

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: _____

ESTUDANTE: _____

■ Aula 04: Flash e o Limite Cósmico - Massa e Energia Infinitas

ATIVIDADE DE FÍSICA MODERNA - RELATIVIDADE

■ I. APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. De acordo com a física de Einstein trabalhada na Aula 04, o que acontece com a massa inercial (resistência ao movimento) de um herói como o Flash conforme ele corre cada vez mais rápido?

- a) A massa diminui para facilitar a velocidade.
- b) A massa permanece rigorosamente a mesma em qualquer velocidade.
- c) A massa inercial aumenta conforme a velocidade cresce.
- d) A massa inercial oscila aleatoriamente.
- e) A massa só aumenta se o Flash estiver carregando um objeto.

2. Qual é a velocidade limite que um corpo que possui massa, como o Superman ou o Flash, nunca consegue atingir no vácuo?

- a) 340 m/s (velocidade do som).
- b) 1.000.000 km/h.
- c) 300.000 km/s (velocidade da luz, c).
- d) A velocidade de escape da Terra.
- e) 150.000 km/s.

3. O que aconteceria com a massa do Flash se ele conseguisse, hipoteticamente, atingir exatamente a velocidade da luz?

- a) Ela se tornaria nula.
- b) Ela se tornaria infinita.
- c) Ela se transformaria em som.
- d) Ela ficaria igual a 1 kg.
- e) Ele dobraria de tamanho físico.

4. Na física moderna, a energia usada pelo Flash para acelerar não aumenta apenas sua velocidade, mas começa a se transformar em:

- a) Calor insuportável.
- b) Massa inercial (resistência).
- c) Luz colorida.
- d) Ondas de rádio.
- e) Matéria escura.

5. Se o Flash tem 70 kg em repouso e corre a 90% da velocidade da luz, sua massa inercial sobe para aproximadamente 175 kg. Isso significa que:

- a) Ele engordou porque comeu muitos hambúrgueres.
- b) Ele ganhou novos átomos em seu corpo.
- c) Ficou mais difícil para a natureza continuar acelerando o herói.
- d) Ele ficou mais alto.
- e) Sua gravidade diminuiu.

6. Segundo Stephen Hawking, citado no guia, por que é impossível acelerar um objeto até a velocidade da luz?

- a) Porque não existem motores rápidos o suficiente.
- b) Porque seria necessária uma quantidade infinita de energia.
- c) Porque o objeto derreteria antes.
- d) Porque o tempo pararia para o motor.
- e) Porque a luz fugiria do objeto.

7. No experimento da "Resistência da Inércia" (mochila com livros), o ganho de massa do Flash é comparado a:

- a) Retirar livros da mochila conforme corre.
- b) Adicionar "livros invisíveis" (inércia) que tornam o empurrão final impossível.
- c) Correr com a mochila nas mãos em vez de nas costas.
- d) Jogar a mochila fora para ir mais rápido.
- e) Trocar a mochila por um balão de hélio.

8. O termo "massa de repouso" refere-se à massa do herói quando ele está:

- a) Dormindo após uma batalha.
- b) Parado em relação ao observador.
- c) Correndo na velocidade do som.
- d) Viajando em um buraco de minhoca.
- e) Em queda livre no vácuo.

9. Por que não percebemos o aumento de massa em carros ou aviões no nosso dia a dia?

- a) Porque o aumento é tão minúsculo que não pode ser medido por escalas comuns.
- b) Porque carros não têm energia suficiente.
- c) Porque a lei de Einstein só vale para o espaço.
- d) Porque a massa só aumenta em super-heróis.
- e) Porque o atrito com o ar anula o efeito.

10. A dificuldade que a natureza impõe para que o Flash continue acelerando perto de c é chamada de:

- a) Atrito galáctico.
- b) Inércia relativística.
- c) Força centrípeta.
- d) Empuxo de luz.
- e) Pressão de radiação.

■ II. TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. Considere o Flash com massa de repouso de 70 kg. Ao atingir 99,99% da velocidade da luz, sua massa inercial passa a ser de 5 toneladas. Qual o aumento aproximado de massa em relação ao valor original?

- a) Cerca de 2 vezes.
- b) Cerca de 10 vezes.
- c) Cerca de 70 vezes.
- d) Cerca de 500 vezes.
- e) Cerca de 1.000 vezes.

12. Analisando a simulação do "Ciclista" no guia, se o Flash tentasse manter uma aceleração constante perto da velocidade da luz, a produção de calor e o consumo de energia química seriam:

- a) Menores, pois a luz não gera calor.
- b) Constantes, independentemente da velocidade.
- c) Extremos, pois a energia fornecida geraria cada vez menos velocidade e mais inércia.
- d) Nulos, pois ele estaria em "vácuo quântico".
- e) Limitados pela bateria do gerador.

13. No "Quadro 2.5", se o Flash atingir 70% da velocidade da luz, sua massa inercial aumenta. Esse fenômeno é causado por:

- a) Acúmulo de poeira espacial no uniforme.
- b) A energia cinética adicionada ao sistema manifestando-se como massa.
- c) Um erro de medida do relógio de pulso.
- d) A contração do tempo que "pesa" sobre o corpo.
- e) A influência da criptonita.

14. A expressão "denominador próximo de zero" é usada para explicar matematicamente por que a massa tende ao infinito. Isso ocorre na equação da massa relativística quando:

- a) v é muito menor que c .
- b) v é igual a zero.
- c) v se aproxima da velocidade da luz (c).
- d) c aumenta para o dobro.
- e) A massa de repouso é muito grande.

15. Se o Flash ganha massa inercial ao correr, mas o guia reforça que ele não "ganha átomos extras", podemos concluir que:

- a) A massa é uma ilusão de óptica.
- b) O número de partículas (prótons, nêutrons) é constante, mas a resistência delas à mudança de movimento aumenta com a energia.
- c) Os átomos dele ficam maiores e mais pesados.
- d) Os átomos se multiplicam e depois somem.
- e) Ele absorve matéria escura do ambiente.

16. O "Limite de Einstein" afirma que apenas um tipo de entidade pode viajar exatamente a 300.000 km/s. Qual?

- a) Super-heróis com anéis de poder.
- b) Partículas que não possuem massa de repouso, como os fótons (luz).
- c) Naves espaciais com combustível de antimatéria.
- d) Planetas em órbitas elípticas.
- e) Elétrons acelerados em pilhas comuns.

17. O aumento da massa relativística implica que, para dobrar a velocidade de um corpo que já está a 99% de c:

- a) Basta aplicar a mesma força inicial.
- b) É necessário muito menos esforço.
- c) É necessário uma força infinitamente maior do que a usada em baixas velocidades.
- d) A força deve ser negativa.
- e) A velocidade não pode ser dobrada, pois ultrapassaria o limite.

18. Qual das alternativas melhor descreve a relação entre energia e massa conforme o tópico 2.8?

- a) Energia e massa não têm relação.
- b) Energia gasta para acelerar "pesa", transformando-se em massa inercial.
- c) Massa pode ser criada do nada sem energia.
- d) A massa diminui quando a energia cinética aumenta.
- e) A luz é feita de massa pura e sólida.

19. Um vilão tenta parar o Flash que corre a 0,99c. Ele sentirá que está tentando empurrar:

- a) Um homem comum de 70 kg.
- b) Um objeto extremamente leve.
- c) Um objeto com a inércia de um caminhão ou navio, devido à massa relativa.
- d) Nada, pois o Flash é imaterial nessa velocidade.
- e) Um feixe de luz sem peso.

20. O que o guia chama de "Supercampo Gravitacional" (tópico 2.9) seria uma consequência de:

- a) O Flash ter superpoderes magnéticos.
- b) O aumento drástico da massa do herói, que geraria uma atração gravitacional intensa ao seu redor.
- c) O Flash estar carregando um buraco negro.
- d) A velocidade do som sendo ultrapassada.
- e) O vácuo criado atrás da corrida.

■ III. DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS - ENEM)

21. A Teoria da Relatividade Restrita prevê que a massa inercial de um objeto depende de sua velocidade. No Grande Colisor de Hádrons (LHC), prótons são acelerados até 99,9999991% da velocidade da luz. Nessa situação, a energia fornecida aos prótons pela rede elétrica é convertida majoritariamente em:

- a) Aumento da carga elétrica das partículas.
- b) Aumento da velocidade linear além de c.
- c) Ganho de massa inercial, dificultando acelerações posteriores.
- d) Emissão de ondas sonoras de alta frequência.
- e) Diminuição do tempo de vida das partículas.

22. Se um gráfico representasse a Massa Inercial (M) no eixo y e a Velocidade (v) no eixo x, partindo do repouso até c, a curva seria:

- a) Uma reta crescente constante.
- b) Uma reta horizontal.
- c) Uma curva que sobe suavemente e explode verticalmente (assíntota) ao chegar perto de c.
- d) Uma parábola com concavidade para baixo.
- e) Uma curva decrescente que toca o zero.

23. O Flash, ao correr a 99,99% c, atinge uma massa inercial de 5 toneladas. Se ele passasse raspando por um carro estacionado em Central City, o efeito físico mais provável, considerando o tópico 2.9, seria:

- a) O carro ser repellido por magnetismo.
- b) O carro ser atraído violentamente em direção ao Flash devido ao campo gravitacional temporário gerado pela massa inercial do herói.
- c) O carro encolher espontaneamente.
- d) Nada acontecería, pois massa inercial não gera gravidade.
- e) O carro explodiria devido ao som.

24. Analise a afirmação: "A velocidade da luz é um limite de velocidade, mas também um limite de energia". Esta frase é verdadeira porque:

- a) A luz gasta toda a energia do universo para se mover.
- b) Para levar qualquer corpo com massa até c, seria necessário converter toda a energia do universo e ainda não seria suficiente, pois a massa seria infinita.
- c) A luz não tem energia.
- d) A energia diminui conforme chegamos perto de c.
- e) O universo tem energia infinita disponível.

25. No referencial do Flash, enquanto ele corre a 0,99c, ele olha para suas próprias mãos. O que ele observa em relação à sua própria massa e dificuldade de movimento?

- a) Ele sente seus braços pesarem toneladas.
- b) Ele sente que está ficando mais leve.
- c) Ele não sente nenhuma mudança; no seu referencial próprio, sua massa e movimentos são normais.
- d) Ele sente que o tempo parou para seus músculos.
- e) Ele percebe que seus átomos se multiplicaram.

26. A impossibilidade de partículas com massa atingirem c é o que garante que a causalidade (causa antes do efeito) seja mantida no universo. Se o Flash ultrapassasse c:

- a) Ele apenas chegaria mais rápido.
- b) Ele ganharia massa negativa.
- c) As equações de Einstein resultariam em números imaginários, sugerindo uma violação das leis conhecidas do espaço-tempo.
- d) O universo dobraria de tamanho.
- e) Ele se transformaria em um fóton gigante.

27. Se a massa inercial do Flash aumenta com a velocidade, por que ele continua conseguindo correr? Sob a ótica da física moderna aplicada ao herói, isso sugere que:

- a) Ele ignora as leis da física.
- b) A fonte de energia dele (Força de Aceleração) deve ser capaz de fornecer potências colossais, quase ilimitadas, para compensar o aumento da inércia.
- c) Ele perde massa de repouso para compensar.
- d) Ele corre em um espaço onde c é maior.
- e) Ele usa a gravidade para se empurrar.

28. Partículas chamadas muões são produzidas na alta atmosfera e viajam a 0,99c. Se considerarmos apenas a física clássica de Newton, sua massa seria constante. Na física relativística, porém, sua "resistência" ao choque com moléculas de ar é muito maior. Isso ocorre porque:

- a) O ar fica mais denso.
- b) A velocidade aumenta o atrito.
- c) A energia cinética dessas partículas contribui para sua massa total (relativística).
- d) Elas viajam no tempo.
- e) Elas perdem carga elétrica.

29. O paradoxo de um "corpo infinito" na velocidade da luz indica que o espaço e o tempo também devem chegar a limites. Para a luz, o tempo:

- a) Passa muito rápido.
- b) Não passa (está congelado) e a distância é zero, o que condiz com a massa não existir para o fóton.
- c) É o mesmo que na Terra.
- d) Corre para trás.
- e) Depende da cor do fóton.

30. Qual seria a principal lição da Aula 04 para um aluno que deseja entender as viagens espaciais do futuro?

- a) Podemos viajar a qualquer velocidade, basta querer.
- b) O limite de velocidade da luz é um desafio de engenharia e energia, pois a inércia aumenta drasticamente perto de c.
- c) Naves espaciais ficam mais leves no vácuo.
- d) O combustível é o único problema, a massa nunca muda.
- e) Einstein estava errado sobre o limite de velocidade.

1. C — Conceito básico de massa relativística: velocidade gera inércia.
2. C — Velocidade da luz é limite absoluto para matéria.
3. B — Massa explode matematicamente ao chegar em c .
4. B — Equivalência onde energia vira resistência ao movimento.
5. C — Inércia é medida da dificuldade de acelerar.
6. B — Requisito energético impossível para universo prover.
7. B — Analogia didática para ganho de peso inercial invisível.
8. B — Definição de massa de repouso (m_0).
9. A — Em velocidades baixas ($v \ll c$), efeito é desprezível.
10. B — Nome técnico para resistência física em altas velocidades.
11. C — De 70kg para 5.000kg é aumento de aproximadamente 71 vezes.
12. C — Conexão com simulador: esforço máximo gera pouco ganho de velocidade.
13. B — Massa e energia são faces da mesma moeda conforme $E=mc^2$.
14. C — Na fórmula, $1-(v/c)^2$ tende a zero quando $v \rightarrow c$, resultado tende ao infinito.
15. B — Herói não engorda; propriedade física da inércia é que se altera.
16. B — Somente o que não tem massa de repouso viaja a c .
17. C — Quanto mais massa (inércia), mais força é necessária para mesmo ganho de a .
18. B — Explicação de Hawking sobre transformação da energia em inércia.
19. C — Para vilão, Flash tem pegada de objeto massivo devido à velocidade.
20. B — Gravidade depende de massa; se massa inercial cresce, campo também cresce.
21. C — Aplicação real da relatividade em aceleradores de partículas.
22. C — Comportamento assintótico da função gama relativística.
23. B — Consequência da Relatividade Geral: massa inercial atrai outros corpos.
24. B — Raciocínio sobre finitude dos recursos do universo perante inércia infinita.
25. C — Princípio da Relatividade: leis são mesmas no próprio referencial.
26. C — Limite matemático das equações de Lorentz/Einstein.
27. B — Necessidade de fontes colossais de energia para supervalocidades.
28. C — Explicação da dinâmica de partículas em altas energias.
29. B — No limite de c , tempo e espaço colapsam para a luz.
30. B — Síntese da aula: barreira da luz é física, energética e inercial.