

## EE300 – Fundamentos da Física Moderna – Turma A

### Segundo Semestre de 2012 – Prof. Romis Attux

#### LISTA DE EXERCÍCIOS – CAPÍTULO 1

- 1 – Demonstre que, do ponto de vista da transformação de Galileu, as acelerações verificadas para diferentes referenciais inerciais coincidem.
- 2 – Por que o experimento de Michelson-Morley pode ser considerado um duro golpe experimental na principal concepção de éter do século XIX?
- 3 – Enuncie os dois postulados da relatividade especial e explique, com suas palavras, o significado físico de cada um deles.
- 4 – Qual é a relação conceitual entre a relatividade especial e a idéia de movimento absoluto?
- 5 – O tempo de vida de um múon em repouso relativamente a certo laboratório é de  $2,22\mu\text{s}$ . Qual será o tempo de vida medido para esse múon quando, no contexto do estudo de raios cósmicos, ele é detectado a 98% da velocidade da luz?
- 6 – Um cubo tem arestas paralelas aos eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$  e se encontra em repouso relativamente a um observador  $\mathbf{O}$ . Qual deve ser a velocidade de um observador  $\mathbf{O}'$ , que se move paralelamente à direção  $x$ , para que ele verifique para esse cubo um volume igual a metade de seu “volume de repouso”?
- 7 – De que forma o efeito Doppler pode ser usado para analisar o movimento relativo entre nosso planeta e outros corpos celestes?
- 8 – Um astrônomo, ao observar a luz emitida por uma estrela distante, nota que um conjunto conhecido de raias espectrais tem seus comprimentos de onda dobrados relativamente ao que se mede na superfície da Terra. A estrela está se afastando ou se aproximando da Terra? Qual é a velocidade relativa entre os dois corpos?
- 9 – A partir da transformação de Lorentz, deduza as expressões da dilatação do tempo e da contração do comprimento. Que hipóteses você teve de adotar em cada caso?
- 10 – Usando a transformação de Lorentz, analise as condições necessárias para que eventos simultâneos para um observador  $\mathbf{O}$  também sejam simultâneos para todos observadores inerciais. Adote as expressões vistas em aula para a transformação.
- 11 – Uma partícula tem, do ponto de vista de um observador  $\mathbf{O}$ , uma velocidade  $\mathbf{v} = [0,3c, 0,3c, 0,4c]$ . Obtenha sua velocidade para um observador  $\mathbf{O}'$  com velocidade relativa  $u = 0,5c$  utilizando a transformação relativística de velocidades vista em aula. Em seguida, obtenha essa mesma velocidade usando a transformação de Galileu e compare os resultados.

12 – Usando a transformação de velocidades (de Lorentz) vista em aula, deduza uma lei de adição de velocidades relativística válida para “somar” duas velocidades  $v_1$  e  $v_2$  com direção paralela ao eixo  $x$ .

13 – Um elétron tem um momento linear relativístico que é 90% maior que o momento linear calculado por meios newtonianos. Encontre a velocidade do elétron. E se a partícula fosse um próton, qual seria a sua velocidade?

14 – Para um observador  $\mathbf{O}$ , duas partículas de massa  $m_0$  apresentam velocidades  $-v$  e  $+v$  na direção do eixo  $x$ . Estas sofrem uma colisão inelástica e se fundem, permanecendo em repouso. Mostre que a definição relativística do momento permite sua conservação do ponto de vista de  $\mathbf{O}$  e  $\mathbf{O}'$ . Lembre-se que a massa combinada de repouso após a colisão não é, em geral,  $2m_0$ .

15 – Usando a fórmula de energia cinética newtoniana, obtenha o valor desta grandeza para uma partícula hipotética com  $v = c$ . Do ponto de vista da relatividade especial, qual seria a velocidade de uma partícula com essa mesma energia cinética?

16 – Uma tonelada equivalente de petróleo (tep) – a quantidade de energia térmica liberada pela queima de uma tonelada de petróleo cru - equivale a 42 bilhões de joules. Caso fosse possível converter plenamente a massa de repouso dessa quantidade de petróleo em energia, quantos joules seriam produzidos? Analise os resultados do ponto de vista de produção de energia.

17 – Voltemos à temática da questão 16. Segundo dados da Aneel, em 2007, o Brasil consumiu aproximadamente 216 bilhões de tep. Caso fosse possível converter plenamente massa de repouso em energia, qual seria a massa necessária (de lixo?) para atender a essa demanda?

**Respostas:**

5 –  $\Delta t' = 11,16\mu\text{s}$ .

6 –  $u = 0,866c$ .

8 –  $u = 0,6c$ . A estrela está se afastando.

10 – Condições:

I- Os valores das coordenadas no eixo x devem coincidir.

II-  $u = 0$ .

11 – Transformação de Lorentz:

$$v = [-0,2353c ; 0,3057c ; 0,4075c]$$

Transformação de Galileu:

$$v = [-0,2c ; 0,3c ; 0,4c ];$$

$$12 - v'_2 = \frac{v_2 - v_1}{1 - \frac{v_2 v_1}{c^2}}$$

13 –  $v_e = 0,85c$ ;  $v_p = 0,85c$ .

15 –  $E_c = mc^2/2$ ;  $v = 0,7454c$ .

16 –  $E_0 = 9 \times 10^{19} \text{ J}$ .

17 – 100,8 toneladas.