

Módulo 1: Electrostatica

Campo eléctrico. Ley de Gauss

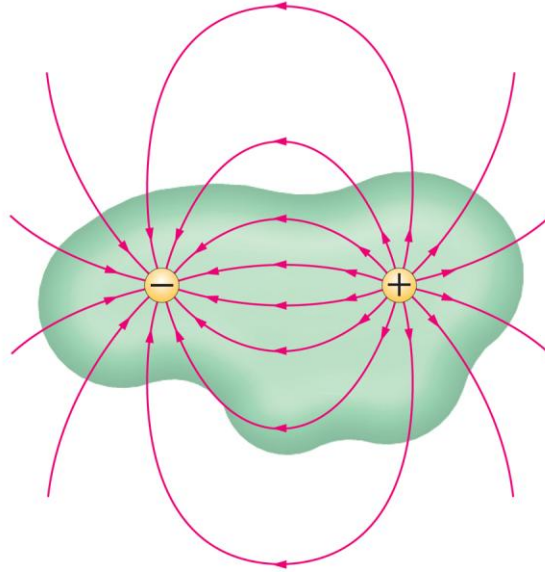
1

Ley de Gauss

- Es la base de una de las ecuaciones de Maxwell, que son las ecuaciones fundamentales del electromagnetismo
- Permite calcular campos eléctricos que resultan de distribuciones simétricas de carga (corteza esférica, cilindros, hilos infinitos...)
- Enunciado cualitativo:
 - *El número neto de líneas de campo que sale por cualquier superficie que encierra las cargas es proporcional a la carga encerrada dentro de dicha superficie.*

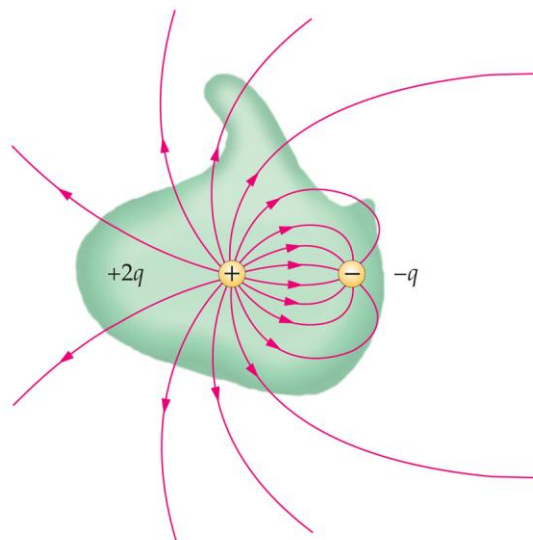
2

Ley de Gauss



3

Ley de Gauss



4

Flujo eléctrico

- El flujo eléctrico está relacionado con el número de líneas de campo que atraviesan una superficie.
- Se define como el producto del módulo del campo \mathbf{E} y el área A

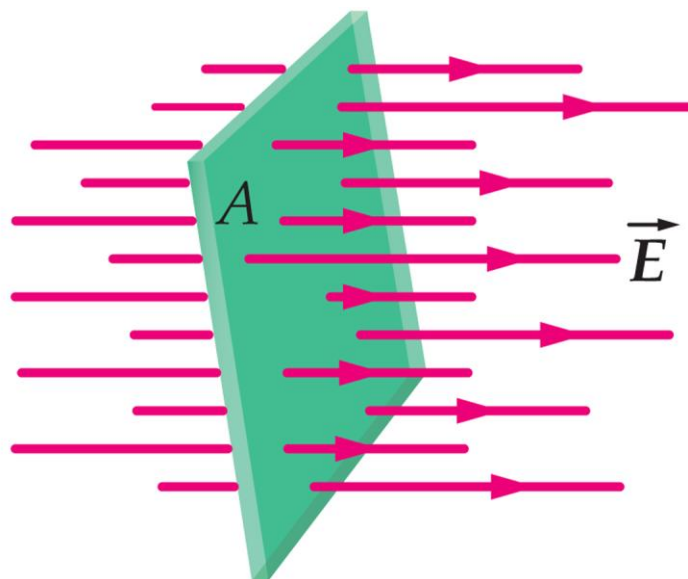
$$\Phi = \mathbf{E} \cdot \mathbf{s} = E \cdot s \cdot \cos\varphi$$

siendo \mathbf{s} un vector normal a la superficie, y φ el ángulo que forman este vector y el campo eléctrico

- Las unidades son por tanto Nm^2/C

5

Flujo eléctrico



6

Flujo eléctrico

- En una superficie cerrada, el flujo eléctrico neto se define como

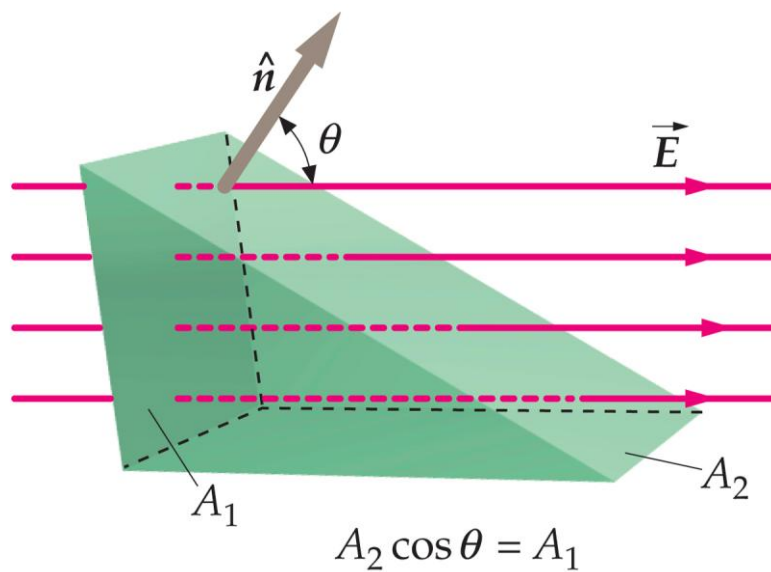
$$\Phi_{\text{neto}} = \oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} \cdot dS = \oint_S E_n \cdot dS$$

siendo E_n la componente del campo eléctrico con dirección normal a la superficie.

- Este flujo neto a través de una superficie cerrada es positivo o negativo dependiendo de que el campo eléctrico sea mayor hacia fuera o hacia dentro (o de que haya más líneas que salen que las que entran)

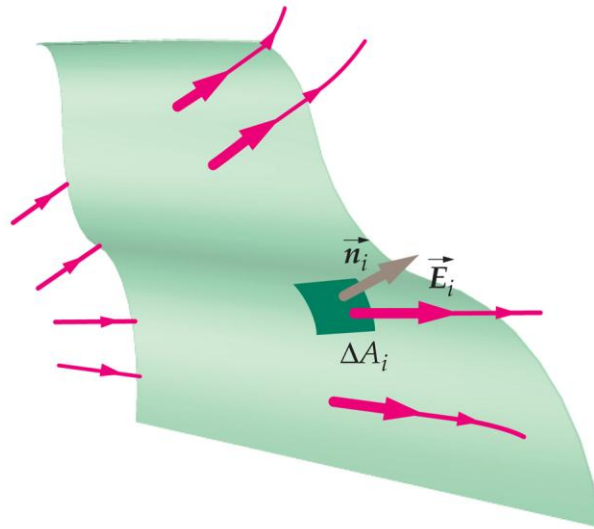
7

Flujo eléctrico



8

Flujo eléctrico



9

Flujo eléctrico

- Otro enunciado:

$$\Phi_{\text{neto}} = \oint_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} \cdot d\mathbf{s} = Q_{\text{DENTRO}} / \epsilon_0$$

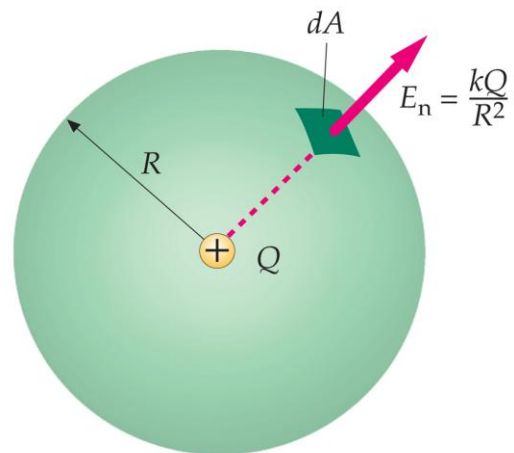
siendo Q_{DENTRO} la carga encerrada dentro de la superficie gaussiana y ϵ_0 la permitividad eléctrica del vacío

- $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 = 1/4\pi\epsilon_0$

10

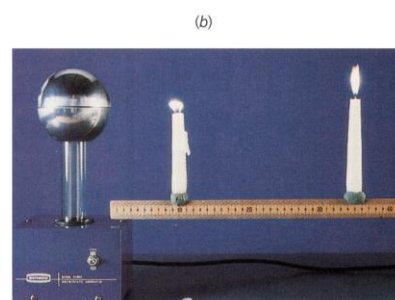
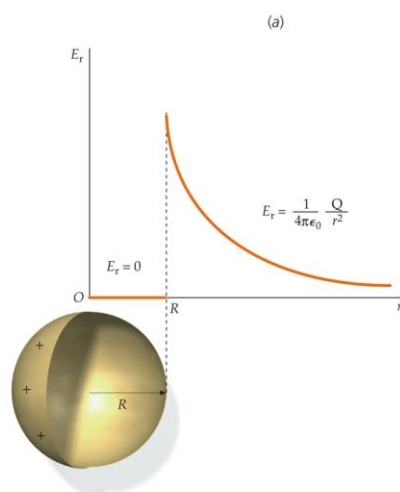
Ejemplo

- Calcular el campo eléctrico debido a una corteza esférica de carga, tanto en el exterior como en el interior.



11

Ejemplo



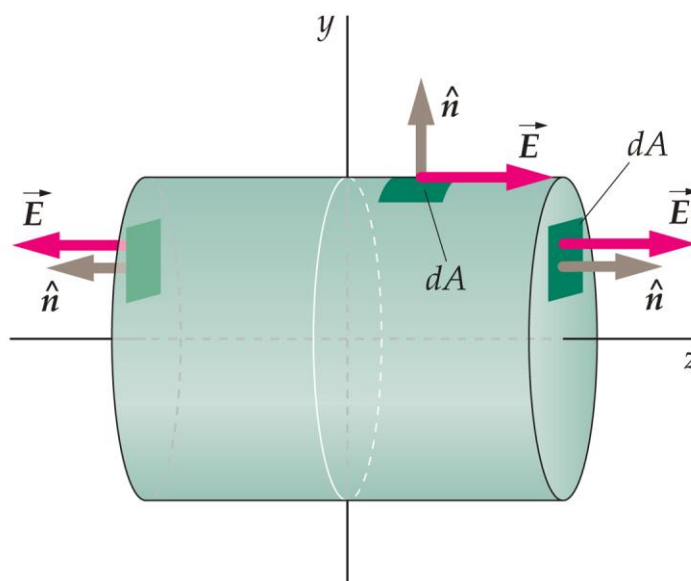
12

Ejemplo

- Hoja 2, ejercicio 18. Calcular la intensidad del campo eléctrico creado por un volumen cilíndrico muy largo de radio R , en el que se halla distribuida uniformemente una carga positiva, conociendo la carga por unidad de volumen ρ ; en punto situados a una distancia r del eje en los casos siguientes: (a) $r \leq R$, (b) $r \geq R$.
- Calcular los mismos casos suponiendo ahora que la densidad volumétrica de carga varía con el radio según la expresión: $\rho = \rho_0 (\mathbf{a} - \mathbf{b} \cdot \mathbf{r})$, en la que ρ_0 , \mathbf{a} y \mathbf{b} son constantes y \mathbf{r} es la distancia al eje del cilindro.

13

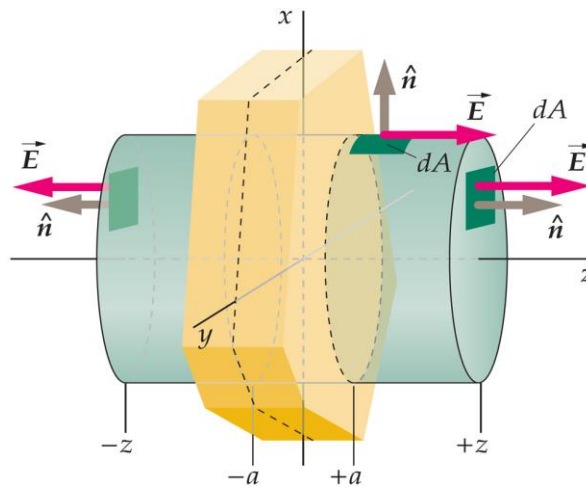
Ejemplo



14

Ejemplo

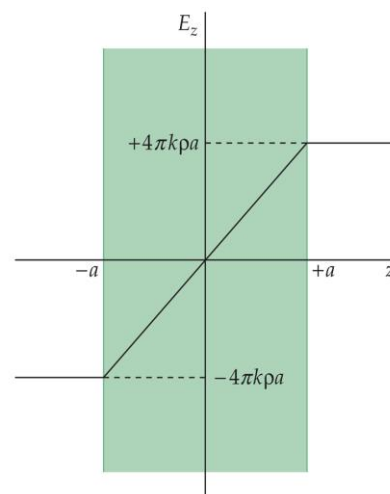
- Calcular el campo eléctrico debido a un plano infinito de carga.



15

Ejemplo

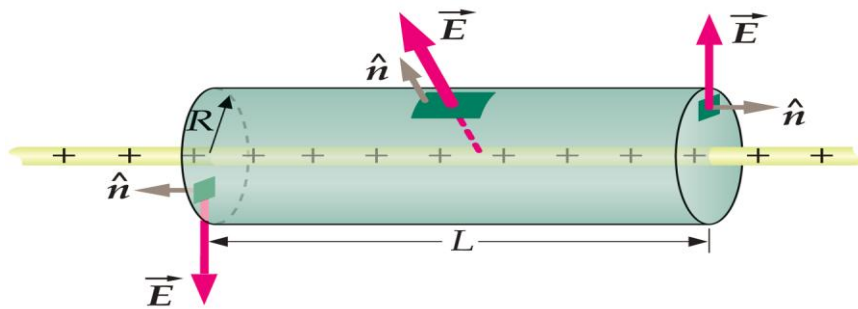
- Gráfica de E_z en función de z para una lámina infinita de grosor $2a$



16

Ejemplo

- Calcular el campo eléctrico debido a un hilo infinito con carga lineal constante.



17

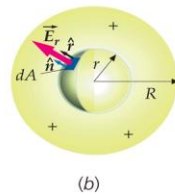
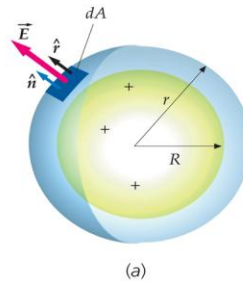
Ejemplo

- Calcular el campo eléctrico debido a un cilindro con densidad de carga volumétrica constante.

18

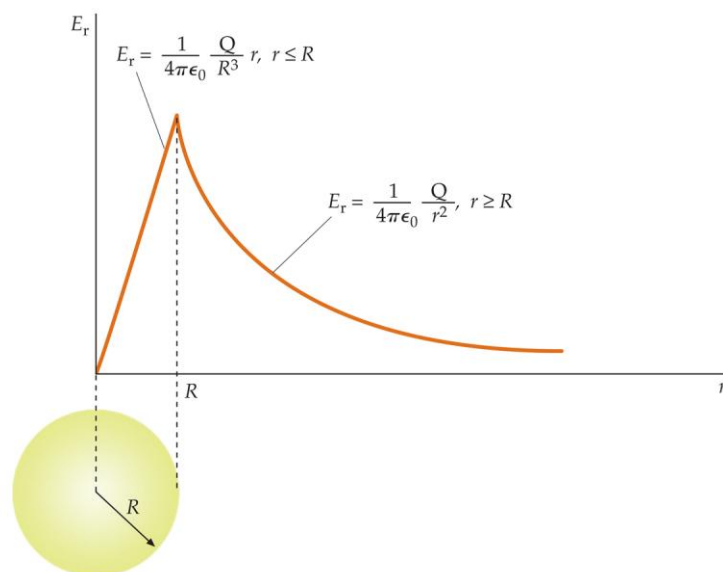
Ejemplo

- Calcular el campo eléctrico debido a una esfera sólida con densidad de carga volumétrica constante.



19

Ejemplo



20