

Eletromagnetismo Avançado — 7600035

Terceira lista.

23/20/2023

Exercícios do livro texto (Griffiths - Introdução à Eletrodinâmica - 3a. edição) assinalados em negrito.

1. Em classe, discutimos a dilatação temporal a partir da transformação de Lorentz. Discuta as mesmas medidas a partir do conceito de intervalo, sem empregar a transformação de Lorentz. Em outras palavras, pense em cada medida como um evento, calcule o intervalo entre eles, determine as posições em cada medida e, a partir dos resultados, encontre os tempos decorridos no referencial de laboratório e no referencial móvel.
2. Empregue raciocínio análogo ao da questão 1 no problema da contração de Lorentz.
3. No problema dos gêmeos, há três eventos: a partida do viajante, a reversão do movimento e a chegada do viajante. Suponha que a partida e a chegada ocorram no mesmo ponto, que a espaçonave viaja a velocidade de $c/2$ e que o viajante foi até α -Centauri, que está a cerca de quatro anos-luz de nós. Encontre os intervalos entre os eventos e, a partir do resultado, discuta o paradoxo dos gêmeos. A discussão deve fazer um paralelo com uma situação corriqueira aqui na Terra: duas irmãs vão de automóvel de São Carlos a Ribeirão Preto, sendo que uma vai daqui a Ribeirão (100 km) diretamente, enquanto a outra vai daqui a Porto Ferreira (55 km) e em seguida segue para Ribeirão (90 km). A segunda é mais rápida que a primeira, e as duas acabam chegando juntas ao destino. *Sugestão: ao comparar o problema dos gêmeos com o das irmãs, lembre-se do mais conhecido princípio da geometria: “A menor distância entre dois pontos é o tamanho do segmento de reta entre eles.” Qual é a afirmação equivalente no espaço-tempo?*
4. Um cientista entusiasmado com a teoria da relatividade resolve fazer uma medida envolvendo dez referenciais. O primeiro deles está no laboratório. O segundo referencial viaja na direção x com velocidade $c/10$ em relação ao primeiro. O terceiro referencial viaja na mesma direção com velocidade $c/10$ em relação ao segundo e assim por diante até o décimo referencial, que viaja na mesma direção x com velocidade $c/10$ em relação ao nono. Se o observador no décimo referencial vir um objeto que se desloca com velocidade $c/10$ em relação a ele, na direção x , qual será a velocidade desse objeto em relação ao referencial de laboratório?

5. Num laboratório, uma esfera de massa m está parada na origem do sistema de referências, enquanto uma segunda esfera, idêntica, se dirige em direção à primeira com velocidade $(c/2)\hat{x}$. No instante $t = 0$, a segunda esfera colide e fica grudada na primeira. Não há atrito e as esferas não interagem com nenhuma outra partícula. Depois da colisão, as duas esferas passam a se mover juntas na direção \hat{x} . Encontre, exatamente, a energia e a velocidade finais do par e depois descreva a mesma colisão no referencial do centro de massa do par de esferas, para novamente encontrar a energia e a velocidade finais. Para conferir, calcule a norma $p_\mu p^\mu$, onde p^μ é o momento contravariante do par, nos dois referenciais.

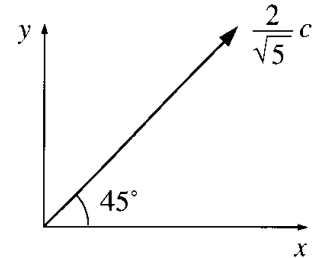


Figure 12.25

Figura 1: Questão 6

6. **12.25** Um carro se movimenta ao longo da linha a 45° no referencial S da Fig. 12.25 com velocidade $(2/\sqrt{5})c$. Encontre

- As componentes u_x e u_y de sua velocidade tradicional;
- As componentes η^1 e η^2 de sua velocidade própria;
- A componente η^0 de sua velocidade própria;
- As componentes \bar{u}_x e \bar{u}_y de sua velocidade em um sistema móvel \bar{S} , que se desloca na direção x com velocidade $\sqrt{2/5}c$ em relação a S .

7. **12.27** Por integração da igualdade

$$d\tau = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} dt,$$

para uma partícula em movimento unidimensional descrito pela equação horária

$$x(t) = \sqrt{b^2 + (ct)^2},$$

- Encontre o tempo próprio em função de t , supondo que $\tau = 0$ quando $t = 0$;
- Encontre x e u em função de τ ;
- Encontre η^μ em função de t .

8. **12.30** Considere uma coleção de N partículas que se movem ao longo do eixo x com energias E_1, E_2, \dots a momenta p_1, p_2, \dots . Encontre a velocidade do referencial de centro de massa, no qual o momento total é zero.

9. **12.32** Uma partícula de massa m cuja energia total é duas vezes sua energia em repouso colide uma partícula idêntica que está parada. Se as duas partículas ficarem grudadas, qual será a massa da partícula resultante e qual será sua velocidade?

10. 12.35

- (a) Encontre a norma $p^\mu p_\mu$ para uma partícula de massa m e compare o seu valor no referencial em que ela está parada com o valor num referencial em que ela tem momento p para relacionar a energia com o momento;
- (b) Deixe agora a massa ir a zero na relação encontrada no item anterior para relacionar a energia de um fóton com seu momento;
- (c) Numa experiência de aniquilação elétron-pósitron, um elétron, com massa m e momento p_e encontra um pósitron (mesma massa) em repouso. A aniquilação produz dois fótons. Se um dos fótons sair formando 60° com a direção de movimento do elétron incidente, qual será sua energia?