

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Departamento de Física Nuclear e Altas Energias

Física Geral - 6<sup>a</sup> Lista de Exercícios – 2015/2

**Atenção:** em muitas situações o fator de Lorentz não pode ser calculado com precisão com uma calculadora comum. Mas pode-se aproximar o termo:  $\sqrt{1 - \beta^2}$  usando a série binomial:

$$\sqrt{1 - \beta^2} = 1 - \frac{1}{2}\beta^2 + \dots$$

Os termos seguintes são da ordem de  $\beta^4$  ou menores e podem ser desprezados.

1. Quando uma espaçonave passa por você em alta velocidade, aciona um estroboscópio que emite um pulso de luz em todas as direções. Um observador a bordo da espaçonave mede uma frente de onda esférica que se espalha a partir da espaçonave com a mesma velocidade em todas as direções.
  - a) (**Teste de compreensão, seção 37.1, pg 144, Sears & Zemansky**) Qual é a forma da frente de onda que **você** mede? *i)* esférica; *ii)* elipsoidal, com o eixo maior ao longo da direção do movimento da espaçonave; *iii)* elipsoidal, com o eixo menor ao longo da direção da espaçonave; *iv)* não há informações suficientes para decidir.
  - b) A frente de onda está centrada na espaçonave?
2. No acelerador LHC, prótons são acelerados até a energia de 7 TeV<sup>1</sup>. Esta energia corresponde a um fator de Lorentz  $\gamma$  de 7,460 e uma velocidade de 0,999999991c. Sabendo que a velocidade da luz é o limite máximo de velocidade no universo, existe também um limite máximo para a energia cinética de uma partícula? Justifique.
3. (**Exemplo 37.1, pg 149 e 37.6, pg 155, Sears & Zemansky**) Partículas subatômicas de alta energia vindas do espaço interagem com átomos nas camadas superiores da atmosfera terrestre, produzindo partículas instáveis chamadas *múons*, cuja vida média (medida em um referencial no qual eles estão em repouso) é de  $2,20 \times 10^{-6}$  s. Se um múon está se deslocando com uma velocidade de 0,990c (cerca de  $2,97 \times 10^8$  m/s) em relação à Terra, calcule:
  - a) o valor que você (um observador na Terra) encontrará para a vida média desse múon?
  - b) qual é o espaço que o múon percorrerá neste tempo medido em um referencial em que o múon esteja parado?
  - c) qual o espaço que o múon percorrerá medido por você?
4. (**Exemplo 37.2, pg 150, Sears & Zemansky**) Um avião a jato voa de San Francisco até Nova York (cerca de 4800 km ou  $4,80 \times 10^6$  m) com velocidade constante de 300 m/s (cerca de 1080 km/h). Qual é a duração da viagem para um observador no solo? E para um observador dentro do avião?
5. (**Exemplo 37.3, pg 151, Sears & Zemansky**) Maria viaja em uma espaçonave e passa com velocidade relativa de 0,600c sobre João, que está na Terra. No instante em que ela passa sobre ele, ambos começam a cronometrar o tempo (veja exemplo 37.3, página 150, Física IV, Sears & Zemansky).
  - a) No instante em que João verifica que Maria se afastou dele  $9,0 \times 10^7$  m, qual é o valor registrado pelo cronômetro de Maria?

---

<sup>1</sup> Um elétron volt (eV) é definido como a quantidade de energia adquirida por um elétron quando acelerado por uma diferença de potencial de 1 Volt.

- b) No instante em que Maria lê 0,400s em seu cronômetro, qual é o valor observado por João?
6. **(Exemplo 37.4, pg 154, Sears & Zemansky)** Uma espaçonave passa pela Terra com uma velocidade de  $0,990c$ . Um membro da tripulação verifica que o comprimento da espaçonave é igual a 400 m. Qual é o comprimento da espaçonave medido por um observador na Terra?
7. **(Exemplo 37.8, pg 159, Sears & Zemansky)** Uma espaçonave que se afasta da Terra com uma velocidade igual a  $0,900c$  dispara uma sonda espacial com um robô com uma velocidade igual a  $0,700c$  em relação à espaçonave na mesma direção e no mesmo sentido da velocidade da espaçonave. Um ônibus espacial tenta alcançar a espaçonave se deslocando com velocidade igual a  $0,950c$  em relação à Terra.
- a) Qual é a velocidade da sonda espacial em relação à Terra?
- b) Qual é a velocidade do ônibus em relação à espaçonave?
8. Explique porque um elétron em um estado excitado pode emitir mais de um fóton até alcançar o estado de mínima energia.
9. Por que cada átomo tem um padrão característico de linhas espectrais?
10. Calcule a energia de uma onda eletromagnética de frequência  $\nu = 6 \times 10^{14}$  Hz. (Constante de Planck,  $h = 6,626 \times 10^{-34}$  J.s)
11. Calcule a energia necessária para que um elétron da camada mais interna de um átomo de hidrogênio com energia  $E_1 = -21,73 \times 10^{-19}$  J, passe para a camada mais externa, de energia  $E_2 = -5,43 \times 10^{-19}$  J. Exprima o resultado em eV ( $1eV = 1,602 \times 10^{-19}$ J).
12. Quais as evidências físicas sustentam a ideia de que a luz possui propriedades ondulatórias e corpusculares?
13. Descreva as principais características e as falhas do modelo atômico proposto por Thomson.
14. Descreva as principais conclusões obtidas a partir da experiência de Rutherford, justificando-as.
15. Descreva as principais características e as falhas do modelo atômico proposto por Bohr.
16. Explique como De Broglie deu uma explicação física para o modelo atômico proposto por Bohr.