

Física IV — 7600008

Quinta lista suplementar. Para praticar para a prova do dia
15/12/2020

9 de Dezembro de 2020

1. Uma pessoa à beira de uma estrada quer medir o comprimento de um ônibus que vai passar a sua frente. Ele se prepara, com uma máquina fotográfica, e aguarda. Quando o ônibus passa, ele tira uma foto da frente e, um segundo mais tarde, tira uma foto da parte traseira. A primeira foto mostra a frente do ônibus passando por uma árvore, e a segunda mostra a traseira passando por uma pedra. O fotógrafo, então, atravessa a estrada para medir a distância entre a árvore e a pedra, verifica que a árvore está 10 m adiante da pedra e conclui que o ônibus tem 10 m de comprimento. Faça uma crítica desse procedimento, isto é, discuta se ele é preciso ou não e estime eventual erro na medida. Para isso, adote um valor razoável para a velocidade do ônibus na estrada (a velocidade máxima permitida é 90 km/h).
2. Uma física mede precisamente o tamanho de uma barra que passa a sua frente com velocidade $v = 4c/5$, como ilustrado pela figura 1. Para isso, ela define os referenciais mostrados na figura de forma que as origens coincidam no instante $t = t' = 0$. Em seguida, com a ajuda de uma legião de múnions dotados de cronômetros sincronizados, ela adota o procedimento discutido em classe e pede que os múnions fiquem de olho nas pontas da barra. Aquele que vir a ponta dianteira a sua frente no instante $t = 1$ s deve levantar a mão, assim como aquele que vir a ponta traseira, no mesmo instante. Se, no final da medida, os múnions com as mãos levantadas estão a 1 m um do outro, que tamanho L_0 tem a barra no referencial móvel?
3. Na questão 2, no referencial móvel,
 - (a) Qual dos múnions (o mais próximo o da origem ou o que está mais distante) levantou a mão primeiro?
 - (b) Quanto tempo passou entre o primeiro múnion levantar a mão e o segundo levantar a mão?
4. Suponha que, em lugar de empregar o procedimento descrito na questão 2, outro físico dispense todos os múnions, exceto dois. Ele manda os múnions subirem na barra e medirem, ao mesmo tempo (no referencial deles), as posições das extremidades da barra. O primeiro múnion informa que a ponta de trás da barra está na origem do referencial móvel no instante $t' = 0$, quando

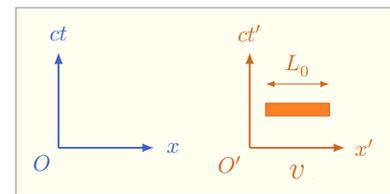


Figura 1: Questões 2 e 3

fez a medida. O segundo informa que a ponta da frente da barra está em $x' = a$, no mesmo instante. O físico anota as coordenadas informadas pelos múnions e aplica a transformação de Lorentz para calcular as coordenadas dos mesmos eventos no seu próprio referencial.

- (a) Qual é o tamanho da barra que ele obtém?
 - (b) Esse valor está correto?
 - (c) Caso negativo, o que houve de errado com o procedimento do físico?
5. A Terra gira em torno do Sol com velocidade de, aproximadamente, 30 km/s. Por isso, os relógios aqui na Terra funcionam em ritmo diferente do que funcionariam se estivessem estacionados no centro de massa do sistema solar. Calcule a diferença, em segundos, entre o tempo decorrido desde o dia em que você nasceu num relógio na Terra e o tempo desde seu nascimento medido por um relógio estacionado no centro de massa do sistema solar.
6. Na situação da figura 2, suponha que, no referencial móvel, o sino está parado na posição $x' = a$. O sino toca pela primeira vez no instante $t = t' = 0$, quando a origem dos dois sistemas coincide. No referencial móvel, o sino toca, pela segunda vez, no instante $t' = \tau_0$.
- (a) No referencial de laboratório, onde está o sino quando toca pela segunda vez?
 - (b) Faça um gráfico para mostrar a posição x do sino em função do tempo t no referencial de laboratório.
7. Mostre que a transformação de Lorentz se reduz à transformação de Galileu, vista em Física I, para referenciais móveis com velocidades muito inferiores à velocidade da luz.
8. No referencial de laboratório, dois eventos A e B estão separados por uma distância Δx e um intervalo de tempo Δt . Num referencial que se move com velocidade v , os mesmos eventos estão separados por uma distância $\Delta x'$ e um intervalo $\Delta t'$. Mostre que

$$(\Delta x)^2 - (c\Delta t)^2 = (\Delta x')^2 - (c\Delta t')^2.$$

Sugestão: Escreva a transformação de Lorentz para relacionar $\Delta x'$ e $\Delta t'$ com Δx e Δt . Em seguida, inverta a ordem temporal dos dois eventos (sem mudar as posições), para escrever a equação matricial que relaciona $\Delta x'$ e $-\Delta t'$ com Δx e $-\Delta t$. Em seguida, transponha esta última equação matricial e multiplique pela primeira transformação.

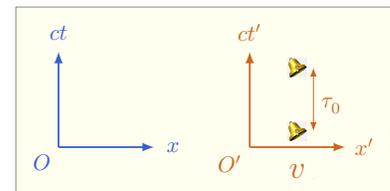


Figura 2: Questão 6

9. Verifique se os resultados encontrados nas questões 3b e 6a satisfazem a igualdade derivada na questão 8.
10. A figura 3 mostra uma partícula que se move com velocidade $u' = (3/4)c$ em relação a um referencial móvel. Este último, por sua vez, se desloca com velocidade $v = (3/4)c$ em relação ao referencial de laboratório. Calcule a velocidade da partícula em relação ao referencial de laboratório. *Sugestão: Defina um segundo referencial móvel ($x''t''$) cuja origem O'' está sobre a partícula. Escreva, em seguida, a transformação de Lorentz que relaciona x'' e t'' com x' e t' . Nesta última, substitua x' e t' pelo produto matricial que aparece na transformação de Lorentz entre o primeiro referencial móvel e o de laboratório. Efetue o produto matricial na igualdade resultante para relacionar x'' e t'' com x e t .*

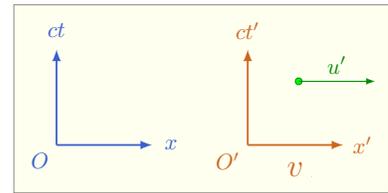


Figura 3: Questão 10.