

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: _____

ESTUDANTE: _____

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

ATIVIDADE DE FÍSICA MODERNA - RELATIVIDADE RESTRITA

■ I. 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 comprimento diminui na direção do movimento.
- d) O objeto se expande em todas as direções.
- 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 alto.
- b) Ele pareceria mais "fino" ou achatado no sentido da corrida.
- 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 na direção do seu deslocamento.
- d) Apenas no sentido perpendicular ao movimento.
- e) Ocorre apenas no tempo, não no espaço.

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 percebe que seus braços ficaram mais curtos.
- c) Ele não percebe nenhuma mudança; para ele, seu corpo continua normal.
- 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 Relativístico.
- b) Comprimento de Lorentz.
- c) Comprimento de Repouso (ou próprio).
- 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 invariância da velocidade da luz para todos os observadores.
- c) Da lei da gravitação universal.
- d) Do princípio da incerteza de Heisenberg.
- e) Da relatividade da massa inercial.

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) Não sofre alteração.
- d) Torna-se infinita.
- 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) A dilatação do tempo.
- c) O objeto ocupando menos espaço no eixo do movimento devido à velocidade.
- 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) 15 cm.
- b) 1 cm.
- c) 30 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 física clássica assume que o espaço é absoluto e imutável.
- c) Porque a contração só acontece no vácuo.
- d) Porque a força aplicada anula a contração.
- e) Porque o caixote é pequeno demais para ser afetado.

■ II. 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 ($\sqrt{1-v^2/c^2}$) é 0,5, qual será o comprimento medido pelos cientistas na Terra?

- a) 200 metros.
- b) 100 metros.
- c) 75 metros.
- d) 50 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) A velocidade da luz continue sendo a mesma (c) para todos os observadores.
- d) Ele ganhe energia infinita ao encolher.
- e) O túnel pareça maior para ele do que para quem está parado.

15. Analisando a equação $L = L' \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$, 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 tende a zero.
- d) L torna-se um valor negativo.
- 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) O foguete B parecerá mais curto que o A.
- c) Ambos parecerão ter 50 metros.
- d) Ambos parecerão ter 100 metros.
- e) O comprimento de ambos aumentará.

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) A simultaneidade de fechar as portas é relativa ao referencial.
- c) O túnel se expande para acomodar o herói.
- 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 $\sqrt{1-v^2/c^2}$ 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 largura (ombros) diminuiu.
- b) Sua altura 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) Conseguem atravessar distâncias galácticas que, em seu referencial, parecem muito mais curtas.
- c) Tornam-se buracos negros instantaneamente.
- d) Brilham mais intensamente.
- e) Perdem toda sua massa ao viajar.

■ III. DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS - ENEM)

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 menor que 100 m, enquanto o computador medirá exatos 100 m.
- c) O cientista medirá um valor maior que 100 m devido ao efeito Doppler.
- 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) Nossas velocidades são extremamente baixas comparadas à da luz, tornando o fator $\sqrt{1-v^2/c^2}$ praticamente igual a 1.
- c) Os objetos do cotidiano não são feitos de partículas elementares.
- d) A visão humana compensa automaticamente o efeito.
- 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) O tempo para ele passa mais rápido.
- b) A distância entre o topo da atmosfera e o solo sofre uma contração, tornando a viagem mais curta no referencial da partícula.
- 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) A massa aumenta e o volume (na direção do movimento) diminui, tornando o objeto "mais denso" para o observador.
- c) O volume permanece o mesmo, mas a massa desaparece.
- d) Os átomos se afastam uns dos outros.
- e) O objeto perde calor e se contrai termicamente.

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 espaço é elástico e suas medidas de comprimento dependem do estado de movimento do observador.
- c) O comprimento de um objeto é uma propriedade intrínseca que não depende de quem o mede.
- d) A contração do espaço é apenas um erro de medida dos instrumentos.
- e) Objetos em alta velocidade ocupam mais espaço do que objetos parados.

1. C — Contração ocorre apenas na direção do movimento.
2. B — Herói parece achatado ou mais fino para quem vê passar.
3. C — Dimensões perpendiculares ao movimento não mudam.
4. C — No referencial próprio, medidas são normais.
5. C — Definição técnica de comprimento medido no repouso.
6. B — Para que luz tenha mesma velocidade para todos, espaço e tempo devem se ajustar.
7. C — Altura é perpendicular ao movimento horizontal, permanece constante.
8. C — Representação visual do objeto ocupando menos espaço no eixo x.
9. C — No referencial do Flash, ele e régua estão parados entre si; mede comprimento de repouso.
10. B — Física clássica trabalha com ideia de espaço absoluto.
11. D — $L=100-0,5=50$ 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. C — Espaço e tempo mudam para preservar constância de c.
15. C — Se $v \rightarrow c$, termo da raiz tende a zero, logo comprimento tende a zero.
16. B — Quanto maior velocidade, maior contração observada.
17. B — Solução envolve relatividade da simultaneidade.
18. C — $L=2-0-0,6=1,2$ m.
19. B — Se movimento é vertical, contração ocorre na dimensão vertical.
20. B — Aplicação clássica da relatividade em viagens espaciais e partículas.
21. B — 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. B — Efeitos relativísticos só notáveis em frações consideráveis de c.
26. B — 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. B — Embora massa de repouso seja mesma, massa inercial cresce e volume diminui.
30. B — Síntese do conceito de espaço elástico da relatividade.