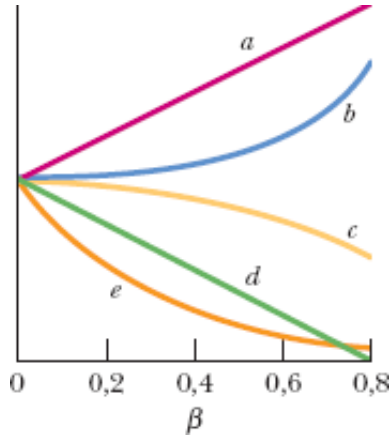


**LISTA 4 FÍSICA IV**  
**Relatividade PERGUNTAS CONCEITUAIS**  
**Respostas no final**

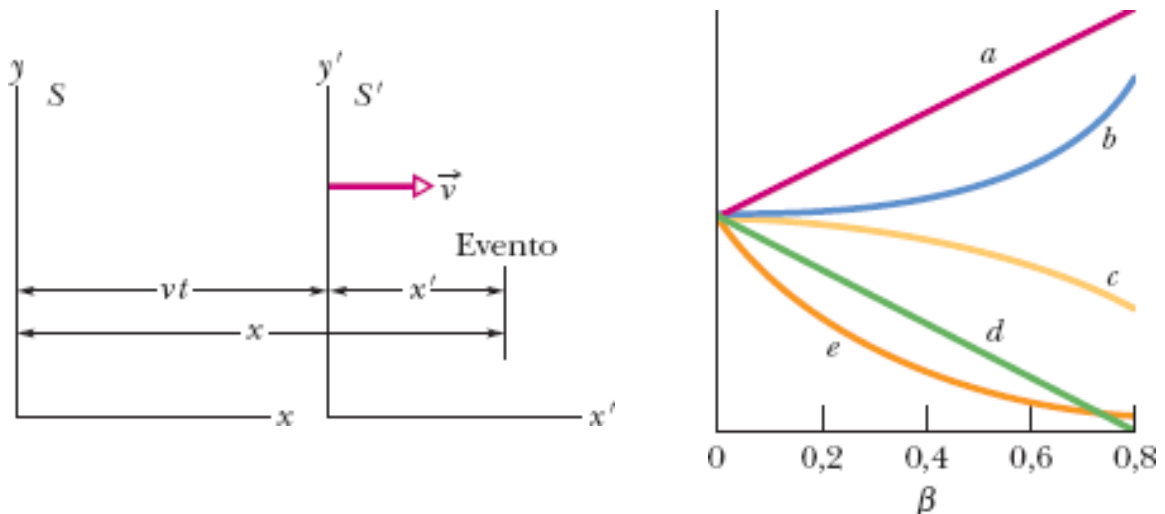
- 1 Uma barra se move com velocidade constante  $v$  ao longo do eixo  $x$  do referencial  $S$ , com a maior dimensão da barra paralela ao eixo  $x$ . Um observador estacionário em relação ao referencial  $S$  mede o comprimento  $L$  da barra. Qual das curvas da figura pode representar o comprimento  $L$  (o eixo vertical do gráfico) em função do parâmetro de velocidade  $\beta$ ?



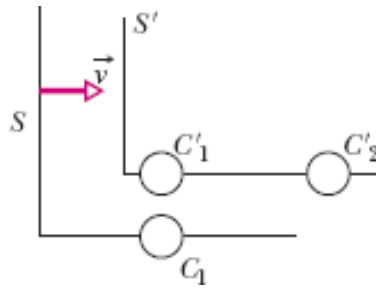
- 2 A figura mostra uma nave (cujo referencial é  $S'$ ) passando por um observador (cujo referencial é  $S$ ). Um próton é emitido com uma velocidade próxima da velocidade da luz ao longo da maior dimensão da nave, no sentido da proa para a popa. (a) A distância espacial  $\Delta x'$  entre o local em que o próton foi emitido e o local de impacto é uma grandeza positiva ou negativa? (b) A distância temporal  $\Delta t'$  entre os dois eventos é uma grandeza positiva ou negativa?



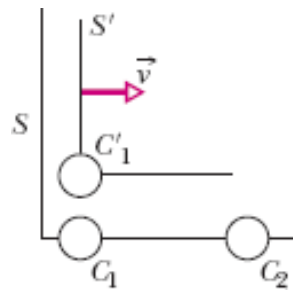
- 3 O referencial  $S'$  passa pelo referencial  $S$  a uma velocidade  $v$  ao longo da direção comum dos eixos  $x'$  e  $x$ , como na figura à esquerda. Um observador estacionário no referencial  $S'$  mede um intervalo de 25 s em seu relógio de pulso. Um observador estacionário no referencial  $S$  mede o intervalo de tempo correspondente,  $\Delta t$ . Qual das curvas da figura à direita pode representar  $\Delta t$  (o eixo vertical do gráfico) em função do parâmetro de velocidade  $\beta$ ?



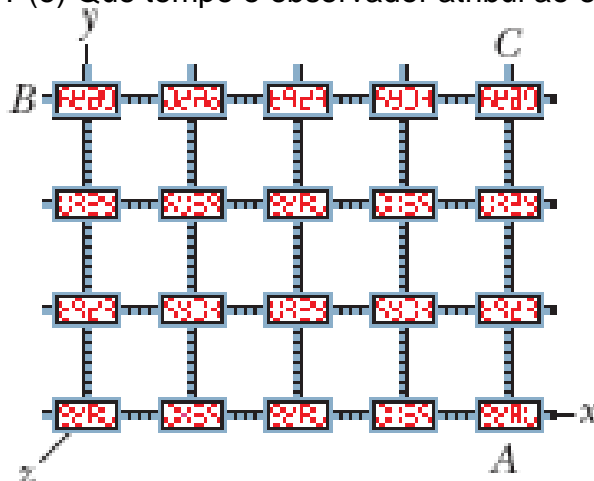
- 4 A figura mostra dois relógios no referencial estacionário  $S'$  (os dois relógios estão sincronizados nesse referencial) e um relógio situado no referencial móvel  $S$ . Os relógios  $C_1$  e  $C_1'$  indicam  $t = 0$  no momento em que passam um pelo outro. Quando os relógios  $C_1$  e  $C_2'$  passam um pelo outro, (a) qual dos relógios indica o menor tempo? (b) Qual dos relógios indica o tempo próprio?



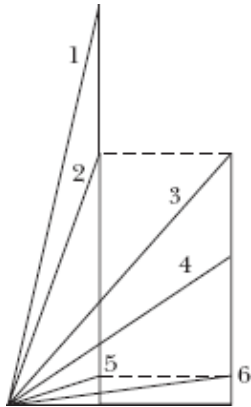
- 5 A figura abaixo mostra dois relógios situados no referencial estacionário  $S$  (os dois relógios estão sincronizados nesse referencial) e um relógio situado no referencial móvel  $S'$ . Os relógios  $C_1$  e  $C_1'$  indicam  $t = 0$  no momento em que passam um pelo outro. Quando os relógios  $C_1'$  e  $C_2'$  passam um pelo outro, (a) qual dos relógios indica o menor tempo? (b) Qual dos relógios indica o tempo próprio?



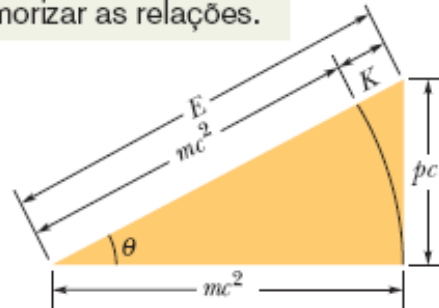
- 6 João parte de Vênus em uma espaçonave com destino a Marte e passa por Maria, que está na Terra, com uma velocidade relativa de  $0,5c$ . (a) João e Maria medem o tempo total da viagem entre Vênus e Marte. Quem mede um tempo próprio: João, Maria ou nenhum dos dois? (b) No caminho, João envia um pulso de laser para Marte. João e Maria medem o tempo de trânsito do pulso. Quem mede um tempo próprio: João, Maria ou nenhum dos dois?
- 7 O plano de régua e relógios da figura é utilizado para explicar as coordenadas espaço-temporais. As distâncias entre os centros dos relógios ao longo do eixo  $x$  é 1 segundo-luz, o mesmo acontece ao longo do eixo  $y$  e todos os relógios foram sincronizados (usando o método descrito no Módulo 37-1 do livro de texto). Quando o sinal de sincronismo de  $t = 0$  proveniente da origem chega (a) ao relógio A, (b) ao relógio B e (c) ao relógio C, que tempo deve ser registrado nesses relógios? Um evento ocorre na posição do relógio A no instante em que o relógio indica 10 s. (d) Quanto tempo o sinal do evento leva para chegar a um observador que está parado na origem? (e) Que tempo o observador atribui ao evento?



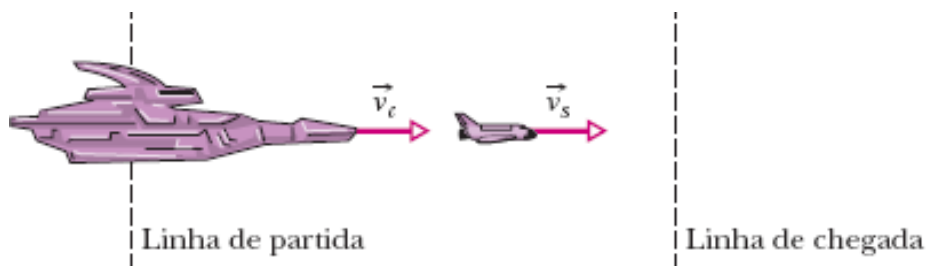
- 8 A energia de repouso e a energia total de três partículas, expressas em termos de uma certa unidade A, são, respectivamente, (1) A e 2A; (2) A e 3A; (3) 3A e 4A. Sem fazer nenhum cálculo no papel, coloque as partículas na ordem decrescente (a) da massa; (b) da energia cinética; (c) do fator de Lorentz; (d) da velocidade.
- 9 A figura da esquerda mostra o triângulo da figura da direita para seis partículas; os segmentos de reta 2 e 4 têm o mesmo comprimento. Coloque as partículas na ordem decrescente (a) da massa; (b) do módulo do momento; (c) do fator de Lorentz. (d) Determine quais são as duas partículas que têm a mesma energia total. (e) Coloque as três partículas de menor massa na ordem decrescente da energia cinética.



Esta construção ajuda a memorizar as relações.



- 10 Um astronauta está a bordo de uma espaçonave e detecta sinais transmitidos por quatro naves de salvamento que estão se aproximando ou se afastando em linha reta. Os sinais têm a mesma frequência própria  $f_0$ . As velocidades e direções das naves de salvamento em relação ao astronauta são (a)  $0,3c$  se aproximando; (b)  $0,6c$  se aproximando; (c)  $0,3c$  se afastando; (d)  $0,6c$  se afastando. Coloque as naves de salvamento na ordem decrescente das frequências recebidas pelo astronauta.
- 11 A figura mostra um dos quatro cruzadores estelares que participam de uma competição. Quando cada cruzador chega à linha de partida, lança uma pequena nave de salvamento em direção à linha de chegada. O juiz da prova está parado em relação às linhas de partida e de chegada. As velocidades  $v_c$  dos cruzadores em relação ao juiz e as velocidades  $v_s$  das naves de salvamento em relação aos cruzadores são as seguintes: (1)  $0,70c$ ,  $0,40c$ ; (2)  $0,40c$ ,  $0,70c$ ; (3)  $0,20c$ ,  $0,90c$ ; (4)  $0,50c$ ,  $0,60c$ . (a) Coloque as naves de salvamento na ordem decrescente das velocidades em relação ao juiz. (b) Coloque as naves de salvamento na ordem decrescente das distâncias entre a linha de partida e a linha de chegada medidas pelo piloto de cada nave. (c) Cada cruzador envia um sinal para sua nave de salvamento, cuja frequência é  $f_0$  no referencial do cruzador. Coloque as naves de salvamento na ordem decrescente das frequências detectadas.



# RESPOSTAS

## Capítulo 37

1. C
2. (a) negativa; (b) positiva
3. B
4. (a)  $C_1$ ; (b)  $C_1$
5. (a)  $C'_1$ ; (b)  $C'_1$
6. (a) João; (b) nenhum dos dois
7. (a) 4 s; (b) 3 s; (c) 5 s; (d) 4 s; (e) 10 s
8. (a) 3, depois 1 e 2 empatadas; (b) 2, depois 1 e 3 empatadas; (c) 2, 1, 3; (d) 2, 1, 3
9. (a) 3, 4 e 6 empatados, 1, 2 e 5 empatados; (b) 1, depois 2 e 3 empatados, 4, depois 5 e 6 empatados; (c) 1, 2, 3, 4, 5, 6; (d) 2 e 4; (e) 1, 2, 5
10. *b, a, c, d*
11. (a) 3, depois 1 e 2 empatados, 4; (b) 4, depois 1 e 2 empatados, 3; (c) 1, 4, 2, 3