

المجال الكهربائي

منطقة في الفضاء تحيط بجسم مشحون تظهر فيها آثار القوة الكهربائية .

شدة المجال الكهربائي (E) :

هي القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار .

– شدة المجال ($\vec{E}$) : كمية متجهة لها مقدار واتجاه .

– وحدة (E) : (N/C)

المجال الناشئ عن الشحنة النقطية



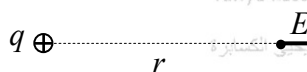
$$E = k_c \frac{|q|}{r^2}$$

يُعطى في الامتحان

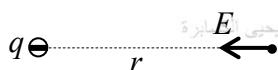
$|q|$: مقدار الشحنة المولدة للمجال ($E \propto q$) .

r : بعد النقطة عن الشحنة . ($E \propto \frac{1}{r^2}$)

اتجاه شدة المجال عند نقطة :



* إذا كانت (q) موجبة يكون اتجاه (E) من النقطة بعيداً عن الشحنة .



* إذا كانت (q) سالبة يكون اتجاه (E) من النقطة باتجاه الشحنة .

*** ملاحظة : الشحنة لا تؤثر على نفسها بمجال وإنما تؤثر على المنطقة المحيطة بها .

س(1) في الشكل المجاور إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) تساوي ($72 N/C$) فأجب عما يلي :

(1) احسب بعد النقطة (a) عن الشحنة .

(2) كم يبلغ مقدار شدة المجال عن نقطة تقع في المالا نهاية ؟

الحل : $q = -2nC$

$$E = k_c \frac{q}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{k_c q}{E}} = \sqrt{\frac{8.99 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-9}}{72}} = 0.5m$$

(2) صفر .

س(2) في الشكل المجاور إذا كان بعد النقطة (b) عن الشحنة (q) مثلي بعد النقطة (a) فأوجد النسبة بين شدة

المجال عند (a) وشدة المجال عند النقطة (b) ؟



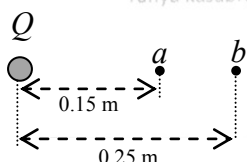
الحل :

$$\frac{E_a}{E_b} = \left(\frac{r_b}{r_a}\right)^2 = \left(\frac{2r}{r}\right)^2 = \frac{4}{1}$$

س(3) النقطتان (a و b) تقعان في المجال الكهربائي للشحنة النقطية (Q) كما في الشكل المجاور إذا كانت شدة

المجال الكهربائي عند النقطة (b) تساوي ($900 N/C$) فأحسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) ؟

الحل :



$$\frac{E_a}{E_b} = \left(\frac{r_b}{r_a}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_a}{900} = \left(\frac{0.25}{0.15}\right)^2 \Rightarrow E_a = 2500 N/C$$

س(4) معتمداً على البيانات في الشكل احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (c) ؟

الحل :



نقطة التعادل

هي النقطة التي تكون فيها شدة المجال الكهربائي صفر .
أو هي النقطة التي لو وضعت فيها شحنة كهربائية تكون متزنة (محصلة القوة عليها تساوي صفراً) .
كيف نحدد موضع نقطة التعادل :

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



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



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

ملاحظات :
- إذا كانت الشحنتان متساويتان ومن نفس النوع تكون النقطة في منتصف البعد بينهما .
- إذا كانت الشحنتان متساويتين ومختلفتين نوعاً لا يوجد نقطة إنعدام مجال .

س(5) في الشكل المجاور إذا كانت $(q_1 = -3 \times 10^{-9} \text{ C})$ وكانت محصلة شدة المجالات الكهربائية عند النقطة (P) تساوي صفراً :



الحل :

(1) موجبة , لأن نقطة التعادل خارج الشحنتين .

(2) عند (P) تكون :

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k_c \frac{|q_1|}{r_1^2} = k_c \frac{|q_2|}{r_2^2}$$

$$\frac{3 \times 10^{-9}}{0.2^2} = \frac{|q_2|}{0.5^2} \Rightarrow |q_2| = 1.875 \times 10^{-8} \text{ C}$$

عن عائشة رضي الله عنها قالت : قال رسول الله صَلَّى الله عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : « الَّذِي يَقْرَأُ الْقُرْآنَ وَهُوَ مَاهِرٌ بِهِ مَعَ السَّفَرَةِ الْكِرَامِ الْبَرَّةِ ، وَالَّذِي يَقْرَأُ الْقُرْآنَ وَيَتَتَعْتَعُ فِيهِ وَهُوَ عَلَيْهِ شَاقٌّ لَهُ أَجْرَانِ » متفقٌ عليه .

س(6) معتمداً على الشكل أوجد بُعد النقطة (p) عن الشحنة (q_1) والتي لو وضعت فيها شحنة نقطية ثالثة تكون

محصلة القوة المؤثرة عليها تساوي صفراً ؟

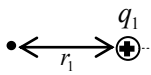
$$q_1 = +9 \mu C$$

$$q_2 = -49 \mu C$$

الحل : $E_1 = E_2$

$$0.4m$$

المطلوب نقطة التعادل والتي تكون خارج الشحنتين وأقرب لـ (q_1) لأنها الأصغر مقداراً . (لا ننظر لإشارة الشحنة) .



$$0.4$$

(نختصر k_c ونعوض)

(نأخذ جذر الطرفين)

(ضرب تبادلي)

(ننقل $3r_1$)

$$7r_1 = 1.2 + 3r_1$$

$$4r_1 = 1.2 \Rightarrow r_1 = 0.3 m$$

س(7) الشكل المجاور يوضح شحنتان نقطيتان متجاورتان , اعتماداً على الشكل احسب بعد نقطة التعادل عن

الشحنة (q_2) .

$$q_1 = q$$

$$q_2 = 4q$$

$$1m$$

الحل :

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

$$\frac{q}{(1-r_2)^2} = \frac{4q}{r_2^2}$$

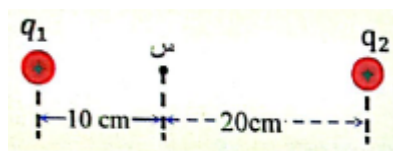
$$\frac{1}{(1-r_2)^2} = \frac{4}{r_2^2}$$

$$\frac{1}{1-r_2} = \frac{2}{r_2} \Rightarrow r_2 = 2 - 2r_2 \Rightarrow r_2 = 0.67 m$$

عَنْ النَّوَّاسِ بْنِ سَمْعَانَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ : «يُوتَى يَوْمَ الْقِيَامَةِ بِالْقُرْآنِ وَأَهْلُهُ الَّذِينَ كَانُوا يَعْمَلُونَ بِهِ فِي الدُّنْيَا تَقَدَّمَهُ سُورَةُ الْبَقَرَةِ وَآلُ عِمْرَانَ ، تَحَاجَّانِ عَنْ صَاحِبَيْهِمَا » رواه مسلم .

س(8) في الشكل المجاور شحنتان نقطيتان تبعدان عن بعضهما مسافة (30 cm) فإذا كان تأثير المجال الكهربائي

منعدماً عند النقطة (س) , احسب النسبة بين كميتي الشحنتين ($\frac{q_2}{q_1}$) .



$$E_1 = E_2$$

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

$$K_c \frac{q_1}{10^2} = K_c \frac{q_2}{20^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{20^2}{10^2} = \frac{4}{1}$$

س(9) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

(1) في الشكل المجاور أي نقطة من الممكن أن ينعقد فيها المجال الكهربائي .



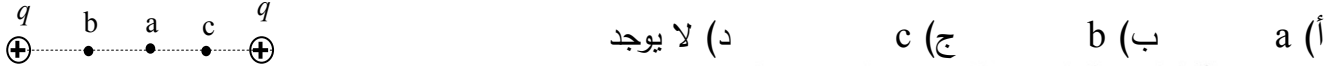
(أ) a (ب) b (ج) c (د) d

(2) في الشكل المجاور أي نقطة من الممكن أن ينعقد فيها المجال الكهربائي .

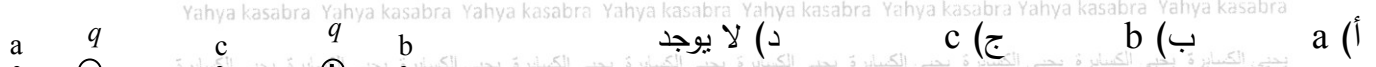


(أ) a (ب) b (ج) c (د) d

(3) في الشكل المجاور أي نقطة من الممكن أن ينعدم فيها المجال الكهربائي .



(4) في الشكل المجاور أي نقطة من الممكن أن ينعدم فيها المجال الكهربائي .



الحل :

- (1) د (2) ج (3) أ (4) د

خطوط المجال الكهربائي

خط المجال الكهربائي :

هو خط وهمي يمثل مسار حركة شحنة اختبار عند وضعها حرة في المجال الكهربائي .

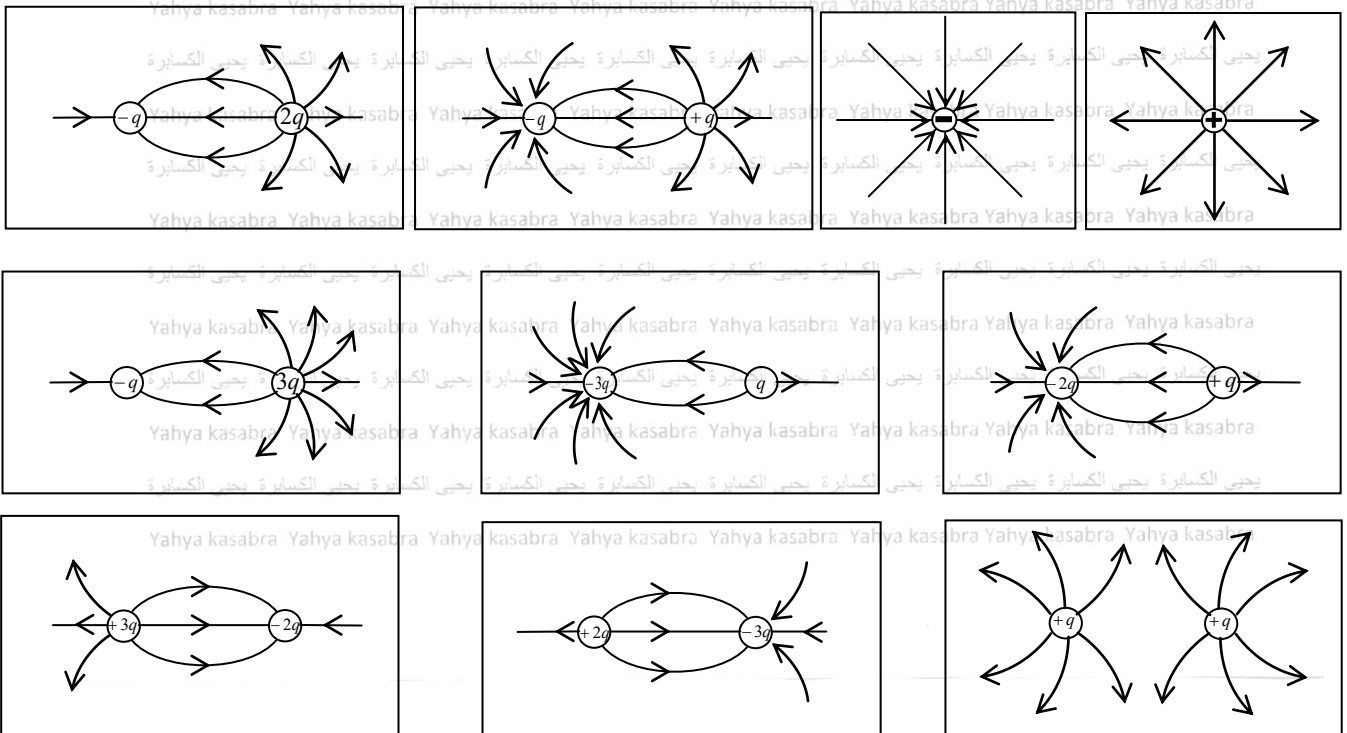
ما أهمية خطوط المجال :

تعطي تصوراً أسهل لمحصلة شدة المجال عند كل نقطة .

خواص خطوط المجال :

- (1) لا تتقاطع . علل ؟ لأنه لو تقاطع خطان لكان لشدة المجال في نقطة التقاطع أكثر من اتجاه وهذا لا يمكن
- (2) تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي عند الشحنة السالبة . (إذا لم يكن هناك شحنة سالبة تنتهي في المالانهاية)
- (3) عدد خطوط المجال التي تجتاز عمودياً وحدة المساحة تمثل شدة المجال عند تلك النقطة .
- (4) اتجاه ($\vec{E}$) عند أي نقطة يكون مماساً لخط المجال المار بتلك النقطة .
- (5) عدد الخطوط الخارجة من الشحنة الموجبة أو الواصلة إلى السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة .

أمثلة على خطوط المجال الكهربائي



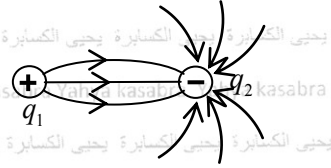
عن عمر بن الخطاب رضي الله عنه أنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : « إِنَّ اللَّهَ يَرْفَعُ بِهَذَا الْكِتَابِ أَقْوَامًا وَيَضَعُ بِهِ آخَرِينَ » رواه مسلم .

س(10) وضعت الشحنتان النقطيتان ($q_1 = 1.4 \times 10^{-6} C$, $q_2 = -4.2 \times 10^{-6} C$) متجاورتين في الهواء كما في الشكل المجاور , ارسم خطوط المجال الكهربائي على الشكل نفسه .

⊕
 q_1

⊖
 q_2

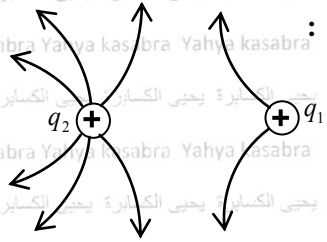
الحل : نحسب أولاً النسبة : $\left(\frac{q_2}{q_1} = \frac{4.2 \times 10^{-6}}{1.4 \times 10^{-6}} = \frac{3}{1}\right)$



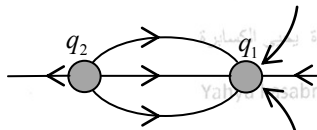
س(11) أرسم على الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي للشحنتين علماً بأن ($q_2 = 3q_1$) ؟

⊕
 q_2

⊕
 q_1



س(12) اعتماداً على الشكل التخطيطي المجاور أكمل الجدول التالي بما يناسب :

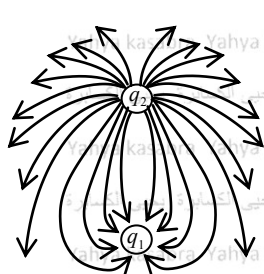
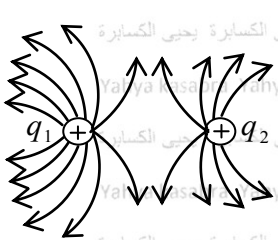


q_2	q_1	
		نوع الشحنة
		مقدار الشحنة

q_2	q_1	
موجبة	سالبة	نوع الشحنة
$8 n C$	$12 n C$	مقدار الشحنة

عن أبي هريرة رضي الله عنه قال : قال رسول الله صلى الله عليه وسلم : « لا يحل لامرأة تؤمن بالله واليوم الآخر تسافر مسيرة يوم وليلة إلا مع ذي محرم عليها » متفق عليه .

س(13) اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :



(1) اعتماداً على الشكل المجاور تكون النسبة بين كميتي الشحنتين ($\frac{q_1}{q_2}$) تساوي :

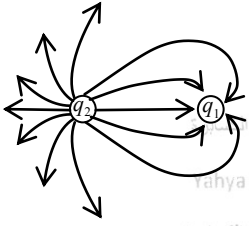
- (أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$ (ج) $\frac{3}{2}$ (د) $\frac{2}{3}$

(2) اعتماداً على الشكل المجاور تكون النسبة بين كميتي الشحنتين ($\frac{q_1}{q_2}$) تساوي :

- (أ) $\frac{1}{3}$ (ب) $\frac{1}{2}$ (ج) $\frac{3}{1}$ (د) $\frac{2}{1}$

(3) أي من الآتي ليس صحيحاً لخطوط المجال الكهربائية :

- (أ) تبدأ من الشحنة الموجبة وتنتهي عند الشحنة السالبة
(ب) تتقارب بزيادة شدة المجال
(ج) كثافتها عبر وحدة المساحات يعتمد على نوع الشحنة المولدة للمجال
(د) لا تتقاطع



(4) يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين متجاورتين , إذا كان مقدار الشحنة (q_1) يساوي $(6\mu C)$ فما مقدار الشحنة (q_2) :

أ) $2.5\mu C$ ب) $4.8\mu C$ ج) $4.3\mu C$ د) $14.4\mu C$

الحل : (1) ج (2) أ (3) ج (4) د

*** خطوط المجال الكهربائي بعيداً جداً عن شحنتين نقطيتين يشبه خطوط المجال الكهربائي لشحنة نقطية مقدارها حاصل جمع الشحنتين .

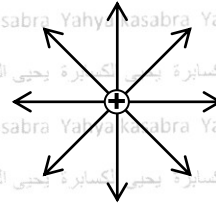
مثال 1 : خطوط المجال في منطقة بعيدة جداً عن الشحنتين $(-q)$ و $(+2q)$ يشبه خطوط المجال لشحنة مفردة مقدارها $(+q)$.

مثال 2 : خطوط المجال في منطقة بعيدة جداً عن الشحنتين $(-3q)$ و $(+2q)$ يشبه خطوط المجال لشحنة نقطية مفردة مقدارها $(-q)$

أنواع المجال الكهربائي :

(1) المجال غير المنتظم (2) المجال المنتظم .

عن جابر رضى الله عنه عن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال: "إذا رأى أحدكم الرؤيا يكرها، فليبصق عن يساره ثلاثاً، وليستعذ بالله من الشيطان ثلاثاً، وليتحوّل عن جنبه الذي كان عليه" رواه مسلم



المجال غير المنتظم :

- شدته تتغير مع البعد .

- خطوط مجاله غير متوازية .

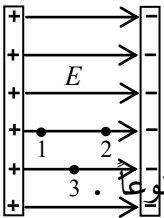
- ينتج عن الشحانات النقطية والكروية .

المجال المنتظم :

- ثابت المقدار والاتجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه .

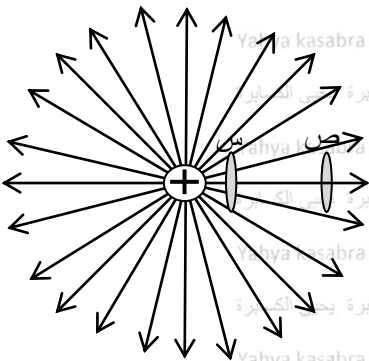
- خطوط مجاله مستقيمة ومتوازية .

- طريقة الحصول عليه : بواسطة لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً .



$$E_1 = E_2 = E_3$$

(س14) يظهر الشكل حلقتان متماثلتان (س , ص) موضوعتان بالقرب من شحنة نقطية موجبة أجب عما يلي :



(1) هل المجال الكهربائي للشحنة النقطية الموجبة منتظم أو غير منتظم ولماذا ؟

(2) كيف تستدل من الشكل على أن شدة المجال الكهربائي تقل كلما زاد البعد عن الشحنة الموجبة .

الحل :

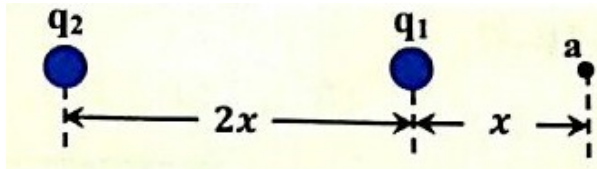
(1) غير منتظم , لأن خطوط المجال غير متوازية .

(2) لأنه بزيادة البعد عن الشحنة يقل عدد خطوط المجال التي تعبر عمودياً وحدة المساحة من سطح الحلقة فتقل شدة المجال الكهربائي .

أسئلة مراجعة

س(1) اختر انسب إجابة لكل من الآتي :

- 1) ماذا يسمى مسار شحنة اختبار (موجبة صغيرة) عند وضعها في مجال كهربائي :
 أ) خط الجهد الكهربائي ب) التدفق الكهربائي ج) خط المجال الكهربائي د) شدة المجال الكهربائي
- 2) أي من الآتي يُعبر عن القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار ؟
 أ) شدة المجال الكهربائي ب) التدفق الكهربائي ج) كثافة الشحنة د) الجهد الكهربائي
- 3) أي من الآتي من خصائص خطوط المجال الكهربائي :
 أ) لا تتقاطع ب) تخرج من الشحنة السالبة ج) تتقارب بالابتعاد عن الشحنة د) تتباعد بالاقتراب من الشحنة
- 4) النقطة (a) في الشكل المجاور هي نقطة تعادل ، أي الصيغ الآتية تمثل الصيغة الصحيحة :
 أ) $q_2 = 3q_1$ ب) $q_2 = -3q_1$ ج) $q_2 = 9q_1$ د) $q_2 = -9q_1$

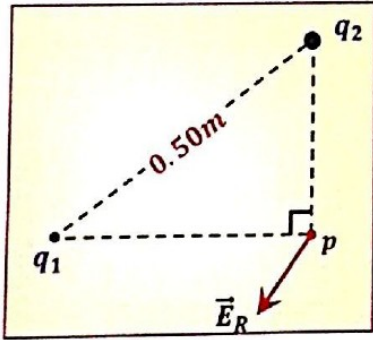


- الإجابة :
 1) ج 2) أ 3) أ 4) د

س(2) معتمداً على الشكل أجب عما يلي :

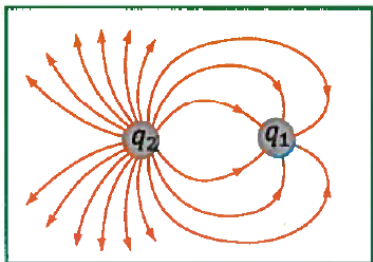
- 1) احسب شدة المجال الكهربائي عند منتصف البعد بين الشحنتين .
 $q_1 = -9 \mu C$ $q_2 = -4 \mu C$
- 2) احسب بعد نقطة التعادل عن الشحنة (q_2) .
 الإجابة : 1) $11.25 \times 10^5 N/C$ (+x) 2) $0.16m$

س(3) يبين الشكل المجاور متجه شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (p) والواقعة في مجال شحنتين



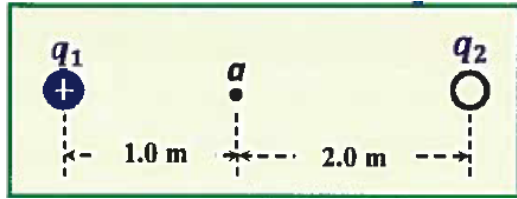
- نقطيتين ، إذا كان الهواء يحيط بالشحنتين والنقطة (p) :
 1) ما نوع كل من الشحنتين (q_1 , q_2) .
 2) جد مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة (q_2) إذا كانت ($|q_1| = 3 \times 10^{-9} C$)
 الإجابة :
 1) q_1 : سالبة q_2 : موجبة
 2) $108 N/C$

س(4) يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي حول شحنتين نقطيتين متجاورتين ، اعتماداً على الشكل :



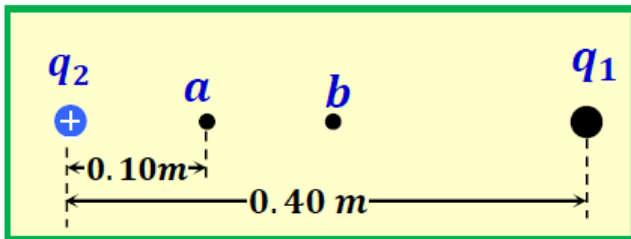
- 1) ما نوع كل من الشحنتين .
- 2) أي الشحنتين كميتها أكبر .
- 3) إذا كان مقدار الشحنة (q_2) يساوي ($4.8 \times 10^{-6} C$) ، احسب مقدار الشحنة (q_1) .
 الإجابة :
 1) q_1 : سالبة q_2 : موجبة
 2) q_2 3) $1.6 \times 10^{-6} C$

س(5) في الشكل المجاور النقطة (a) هي نقطة تعادل للشحنتين (q_1) و (q_2) , إذا كانت $(q_1 = +4 \times 10^{-6} C)$:
 (1) ما نوع الشحنة (q_2) ؟
 (2) احسب مقدار الشحنة (q_2) .



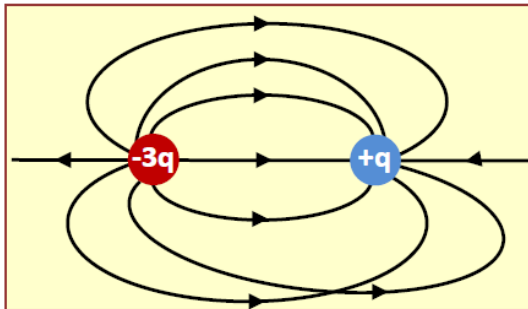
الإجابة :
 (1) موجبة .
 (2) $1.6 \times 10^{-5} C$

س(6) إذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) المبينة في الشكل المجاور يساوي صفراً , وكانت $(q_2 = +2.5 \times 10^{-8} C)$:
 (1) جد $|q_1|$ وحدد نوعها .
 (2) حدد على الشكل نفسه اتجاه محصلة شدة المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين . (النقطة b)



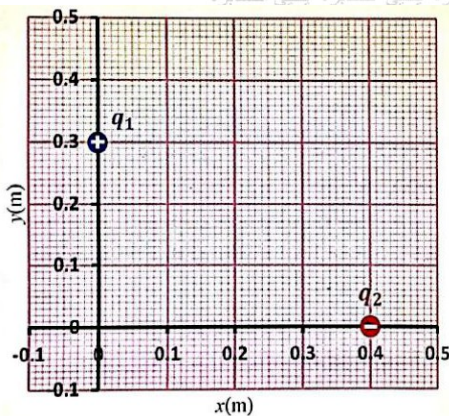
الإجابة :
 (1) $2.25 \times 10^{-7} C$, موجبة .
 (2) نحو اليسار .

س(7) رسم متعلم خطوط المجال الكهربائي لشحنتين متجاورتين كما في الشكل المجاور , اكتب الأخطاء الثلاثة التي ارتكبتها المتعلم في الرسم .



الإجابة :
 (1) خطان متقاطعان .
 (2) الخطوط تخرج من الشحنة السالبة .
 (3) عدد الخطوط لا يتناسب مع مقدار الشحنة .

س(8) وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1, q_2) في الهواء على محاور الإحداثيات كما في الشكل المجاور , إذا كانت $(q_1 = +16 \times 10^{-6} C)$ و $(q_2 = -32 \times 10^{-6} C)$:
 (1) جد مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة الأصل (0,0) ؟
 (2) إذا أزيلت الشحنة (q_2) فهل يزداد مقدار المجال الكهربائي عند نقطة الأصل أم يقل أم لا يتغير ؟ برر إجابتك .



الإجابة :
 (1) $2.4 \times 10^6 N/C$
 (2) يقل , لأن المجال المحصل في هذه الحالة يساوي المجال الناتج عن الشحنة (q_1) فقط وهو أقل من محصلة المجالين المتعامدين في الحالة السابقة .