

2.6 A lei de Gauss para situações não estáticas e conservação de carga.

Mostramos a validade da lei de Gauss apenas para situações estáticas quando o tempo não tem nenhuma importância. Mas, na introdução ao capítulo, falamos que o ponto interessante da lei de Gauss é justamente ser aquela parte da lei de Coulomb que continua válida mesmo na presença de cargas em movimento. Realmente todas as experiências feitas até agora são compatíveis com a lei de Gauss mesmo que estas experiências envolvam situações não estáticas. Parece que esta lei é realmente fundamental.

Mas ela revela um aspecto estranho das forças elétricas. Toda ideia do conceito campo era de descrever as interações das partículas em termos de ações locais eliminando as ações a distância. Mas, quando falamos de um fluxo do campo elétrico através de uma superfície fechada, podemos estar falando de valores do campo em posições muito afastadas da carga que gera este fluxo. Imagine que exista algum valor líquido de carga Q diferente de zero no nosso sistema solar. A existência deste valor não nulo se notaria numa integral de fluxo através de uma esfera com raio de, digamos, 1 ano luz e com centro no sol.

O valor não nulo deste fluxo seria atrelado ao valor da carga total do sistema solar mesmo admitindo processos e a existência de movimentos dentro do sistema solar. Mas um tipo de processo não pode ocorrer! Imagine que o valor da carga total do sistema solar de repente mude; por exemplo, a carga simplesmente desaparece. Neste caso a validade da lei de Gauss implicaria que no mesmo instante a integral sobre aquela superfície gigante tivesse que mudar de valor. Se antes o valor era Q/ϵ_0 , no momento em que a carga desaparece, o fluxo teria que mudar para o valor zero. Mas isto não seria compatível com a teoria da relatividade. Hoje em dia sabemos que não é possível transmitir informação com uma velocidade que ultrapasse a velocidade da luz. Então qualquer mudança perto do Sol provocaria alterações nos valores do campo elétrico nas posições daquela esfera gigante somente um ano mais tarde. Então podemos concluir que uma irrestrita validade da lei de Gauss somente pode ser compatível com os princípios da relatividade se admitimos que processos que criam ou destroem carga não existem. Então a lei de Gauss está intimamente relacionada com a lei de conservação de carga elétrica.