

2. A lei de Gauss

2.1 Introdução

A lei de Coulomb afirma que o campo elétrico gerado por uma carga puntiforme que se encontra na posição \vec{r}_1 é

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} \quad (0.0.1)$$

Esta lei vale apenas para cargas estáticas. Uma vez que permitimos que as cargas se movam, temos que fazer alterações nesta lei. Pode-se desmembrar a lei de Coulomb em duas leis. Uma é a lei de Gauss e a outra afirma que o campo elétrico pode ser escrito como gradiente de uma função escalar. Esta segunda lei sofrerá alterações quando as cargas tiverem movimento. Mas, a lei de Gauss já constitui uma das verdades que ficarão válidas até o fim deste curso e provavelmente até o fim do universo.

Além de ser uma lei fundamental, a lei de Gauss tem um valor prático inestimável. Ela ajuda tremendamente na solução de problemas práticos, especialmente quando estes problemas possuem simetria. Na última aula tivemos a oportunidade de ver que o cálculo do campo de uma dada distribuição de carga pode ser uma tarefa árdua. Muitas vezes pode-se substituir uma integração desagradável por um lindo argumento de simetria que junto com a lei de Gauss fornece o campo elétrico.

A formulação da lei de Gauss usa noções matemáticas do curso de cálculo vetorial. É de grande ajuda entender estes conceitos intuitivamente. A melhor forma de visualizar estas ferramentas matemáticas é com fluxos ou escoamentos de alguma substância. Por esta razão gastaremos um tempo discutindo escoamentos. Esta discussão terá futuramente também aplicações diretas quando tratarmos de correntes elétricas. Além disso, a discussão de fluxos fornece a base de vários conceitos de central importância no eletromagnetismo. Peço ao aluno para dedicar especial esmero no estudo da seguinte seção. Ela será uma chave capaz de abrir muitas portas.