

ESCOLA: _____	DATA: ____/____/____
PROFESSOR(A): _____	TURMA: _____
ESTUDANTE: _____	

Aula 02: Flash e o Espaço que Encolhe - Contração de Lorentz

ATIVIDADE DE FÍSICA MODERNA - RELATIVIDADE RESTRITA

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. De acordo com a Teoria da Relatividade Restrita, o que acontece com o comprimento de um objeto quando ele se move em velocidades próximas à da luz em relação a um observador parado?

- A) O comprimento aumenta significativamente.
- B) O comprimento permanece inalterado.
- C) O objeto se expande em todas as direções.
- D) O comprimento diminui na direção do movimento.
- E) O comprimento só muda se o objeto for feito de metal.

2. Se o Flash passar correndo por você a 99% da velocidade da luz, como a aparência dele mudaria para você, que está parado na calçada?

- A) Ele pareceria mais "fino" ou achatado no sentido da corrida.
- B) Ele pareceria mais alto.
- C) Ele pareceria mais gordo.
- D) Ele pareceria ter a mesma forma, apenas mais brilhante.
- E) Ele desapareceria completamente por se tornar tridimensional.

3. O fenômeno da contração do espaço, discutido na Aula 02, ocorre em quais dimensões do objeto em movimento?

- A) Em todas as dimensões (altura, largura e profundidade).
- B) Apenas na altura do herói.
- C) Apenas no sentido perpendicular ao movimento.
- D) Ocorre apenas no tempo, não no espaço.
- E) Apenas na direção do seu deslocamento.

4. Enquanto o Flash corre a velocidades relativísticas, o que ele percebe sobre as dimensões do seu próprio corpo?

- A) Ele sente que está sendo esmagado pela pressão do ar.
- B) Ele não percebe nenhuma mudança; para ele, seu corpo continua normal.
- C) Ele percebe que seus braços ficaram mais curtos.
- D) Ele se sente mais alto do que o normal.
- E) Ele percebe que o mundo ao seu redor se expandiu.

5. Qual o nome dado ao comprimento de um objeto medido por um observador que está em repouso em relação a esse objeto?

- A) Comprimento de Repouso (ou próprio).
- B) Comprimento Relativístico.
- C) Comprimento de Lorentz.
- D) Comprimento Dilatado.
- E) Comprimento Inercial.

6. A contração de Lorentz é uma consequência direta de qual postulado de Einstein?

- A) Da conservação da massa.
- B) Da lei da gravitação universal.
- C) Do princípio da incerteza de Heisenberg.
- D) Da relatividade da massa inercial.
- E) Da invariância da velocidade da luz para todos os observadores.

7. Imagine que o Superman voa horizontalmente a 0,9c. De acordo com o guia, o que acontece com a altura dele vista por quem está no solo?

- A) Aumenta proporcionalmente à velocidade.
- B) Diminui drasticamente.
- C) Torna-se infinita.
- D) Não sofre alteração.
- E) Depende da cor do seu uniforme.

8. No experimento sugerido do "Acordeom de Papel", o que a dobra das pontas do papel para o centro representa na física moderna?

- A) O aumento da massa do objeto.
- B) O objeto ocupando menos espaço no eixo do movimento devido à velocidade.
- C) A dilatação do tempo.
- D) A destruição física dos átomos do objeto.
- E) O aumento da temperatura por atrito.

9. Se uma régua de 30 cm está nas mãos do Flash enquanto ele corre a 0,99c, qual o comprimento que o Flash mede para sua própria régua?

- A) 30 cm.
- B) 15 cm.
- C) 1 cm.
- D) 60 cm.
- E) 0 cm.

10. Por que os simuladores de física clássica (como o do caixote acelerando) geralmente não mostram a contração de Lorentz?

- A) Porque o computador não tem potência para esse cálculo.
- B) Porque a contração só acontece no vácuo.
- C) Porque a força aplicada anula a contração.
- D) Porque o caixote é pequeno demais para ser afetado.
- E) Porque a física clássica assume que o espaço é absoluto e imutável.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. Uma nave kryptoniana tem 100 metros de comprimento em repouso. Se ela passar pela Terra a uma velocidade onde o fator de contração $((cid:214)(1-v^2/c^2))$ é 0,5, qual será o comprimento medido pelos cientistas na Terra?

- A) 50 metros.
- B) 200 metros.
- C) 100 metros.
- D) 75 metros.
- E) 25 metros.

12. O guia menciona que uma nave de 20 metros viajando a 250.000 km/s seria vista da Terra com um comprimento reduzido. Qual o valor aproximado desse comprimento segundo os cálculos relativísticos apresentados?

- A) 5 metros.
- B) 11,1 metros.
- C) 15,5 metros.
- D) 19,9 metros.
- E) 20 metros (não muda).

13. Sobre a natureza da contração do espaço, é correto afirmar que:

- A) É um efeito mecânico onde os átomos são fisicamente espremidos.
- B) É uma propriedade do espaço-tempo e depende do referencial do observador.
- C) Ocorre apenas com objetos sólidos, não afetando gases ou luz.
- D) Só pode ser observada em objetos que possuem carga elétrica.
- E) É uma ilusão de óptica causada pela poeira espacial.

14. Se o Flash corre em direção a um túnel, a contração do espaço garante que:

- A) O tempo passe mais rápido para ele.
- B) A velocidade da luz medida por ele seja diferente da medida por quem está no túnel.
- C) Ele ganhe energia infinita ao encolher.
- D) A velocidade da luz continue sendo a mesma (c) para todos os observadores.
- E) O túnel pareça maior para ele do que para quem está parado.

15. Analisando a equação $L = L'((cid:214)(1 - v^2/c^2))$, o que acontece com o comprimento observado (L) quando a velocidade v se aproxima da velocidade da luz c?

- A) L tende ao comprimento de repouso L' .
- B) L tende ao infinito.
- C) L torna-se um valor negativo.
- D) L tende a zero.
- E) L dobra de valor.

16. Dois foguetes, A e B, passam pela Terra. O foguete A viaja a 0,5c e o B a 0,9c. Ambos possuem 50 metros de comprimento de repouso. Para um observador na Terra:

- A) O foguete A parecerá mais curto que o B.
- B) Ambos parecerão ter 50 metros.
- C) Ambos parecerão ter 100 metros.
- D) O comprimento de ambos aumentará.
- E) O foguete B parecerá mais curto que o A.

17. O "Paradoxo do Túnel" (ou do celeiro) questiona se o Flash, ao encolher relativisticamente, caberia dentro de um túnel menor que seu tamanho de repouso. A solução desse paradoxo na relatividade reside no fato de que:

- A) O Flash realmente fica menor e ponto final.
- B) O túnel se expande para acomodar o herói.
- C) A simultaneidade de fechar as portas é relativa ao referencial.
- D) A gravidade impede que o Flash entre no túnel.
- E) A relatividade não se aplica a objetos macroscópicos.

18. Um observador parado vê o Flash segurando uma lança de 2 metros na horizontal. Se o Flash corre a 0,8c (onde o fator $((cid:214)(1-v^2/c^2))$ é 0,6), qual o comprimento da lança medido pelo observador?

- A) 2,0 m.
- B) 1,6 m.
- C) 1,2 m.
- D) 0,8 m.
- E) 0,6 m.

19. Se o Flash correr verticalmente (subindo um prédio) a velocidades próximas à da luz, um observador no chão notará que:

- A) Sua altura diminuiu.
- B) Sua largura (ombros) diminuiu.
- C) Ele ficou mais gordo.
- D) Nada mudou em sua aparência física.
- E) Ele se tornou invisível.

20. A contração de Lorentz é importante para a astrofísica porque explica por que partículas de alta velocidade:

- A) Duram menos tempo do que o esperado.
- B) Tornam-se buracos negros instantaneamente.
- C) Brilham mais intensamente.
- D) Perdem toda sua massa ao viajar.
- E) Conseguem atravessar distâncias galácticas que, em seu referencial, parecem muito mais curtas.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. A Teoria da Relatividade Restrita de Einstein revolucionou a compreensão do espaço e do tempo. Um dos efeitos previstos é a contração do comprimento. Imagine que uma civilização alienígena envie uma sonda de 100 m de comprimento que passa pela Terra a 0,6c. Um cientista terrestre mede o comprimento da sonda, enquanto um computador a bordo da sonda faz a mesma medida. Sobre essas medições, é correto afirmar que:

- A) Ambos medirão 100 m, pois o comprimento é uma grandeza absoluta.
- B) O cientista medirá um valor maior que 100 m devido ao efeito Doppler.
- C) O cientista medirá um valor menor que 100 m, enquanto o computador medirá exatos 100 m.
- D) O computador medirá um valor menor que 100 m porque a sonda encolhe para quem está dentro.
- E) As medidas serão impossíveis, pois a luz da sonda não chegaria à Terra.

22. Se um herói viaja em uma nave a uma velocidade tal que o fator de Lorentz γ é igual a 2,0 (o que ocorre a aproximadamente 0,866c), como as distâncias no universo à sua frente parecerão para ele?

- A) Parecerão ter o dobro do tamanho original.
- B) Parecerão ter exatamente o tamanho original.
- C) Parecerão ter metade do tamanho original.
- D) Parecerão ter 1/4 do tamanho original.
- E) Parecerão infinitas.

23. Considere o gráfico do comprimento L de uma nave em função de sua velocidade v . À medida que v aumenta de 0 até valores muito próximos de c (300.000 km/s), o gráfico apresentará o seguinte comportamento:

- A) Uma reta crescente que parte da origem.
- B) Uma reta horizontal, indicando constância.
- C) Uma curva decrescente que toca o eixo das velocidades no ponto $v = c$.
- D) Uma parábola com concavidade voltada para cima.
- E) Uma curva que cresce exponencialmente.

24. O Flash precisa atravessar um túnel de 10 metros. Em repouso, o Flash mede exatamente 1,80 m. Se ele correr a uma velocidade onde o fator de contração é 0,1, ele parecerá ter apenas 18 cm para quem está no túnel. Contudo, para o Flash:

- A) O túnel continua tendo 10 metros.
- B) O túnel encolhe para apenas 1 metro de comprimento.
- C) O túnel aumenta para 100 metros.
- D) O tempo no túnel para completamente.
- E) Ele se sente 10 vezes maior que o túnel.

25. A contração do comprimento não é percebida em nosso cotidiano (carros, aviões, atletas) porque:

- A) A atmosfera da Terra impede a contração.
- B) Os objetos do cotidiano não são feitos de partículas elementares.
- C) A visão humana compensa automaticamente o efeito.
- D) Nossas velocidades são extremamente baixas comparadas à da luz, tornando o fator $(1-v^2/c^2)$ praticamente igual a 1.
- E) O campo magnético da Terra anula o efeito de Lorentz.

26. Do ponto de vista de um muão (partícula subatômica) que viaja quase à velocidade da luz em direção ao solo terrestre, a razão pela qual ele consegue chegar à superfície antes de decair é que:

- A) A distância entre o topo da atmosfera e o solo sofre uma contração, tornando a viagem mais curta no referencial da partícula.
- B) O tempo para ele passa mais rápido.
- C) Ele ganha energia extra ao colidir com o ar.
- D) A gravidade o puxa com força superior à luz.
- E) O muão não ocupa espaço no universo.

27. Se o Superman pudesse viajar a uma velocidade onde $\gamma = 10$, uma distância de 100 anos-luz (medida da Terra) seria percorrida por ele, em seu referencial, como se fosse uma distância de:

- A) 1000 anos-luz.
- B) 100 anos-luz.
- C) 10 anos-luz.
- D) 1 ano-luz.
- E) 0,1 ano-luz.

28. No debate proposto na Aula 02 sobre fechar as portas de um túnel com o Flash dentro, a conclusão física correta no referencial do Flash é:

- A) As portas nunca fecham.
- B) As portas fecham em momentos diferentes (não simultâneos), permitindo que ele passe sem ser preso.
- C) O túnel se quebra devido à sua supervelocidade.
- D) Ele atravessa as portas por efeito túnel quântico.
- E) Ele para o tempo para as portas não fecharem.

29. A contração de Lorentz afeta a densidade aparente de um objeto em movimento para um observador parado porque:

- A) A massa diminui e o volume aumenta.
- B) O volume permanece o mesmo, mas a massa desaparece.
- C) Os átomos se afastam uns dos outros.
- D) O objeto perde calor e se contrai termicamente.
- E) A massa aumenta e o volume (na direção do movimento) diminui, tornando o objeto "mais denso" para o observador.

30. Qual das alternativas abaixo melhor resume a visão da Física Moderna sobre o espaço, conforme apresentado na Aula 02?

- A) O espaço é um palco fixo onde os heróis se movem.
- B) O comprimento de um objeto é uma propriedade intrínseca que não depende de quem o mede.
- C) A contração do espaço é apenas um erro de medida dos instrumentos.
- D) O espaço é elástico e suas medidas de comprimento dependem do estado de movimento do observador.
- E) Objetos em alta velocidade ocupam mais espaço do que objetos parados.

1. **D** — Contração ocorre apenas na direção do movimento.
2. **A** — Herói parece achatado ou mais fino para quem vê passar.
3. **E** — Dimensões perpendiculares ao movimento não mudam.
4. **B** — No referencial próprio, medidas são normais.
5. **A** — Definição técnica de comprimento medido no repouso.
6. **E** — Para que luz tenha mesma velocidade para todos, espaço e tempo devem se ajustar.
7. **D** — Altura é perpendicular ao movimento horizontal, permanece constante.
8. **B** — Representação visual do objeto ocupando menos espaço no eixo x.
9. **A** — No referencial do Flash, ele e régua estão parados entre si; mede comprimento de repouso.
10. **E** — Física clássica trabalha com ideia de espaço absoluto.
11. **A** — $L=100 \cdot 0,5=50$ m.
12. **B** — Dado direto do Quadro 2.2 do livro base.
13. **B** — Não é pressão física, mas alteração na medida do espaço-tempo entre referenciais.
14. **D** — Espaço e tempo mudam para preservar constância de c.
15. **D** — Se $v \rightarrow 0$, termo da raiz tende a zero, logo comprimento tende a zero.
16. **E** — Quanto maior velocidade, maior contração observada.
17. **C** — Solução envolve relatividade da simultaneidade.
18. **C** — $L=2,0 \cdot 0,6=1,2$ m.
19. **A** — Se movimento é vertical, contração ocorre na dimensão vertical.
20. **E** — Aplicação clássica da relatividade em viagens espaciais e partículas.
21. **C** — Medidas de comprimento são relativas ao referencial; repouso mede valor real.
22. **C** — Se $\gamma=2$, fator de contração $1/\gamma=0,5$. Distâncias encolhem pela metade.
23. **C** — Comportamento da função raiz quadrada negativa; zera quando $v=c$.
24. **B** — Para o Flash, mundo (e túnel) é que se movem em sua direção, sofrendo contração.
25. **D** — Efeitos relativísticos só notáveis em frações consideráveis de c.
26. **A** — Explicação padrão do ENEM para trajeto de partículas cósmicas.
27. **C** — $L=100/10=10$ anos-luz (Contração da distância para viajante).
28. **B** — Herói não fica preso porque portas não fecham ao mesmo tempo para ele.
29. **E** — Embora massa de repouso seja mesma, massa inercial cresce e volume diminui.
30. **D** — Síntese do conceito de espaço elástico da relatividade.