

CAPÍTULO 20 – Teoria da Relatividade

5. (U. E. Londrina-PR) A Teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein (1879-1955), em 1905, é revolucionária porque mudou as ideias sobre o espaço e o tempo, mas em perfeito acordo com os resultados experimentais. Ela é aplicada, entretanto, somente a referências inerciais. Em 1915, Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade, válida não só para referenciais inerciais, mas também para referenciais não inerciais.

Sobre os referenciais inerciais, considere as seguintes afirmativas:

- I. São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade constante.
- II. São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.
- III. Observadores em referenciais inerciais deferentes medem a mesma aceleração para o movimento de uma partícula.

Identifique a alternativa correta.

- a) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
 - b) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
 - c) As afirmativas I e II são verdadeiras.
 - d) As afirmativas II e III são verdadeiras.
 - e) As afirmativas I e III são verdadeiras.
6. (UF-RN) A Teoria da Relatividade Especial ou Restrita prediz que existem situações nas quais dois eventos que acontecem em instantes diferentes, para um observador em um dado referencial inercial, podem acontecer no mesmo instante para outro observador que está em outro referencial inercial. Ou seja, a noção de simultaneidade é relativa e não absoluta. A relatividade da simultaneidade é consequência do fato de que:
- a) a Teoria da Relatividade Especial só é válida para velocidades pequenas em comparação com a velocidade da luz.
 - b) a velocidade de propagação da luz no vácuo depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.
 - c) a Teoria da Relatividade Especial não é válida para sistemas de referência inerciais.
 - d) a velocidade de propagação da luz no vácuo não depende do sistema de referência inercial em relação ao qual ela é medida.
7. (UF-RN) André está parado em relação a um referencial inercial e Regina está parada em relação a outro referencial inercial, que se move com velocidade (vetorial) constante em relação ao primeiro. O módulo dessa velocidade é v . André e Regina vão

medir o intervalo de tempo entre dois eventos que ocorrem no local onde ela se encontra. Por exemplo, o intervalo de tempo transcorrido entre o instante em que um pulso de luz é emitido por uma lanterna na mão de Regina e o instante em que esse pulso volta à lanterna, após ser refletido por um espelho. Imagine que, realizadas as medidas e comparados os resultados, fosse constatado que $\Delta t_{\text{André}} = 2\Delta t_{\text{Regina}}$. Usando essas informações, é possível estimar que, para se obter esse resultado, a velocidade v teria de ser aproximadamente:

- a) 50% da velocidade da luz no vácuo.
 - b) 87% da velocidade da luz no vácuo.
 - c) 105% da velocidade da luz no vácuo.
 - d) 20% da velocidade da luz no vácuo.
8. (Vunesp-SP) Na Teoria da Relatividade Especial de Einstein, objetos que se movem com velocidade u em relação a um referencial inercial têm o tempo dilatado por um fator γ para um observador em repouso nesse referencial. A tabela mostra valores de γ para diversos módulos da velocidade u , representados em múltiplos da velocidade da luz ($3 \cdot 10^8$ m/s).

u	γ
0,000c	1,000
0,100c	1,005
0,200c	1,021
0,400c	1,091
0,600c	1,250
0,800c	1,667
0,900c	2,294
0,998c	15,82
0,999c	22,37
c	∞

Segundo esse modelo, pede-se:

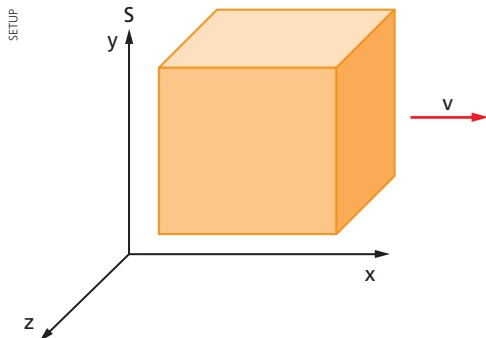
- a) Qual a velocidade, em m/s, que deve ser atingida pelo objeto para que a dilatação do tempo seja de apenas 0,5%?
 - b) Se para o objeto passaram-se 10 minutos, quantos minutos se passaram para um observador no referencial inercial que vê o objeto se movimentando à velocidade de 0,600c?
9. (U. E. Londrina-PR) Einstein propôs uma nova interpretação do espaço e do tempo, indicando que não são grandezas independentes, absolutas e iguais para quaisquer observadores, mas relativas: dependem do estado de movimento entre observador e observado.

Um dos resultados dessa nova visão é conhecido como dilatação temporal, a qual afirma que um observador em repouso em relação a um fenômeno, ao medir sua duração, atribuir-lhe-á um intervalo Δt , ao passo que um observador que fizer medidas do fenômeno em movimento, com velocidade v , irá atribuir uma duração $\Delta t'$, sendo que $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$, onde c é a velocidade da luz.

Considere que dois irmãos gêmeos sejam separados ao nascerem e um deles seja colocado em uma nave espacial que se desloca com velocidade v pelo espaço durante 20 anos, enquanto o outro permanece em repouso na Terra. Com base na equação anterior, para que o irmão que ficou na Terra tenha 60 anos no momento do reencontro entre eles, a velocidade da nave deverá ser de:

- a) $\frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot c$ c) $\frac{8}{9} \cdot c$ e) $2 \cdot c$
 b) $\frac{1}{2} \cdot c$ d) c

10. (UF-CE) A figura mostra uma nave espacial em forma de cubo que se move no referencial S , ao longo do eixo x , com velocidade $v = 0,8c$ (c é a velocidade da luz no vácuo). O volume da nave, medido por um astronauta em repouso dentro dela, é V_0 . Calcule o volume da nave medido por um observador em repouso no referencial S .



11. (UF-PE) Um trem de comprimento igual a 100 m viaja a uma velocidade de $0,8c$, onde c é a velocidade da luz, quando atravessa um túnel de comprimento igual a 70 m.



Quando visto por um observador parado ao lado dos trilhos, é *correto* afirmar que o trem:

- a) não chega a ficar totalmente dentro do túnel, restando um espaço de 12 m fora do túnel.
 b) fica totalmente dentro do túnel e sobra um espaço de 10 m.
 c) fica totalmente dentro do túnel e sobra um espaço de 15 m.
 d) não chega a ficar totalmente dentro do túnel, restando um espaço de 5 m fora do túnel.
 e) fica totalmente dentro do túnel e não resta nenhum espaço.

12. (Unemat-MT) De acordo com a teoria da mecânica relativística, a massa m de uma partícula que está se movendo com velocidade v é dada pela equação:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

em que: m_0 é a massa de repouso da partícula; v é a velocidade da partícula; c é a velocidade da luz no vácuo.

Com base nesta equação de Einstein, verifique quais das sentenças a seguir são verdadeiras.

- I. Para que m seja igual a m_0 , v tem que ser igual a zero.
 II. Para que a massa m da partícula seja infinitamente grande, é necessário que o valor de v seja igual a c .
 III. A equação estabelece um limite superior para a velocidade dos corpos materiais.
 IV. A inércia de uma partícula, ou seja, "a dificuldade" que a partícula apresenta para ser acelerada é tanto maior quanto mais rapidamente ela estiver se movendo, o que confirma as ideias de Einstein.

13. (U. F. Lavras-MG) Quando aceleramos um elétron até que ele atinja uma velocidade $v = 0,5c$, em que c é a velocidade da luz, o que acontece com a massa?

- a) Aumenta, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\frac{1}{\sqrt{0,75}}$.
 b) Aumenta, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\frac{1}{\sqrt{0,5}}$.
 c) Diminui, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\sqrt{0,75}$.
 d) Diminui, em relação à sua massa de repouso, por um fator $\sqrt{0,5}$.
 e) Não sofre nenhuma alteração.

14. (UF-SC) Dê como resposta a soma dos números correspondentes às sentenças verdadeiras entre as sentenças a seguir:

- (01) A Teoria da Relatividade afirma que a velocidade da luz não depende do sistema de referência.
- (02) A Mecânica Clássica não impõe limitação ao valor da velocidade que uma partícula pode adquirir, pois, enquanto atuar uma força sobre ela, haverá uma aceleração e sua velocidade poderá crescer indefinidamente.
- (04) A Teoria da Relatividade não limita a velocidade que uma partícula pode adquirir.
- (08) Tanto a Mecânica Clássica como a Teoria da Relatividade asseguram que a massa de uma partícula não varia com a velocidade.
- (16) Pela Teoria da Relatividade podemos afirmar que a luz se propaga no vácuo com velocidade constante $c = 300\,000$ km/s, independentemente da velocidade da fonte luminosa ou da velocidade do observador; então é possível concluir que a luz se propaga em todos os meios com velocidade constante e igual a c .
- (32) A Teoria da Relatividade permite concluir que quanto maior for a velocidade de uma partícula, mais fácil será aumentá-la, ou seja, quanto maior for a velocidade, menor será a força necessária para produzir uma mesma aceleração.

15. (UF-CE) A energia cinética de um elétron relativístico é N vezes a sua energia de repouso. A energia cinética relativística é:

$$K = Mc^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

(c é a velocidade da luz no vácuo e M , a massa de repouso do elétron no referencial em que sua velocidade é v). Se a razão $\frac{v}{c} = \sqrt{\frac{15}{16}}$, o valor de N é:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

16. (UF-PI) A famosa equação de Einstein, $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ estabelece que, ao fornecermos uma quantidade de energia ΔE a um objeto, estamos aumentando sua massa de um valor Δm , que obedece à relação acima. Suponha que é fornecida energia a um objeto de massa inicial igual a 1,0 kg e que essa energia é suficiente para acelerá-lo do repouso até a velocidade de 100 m/s. A variação na massa do objeto será mais próxima de:

- a) 10^{-2} kg c) 10^{-8} kg e) 10^{-20} kg
b) 10^{-6} kg d) 10^{-14} kg

17. (UF-RN) Sendo a velocidade de propagação da luz igual a $3 \cdot 10^8$ m/s, a ordem de grandeza da energia de repouso de 1 g de matéria, em J , é:

- a) 10^8 b) 10^9 c) 10^{13} d) 10^{14} e) 10^{15}