10^{-6})}{8^2} = 492\ N/C$

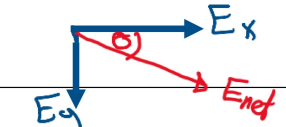
$E_x = E_1 + E_2\cos\theta = 375 + 225\cos(53) = 510\ N/C$

$E_y = E_2\sin\theta - E_3 = 225\sin(53) - 492 = -312\ N/C$

$E_{net} = \sqrt{510^2 + 312^2} = 598\ N/C$

$\theta = \tan^{-1}\left(\dfrac{8}{6}\right) = 53^\circ$

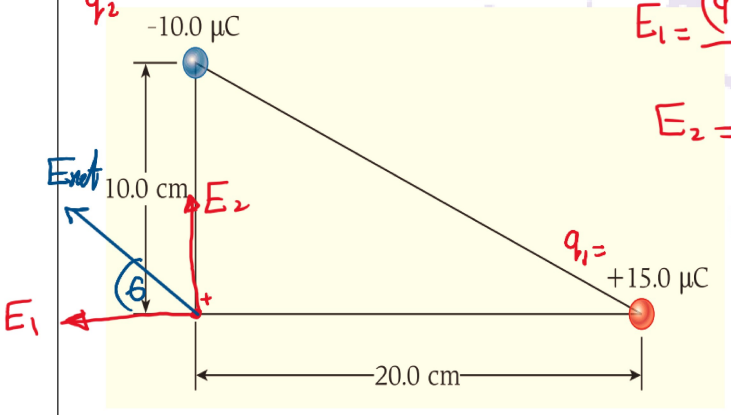
$\theta = \tan^{-1}\left(\dfrac{y}{x}\right) = \tan^{-1}\left(\dfrac{312}{510}\right) = -31.5^\circ$ or $360-31.5$



9

Two point charges are placed at two of the corners of a triangle as shown in the figure. Find the magnitude and the direction of the electric field at the third corner of the triangle.

يتم وضع شحنتين نقطيتين على زاويتين من زوايا المثلث كما هو موضح في الشكل.
أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند الزاوية الثالثة للمثلث .



$$E_1 = \frac{(9\times10^9)(15\times10^{-6})}{0.20^2} = 3.375\times10^6\ N/C$$

$$E_2 = \frac{(9\times10^9)(10\times10^{-6})}{(0.10)^2} = 9\times10^6\ N/C$$

$$E_{net} = \sqrt{E_1^2+E_2^2} = 9.61\times10^6\ N/C$$

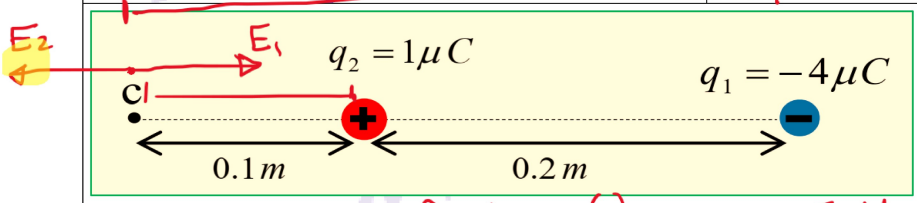
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{9\times10^6}{3.375\times10^6}\right) = 69.4^\circ$$

$$\hookrightarrow 180 - 69.4 = 110.6^\circ$$

10

Find the magnitude and direction of the electric field at point C ?

ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند النقطة C؟



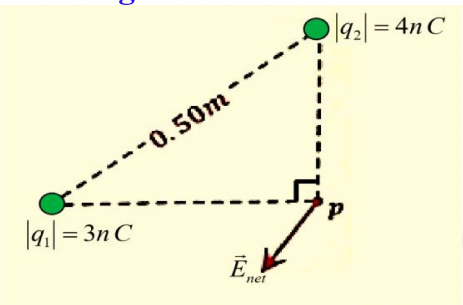
$$E_1 = \frac{(9\times10^9)(4\times10^{-6})}{0.3^2} = 4\times10^5\ N/C$$

$$E_2 = \frac{(9\times10^9)(1\times10^{-6})}{0.1^2} = 9\times10^5\ N/C$$

$$E_{net} = E_2 - E_1 = 9\times10^5 - 4\times10^5 = 5\times10^5\ N/C$$ ، للسيا

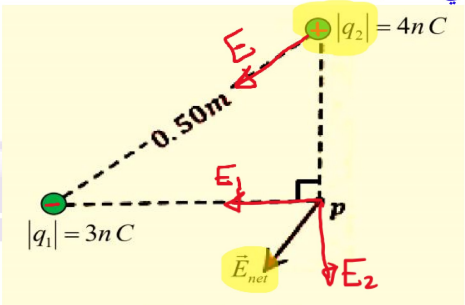
11

In the figure below:



- **What the sign of each charge :**
  - q_1 ... ...
  - q_2 ... ...
- **Find the electric field at the position of charge 2**

في الشكل أدناه:



ما إشارة كل شحنة ؟

q_1 ..... سالبة

q_2 ..... موجبة

أوجد المجال الكهربائي عند موضع الشحنة 2

$$E_1 = \frac{kq_1}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(3\times10^{-9})}{0.50^2}$$

$$E_1 = 108\ N/C$$

12

A +5.00 C charge is located at the origin. A -3.00 C charge is placed at x = 1.00 m. At what finite distance(s) along the x-axis will the electric field be equal to zero?

وضعت شحنة +5.00 C عند نقطة الأصل و
وضعت الشحنة -3.00 C عند x=1.00 m
عند أي مسافة (مسافات) محددة على طول محور x
سيكون المجال الكهربائي يساوي صفر؟



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kq_1}{r_{13}^2} = \frac{kq_2}{r_{23}^2}$$

$$\frac{\sqrt{q_1}}{r_{13}} = \frac{\sqrt{q_2}}{r_{23}}$$

$$\frac{\sqrt{5}}{(x_3-0)} = \frac{\sqrt{3}}{(x_3-1)}$$

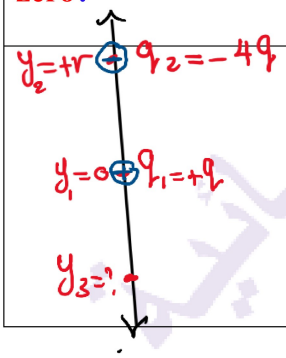
$$\sqrt{5}(x-1) = \sqrt{3}\,x$$

$$\sqrt{5}x - \sqrt{5} = \sqrt{3}\,x$$

$$\frac{(\sqrt{5}-\sqrt{3})}{\sqrt{5}-\sqrt{3}}x = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}-\sqrt{3}}$$

$$x = 4.44m$$

13	
Two point charges are placed on the (y) axis, the charge (+q) is at the origin (0, 0) and the other charge (-4q) is located at (y=+r). Where is the resultant electric field equal to zero?	وضعت شحنتان نقطيتان على المحور (y) الشحنة (+q) عند نقطة الأصل (0 , 0) والشحنة الأخرى (-4q) وتقع عند (y=+r) . أين تكون محصلة المجال الكهربائي تساوي صفر؟



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{\sqrt{q_1}}{r_{13}} = \frac{\sqrt{q_2}}{r_{23}}$$

$$\frac{\sqrt{1}}{(0-y)} = \frac{\sqrt{4}}{(r-y)}$$

$$\frac{1}{-y} = \frac{2}{r-y}$$

$$-2y = r-y$$

$$-y = r$$

$$y = -r$$

قطوف فيزيائية