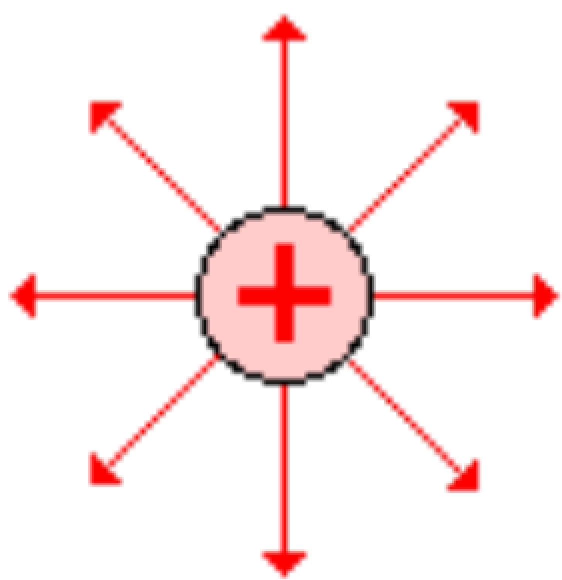
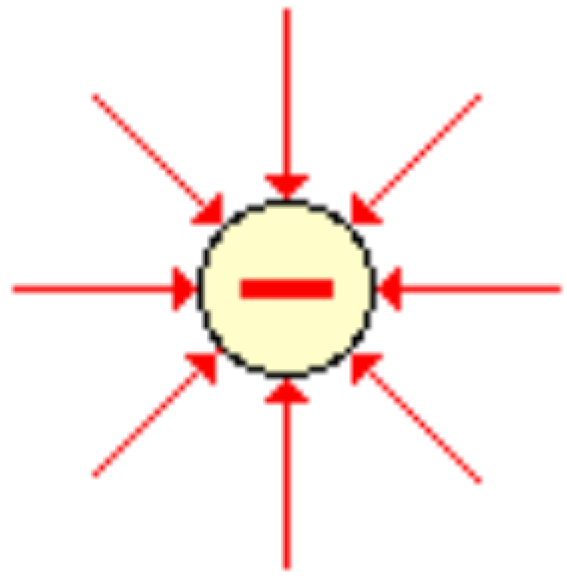
الفصل الرابع

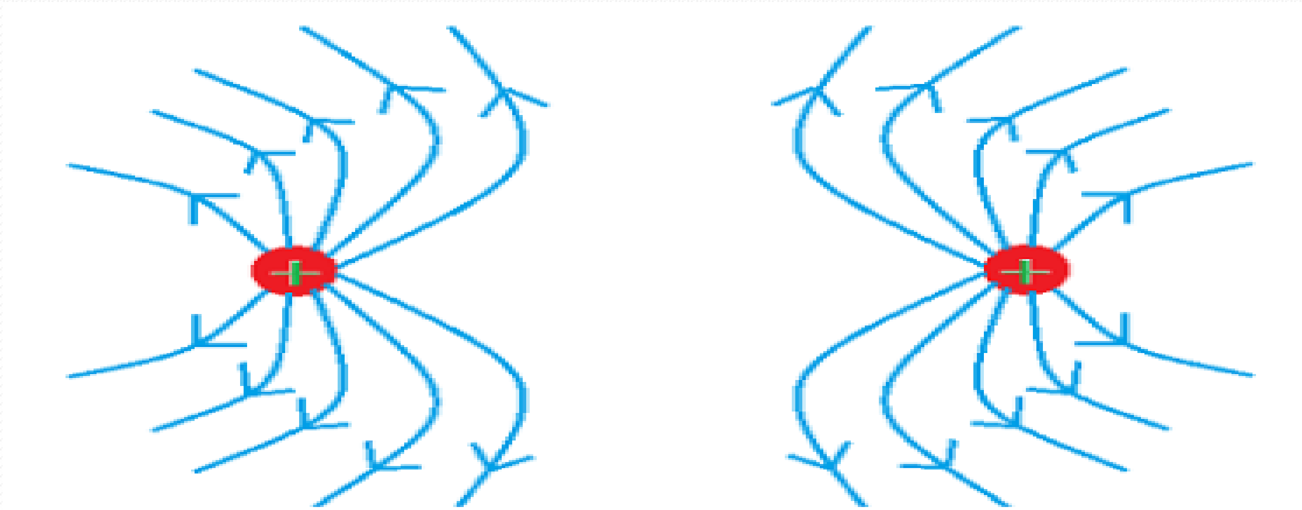
الفيض الكهربائي وقانون كاوس

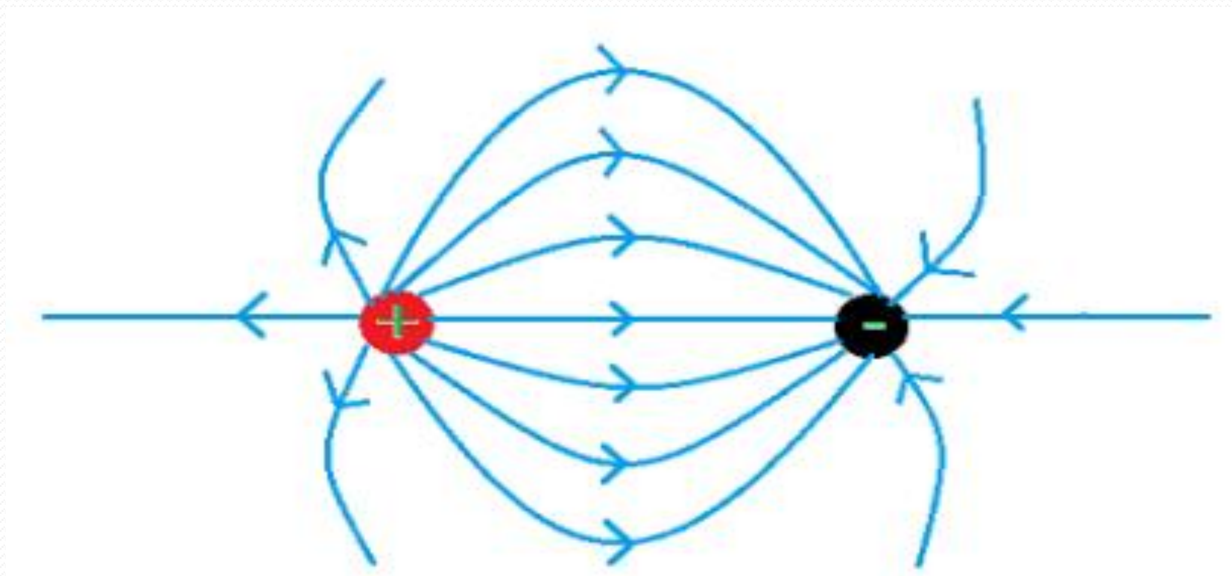
خطوط القوة الكهربائية

- خط القوة الكهربائية هو خط وهمي يبدأ من الشحنة الموجبة وينتهي بالشحنة السالبة ، وان اتجاه تلك الخطوط تمثل اتجاه المجال الكهربائي.



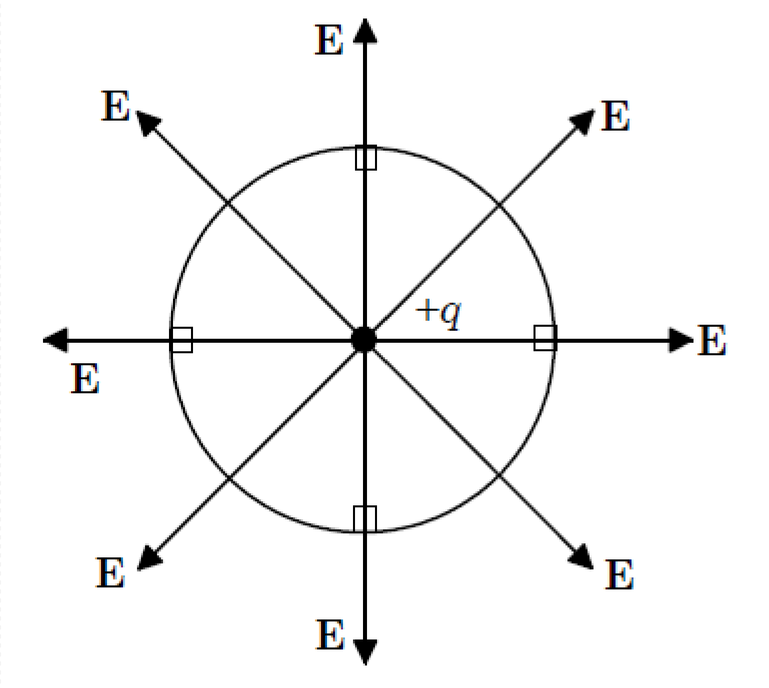






الفيض الكهربائي

- يعرف الفيض الكهربائي على انه العدد الكلي لخطوط القوة الخارجة من السطح المغلق.
- لو تصورنا كرة وهميةنصف قطرها R تحيط بشحنة نقطية موجبة فأن المجال الكهربائي في اي نقطة من ذلك السطح يمكن حسابها باستخدام القانون .



- $$E = K\frac{q}{R^2}$$

- شدة المجال الكهربائي = عدد خطوط القوة الكهربائية /المساحة السطحية للكرة

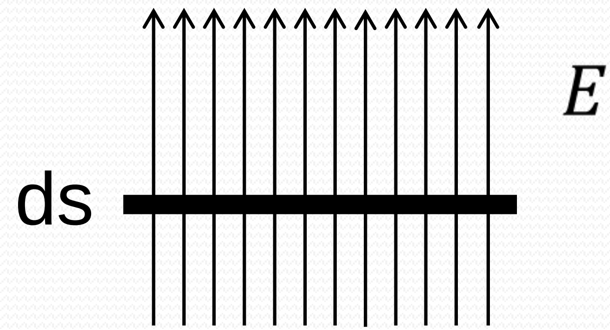
$$E = \frac{\emptyset}{A}$$

$$\emptyset = EA = K\frac{q}{R^2} * 4\pi R^2$$

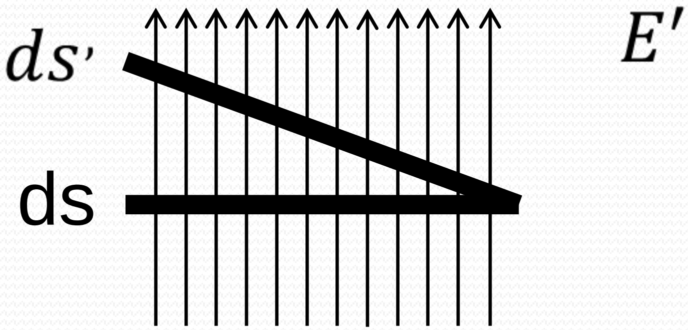
$$\emptyset = Kq * 4\pi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} * q * 4\pi$$

$$\emptyset = \frac{q}{\varepsilon_o}$$ (اي ان الفيض لا يعتمد على نصف قطر الكرة وانما على الشحنة فقط)

- اثبت ان كثافة الفيض الذي يقطع السطح لا تعتمد على زاوية ميلان ذلك السطح .



$$\emptyset = E.ds$$
$$= Eds\cos(\theta)$$
$$= Eds$$



$$\emptyset' = E'.ds' = E'ds'\cos(\theta)$$
$$\cos(\theta) = \frac{ds}{ds'}$$
$$\emptyset' = E'ds'\frac{ds}{ds'}$$
$$\emptyset' = E'.ds = E.ds$$

قانون كاوس

- ينص قانون كاوس على ان عدد خطوط الفيض الكهربائي التي تقطع اي سطح مغلق تساوي الشحنة التي يحتويها هذا السطح مقسوما على ثابت سماحية الفراغ .

$$\oint \vec{E}.\overrightarrow{ds} = \frac{Q}{\varepsilon_o}$$

- لحساب المجال الكهربائي باستخدام قانون كاوس نتبع الخطوات التالية:

١- نرسم السطح الكاوسي ليحيط بالجسم

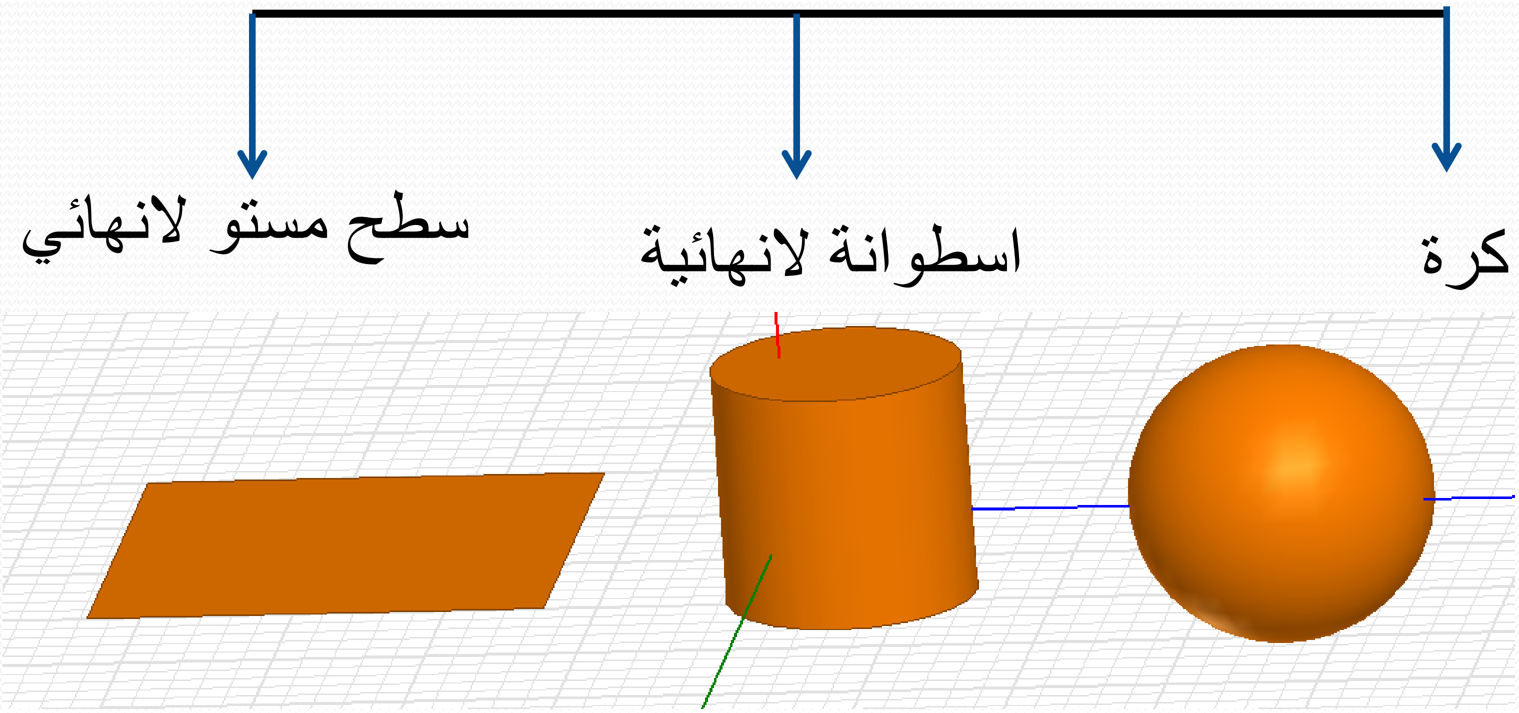
٢-نحدد الزاوية بين اتجاه المجال تالكهربائي واتجاه العمود على السطح

٣-نحدد مقدار الشحنة داخل السطح الكاوسي

٤- نستخدم القانون الكاوسي

من شروط تطبيق قانون كاوس اختيار سطح مغلق وهمي يسمى سطح كاوسي يمتاز بأنه يمر بالنقطة المراد حساب المجال فيها ومتناظر مع السطح المغلق

ومن تطبقات كاوس المهمة



كرة موصلة – شحنة كروية – قشرة كروية

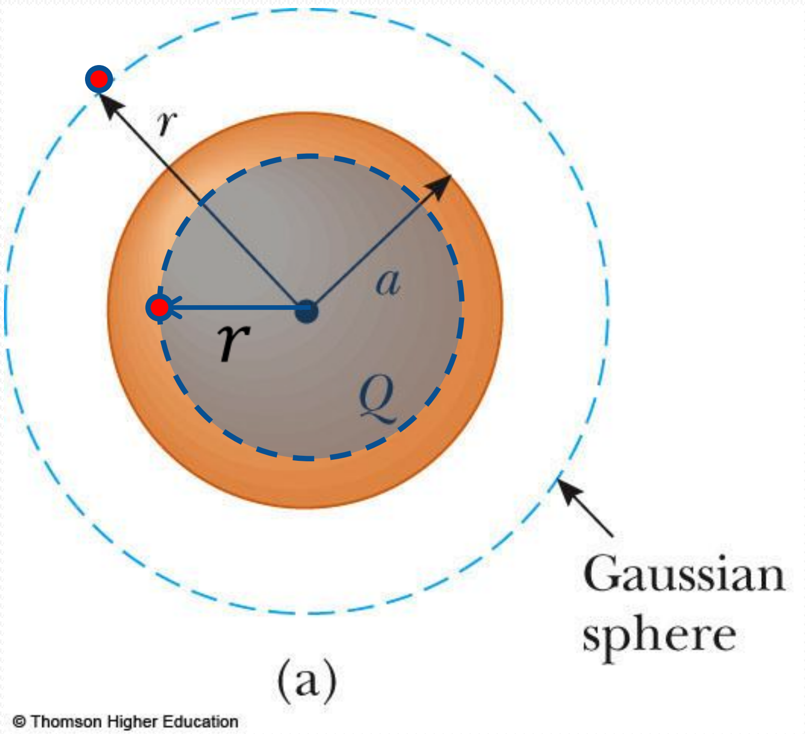
- كرة نصف قطرها a مشحونة بشحنة منتظمة مقدارها q اوجد باستخدام قانون كاوس المجال الكهربائي في For $r > a$ and $r < a$

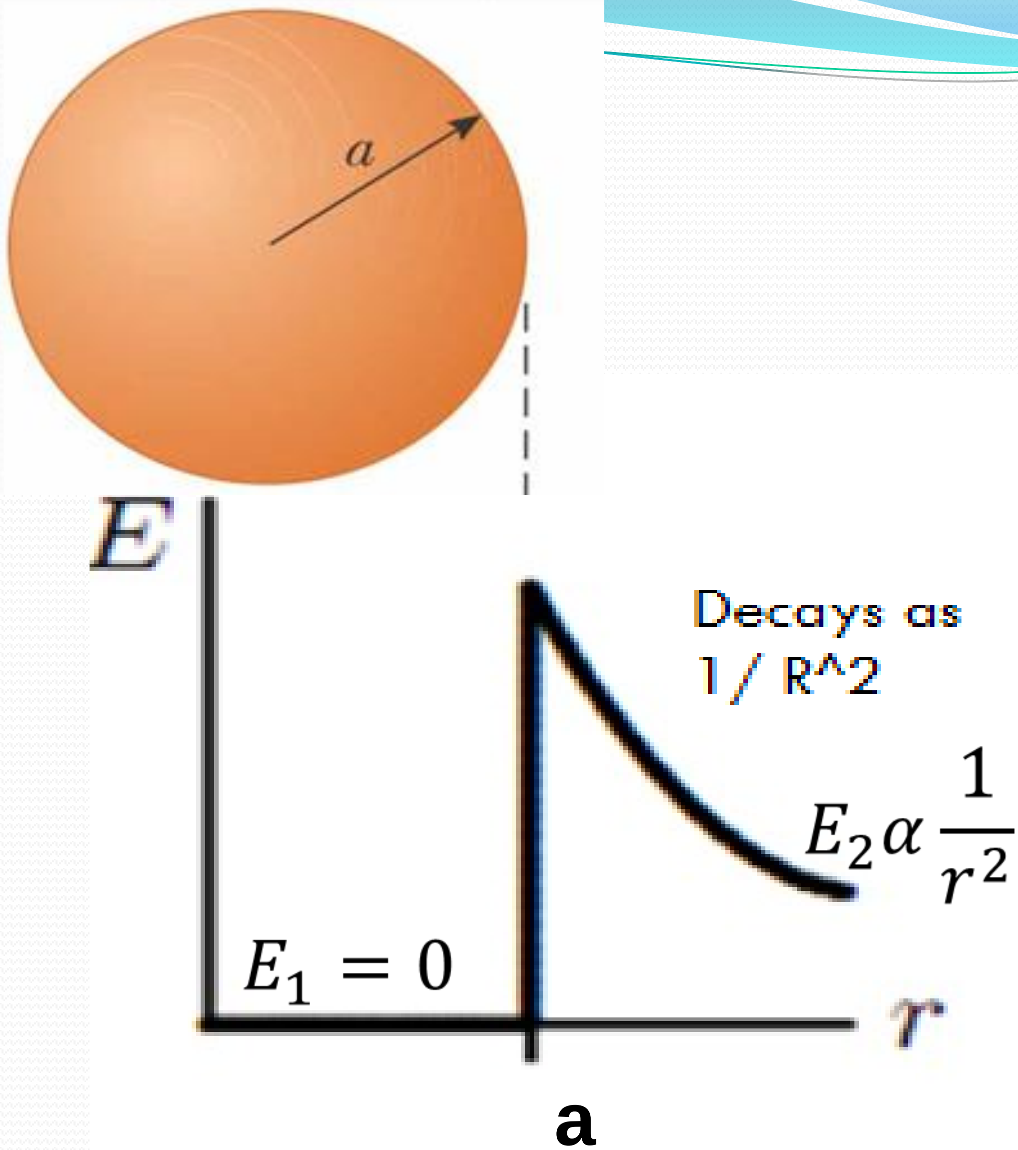
$r < a$ (q=o & E1=o)

$$r > a \quad \oint_0^{4\pi r^2} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ}$$

$$\oint_0^{4\pi r^2} EdS\,cos(0) = \frac{q}{\epsilon_\circ}$$

$$E\oint_0^{4\pi r^2} dS = \frac{q}{\epsilon_\circ} \rightarrow E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_\circ r^2}$$





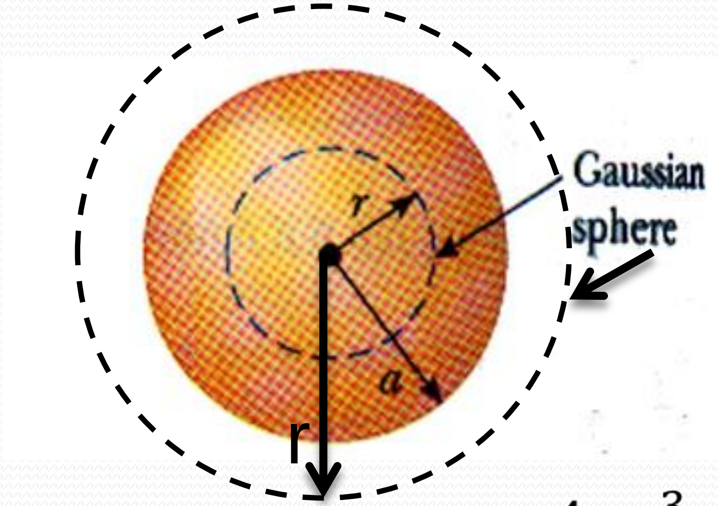
Conducting Sphere

- شحنة حجمية موزعة على شكل كرة نصف قطرها a اوجد باستخدام قانون كاوس المجال الكهربائي في For $r > a$ and $r < a$

$$r < a \quad \oint_0^{4\pi r^2} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ} = \frac{\rho * v}{\epsilon_\circ}$$

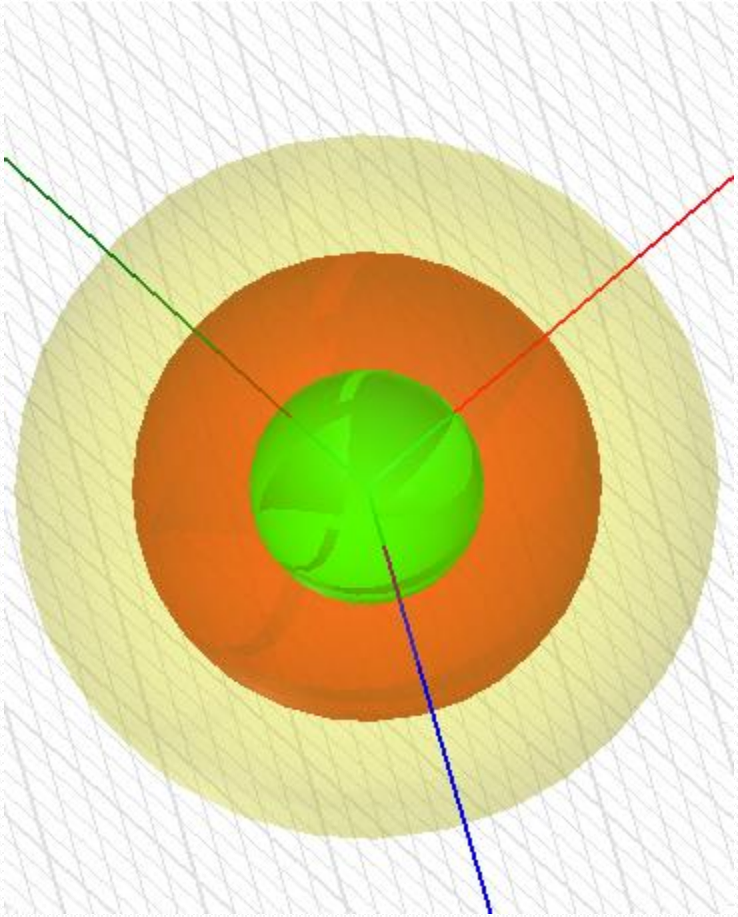
$$\oint_0^{4\pi r^2} EdS\cos(0) = \frac{\rho * \frac{4\pi r^3}{3}}{\epsilon_\circ}$$

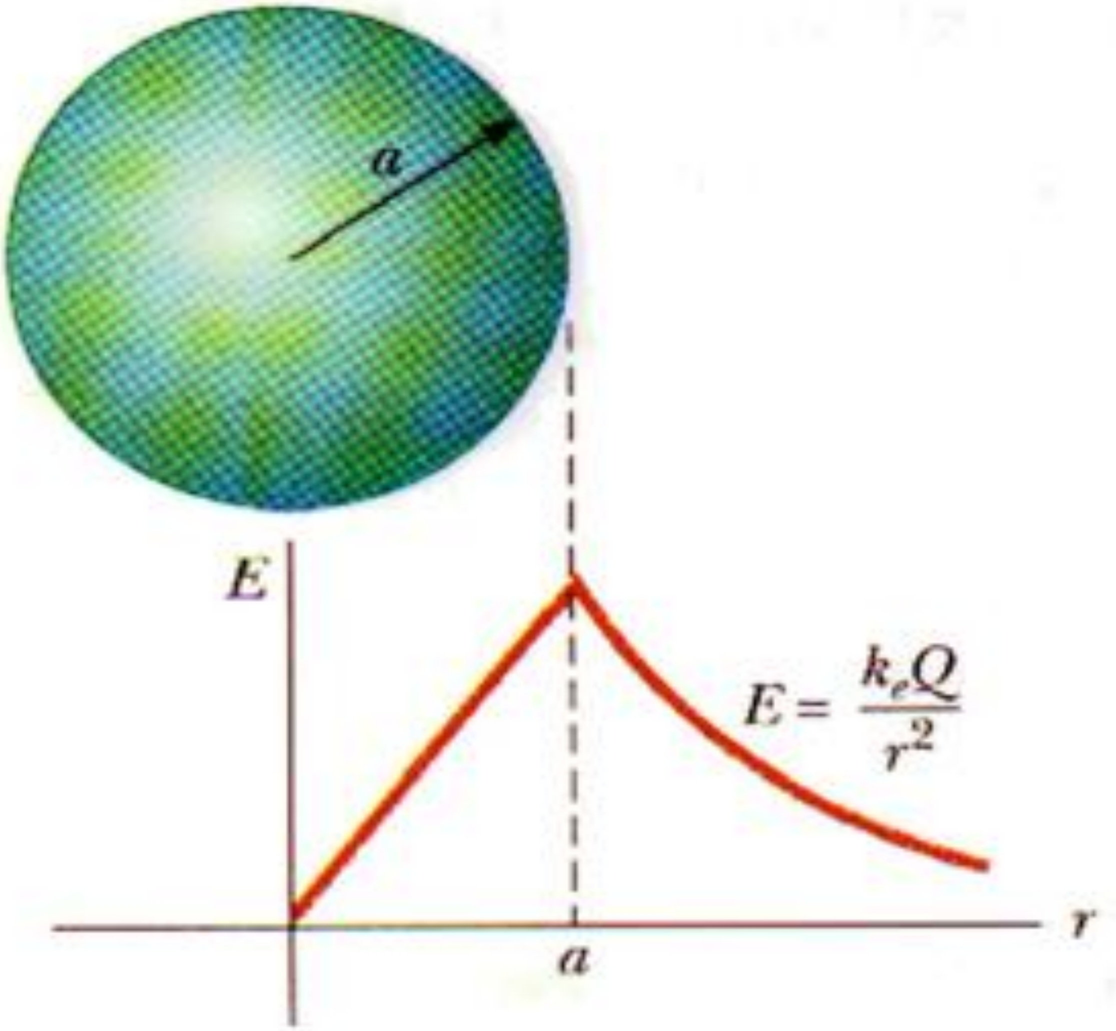
$$E(r < a) = \frac{\rho * \frac{4\pi r^3}{3}}{(4\pi r^2)\epsilon_\circ} = \frac{\rho r}{3\epsilon_\circ}\vec{r}$$



$$r > a \quad \oint_0^{4\pi r^2} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{\rho * v}{\epsilon_\circ} \rightarrow \oint_0^{4\pi r^2} EdS\cos(0) = \frac{\rho * \frac{4\pi r^3}{3}}{\epsilon_\circ}$$

$$E(r > a) = \frac{\rho * \frac{4\pi a^3}{3}}{(4\pi r^2)\epsilon_\circ} = \frac{\rho r a^3}{3\epsilon_\circ r^2}\vec{r}$$




a
E
$E = \frac{k_e Q}{r^2}$
r
a

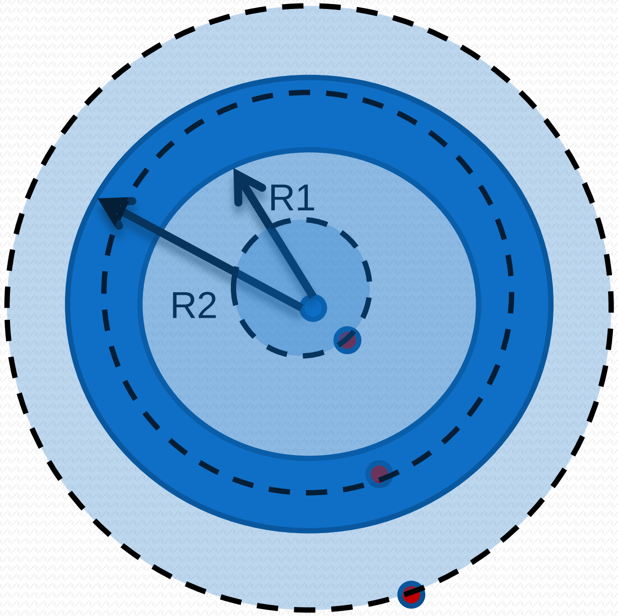
شحنة على شكل قشرة كروية نصف قطرها الداخلي R1 والخارجي R2 وضعت شحنة نقطية مقدارها Q في مركز القشرة اوجد باستخدام قانون كاوس المجال الكهربائي في

1) $r<R1$ 2) $R1<r<R2$ 3) $r>R2$

- $r < R1$ $\oint_0^{4\pi r^2} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ} = \frac{Q}{\epsilon_\circ}$

$$\oint_0^{4\pi r^2} EdS\ cos(0) = \frac{q}{\epsilon_\circ}$$

$$E(r < R1) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_{\circ}r^2}\vec{r}$$



R1<r<R2 $\oint_0^{4\pi r^2} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ} =) = \frac{Q+\rho*(VG-V1)}{\epsilon_\circ}$

$$\oint_0^{4\pi r^2} EdS\ cos(0) = \frac{Q + \rho * (\frac{4\pi r^3}{3} - \frac{4\pi R1^3}{3})}{\epsilon_\circ}$$

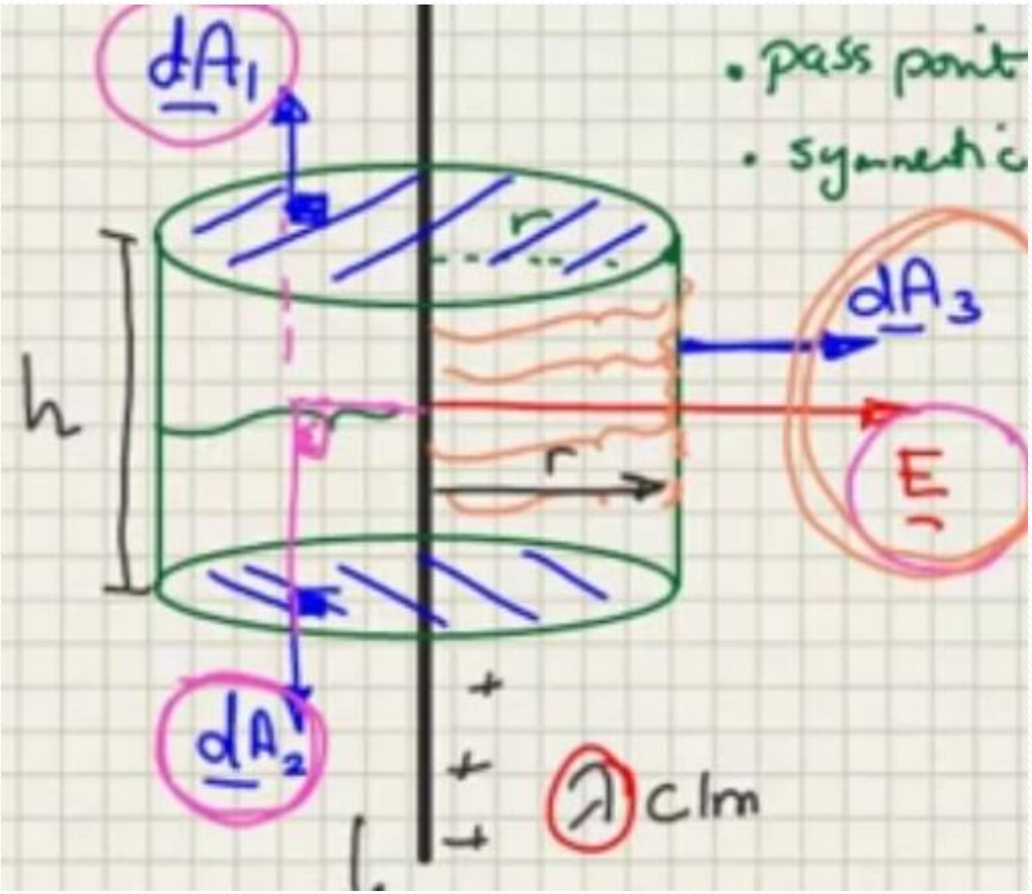
- $$E = \frac{Q + \rho * (\frac{4\pi r^3}{3} - \frac{4\pi R1^3}{3})}{4\pi r^2 \epsilon_\circ}\vec{r}$$

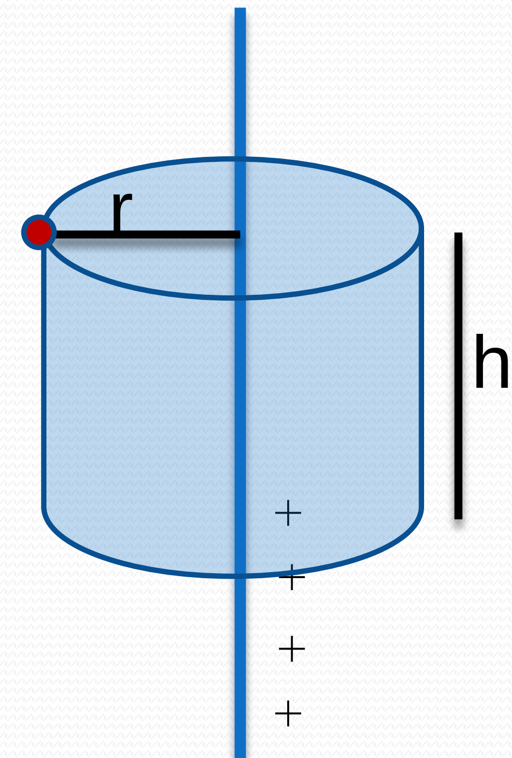
$r > R2$ $$\oint_0^{4\pi r^2} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ} = \frac{Q+\rho*(V2-V1)}{\epsilon_\circ}$$

$$\oint_0^{4\pi r^2} EdS\cos(0) = \frac{Q+\rho*(\frac{4\pi R2^3}{3}-\frac{4\pi R1^3}{3})}{\epsilon_\circ}$$

$$E = \frac{Q + \rho * (\frac{4\pi R2^3}{3} - \frac{4\pi R1^3}{3})}{4\pi r^2 \epsilon_\circ}\vec{r}$$

سلك طويل جدا مشحون بشحنة خطية منتظمة اوجد باستخدام قانون كاوس المجال الكهربائي في نقطة على بعد r من السلك.





$$\oint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ}$$

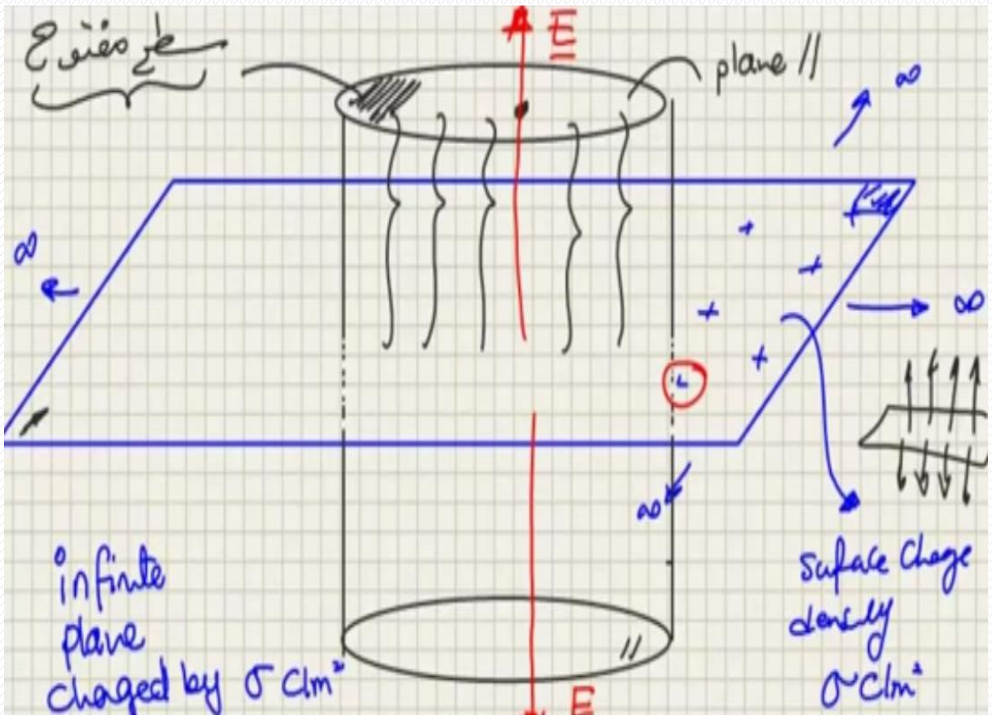
$$\oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_1} + \oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_2} + \oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_3} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ}$$

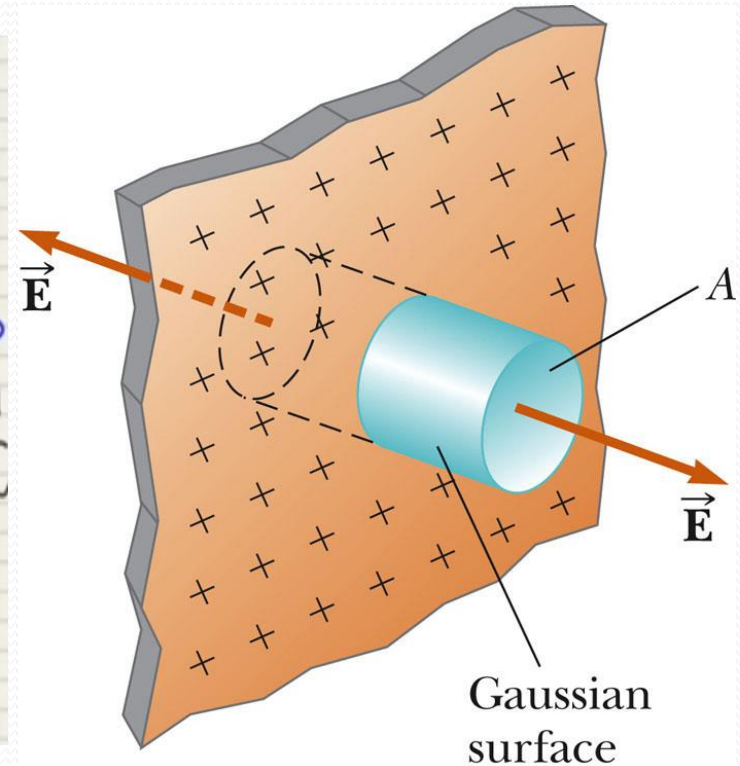
$$\oint_0^{2\pi rh} \vec{E}.d\overrightarrow{A_3} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ} = \frac{\lambda h}{\epsilon_\circ}$$

$$E\oint_0^{2\pi rh} dA_3 = \frac{\lambda h}{\epsilon_\circ} \rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r\epsilon_\circ}\vec{r}$$

سطح مستوٍ لانهائي الابعاد مشحون بشحنة سطحية بكثافة σ C/m2

اوجد المجال الكهربائي الناتج من السطح المستوٍ باستخدام قانون كاوس





© Thomson Higher Education

$$\oint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ}$$

$$\oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_1} + \oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_2} + \oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_3} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ}$$

$$\oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_1} + \oint \vec{E}.d\overrightarrow{A_2} = \frac{\sum q_{en}}{\epsilon_\circ} = \frac{\sigma A}{\epsilon_\circ}$$

A1=A2(top &bottom)

$$2EA = \frac{\sigma A}{\epsilon_\circ} \qquad \rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_\circ}$$