Pós-Graduação Interunidades
Instituto de Física da USP

Roteiro 1
Fluxo do Campo Elétrico e Lei de Gauss

Arianne, Marcos e Viviana

Nomes:_____

1. A lei de Gauss relaciona o fluxo do vetor campo elétrico sobre uma superfície fechada com a carga dentro dela. Assim, para compreender a Lei de Gauss, é necessária a compreensão do que seja o fluxo de um campo vetorial. Nas três ilustrações a seguir, são representadas linhas de um campo elétrico $\vec{E}$ associado a uma carga puntiforme q. As linhas de campo estão equiespaçadas e, em cada caso, o campo elétrico atravessa uma superfície não fechada diferente: um disco (Figura 1), uma calota côncava (Figura 2) e uma calota convexa (Figura 3). Sobre qual das superfícies o fluxo do campo elétrico é maior?

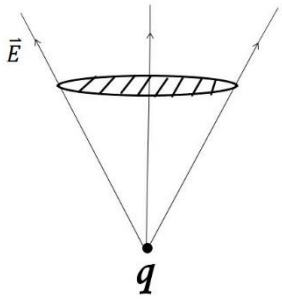

Figura 1

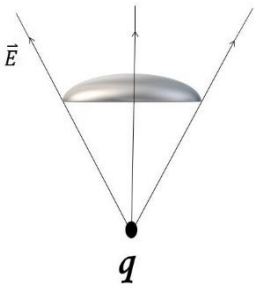

Figura 2

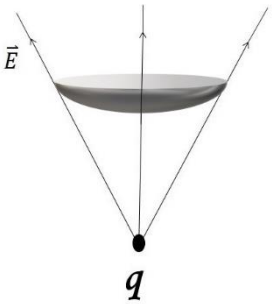

Figura 3

2. Considere a lei de Gauss na forma integral e explique o significado de cada um de seus termos.

$$\Phi_E \equiv \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\, dS = \frac{1}{\varepsilon_0}\iiint_V \rho\, dV = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0}$$

a	$\vec{E}$	
b	$\hat{n}$	
c	$\vec{E}.\hat{n}$	
d	dS	
e	$\vec{E}.\hat{n}\, dS$	
f	S	
g	$\oiint_S \vec{E}.\hat{n}dS$	
h	ε_0	
i	dV	
j	ρdV	
l	V	
m	$\iiint_V \rho\, dV$	
n	q_{int}	

Lembre-se que $\rho = \frac{dQ}{dV}$ é a densidade volumétrica de carga numa dada região do espaço.

3. Acerca da validade da Lei de Gauss, responda aos itens a seguir:

a) Para quais superfícies S ela é válida?

b) Para que tipo de distribuição de carga ela é válida?

c) Qual o seu significado físico?

d) Em quais situações é possível calcular o campo $\vec{E}$ utilizando-a?

4. Acerca do vetor campo elétrico $\vec{E}$ responda aos itens a seguir:

a) O campo $\vec{E}$ da Lei de Gauss é devido apenas à carga q?

b) Se o fluxo do campo $\vec{E}$ através da superfície S é nulo, necessariamente o campo também é nulo em S? Ainda neste caso, a carga total no interior da superfície é necessariamente nula?

c) Se em um ponto da superfície S o campo $\vec{E}$ é nulo, necessariamente a carga q interna é nula também?

5. Acerca do papel da Lei de Gauss no eletromagnetismo, responda aos itens a seguir:

a) A superfície Gaussiana precisa ser finita ou pode ser infinitesimal? Por quê?

b) É necessária a aceitação de certos princípios para que a Lei de Gauss seja válida? Se sim, enumere-os.

c) Porque a Lei de Gauss, e não a Lei de Coulomb é uma das quatro equações fundamentais do eletromagnetismo?

6. Considere uma superfície esférica condutora de raio R com densidade constante de cargas σ. Utilize a Lei de Gauss e determine $\vec{E}$ dentro e fora dessa superfície. A partir destes resultados justifique por que é seguro proteger-se de uma tempestade dentro de um carro.

7. **[Desenferrujando]** Em cada uma das situações hipotéticas a seguir, reflita sobre a validade e a utilidade da Lei de Gauss para a determinação do vetor campo elétrico. Naquelas em que você concluir que a Lei de Gauss é útil além de válida, determine a partir dela o campo elétrico $\vec{E}$ no espaço.

a. Dipolo elétrico, com cargas $+q$ e $-q$, distando d uma da outra;

b. Superfície cúbica de aresta l e densidade superficial de carga σ constante;

c. Cubo maciço de aresta l e densidade volumétrica de carga ρ constante;

d. Fio infinito, com densidade linear de carga λ constante;

e. Disco de raio R, com densidade superficial de carga σ constante;

f. Esfera maciça de raio R com densidade volumétrica de carga ρ constante. *Lembre-se*: a área de uma esfera de raio r é $4\pi r^2$e seu volume é $\frac{4}{3}\pi r^3$!