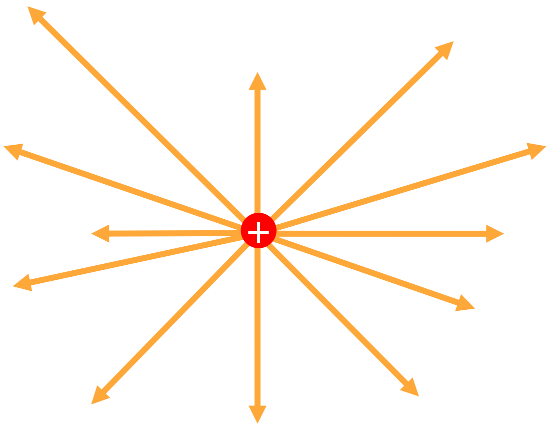
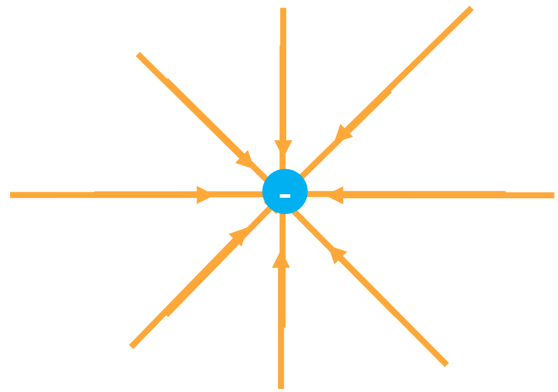
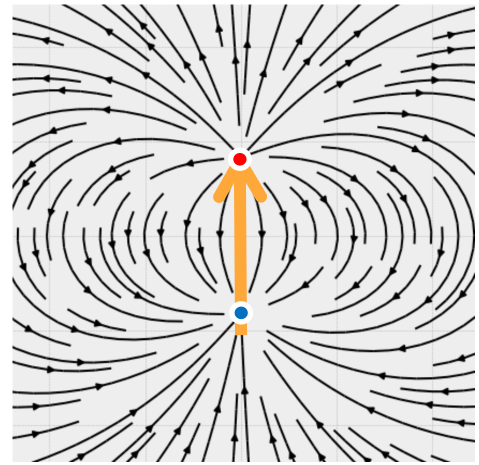
02. Ley de Gauss

Lineas de Campo Eléctrico



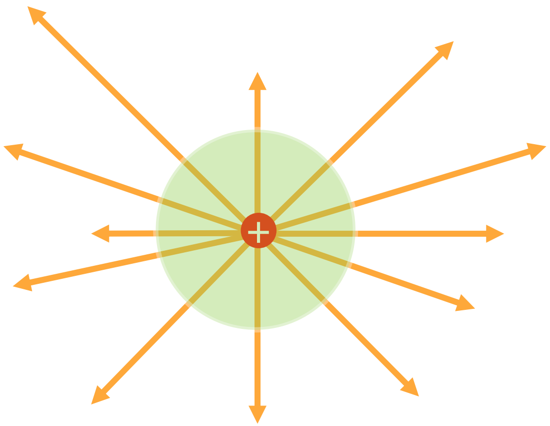




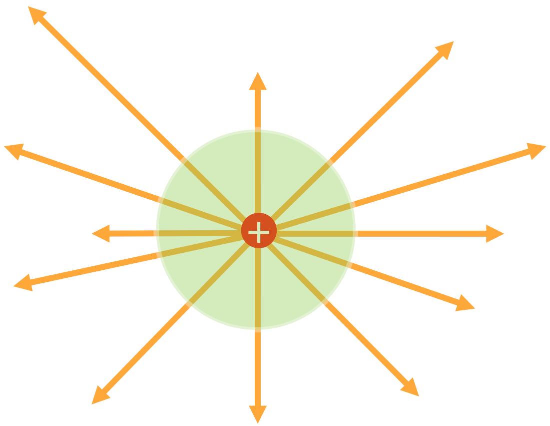
Las lineas de campo:

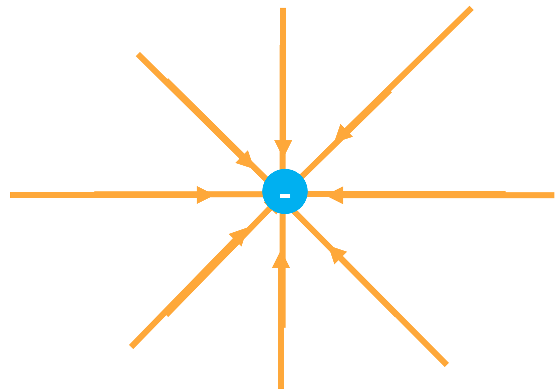
- *Nacen* en cargas positivas o en el Inf
- *Mueren* en cargas negativas o en el Inf

Campo eléctrico y superficies cerradas



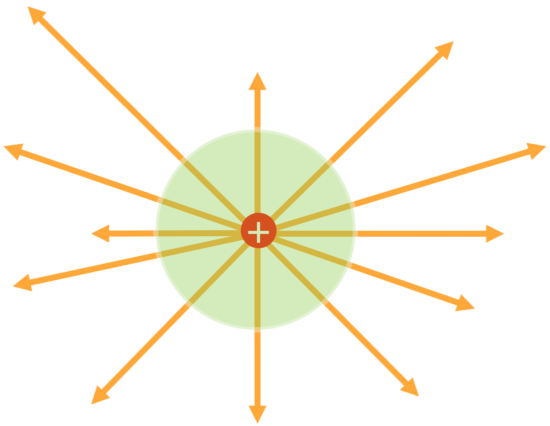
Campo eléctrico y superficies cerradas

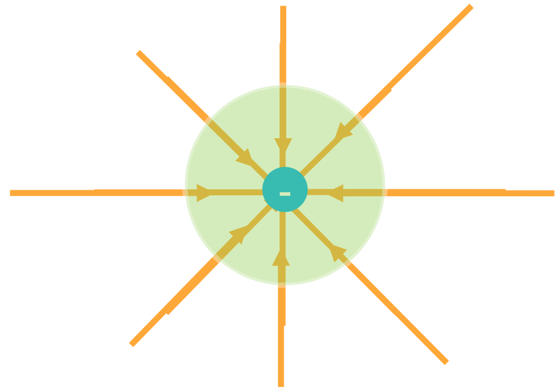




El nro de líneas que **salen** al exterior es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el exterior (flujo positivo)

Campo eléctrico y superficies cerradas

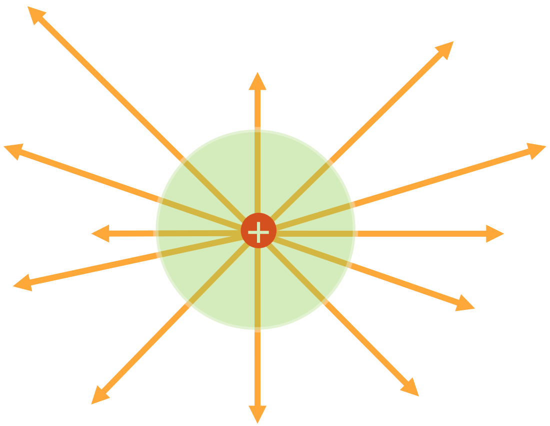


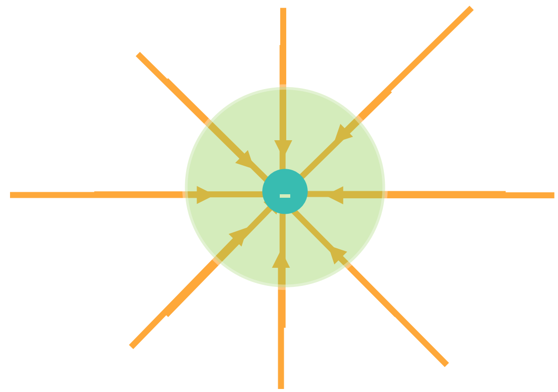


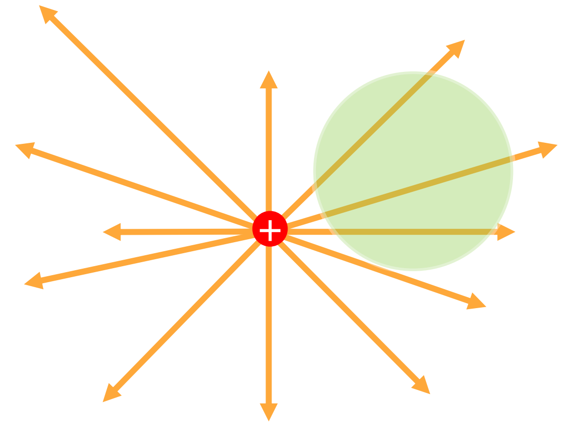
El nro de líneas que **salen** al exterior es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el exterior (flujo positivo)

El nro de líneas que **entran** es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el interior (flujo negativo)

Campo eléctrico y superficies cerradas



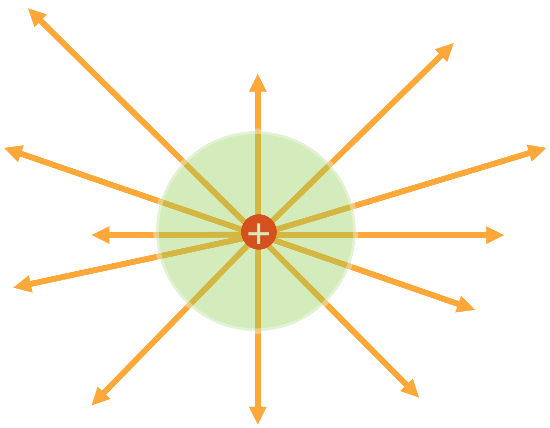




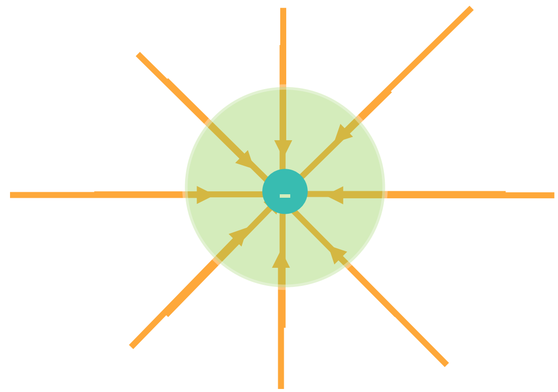
El nro de líneas que **salen** al exterior es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el exterior (flujo positivo)

El nro de líneas que **entran** es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el interior (flujo negativo)

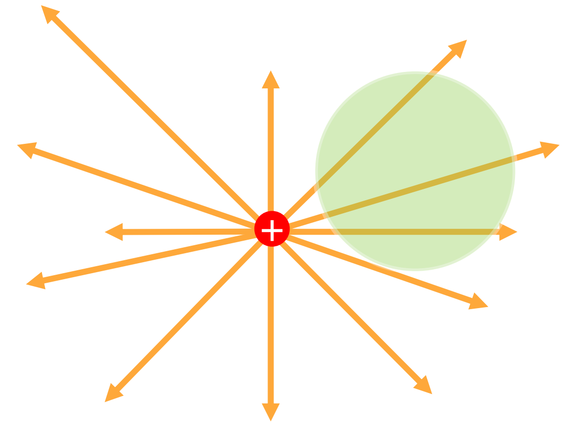
Campo eléctrico y superficies cerradas



El nro de líneas que **salen** al exterior es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el exterior (flujo positivo)

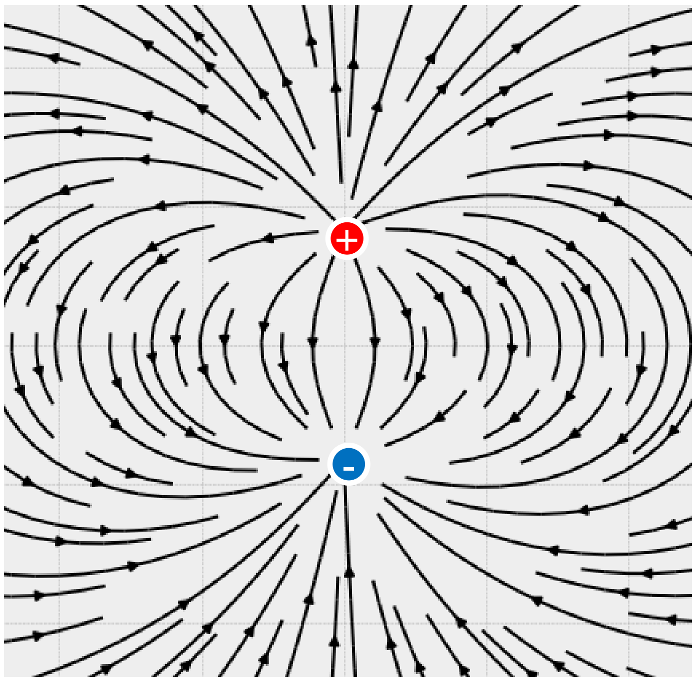


El nro de líneas que **entran** es mayor que cero. Hay *flujo* hacia el interior (flujo negativo)



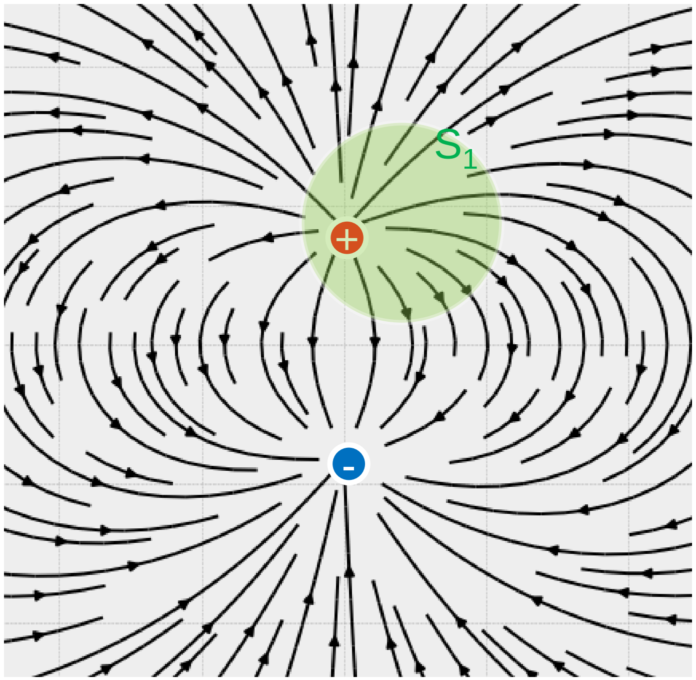
El nro de líneas que **entran** es igual al numero de lineas que salen. No hay flujo neto.

Campo eléctrico y superficies cerradas



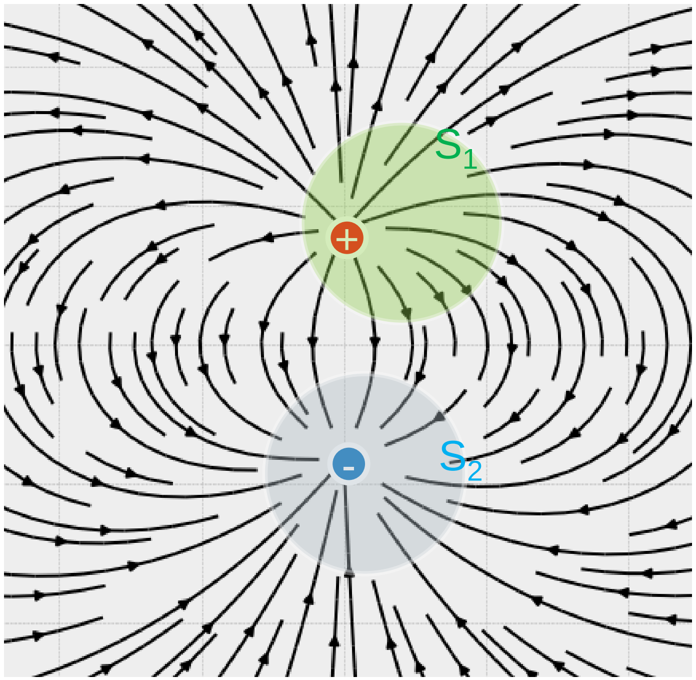
Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

Campo eléctrico y superficies cerradas



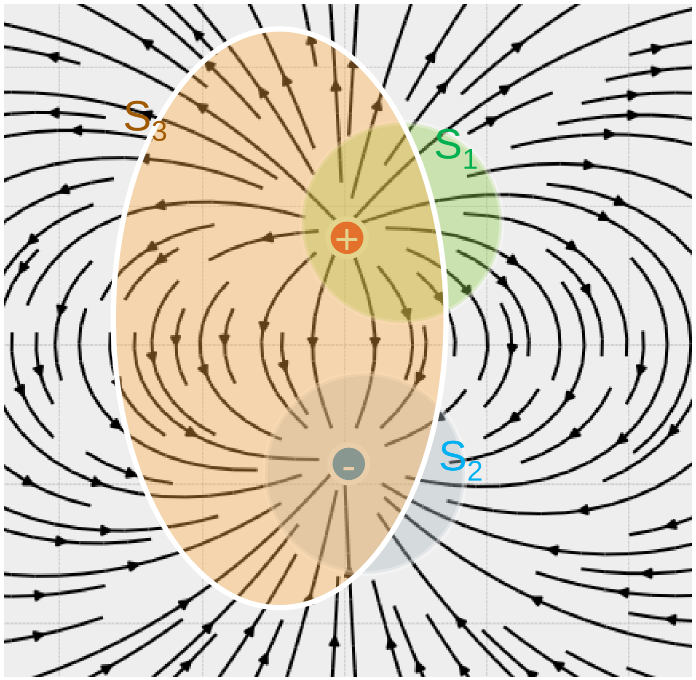
Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

Campo eléctrico y superficies cerradas



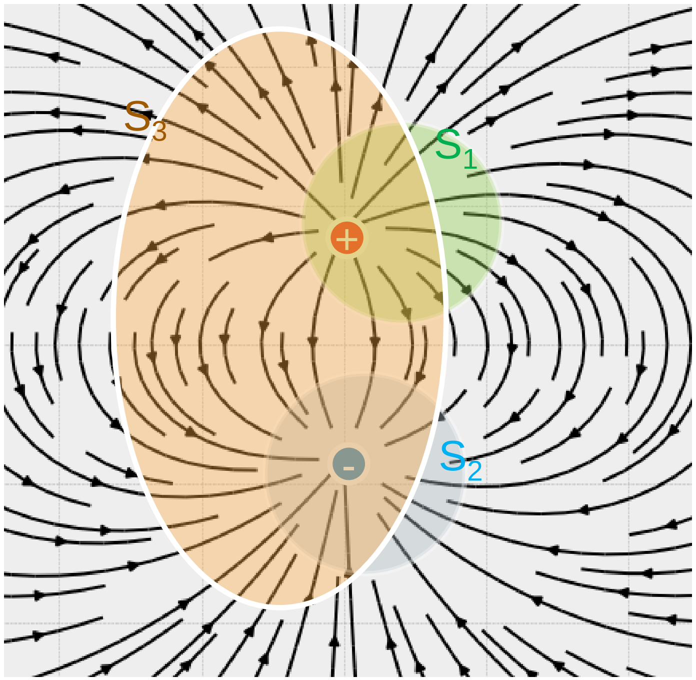
Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

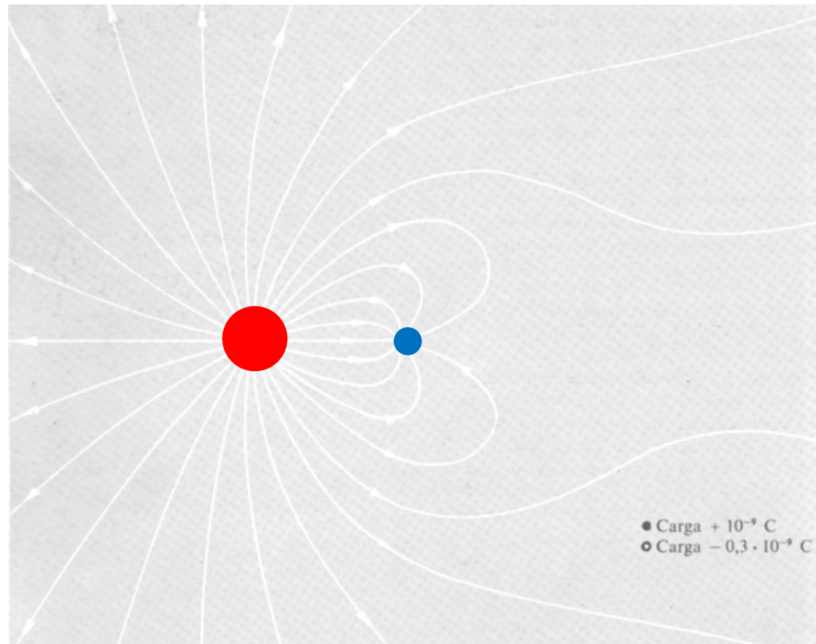
Campo eléctrico y superficies cerradas



Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

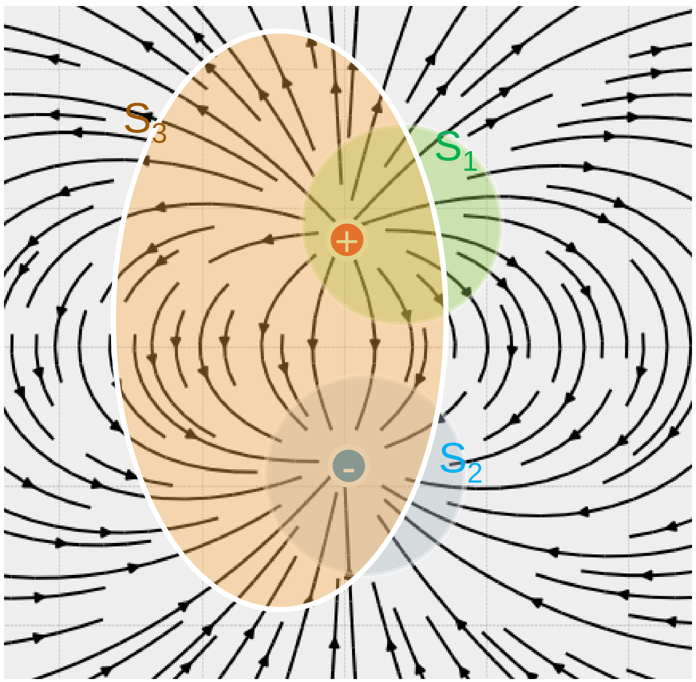
Campo eléctrico y superficies cerradas

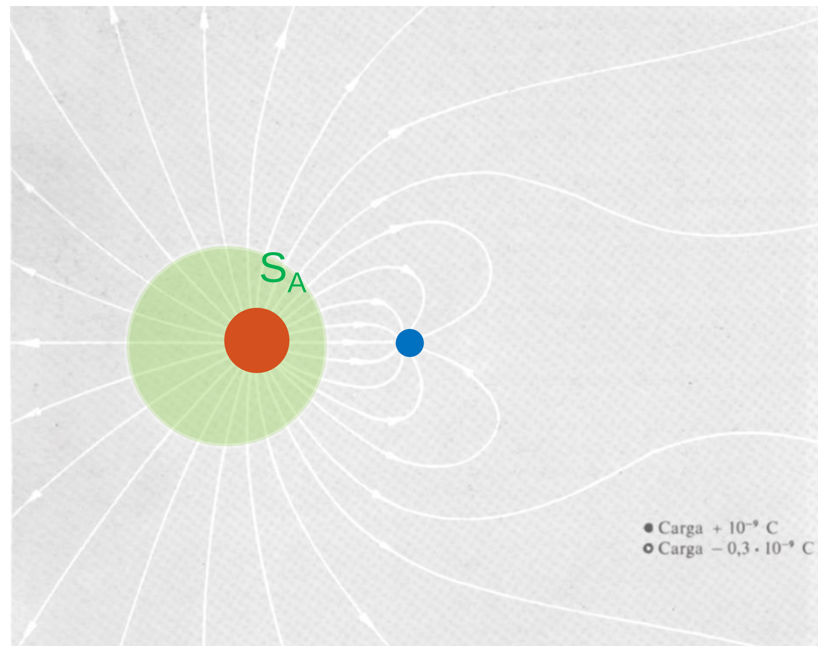




Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

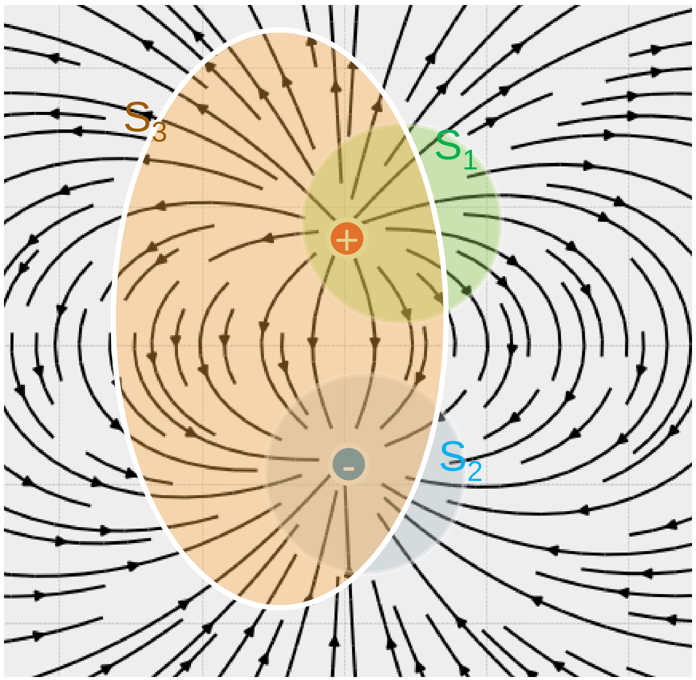
Campo eléctrico y superficies cerradas

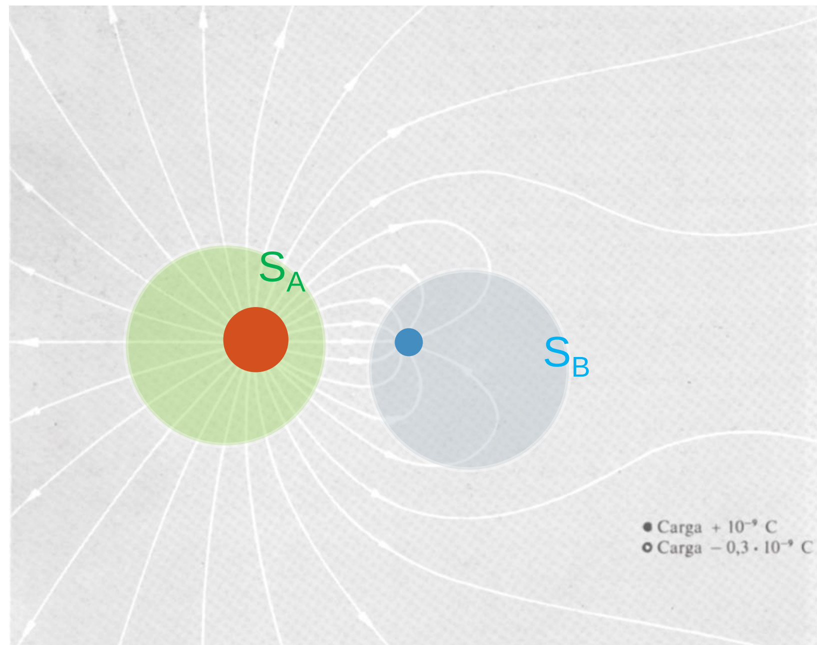




Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

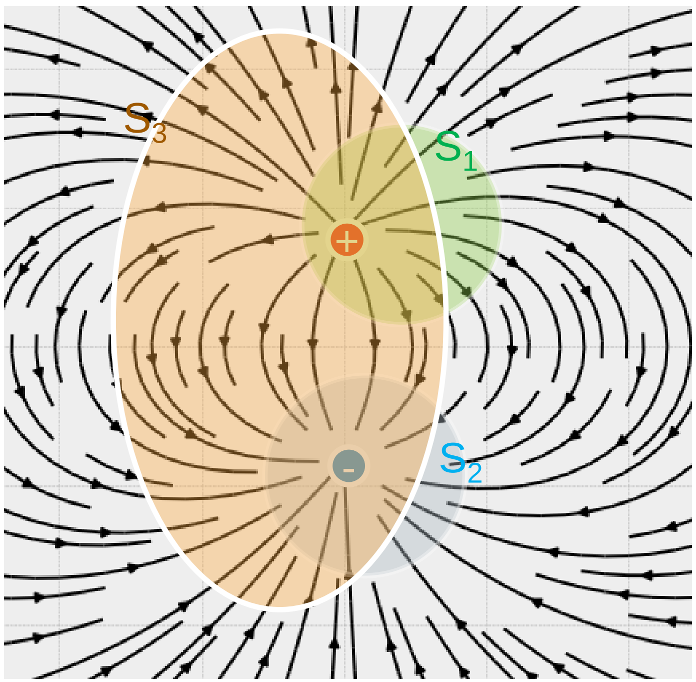
Campo eléctrico y superficies cerradas

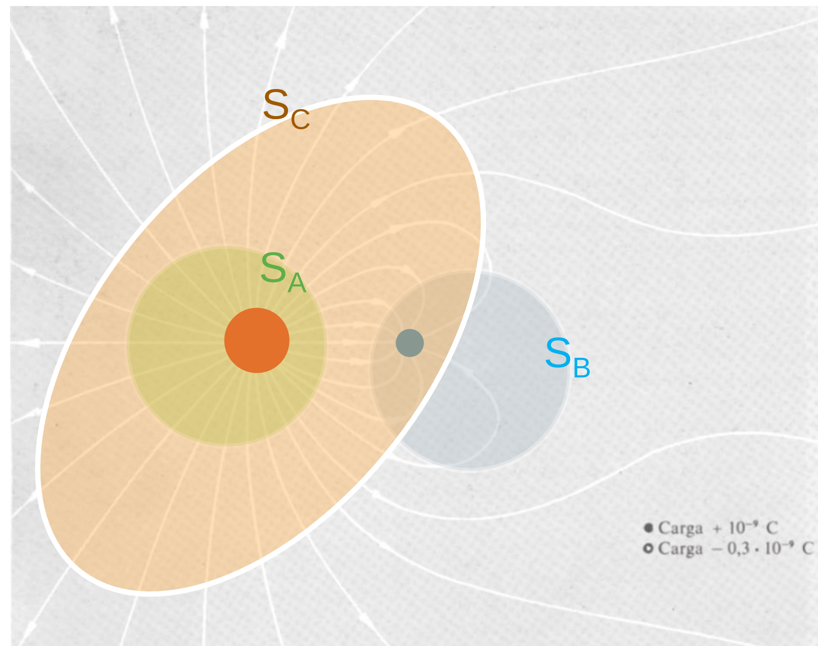




Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

Campo eléctrico y superficies cerradas





Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

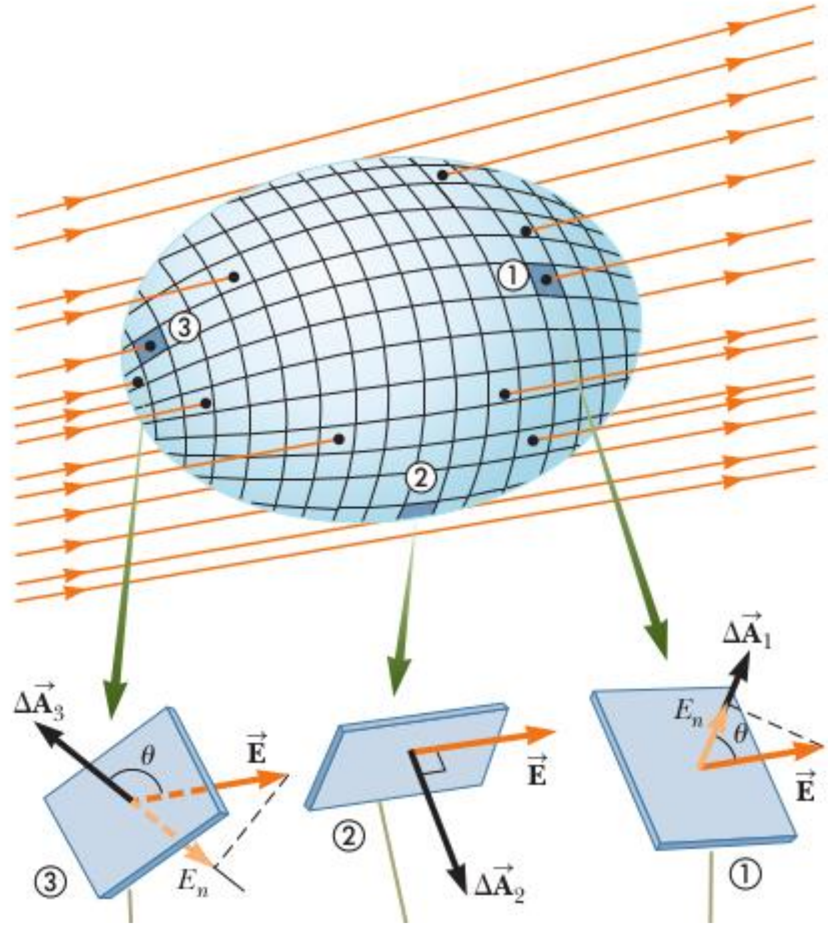
Flujo del campo electrico

Que pasa en situaciones más generales?

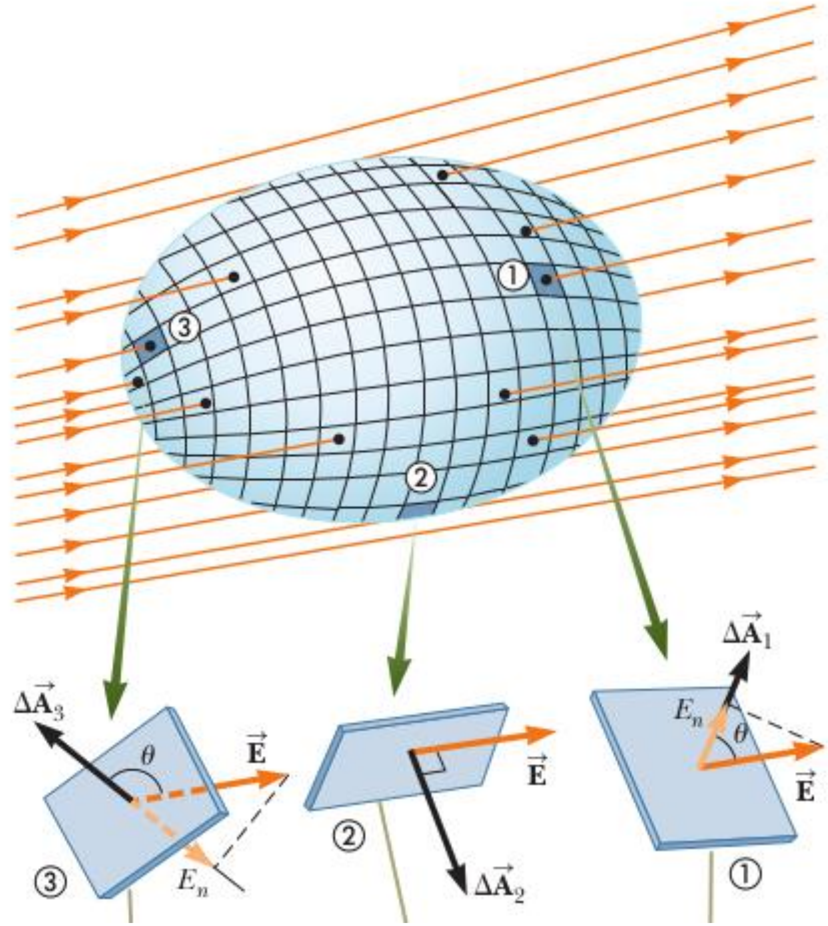
Si la superficie es de forma arbitraria?

Si $\vec{E}$ no es constante sobre la superficie?

Flujo del campo electrico



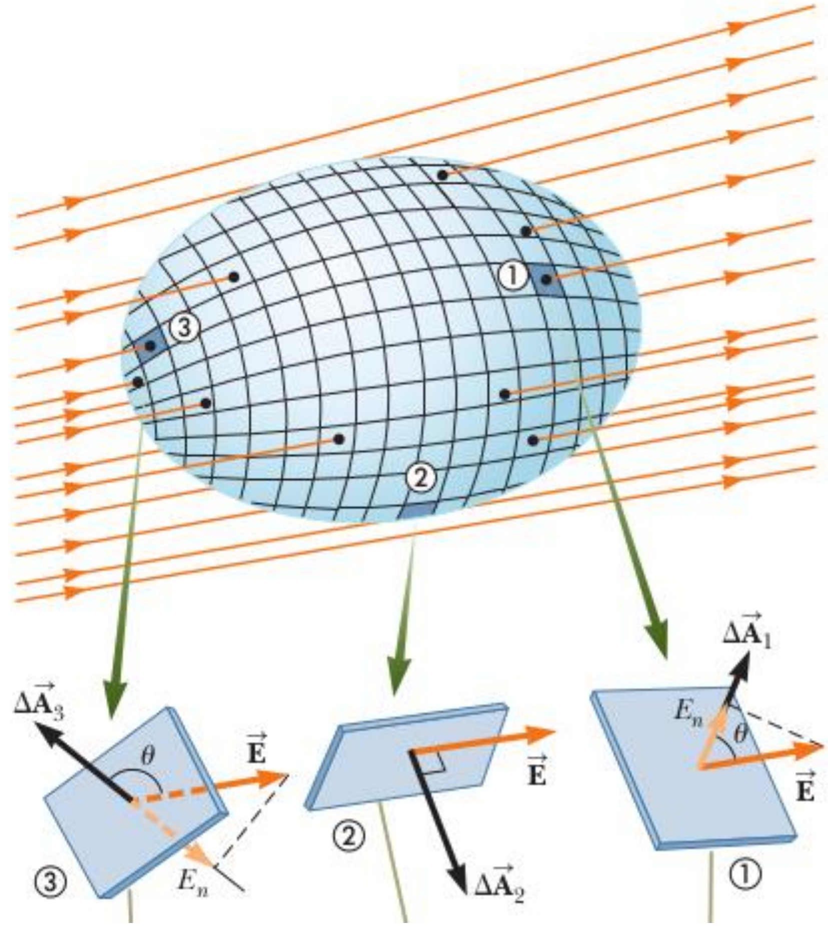
Flujo del campo electrico



El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i . \hat{n}_i . \delta S$$

Flujo del campo electrico



El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S$$

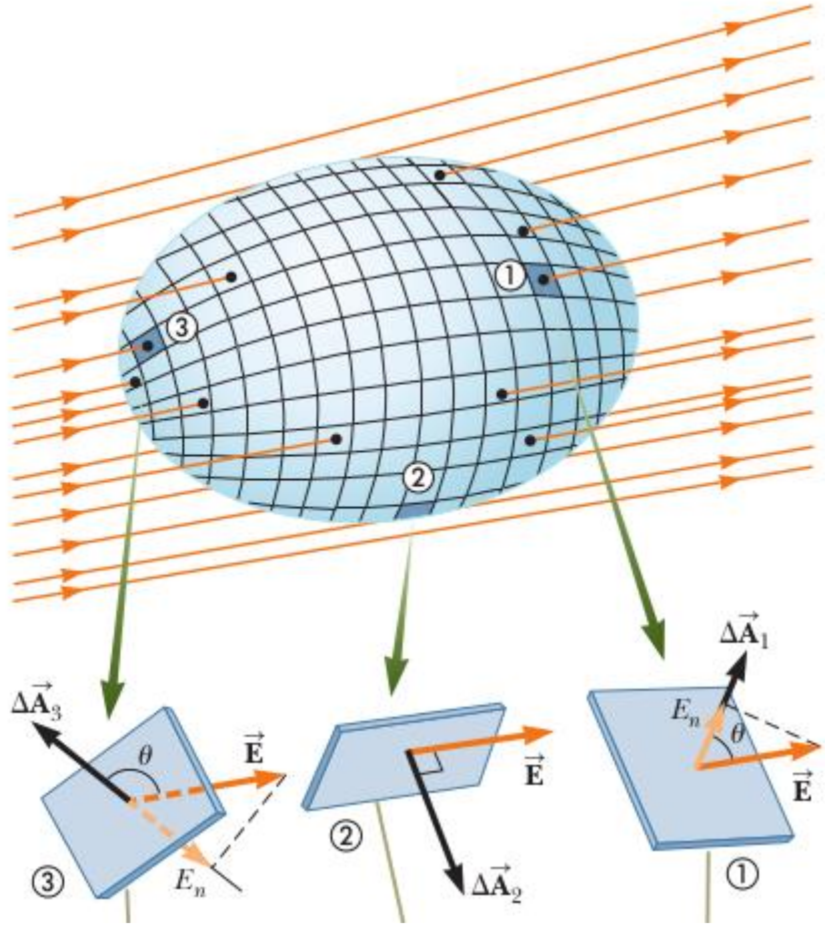
$$\phi = \sum_{i=1}^{N} \delta\phi_i = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S$$

Flujo del campo electrico

El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S$$

$$\phi = \sum_{i=1}^{N} \delta\phi_i = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S \xrightarrow[\substack{\delta S \to 0 \\ N \to \infty}]{}$$

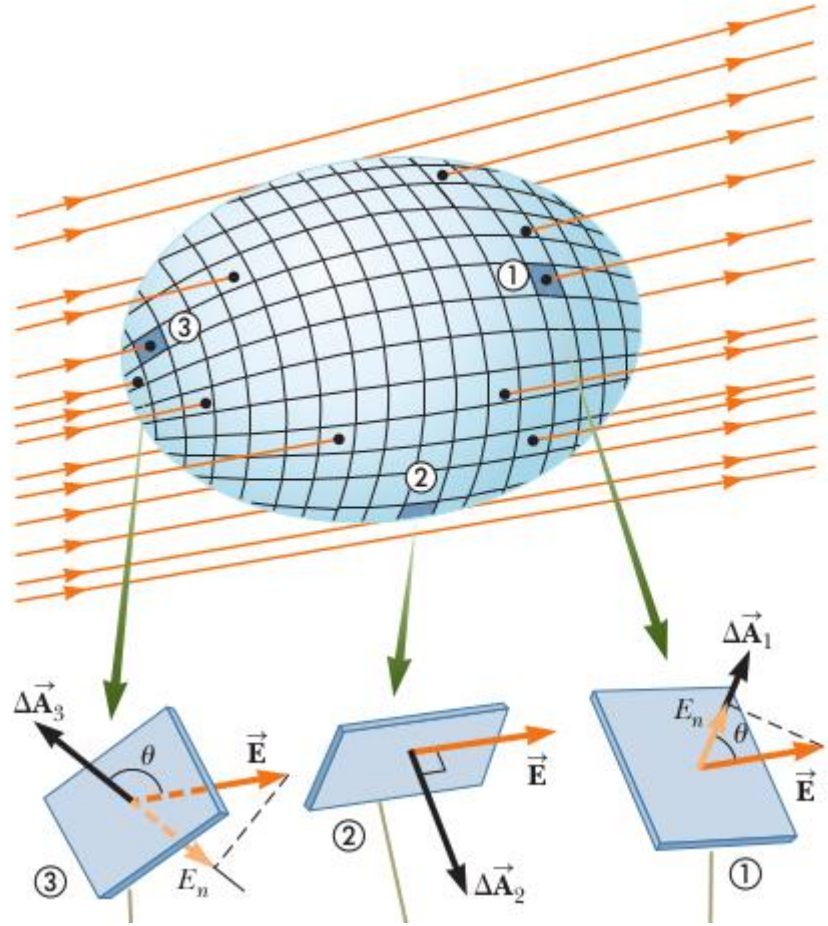


Flujo del campo electrico

El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S$$

$$\phi = \sum_{i=1}^{N} \delta\phi_i = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S \xrightarrow[\substack{\delta S \to 0 \\ N \to \infty}]{} \boxed{\phi = \iint \vec{E}.\hat{n}\, dS}$$



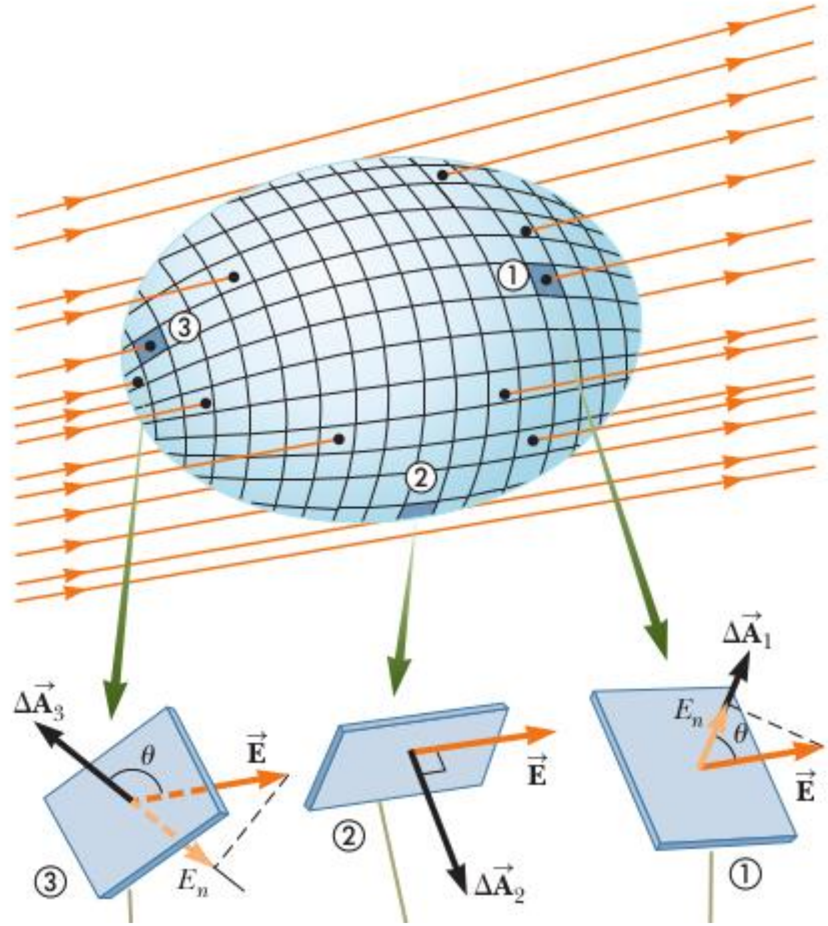
Flujo del campo electrico

El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i . \hat{n}_i . \delta S$$

$$\phi = \sum_{i=1}^{N} \delta\phi_i = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i . \hat{n}_i . \delta S \xrightarrow[N \to \infty]{\delta S \to 0}$$

$$\phi = \iint \vec{E} . \hat{n} \, dS$$



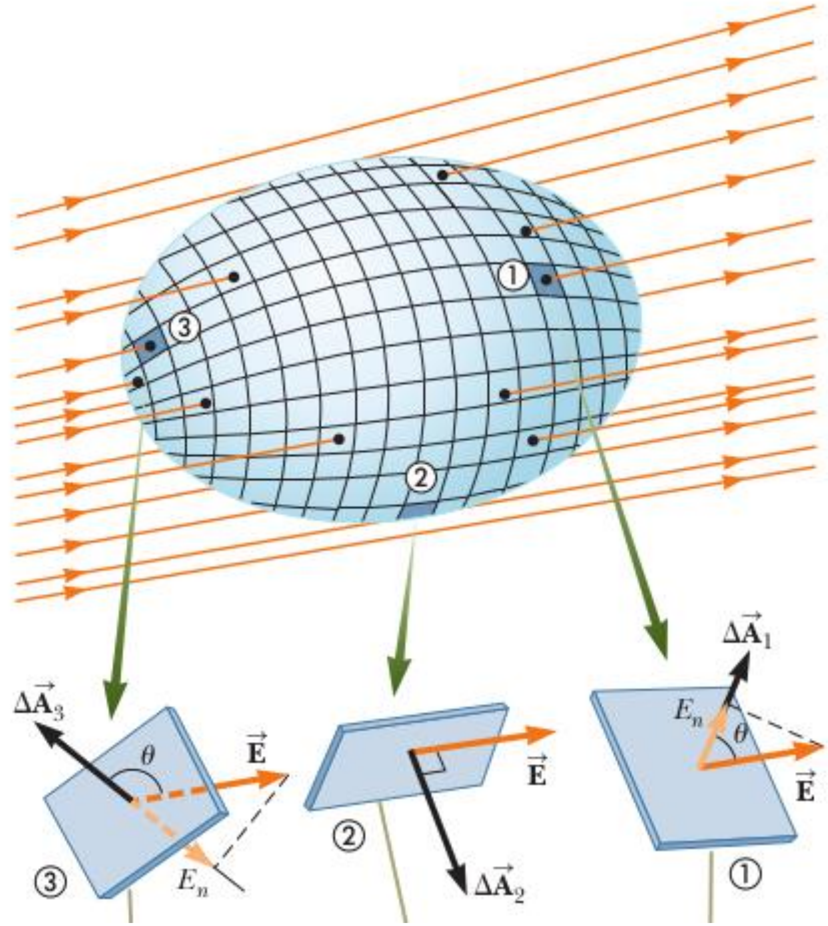
Puedo calcular flujos sobre superficies
abiertas o **cerradas**

Flujo del campo electrico

El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S$$

$$\phi = \sum_{i=1}^{N} \delta\phi_i = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i.\hat{n}_i.\delta S \xrightarrow[\substack{\delta S \to 0 \\ N \to \infty}]{} \boxed{\phi = \iint \vec{E}.\hat{n}\, dS}$$

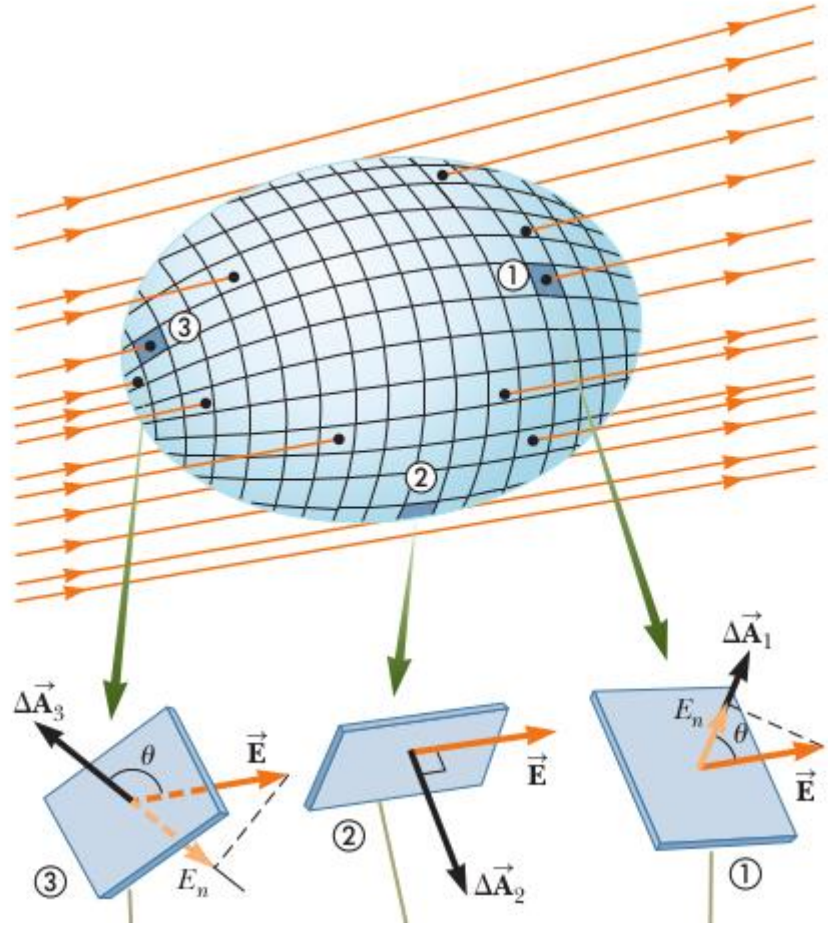


$\delta\phi_i < 0$ $\delta\phi_i = 0$ $\delta\phi_i > 0$

Puedo calcular flujos sobre superficies **abiertas** o **cerradas**

Para superficies cerradas se toma por convención siempre $\hat{n}$ apuntando hacia el exterior

Flujo del campo electrico



El flujo sobre cada elemento diferencial de superficie resulta:

$$\delta\phi_i = \vec{E}_i . \hat{n}_i . \delta S$$

$$\phi = \sum_{i=1}^{N} \delta\phi_i = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i . \hat{n}_i . \delta S \xrightarrow[\substack{\delta S \to 0 \\ N \to \infty}]{} \boxed{\phi = \iint \vec{E} . \hat{n}\, dS}$$

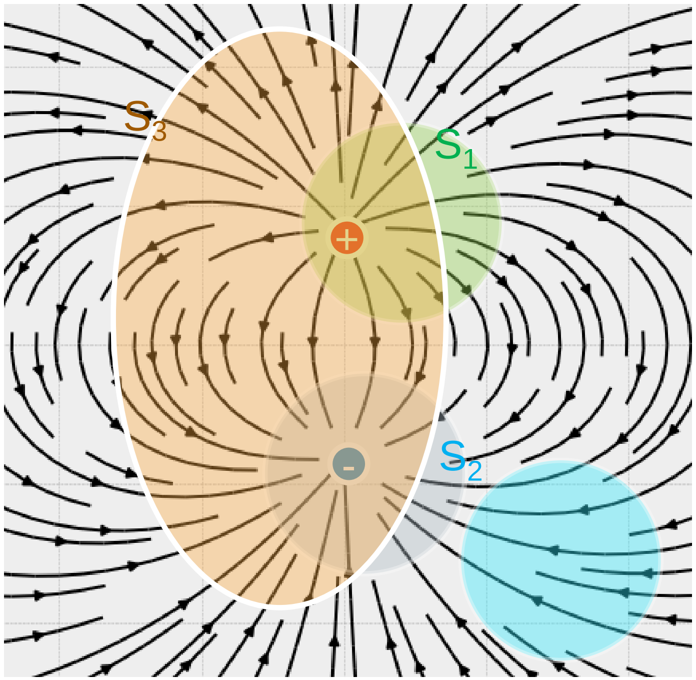
$\delta\phi_i < 0$ $\delta\phi_i = 0$ $\delta\phi_i > 0$

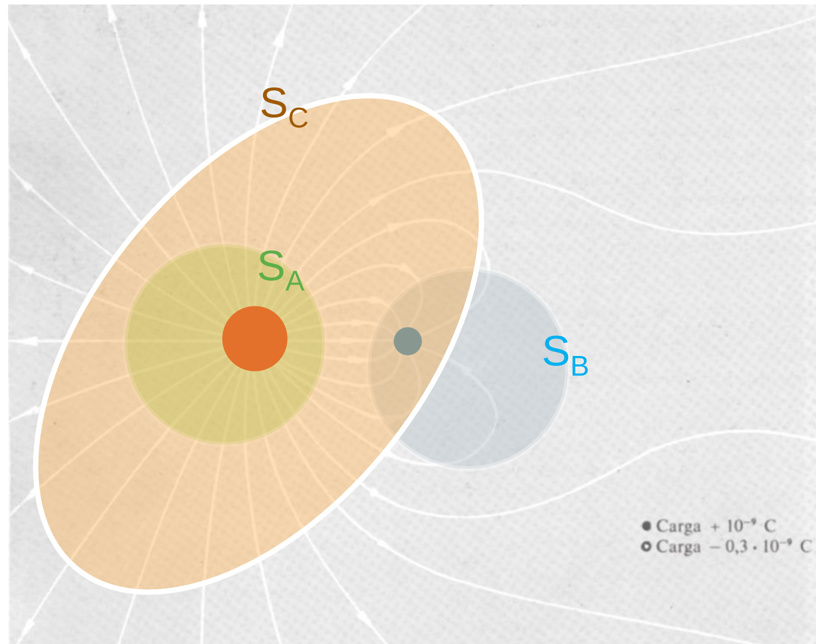
Puedo calcular flujos sobre superficies **abiertas** o **cerradas**

Para superficies cerradas se toma por convención siempre $\hat{n}$ apuntando hacia el exterior

Para superficies abiertas la direccion de $\hat{n}$ se toma en concordancia con un sentido dado de circulacion de la frontera segun la regla de la mano derecha

Campo eléctrico y superficies cerradas: **Ley de Gauss**



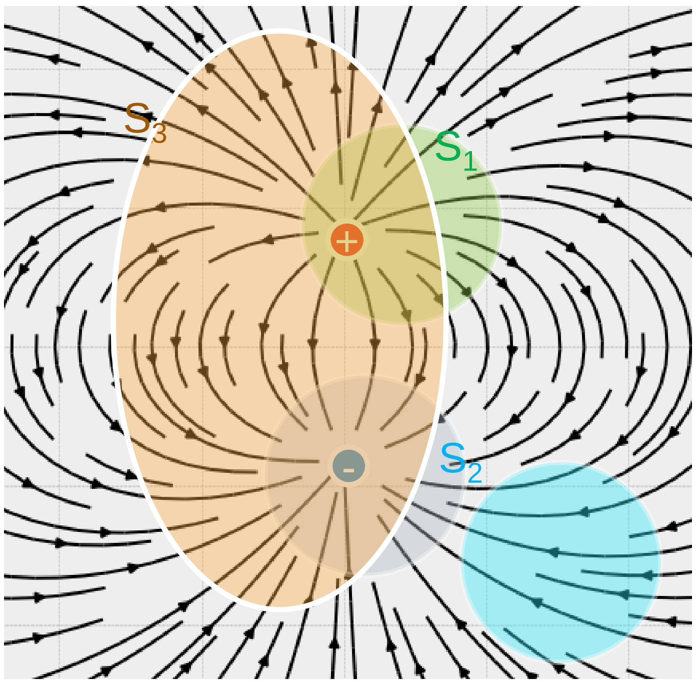


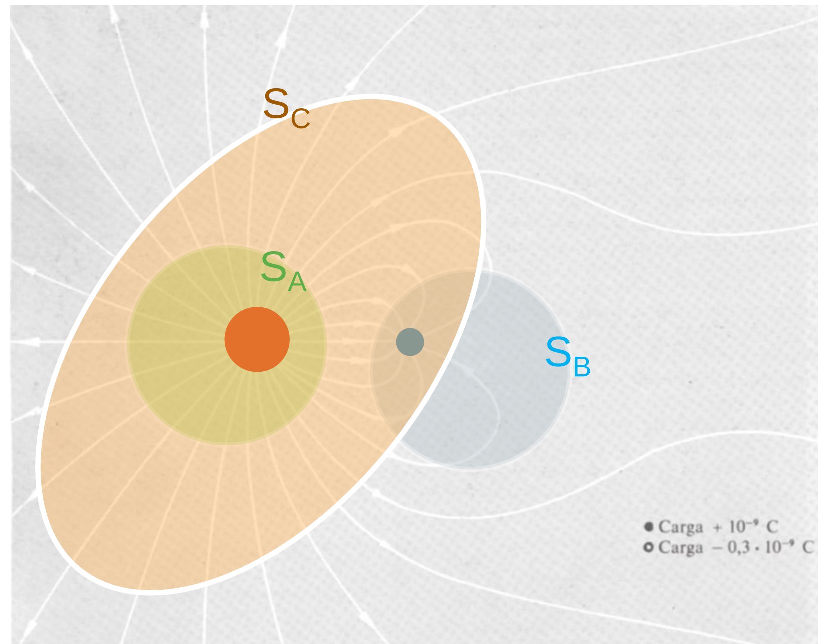
Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

Ley de Gauss

Campo eléctrico y superficies cerradas: **Ley de Gauss**

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$





Existe una relación entre la **carga encerrada** por una superficie cerrada y el **flujo del campo electrico** que la atraviesa

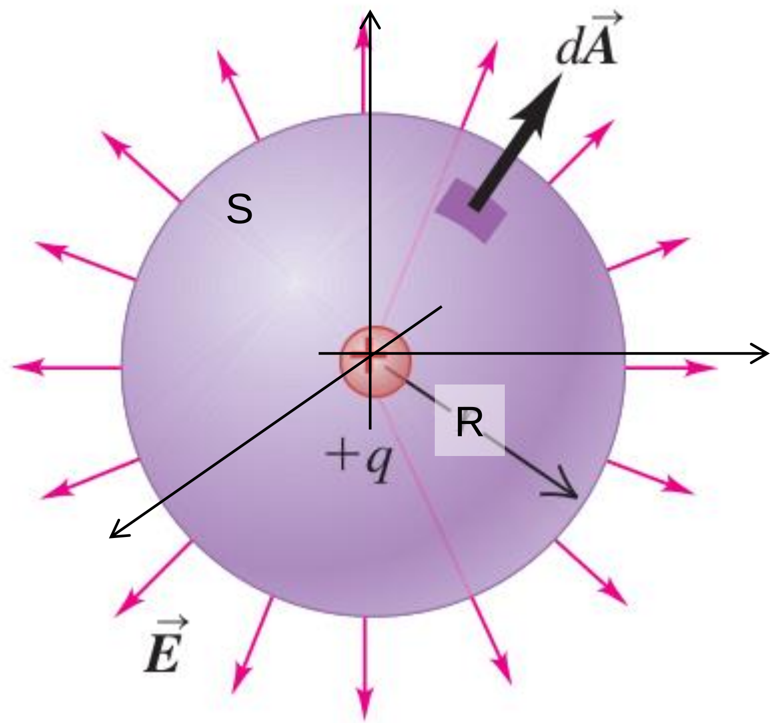
Ley de Gauss

Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer



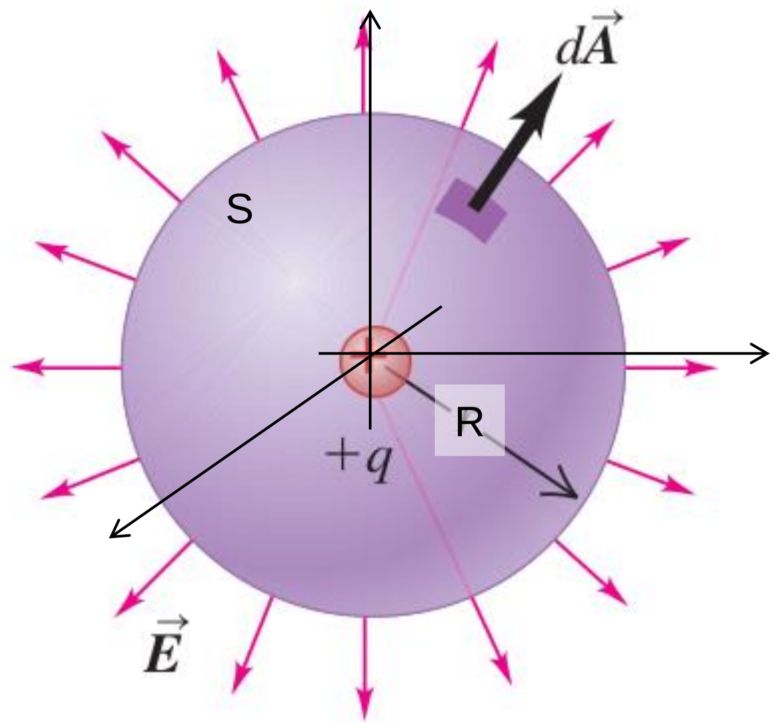
Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer

$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

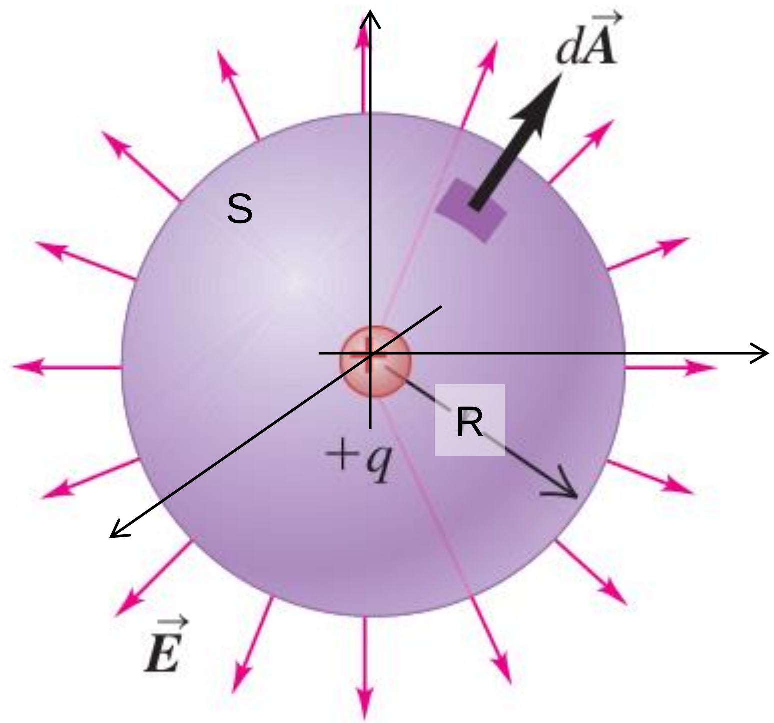


Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer



$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

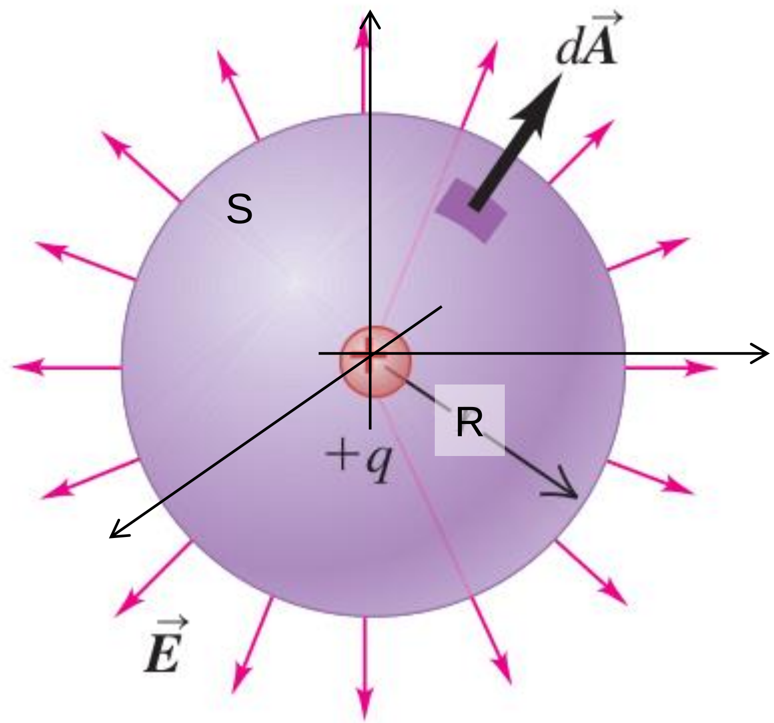
$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer



$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$\hat{n} = \hat{r}$

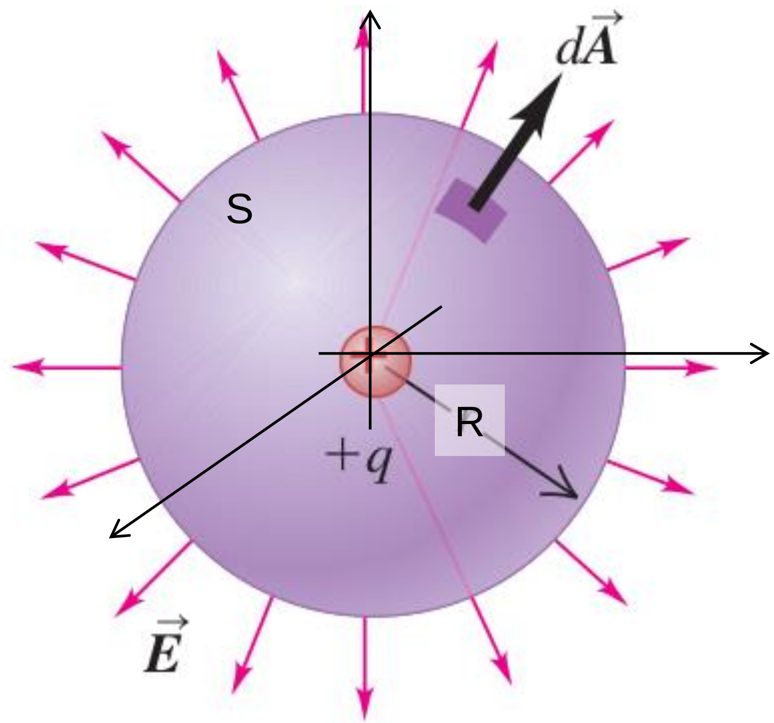
$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer



$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$$\hat{n} = \hat{r}$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = kq' \oiint \frac{dS}{|\vec{r}|^2}$$

Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

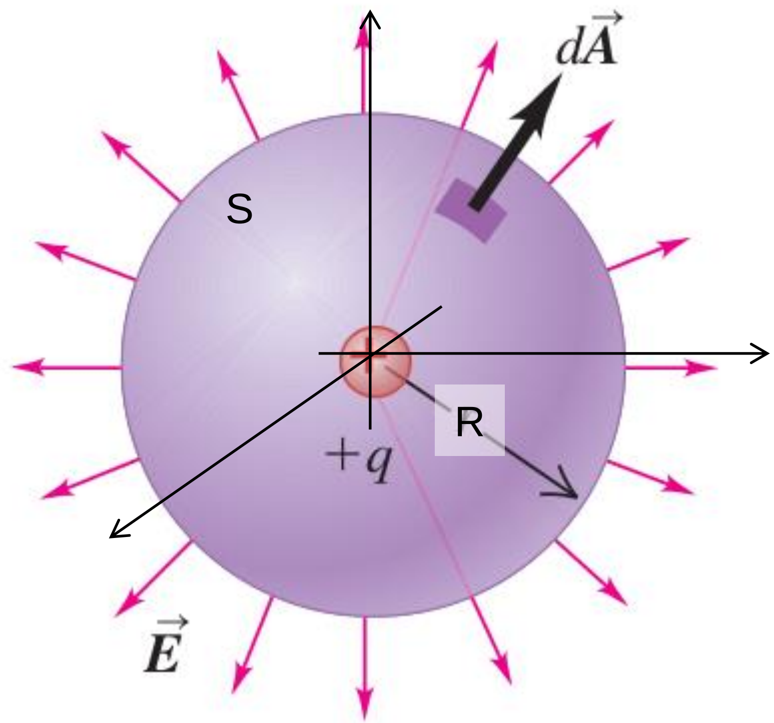
Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer

$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$$\hat{n} = \hat{r}$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = kq' \oiint \frac{dS}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint \frac{dS}{R^2}$$

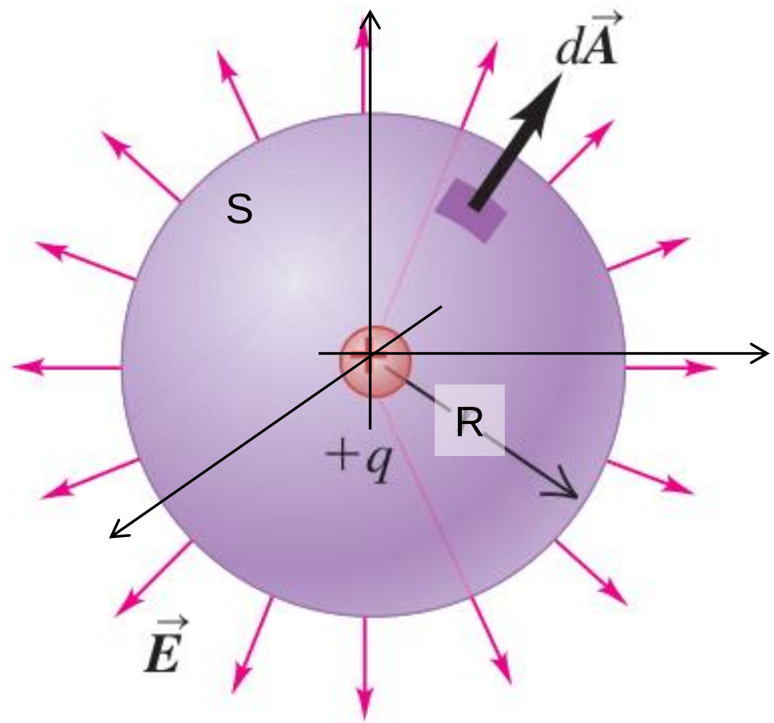


Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer



$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$$\hat{n} = \hat{r}$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = kq' \oiint \frac{dS}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint \frac{dS}{R^2}$$

$$\phi_S = \frac{kq'}{R^2}\oiint dS$$

Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer

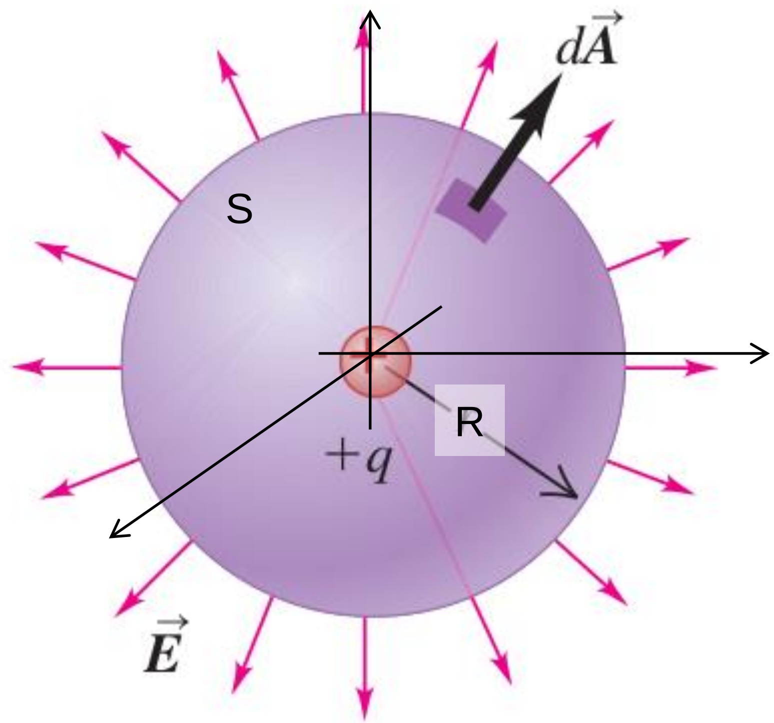
$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$$\hat{n} = \hat{r}$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = kq' \oiint \frac{dS}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint \frac{dS}{R^2}$$

$$\phi_S = \frac{kq'}{R^2}\oiint dS = \frac{kq'}{R^2}\, 4\pi R^2$$

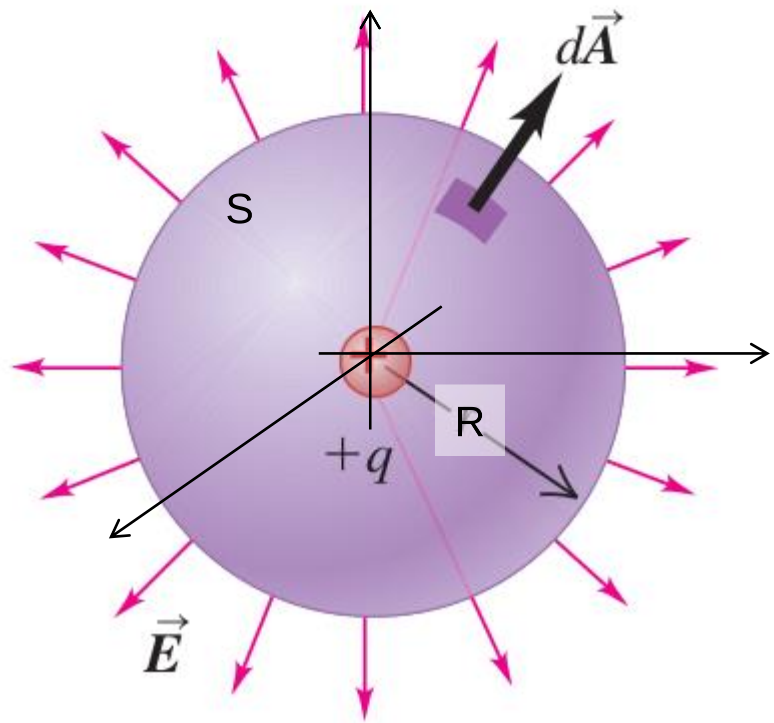


Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer



$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$$\hat{n} = \hat{r}$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = kq' \oiint \frac{dS}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint \frac{dS}{R^2}$$

$$\phi_S = \frac{kq'}{R^2}\oiint dS = \frac{kq'}{R^2}\, 4\pi R^2 \longrightarrow \boxed{\phi_S = 4\pi k\, q'}$$

Ley de Gauss, ejemplo 1: carga aislada

$$\phi_S = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, Q_{encerrada}$$

La ley es valida para cualquier superficie cerrada

Considero como superficie de Gauss a una esfera, porque la simetría simplifica la cuenta que tengo que hacer

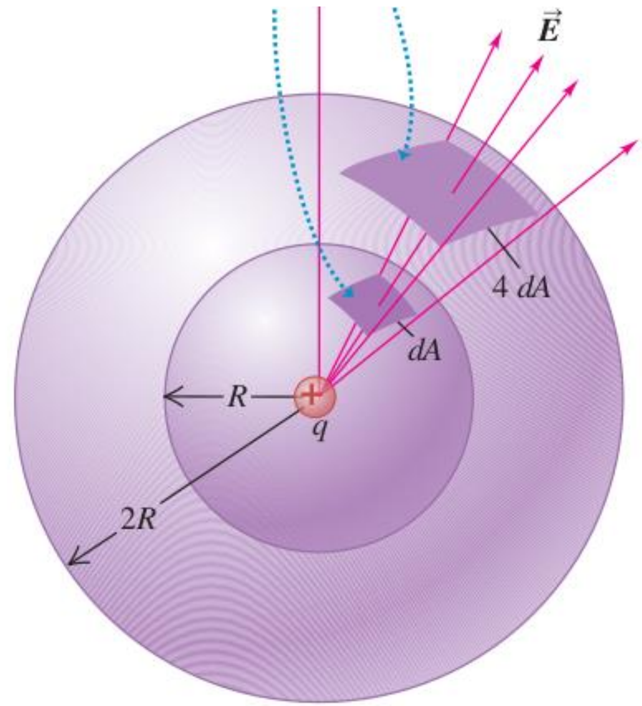
$$\vec{E}(\vec{r}) = k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

$$\hat{n} = \hat{r}$$

$$\phi_S = \oiint c = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

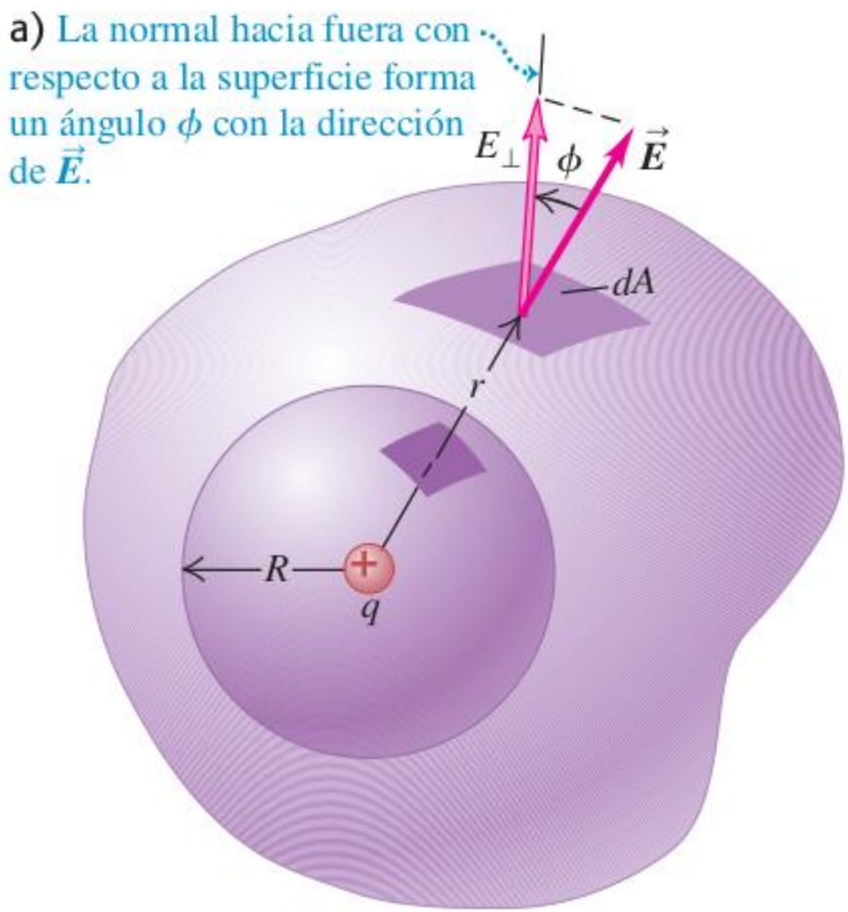
$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = kq' \oiint \frac{dS}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint \frac{dS}{R^2}$$

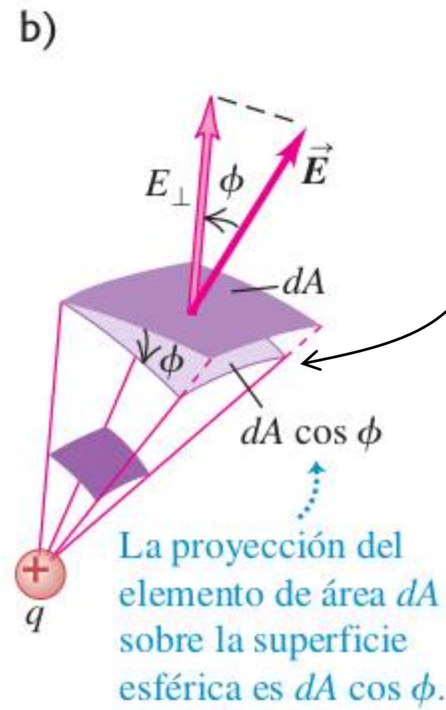
$$\phi_S = \frac{kq'}{R^2}\oiint dS = \frac{kq'}{R^2}\, 4\pi R^2 \longrightarrow \boxed{\phi_S = 4\pi k\, q'}$$



Notar que el flujo es independiente de R
(El área crece como R^2, per la intensidad del campo decrece como $1/R^2$)

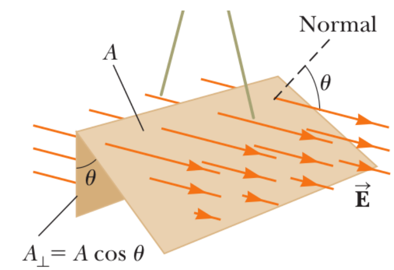
De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss y da lo mismo ?



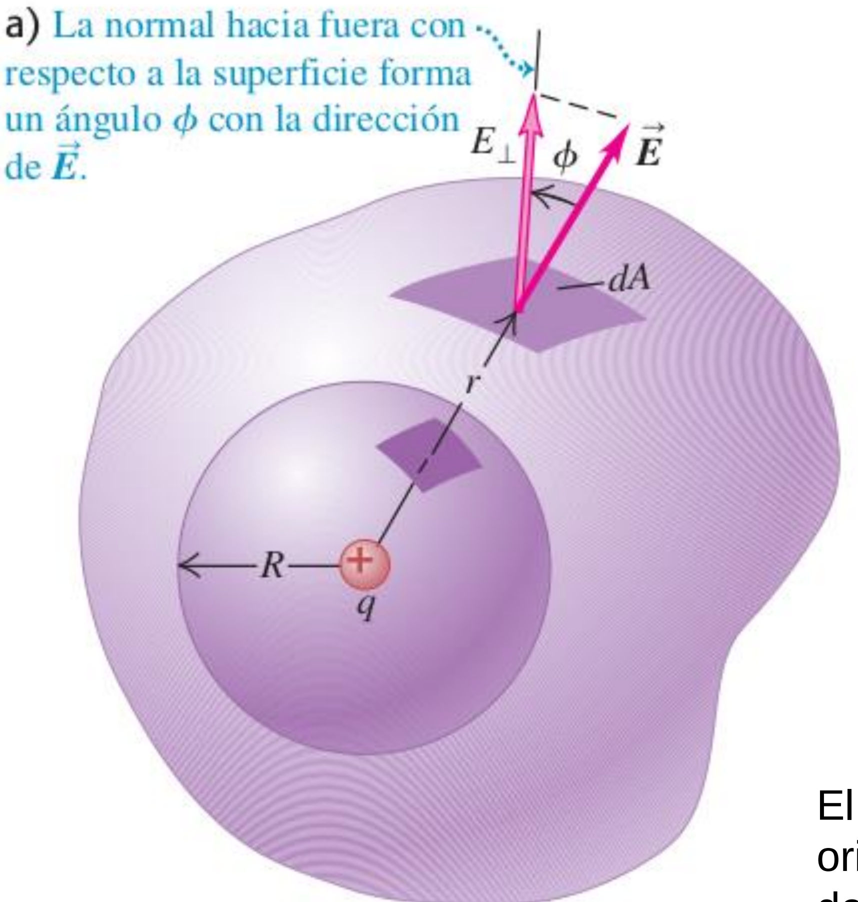


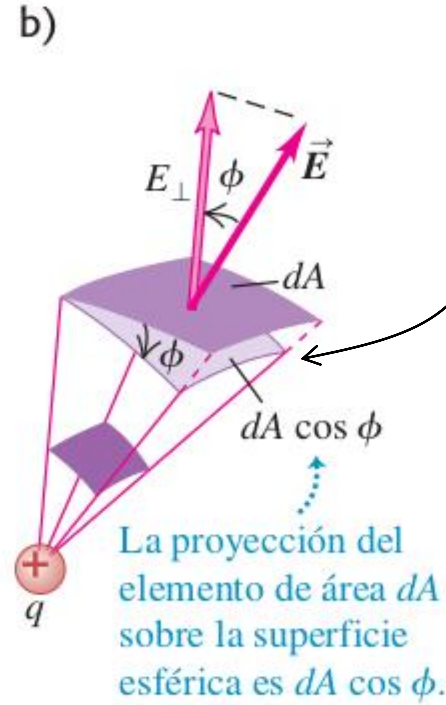
$$\vec{E}.\overrightarrow{dA} = E\ dA\ \cos\theta$$

area efectiva para el calculo de flujo



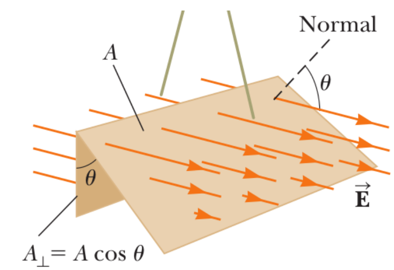
De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss y da lo mismo ?





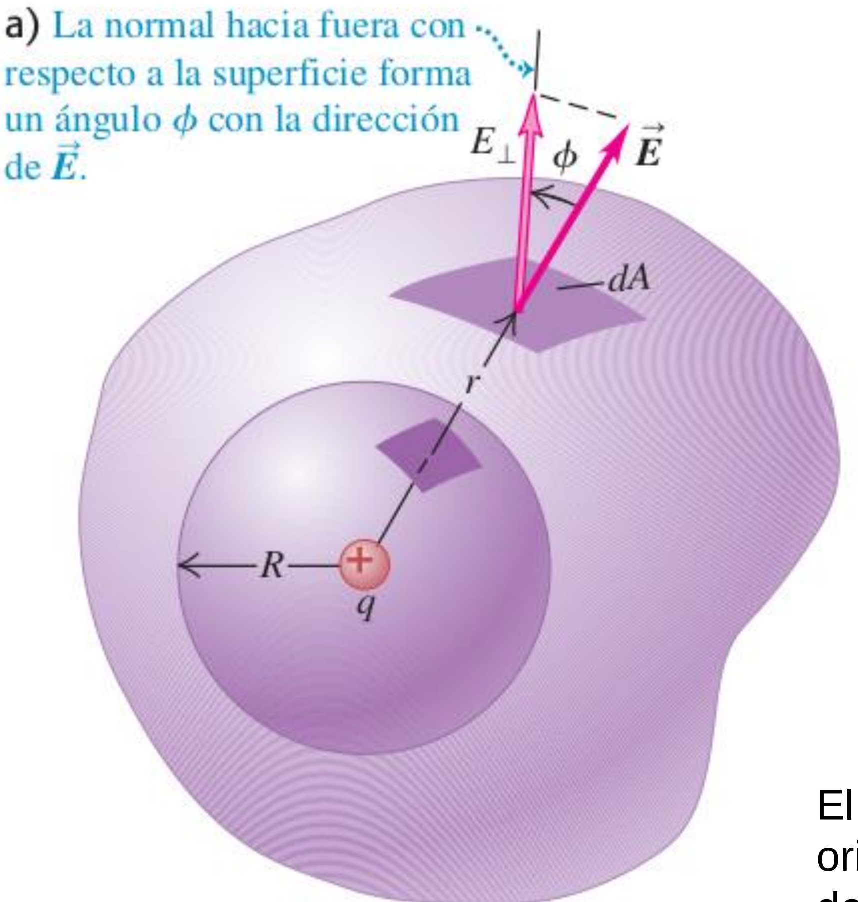
$$\vec{E}.\overrightarrow{dA} = E\ dA\ \cos\theta$$

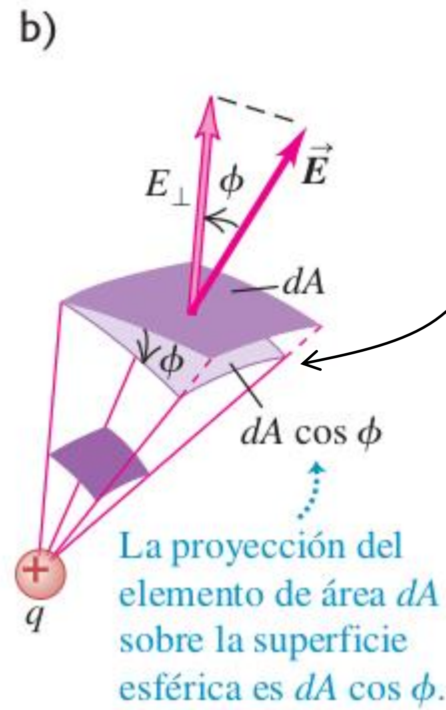
area efectiva para el calculo de flujo



El flujo sobre cada elemento de area de la sup original es igual al flujo sobre el elemento de area de la esfera de radio R=1 asociado.

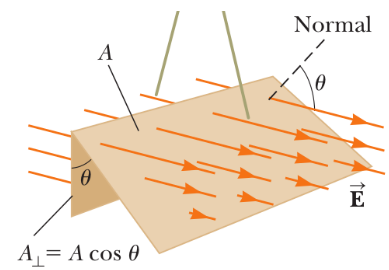
De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss y da lo mismo ?





$$\vec{E}.\overrightarrow{dA} = E\ dA\ \cos\theta$$

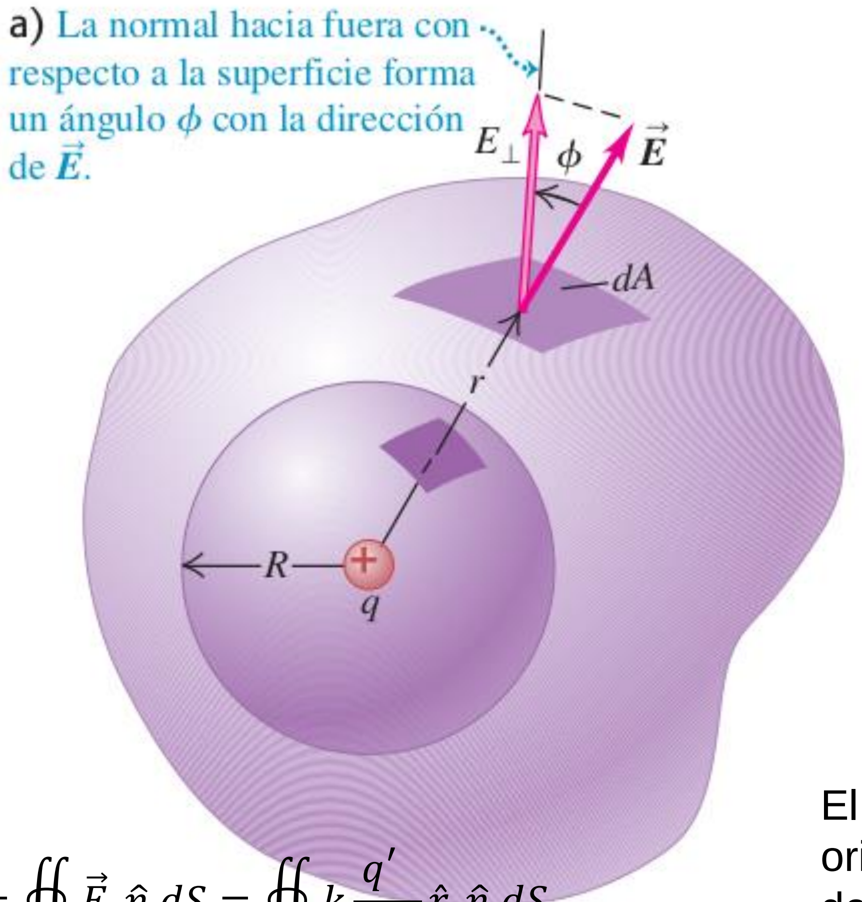
area efectiva para el calculo de flujo

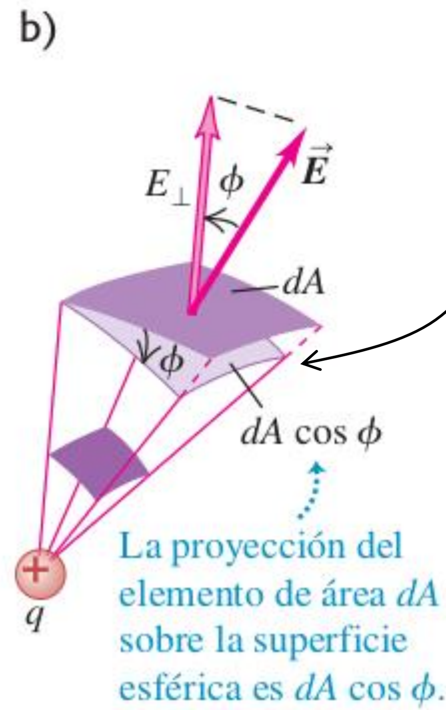


El flujo sobre cada elemento de area de la sup original es igual al flujo sobre el elemento de area de la esfera de radio R=1 asociado.

Y entonces… $\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\ dS = 4\pi k\ q'$

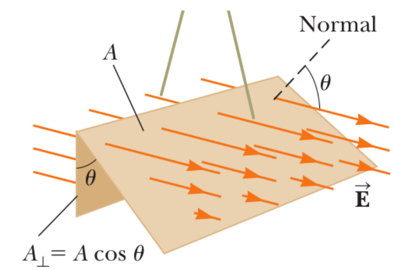
De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss y da lo mismo ?





$$\vec{E}.\overrightarrow{dA} = E\ dA\ \cos\theta$$

area efectiva para el calculo de flujo

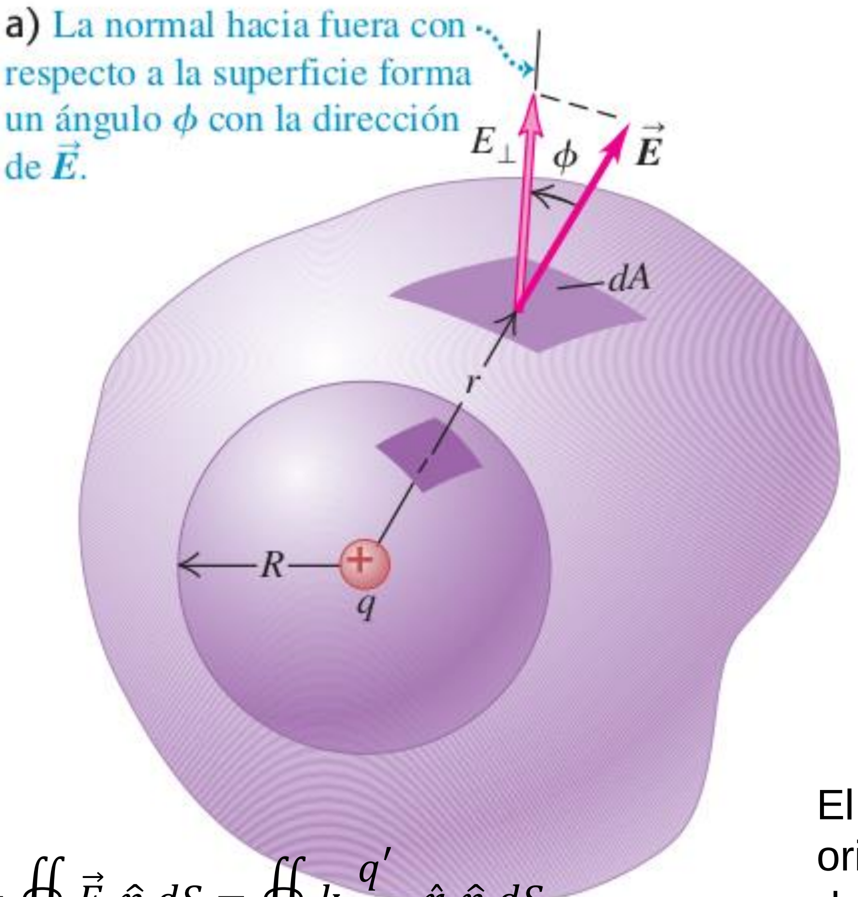


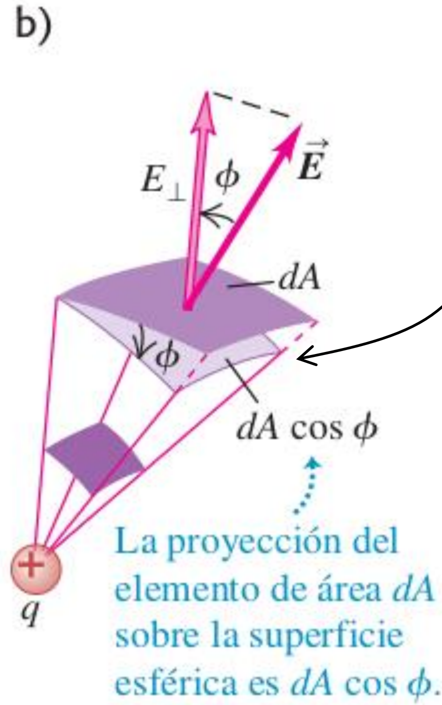
$$\phi_S = \oint\!\!\!\oint \vec{E}.\hat{n}\ dS = \oint\!\!\!\oint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\ dS$$

El flujo sobre cada elemento de area de la sup original es igual al flujo sobre el elemento de area de la esfera de radio R=1 asociado.

Y entonces… $\phi_S = \oint\!\!\!\oint \vec{E}.\hat{n}\ dS = 4\pi k\ q'$

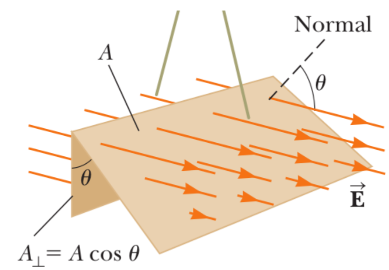
De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss y da lo mismo ?





$$\vec{E}.\overrightarrow{dA} = E\, dA\, \cos\theta$$

area efectiva para el calculo de flujo



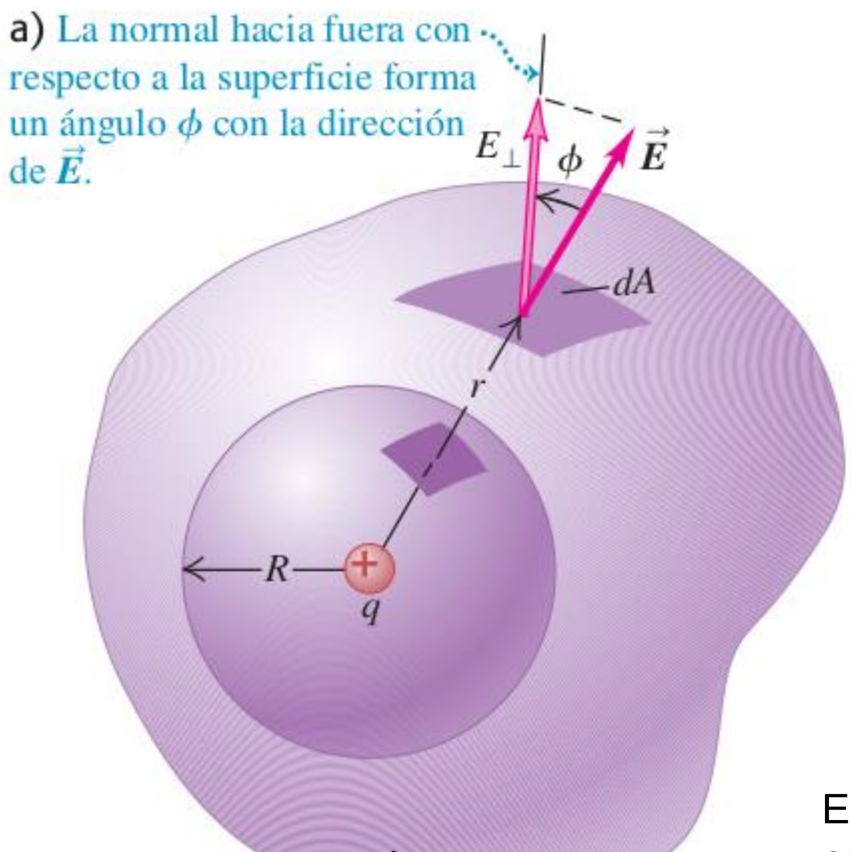
$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\, dS$$

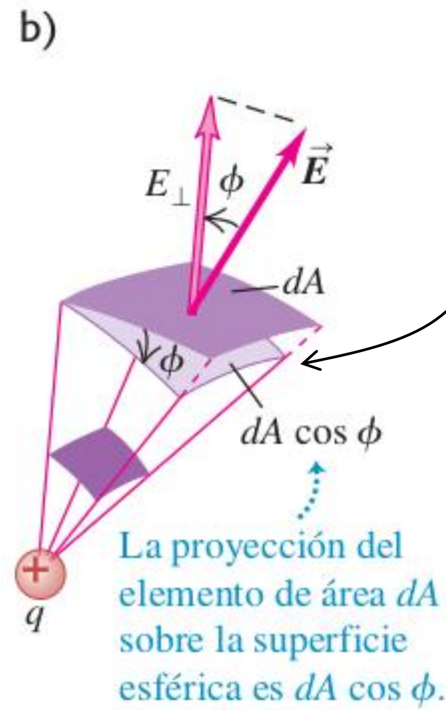
$$= kq' \oiint \frac{\hat{r}.\overrightarrow{dS}}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint d\Omega$$

El flujo sobre cada elemento de area de la sup original es igual al flujo sobre el elemento de area de la esfera de radio R=1 asociado.

Y entonces… $\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q'$

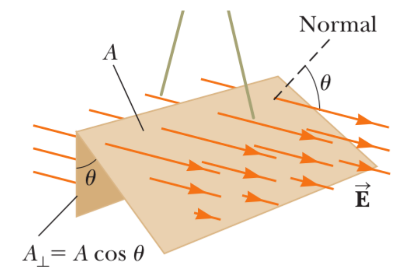
De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss y da lo mismo ?





$$\vec{E}.\overrightarrow{dA} = E\ dA\ \cos\theta$$

area efectiva para el calculo de flujo



El flujo sobre cada elemento de area de la sup original es igual al flujo sobre el elemento de area de la esfera de radio R=1 asociado.

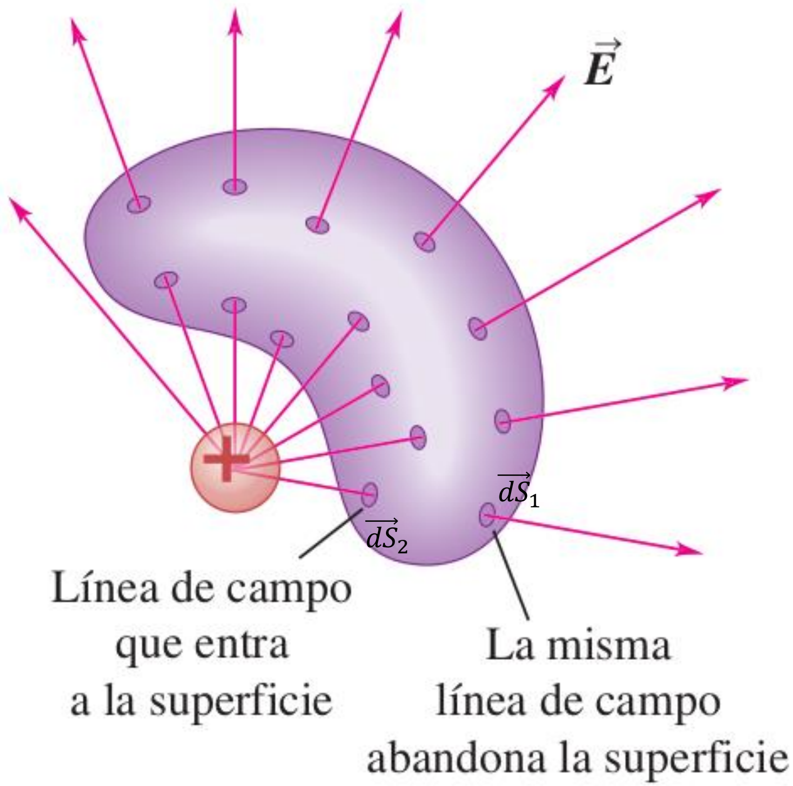
$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\ dS = \oiint k\frac{q'}{|\vec{r}|^2}\hat{r}.\hat{n}\ dS$$

$$= kq' \oiint \frac{\hat{r}.\overrightarrow{dS}}{|\vec{r}|^2} = kq' \oiint d\Omega$$

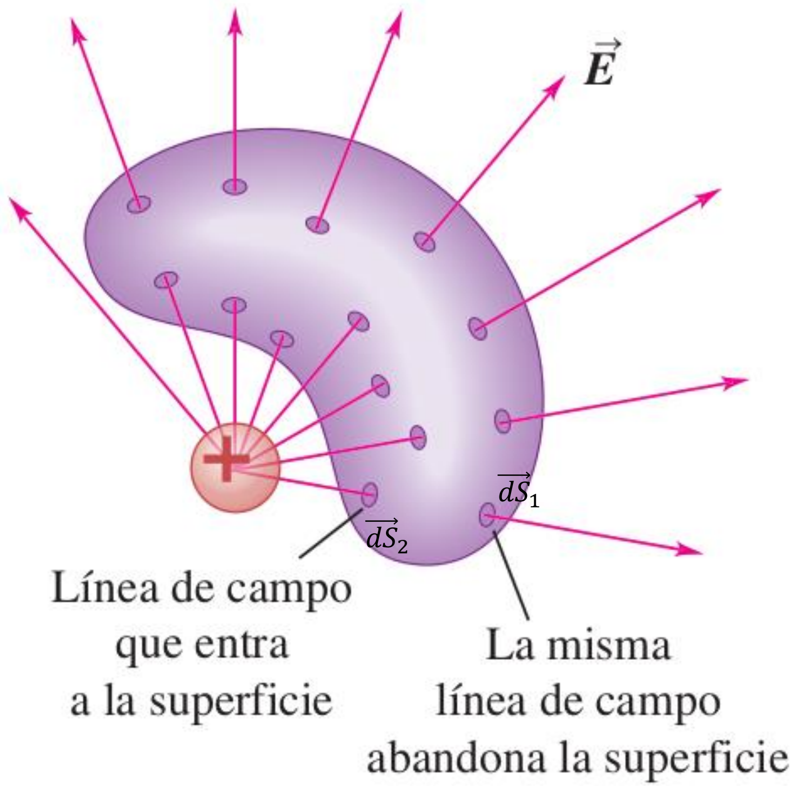
Diferencial de angulo solido

Y entonces… $\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\ dS = 4\pi k\ q'$

De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss?

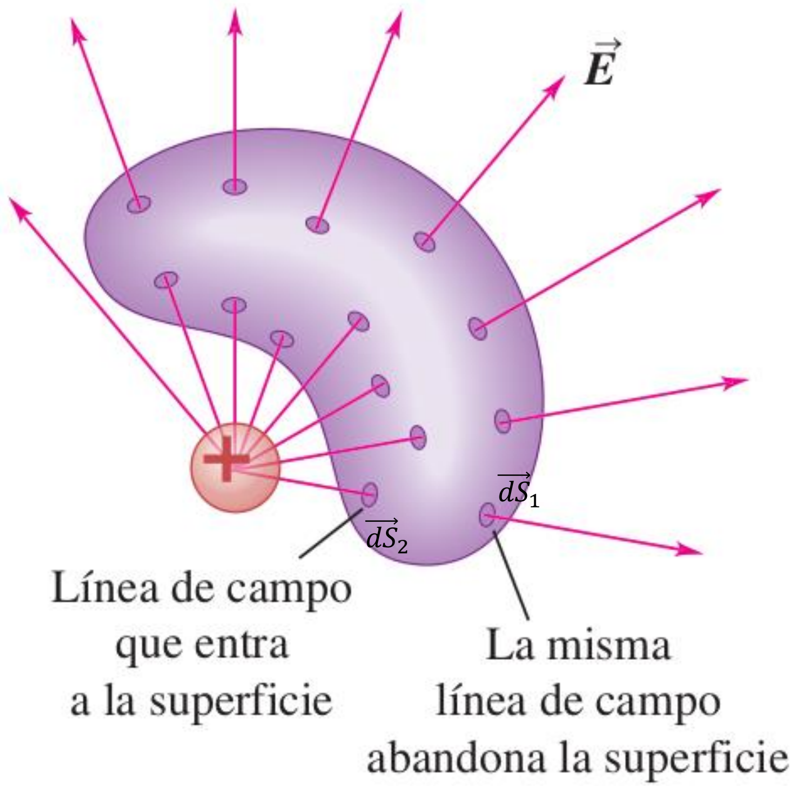


De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss?



$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint d\Omega$$

De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss?

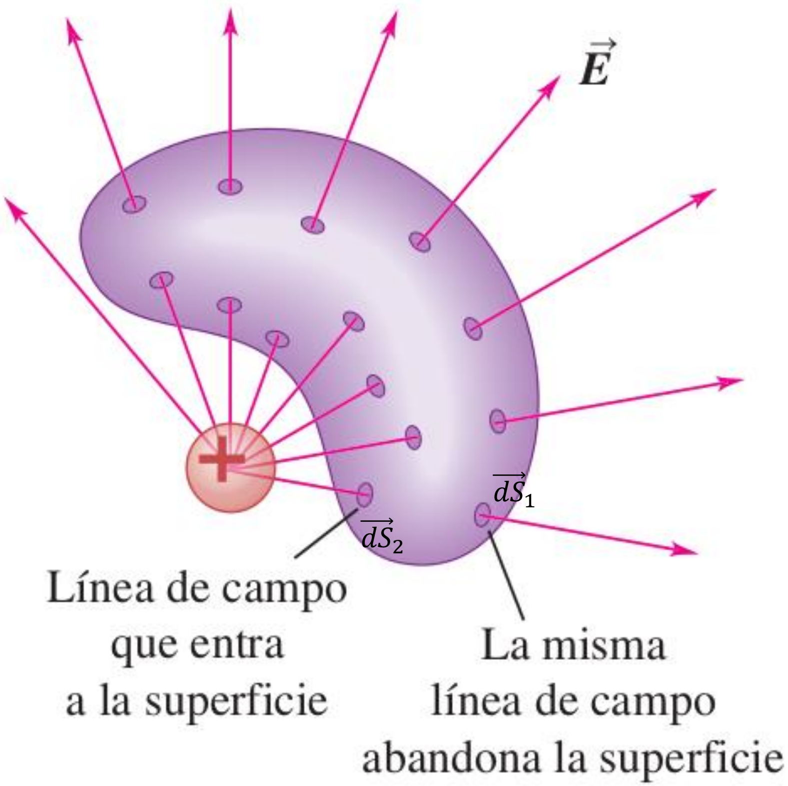


$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint d\Omega$$

$\overrightarrow{dS}_1 = \overrightarrow{dS}_2$ subtienden el mismo angulo solido, pero sus contribuciones tienen signos opuestos:

$$d\Omega_1 = -d\Omega_2$$

De verdad puedo elegir cualquier superficie de Gauss?



$$\phi_S = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = \oiint d\Omega = 0$$

$\overrightarrow{dS}_1 = \overrightarrow{dS}_2$ subtienden el mismo angulo solido, pero sus contribuciones tienen signos opuestos:

$$d\Omega_1 = -d\Omega_2$$

Usando Gauss para calcular $\vec{E}$

$$\oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

La ley de Gauss vincula una **integral de superficie** de $\vec{E}$ con la **carga encerrada**

Pero, **en situaciones de muy alta simetría**, es posible encontrar una expresión para $\vec{E}$ a partir dicha ley.

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Consideremos un plano infinito cargado con densidad superficial de carga σ=cte

σ

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Consideremos un plano infinito cargado con
densidad superficial de carga σ=cte

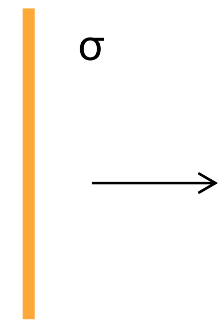
Por simetría:

- $\vec{E}$ tiene que ser perpendicular al plano
- $\vec{E}$debe tener sentidos opuestos a ambos lados
- Su intensidad sólo puede depender de la distancia al plano

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Consideremos un plano infinito cargado con
densidad superficial de carga σ=cte



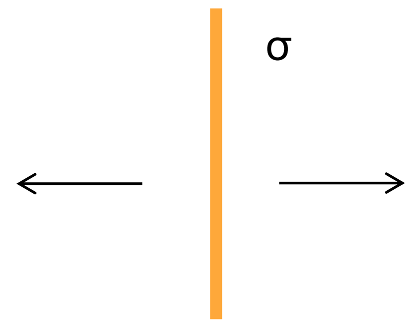
Por simetría:

- $\vec{E}$ tiene que ser perpendicular al plano
- $\vec{E}$debe tener sentidos opuestos a ambos lados
- Su intensidad sólo puede depender de la distancia al plano

Entonces… $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Consideremos un plano infinito cargado con
densidad superficial de carga σ=cte



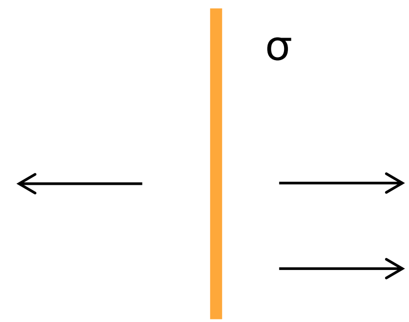
Por simetría:

- $\vec{E}$ tiene que ser perpendicular al plano
- $\vec{E}$debe tener sentidos opuestos a ambos lados
- Su intensidad sólo puede depender de la distancia al plano

Entonces… $$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Consideremos un plano infinito cargado con
densidad superficial de carga σ=cte



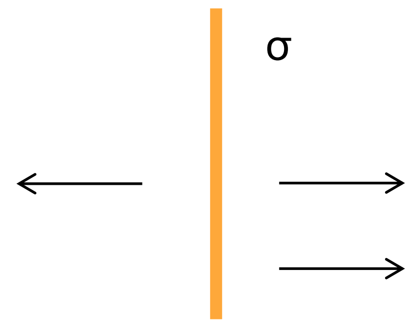
Por simetría:

- $\vec{E}$ tiene que ser perpendicular al plano
- $\vec{E}$ debe tener sentidos opuestos a ambos lados
- Su intensidad sólo puede depender de la distancia al plano

Entonces… $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Consideremos un plano infinito cargado con
densidad superficial de carga σ=cte



Por simetría:

- $\vec{E}$ tiene que ser perpendicular al plano
- $\vec{E}$debe tener sentidos opuestos a ambos lados
- Su intensidad sólo puede depender de la distancia al plano

Entonces…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

$$E(-x) = -E(x)$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

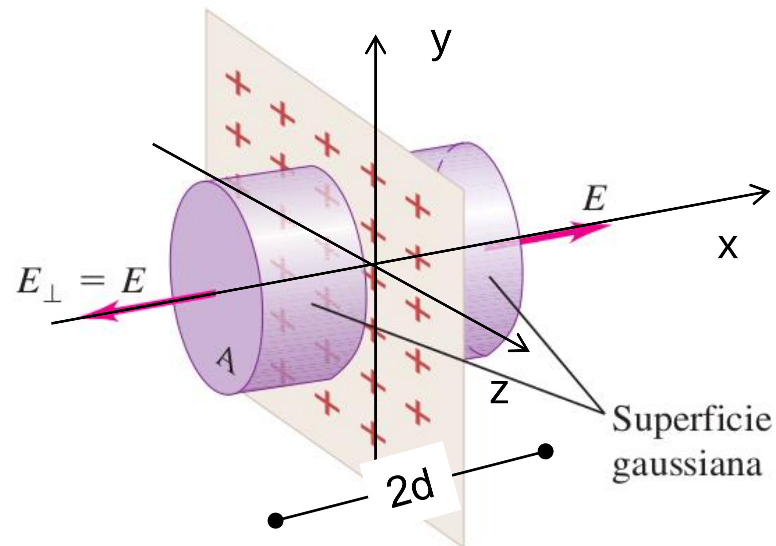
$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?



Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

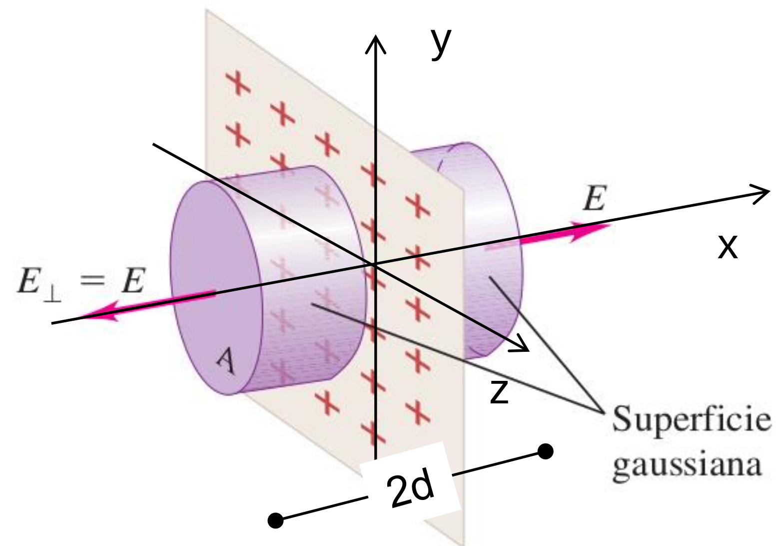
Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?



Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} \qquad + \phi_{tapa2} \qquad + \phi_{sup.lateral}$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

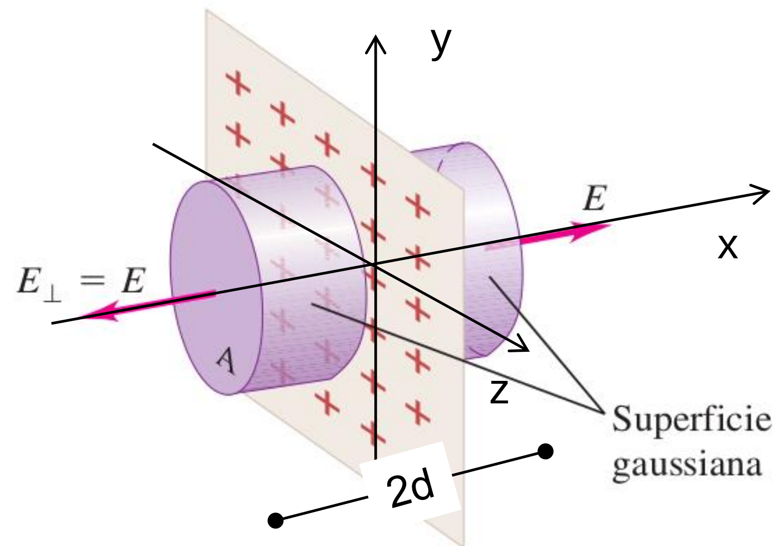
Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?

Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$



Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} \qquad + \phi_{tapa2} \qquad + \phi_{sup.lateral}$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

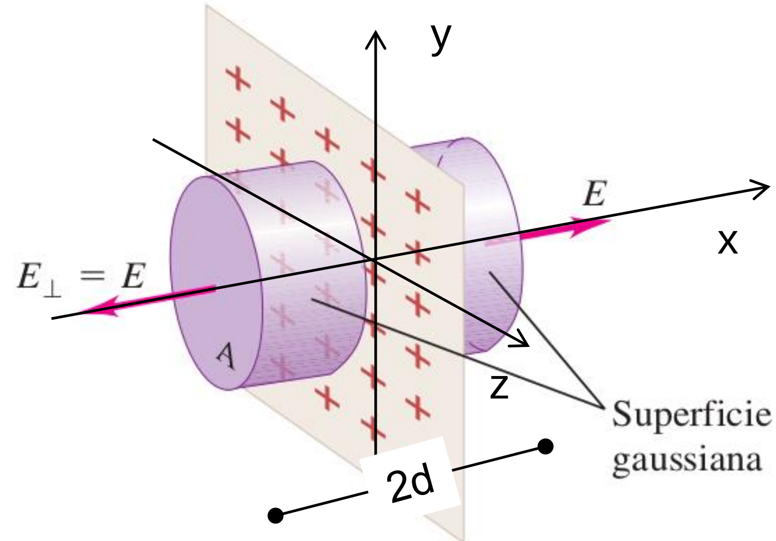
Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?

Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$



Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} \qquad + \phi_{tapa2} \qquad + \phi_{sup.lateral}$$

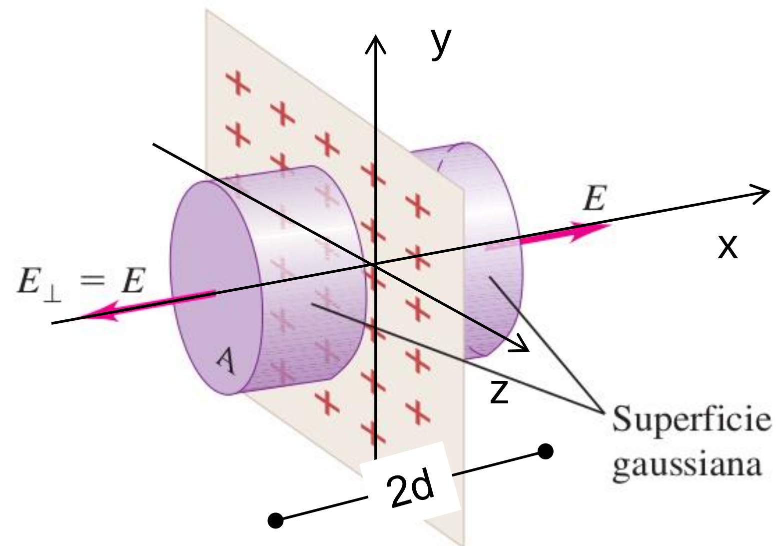
$$= \vec{E}_1.\hat{n}_1\, A \qquad + \vec{E}_2.\hat{n}_2\, A \qquad + \vec{E}_{sup.lat}.\hat{n}_{sup.lat}\, A$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?



Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} + \phi_{tapa2} + \phi_{sup.lateral}$$

$$= \vec{E}_1.\hat{n}_1\, A + \vec{E}_2.\hat{n}_2\, A + \vec{E}_{sup.lat}.\hat{n}_{sup.lat}\, A$$

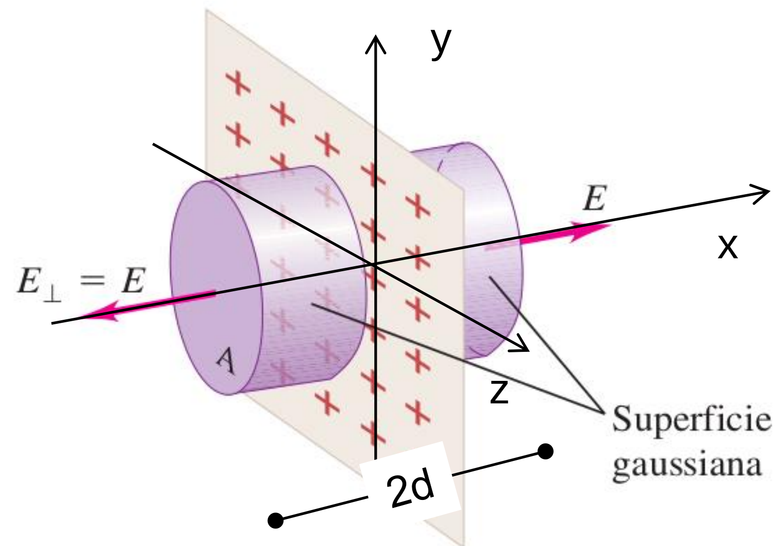
$$= E(d)(-\hat{x}).(-\hat{x})A + E(d)\hat{x}.\hat{x}A + 0$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?



Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} + \phi_{tapa2} + \phi_{sup.lateral}$$

$$= \vec{E}_1.\hat{n}_1\, A + \vec{E}_2.\hat{n}_2\, A + \vec{E}_{sup.lat}.\hat{n}_{sup.lat}\, A$$

$$= E(d)(-\hat{x}).(-\hat{x})A + E(d)\hat{x}.\hat{x}A + 0$$

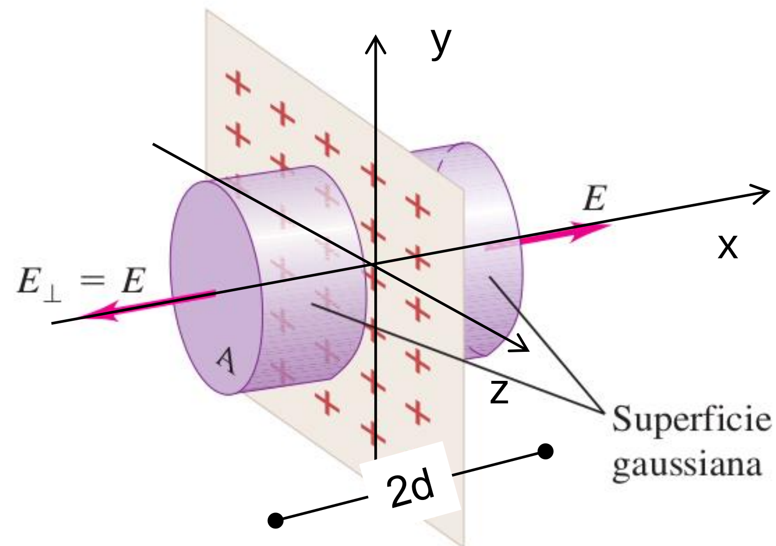
$$\phi = 2\, E(d)\, A$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?



Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} + \phi_{tapa2} + \phi_{sup.lateral}$$

$$= \vec{E}_1.\hat{n}_1\, A + \vec{E}_2.\hat{n}_2\, A + \vec{E}_{sup.lat}.\hat{n}_{sup.lat}\, A$$

$$= E(d)(-\hat{x}).(-\hat{x})A + E(d)\hat{x}.\hat{x}A + 0$$

$$\phi = 2\, E(d)\, A$$

$$q_{encerrada} = \sigma\, A$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

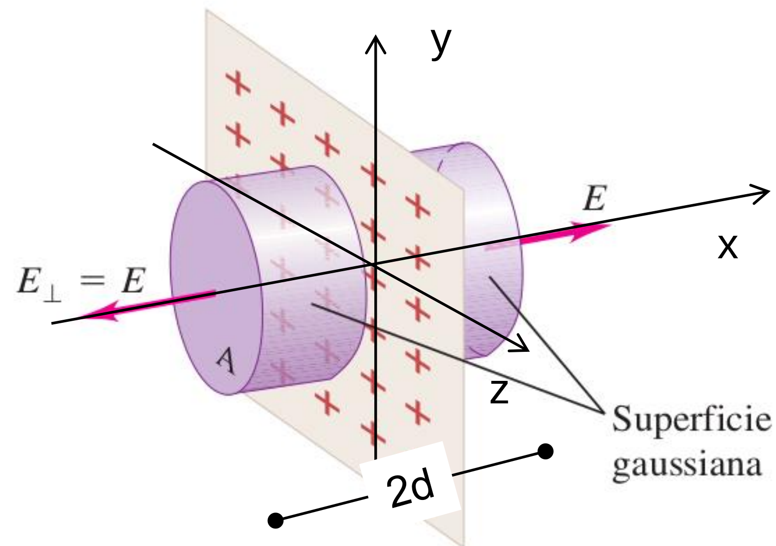
Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?

Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$



Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} + \phi_{tapa2} + \phi_{sup.lateral}$$

$$= \vec{E}_1.\hat{n}_1\, A + \vec{E}_2.\hat{n}_2\, A + \vec{E}_{sup.lat}.\hat{n}_{sup.lat}\, A$$

$$= E(d)(-\hat{x}).(-\hat{x})A + E(d)\hat{x}.\hat{x}A + 0$$

$$\phi = 2\, E(d)\, A$$

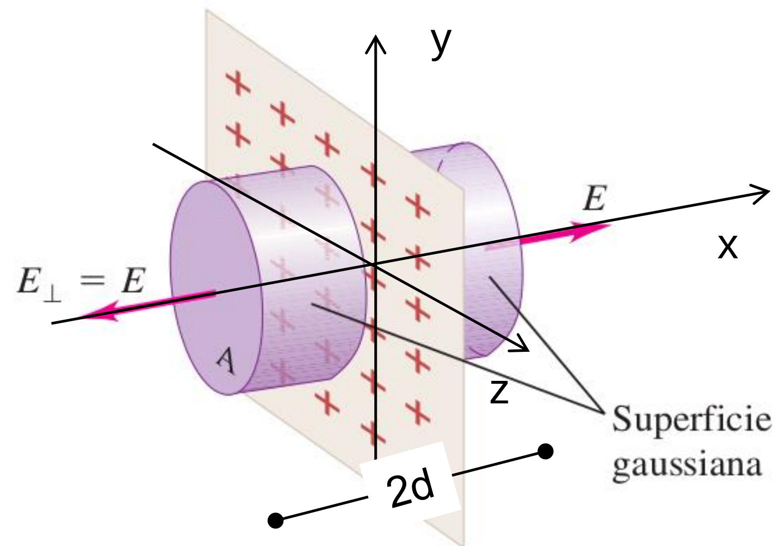
$$q_{encerrada} = \sigma\, A$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

?



Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

Sabiendo que la ecuación de arriba se tiene que cumplir…podemos decir como es $\vec{E}$?

$$\phi = \phi_{tapa1} + \phi_{tapa2} + \phi_{sup.lateral}$$

$$= \vec{E}_1.\hat{n}_1\, A + \vec{E}_2.\hat{n}_2\, A + \vec{E}_{sup.lat}.\hat{n}_{sup.lat}\, A$$

$$= E(d)(-\hat{x}).(-\hat{x})A + E(d)\hat{x}.\hat{x}A + 0$$

$$\phi = 2\, E(d)\, A$$

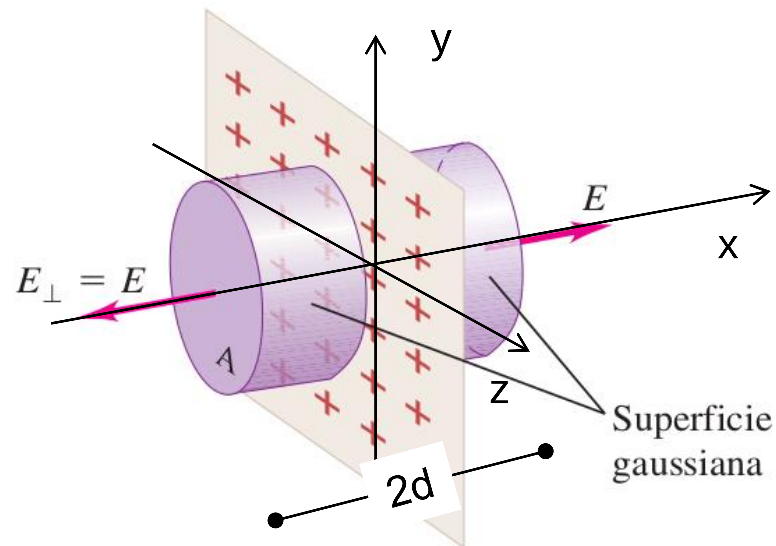
$$q_{encerrada} = \sigma\, A$$

Usemos Gauss para calcular $\vec{E}$ de un plano infinito

Por consideraciones de simetría…

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x}$$

Elegimos como superficie de Gauss a un cilindro que atraviesa el plano cargado.



$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

Como vale que $\phi = 4\pi k\, q_{encerrada}$

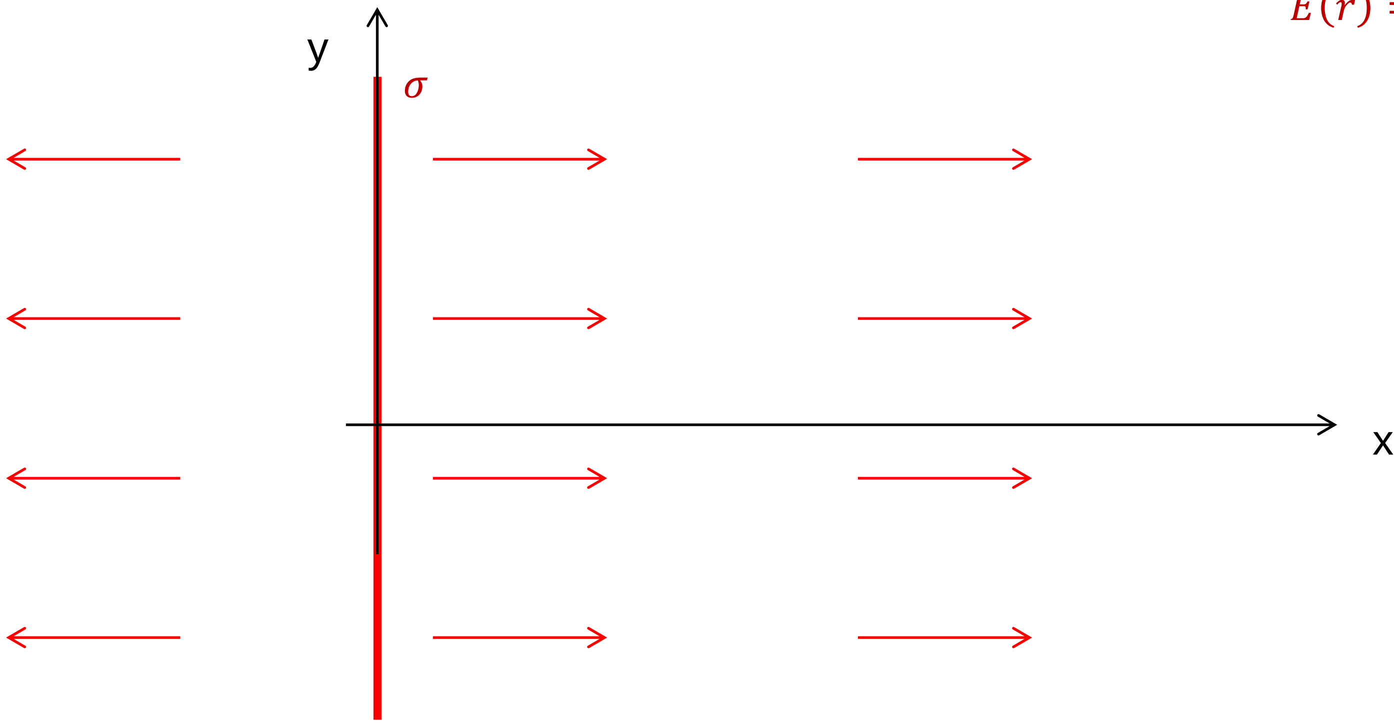
$$2\, E(d)\, A = 4\pi k\, \sigma\, A$$

$$E(d) = 2\pi k\, \sigma$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = E(x)\hat{x} = 2\pi k\, \sigma\, sign(x)\hat{x}$$

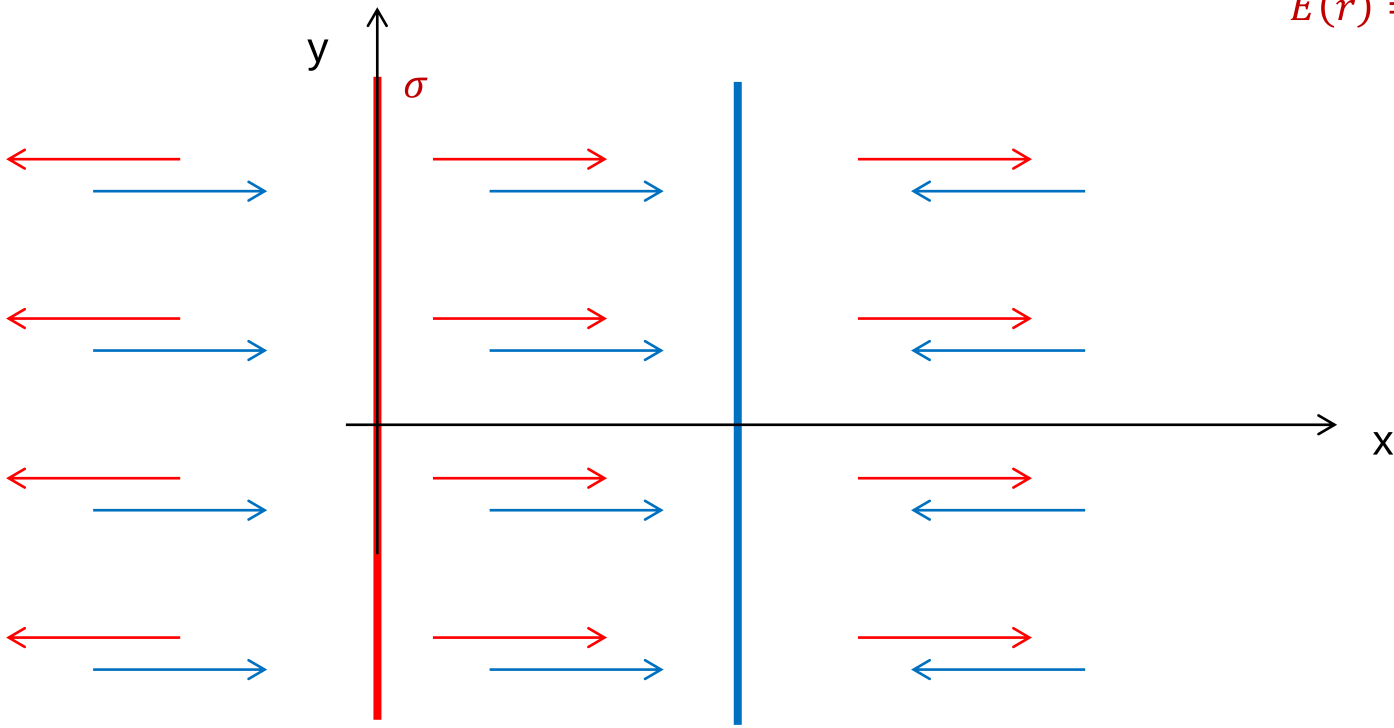
Dos planos infinitos

$$\vec{E}(\vec{r}) = 2\pi k\ \sigma\ sign(x)\hat{x}$$

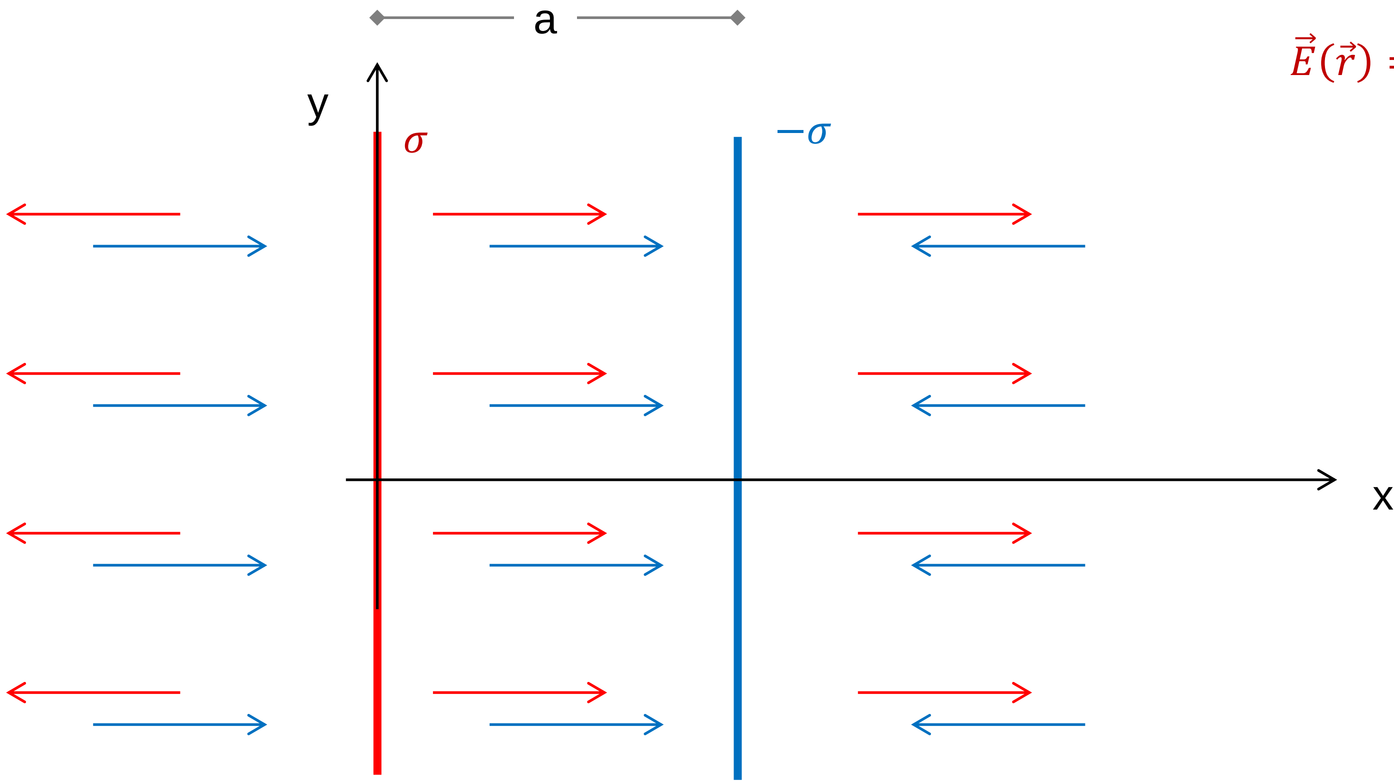


Dos planos infinitos

$\vec{E}(\vec{r}) = 2\pi k\ \sigma\ sign(x)\hat{x}$



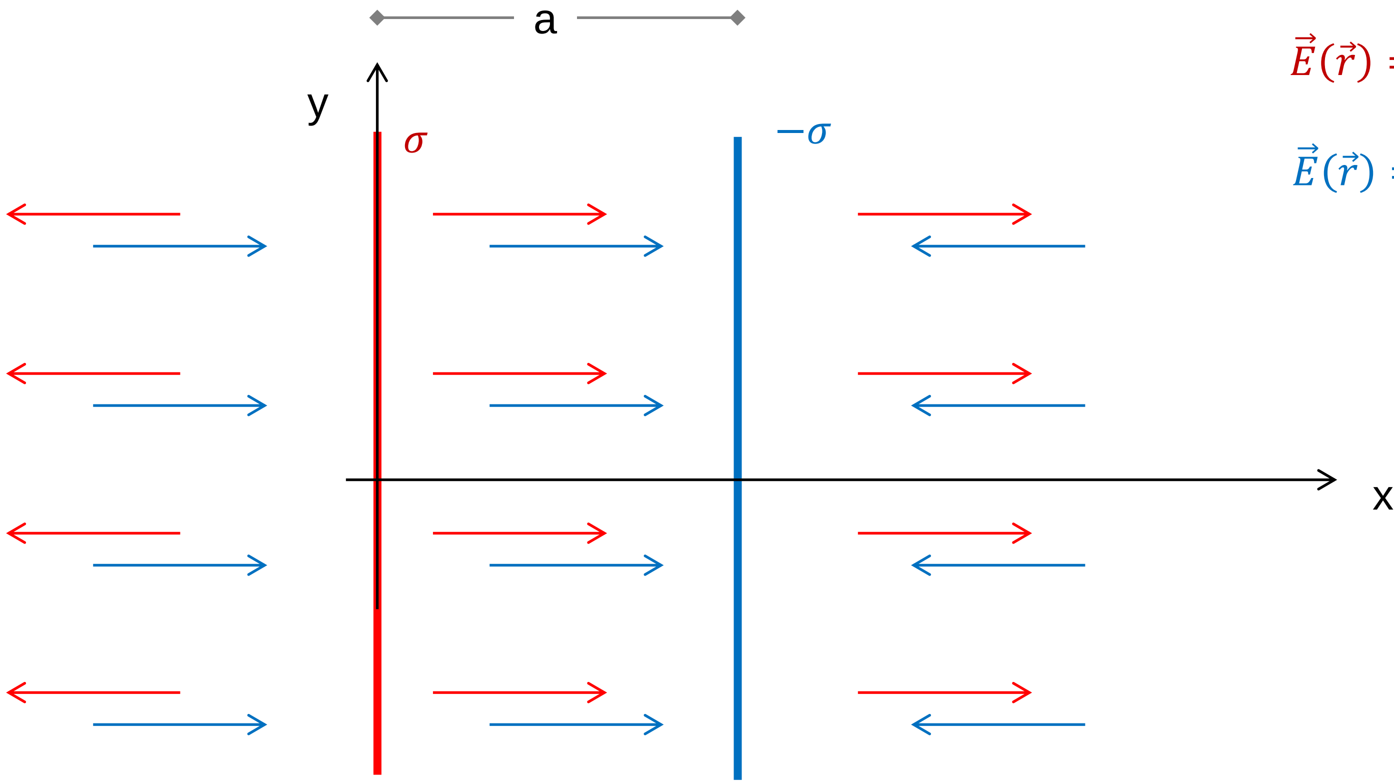
Dos planos infinitos



$$\vec{E}(\vec{r}) = 2\pi k\,\sigma\, sign(x)\hat{x}$$

$\vec{E} = 0$ $\qquad$ $\vec{E} = 4\pi k\,\sigma\,\hat{x}$ $\qquad$ $\vec{E} = 0$

Dos planos infinitos



$$\vec{E}(\vec{r}) = 2\pi k\, \sigma\, sign(x)\hat{x}$$

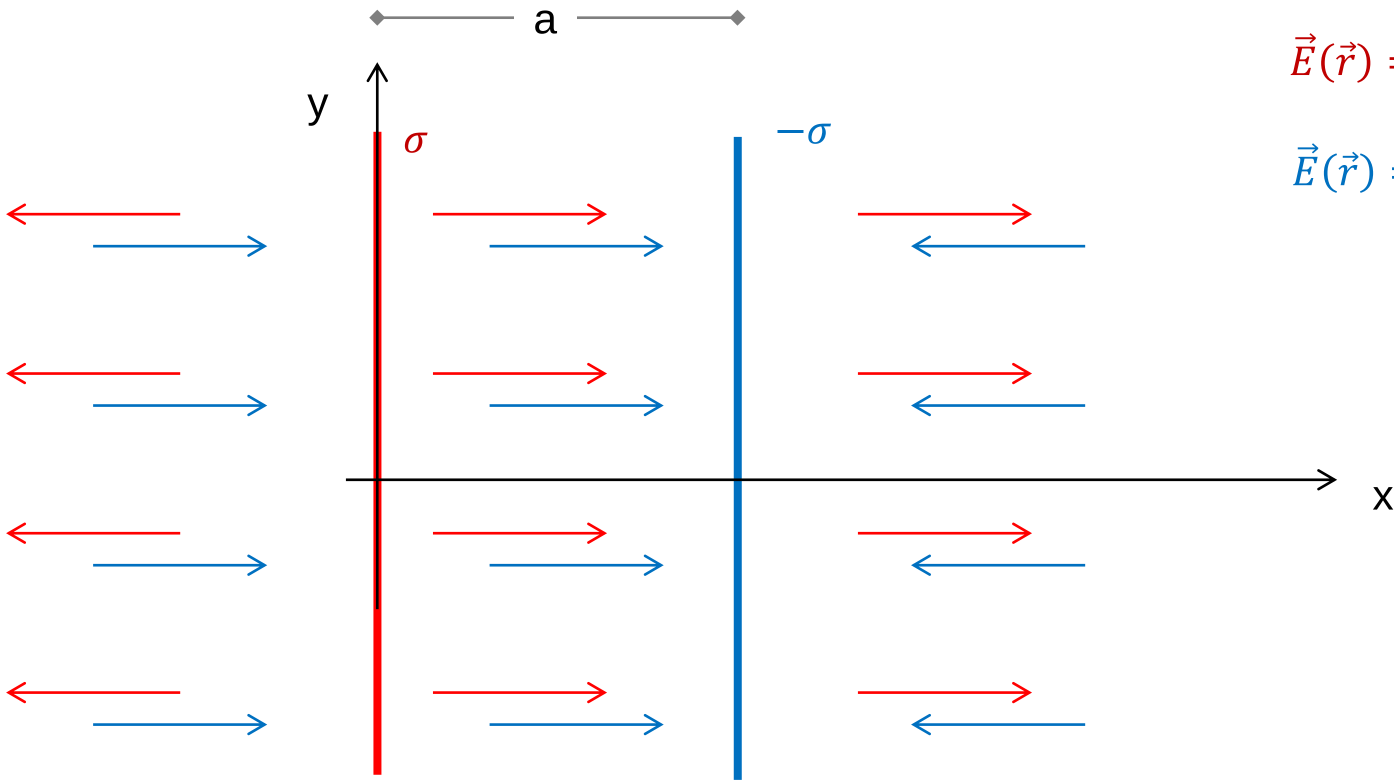
$$\vec{E}(\vec{r}) = -2\pi k\, \sigma\, sign(x-a)\hat{x}$$

$\vec{E} = 0$ $\quad$ $\vec{E} = 4\pi k\, \sigma\, \hat{x}$ $\quad$ $\vec{E} = 0$

Dos planos infinitos

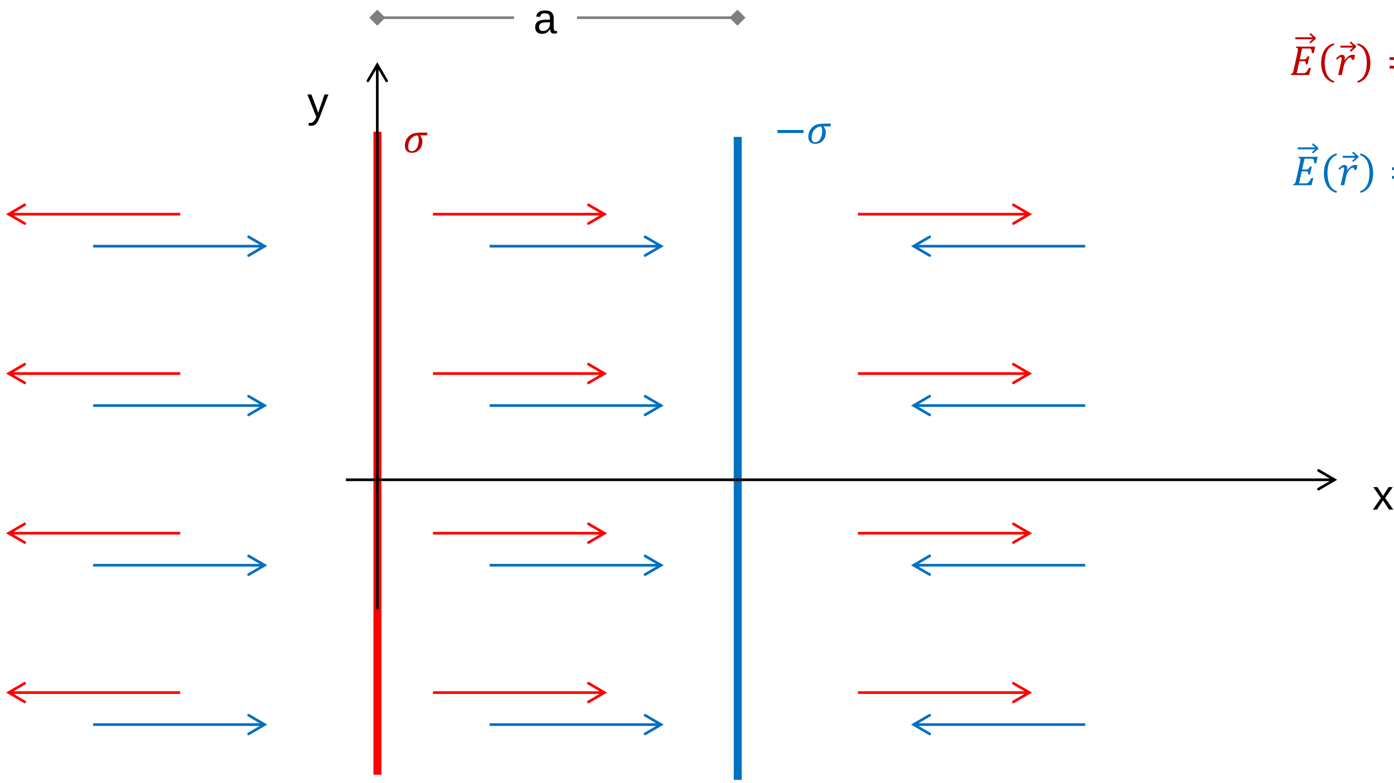
$$\vec{E}(\vec{r}) = 2\pi k\ \sigma\ sign(x)\hat{x}$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = -2\pi k\ \sigma\ sign(x-a)\hat{x}$$



$\vec{E} = 0$ $\quad$ $\vec{E} = 4\pi k\ \sigma\ \hat{x}$ $\quad$ $\vec{E} = 0$

Dos planos infinitos

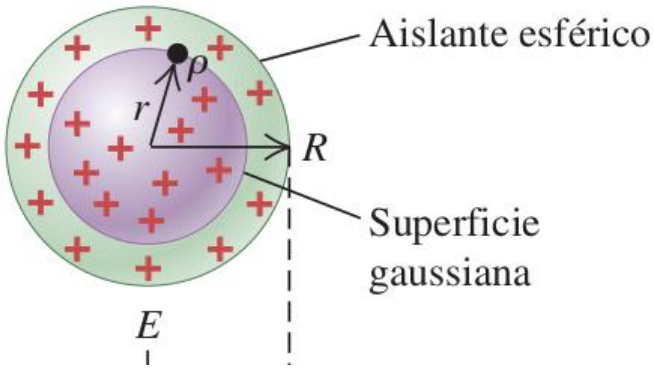


$$\vec{E}(\vec{r}) = 2\pi k\, \sigma\, sign(x)\hat{x}$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = -2\pi k\, \sigma\, sign(x-a)\hat{x}$$

$\vec{E} = 0$ $\quad$ $\vec{E} = 4\pi k\, \sigma\, \hat{x}$ $\quad$ $\vec{E} = 0$

Esfera cargada con ρ uniforme

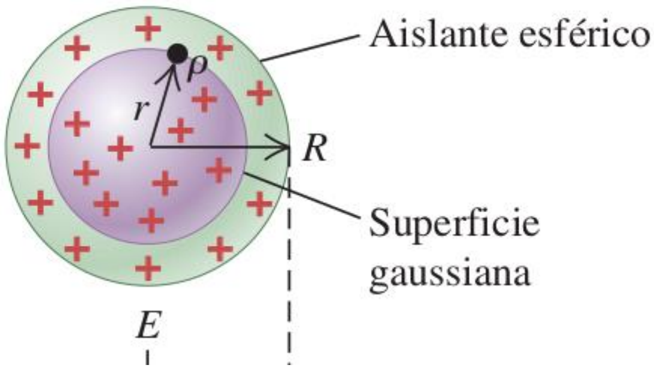


Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$\phi = \oint\!\!\oint \vec{E}.\hat{n}\; dS = 4\pi k\; q_{encerrada}$$

Esfera cargada con ρ uniforme



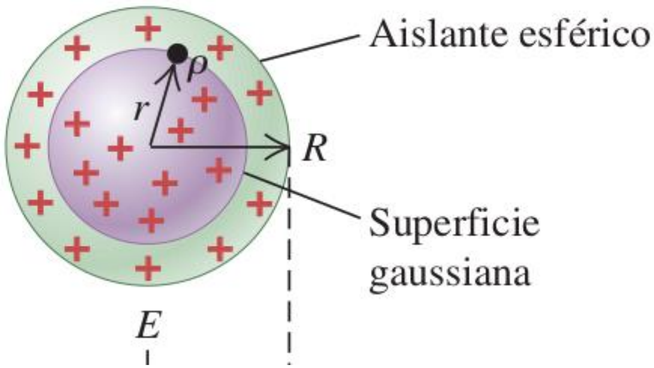
Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

$$= \oiint E(r)\hat{r}.\hat{r}\, dS = E(r) \oiint dS = E(r)\, 4\pi r^2$$

Esfera cargada con ρ uniforme



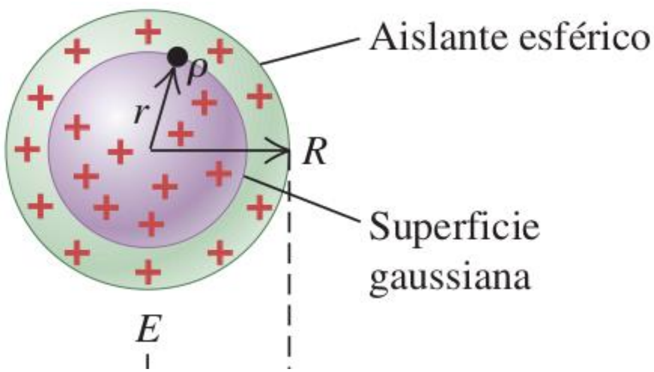
Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$\phi = \oint\!\!\oint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

$$= \oint\!\!\oint E(r)\hat{r}.\hat{r}\, dS = E(r) \oint\!\!\oint dS = E(r)\, 4\pi r^2$$

Esfera cargada con ρ uniforme



Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

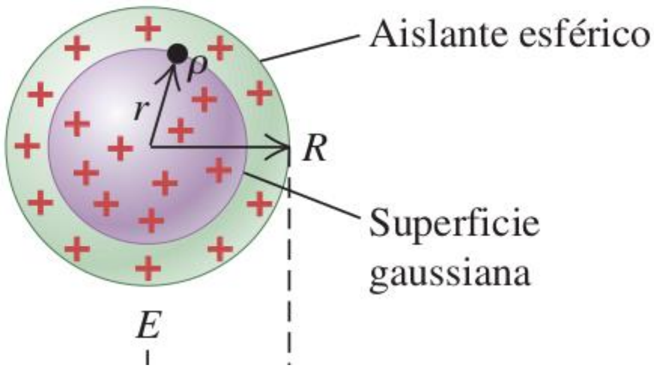
$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

$$= \oiint E(r)\hat{r}.\hat{r}\, dS = E(r) \oiint dS = E(r)\, 4\pi r^2$$

$$\iiint \rho dV = \begin{cases} \dfrac{4\pi}{3}\rho r^3, si\ r < R \\ \dfrac{4\pi}{3}\rho R^3, si\ r > R \end{cases}$$

$$E(r)\, 4\pi r^2 = \begin{cases} \dfrac{4\pi}{3}\rho r^3, si\ r < R \\ \dfrac{4\pi}{3}\rho R^3, si\ r > R \end{cases}$$

Esfera cargada con ρ uniforme



Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

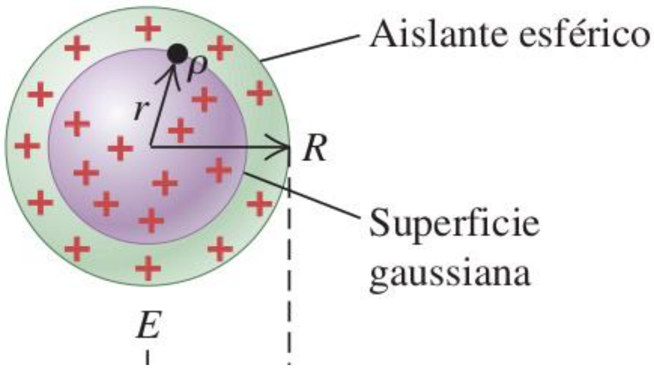
$$\phi = \oint\!\!\oint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

$$= \oint\!\!\oint E(r)\hat{r}.\hat{r}\, dS = E(r) \oint\!\!\oint dS = E(r)\, 4\pi r^2$$

$$\iiint \rho dV = \begin{cases} \dfrac{4\pi}{3}\rho r^3, si\ r < R \\ \dfrac{4\pi}{3}\rho R^3, si\ r > R \end{cases}$$

$$E(r)\, 4\pi r^2 = \begin{cases} \dfrac{4\pi}{3}\rho r^3, si\ r < R \\ \dfrac{4\pi}{3}\rho R^3, si\ r > R \end{cases}$$

Esfera cargada con ρ uniforme



Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\, q_{encerrada}$$

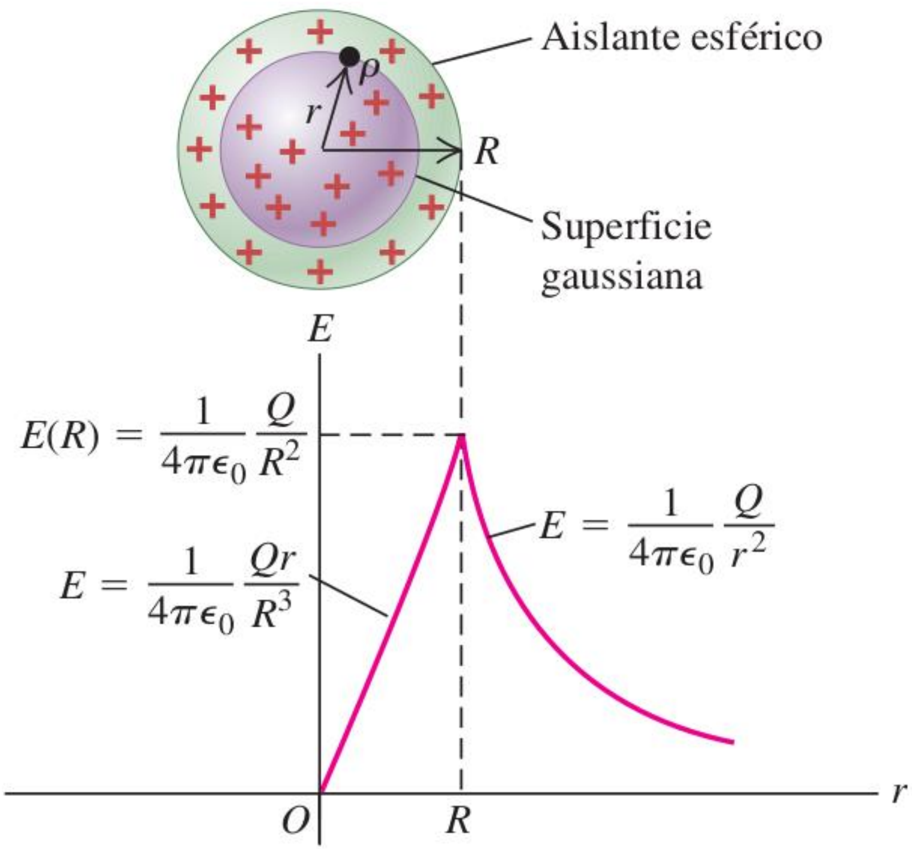
$$= \oiint E(r)\hat{r}.\hat{r}\, dS = E(r) \oiint dS = E(r)\, 4\pi r^2$$

$$\iiint \rho dV = \begin{cases} \frac{4\pi}{3}\rho r^3, si\ r < R \\ \frac{4\pi}{3}\rho R^3, si\ r > R \end{cases}$$

$$E(r)\, 4\pi r^2 = \begin{cases} \frac{4\pi}{3}\rho r^3, si\ r < R \\ \frac{4\pi}{3}\rho R^3, si\ r > R \end{cases}$$

$$\boxed{E(r) = \begin{cases} \frac{\rho r}{3}, si\ r < R \\ \frac{\rho R^3}{3r^2}, si\ r > R \end{cases}}$$

Esfera cargada con ρ uniforme



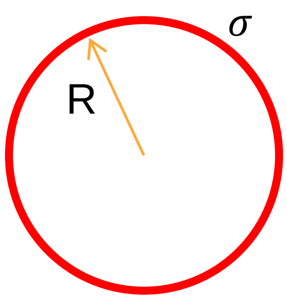
Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$\phi = \oiint \vec{E}.\hat{n}\, dS = 4\pi k\; q_{encerrada}$$

$$E(r) = \begin{cases} \dfrac{\rho r}{3}, si\ r < R \\ \dfrac{\rho R^3}{3r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

Esfera cargada en superficie



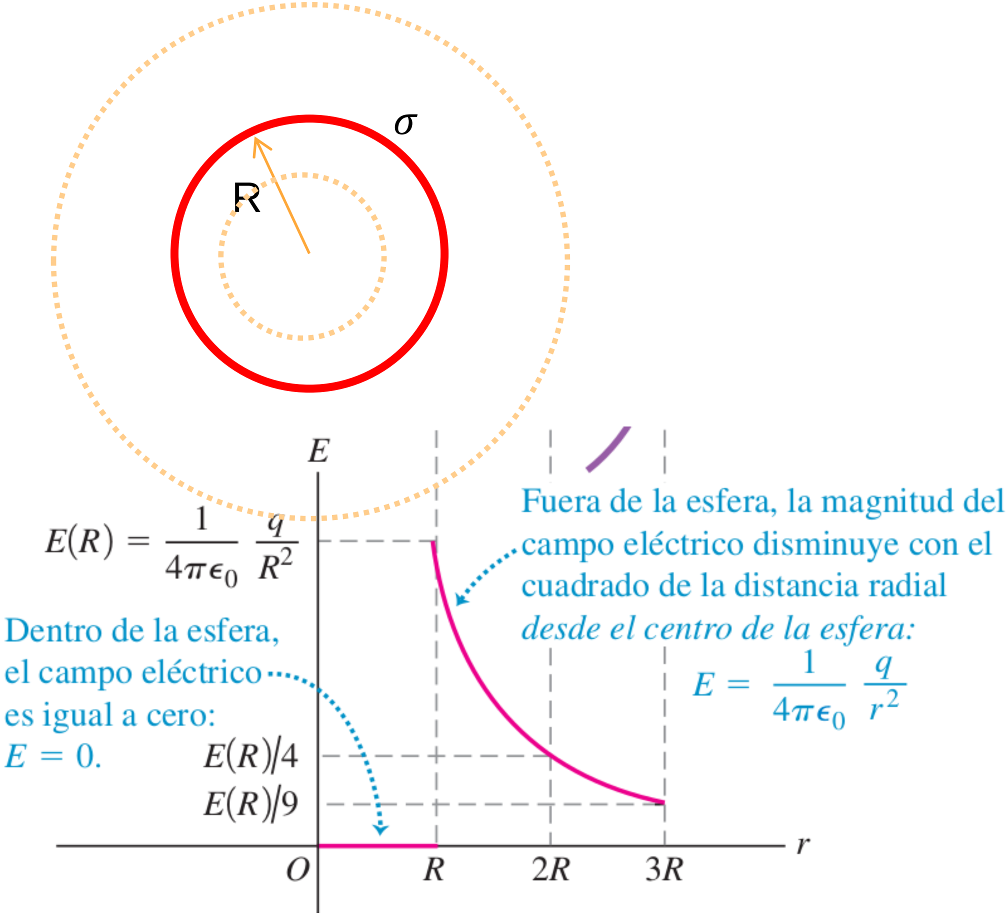
Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$Q = 4\pi R^2 \sigma$$

$$\boxed{E(r) = \begin{cases} 0\,,\, si\ r < R \\ 4\pi \dfrac{k\,Q}{r^2}\,,\, si\ r > R \end{cases}}$$

Esfera cargada en superficie



Por simetría

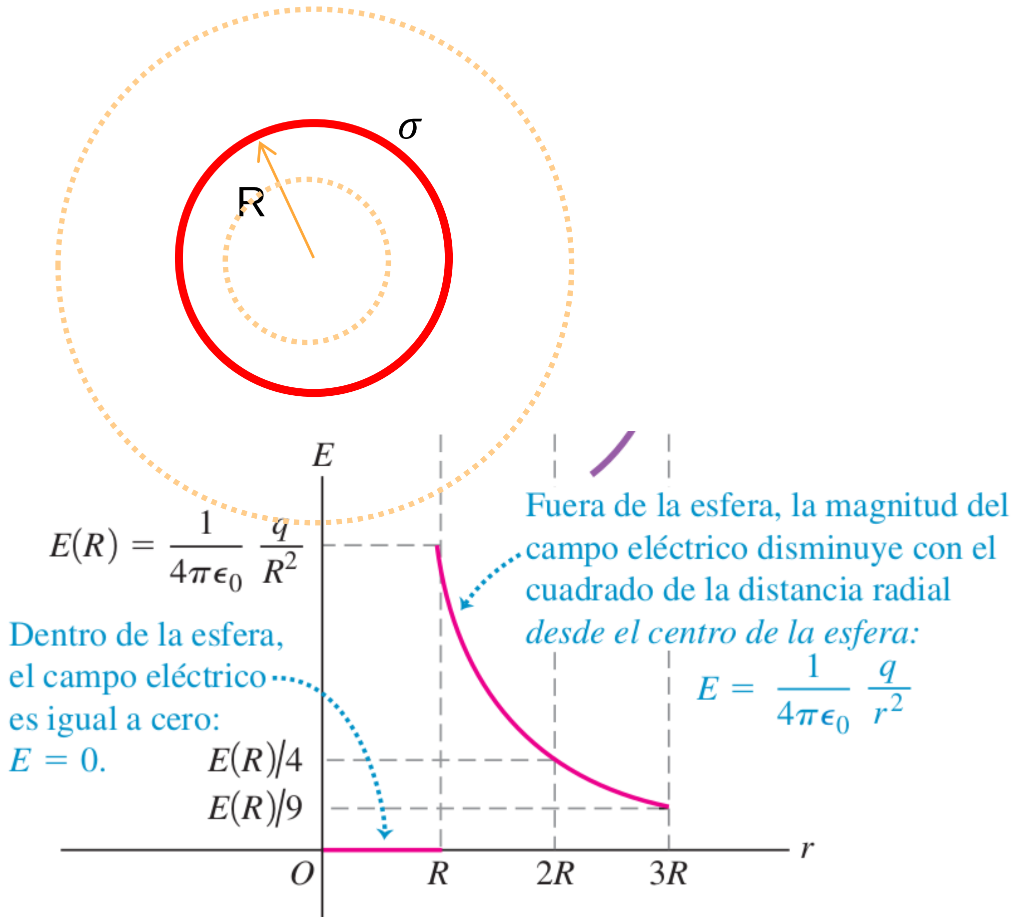
$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$q_{encerrada} = \begin{cases} 0 & , si\ r < R \\ \sigma 4\pi R^2 & si\ r > R \end{cases}$$

$$Q = 4\pi R^2 \sigma$$

$$\boxed{E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ 4\pi \frac{k\ Q}{r^2}\ , si\ r > R \end{cases}}$$

Esfera cargada en superficie



Por simetría

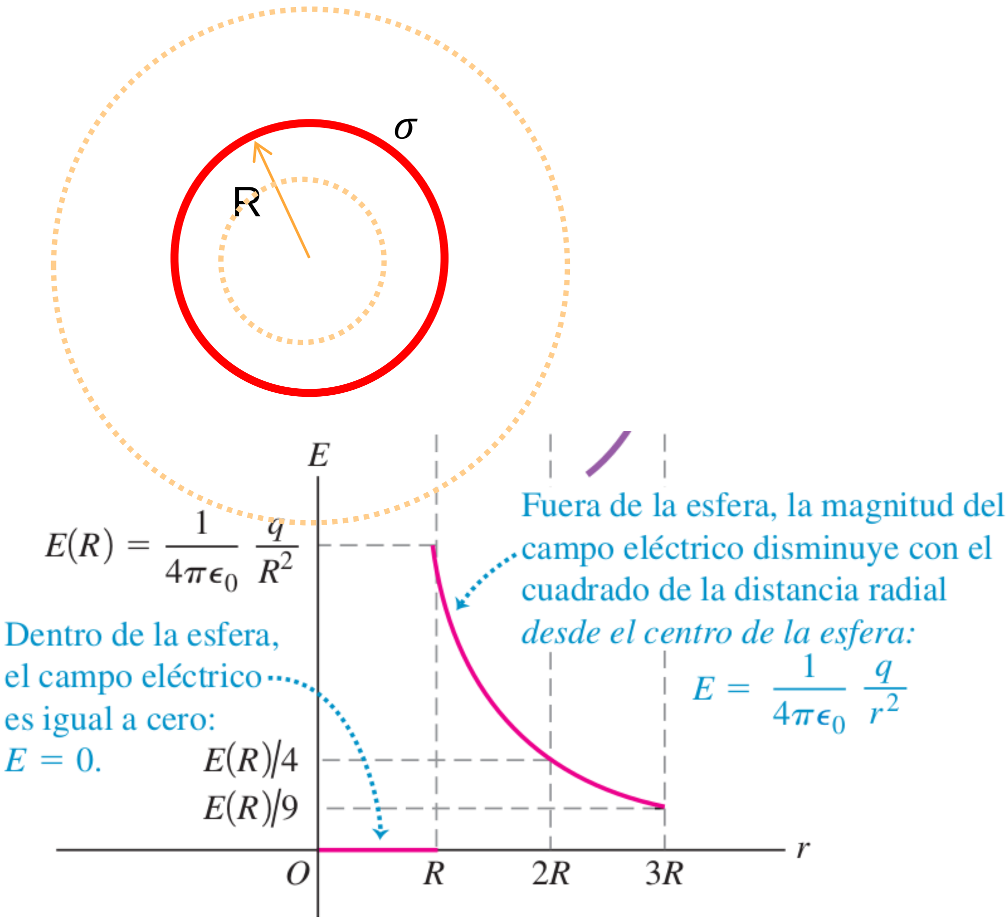
$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$q_{encerrada} = \begin{cases} 0 & , si\ r < R \\ \sigma 4\pi R^2 & si\ r > R \end{cases}$$

$$Q = 4\pi R^2 \sigma$$

$$\boxed{E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ 4\pi \dfrac{k\ Q}{r^2}\ , si\ r > R \end{cases}}$$

Esfera cargada en superficie



Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$q_{encerrada} = \begin{cases} 0 & , si\ r < R \\ \sigma 4\pi R^2 & si\ r > R \end{cases}$$

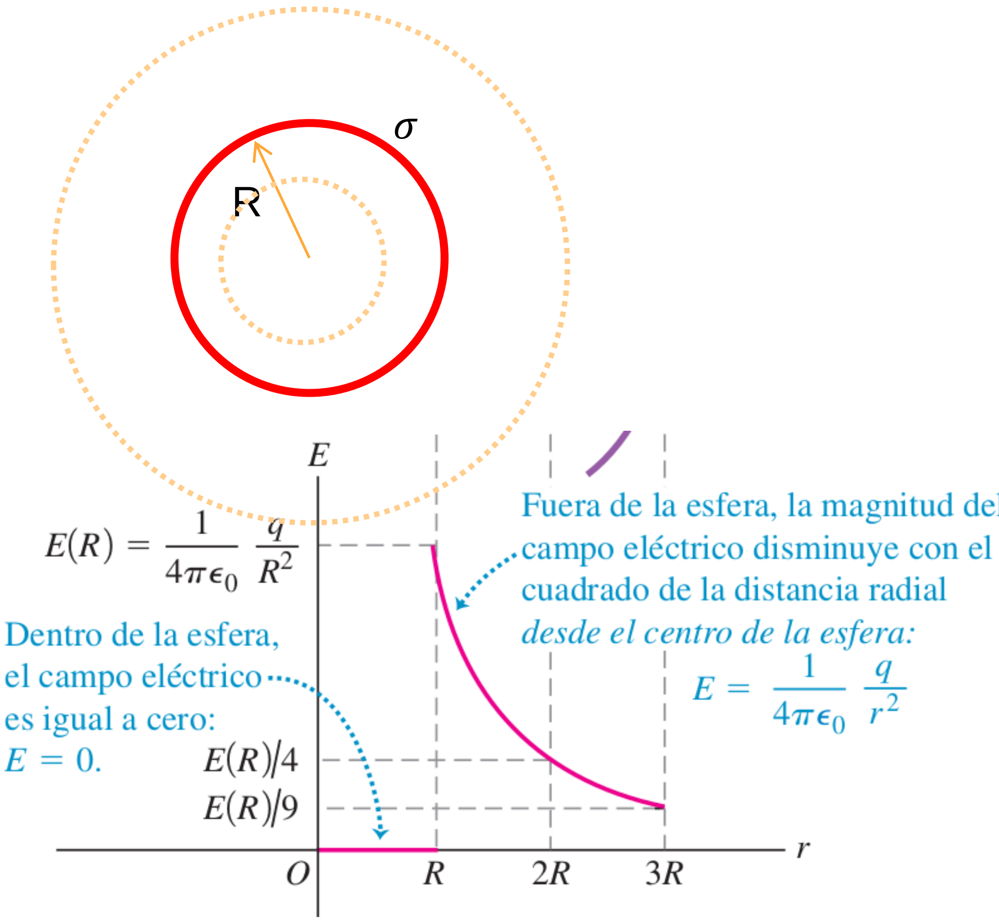
$$\phi = E(r) \oiint dS = E(r)\ 4\pi r^2$$

$$Q = 4\pi R^2 \sigma$$

$$\boxed{E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ 4\pi k\ \dfrac{Q}{r^2}, si\ r > R \end{cases}}$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

Esfera cargada en superficie



$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$q_{encerrada} = \begin{cases} 0 & , si\ r < R \\ \sigma 4\pi R^2 & si\ r > R \end{cases}$$

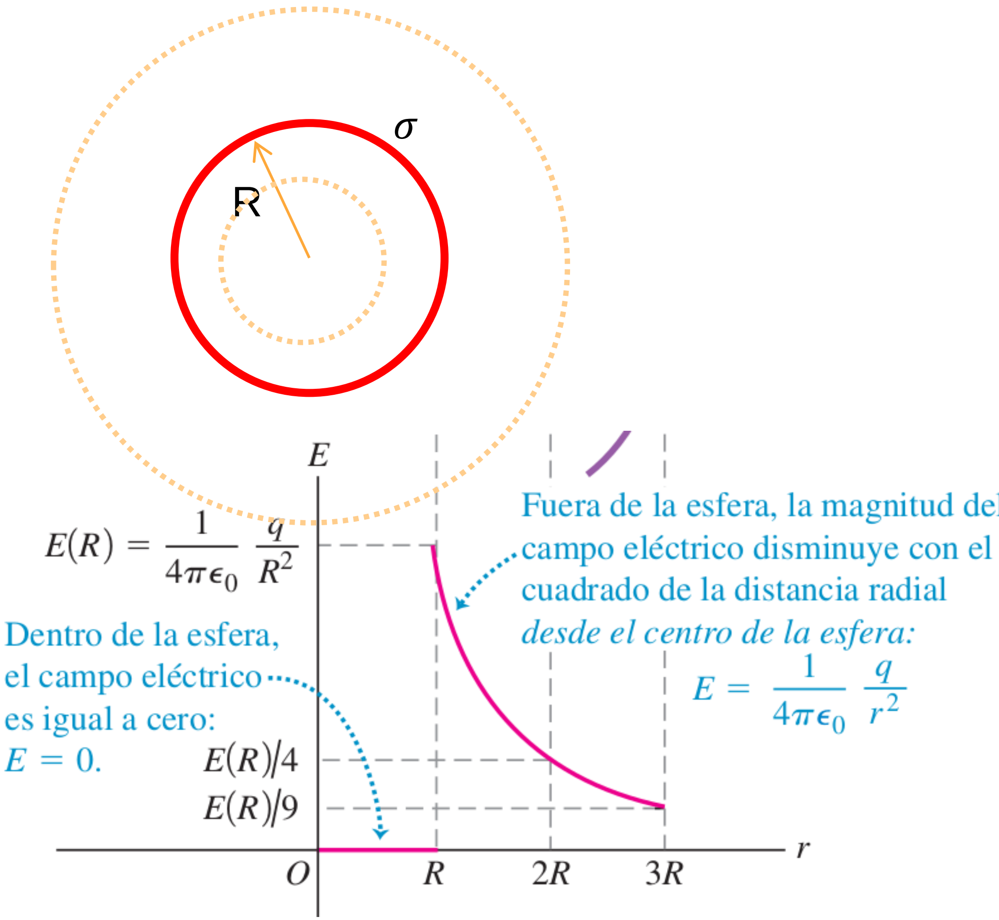
$$\phi = E(r) \oiint dS = E(r)\ 4\pi r^2$$

$$E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ \dfrac{k 4\pi\sigma R^2}{r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

$$Q = 4\pi R^2 \sigma$$

$$E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ \dfrac{4\pi k\ Q}{r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

Esfera cargada en superficie



Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$q_{encerrada} = \begin{cases} 0 & , si\ r < R \\ \sigma 4\pi R^2 & si\ r > R \end{cases}$$

$$\phi = E(r) \oiint dS = E(r)\ 4\pi r^2$$

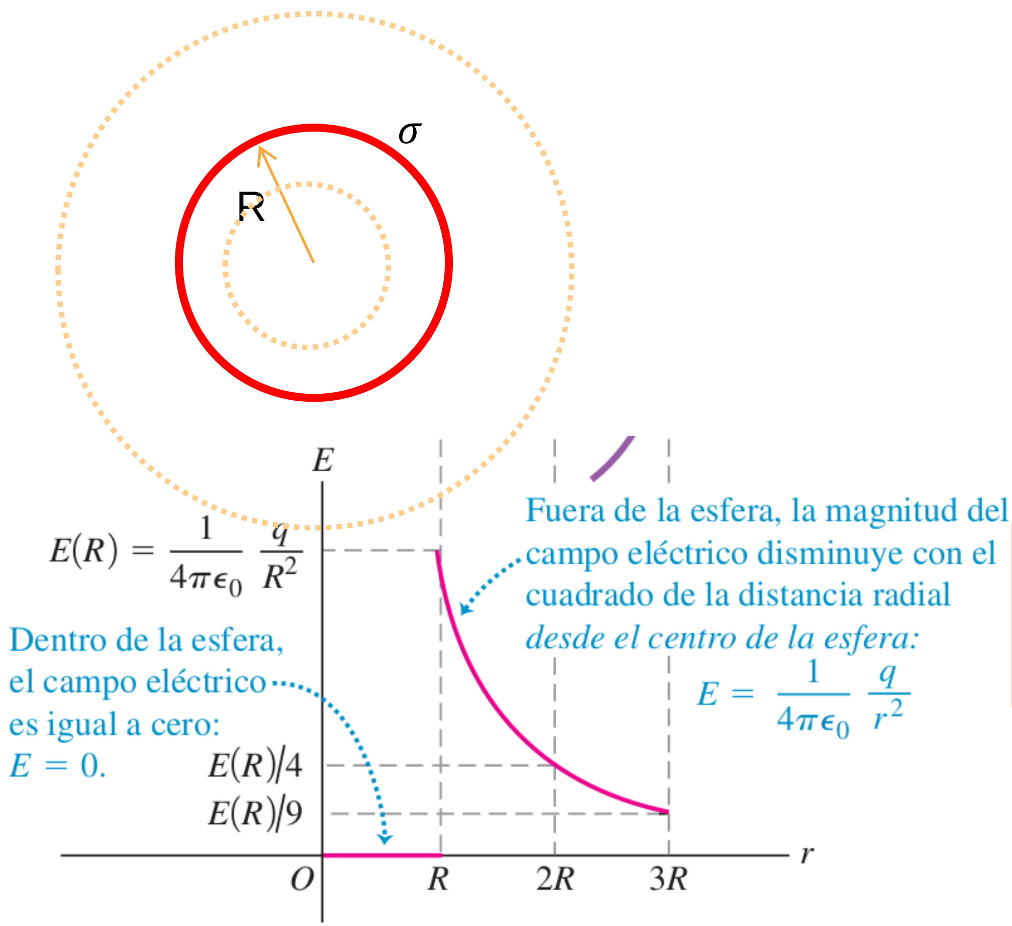
$$E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ \dfrac{k4\pi\sigma R^2}{r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

$$Q = 4\pi R^2\sigma$$

$$E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ \dfrac{4\pi k\ Q}{r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

Esfera cargada en superficie



Por simetría

$$\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}) = E(r)\hat{r}$$

$$q_{encerrada} = \begin{cases} 0 & , si\ r < R \\ \sigma 4\pi R^2 & si\ r > R \end{cases}$$

$$\phi = E(r) \oiint dS = E(r)\ 4\pi r^2$$

$$E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ \frac{k 4\pi\sigma R^2}{r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

$$Q = 4\pi R^2\sigma$$

$$E(r) = \begin{cases} 0\ , si\ r < R \\ 4\pi\frac{k\ Q}{r^2}, si\ r > R \end{cases}$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$