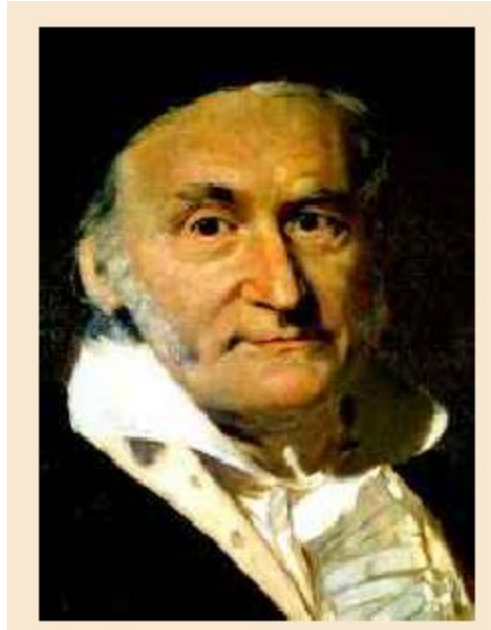


Campos Electromagnéticos

“Ley de Gauss II”



Profesor: Pedro Labraña
Departamento de Física,
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil en Automatización
Créditos: 5

Ley de Gauss

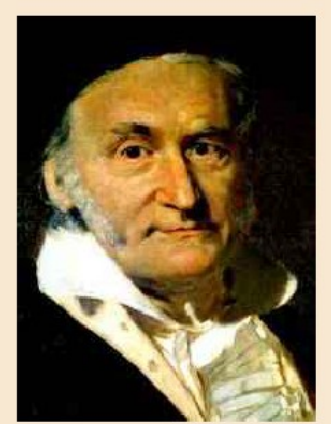
Flujo eléctrico, Ley de Gauss, Aplicaciones de la ley de gauss a aisladores cargados, Conductores en equilibrio electrostático.

Clase anterior

Ley de Gauss

Esta ley, establece que el flujo del campo eléctrico sobre una cierta superficie cerrada, es proporcional a la carga encerrada por dicha superficie. La constante de proporcionalidad es $1/\epsilon_0$ (o equivalentemente $4\pi K$). La Ley de Gauss se escribe:

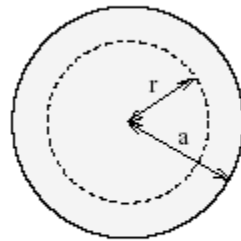
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{encerrada}}}{\epsilon_0}$$



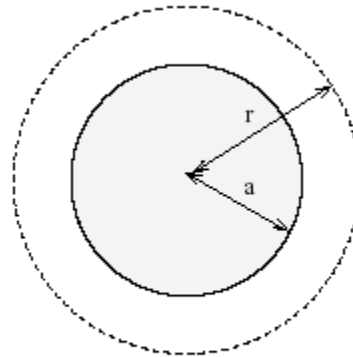
Aplicaciones de la ley de Gauss

A materiales no conductores cargados. Algunos ejemplos II

- 1) Volumen esférico de radio a con densidad volumétrica uniforme de carga ρ_0 . Determinar el campo en el interior y exterior de la esfera.



(i)

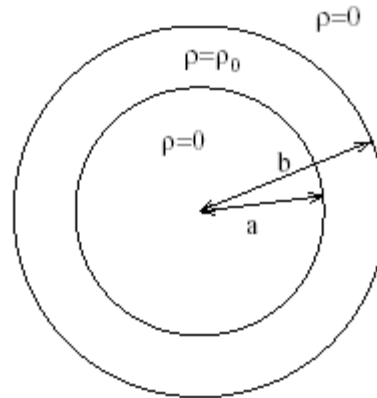


(ii)

Hecho en la práctica

OJO: no olvidar

2) Considere un cascarón esférico de radio interior a y radio exterior b cargado con una densidad de carga eléctrica constante ρ_0 . Determine el campo eléctrico en todo el espacio.



Problema 6 a) Guía #3

Ver pizarra

Aplicaciones de la ley de Gauss a conductores cargados en equilibrio electrostático

Materiales conductores y materiales aislantes (dieléctricos)

Según su comportamiento eléctrico los materiales pueden dividirse en dos categorías: conductores de la electricidad y aislantes (dieléctricos).

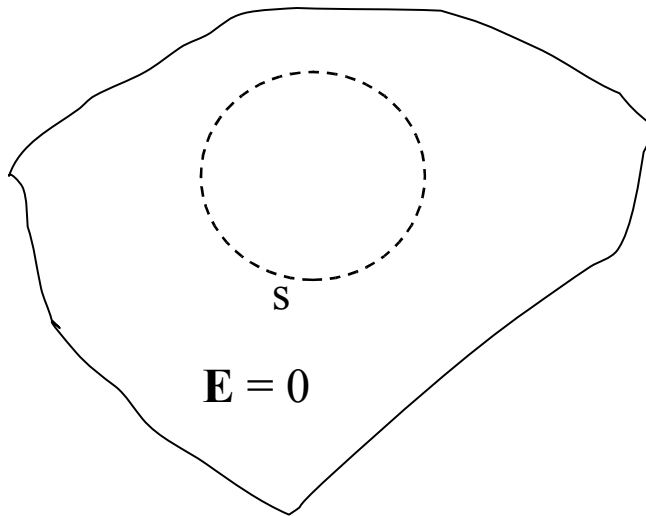
Materiales conductores: Los conductores son sustancias, como los metales, que contienen un gran número de portadores de carga libre. Estos portadores de carga (electrones en la mayoría de los casos) tienen la libertad de moverse por todo el material conductor; responden a campos eléctricos casi infinitesimales y continúan su movimiento mientras experimenten un campo. Estos portadores libres llevan la corriente eléctrica cuando se mantiene un campo eléctrico estable en el conductor mediante una fuente externa de energía (Ej. Con una pila).

Como la carga eléctrica puede moverse libremente en un conductor, aun bajo la influencia de un campo eléctrico muy débil, los portadores de carga (electrones o iones) se mueven hasta que encuentran posiciones en las que no experimentan fuerzas netas. Cuando llegan al reposo, el interior de un conductor debe ser una región donde no exista campo eléctrico. **Por lo tanto en condiciones estáticas el campo eléctrico en el interior de un conductor es nulo.**

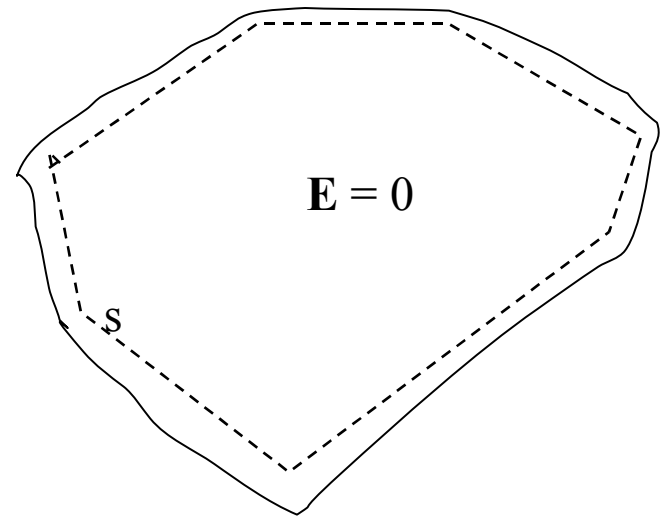
Materiales aislantes o dieléctricos (ideales): Son sustancias en las que todas las partículas cargadas están ligadas muy fuertemente a las moléculas constituyentes. Las partículas cargadas pueden cambiar sus posiciones ligeramente como respuesta a un campo eléctrico, pero no se alejan de la vecindad de su molécula. En el caso de ser dieléctricos ideales estos materiales no conducen la electricidad.

Aplicaciones de la ley de Gauss a materiales conductores

Un resultado importante de la ley de Gauss es que la carga neta de un conductor cargado reside en su superficie exterior.



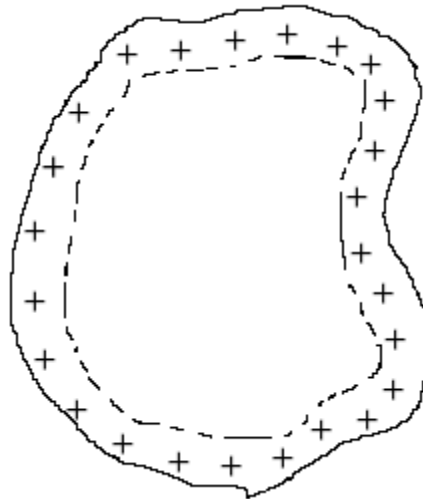
Material conductor



Material conductor

Luego aplicando la ley de Gauss para estas superficies de Gauss concluimos que no existe carga neta en el interior de un material conductor. Toda la carga está depositada en la superficie exterior del conductor

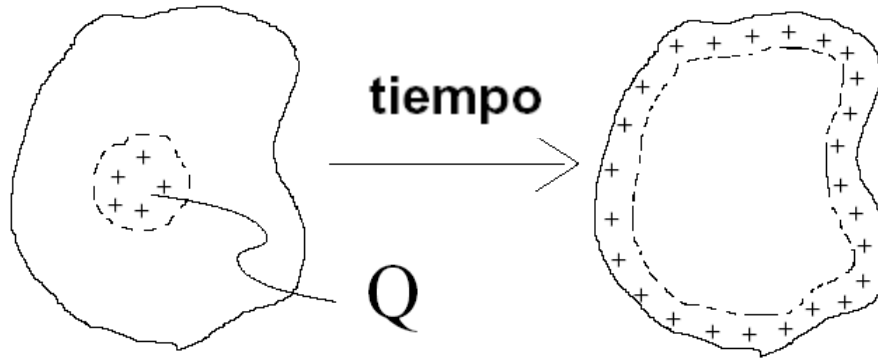
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{encerrada}}}{\epsilon_0} \qquad \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$$



Recordar video y comentar

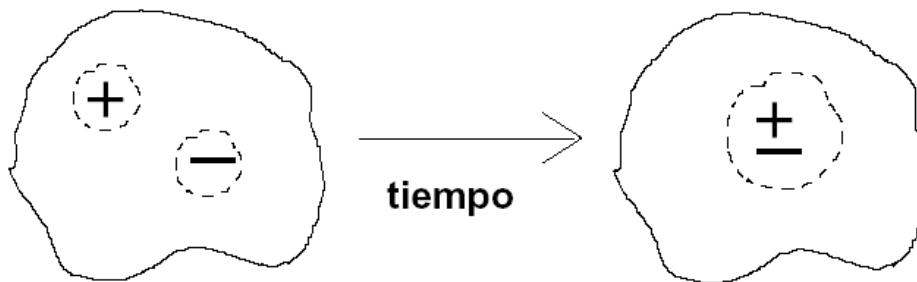
Por lo tanto tenemos dos situaciones que pueden ocurrir al cargar un material conductor

A)



Introducimos carga neta
diferente de cero

B)

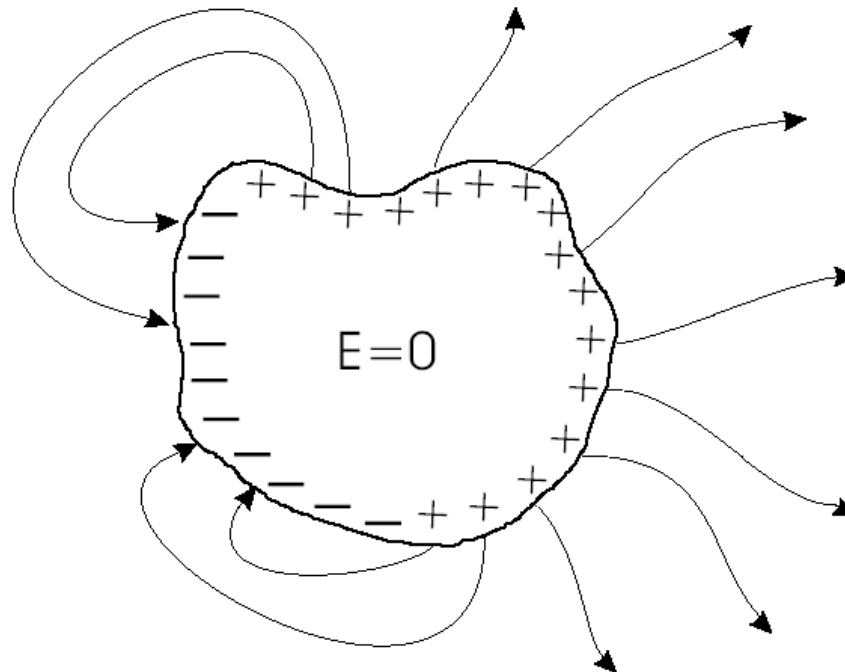


Introducimos carga neta igual
a cero

Por último podría ocurrir también que se deposite carga positiva y negativa pero no en la misma cantidad. Entonces se tendrá que parte de la carga positiva se sentirá atraída con la carga negativa y formará, como antes, moléculas neutras o densidad de carga nula. La diferencia de carga (totalmente positiva o totalmente negativa) experimentará repulsión Coulombiana entre sí y como en la situación (a) se depositará en la superficie formando allí una densidad superficial.

Un caso interesante que estudiaremos en el futuro cercano será

En el caso de presencia de cargas fuera del conductor la distribución de cargas en la superficie puede tener regiones con densidad superficial negativa y regiones con densidad superficial positiva. Esquemáticamente podemos graficar todo esto así:



El Potencial Electroestático

Diferencia de potencial y el Potencial electroestático, ...

Pero primero realizaremos el segundo repaso de cálculo vectorial

Utilizar apuntes del profesor D. Risso entregados en clases

1.3. Nociones de Campo Escalar y Campo Vectorial

1.3.1. Campo Escalar

Entenderemos por un campo escalar a una aplicación de $\mathcal{R}^3 \rightarrow \mathcal{R}$. Es decir una aplicación que combina 3 valores reales para dar 1 valor real.

Para los efectos prácticos de este curso un campo escalar es una función real cuyo valor depende del punto $\vec{r} = (x, y, z)$ del espacio de coordenadas que se considere:

$$f(\vec{r}) = f(x, y, z) \quad \text{coordenadas cartesianas}$$

$$f(\vec{r}) = f(\rho, \phi, z) \quad \text{coordenadas cilíndricas}$$

o

$$f(\vec{r}) = f(r, \theta, \phi) \quad \text{coordenadas esféricas}$$

Ejemplos familiares de campo escalar son la temperatura sobre la superficie del globo terráqueo $T = T(r, \theta, \phi)$, de la cual nos informamos diariamente en los programas sobre el clima en televisión. En esos mismos programas se habla de zonas de presión alta y baja. Asociado a ellos están el campo de presión $p = p(r, \theta, \phi)$ que también es un escalar. En estos ejemplos la coordenada r toma el valor de radio terrestre y las coordenadas θ y ϕ son la localización geográfica de un punto sobre la superficie terrestre.

Otros campos escalares importantes son:

- la densidad de masa ρ_m , definida como la cantidad de masa que hay por unidad de volumen dV del espacio:

$$\rho_m = \rho_m(x, y, z) = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta M}{\Delta V} = \frac{dM}{dV},$$

- un campo escalar importante en este curso es la densidad de carga eléctrica, definida como la cantidad de carga dQ que hay por unidad de volumen dV del espacio:

$$\rho_q = \rho_q(x, y, z) = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{dQ}{dV}.$$

1.3.2. Campos vectoriales

Entenderemos por campo vectorial a una función de $\mathcal{R}^3 \rightarrow \mathcal{R}^3$. Es decir una aplicación que combina 3 valores reales para dar 3 valor reales.

Para los efectos prácticos de este curso un campo vectorial es una función vectorial cuyo valor depende del punto

$\vec{r} = (x, y, z)$ del espacio que se considere. Por ejemplo en *coordeandas cartesianas*:

$$\begin{aligned}\vec{f}(\vec{r}) &= \vec{f}(x, y, z) \\ &= f_x(x, y, z)\hat{x} + f_y(x, y, z)\hat{y} + f_z(x, y, z)\hat{z}\end{aligned}$$

Es decir a cada punto del espacio le asigna un vector (una flechita)

Note que a partir de la definición anterior queda claro que un campo vectorial tiene por componentes 3 campos escalares (en este caso los campos f_x, f_y y f_z).

Similarmente si el campo vectorial está descrito en *coordenadas cilíndricas*:

$$\begin{aligned}\vec{f}(\vec{r}) &= \vec{f}(\rho, \phi, z) \\ &= f_\rho(\rho, \phi, z)\hat{\rho} + f_\phi(\rho, \phi, z)\hat{\phi} + f_z(\rho, \phi, z)\hat{z}\end{aligned}$$

y similamente si está descrito en *coordenadas esféricas*:

$$\begin{aligned}\vec{f}(\vec{r}) &= \vec{f}(r, \phi, \theta) \\ &= f_r(r, \phi, \theta)\hat{r} + f_\phi(r, \phi, \theta)\hat{\phi} + f_\theta(r, \phi, \theta)\hat{\theta}\end{aligned}$$

Fin