

Força forte, o potencial de Yukawa e mésons

- A solução dessa última equação pode ser encontrada de diversas formas. No curso de MQ vocês encontram essa equação em outro contexto e precisarão resolvê-la sem assumir simetria esférica (o que leva a harmônicos esféricos e funções de Bessel esféricas).
- **Exercício 5:** Assumindo simetria esférica, mostre que a solução da equação de Helmholtz é

$$U = \frac{1}{r} (U_1 e^{-\lambda r} + U_2 e^{\lambda r}).$$

Dica: Note que $\nabla^2 [Z(r)/r]$ tem uma expressão bem mais simples que $\nabla^2 U(r)$. ■

- Um potencial com a forma

$$U = U_0 \frac{1}{r} e^{-r\lambda},$$

com $\lambda > 0$, é chamado de **potencial de Yukawa**. Isto é, trata-se de um potencial coulombiano multiplicado por um decaimento exponencial. É este o potencial relevante para a força forte entre prótons e nêutrons.

Força forte, o potencial de Yukawa e mésons

Now the equation

$$\left\{ \Delta - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right\} U = 0 \quad (1)$$

has only static solution with central symmetry $\frac{1}{r}$, except the additive and the multiplicative constants. The potential of force between the neutron and the proton should, however, not be of Coulomb type, but decrease more rapidly with distance. It can be expressed, for example, by

$$+ \text{ or } - g^2 \frac{e^{-\lambda r}}{r}, \quad (2)$$

where g is a constant with the dimension of electric charge, i. e., $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{sec}^{-1} \text{gr}^{\frac{1}{2}}$ and λ with the dimension cm^{-1}

Since this function is a static solution with central symmetry of the wave equation

$$\left\{ \Delta - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \lambda^2 \right\} U = 0, \quad (3)$$

let this equation be assumed to be the correct equation for U in vacuum. In the presence of the heavy particles, the U -field interacts with them and causes the transition from neutron state to proton state.

Trecho do artigo de Yukawa de 1934

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ppmsj1919/17/0/17_o_48/_pdf/-char/en

Yukawa ganhou o prêmio Nobel
em 1949

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1949/yukawa/facts/>