

Flujo del Campo eléctrico a través de una superficie. Ley de Gauss

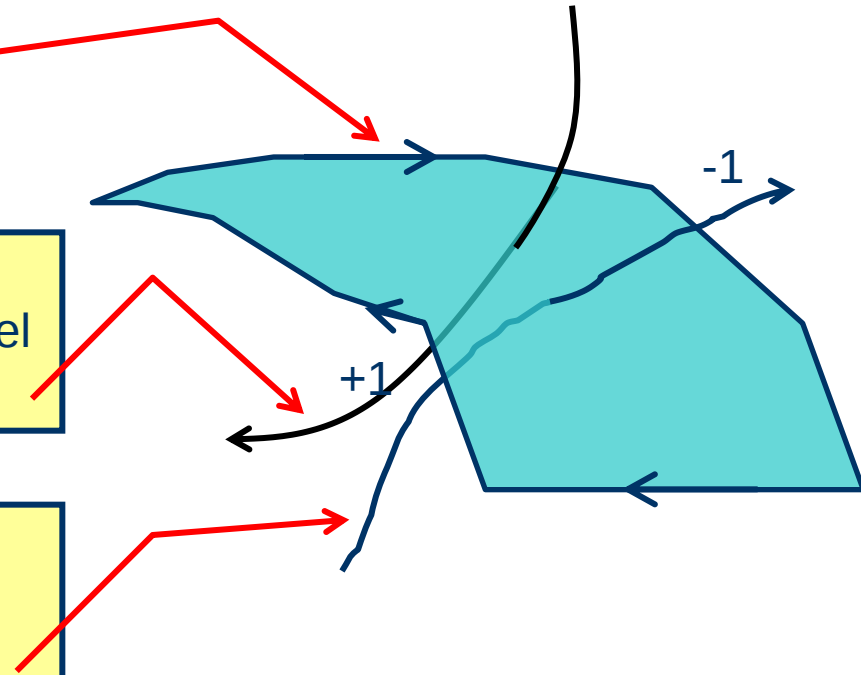
FLUJO del campo eléctrico

El flujo Φ del campo eléctrico a través de una superficie es la cantidad de líneas de campo que la cruzan.

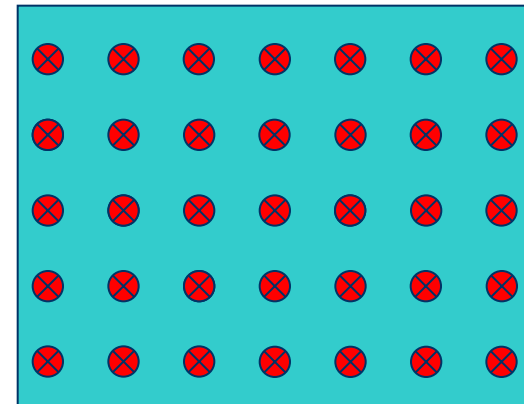
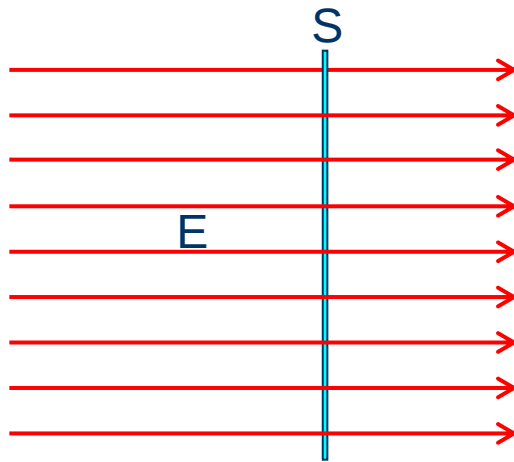
1º. Orientamos el contorno de la superficie

2º. Las líneas que crucen de acuerdo con la orientación siguiendo la regla del sacacorchos producen flujo positivo

3º. Las líneas que crucen en sentido contrario a la orientación de la superficie producen flujo negativo



Flujo de un campo eléctrico uniforme a través de una superficie plana perpendicular



Líneas de campo que cortan perpendicularmente el plano del papel

⊙ Sale

⊗ Entra

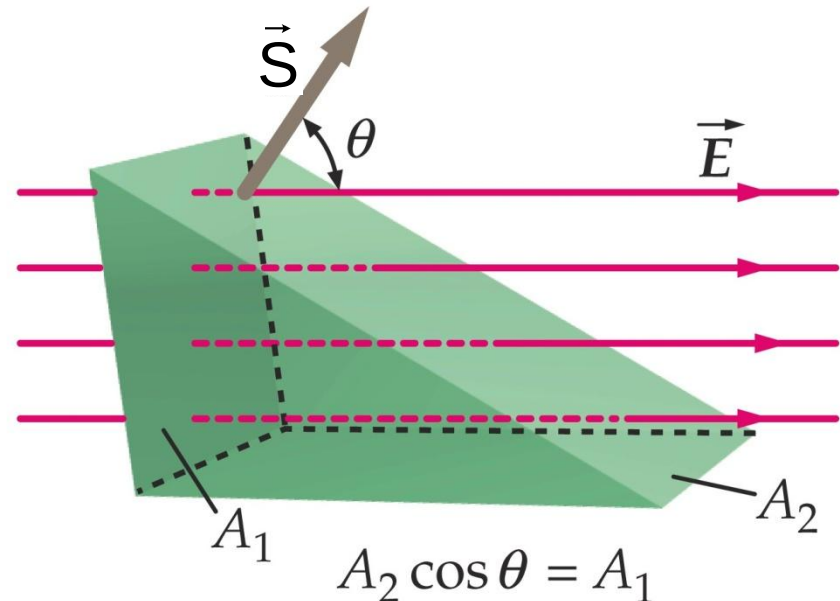
$$\Phi = E \left(\frac{\text{n}^\circ \text{ líneas que cortan}}{\text{m}^2 \text{ Sup. perp.}} \right) \times S (\text{m}^2 \text{ Sup. perp.}) = E S$$

Flujo de un campo eléctrico uniforme a través de una superficie plana dispuesta oblicuamente

El flujo a través de A_2 es el mismo que a través de A_1 de modo que :

$$\Phi = EA_1 = EA_2 \cos \theta = \vec{E} \vec{S}$$

$$\boxed{\Phi = \vec{E} \vec{S}}$$



S es un vector con dirección normal a la superficie, el sentido indica el sentido de flujo positivo y el módulo es igual al área.

Flujo de un campo eléctrico a través de una superficie. Caso general.

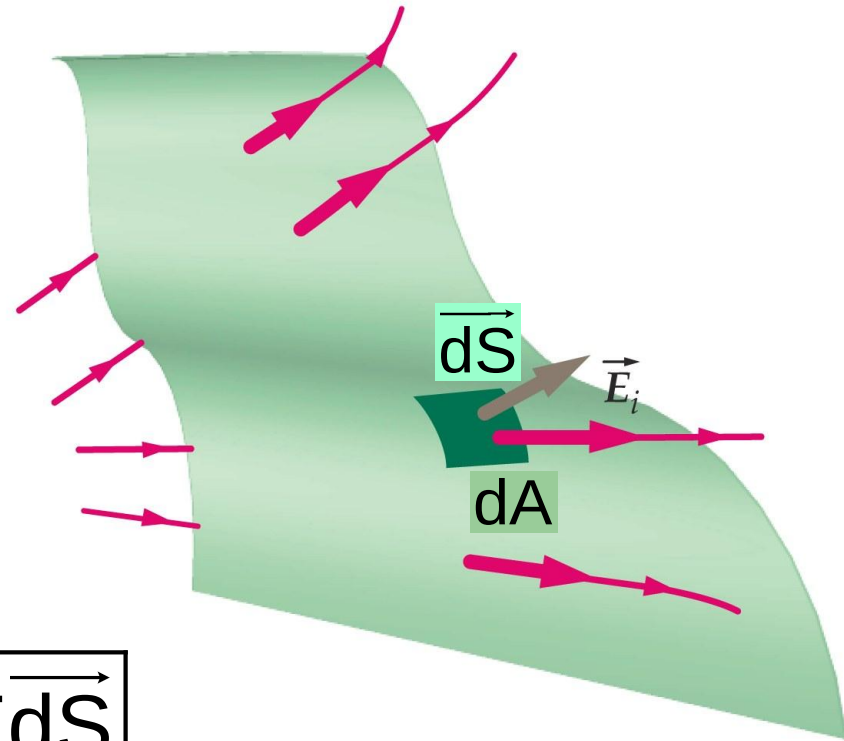
Si la superficie no es plana ni el campo eléctrico es uniforme, se divide la superficie en elementos diferenciales en los que se cumplen las condiciones del apartado anterior

Flujo a través de un diferencial de superficie

$$d\Phi = \vec{E} d\vec{S}$$

Flujo a través de toda la superficie

$$\Phi = \int_S \vec{E} d\vec{S}$$

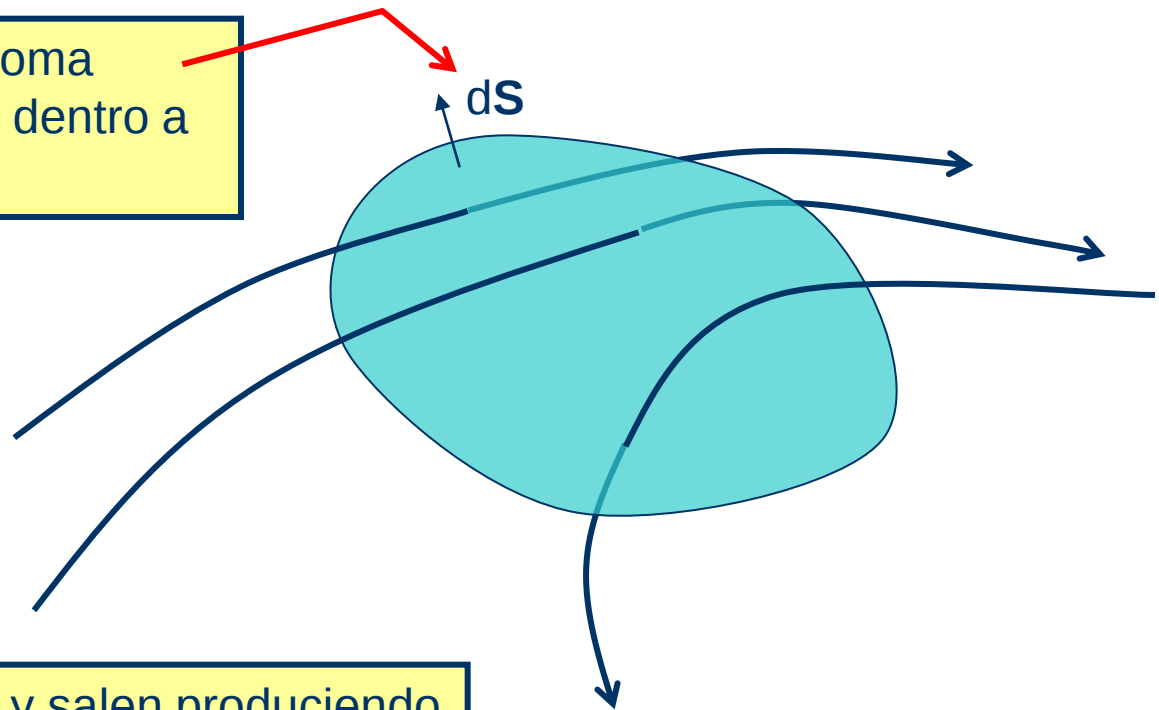


Flujo a través de una superficie cerrada

El vector superficie se toma siempre con sentido de dentro a afuera

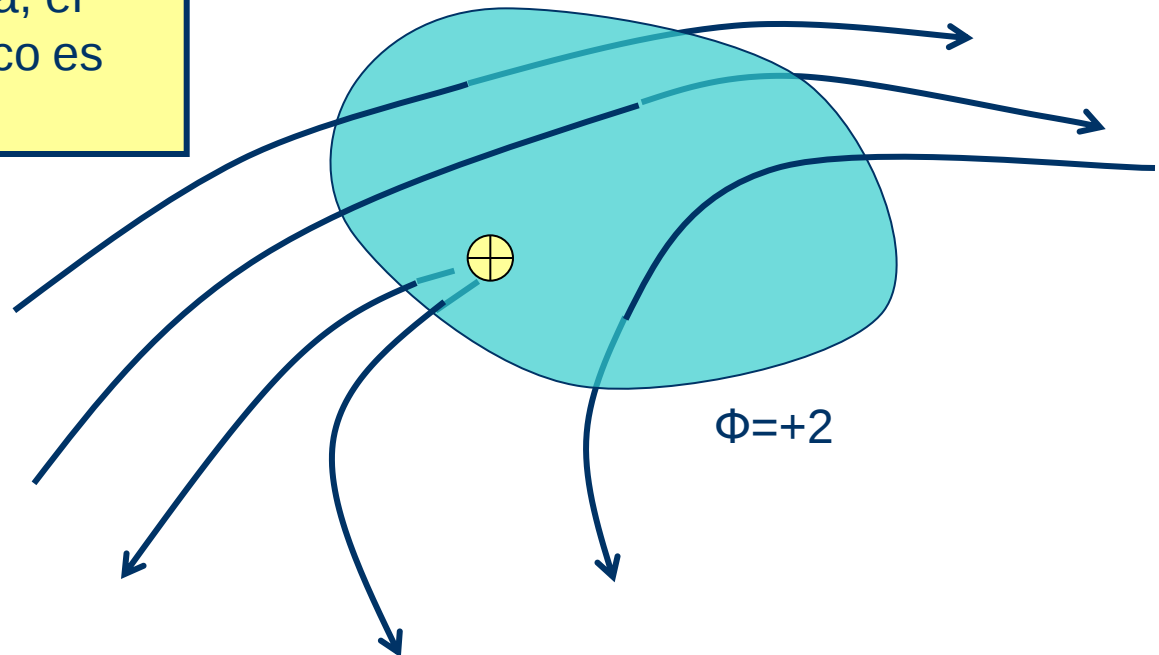
Si dentro de la superficie cerrada no hay carga eléctrica neta el flujo es cero

Todas las líneas entran y salen produciendo un flujo cero (-1 al entrar y +1 al salir)



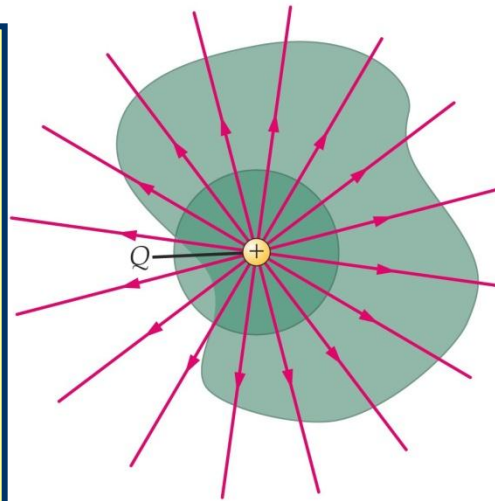
Flujo a través de una superficie cerrada

Si dentro de la superficie cerrada hay carga neta, el flujo del campo eléctrico es distinto de cero



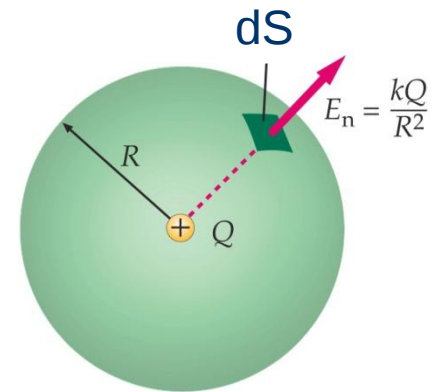
Flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada creado por una carga puntual

El flujo no depende de la superficie cerrada que tomemos, porque todas las superficies cerradas en torno a la carga puntual son cortadas por todas las líneas de campo



Todas las líneas que aparecen (o desaparecen) en la carga puntual cruzan la superficie una sola vez

Elegimos entonces para calcular el flujo una superficie esférica de radio R con centro en la carga puntual.



$$\Phi_{\text{sup. cerr.}} = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \oint_S E dS = E \oint_S dS = ES = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Flujo de una distribución de carga a través de una superficie cerrada. Ley de Gauss

Cada carga Q_i que se encuentre en el interior de la superficie genera un flujo

$$\Phi_i = \frac{Q_i}{\epsilon_0}$$

Si hay N cargas en el interior de acuerdo con el principio de superposición el flujo total será igual a la suma de los flujos debidos a cada carga puntual

$$\Phi = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{\epsilon_0} = \frac{Q_{\text{interior}}}{\epsilon_0}$$

LEY DE GAUSS

El flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada es igual a la carga interior dividido por ϵ_0

$$\Phi_{\text{sup.cerr.}} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$