سنتر فيوتشر

Subject: الفيزياء

Chapter: تكاملات المجال

مجال ٣

Mob: 0112 3333 122

0109 3508 204

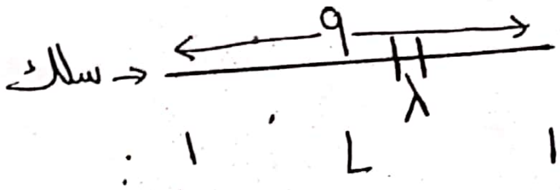
المجال الكهربي الناشئ من الأشكال المنتظمة

- في الجزء السابق درسنا مجال شحنة عند نقطة المجال لها كان $E = \frac{kq}{r^2}$
- هنا سوف تكون الشحنات موزعة بانتظام على شكل معين [سلك - حلقة - قرص - ...]
- نعتبر أى جسم عبارة عن تجميع لشحنات متناهية فى الصغر " dq " ينشأ عن كل جزء مجال صغير جداً dE

$$E = \frac{kq}{r^2} \longrightarrow dE = \frac{k\,dq}{r^2}$$

أنواع الشحنات الموزعة بانتظام على أجسام

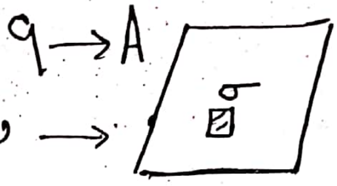
1) شحنة موزعة على طول "كثافة الشحنة الطولية" λ



$q = \lambda L \rightarrow$ طول

$\lambda \equiv C/m$

2) شحنة موزعة على مساحة "كثافة الشحنة السطحية" σ



$q = \sigma A \rightarrow$ مساحة

$\sigma \equiv C/m^2$

3) شحنة موزعة على حجم "كثافة الشحنات الحجمية" ρ

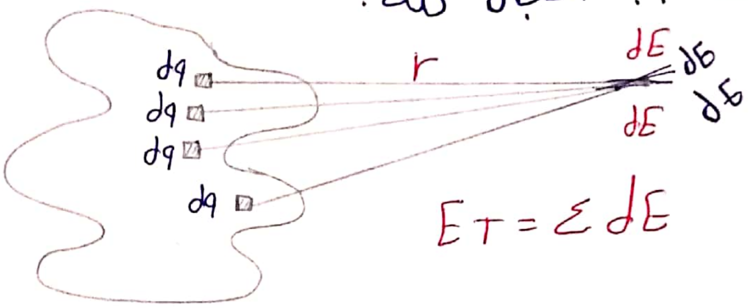
$q = \rho V$

الشحنة موزعة على حجم ← كرة

$\rho \equiv C/m^3$

بعض الملاحظات الهامة :-

- يعطي هنا شكل عليه شحنة ويطلب حساب مجاله عند نقطة.
- لإيجاد المجال فإننا نأتي بمجال كل جزء من الشكل "جزء صغير جداً" عند تلك النقطة ونجمعه كله ← احنا جبنا المجال كله.



"جزء من حاجة ← d"
جزء من شحنة ← dq
" " مجال ← dE

$$E_T = \Sigma dE$$

- مجال كل جزء صغير dq هيكون عبارة عن dE وهو مجال يشبه مجال الشحنة النقطية.

$$E \rightarrow \frac{kq}{r^2} \qquad \therefore dE \rightarrow \frac{k\,dq}{r^2}$$

- لتجمع كل المجالات الصغيرة ← صعب جداً جداً ← لذا نقوم بالتكامل

$$E = dE_1 + dE_2 + \dots = \Sigma dE = \int dE$$

يعني اننا نجيب مجال جزء صغير جداً من الشكل ثم نكامل.

بعض قواعد التكامل :-

لما تاخد جزء من اي حاجة اسمها d▨ ← dq , dL , dx

[1] d▨ ← متغير مثل (dx , dy , dz , ...)

[2] لا نكامل ابداً في وجود أكثر من متغير لابد ان يكون هناك متغير واحد في الدالة ← ولو في أكتر من واحد ← بنجيب واحد بدلالة الآخر بيه.

[3] $\int (\quad)^{▨} \ast$ (تفاضل ما بداخل القوس) $= \frac{(\quad)^{▨+1}}{▨+1}$

[4] لو ناتج التكامل طلع سالب ومحتاج نشيله "اقلب حدود التعويض في التكامل"

$$\left[-▨\right]_a^b = \left[▨\right]_b^a$$

[5] تكامل d▨ : ▨ $= \int d$▨

$\ast \int dq = q$

$\ast \int dx = x$

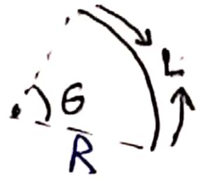
- الدوال المثلثية

$\cos\theta = \frac{1}{\sec\theta}$	$\sin\theta = \frac{1}{\operatorname{cosec}\theta}$	$\tan^2\theta + 1 = \sec^2\theta$

- لإيجاد قوس طوله L

طول القوس = زاوية * نصف قطره

$$R * \theta = L$$



- $\frac{1}{\infty}$ = صفر

مفكوك ذات الحدين لأس كسري $1 > n$

$$(1+b)^n = 1 + \frac{bn}{1!} + \frac{bn(n-1)}{2!} + \dots$$

الاشتقاق والتكامل :-

١ لابد ان يتم الاشتقاق والتكامل لمتغير واحد بس .

٢ تفاضل متغيره أس

اخر الاشتقاقه

$$\frac{d}{dx}x^{\theta} = \theta x^{\theta-1}$$

٣ يتم الاشتقاق لطرفي الدالة

$$q = 100y$$

تفاضل x ل

$$\frac{dq}{dx} = 100\frac{dy}{dx}$$

٤ تفاضل الثابت = صفر

٥ تكامل :-

$$\int_a^b \cos\theta \, d\theta \rightarrow \sin\theta \Big|_a^b \quad , \quad \int_a^b \sin\theta \, d\theta = [-\cos\theta]_a^b$$

$$\int_a^b \frac{dx}{x^2} = -\left[\frac{1}{x}\right]_a^b$$

٦

خطوات انك تحل مجال الاشكال المنتظمة :-

① خد جزء من الشكل وجيب مجاله عند النقطة $dE \leftarrow dq$.

② دور على التماثل " شوف لو فى جزء تصادة يلاشيه .

③ خد جزء واحد من المحصل dE عند النقطة .

④ كامل على الجزء الى انت واخده وخد بالك :-

* لازم يكون عندك متغير واحد ولو اترزقت من متغيرات برده للشحنة

$$dq = \lambda dL$$

$$dq = \sigma dA = \sigma (2\pi r) dr$$

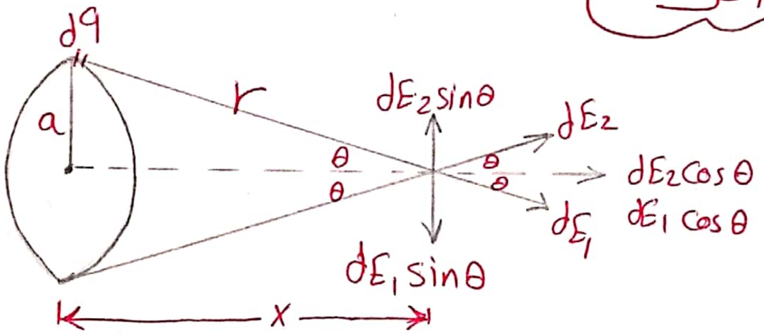
* بتكامل بقواعد التكامل

أمانة حلوة

حساب المجال الناشئ عن حلقة مشحونة

مثال (١) احسب المجال الناشئ عن حلقة مشحونة بشحنة كلية q وتبعد مسافة X عن مركزها نقطة P عند تلك النقطة مع العلم ان الشحنة موزعة بانتظام على الحلقة ونصف قطرها a .

الحل



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

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

① نقسم الحلقة إلى اجزاء صغيرة جدًا متساوية شحنة كل جزء dq .

② نأتي بمجال كل جزء dE عند النقطة P $dE = \frac{k\,dq}{r^2}$

③ نلاحظ ان المركبات الكلية للمجال سوف تتحلل إلى مركبتان :-

① المركبة الرأسية $dE \sin\theta$

وهي تتلاشى لان هناك لكل شحنة أخرى مماثلة لها ولكنه على الجانب الآخر فيكون المجال لهم متساوي في المقدار ومتضاد في الاتجاه فيلاشي بعضه البعض

$E_y = 0$

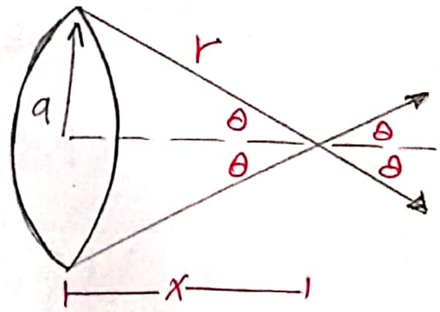
② المركبة في الاتجاه الأفقي $dE \cos\theta$

المجالات كلها في نفس الاتجاه $E_x = \checkmark$

هنجيب مجال جزء واحد في اتجاه X ثم نكامل عليه .

$E_T = \int dE_x$

$dE_x = dE \cos\theta \rightarrow$ جزء واحد بس



$$= \frac{k\,dq}{r^2}\cos\theta = \frac{k\,dq}{(x^2+a^2)} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}}$$

$$dE_x = \frac{k\,dq\,x}{(x^2+a^2)^{3/2}}$$

$$E_T = \int dE_x = \int \frac{k\,dq\,x}{(x^2+a^2)^{3/2}}$$

نبحث عن المتغيرات

$k, x, a \rightarrow$ ثوابت

$dq \rightarrow$ متغير وحيد

$$\boxed{E_T = \frac{k q x}{(x^2+a^2)^{3/2}}}$$

- والمجال في اتجاه المحور x وللخارج لو الشحنة موجبة.
- لو الشحنة سالبة قيمة المجال نفسها ولكن اتجاه المجال يكون العكس.

الحالات الخاصة

① في مركز الحلقة عند x = صفر

$$E = \frac{k q * zero}{(a^2)^{3/2}} = 0 \rightarrow E = 0$$

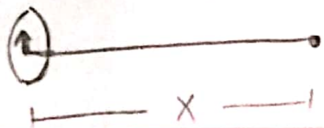
② عند مسافة بعيدة جداً عن مركز الحلقة "$x >>>> a$"

$\because x >>>> a \qquad \therefore a \simeq 0$

تهمل قيمة a بالنسبة لـ x

$$E = \frac{k q x}{(x^2)^{3/2}} = \frac{k q}{x^2}$$

وهو قانون الشحنة النقطية وهذا منطقي لأنه بعيد جداً عن الحلقة سوف نراها شحنة نقطية.



مثال (٣) حلقة نصف قطرها 10 cm وشحنتها الكلية $75\,\mu C$ احسب المجال عند ① ١ سم ② ٥ سم ③ ٣٠ سم ④ ١٠٠ سم من المركز.

الحل

$$E = \frac{k q x}{(a^2+x^2)^{3/2}}$$

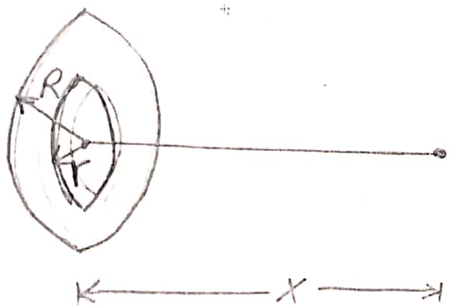
at $x = 1$
$$E = 9*10^9 \frac{75*10^{-6}}{(0.01^2+0.1^2)^{3/2}} * 0.01 = 6.7*10^6\ N/C$$

$x = 5$
$$E = 9*10^9 \frac{75*10^{-6}}{(0.05^2+0.1^2)^{3/2}} * 0.05 = 2.4*10^7\ N/C$$

$x = 30$
$$E = 9*10^9 \frac{75*10^{-6}}{(0.30^2+0.1^2)^{3/2}} * 0.3 = 6.4*10^6\ N/C$$

$x = 100$
$$E = 9*10^9 \frac{75*10^{-6}}{(1.00^2+0.1^2)^{3/2}} * 1 = 6.7*10^5\ N/C$$

مثال ٣ حساب المجال الناشئ عن قرص مشحون



- نعتبر القرص عبارة عن عدة حلقات مشحونة بداخل بعضها.

- القرص عبارة عن عدد لا نهائي من الحلقات نصف قطر أي حلقة r "متغير" ويتغير من $R : o$

- القرص مشحون بشحنة كلية q "الشحنة موزعة على مساحة"

$$q = \sigma A = \sigma \pi r^2 \longrightarrow (1)$$

$A \leftarrow$ مساحة دائرة

- مجال حلقة من القانون المستنتج سابقاً

$$E = \frac{k q x}{(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

تتحول هنا

$$dE = \frac{k x \, dq}{(x^2 + r^2)^{3/2}}$$

dq: لأن الشحنة على الحلقة جزء من شحنة القرص.

dE: جزء من مجال القرص

r: نصف قطر الحلقة

لإيجاد مجال القرص $\leftarrow$ نكامل مجال الحلقة

$$E_T = \int dE = \int \frac{k \, dq \, x}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \longrightarrow (2)$$

$k, x \rightarrow$ ثوابت

$dq \rightarrow$ متغير

$r \rightarrow$ يتغير حسب الحلقة

$$q = \sigma A = \sigma \pi r^2 \longrightarrow dq = \sigma \, 2\pi r \, dr$$

عندي ٢ متغيرات $\leftarrow$ لا بد أن يكون واحد بدلالة الآخر

$$dq = 2\pi r \sigma \, dr \longleftarrow$$ بتفاضل معادلة (1)

$$E = \int dE = \int \frac{k \, 2\pi \sigma \, r \, dr \, x}{(x^2 + r^2)^{3/2}}$$

بالتعويض من (1) في (2)

الثوابت $[k, \pi, \sigma, x]$

المتغيرات $[dr, r]$ نفس المتغير $(R : o)$

$$E = k\pi\sigma x \int_0^R \frac{2r\,dr}{(x^2+r^2)^{3/2}}$$

$$= k\pi\sigma x \int_0^R 2r(x^2+r^2)^{-3/2}\,dr$$

$2r$ تفاضل بالنسبة لـ r

$\int (\text{▨})^{n} *$ تفاضل ما بداخل القوس

$$= \frac{(\text{▨})^{n+1}}{n+1}$$

$$= k\pi\sigma x \left[(x^2+r^2)^{-1/2} * \ominus 2\right]_0^R$$

$$= k\pi\sigma x * 2\left[(x^2+r^2)^{-1/2}\right]_R^0$$

بدل حدود التكامل وشال الـ (-)

$$= k\pi\sigma x\, 2\left[\frac{1}{\sqrt{x^2+r^2}}\right]_R^0$$

$$= 2k\pi\sigma x\left[\frac{1}{x} - \frac{1}{\sqrt{x^2+R^2}}\right]$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\boxed{E_x = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}}\right]}$$

لو الشحنة موجبة اتجاه المجال خارج ولو سالبة داخل

الحالات الخاصة

① عن مركز القرص $x =$ صفر

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{0}{R}\right] = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

② عندما يكون المستوى كبير جداً "لو قالك مستوى كبير" $R \ggg x$

$R = r \qquad x \simeq 0$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{0}{R}\right] = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

③ عند نقطة بعيدة جداً عن مركز القرص: $x \ggg R$

- لا نستطيع التعويض مباشرة في القانون وذلك لأنه ذلك سوف يؤدي أن المجال يصفر ولكن عند نقاط بعيدة عن القرص لابد أن يكون مجال شحنة نقطية.

- هنا سوف نستخدم مفكوك ذات الحدين.

$$(1+z)^n = 1 + \frac{nz}{1!} + \frac{n(n-1)\,z^2}{2!} + \cdots$$

ولكن لابد أن تكون z أقل من 1

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}}\right] \rightarrow a$$

$$\frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}} = \frac{x}{x\sqrt{1+\frac{R^2}{x^2}}} = \left(1+\frac{R^2}{x^2}\right)^{-1/2}$$

$x >>> R$ $\quad \frac{R}{x} <<< 1$

$$\left(1+\frac{R^2}{x^2}\right)^{-1/2} = 1 + \frac{\frac{R^2}{x^2} * \left(\frac{-1}{2}\right)}{1!} + \cdots$$

هنا نهمل $\left(\frac{R^2}{x^2}\right)^2 = z^2$ لأنه صغير جداً

$$\left(1+\frac{R^2}{x^2}\right)^{-1/2} = 1 - \frac{R^2}{2x^2} = \frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}}$$

بالتعويض في القانون الأصلي

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - 1 + \frac{R^2}{2x^2}\right]$$

$$q = \pi \sigma R^2$$

$$= \frac{\sigma R^2}{4\epsilon_0 x^2} * \frac{\pi}{\pi}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Kq}{x^2} \longrightarrow$$ مجال شحنة نقطية

مثال (٨) قرص نصف قطره ٣٥ سم مشحون بشحنة معينة منتظمة كثافتها السطحية $\sigma = 7.9 \times 10^{-3}\ c/m^2$ اوجد المجال عند :-

ⓐ ٥ سم ⓑ ١٠ سم ⓒ ٥٠ سم ⓓ ٢٠٠ سم من المركز.

الحل

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{X}{\sqrt{X^2+R^2}}\right]$$

at $X = 5\,cm$ $\quad E = \frac{7.9 \times 10^{-3}}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{5 \times 10^{-2}}{\sqrt{(5\times10^{-2})+0.35^2}}\right]$

$= 383 \times 10^{6}\ N/C$

at $X = 10\,cm$ $\quad E = \frac{7.9 \times 10^{-3}}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{10 \times 10^{-2}}{\sqrt{1.01^2+0.35^2}}\right]$

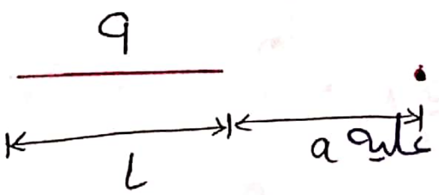
$= 323.6 \times 10^{6}\ N/C$

at $X = 50\,cm$ $\quad E = \frac{7.9 \times 10^{-3}}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{50 \times 10^{-2}}{\sqrt{0.01^2+0.35^2}}\right]$

$= 80.6\ N/C$

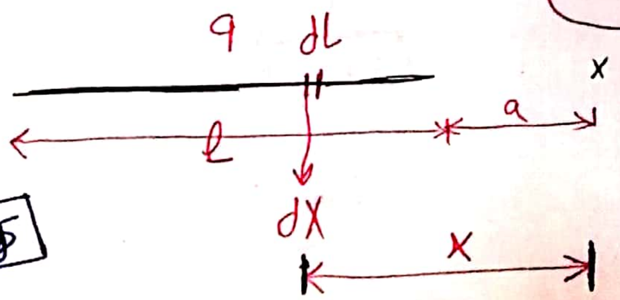
at $X = 200\,cm$ $\quad E = 6.68 \times 10^{6}\ N/C$

المجال الناشئ عن سلك على استقامته :-



مثال (9) سلك طوله L مشحون بشحنة كلية q موزعة عليه بانتظام احسب المجال الناشئ عند النقطة P على بعد a من أحد أطراف السلك.

الحل



المجال الناشئ من سلك على استقامته :-

مثال (٦)

q

$\overline{\quad\quad\quad}$ $\cdot P$

$L \quad a$

سلك طوله L مشحون بشحنة كلية q موزعة عليه بانتظام احسب المجال الناشئ عند النقطة P على بعد a من احد الاطراف للسلك.

$q \quad dL \quad dq$

$\longleftarrow L \longrightarrow \longleftarrow a \longrightarrow$

$dx \qquad x$

① ناخذ جزء من السلك طوله dL وشحنته dq

② نأتي بمجال هذا الجزء

$$dE = \frac{K\,dq}{x^2} \longleftarrow E = \frac{Kq}{r^2}$$

③ عشان نجيب المجال كله نكامل

$$E = \int \frac{K\,dq}{x^2}$$

$dx \; || \; dL$ ، $x \rightarrow$ متغير ، $dq \rightarrow$ ~

④ $q = \lambda L \xrightarrow{\text{تفاضل}} dq = \lambda\, dL \longrightarrow dx = dL \longleftarrow$ متغير طول

$$dq = \lambda\, dx$$

$$E = \int_a^{a+L} \frac{K\lambda\, dx}{x^2} = K\lambda \left[-\frac{1}{x}\right]_a^{a+L} \qquad x\Big|_a^{a+L}$$

$$E = K\lambda \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{a+L}\right] = K\lambda \frac{L}{a(a+L)}$$

$$E = \frac{Kq}{a(a+L)}$$

احالات الخاصة :-

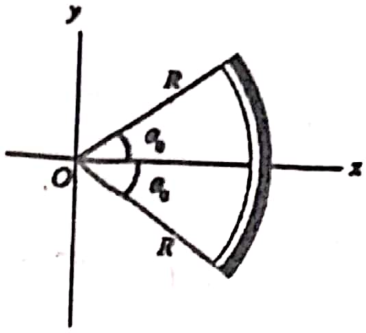
$L \ll a$ بعيد عن السلك جداً.

$L \simeq 0$

$$E = \frac{Kq}{a^2}$$

مثال (٧)

قضيب خفيف مشحون بشحنة كثافتها الطولية λ تم ثنيه على شكل قوس دائري نصف قطره R كما في شكل (٢-١٥). أوجد المجال الكهربي عند نقطة O

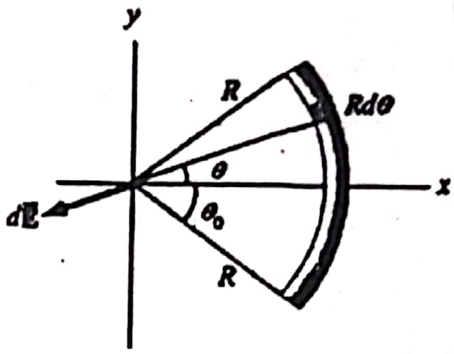


الحل

الشحنة q موزعة على طول $q = \lambda L$

نأخذ شريحة من السلك ونأتي بالمجال لها ثم نكاملها

$$E = \frac{Kq}{r^2} \longrightarrow dE = \frac{K\,dq}{r^2}$$



$$dE = \frac{K\lambda\,dL}{R^2}$$

السلك هنا متماثل فإن المحصلة تكون في اتجاه x فقط.

$$dE_x = dE\cos\theta$$

$$E_T = E_x = \int \frac{K\lambda\,dL}{R^2}\cos\theta$$

ثوابت $K, \lambda, R \rightarrow$

متغيرات $dL, \cos\theta$

$$L = R\theta$$

L ← طول أي قوس

R ← نصف قطره

θ → زاوية

$$\theta\Big|_{-\theta_0}^{\theta_0}$$

$$dL = R\,d\theta$$

$$E_x = \frac{K\lambda}{R^{\cancel{2}}}\int \cancel{R}\cos\theta\,d\theta = \frac{K\lambda}{R}\left[\sin\theta\right]_{-\theta_0}^{\theta_0}$$

$$= \frac{2K\lambda}{R}\sin\theta_0$$

θ_0 ↓ زاوية نصف القوس.

- لو اصبح $\pi = \theta_0$

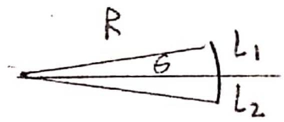
← القوس اصبح حلقة والنقطة في مركز الحلقة

$$E = \frac{2K\lambda}{R} \sin\pi = \text{Zero}$$

وهى نفس النتيجة السابقة للمجال الناشئ في مركز الحلقة

- لو اصبح θ_0 ← صغيرة جدا "

← يتحول السلك الى تقريبا نقطة صغيرة



when $\theta_0 \Downarrow \longrightarrow \sin\theta = \theta$

$$E = \frac{2K\lambda}{R}\theta_0 \cdot \frac{R}{R}$$

$$= \frac{K\,2\lambda R\theta_0}{R^2}$$

$Q = L\lambda$, $L = L_1 + L_2$

$L_1 = L_2 = R\theta$

$L = 2R\theta$

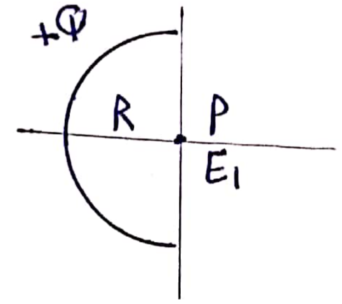
$Q = 2R\theta_0\lambda$

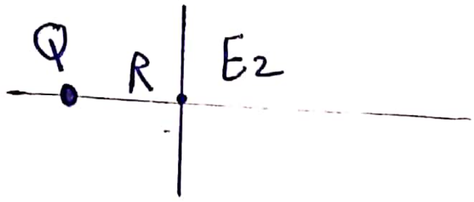
$E = \frac{KQ}{R^2} \longrightarrow$ مجال شحنة نقطية

مثال ٨

في الشكل يوضح سلك منحني على شكل نصف دائرة قطرها 2R فإذا تحول السلك الى شحنة نقطية .

أوجد النسبة بين المجالات .





الحل

مجال شحنة نقطية .

$$E_2 = \frac{KQ}{R^2}$$

$$E_1 = \frac{2K\lambda}{R}\sin\theta_0 \qquad \theta_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$= \frac{2K\lambda}{R} * 1$$

$$Q = \lambda L \qquad \lambda = \frac{Q}{L}$$

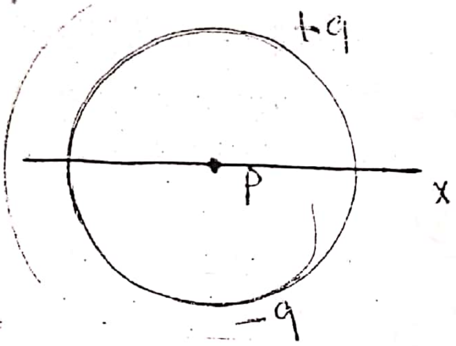
$$L = 2R\theta_0 = 2R\frac{\pi}{2} = R\pi$$

$$\lambda = \frac{Q}{\pi R}$$

$$E_1 = \frac{2KQ}{\pi R^2}$$

$$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{2KQ}{\pi R^2}}{\frac{KQ}{R^2}} = \frac{2}{\pi}$$

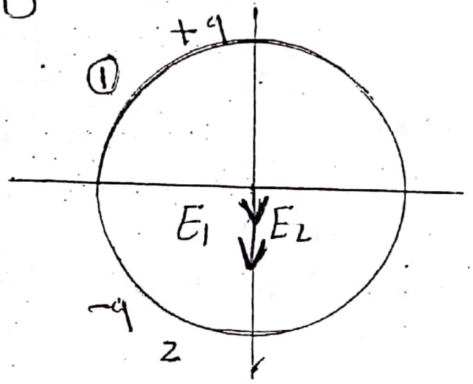
مثال ٩



في الشكل المقابل
إذا كان شحنة النصف العلوي +q والسفلي هي -q
نصف قطر الحلقة R = 8.5 سم ما هو المجال
ناشئ إذا كانت q = 15 بيكو كولوم. 10^{-12}

الحل

الشكل عبارة عن نصفي حلقات



$$E = \frac{2k\lambda}{R}\sin\theta_0$$

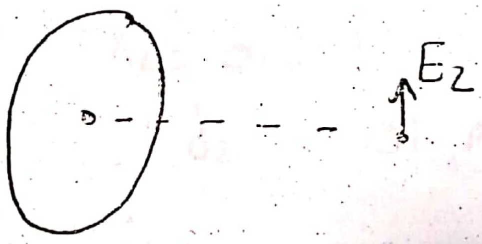
$$\therefore E_T = E_1 + E_2 = \frac{4k\lambda}{R}\sin\theta_0$$

$$\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{Q}{\pi R} = \frac{Q}{\pi \times 8.5\times10^{-2}}$$

$$\lambda = 5.6\times10^{-11}\ C/m$$

$$E_T = 4\times9\times10^{9}\ \frac{5.6\times10^{-11}}{8.5\times10^{-2}}\times\sin 90 = 23.8\ N/C$$

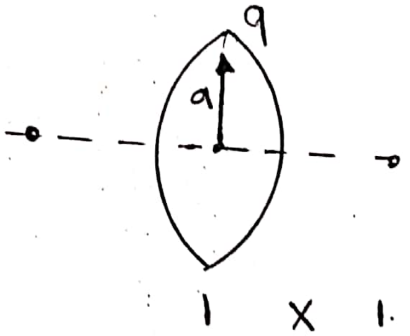
احسب E_2



$E_2 = 0$

لأن مجال الحلقة في نفس اتجاه
المحور ← X

ه مجال الاشكال المنتظمات :-



① الحلقة

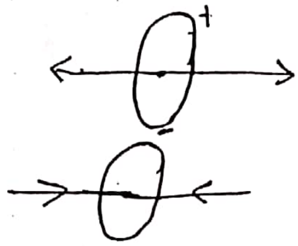
← مقدار ← $E = \dfrac{kqx}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}$

← الاتجاه

← في اتجاه محور المار بالمركز

← للخارج لو $+ve$

← للداخل // $-ve$

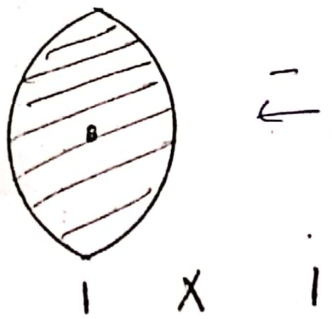


الحالات الخاصة للحلقة

← في مركز الحلقة — $x = 0 \rightarrow E = 0$

← بعيد جدا عن مركزها — $x >>> a \quad E = \dfrac{kq}{x^2}$

← اقصى قيمة للمجال عند — $x = \dfrac{1}{\sqrt{2}}a \quad "\dfrac{dE}{dx} = 0"$



② القرص

← مقداره — $E = \dfrac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \dfrac{x}{\sqrt{x^2+a^2}}\right]$

← الاتجاه ← نفس اتجاه مجال حلقة

الحالات الخاصة للقرص

← في مركز القرص — $x = 0 \rightarrow E = \dfrac{\sigma}{2\epsilon_0}$

← بعيد عن القرص جدا" — $x >>> a \quad E = \dfrac{kq}{x^2}$

← لوح كبير جدا "قرص كبير جدا" غير موصل — $E = \dfrac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$E = \dfrac{\sigma}{\epsilon_0}$ موصل " " "

↓

مافيش اثبات.

مجال سلك عند نقطة على استقامته

(أ) محدود الطول.

$$\lambda = \frac{q}{L}$$

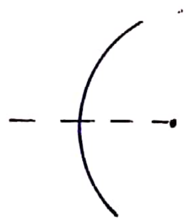
$$E = \frac{kq}{a(a+L)}$$

$$= \frac{k\lambda}{1}\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{a+L}\right]$$

(ب) غير محدود الطول

$$E = \frac{k\lambda}{a}$$

مجال قوس دائري في مركزه



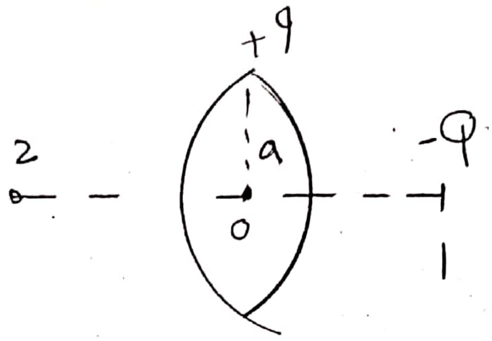
$$E = \frac{2k\lambda}{R}\sin\theta_0$$

$\theta_0 \rightarrow$ زاوية نصف القوس

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$

$L = R\theta$ ، $\theta \rightarrow$ زاوية القوس كله

ب) في الشكل المقابل



الحل

- عندما تكون الشحنة عند النقطة z فإنها تتأثر بقوة جذب وتقترب الى مركز الحلقة o . وعندما تصل الى مركز الحلقة تكون قد اكتسبت سرعة عالية تتحرك الى النقطة z . وعندها ايضاً تتأثر الشحنة بقوة جذب وهكذا.

بعدها الشحنة سوف تتحرك يمين ويسار النقطة o ← حركة توافقية بسيطة.

$$\bar F = E\bar q = -Q\,\frac{kqx}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\bar F = m\bar a$$

$$\frac{-kqQx}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}} = ma$$

if $x <<<<< a$

$x \simeq 0$

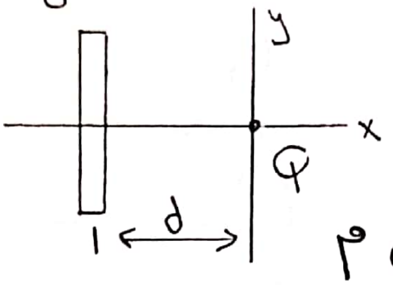
لو جوسين على بعض $x = 0$

$$\bar a = -\frac{kqQx}{ma^3}$$

في الحركة التوافقية $\bar a = -w^2 x$

$$w^2 = \frac{kqQ}{ma^3} \qquad w = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{ma^3}{kqQ}}$$ ##



مثال (١٤)

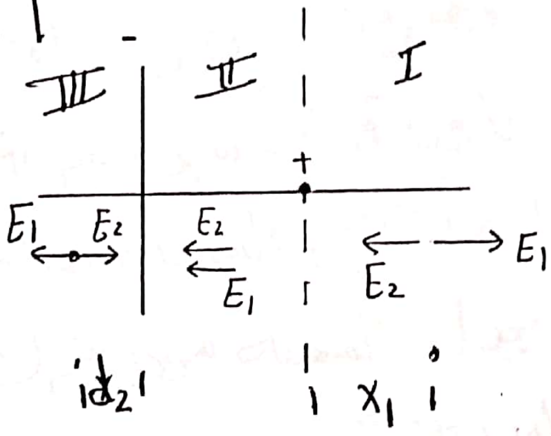
إذا كانت $\sigma = -2\mu C/m^2$ ووضع جسيم مشحون Q

$Q = +6\mu C$ عند نقطة الأصل (0،0) وعلى بعد $d = 0.2$ م

عند أي موضع بخلاف المالانهاية ينعدم المجال الكهربي.

وإذا كانت $d = 0.8$ م فما هو الموضع التي ينعدم فيه.

الحل



$\underline{d = 0.2\, m}$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ}{x_1^2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{9\times10^{9} * 6\times10^{-6}}{x^2} = \frac{2\times10^{-6}}{2\epsilon_0}$$

$$x = 0.691\ m$$

at Left

$$E_1 = E_2 \quad \frac{kQ}{x^2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$x_2 = 0.691$$

$$\therefore d_2 = 0.491\ m$$

لو كانت المسافة $d = 0.8$ فإن المكان الذي ينعدم به فقط على اليمين فقط أما على اليسار، فلا يوجد.