

سنتر فیوچر

Subject: فزیاء اردو

Chapter: سنت حواس

Mob: 0112 3333 122

0109 3508 204

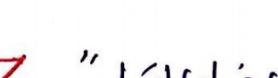
الرَّزْوَانَةُ "قانون جاؤس"

$$\phi_E = E A \cos G$$

* الفرضي الألهوري خلال سطح ما

الزاوية بين اتجاه المغناطيسي والعمودي على السطح

* العودي على السطح \rightarrow لو سطح مفتوح "عودي في اى اتجاه"
 " " " مغلق " عودي والخارجي للشكل



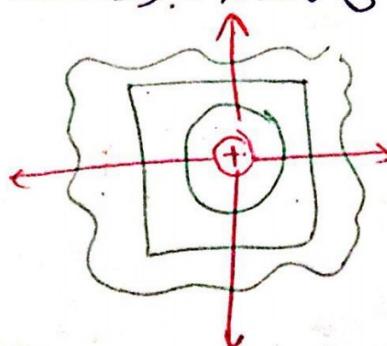
$$\Phi_E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \left(\text{مفترض} \rightarrow \text{جواه} \right) *$$

* الفيضي يعبر عن خطوطه الحال التي ينحدر من سلسلة

$$(N/C) \cdot m^2 = wb \quad \text{وحدة عيادة وبر}$$

* لو المجال موازي للسطح مفترض

* لا يعتمد على سُكّل المُسْخَعِ لـ رِيقَد على مكان وجود المسخع داخلياً.



$$\phi_F = \text{تابع}$$

④ Lio J.W.
also J. Willis

* خطوط الحال والرحلة الممتعة

+ve " (sab, b) " , , q

لودا خلین عوری

دراحتی اعوادی
بنسلیس \leftarrow CoS_6
 $+ \text{NaE}$

المجال الالكتروني في حادث

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_{lin}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{\epsilon_{lin}}{\epsilon_0}$$

اسطوانة

القانون العام

خارج دائرة

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

داخل دائرة

$$E = 0$$

لوراء مول

$$q = \rho V_{OL}$$

$$q = \rho \frac{4}{3} \pi a^3$$

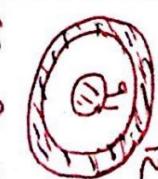
$$q = \sigma A$$

$$E q$$

مجموع
المتحاثات

إيجاد

$$q = q_1 + q_2$$



$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_{lin}}{\epsilon_0}$$

$$EA = 2\pi r L$$

$$E = \frac{\epsilon_{lin}}{2\epsilon_0}$$

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

$$E = \frac{2Kq}{Lr}$$

$$E = \frac{\rho a^2}{2\epsilon_0 r}$$

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

$$E = \frac{Kqr}{a^3}$$

$$E = 0$$

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

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

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

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

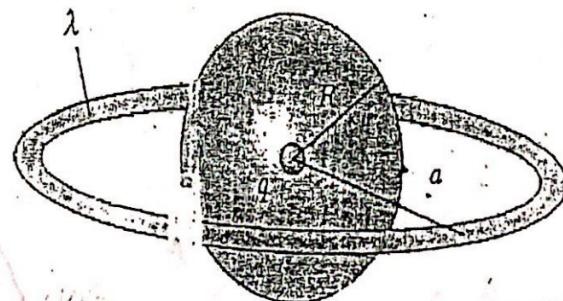
Sheet

اسئلة

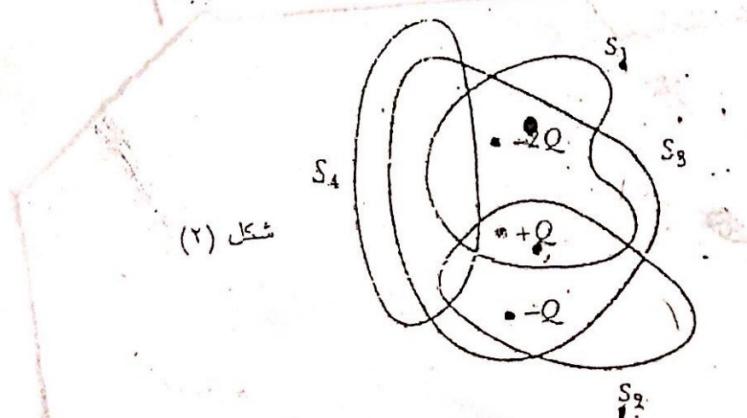
- ١- الفيصل لسطح مغلق يساوى صفر .. هل من الضروري أن يكون المجال الكهربى على هذا السطح متساوياً للصفر؟
- ٢- إذا كان المجال الكهربى في منطقة ما متساوياً للصفر فهل نستنتج من ذلك عدم وجود شحنات كهربائية في تلك المنطقة؟ أشرح.
- ٣- إذا كان عدد خطوط المجال الكهربى التي تترك سطح أكبر من عدد خطوط المجال الداخلة للسطح، فماذا نستنتج من ذلك؟
- ٤- ما قيمة الفيصل الكهربى لسطح يحوى مزدوج قطبي (أى القطب)؟
- ٥- لماذا لا نستطيع استخدام سطح جاوس لحساب إمال الناشيء عن (١) ثلاثة شحنات متقاربة موضعية عند رؤوس مثلث متساوية الأضلاع (٢). فرق مشحون بشحنة سطحية (٣) مزدوج كهربائياً

تمارين

- ١- مجال كهربى منتظم $\hat{a}i + \hat{b}j$ يقطع سطح مساحته A ، ما الفيصل الكهربى خلال ذلك السطح إذا كان السطح (١) يقع فى مستوى YZ (٢) يقع فى مستوى XZ (٣) يقع فى مستوى XY ؟
- ٢- شحنة نقطية q موضوعة في مركز حلقة مشحونة بشحنة كثافتها الطولية λ ونصف قطرها a ، أحسب الفيصل الكهربى خلال سطح كرة نصف قطرها R تحيى الشحنة النقطية في مركزها كما في شكل (١)



شكل (١)

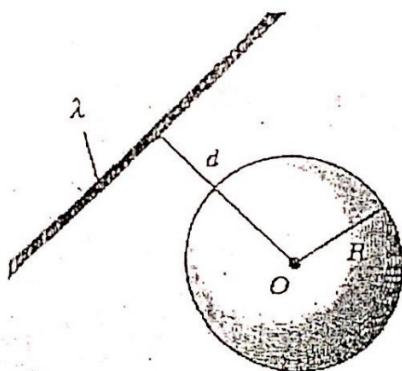


شكل (٢)

- ٣- اربع اسطح مغلقة كما في شكل (٢) أحسب الفيصل الكهربى خلال كل سطح من

٤- إذا كان المجال الكهربائي على سطح قشرة كروية نصف قطرها 0.75 m يساوي 890 N/C واتجاه المجال في اتجاه مركز القشرة الكروية وفي اتجاه أنصاف الأقطار . فما قيمة الشحنة داخل القشرة الكروية؟

٥- سلك لانهائي الطول مشحون بشحنة متن出来的 كثافتها الطولية λ يقع على بعد d من مركز كرة نصف قطرها R أحسب القبض الكهربائي خلال سطح الكرة إذا كان $R < d$ (١) $R > d$ (٢)



٦- أسطوانة طولها نصف قطرها R تحمل شحنة موزعة بانتظام على حجمها كثافتها m ، أحسب المجال الكهربائي عند نقطة (١)

داخل الاسطوانة (٢) خرج الاسطوانة (٣) على سطح الاسطوانة.

٧- كرة مصنوعة من البلاستيك نصف قطرها 10 cm تحمل شحنة موزعة بانتظام على حجمها . فإذا كان المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 5 cm من مركز الكرة يساوى

٨٦

kN/C واتجاه في اتجاه أنصاف الأقطار وللداخل . أحسب قيمة المجال على بعد 15 cm من مركز الكرة .

٨- سلك لا نهائي يُنتج مجالاً كهربائياً $N/C = 6 \times 10^3$ عند مسافة 2.4 m ، أحسب كثافة الشحنة الطولية لهذا السلك .

٩- لوحان معدنيان كبيران متواجهان كثافة شحنة أحدهما السطحية σ والأخر $-\sigma$ - وذلك على السطح الداخلي ، فإذا كانت مساحة السطح لكل لوحة 1 m^2 والمسافة بينهما 5 cm وكان المجال بينهما 80 N/C فما شحنة كل لوحة؟

١٠- كرة مصنوعة من النحاس نصف قطرها 15 cm تحمل شحنة $40 \mu\text{C}$ ، أوجد المجال الكهربائي (أ) عند 12 cm (ب) عند 17 cm (ج) عند 75 cm من مركز الكرة . هل تتغير الإجابة في الحالات السابقة إذا كانت الكرة مجوفة .

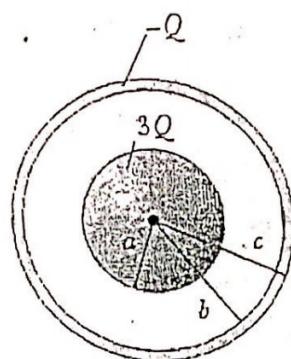
١١- لوحة مربع من النحاس طول ضلعه 50 cm وضع في مجال كهربائي منتظم قيمته 80 kN/C عمودياً على اللوحة . أوجد كثافة الشحنة السطحية لوجهى اللوحة ما هي الشحنة الكلية للوح؟

١٢- كرة مصنوعة وموصلة نصف قطرها 2 cm تحمل شحنة $8 \mu\text{C}$ ، متعددة المركز مع قشرة كروية موصلة نصف قطرها الداخلي 4 cm والخارجي 5 cm وشحنة القشرة $5 \mu\text{C}$ - أوجد المجال الكهربائي (أ) عند 1 cm (ب) عند 3 cm (ج) عند 4.5 cm (د) عند 7 cm من مركز الكرة .

١٣- كرتان موصلتان ومتماثلتان نصف قطر كل منها 0.5 cm تم توصيليهما بسلك خفيف موصل طوله 2 m ، ثم وضعت شحنة قدرها $60 \mu\text{C}$ على إحدى الكرتتين ، أحسب الشد في السلك .

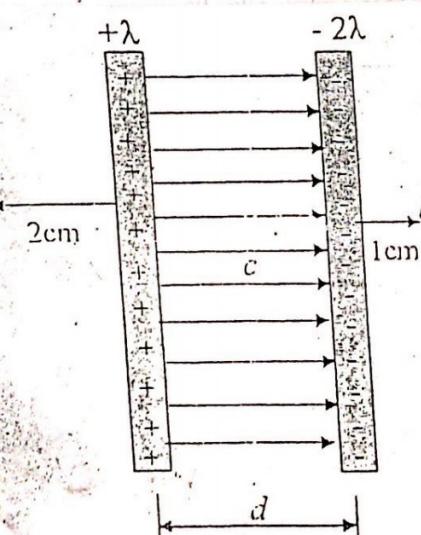
١٤ - سلك طويول موضوع في مركز أسطوانة معدنية مجوفة بحيث يتطابق محور السلك مع محور الأسطوانة. فإذا كانت كثافة الشحنة الطولية للسلك λ والشحنة الطولية للأسطوانة 2λ باستخدام قانون جاوس أحسب المجال الكهربائي خارج الأسطوانة وعلى بعد r من محورها.

١٥ - كرة موصولة ومحفورة نصف قطرها a تحمل شحنة Q . متعددة المركز مع قشرة كروية موصولة نصف قطرها الداخلي b والخارجي c وشحنة القرفة الكروية $+3Q$. ارسم قيمة المجال الكهربائي كدالة في المسافة.

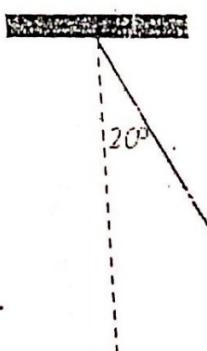


١٦ - كرة غير موصولة ومصنوعة نصف قطرها a وتحمل شحنة $+3Q$ موزعة بانتظام على حجمها. فإذا كانت الكرة متعددة المركز مع قشرة كروية موصولة نصف قطرها الداخلي b والخارجي c وشحنة القرفة الكروية $-Q$. ارسم قيمة المجال الكهربائي كدالة في المسافة.

١٧ - قشرة اسطوانية لانهائي الطول غير موصولة نصف قطرها الداخلي a والخارجي b وكثافة شحنتها الخمجية ρ ، ووضع سلك على محور الاسطوانة مشحون بشحنة كثافتها الطولية λ . احسب المجال الكهربائي عند جميع المواقع.



١٨ - سلكان طويلان المسافة بينهما 3cm ويحمل الأول شحنة موجبة كثافتها الطولية λ . والثاني شحنة موجبة كثافتها الطولية 2λ . احسب قيمة واتجاه المجال الكهربائي عند النقاط التالية a, b, c ($\lambda = 6\mu\text{C/m}$) والنقطة c تقع في متنصف المسافة بين السلكين.

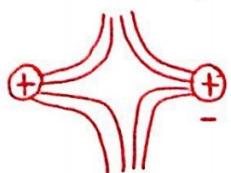


١٩ - الشكل المقابل بين كرة مشحونة بشحنة موجبة q معلقة بخط رباعي. وضعت الشحنة أمام لوحة كبيرة كثافة الشحنة السطحية عليه $\sigma = 2 \times 10^5 \text{ C/m}^2$. فاترنت الكتلة المشحونة عندما كان الخط يصنع زاوية مقدارها 20° مع المحور الرأسي.

احسب الشحنة على الكرة إذا علمت أن كتلة الكرة 20g

ليس من المعمول حسب علم أن يكون هناك تحفظات خارج المطح ووصلة التحفوظ داخل المطح صفر، وعندها مجال يتبع بحسب التحفوظ ولكن ليس هناك فيه.

لأنه ليس من المعمول حسب علم أن يكون في حالة المجال المترافق مع التحفوظ صفر تحفظاته موجودة.



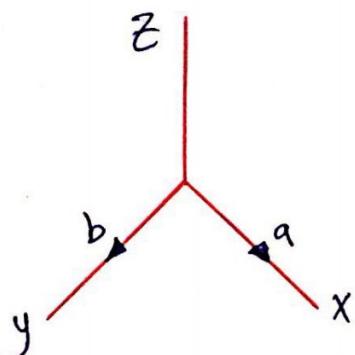
$$\phi_E = \frac{\epsilon_0 q_{in}}{E_0} = +V_0 \quad \text{أي الفيصل فيه موجبة}$$

$$\phi_E = \frac{\epsilon_0 q}{E_0} = \frac{q-q}{E_0} = \text{صفر} \quad \text{فقط}$$

- لذا ليس هناك طبع وهم مناسب حيث يكون المجال ثابت على مسافة.

- لأن حدود المطرد \rightarrow المجال غير منتظم.

- لذا المزدوج عبارة عن تجذب و المجال غير منتظم.



$$E = a\hat{i} + b\hat{j}, \quad \phi_E = EA \cos \theta \quad \text{المائل}$$

$$\phi_B = E \cdot A$$

- مستوى Z ي ← المعمول على المستوى X

$$\phi = aA \quad wb \quad A = a\hat{i}$$

$$= (a_i + b_j) \cdot a\hat{i}$$

- المعمول على المستوى Z ي ← Y " " "

$$\phi_E = 0 = (a_i + b_j) \cdot a\hat{k} \quad A = a\hat{k}$$

$$\phi_E = (a_i + b_j) \cdot \hat{d}\hat{k}$$

$$\phi_E = bA \quad wb$$

$$y " " " \leftarrow x_Z " " " \quad A = a\hat{j}$$

$$\phi_E = \frac{\epsilon_0 q_{in}}{E_0} = \frac{q}{E_0}$$

الشكل مختلف

ولتحسين الميل لـ خارج الأكرة

$$\phi_E = \frac{\epsilon_{in}}{\epsilon_0}$$

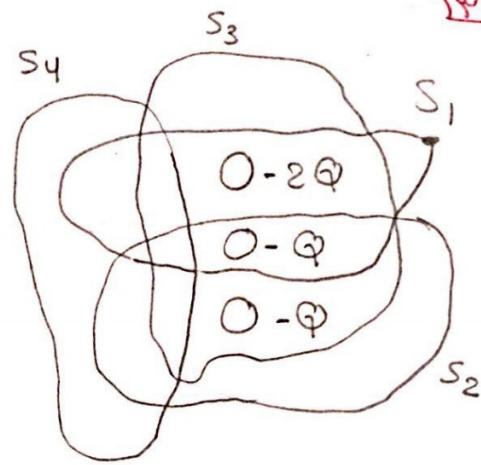
$$S_1 \rightarrow \frac{-2Q + Q}{\epsilon_0} = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

$$S_2 \rightarrow \frac{+Q - Q}{\epsilon_0} = 0$$

$$S_3 \rightarrow \frac{-2Q + Q - Q}{\epsilon_0} = \frac{-2Q}{\epsilon_0}$$

لهما يساوي

$$S_4 \rightarrow zero$$



$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_{in}}{\epsilon_0}$$

$$EA = \frac{\epsilon_{in}}{\epsilon_0} = Q, \quad E = \frac{KQ}{r^2}$$

$$Q = EA \epsilon_0 = E(4\pi r^2) \epsilon_0 = \epsilon_0 (4\pi \times 0.75^2) \times 890$$

$$Q = -55.7 \text{ nC} \rightarrow \text{الإجابة المطلوبة}$$

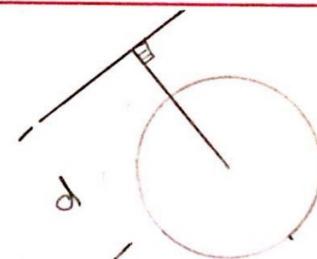
$$E = 890 \text{ N/C}$$

If $R < d$ نحو

$$\phi_E = zero$$

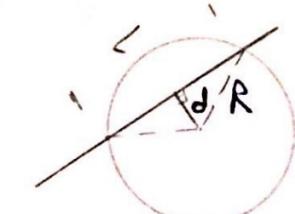
If $R > d$ نحو

نحو ← نحو "لأنه في هذا المدى يمكن اعتبار الدائرة مفتوحة"



$$q_{in} = \lambda L = 2\lambda \sqrt{R^2 - d^2} = \lambda \times 2\sqrt{R^2 - d^2}$$

$$\phi_E = \frac{2\lambda \sqrt{R^2 - d^2}}{\epsilon_0}$$



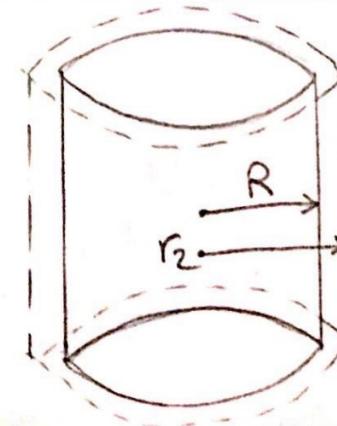
$$L = 2\sqrt{R^2 - d^2}$$

$r < R \rightarrow r$

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_{in}}{\epsilon_0}$$

$$\int_{A_1} E \cdot dA_1 + \int_{A_2} E \cdot dA_2 + \int_{A_3} E \cdot dA_3 = \frac{\epsilon_{in}}{\epsilon_0}$$

$$EA_2 = \frac{\epsilon_{in}}{\epsilon_0} \quad \theta_1 = \theta_3 = 90^\circ \quad \theta_2 = 0$$



$$E(2\pi r_1 L) = \frac{\rho \pi r_1^2 L}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho r_1}{2\epsilon_0} \text{ N/C}$$

٦٤) اهـ

$$r > R \rightarrow r_2$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$\int_{A_1} E \cdot dA + \int_{A_2} E \cdot dA_2 + \int_{A_3} E \cdot dA_3 = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$EA_2 = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \quad \theta_1 = \theta_3 = 90^\circ$$

$$\theta_2 = 0$$

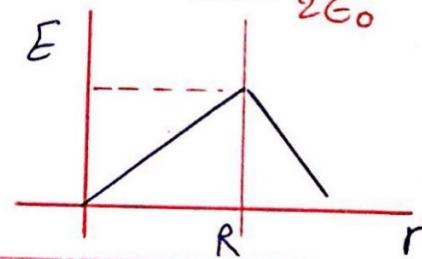
$$q_{in} = \rho \pi R^2 L \rightarrow$$

"مقدار التحاثة في المقطورة"

$$ER = \frac{\rho R}{2\epsilon_0}$$

$$E(2\pi r_2 L) = \frac{\rho \pi R^2 L}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r_2} \text{ N/C}$$



$$\text{① at } r = 5 \text{ cm} \rightarrow E = 86 \text{ KN/C}$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r_1^2) = \frac{\rho \frac{4}{3}\pi R^3}{\epsilon_0}$$

$$\rho = E \frac{3\epsilon_0}{r_1} = \frac{86 \times 10^3 \times 3\epsilon_0}{0.05} = 4569 \times 10^{-6} \text{ C/m}^3$$

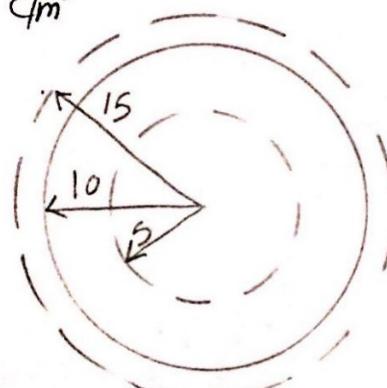
$$\text{at } r = 15 \text{ cm}$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r_2^2) = \frac{\rho \frac{4}{3}\pi R^3}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi \times 0.15^2) = \frac{4569 \times 10^{-6} \times \frac{4}{3}\pi (10 \times 10^{-2})^3}{\epsilon_0}$$

$$E = 764 \times 10^3 \text{ N/C}$$



$$\lambda = E(2\pi r \epsilon_0) = 6 \times 10^3 \times 2\pi \times \epsilon_0 \times 2.4 = 8.01 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

$$E_T = E_1 + E_2 = 2E_1 = 2E_2 = \frac{\omega}{\omega_0}$$

لوج معدنی

$$\sigma = E + \epsilon_0 = 80 * \epsilon_0 = 7.08 * 10^{-10} \text{ C/m}^2$$

$$E_2 \leftarrow E_1$$

$$q = \sigma A = 7.08 * 10^{-10} * 1 = 7.08 * 10^{-10} C$$

$$E_T =$$

$$\begin{array}{c} E_1 \\ \xrightarrow{\hspace{1cm}} \\ E_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} E_1 \\ \leftarrow \\ E_2 \end{array}$$

A diagram showing a central vertical axis with a horizontal crossbar. Two curved arrows, one pointing clockwise and one counter-clockwise, are drawn around the axis, representing rotation.

$$r < R$$

$$r_1 = 18 \text{ cm}$$

$$R = 15 \text{ cm}$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0} \quad q_{in} = 0 \quad E = 0$$

$$r > R \quad R_2 = 17 \text{ cm}$$

$$EA = \frac{\varepsilon_{\text{in}}}{E_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 40 \times 10^{-9}}{(0.17)^2}$$

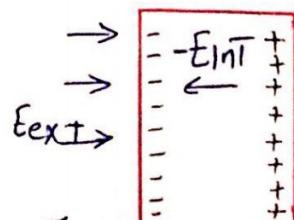
$$= 640 \text{ N/C}$$

$$E_{\text{ext}} = E_{\text{int}} = \frac{\infty}{E_0} \quad \text{nozco لع}$$

$$80 \times 10^3 = \frac{8}{2\epsilon_0}$$

$$\sigma = 1.42 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$q = \sigma A = 1.42 \times 10^{-6} \times (0.5 \times 0.5) = -3.542 \times 10^{-7} C$$



$$r_1 = 1 \text{ cm}$$

$$a = 2 \text{ cm}$$

$$E = 0$$

$$b > r > a \rightarrow r_2$$

الكرة موصولة

$$r_2 = 3 \text{ cm}$$

$$b = 4 \text{ cm}$$

$$c = 5 \text{ cm}$$

١٩

$$\oint E \cdot dA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r_2) = \frac{8 \times 10^{-6}}{\epsilon_0}$$

$$E = 80 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$c > r > b \quad r_3 \rightarrow 4.5 \text{ cm}$$

$$E \neq 0$$

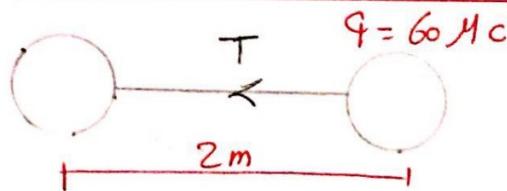
الكرة موصولة

الكرة موصولة

$$q_1 = 8 \mu \text{C} \rightarrow 8 \mu \text{C}$$

$$q_2 = -4 \mu \text{C} \rightarrow -4 \mu \text{C}$$

$$r > c \quad r = 7 \text{ cm} \quad E = \frac{k q_{in}}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(8-4) \times 10^{-6}}{7^2} = 7.5 \times 10^6 \text{ N/C}$$



لما كان قطر الكرة ينافس المسافة بينهما
ف maka نوزع الشاردين على الكرة

$$q_1 = q_2 = 30 \mu \text{C}$$

$$F = T = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(30 \times 10^{-6})^2}{2^2} \approx 2 \text{ N}$$

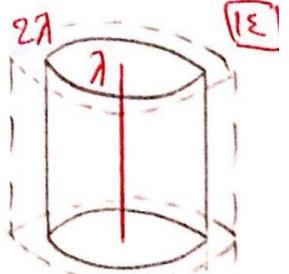
$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_0 q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$EA_2 = \frac{\epsilon_0 q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$q_{in} = \pi L + 2\pi L$$

أجزاء الكرة
العلوية

$$A = 2\pi r L$$



$$E = \frac{3\pi}{2\pi\epsilon_0 r} \text{ N/C}$$

$$b > r > a \rightarrow r_2$$

ذات التأثير

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_0 \text{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

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

(Negative)

$$E_a = \frac{kQ}{a^2}, \quad E_b = \frac{kQ}{b^2}$$

$$c > r > b \rightarrow r_3$$

$$E = 0$$

ذات التأثير

غير موصله

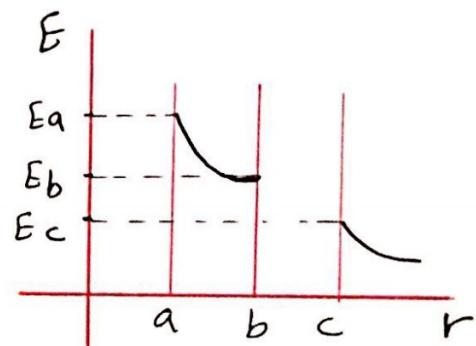
$$r > c \rightarrow r_4$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_0 \text{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r_4^2) = \frac{-Q + 3Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{2kQ}{r_4^2}$$

$$E_c = \frac{2kQ}{c^2}$$



$$r < a \rightarrow r_1$$

ذات التأثير

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_0 \text{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r_1^2) = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$q_{in} = \rho \frac{4}{3} \pi r_1^3$$

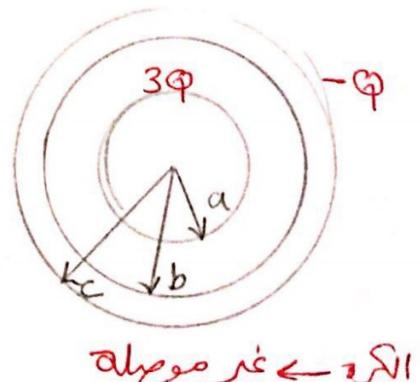
$$E_1 = \frac{\rho r_1}{3\epsilon_0}, \quad \rho = \frac{3Q}{4\pi r_1^3}$$

$$E_1 = \frac{3kQr_1}{a^3}, \quad E_a = \frac{3kQ}{a^2}$$

$$b > r > a \rightarrow r_2$$

ذات التأثير

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_0 \text{in}}{\epsilon_0}$$



غير موصله

الكرة ← موصله

$$E(4\pi r_1^2) = \frac{3Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{3kQ}{r_1^2}$$

$$E_b \rightarrow \frac{3kQ}{b^2}$$

$$c > r > b \rightarrow r_3$$

$$E = 0$$

داخل القرص
غير موصولة

$$r > c \rightarrow r_4$$

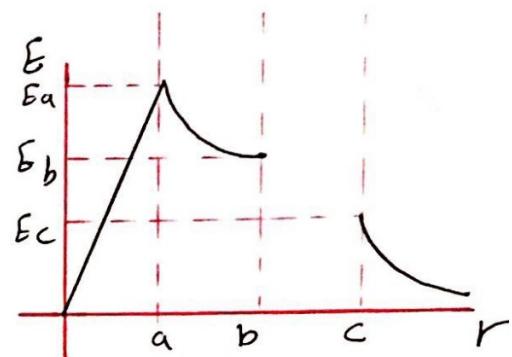
خارج القرص

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r_4^2) = \frac{3Q - Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{2kQ}{r_4^2}$$

$$E_c = \frac{2kQ}{c^2}$$



$$a > r > 0 \quad r_1 \quad \text{داخل المطرفة}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \rightarrow \text{حال مكعب}$$

$$b > r > a \rightarrow \text{داخل القرص}$$

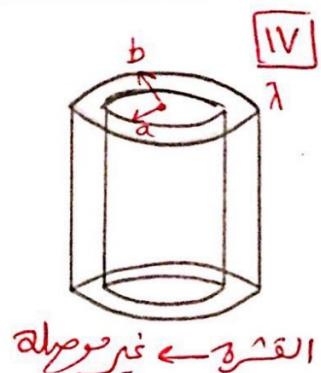
$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$q_{in} \rightarrow \begin{cases} \text{حالة المكعب} \\ \text{جزء من القرص} \end{cases}$$

$$q_{in} = \lambda L + q_{2in}$$

$$q_{2in} = \rho L \pi (r_2^2 - a^2) = \rho * \text{مساحة} * \text{ارتفاع}$$

$$E_2 = \frac{\lambda + \rho \pi (r_2^2 - a^2)}{2\pi\epsilon_0 r_2}$$



$$q_{2in} = \rho V \quad a = \text{أداة طولانية} \\ = \rho \pi r_2^2 L$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{\epsilon_0 I_{in}}{\epsilon_0}$$

$$A = 2\pi r_3 L$$

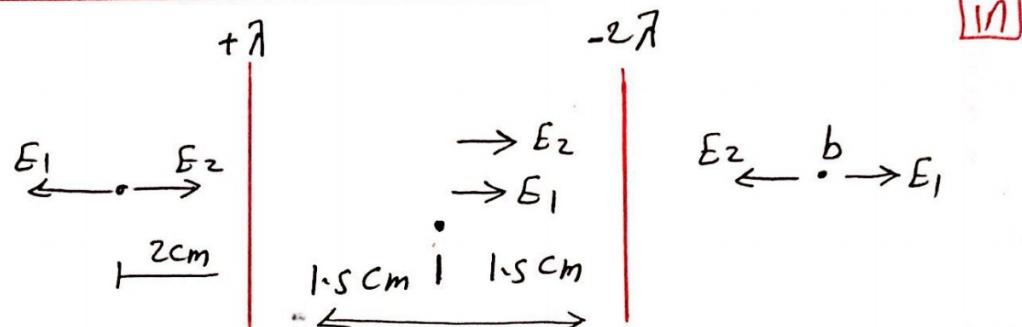
$$I_{in} = \lambda L + \sigma \pi (b^2 - a^2) L$$

$$E = \frac{\lambda + \sigma \pi L (b^2 - a^2)}{2\pi \epsilon_0 r_3}$$

$\sigma \pi L (b^2 - a^2)$ contains

التي هي المسافة بين المقطفين

$$E_{wire} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r}$$



$$\text{at } A = E_T = E_2 - E_1 = \frac{+2\lambda}{2\pi \epsilon_0 r_2} - \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r_1} = \frac{+2 \times 6 \times 10^{-6}}{2\pi \epsilon_0 \times 0.5} - \frac{6 \times 10^{-6}}{2\pi \epsilon_0 \times 0.2}$$

$$E = +9.71 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$\text{at } b = E_T = E_1 - E_2 = \frac{6 \times 10^{-6}}{2\pi \epsilon_0 \times 0.1} - \frac{2 \times 6 \times 10^{-6}}{2\pi \epsilon_0 \times 0.4} = 2.4 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$\text{at } c \quad E_T = E_1 + E_2 = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r_1} + \frac{2\lambda}{2\pi \epsilon_0 r_2} = \frac{6 \times 10^{-6}}{2\pi \epsilon_0 \times 1.5 \times 10^{-2}} + \frac{2 \times 6 \times 10^{-6}}{2\pi \epsilon_0 \times 0.05} \\ = 7.19 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$\sum F_x = 0 \quad T \sin 20^\circ = qE$$

$$\sum F_y = 0 \quad T \cos 20^\circ = mg$$

① on ②

$$\tan 20^\circ = \frac{qE}{mg}$$

$$q = \frac{mg}{E} \quad \tan 20^\circ = \frac{\tan(20^\circ) \times 20 \times 10^3 \times 9.8 \times 1}{\frac{g}{2\epsilon_0}} = \frac{20 \times 10^3 \times 9.8 \tan(20^\circ)}{2 \times 10^9}$$

$$q = 6.316 \times 10^{-18} \text{ C}$$

