

# 7600053: Exercícios Adicionais (Lista 1)

## Ordens de grandeza e sistemas de unidades

Em Física de Partículas a energia é geralmente dada em termos de  $MeV$  ou  $GeV$ , onde  $1 eV = 1.6 \times 10^{-19} J$ , e as distâncias em termos de  $fm$  ( $1 fm = 10^{-15} m$ ). É útil para os cálculos notar:  $\hbar c \approx 200 MeV fm$  e o valor da constante de estrutura fina  $\alpha = e^2/(4\pi\hbar c) \approx 1/137$ . **Note:** o sistema de unidades eletromagnéticas mais utilizado é o de Heaviside-Lorentz, em que a energia potencial entre duas cargas  $e$  separadas por uma distância  $d$  é dada por  $U = e^2/(4\pi d)$ . Em relação ao sistema internacional, isso corresponde a adotar unidades tais que  $\epsilon_0 = 1$ . Da mesma forma, toma-se  $\mu_0 = 1$  e os campos  $E$  e  $B$  são dados pelas mesmas unidades, o que resulta na expressão  $\mathbf{F} = q\mathbf{E} + (q/c)\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  para a força de Lorentz. (Em relação ao sistema gaussiano, utilizado no livro do Griffiths, as cargas elétricas são multiplicadas por  $\sqrt{4\pi}$  e os campos são divididos por  $\sqrt{4\pi}$ .)

## Problemas

1. Faça as seguintes estimativas.

- (i) Usando a forma  $\Delta p \Delta x \sim \hbar/2$  para o princípio de incerteza calcule  $\Delta p$  (em  $MeV/c$ ) quando  $\Delta x \approx 1 fm$ , que corresponde à distância típica das interações fortes.
- (ii) Usando agora a forma  $\Delta E \Delta t \sim \hbar/2$  calcule  $\Delta E$  quando  $\Delta t \approx 10^{-22} s$ , um valor típico de vida média para decaimentos fortes.
- (iii) Calcule a energia potencial (em  $MeV$ ) devida à repulsão Coulombiana entre dois prótons separados por uma distância de  $1 fm$ .
- (iv) Calcule as massas do próton e do elétron em  $MeV/c^2$ .

2. Utilizando apenas as constantes  $\hbar$ ,  $c$  e a constante da gravitação  $G$ , é possível definir unidades absolutas de tempo, distância e massa, as **unidades de Planck**. Obtenha essas unidades, e estime seus valores no sistema internacional. Em particular, considerando o valor obtido para a massa de Planck, estime para que escala de energias em física de partículas começa a ser relevante a contribuição da força gravitacional.