Física IV — 7600008

Quinta Lista — teste no dia 19/11/2019

1. Temos duas expressões para a energia cinética, a de Newton e a de Einstein. Vamos estabelecer 1% como limite do erro aceitável. Qual é a maior velocidade v que uma partícula pode ter para que a expressão de Newton ainda possa ser usada?

2. Mercúrio é o planeta mais rápido do Sistema Solar. A sua órbita é bem elíptica, mas vamos tratá-la como se fosse circular. Aproxime a órbita por uma circunferência de raio $R = 5.8 \times 10^{10}$ m, que o planeta orbita a cada 88 dias. Qual é o erro porcentual de quem emprega a expressão de Newton para calcular sua energia cinética?

3. Uma partícula em repouso tem massa m_0. Em relação a um referencial fixo S ela tem velocidade $v = V + u$, onde $V = (3/4)c$ e $u = c/100$. Calcule o seu momento de duas formas e compare os resultados

   (a) No referencial S;

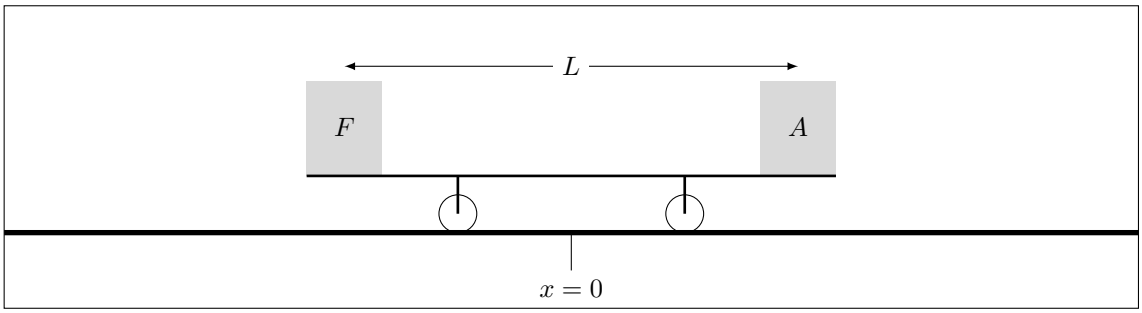
   (b) Num referencial S' que tem velocidade V em relação a S e depois, por meio da Transformação de Galileu (boa aproximação, já que $u \ll c$) apropriada, no referencial S.

4. Repita o problema 3, mas calcule a energia da partícula, em lugar do momento.

5. São dados um referencial S, fixo, outro S', que tem velocidade V em relação a S, e um terceiro S'', que tem velocidade W em relação a S'. Aplique duas Transformações de Lorentz sucessivas para expressar $p"_x$ e $E"$ em função de p_x e E.

6. Mostre que o resultado do problema 6 equivale a uma única Transformação de Lorentz e identifique a velocidade que define essa transformação. *Sugestão: Na questão 6, você deve ter feito um produto de duas matrizes. Antes de efetuar o produto, escreva os elementos de cada matriz como cossenos ou senos hiperbólicos. E procure expressar os resultados como senos hiperbólicos ou cossenos hiperbólicos da soma de dois argumentos.*

7. Num arranjo experimental, uma fonte de luz F e um absorvedor de luz A têm massas iguais m e estão fixos sobre uma plataforma de massa M, que está sobre trilhos e pode mover-se livremente na direção do eixo x. Como mostra a figura, a separação entre F e A é L.



   O centro de massa do sistema está inicialmente em $x = 0$. Um pulso de luz é então emitido pela fonte F, em $t = 0$, e mais tarde absorvida pelo absorvedor A. Seja E a energia desse pulso. Calcule o momento p desse pulso e, a partir da conservação do momento, a velocidade com que a plataforma se desloca. *Sugestão: O movimento da plataforma é não-relativístico.*

8. Nas condições do problema 7 anterior, calcule

   (a) O tempo que a luz demora até alcançar o absorvedor A.

   (b) A distância que a plataforma percorre, até a luz ser absorvida e ela parar.

   (c) A posição do centro de massa do sistema após a absorção. *Sugestão: A luz transporta massa de F para A.*

9. No problema 7, imagine agora que um espelho 100% refletor, cuja massa pode ser desconsiderada, é posicionado no ponto médio entre F e A. O mesmo pulso é emitido, mas agora é refletido de volta pelo espelho e acaba absorvido em F. Calcule a velocidade com que a plataforma se move após a reflexão no espelho.

10. Nas condições do problema 9, calcule

    (a) O tempo que a luz avança até ser refletida;

    (b) O tempo que a luz recua, depois de refletida, até ser absorvida em F;

    (c) As distâncias que a plataforma percorre, até o momento da reflexão, e que ela percorre de volta, da reflexão até a absorção;

    (d) A posição final do centro de massa do sistema.