Interação entre dois corpos

Valdir Aguilera

05/02/11

Abstract

Atração gravitacional e eletromagnética

De acordo com teorias recentes (cordas, supercordas, Teoria M) as partículas elementares e suas propriedades são resultados de vibrações padrões de cordas ou membranas. Essas teorias não informam o que faz as cordas ou membranas vibrarem. Propomos que essas vibrações são causadas por forças elementares F_0 em constante vibração, com frequências padrões.

Propomos, também, que a força entre dois corpos é o resultado da combinação de duas forças, cada uma associada a um dos corpos.

Como introduzir estas ideias no esquema matemático de uma das teorias acima mencionadas, se possível, é algo a ser feito. Já adiantamos um problema conceitual: uma força é uma grandeza tridimensional que atua nas três dimensões "físicas" enquanto que as vibrações aparentemente ocorrem em dimensões curvas. Enfim, vamos desenvolver alguma matemática elementar e ver onde chegamos.

1. Interação entre duas partículas - proposta 1

Seja F_0 uma força elementar e f uma de suas frequências padrões. Numa primeira proposta, essa força e a frequência se associam matematicamente na forma F_0/f e duas forças F_0 e $F_0^{'}$ se combinam de acordo com o produto

$$F_0/f \; F_0^{'}/f^{'} \tag{1.1}$$

onde f' é uma das frequências padrões de $F_0^{'}$.

É razoável supor que a intensidade da força cai com a distância. Assim, se as forças F_0 e $F_0^{'}$ estão a uma distância r uma da outra, a força resultante da combinação terá intensidade dada por

$$F = \mathcal{F}\,\frac{F_0}{rf}\frac{F_0^{'}}{rf'} \tag{1.2}$$

onde $\mathcal{F}$ é uma constante universal independente das forças, suas frequências e distância entre elas.

2. Interação gravitacional entre dois corpos

A uma partícula elementar está associada uma força, também elementar, que vibra com frequências características. A interação entre duas partículas é resultante da combinação de duas forças, associadas a cada partícula. Vamos considerar a interação gravitacional e explorar algumas consequências matemáticas.

Sejam F_{01}, f_{g_1}, F_{02}, e f_{g_2} as forças e frequências padrões que definem a massa de cada um dos dois corpos separados por uma distância r. De acordo com Eq. (1.2), a força gravitacional entre estes dois corpos é dada por

$$F_G = \mathcal{F}\,\frac{F_{01}}{rf_{g_1}}\frac{F_{02}}{rf_{g_2}} \tag{2.1}$$

Comparando com a lei de Newton

$$F_G = G\,\frac{m_1 m_2}{r^2} \tag{2.2}$$

obtemos

$$m_1 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}\frac{F_{01}}{f_{g_1}}} \tag{2.3}$$

e

$$m_2 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}\frac{F_{02}}{f_{g_2}}} \tag{2.4}$$

Em geral

$$m = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}\frac{F_0}{f_g}} \tag{2.5}$$

A Eq. (2.5) nos diz que a massa de uma partícula é inversamente proporcional à frequência padrão f_g de F_0 associada à partícula. Em outras palavras, é a frequência f_g de F_0 que determina a massa de uma partícula. Compare com as hipóteses de teorias modernas (cordas, supercordas, etc.). Lembremos que a Física Moderna afirma que a toda força há uma partícula associada. Por exemplo, à força eletromagnética está associado um fóton; à gravitacional, um gráviton, etc.

O que resulta se consideramos a relação de de Broglie?

$$\lambda = \frac{h}{mc} \tag{2.6}$$

3. Interação eletromagnética entre dois corpos

Como proposto, as propriedades físicas de uma partícula são determinadas por frequências padrões de forças elementares. No caso da interação gravitacional, indicamos por f_g essa frequência. No caso da interação eletromagnética, indiquemos por f_{EM} a frequência característica da força elementar F_0 que define a carga elétrica de uma partícula elementar. De modo similar ao indicado na Seção anterior, sejam F_{01}, f_{EM_1}, F_{02}, e f_{EM_2} as forças e frequências padrões que definem a carga elétrica de cada um dos dois corpos separados por uma distância r. A força eletromagnética resultante é dada por

$$F_{EM} = \mathcal{F}\,\frac{F_{01}}{f_{EM_1} r}\frac{F_{02}}{f_{EM_2} r} \tag{3.1}$$

Comparando com a lei do eletromagnetismo

$$F_{EM} = k\frac{q_1 q_2}{r^2},\ k = 1/4\pi\epsilon_0 \tag{3.2}$$

obtemos

$$q_1 q_2 = \frac{\mathcal{F}}{k}\frac{F_{01}}{f_{EM_1}}\frac{F_{02}}{f_{EM_2}} \tag{3.3}$$

donde

$$q_1 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}\frac{F_{01}}{f_{EM_1}}} \tag{3.4}$$

e

$$q_2 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}\frac{F_{02}}{f_{EM_2}}} \tag{3.5}$$

Em geral

$$q = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}\frac{F_0}{f_{EM}}} \tag{3.6}$$

ou

$$e = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}} \frac{F_0}{f_{EM}} \tag{3.7}$$

se q é uma carga elementar.

Vemos que a carga elétrica é definida pela frequência padrão f_{EM} da força elementar F_0, assim como a massa é definida pela frequência característica f_g, como vimos na seção anterior.

A razão e/m para um elétron vale cerca de $1,8 \times 10^{11} C/kg$. Combinando (3.7) e (2.5), obtemos para o elétron

$$\frac{e}{m} = \sqrt{\frac{G}{k}} \frac{f_g}{f_{EM}} \tag{3.8}$$

donde obtemos uma relação entre a frequência padrão f_g que determina a massa do elétron e a frequência padrão f_{EM} que determina a carga elétrica elementar e

$$f_g = \left(\sqrt{\frac{k}{G}} \frac{e}{m} \right) f_{EM} = 2,04 \times 10^{21} f_{EM} \tag{3.9}$$

o que nos mostra uma relação interessante entre gravitação e eletromagnetismo. Esta relação deve resultar também da Teoria M e similares.

Desenvolvimentos nesta mesma linha devem mostrar como outras propriedades das partículas elementares são resultados de frequências padrões da força elementar F_0.

4. Interação entre duas partículas - proposta 2

O par F_0, f se associa matematicamente na forma $F_0 f$.

Duas forças F_0 e F_0' se combinam de acordo com o produto

$$F_0 f \; F_0' f' \tag{4.1}$$

A intensidade da força cai com a distância. Assim, se as forças F_0 e F_0' estão a uma distância r uma da outra, a força resultante da combinação terá intensidade dada por

$$F = \mathcal{F} \frac{F_0 f}{r} \frac{F_0' f'}{r} \tag{4.2}$$

onde $\mathcal{F}$ é uma constante universal independente das forças, suas frequências e distância entre elas.

Repetindo os passos da proposta 1, chegaremos a

$$F_G = \mathcal{F}\,\frac{F_{01}f_{g_1}}{r}\frac{F_{02}f_{g_2}}{r} \tag{4.3}$$

Comparando com a lei de Newton

$$F_G = G\,\frac{m_1 m_2}{r^2} \tag{4.4}$$

obtemos

$$m_1 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}}F_{01}f_{g1} \tag{4.5}$$

e

$$m_2 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}}F_{02}f_{g_1} \tag{4.6}$$

Em geral

$$m = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}}F_0 f_g \tag{4.7}$$

A Eq. (4.7) nos diz que a massa de uma partícula é diretamente proporcional à frequência padrão f_g da força F_0. Em outras palavras, é a frequência f_g de F_0 que determina a massa de uma partícula. Compare com as hipóteses de teorias modernas (cordas, supercordas, etc.).

No caso da interação eletromagnética, chegaremos a

$$F_{EM} = \mathcal{F}\,\frac{F_{01}f_{EM_1}}{r}\frac{F_{02}f_{EM_2}}{r} \tag{4.8}$$

Comparando com a lei do eletromagnetismo

$$F_{EM} = k\frac{q_1 q_2}{r^2},\ k = 1/4\pi\epsilon_0 \tag{4.9}$$

obtemos

$$q_1 q_2 = \frac{\mathcal{F}}{k}F_{01}f_{EM_1}F_{02}f_{EM_2} \tag{4.10}$$

donde

$$q_1 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}}F_{01}f_{EM_1} \tag{4.11}$$

e

$$q_2 = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}} F_{02} f_{EM_2} \tag{4.12}$$

Em geral

$$q = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}} F_0 f_{EM} \tag{4.13}$$

ou

$$e = \sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}} F_0 f_{EM} \tag{4.14}$$

se q é uma carga elementar.

Vemos que a carga elétrica é definida pela frequência padrão f_{EM} da força elementar F_0, assim como a massa é definida pela frequência característica f_g, como vimos na seção anterior.

A razão e/m para um elétron vale cerca de $1,8 \times 10^{11} C/kg$. Combinando (4.14) e (4.7), obtemos para o elétron

$$\frac{e}{m} = \frac{\sqrt{\frac{\mathcal{F}}{k}} F_0 f_{EM}}{\sqrt{\frac{\mathcal{F}}{G}} F_0 f_g} = \sqrt{\frac{G}{k}} \frac{f_{EM}}{f_g} \tag{4.15}$$

donde obtemos uma relação entre a frequência padrão f_g que determina a massa do elétron e a frequência padrão f_{EM} que determina a carga elétrica elementar e

$$f_g = \left(\sqrt{\frac{G}{k}} \frac{e}{m} \right) f_{EM} = 15,15\, f_{EM} \tag{4.16}$$

Vemos que, nesta proposta, f_g é cerca de 15 vezes mais rápida do que f_{EM}.