

سنتر فيوتشر

Subject:..... فيزياء اعدادى

Chapter:..... المجال الكهربى

الجزء الاول :-

* مجال شحنة نقطه

* خطوط المجال

* الموصل المعزول

* المزدوج القطبى الكهربى

Mob: 0112 3333 122

0109 3508 204

المجال الكهربى

المجال :-

- هو تأثير فيزيائى يؤثر حول جسم أو مادة معينة ناتجة عنه "عند الجسم".
- فلو تركت أى جسم فيه يدرك بالقرب منه سطح أى جسم فلانه يقطع على أى جسمه "يدل على وجود طاقه بالذره" وكلما ابتعدنا عنه أى جسم تقل تلك القوة بالذره حتى تنعدم فى الفضاء البعيد ولذا نقول انه للذره مجال للجاذبيه تظهره آثارها.
- وايضا لو كويبت الى اليمين اذا اقتربت يدرك منه اجبت بالتأثير الجاذبى له ولكنه اذا ابتعدت له تفر سط.

مجال الكهربى (E)

- الحيه الفيزيائيه "التأثير الفيزيائى" المرتبط بوجود شحنة ما.
- يمكنه تحديد قيمه تأثير تلك الشحنة عند نقاط مختلفه وسوف نسمي ذلك E.
- المعروفه قوه "شده" المجال عند نقطه ما نضع شحنة اختبار عند نفس النقطه.
- المراس قيااس شدة المجال الكهربى عندها "q" ونقيس على تلك الشحنة قيمه القوة عيط F.

$$E = \frac{F}{q} = N/C$$

قيمه المجال عند النقطه

لا بد ان تكونه q' قوسيه

صغيرة جدا حتى لا تؤثر فى قيمه المجال.

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

$$E = \frac{F}{q_1} = k \frac{q}{r^2}$$

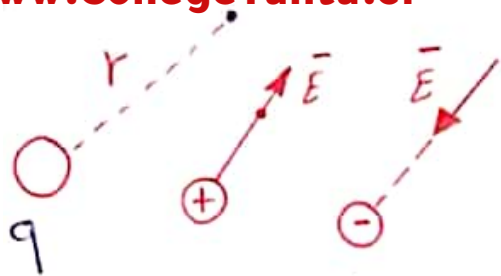
التحده المطلوب ايجاد
المجال على

التحده المطلوب
ايجاد المجال
عندها

$$|E| = k \frac{q}{r^2} = N/C$$

II

المجال الكهربائي متجهه [مقدار اتجاه]



اتجاه المجال :-

سحنة موجبة :- خارج منها
سحنة سالبة :- داخل بها

لنحفظ انه السحنة 'q' تحت مجال E حواليلها $E = \frac{F}{q}$ وطينا

وضع 'q' ادى الى تولد قوى عليها

المجال E هنا شدة من سحنة نقطية.

$$F = k \frac{q}{r^2}$$

$$F = qE$$

حساب المجال الكهربائي من عدة شحنات نقطية.

هنا نقسم خطوات فكرة رقم 1 من اكلووم "حساب القوة على سحنة بسبب عدة شحنات نقطية" ونبدء مع استقبال

$$F \rightarrow E$$

مثال (1) وضعنا سحنة $q = 7 \mu C$ عند نقطة الاصل وأخرى $q_2 = -5 \mu C$ عند

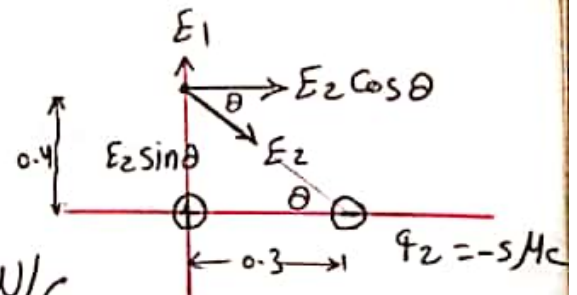
(0.3, 0.4) أو عند المجال الكهربائي الناتج عنهما عند (0.4, 0.3)

اكل

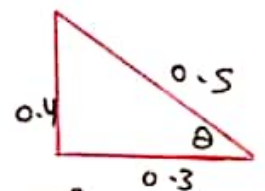
$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \frac{7 \times 10^{-6}}{(0.4)^2} = 3.9 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{(0.5)^2} = 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$



$$E_x = E_2 \cos \theta = 1.8 \times 10^5 \times \frac{0.3}{0.5} = 1.1 \times 10^5 \text{ N/C } i$$



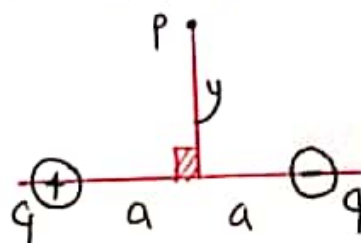
$$E_y = E_1 - E_2 \sin \theta = 3.9 \times 10^5 - 1.8 \times 10^5 \cdot \frac{0.4}{0.5} = 2.5 \times 10^5 \text{ j}$$

$$E_T = 1.1 \times 10^5 i + 2.5 \times 10^5 j$$

مثال (2) احسب المجال الكهربائي الناتج من الشكل التالي "شحنات القطب الكهربائي"

عند P

(2)



$$|r_1| = |r_2| = r$$

$$E_x = E_1 \cos \theta + E_2 \cos \theta$$

$$E_y = E_1 \sin \theta - E_2 \sin \theta$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq}{(y^2 + a^2)}$$

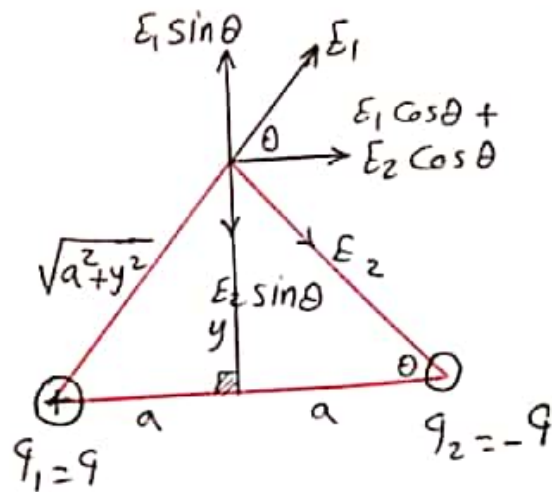
$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} = \frac{kq}{(y^2 + a^2)}$$

$$E_x = \frac{kq}{y^2 + a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2 + y^2}} + \frac{kq}{y^2 + a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2 + y^2}}$$

$$= \frac{2ka}{(y^2 + a^2)^{3/2}}$$

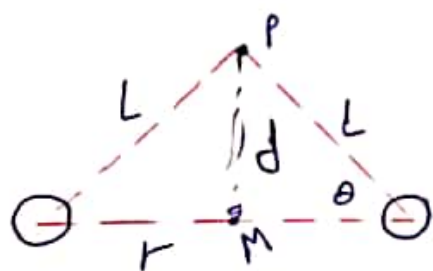
$$E_y = \frac{kq}{y^2 + a^2} \cdot \frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}} - \frac{kq}{y^2 + a^2} \cdot \frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}} = \text{zero}$$

$$\vec{E}_T = E_x = \frac{2ka}{(y^2 + a^2)^{3/2}} \text{ N/C } \hat{i}$$



$$\cos \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + y^2}}$$

$$\sin \theta = \frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}}$$



Point M

$$\vec{E}_M = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M}$$

$$E_1 = \frac{kq}{r^2} = \frac{kq}{r^2}$$

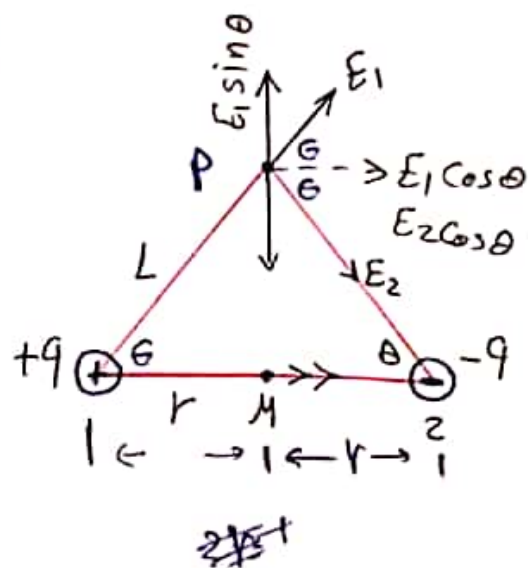
$$E_2 = \frac{kq}{r^2}$$

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

مثال (٣) في الشكل المقابل مثلث متساوي الساقين
او جاذبية الزوايا متساوية نسبة الى الجان

$$o.g = \frac{EP}{Em}$$

الحل



$$\cos \theta = \frac{r}{L} = \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}}$$

$$E_T = E_{1P} \cos \theta + E_{2P} \cos \theta = (E_{1P} + E_{2P}) \cos \theta$$

$$E_{1P} = \frac{kq}{r_{1P}^2} = \frac{kq}{r^2 + d^2} = E_{2P}$$

$$E_{TP} = \frac{2kq}{r^2 + d^2} \times \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}} = \frac{2kqr}{(r^2 + d^2)^{3/2}} = E_P$$

$$r_{1P}^2 = L^2$$

$$\frac{E_P}{E_M} = \frac{2kqr}{\sqrt{(r^2 + d^2)^3}} \times \frac{r^2}{2kq} = 0.9$$

$$L = \sqrt{d^2 + r^2}$$

$$\frac{r}{L} = \cos \theta$$

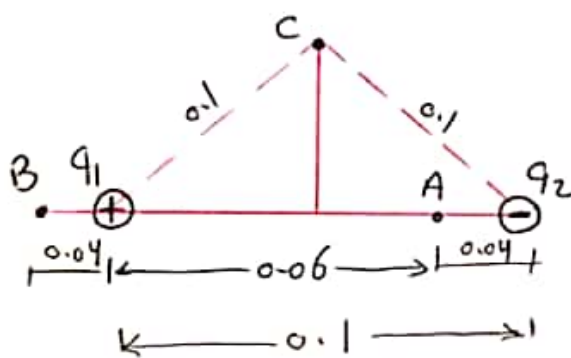
$$= \frac{r^3}{L^3} = 0.9$$

$$= \cos^3 \theta = 0.9 \quad \therefore \cos \theta = \sqrt[3]{0.9} \rightarrow \theta = 15 = \cos^{-1} \sqrt[3]{0.9}$$

مثال (ع) خذ الشكل المقابل افسأ المجال عند

$$|q_1| = |q_2| = 12 \text{ nC} \quad A, B, C$$

كل



$$\boxed{A} \quad E_x = E_1 + E_2$$

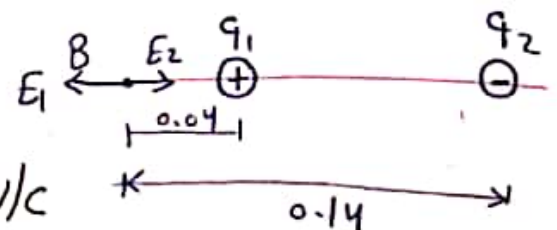
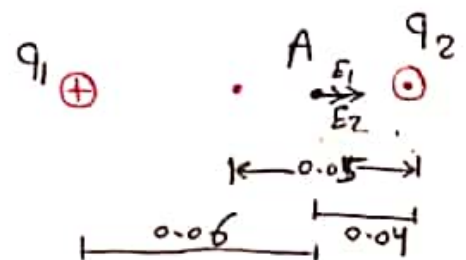
$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-9}}{(0.06)^2} = 3 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-9}}{(0.04)^2} = 6.75 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_A = E_1 + E_2 = 3 \times 10^4 + 6.75 \times 10^4 = 9.75 \times 10^4 \text{ N/C} \hat{i}$$

$$\text{at } B \quad E_T = E_2 - E_1 \hat{i}$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{12 \times 10^{-9}}{(0.04)^2} = 6.75 \times 10^4 \text{ N/C}$$



4

www.CollegeTanta.caf

$$\frac{1 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} = 0.515 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_B = E_2 - E_1 = 0.515 \times 10^4 - 6.75 \times 10^4 = -6.2 \times 10^4 \text{ N/C } \hat{i}$$

at C

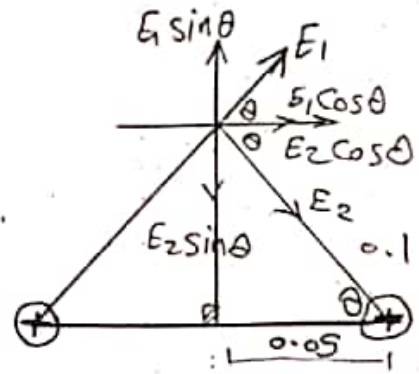
$$E_x = E_1 \cos \theta + E_2 \cos \theta \quad \hat{i}$$

$$E_y = E_1 \sin \theta - E_2 \sin \theta$$

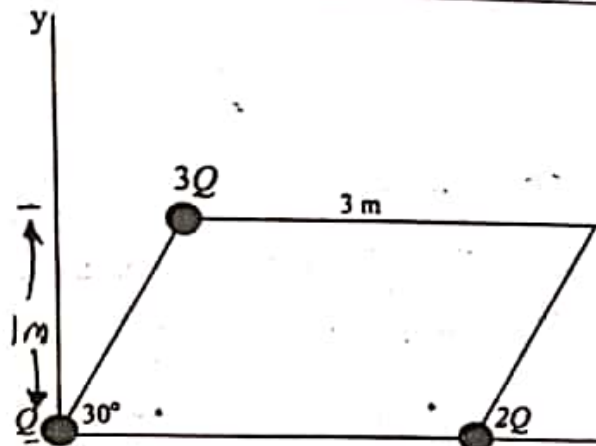
$$E_1 = \frac{k q_1}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{12 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} = 1.08 \times 10^4$$

$$E_2 = \frac{k q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{12 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} = 1.08 \times 10^4$$

$$\therefore E_y = 0, \quad E_x = 2 E_1 \cos \theta = 2 \times 1.08 \times 10^4 \times \frac{0.05}{0.1} = 1.08 \times 10^4 \text{ N/C}$$



مثال (5) لا تصور ← لا نأكل كعبي



ثلاث شحنات نقطية موضوعة على أركان متوازي أضلاع كما في شكل (5-أ).
فإذا كانت قيمة $Q = 8 \mu\text{C}$ ، لحسب المجال الكهربائي عند الركن الخالي من الشحنة.
وإذا وضعت شحنة $q = 5 \mu\text{C}$ عند ذلك الركن فما القوة المؤثرة عليها؟

الحل

- From draw

$$\theta_1 = 30^\circ \quad \theta_3 = 60^\circ$$

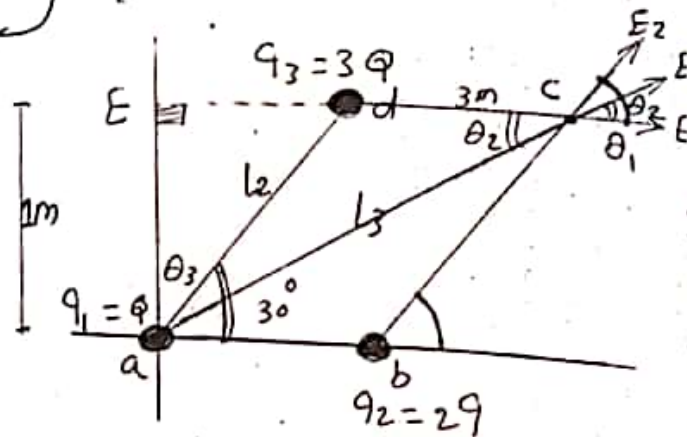
Draw \overline{dE} Line

in ΔadE

$$\tan \theta_3 = \frac{x_1}{aE}, \quad \tan \theta_3 = \frac{\overline{dE}}{aG} = \frac{x_1}{aE}$$

$$\tan 60^\circ = \frac{x_1}{1}$$

$$\therefore x_1 = \sqrt{3} \text{ m}$$



[5]

$$\tan \theta_2 = \frac{1}{3 + \sqrt{3}} \quad \therefore \theta_2 = 11.93^\circ$$

$$L_3 = \sqrt{1^2 + (3 + \sqrt{3})^2} = 4.84 \text{ m}$$

$$L_2 = \sqrt{1^2 - x_1^2} = \sqrt{1^2 - (\sqrt{3})^2} = 2 \text{ m}$$

$$E_x = E_1 \cos \theta_2 + E_2 \cos \theta_1 + E_3$$

$$E_y = E_1 \sin \theta_2 + E_2 \sin \theta_1$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = k \frac{Q}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{8 \times 10^{-6}}{(4.84)^2} = 3073.6 \text{ N/C}$$

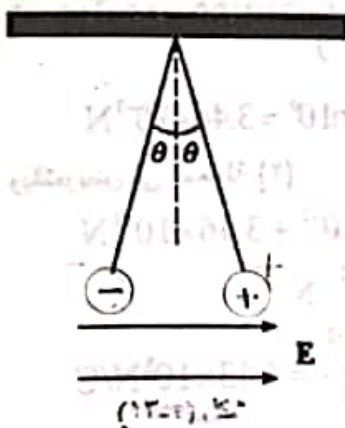
$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} = k \frac{2Q}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 8 \times 10^{-6}}{2^2} = 36000 \text{ N/C}$$

$$E_3 = \frac{kq_3}{r_3^2} = k \frac{3Q}{r_3^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 8 \times 10^{-6}}{3^2} = 24000 \text{ N/C}$$

$$E_x = 3073.6 \cos 11.93 + 36000 \cos 30 + 24000 = 6.464 \times 10^{-3} \hat{i} \text{ N/C}$$

$$E_y = 3073.6 \sin 11.93 + 36000 \sin 30 = 2.072 \times 10^{-3} \hat{j}$$

$$F = qE = 5 \times 10^{-6} [E_T] = 3.23 \times 10^{-8} \hat{i} + 1.03 \times 10^{-8} \hat{j} \text{ N}$$



كرتان صغيرتان كتلة كل منهما 2g
معلقين في خيط خفيف طوله 10cm
فيذا مشط مجال كهربى فى اتجاه
محور x والشحنتان متساويتان فى
المقدار ومختلفتان فى الاشارة q =
±50 nC ، احسب قيمة المجال الذى
يصل بالكرتين إلى حالة الاتزان وفيها
تكون $\theta = 10^\circ$ كما فى شكل (٦)

مثال (٦)

الحل

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0$$

مجموع القوى = 0

$$T \cos \theta = mg \rightarrow ①$$

$$F_E = F_{12} + T \sin \theta \rightarrow ②$$

$$T \cos 10 = 2 \times 10^{-3} \times 9.8$$

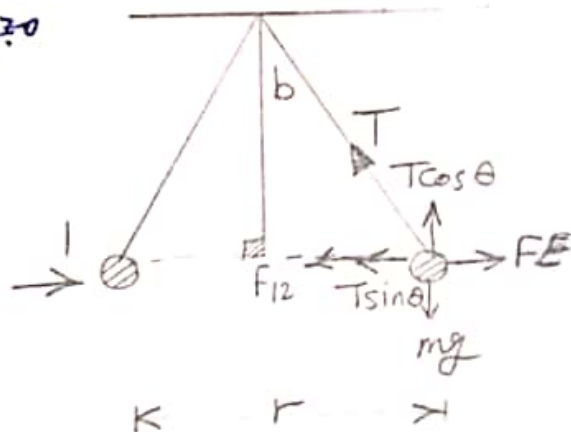
$$T = 0.02 \text{ N}$$

$$F_E = F_{12} + T \sin \theta = k \frac{q_1 q_2}{r^2} + T \sin \theta$$

$$q_E = 9 \times 10^9 \frac{(50 \times 10^{-9})^2}{(0.035)^2} + 0.02 \times \sin 10$$

$$= E \times 50 \times 10^{-9}$$

$$E = 436.8 \times 10^3 \text{ N/C}$$

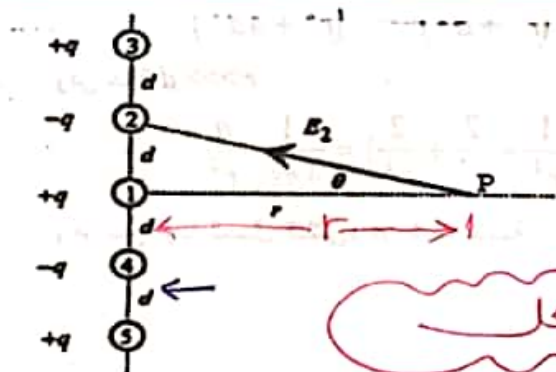


$$\sin 10 = \frac{r/2}{L}$$

$$r = 2L \sin 10$$

$$= 2 \times 0.1 \sin 10$$

$$= 0.035$$



أوجد المجال الكهربى الناشئ
عن مجموعة من الشحنات
النقطية الموجودة فى الشكل
المقابل وذلك عند نقطة P

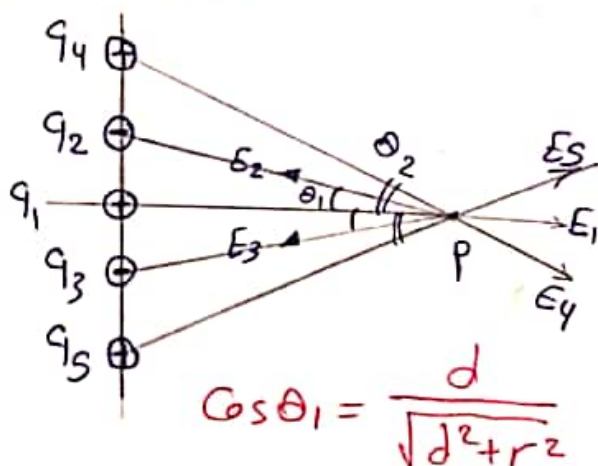
مثال (٧)

الحل

الكتابة الرأسية للمجال الكهربى الناشئ من -

(q2, q3) و (q4, q5) يارحوا بعضه

لا نأخذ بعين الاعتبار اتجاهه ونفس المقدار.



$$\cos \theta_1 = \frac{d}{\sqrt{d^2 + r^2}}$$

$$\cos \theta_2 = \frac{2d}{\sqrt{4d^2 + r^2}}$$

$$E_T = E_1 + E_4 \cos \theta_2 + E_5 \cos \theta_2 - E_2 \cos \theta_1 - E_3 \cos \theta_1$$

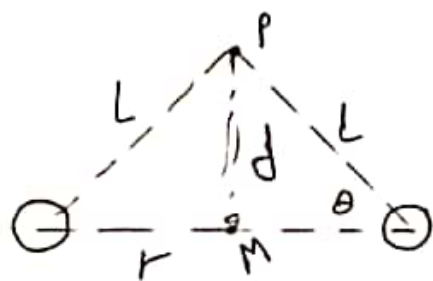
$$E_1 = \frac{kq}{r^2}$$

$$E_2 = \frac{kq}{r^2 + d^2}$$

$$E_3 = \frac{kq}{r^2 + d^2}$$

$$E_4 = E_5$$

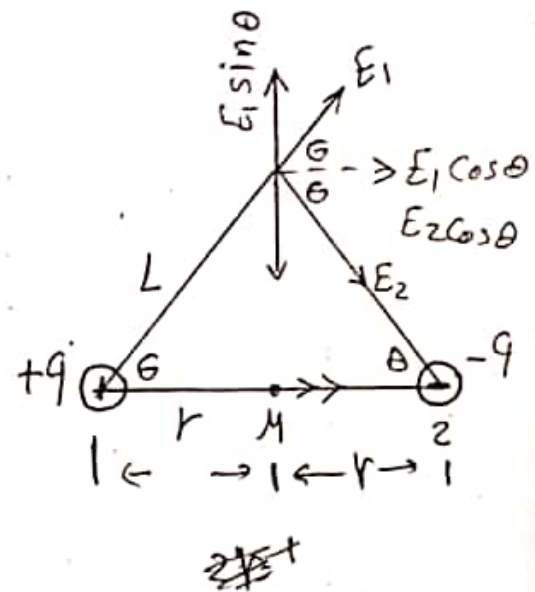
$$E_T = \frac{kq}{r^2} + \frac{2kq}{\sqrt{r^2 + d^2}} - 2k \frac{q}{r^2 + d^2} \times \frac{r}{\sqrt{r^2 + d^2}}$$



مثال (٣) في الشكل المقابل مثلث متساوي الساقين
او جديفة الزاوية متساوية نسبة الى الجان

$$0.9 = \frac{E_P}{E_M}$$

الحل



Point M

$$\vec{E}_M = \vec{E}_{1M} + \vec{E}_{2M}$$

$$E_1 = \frac{kq}{r^2} = \frac{kq}{r^2}$$

$$E_2 = \frac{kq}{r^2}$$

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

Point P

$$E_T = E_{1P} \cos \theta + E_{2P} \cos \theta = (E_{1P} + E_{2P}) \cos \theta$$

$$E_{1P} = \frac{kq}{r_{1P}^2} = \frac{kq}{r^2 + d^2} = E_{2P}$$

$$E_{TP} = \frac{2kq}{r^2 + d^2} \times \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}} = \frac{2kqr}{(r^2 + d^2)^{3/2}} = E_P$$

$$\frac{E_P}{E_M} = \frac{2kqr}{\sqrt{(r^2 + d^2)^3}} \times \frac{r^2}{2kq} = 0.9$$

$$= \frac{r^3}{L^3} = 0.9$$

$$= \cos^3 \theta = 0.9$$

$$\theta = 15$$

$$\cos \theta = \frac{r}{L} = \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}}$$

$$r_{1P}^2 = L^2$$

$$L = \sqrt{d^2 + r^2}$$

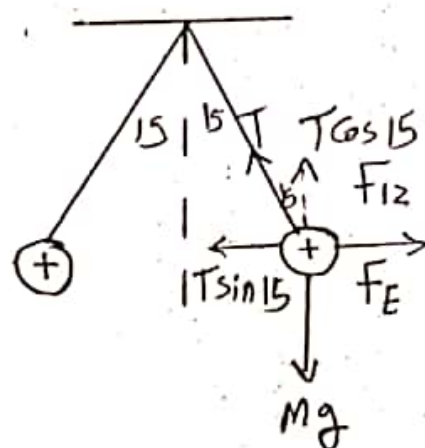
$$\frac{r}{L} = \cos \theta$$

مثال (A)

كرتان صغيرتان كتلتاهما 2 معلقة في خيط حول كل منهما 10 سم
فإذا سار مجال كهربائي على الدلتاه حيث اتزان على زاوية بين الخيط
والرأس 15° احسب قيمته المجال حيث كانت الشحنتان 50 nC

الحل

لنفرض أن المجال في اتجاه اليمين



$$F_{12} + F_E = T \sin 15 \rightarrow (1)$$

$$mg = T \cos 15 \rightarrow (2)$$

① / ②

$$\tan 15 = \frac{F_{12} + F_E}{mg}$$

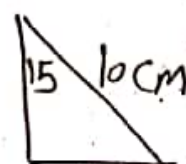
$$mg \tan 15 = F_{12} + F_E$$

$$F_E = 9E \quad F_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$$2 \times 10^{-3} \times 9.8 \times \tan 15 = 9 \times 10^9 \frac{(50 \times 10^{-9})^2}{(5.17 \times 10^{-2})^2} + 50 \times 10^{-9} E$$

$$\therefore E = 6.3 \times 10^4$$

والسالب معناه ← عكس الاتجاه




$$\sin 15 = \frac{1/2 r}{10}$$

$$r = 5.17 \text{ cm}$$

① ما هي سنة اجمال عندها؟ ② ماذا يحدث عند تغير المشقة الى < 1/4 اجمال

٣) ماذا يحدث للقوة إذا انخفضت إلى $2\mu\text{C}$ ؟



$$\overline{F} = 9 \overline{E}$$

Ⓟ

$$E = \frac{F}{q} = \frac{5 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-6}} = 25 \hat{i} \text{ N/C}$$

(ب) إذا تغيرت السحابة في الجبال لا يتغير لونه عليها.

⑤ " " " " القوة تكسب " هناك اتجاه "

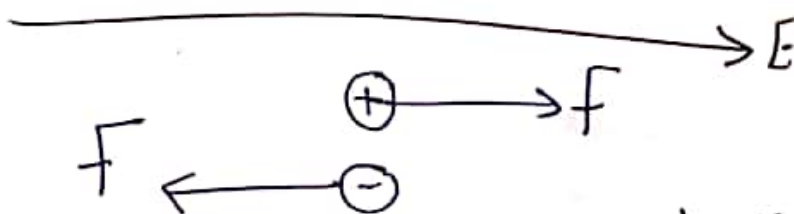
$$\vec{F} = q \vec{E} = -2 \times 10^{-6} \times 25 \hat{i} = -5 \times 10^{-5} \text{ N } \hat{i}$$

لکھنا

عند وجود شحنة ما في مجال فإنها تنشئ بقوة تؤدي إلى تحريك الشحنة

فإذا كانت السعة موجبة ← تتحرك في نفس اتجاه المجال

وإذا // // سالت ← // // عكس //



۱۱ " سالیت " ۱۲
 ۱۳ " سالیت " ۱۴
 ۱۵ " سالیت " ۱۶
 ۱۷ " سالیت " ۱۸
 ۱۹ " سالیت " ۲۰
 ۲۱ " سالیت " ۲۲
 ۲۳ " سالیت " ۲۴
 ۲۵ " سالیت " ۲۶
 ۲۷ " سالیت " ۲۸
 ۲۹ " سالیت " ۳۰
 ۳۱ " سالیت " ۳۲
 ۳۳ " سالیت " ۳۴
 ۳۵ " سالیت " ۳۶
 ۳۷ " سالیت " ۳۸
 ۳۹ " سالیت " ۴۰
 ۴۱ " سالیت " ۴۲
 ۴۳ " سالیت " ۴۴
 ۴۵ " سالیت " ۴۶
 ۴۷ " سالیت " ۴۸
 ۴۹ " سالیت " ۵۰
 ۵۱ " سالیت " ۵۲
 ۵۳ " سالیت " ۵۴
 ۵۵ " سالیت " ۵۶
 ۵۷ " سالیت " ۵۸
 ۵۹ " سالیت " ۶۰
 ۶۱ " سالیت " ۶۲
 ۶۳ " سالیت " ۶۴
 ۶۵ " سالیت " ۶۶
 ۶۷ " سالیت " ۶۸
 ۶۹ " سالیت " ۷۰
 ۷۱ " سالیت " ۷۲
 ۷۳ " سالیت " ۷۴
 ۷۵ " سالیت " ۷۶
 ۷۷ " سالیت " ۷۸
 ۷۹ " سالیت " ۸۰
 ۸۱ " سالیت " ۸۲
 ۸۳ " سالیت " ۸۴
 ۸۵ " سالیت " ۸۶
 ۸۷ " سالیت " ۸۸
 ۸۹ " سالیت " ۹۰
 ۹۱ " سالیت " ۹۲
 ۹۳ " سالیت " ۹۴
 ۹۵ " سالیت " ۹۶
 ۹۷ " سالیت " ۹۸
 ۹۹ " سالیت " ۱۰۰
 ۱۰۱ " سالیت " ۱۰۲
 ۱۰۳ " سالیت " ۱۰۴
 ۱۰۵ " سالیت " ۱۰۶
 ۱۰۷ " سالیت " ۱۰۸
 ۱۰۹ " سالیت " ۱۱۰
 ۱۱۱ " سالیت " ۱۱۲
 ۱۱۳ " سالیت " ۱۱۴
 ۱۱۵ " سالیت " ۱۱۶
 ۱۱۷ " سالیت " ۱۱۸
 ۱۱۹ " سالیت " ۱۲۰
 ۱۲۱ " سالیت " ۱۲۲
 ۱۲۳ " سالیت " ۱۲۴
 ۱۲۵ " سالیت " ۱۲۶
 ۱۲۷ " سالیت " ۱۲۸
 ۱۲۹ " سالیت " ۱۳۰
 ۱۳۱ " سالیت " ۱۳۲
 ۱۳۳ " سالیت " ۱۳۴
 ۱۳۵ " سالیت " ۱۳۶
 ۱۳۷ " سالیت " ۱۳۸
 ۱۳۹ " سالیت " ۱۴۰
 ۱۴۱ " سالیت " ۱۴۲
 ۱۴۳ " سالیت " ۱۴۴
 ۱۴۵ " سالیت " ۱۴۶
 ۱۴۷ " سالیت " ۱۴۸
 ۱۴۹ " سالیت " ۱۵۰
 ۱۵۱ " سالیت " ۱۵۲
 ۱۵۳ " سالیت " ۱۵۴
 ۱۵۵ " سالیت " ۱۵۶
 ۱۵۷ " سالیت " ۱۵۸
 ۱۵۹ " سالیت " ۱۶۰
 ۱۶۱ " سالیت " ۱۶۲
 ۱۶۳ " سالیت " ۱۶۴
 ۱۶۵ " سالیت " ۱۶۶
 ۱۶۷ " سالیت " ۱۶۸
 ۱۶۹ " سالیت " ۱۷۰
 ۱۷۱ " سالیت " ۱۷۲
 ۱۷۳ " سالیت " ۱۷۴
 ۱۷۵ " سالیت " ۱۷۶
 ۱۷۷ " سالیت " ۱۷۸
 ۱۷۹ " سالیت " ۱۸۰
 ۱۸۱ " سالیت " ۱۸۲
 ۱۸۳ " سالیت " ۱۸۴
 ۱۸۵ " سالیت " ۱۸۶
 ۱۸۷ " سالیت " ۱۸۸
 ۱۸۹ " سالیت " ۱۹۰
 ۱۹۱ " سالیت " ۱۹۲
 ۱۹۳ " سالیت " ۱۹۴
 ۱۹۵ " سالیت " ۱۹۶
 ۱۹۷ " سالیت " ۱۹۸
 ۱۹۹ " سالیت " ۲۰۰
 ۲۰۱ " سالیت " ۲۰۲
 ۲۰۳ " سالیت " ۲۰۴
 ۲۰۵ " سالیت " ۲۰۶
 ۲۰۷ " سالیت " ۲۰۸
 ۲۰۹ " سالیت " ۲۱۰
 ۲۱۱ " سالیت " ۲۱۲
 ۲۱۳ " سالیت " ۲۱۴
 ۲۱۵ " سالیت " ۲۱۶
 ۲۱۷ " سالیت " ۲۱۸
 ۲۱۹ " سالیت " ۲۲۰
 ۲۲۱ " سالیت " ۲۲۲
 ۲۲۳ " سالیت " ۲۲۴
 ۲۲۵ " سالیت " ۲۲۶
 ۲۲۷ " سالیت " ۲۲۸
 ۲۲۹ " سالیت " ۲۳۰
 ۲۳۱ " سالیت " ۲۳۲
 ۲۳۳ " سالیت " ۲۳۴
 ۲۳۵ " سالیت " ۲۳۶
 ۲۳۷ " سالیت " ۲۳۸
 ۲۳۹ " سالیت " ۲۴۰
 ۲۴۱ " سالیت " ۲۴۲
 ۲۴۳ " سالیت " ۲۴۴
 ۲۴۵ " سالیت " ۲۴۶
 ۲۴۷ " سالیت " ۲۴۸
 ۲۴۹ " سالیت " ۲۵۰
 ۲۵۱ " سالیت " ۲۵۲
 ۲۵۳ " سالیت " ۲۵۴
 ۲۵۵ " سالیت " ۲۵۶
 ۲۵۷ " سالیت " ۲۵۸
 ۲۵۹ " سالیت " ۲۶۰
 ۲۶۱ " سالیت " ۲۶۲
 ۲۶۳ " سالیت " ۲۶۴
 ۲۶۵ " سالیت " ۲۶۶
 ۲۶۷ " سالیت " ۲۶۸
 ۲۶۹ " سالیت " ۲۷۰
 ۲۷۱ " سالیت " ۲۷۲
 ۲۷۳ " سالیت " ۲۷۴
 ۲۷۵ " سالیت " ۲۷۶
 ۲۷۷ " سالیت " ۲۷۸
 ۲۷۹ " سالیت " ۲۸۰
 ۲۸۱ " سالیت " ۲۸۲
 ۲۸۳ " سالیت " ۲۸۴
 ۲۸۵ " سالیت " ۲۸۶
 ۲۸۷ " سالیت " ۲۸۸
 ۲۸۹ " سالیت " ۲۹۰
 ۲۹۱ " سالیت " ۲۹۲
 ۲۹۳ " سالیت " ۲۹۴
 ۲۹۵ " سالیت " ۲۹۶
 ۲۹۷ " سالیت " ۲۹۸
 ۲۹۹ " سالیت " ۳۰۰
 ۳۰۱ " سالیت " ۳۰۲
 ۳۰۳ " سالیت " ۳۰۴
 ۳۰۵ " سالیت " ۳۰۶
 ۳۰۷ " سالیت " ۳۰۸
 ۳۰۹ " سالیت " ۳۱۰
 ۳۱۱ " سالیت " ۳۱۲
 ۳۱۳ " سالیت " ۳۱۴
 ۳۱۵ " سالیت " ۳۱۶
 ۳۱۷ " سالیت " ۳۱۸
 ۳۱۹ " سالیت " ۳۲۰
 ۳۲۱ " سالیت " ۳۲۲
 ۳۲۳ " سالیت " ۳۲۴
 ۳۲۵ " سالیت " ۳۲۶
 ۳۲۷ " سالیت " ۳۲۸
 ۳۲۹ " سالیت " ۳۳۰
 ۳۳۱ " سالیت " ۳۳۲
 ۳۳۳ " سالیت " ۳۳۴
 ۳۳۵ " سالیت " ۳۳۶
 ۳۳۷ " سالیت " ۳۳۸
 ۳۳۹ " سالیت " ۳۴۰
 ۳۴۱ " سالیت " ۳۴۲
 ۳۴۳ " سالیت " ۳۴۴
 ۳۴۵ " سالیت " ۳۴۶
 ۳۴۷ " سالیت " ۳۴۸
 ۳۴۹ " سالیت " ۳۵۰
 ۳۵۱ " سالیت " ۳۵۲
 ۳۵۳ " سالیت " ۳۵۴
 ۳۵۵ " سالیت " ۳۵۶
 ۳۵۷ " سالیت " ۳۵۸
 ۳۵۹ " سالیت " ۳۶۰
 ۳۶۱ " سالیت " ۳۶۲
 ۳۶۳ " سالیت " ۳۶۴
 ۳۶۵ " سالیت " ۳۶۶
 ۳۶۷ " سالیت " ۳۶۸
 ۳۶۹ " سالیت " ۳۷۰
 ۳۷۱ " سالیت " ۳۷۲
 ۳۷۳ " سالیت " ۳۷۴
 ۳۷۵ " سالیت " ۳۷۶
 ۳۷۷ " سالیت " ۳۷۸
 ۳۷۹ " سالیت " ۳۸۰
 ۳۸۱ " سالیت " ۳۸۲
 ۳۸۳ " سالیت " ۳۸۴
 ۳۸۵ " سالیت " ۳۸۶
 ۳۸۷ " سالیت " ۳۸۸
 ۳۸۹ " سالیت " ۳۹۰
 ۳۹۱ " سالیت " ۳۹۲
 ۳۹۳ " سالیت " ۳۹۴
 ۳۹۵ " سالیت " ۳۹۶
 ۳۹۷ " سالیت " ۳۹۸
 ۳۹

" " " " " " " " " " " "

∴ $\frac{1}{2}$ is

• مطلوبہ ①

لا تقاطع انداز.

٢) يخرج من التحات الموجبه ويخرج من السالبة

فما اتجه الرعاة أو قطار المحنة

٦) بقدر خطوط المجال في بعض الأماكن المجال حدة كبيرة.

٥) عدد نقاط الحالة: " " " " " صغيرة.

والتكدر على فيه السخنة.

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

لـ لو فرضنا ان السحنة 9 خارج منفا عدد N من الخطوط

$q \propto N \quad \sim 151$

① الخطوط الزائدة تذهب إلى ∞ حيث أنه المجال هناك = صفر "

۹) فی حال وجود تختناہ زوجیناہ او سالبتناہ بجانب بعضہ ← یدت تنافر الخطوط
الرجال من الاستطاع .



عند $A \prec B$ يفرض الحال

(١٠) فاصلة تافى الثغرات يخرج نفس العدمه المخطوط.

فقال (١١) ١، ٣ شكل توضيحي لخطوط المجال لشحنة ٢٩ و ٩ -

151



$9 \rightarrow 1$ is

$$29 \rightarrow 2 \text{ bits}$$

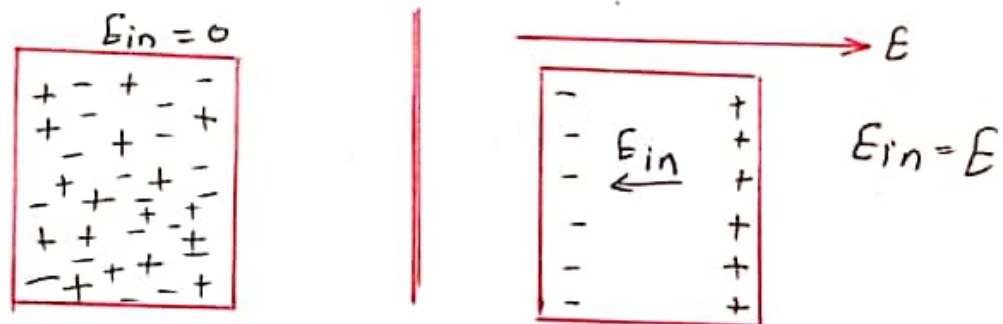

- هو أي مادة موصلة ليست متصلة بمادة أخرى أو بالارضه .
- وجد انه السحنة الكلية اذا وضعت على موصل تتفرع على السطح الخارجى له وليست على الحجم .

تجربة بنياميه (قراءة فقط وعدم محاولة فهم النظر السابق)

- احضرنا مادة موصلة "فضة" متعادلة ثم وضعه على عازل وسطحه سطح الاناء الخارجى . ووضع داخله انارة كرة غير متحركة وحاول ملئها للقاع . ثم اخرج الكرة وقاس السحنة عليها فلم يجد انما بها أى سحنة .

الموصل في وجود المجال

- وجد انه عند تعرضه الى مادة موصلة لمجال خارجى يحدث له إعادة توزيع للشحنات على سطحه الداخلى بحيث يكون أن المجال دائماً بداخله = صفر .
- هنا نتيجة تولد مجال داخلى يعاكس المجال الخارجى نتيجة ترسب الشحنات .



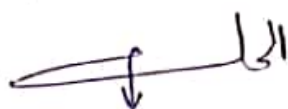
$$E_T = E - E_{in} = 0$$

المجال الداخلى المتولد دائماً ياكس الخارجى لانه اذا زاد الخارجى فزاد الداخلى فبذلك يتساوى المجال الداخلى والخارجى فيكون المجال الداخلى = صفر .

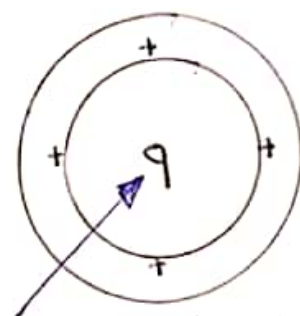
- لاحظ انه مهم .
- المواد الموصلة السحنة ترسب على السطح الخارجى من لو كانت الموصل هشة أو غير هشة .

- المواد الغير موصلة (العوازل) ← السحنة تتوزع على الحجم

إذا علمت أن السطح الداخلي لكرة نصف قطرها الداخلي $r=2\text{m}$ تحمل شحنته مساحيات $\sigma = 1\text{C/m}^2$. فإذا تم وضع شحنته داخل الموصل q ليكون الشحنة على السطح الداخلي لكرة بـ 1C/m^2 فما هي قيمت الشحنت q ؟



الشحنت سالبة ← حتى يتم توزيع الشحنت
(١) الشكل



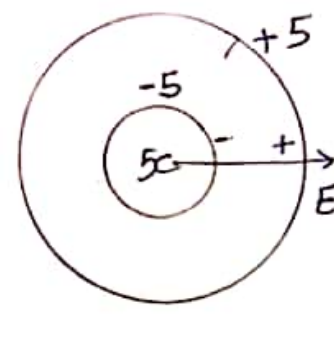
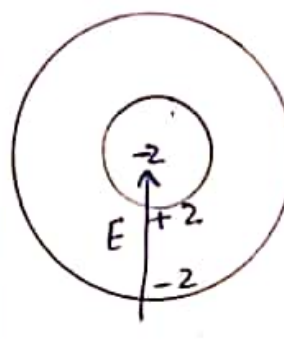
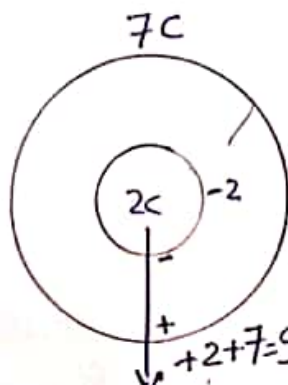
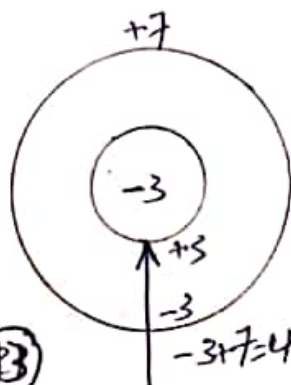
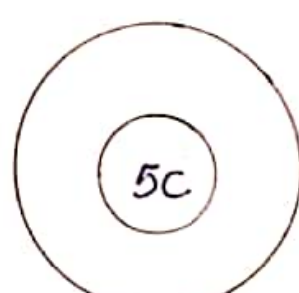
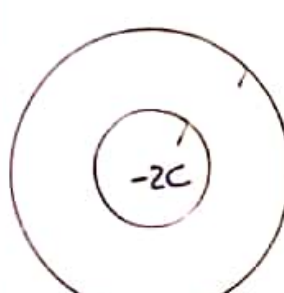
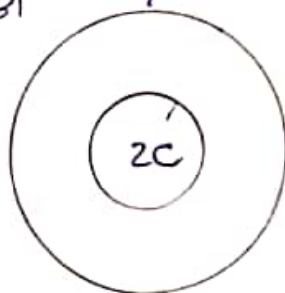
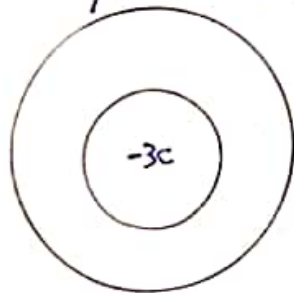
$$\sigma = 1\text{C/m}^2$$

$$q = \sigma A = 1 \times 4\pi R^2 = 1 \times 4\pi \times 2^2 \times 4$$

$$= -16\pi \text{ C}$$

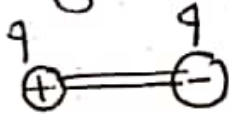
أوجد الشحنة الكلية على سطح الكرة الداخلي والخارجي له مثال التالي "موصلة" كرات

7C → على السطح الخارجي ← 7C



المزدوج القطبي الكهربائي "ثنائي القطب الكهربائي".

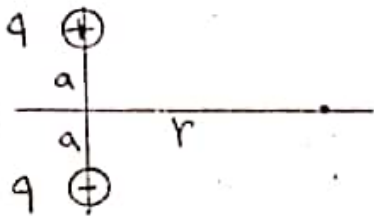
عبارة عن شحنتين متساويتان في المقدار ولكن عكس بعض في إشارته وببعض مساوية ثابت.



مثال: جزيئات H_2O , $C=O$, HCl .

مثال (١٥)

احسب المجال الكهربائي الناشئ من ثنائي القطب كل شحنة q والمسافة بينهم $2a$ كما بالشكل



الحل

$$E_x = E_1 \cos \theta - E_2 \cos \theta$$

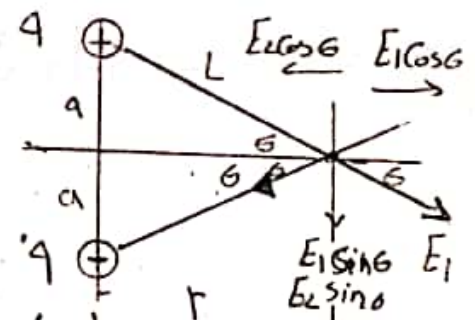
$$E_y = E_1 \sin \theta + E_2 \sin \theta \quad (-\hat{j})$$

$$E_1 = \frac{kq}{L^2} \quad E_2 = \frac{kq}{L^2}$$

$$E_x = 0 \rightarrow E_1 = E_2$$

$$E_y = 2E_1 \sin \theta = 2 \frac{kq}{(\sqrt{a^2 + r^2})^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}} = \frac{2kqa}{(\sqrt{a^2 + r^2})^3}$$

$$= \frac{2kqa}{L^3}$$



$$L = \sqrt{a^2 + r^2}$$

$$\sin \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}$$

(١٤)

عزم المزدوج القطبي الكهربى :-

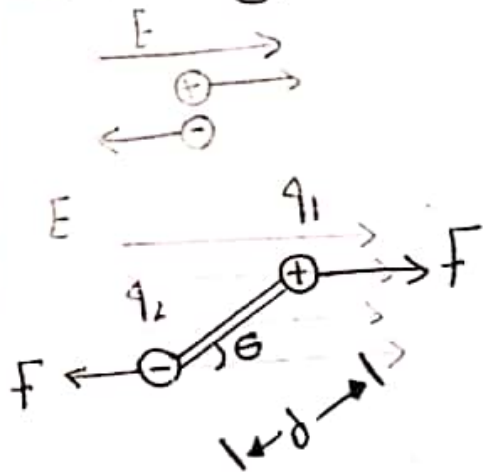


P

- كميات متجهية تستخدم لوصف مدى ارتباط ثنائى القطب بديشبات
- $P = q \cdot d$ = حاصل ضرب واحد شحنتين فى المسافة بينهما
- اتجاهات \rightarrow من الشحنتين السالبة الموجبة

عزم الازدواج الناتج عن وضع ثنائى قطب كهربى فى مجال كهربى .

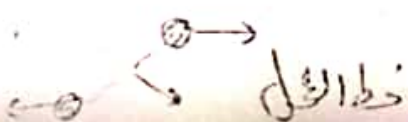
- أى جسم فى الكون يعمل الى يقف فى المكان الذى به أقل طاقتة فالمعديطرا
- اى طاقتة خارجيات ، كما فى الإلكترون فأنه يدور فى مسار ثابت به أقل طاقتة له إذا اعطيناه طاقتة فأنه يخرج خارج الذرة .
- علىعنانى السابق إذا وضعنا شحنتين موجيات فأنها تتحرك مع المجال وإذا كانت سالبت فأنها تتحرك عكس المجال
- \rightarrow فمإذا إذا كانت الشحنتان فى دوق واحد .



- نضع ثنائى قطب كهربى فى مجال كهربى خارجى E :-

- ① ثنائى q_1 بقوة ناحيتة اليمين $\rightarrow F$
- ② " " q_2 " اليسار $\leftarrow F$

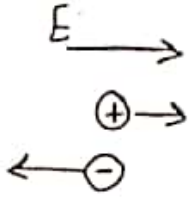
- ③ قوتاه متساويتان فى المقدار بينهما مسافات \rightarrow يؤدي ذلك الى عزم ازدواج
- له القوتاه ليس على خط عمل واحد



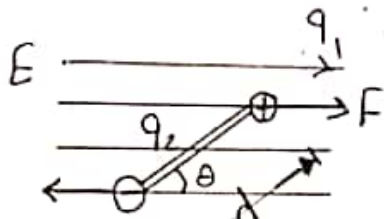
عزم الازدواج الناتج عن وضع ثنائ قطبي كهربي في مجال كهربي

- أي جسم في الكون يميل إلى يقف في المكان الذي به أقل طاقة فالمعطى أي طاقة حاصية كلما في الازدواج فانه يدور في سائر ثابت به أقل طاقة له إذا أعطينا له طاقة فانه يخرج خارج الذرة .

- علمنا في السابق إذا وضعنا شحنة موجبة فانه يتحرك مع المجال وإذا كانت سالبة فانه يتحرك عكس المجال
 ← فإذا إذا كانت الشحنة في وقت واحد .



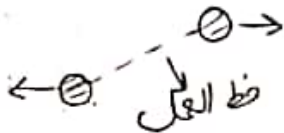
- عند وضع ثنائي قطبي كهربي في مجال كهربي خارجي E :-



① تثار q_1 بقوة نامية اليه $F \leftarrow$

② " " " " اليه $F \leftarrow$

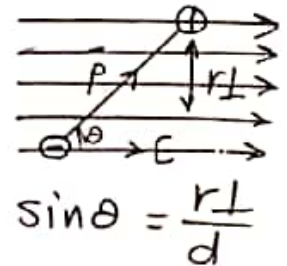
③ قوتاه متساوية في القياس بينهما مافة ← يؤدي ذلك إلى عزم الازدواج
 لانه القوتاه ليست على خط عمل واحد



$$\tau = F \cdot r \perp$$

العزم الزاوية العمودي احدى القوتاه

$$F = qE$$



$$\tau = + qE \cdot d \sin \theta \quad qd = p$$

$$\tau = + p E \sin \theta$$

$$\vec{\tau} = + \vec{p} \times \vec{E}$$

يعمل ذلك العزم على الدوران في جعل p فانتهى اتجاه E

وذلك لانه عند ما يكون p, E فانتهى الاتجاه تكون طاقة الوضع اقل فانه يميل.

طاقة هناك حركة ← هناك شغل ← هناك طاقة

$$W_F = \int_{\theta_i}^{\theta_f} + \tau d\theta$$

$\theta_i \rightarrow$ زوايا البداية

$\theta_f \rightarrow$ الزاوية

$$= \int_{\theta_i}^{\theta_f} + PE \sin \theta d\theta$$

P, E, C

$$= +PE [-\cos \theta]_{\theta_i}^{\theta_f} = PE [\cos \theta_i - \cos \theta_f]$$

$$W = -[PE \cos \theta_i - PE \cos \theta_f]$$

$$W_{ext} = \Delta U + \Delta E_k$$

الشغل عبارة عن التغير في طاقة الوضع والحركة

وجداً سرعة الزرع تكون تقريباً بسرعة ثابتة $V = C$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \text{zero}$$

$$v_f = v_i$$

$$W_F = -\Delta U = -U_f + U_i = -PE \cos \theta_i + PE \cos \theta_f$$

$$U_i = 0$$

نفرض $\theta_1 = \theta_i$

$$U_2 = -PE \cos \theta_2$$

$$U_1 = -PE \cos \theta_1$$

$$U = -PE \cos \theta = -\vec{p} \cdot \vec{E} \rightarrow \text{كمية فيزيائية}$$

علاقة وضع E, P مع طاقة الوضع $U = -P \cdot E = -PE \cos \theta$

$\theta = 0$	$\theta = \pi$	$\theta = \frac{\pi}{2}$
$U = -PE$	$U = PE$	$U = 0$
أقل طاقة وضع	أكبر طاقة وضع	لا توجد طاقة وضع

لو دخل جسيم "مادي" \rightarrow هيتحرك من مكانه أقل في U إلى مكانه أعلى في U
 $W = \pm \Delta U$
 لو دخل مجال "بشحنه" لو حده

بشحنه من مكانه أعلى في U إلى مكانه أقل في U

مثال (٢) أصبأ كبريتية لغرض الإزدياج الناسر عند مجال كهربي مقدار $4.8 \times 10^6 \text{ V/cm}$
 ويوجد به جزيء أول أكسيد الكربون عزم ثنائي القطب له $4.8 \times 10^{-28} \text{ C.m}$

(اكمل):

$$\tau = -\vec{P} \times \vec{E} = -PE \sin \theta \quad \theta = 90^\circ \rightarrow \tau \rightarrow \text{Max}$$

$$\tau_{\text{max}} = PE = -4.8 \times 10^{-28} \times 4.8 \times 10^6 = -2.3 \times 10^{-23} \text{ N.m}$$

مثال (١٦) اكتب أكبر قيمة لعزم العزم الناتج الناتج عن شحنة نقطية مقدارها $4.8 \times 10^{-6} \text{ N/C}$ ويوجد به جزيء أول أكسيد الكربون عزم ثنائي القطب $4.8 \times 10^{-28} \text{ C-m}$ كل

الحل

$$\tau = +\bar{P} \times \bar{E} = +PE \sin \theta \quad \theta = 90^\circ \quad \tau \rightarrow \max$$

$$\tau_{\max} = PE = +4.8 \times 10^{-28} \times 4.8 \times 10^6 = +2.3 \times 10^{-23} \text{ N.m}$$

مثال (١٧) إذا كان عزم ثنائي القطب الكهربائي $P = (3\hat{i} + 4\hat{j}) \times 1.24 \times 10^{-30}$ موجود في مجال كهربائي $E = 4 \times 10^3$ اكتب:-
 أ) طاقة الوضع الكهربائي.

ب) إذا أثر عامل خارجي "تخلط خارجي" من اتجاه عزم ثنائي القطب =
 $P = (-4\hat{i} + 3\hat{j}) \times 1.24 \times 10^{-30}$ فما هو ذلك التخلط واصل عزم العزم الناتج.

الحل

١) $U = -P \cdot E = -(3\hat{i} + 4\hat{j}) \times 1.24 \times 10^{-30} \times 4 \times 10^3 \hat{j} = -1.49 \times 10^{-26} \text{ J}$
 التخلط الخارجي

٢) $W_{\text{ext}} = +\Delta U = U_f - U_i$

$$U_f = -P \cdot E = -(-4\hat{i} + 3\hat{j}) \times 1.24 \times 10^{-30} \times 4 \times 10^3 \hat{j} = 1.98 \times 10^{-26} \text{ J}$$

$$U_i = -1.49 \times 10^{-26}$$

$$W = U_f - U_i = 3.47 \times 10^{-26} \text{ J}$$

$$\tau = P \times E = (P_x \hat{i} + P_y \hat{j}) \times E_x \hat{i} = P_y E_x \hat{k}$$

(١٩) $= -1.488 \times 10^{-26} \hat{k}$

