آخرنا صـ 52 من الملف المجمع
ثم صـ 19 من الملزمة 5/6

Lec (06)

Gauss's law
Volume charge

ندرس

(1) "E" For non conducting sphere → inside / outside / Surface

(2) "E" for solid conducting sphere → inside / outside

(3) "E" For a conducting shell → inside / outside

(4) Examples

> D لاحظ هنا في شيء ع عليه سؤال
> ↳ $D = \epsilon E$ = electric Field density

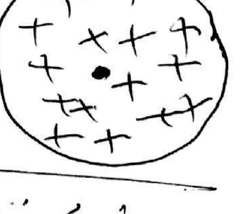
1 (E) for A symmetric (non conducting) spherical charge distribution

- المجال الكهربي الناتج من توزيع شحنة توزيعاً متماثلاً على كرة غير موصلة ، المطلوب حساب هذا المجال داخل وخارج وعلى سطح الكرة
- لاحظ ان الكرة nonconducting معناها انها مليئة من جوه بالشحنات فقط

(i) E inside sphere $r < R$

(r ← نصف قطر سطح جاوس ، R ← نصف قطر الكرة الأصلية)

دي الشحنة متوزعة بانتظام ع حجم أو الحجم مشحون كله



نبدأ نختار سطح جاوس بنصف قطر r (اللي أقل من نصف قطر الكرة R)

ونلاحظ ان كمية الشحنات الموجودة جوه السطح الجديد هي جزء من الشحنة الكلية ومن هنا نديها رمز Q'

$$Q' = \varepsilon_0 \oint E \cdot d\bar{A}$$ ← الشحنة المحصورة

$$Q' = \varepsilon_0 E \times (4\pi r^2)$$ → مساحة كرة جاوس

$$\therefore E = \frac{Q'}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

لازم اتكلم عن Q' اللي جواها بدلالة Q

$$\therefore \rho_v = \frac{\text{الشحنة}}{\text{الحجم}} = \frac{Q'}{V} = \frac{Q'}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

ρ_v → volume charge density C/m^3

V → حجم جاوس

Q → الكلية

R → الكلية

$$\frac{\text{أي شحنة}}{\text{الحجم اللي فيها الشحنة}} = \rho_v$$

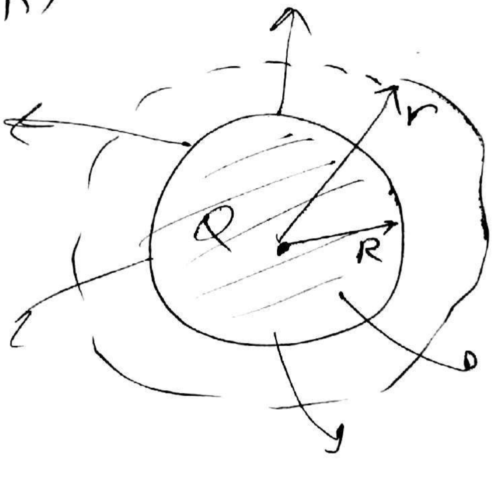
$$\therefore \boxed{Q' = Q\frac{r^3}{R^3}}$$

$$\therefore \boxed{E = \frac{Q\frac{r^3}{R^3}}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{Q\,r}{4\pi\epsilon_0 R^3}}$$

لاحظ أن $E \propto r$

المجال الكهربائي ع بعد r من مركز الكرة نصف قطرها R

ii) outside the sphere (r > R)



$$\epsilon_0 \oint E \cdot dA = Q$$

الزاوية بينهم صفر

لأن $\vec{E}$ في اتجاه dA عمودي على السطح

$$\therefore \epsilon_0 E (4\pi r^2) = Q$$

$$\therefore E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$E \propto \frac{1}{r^2}$$

ليه مطلعتش تاني ρ_v ؟؟ لأن هنا E بدلالة Q مش بدلالة Q'

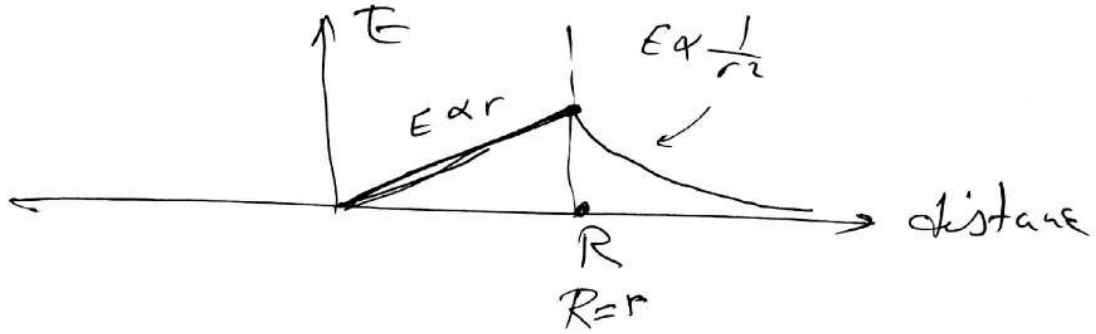
iii) at the Surface of sphere

عند السطح محل نعوض في أي كده صح، لو لقيتهم بتقسيم كده $r = R$

$$E = \frac{Qr}{4\pi\varepsilon_0 R^3} = \frac{Qr}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$$

$$\text{or} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$$

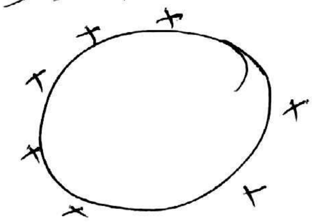
رسم علاقة E مع distance



Scanned by CamScanner

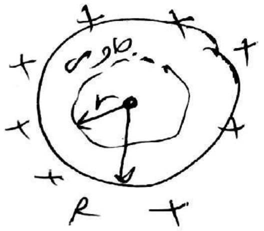
2 Electric Field inside & outside a Solid Conducting sphere

لاحظ في المواد الموصله تتوزع الشحنه على السطح الخارجي فقط
ولا تكون هناك شحنات بالداخل الا اذا انتهوصت بتفصل
بينما في المواد العازله تتوزع الشحنات بانتظام داخل السطح.



(i) inside the sphere $(r<R)$

نختار سطح جاوس كره نصف قطرها r



$$q = \varepsilon_0 \oint E \cdot d\vec{A}$$

لاحظ ان الشحنات داخل سطح جاوس = صفر
لان كل الشحنات على السطح

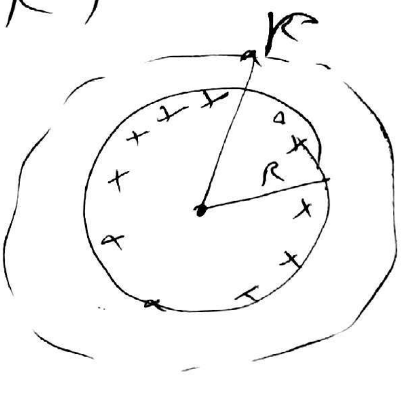
$\therefore q = 0$

$$0 = \varepsilon_0 \oint E \cdot d\vec{A} \longrightarrow \boxed{E = 0}$$

ii) outside the sphere $(r>R)$

$$\varepsilon_0 E (4\pi r^2) = Q$$

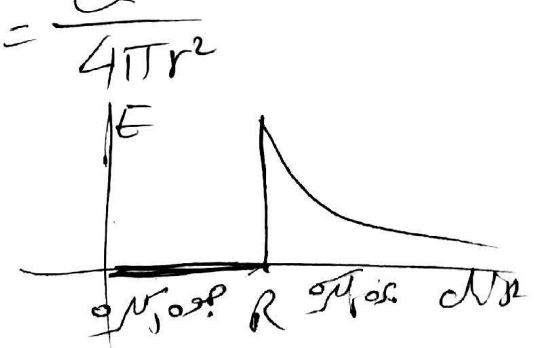
Q → كل الشحنات بتاع الكره



$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

Note $\rho_s = \frac{Q}{area} = \frac{Q}{4\pi r^2}$

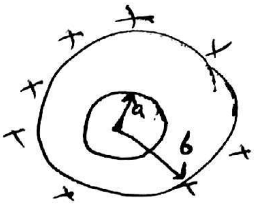
or $\boxed{E = \frac{\rho_s}{\varepsilon_0}}$



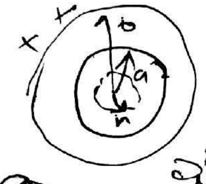
3 Electric field inside & outside a conducting shell

كرة معزولة موصلة

بدخله الشحنات على السطح فقط



(i) $r < a$ & $r < b$



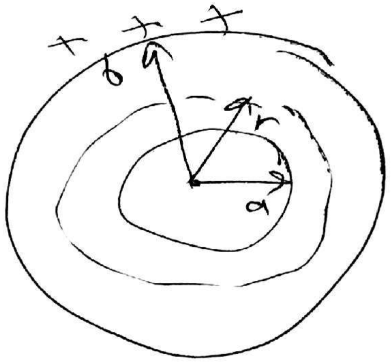
كره وهمي

$\epsilon \oint E \cdot dA = Q$ → معنديش شحنات جوه الكرة الداخلية

صفر $= Q$

$\therefore$ $E = 0$

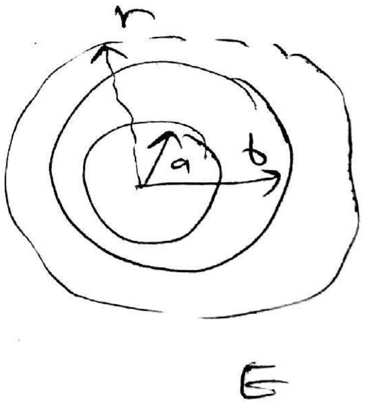
(ii) $b > r > a$



جوه الكرة جسم لا تقع فيه شحنة

$\therefore$ $E = 0$

(iii) $r > b$



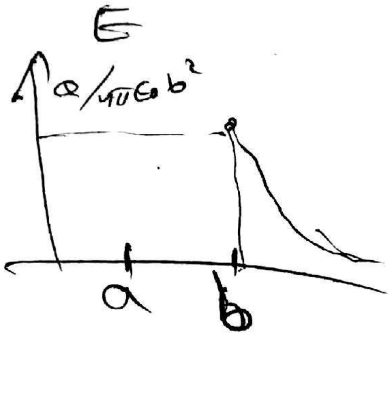
فيه هنا شحنات

$\epsilon_0 \oint \bar{E} \cdot d\bar{A} = Q$

شحنة الكرة الخارجية كلها

$\epsilon_0 E (4\pi r^2) = Q$

$\therefore$ $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ $= \frac{\rho}{\epsilon_0}$

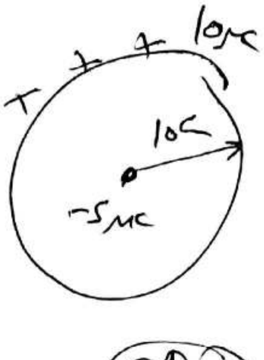


Scanned by CamScanner

Examples

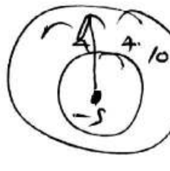
EX(1) Find $\underline{E}$ inside & outside Conducting shell/sphere has point charge at Center of ($-5\mu C$) & surface charge ($+10\mu C$) if radius of sphere is 10cm

Sol



1- E_{out} $r > 10cm$

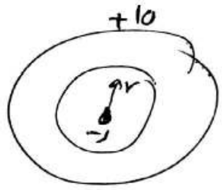
$\therefore \epsilon_0 \oint E \cdot dA = Q_{tot} = (10-5)\mu C$
$= 5\times10^{-6}$



$\therefore \epsilon_0 E(4\pi r^2) = 5\times10^{-6}$

$$E_{out} = \frac{5\times10^{-4}}{8.85\times10^{-4}\times 4\pi r^2}$$

$r > 10cm$
10cm [illegible]



2- E_{in} $\epsilon_0 \oint E \cdot dA = Q_{tot}$ → −5 only

$$|E| = \frac{5\times10^{-6}}{4\pi \times \epsilon_0 r^2}$$

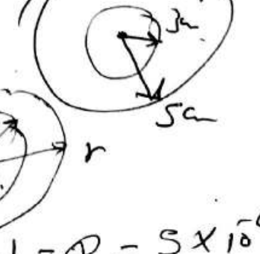
note $r < 10cm$

EX(2) Conductor shell with inner diameter 3cm & outer diameter 5cm & charge of $-5\mu C$ find E at all regions boundary &

Sol

$a = 3cm$
$b = 5$

[illegible] Conductor



$r < 3$

$E\epsilon_0 4\pi r^2 = Q_{en} \to 0$

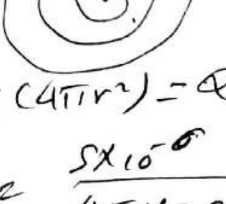
[illegible]

$5 > r > 3$

$\epsilon_0 E 4\pi r^2 = Q_{en} \to 0$

[illegible]

$r > 5$



$\epsilon_0 E(4\pi r^2) = Q = 5\times10^{-6}$

$$E = \frac{5\times10^{-6}}{4\pi\times 8.85\times10^{-12} r^2}$$

$r > 5cm$

Scanned by CamScanner