

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: _____

ESTUDANTE: _____

■ Aula 03: Flash e o Limite Cósmico

ATIVIDADE BASEADA NA OBRA "A FÍSICA E OS SUPER-HERÓIS"

Habilidades BNCC: Relatividade e Massa Inercial

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCIL)

1. De acordo com a Física de Einstein trabalhada em aula, o que acontece com a massa inercial de um corpo (como o Flash) quando sua velocidade aumenta drasticamente?

- A) A massa diminui, pois o herói fica mais "leve" para correr.
- B) A massa permanece sempre constante, independentemente da velocidade.
- C) A massa aumenta, tornando o herói mais difícil de acelerar.
- D) A massa se transforma integralmente em luz.
- E) A massa desaparece quando ele atinge a velocidade do som.

2. Qual é o valor aproximado da velocidade da luz (c) no vácuo, considerada o limite intransponível para qualquer corpo com massa?

- A) 1.080 km/h
- B) 300 m/s
- C) 300.000 km/s
- D) 300.000 m/s
- E) 1.000.000 km/h

3. A famosa fórmula de Einstein, $E=mc^2$, estabelece que:

- A) Energia e massa são grandezas independentes.
- B) A energia é igual à massa multiplicada pelo tempo.
- C) Energia e massa são "duas faces da mesma moeda" e podem se converter uma na outra.
- D) A massa de um corpo depende apenas da gravidade do planeta.
- E) O Flash ganha massa porque come muitos carboidratos.

4. Se o Flash está em repouso (parado), sua massa é chamada de massa de repouso (m_0). Segundo o livro, qual o valor da massa de repouso de Barry Allen?

- A) 100 kg
- B) 70 kg
- C) 5 toneladas
- D) 160 kg
- E) Zero

5. Quando o Flash corre a velocidades próximas à da luz, ele ganha "massa extra". Isso significa que:

- A) Ele ganha mais átomos e células em seu corpo.
- B) Ele fica visivelmente mais gordo.
- C) Sua resistência ao movimento (inércia) aumenta.
- D) Seus músculos crescem instantaneamente.
- E) Ele se transforma em um gigante.

6. Por que o Flash nunca conseguiria atingir exatamente a velocidade da luz (c)?

- A) Porque ele ficaria sem fôlego antes disso.
- B) Porque sua massa se tornaria infinita, exigindo uma energia infinita para acelerar.
- C) Porque a aura antiatrito não funciona no vácuo.
- D) Porque ele voltaria no tempo e se encontraria com ele mesmo.
- E) Porque a luz corre mais rápido que os pensamentos dele.

7. De acordo com o Guia de Atividades, o que o Flash precisa consumir em grandes quantidades para sustentar a energia necessária para suas corridas?

- A) Apenas água.
- B) Luz solar amarela.
- C) Milhares de calorias (como hambúrgueres).
- D) Eletricidade das tomadas de Central City.
- E) Ar comprimido.

8. O aumento da massa de um corpo com a velocidade é um conceito da:

- A) Mecânica Clássica de Newton.
- B) Teoria da Relatividade de Einstein.
- C) Lei da Gravitação Universal.
- D) Biomecânica aplicada.
- E) Termodinâmica dos fluidos.

9. No simulador PhET "Formas e Transformações de Energia", ao alimentarmos o ciclista, a energia química se transforma em energia mecânica. No caso do Flash atingindo o limite cósmico, essa energia se transforma em:

- A) Som e calor apenas.
- B) Massa inercial extra.
- C) Força gravitacional.
- D) Novos planetas.
- E) Energia potencial elástica.

10. Qual destas evidências reais do mundo físico comprova a teoria da relatividade citada no livro?

- A) A cor vermelha do sol de Krypton.
- B) O uso de relógios atômicos em aviões e satélites.
- C) A existência de esteiras ergométricas.
- D) O recorde mundial de Usain Bolt.
- E) A quebra da barreira do som por aviões a jato.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIO)

11. Se a massa de repouso do Flash é 70 kg e, ao correr a 70% da velocidade da luz, sua massa inercial passa a ser de 100 kg, quantos quilos de "massa relativa" ele ganhou puramente pelo movimento?

- A) 170 kg
- B) 100 kg
- C) 30 kg
- D) 70 kg
- E) 10 kg

12. Conforme o tópico 2.7 do livro, se o Flash atingir 90% da velocidade da luz, sua massa inercial salta de 70 kg para 160 kg. Isso implica que:

- A) Ele ficou mais de duas vezes mais "difícil de empurrar" ou acelerar.
- B) Ele perdeu massa inercial.
- C) Sua velocidade diminuiu pela metade.
- D) Ele se transformou em energia pura.
- E) A gravidade da Terra aumentou para ele.

13. (ENEM) A equivalência entre massa e energia sugere que o consumo calórico de um velocista como o Flash é convertido em trabalho mecânico e, em velocidades extremas, em inércia. Se o Flash precisasse de energia infinita para chegar a c, isso ocorreria porque:

- A) O tempo pararia para ele.
- B) A força de atrito do ar se tornaria infinita.
- C) Qualquer pequena aceleração exigiria um esforço descomunal devido à massa gigantesca acumulada.
- D) O sol deixaria de emitir radiação.
- E) Os hambúrgueres perderiam seu valor nutricional.

14. Stephen Hawking é citado no livro para explicar que massa e energia são equivalentes. Se o Flash pudesse converter apenas 1 grama de sua massa totalmente em energia, ele teria:

- A) Energia para acender uma lâmpada por um minuto.
- B) Energia comparável a uma explosão atômica (devido ao valor de c^2).
- C) Nenhuma energia, pois 1 grama é pouco.
- D) Apenas energia térmica para aquecer um café.
- E) Energia para correr apenas 1 metro.

15. O termo "Massa Inercial" refere-se a:

- A) O peso do corpo na balança da farmácia.
- B) A resistência que um corpo oferece a qualquer mudança em seu estado de movimento.
- C) A quantidade de gordura corporal do herói.
- D) A força com que a Terra atrai o Flash.
- E) A velocidade máxima que um corpo pode atingir.

16. Imagine que o Flash está correndo a 99,99% da velocidade da luz. Segundo os dados do livro, sua massa seria de 5 toneladas (5.000 kg). Comparado à sua massa de repouso (70 kg), o esforço para ele dobrar sua velocidade agora seria:

- A) O mesmo que em repouso.
- B) Muito menor, pois ele já está rápido.
- C) Aproximadamente 71 vezes maior.
- D) Nulo, pois ele já atingiu o limite.
- E) Impossível de calcular.

17. No simulador PhET, o ciclista para de pedalar quando sua energia acaba. Se relacionarmos isso ao Flash no limite cósmico, o "fim da energia" do herói impediria que ele:

- A) Ficasse parado.
- B) Continuasse aumentando sua massa inercial para tentar chegar a c.
- C) Enxergasse a luz.
- D) Perdesse peso.
- E) Respirasse.

18. Qual a principal diferença entre ganhar massa por "comer demais" e ganhar massa por "correr demais" (relativística)?

- A) Nenhuma, o resultado físico é exatamente o mesmo.
- B) Comer aumenta o número de átomos; correr aumenta a energia contida no sistema, manifestando-se como inércia.
- C) Comer diminui a velocidade; correr aumenta a gravidade.
- D) Correr só aumenta a massa se houver sol amarelo.
- E) Comer gera massa inercial; correr gera massa gravitacional.

19. Se o Flash corre a uma velocidade constante e sua massa inercial está aumentando, o que deve acontecer com a força que ele aplica no chão para continuar acelerando?

- A) A força pode diminuir.
- B) A força deve aumentar proporcionalmente à massa para manter a aceleração.
- C) A força deve ser zero.
- D) O chão deve desaparecer.
- E) A força não interfere na velocidade relativística.

20. (CTS) Se um cientista em Central City quisesse usar o Flash como "usina de energia", ele se basearia no fato de que:

- A) O suor do Flash é radioativo.
- B) O movimento do herói carrega uma quantidade colossal de energia cinética e inercial conversível.
- C) O Flash não consome energia do mundo real.
- D) A velocidade da luz gera eletricidade estática gratuita.
- E) Barry Allen pode criar matéria a partir do nada.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCIL)

21. (Estilo Vestibular) Um corpo de massa m_0 em repouso atinge uma velocidade v tal que sua massa relativa é M . Se o Flash (70 kg) atinge uma velocidade onde sua massa é 5.000 kg, qual o fator aproximado de aumento da sua inércia?

- A) 10 vezes
- B) 50 vezes
- C) 71 vezes
- D) 100 vezes
- E) 440 vezes

22. O livro menciona que a 99,99999999% da velocidade da luz, a massa do Flash aumentaria 70 mil vezes. Qual seria o valor dessa massa em quilogramas?

- A) 70.000 kg
- B) 490.000 kg
- C) 4.900.000 kg
- D) 7.000.000 kg
- E) 1.000.000 kg

23. (Estilo ENEM) Se o Flash, com sua massa de 5 toneladas (a 99,99% de c), colidissem com um objeto parado, o impacto seria devastador não apenas pela velocidade, mas pela enorme energia contida em sua massa inercial. Esse fenômeno explica por que:

- A) Partículas em aceleradores de partículas podem destruir alvos metálicos.
- B) O Flash é invisível.
- C) A luz não tem peso.
- D) O herói consegue atravessar paredes por vibração.
- E) O vácuo não possui resistência.

24. Considere a equação $E = mc^2$. Se a velocidade da luz (c) é $3 \cdot 10^8$ m/s, o termo c^2 é igual a $9 \cdot 10^{16}$. Isso ajuda a explicar por que:

- A) Pequenas massas geram grandes velocidades.
- B) Uma quantidade mínima de massa equivale a uma quantidade gigantesca de energia.
- C) O Flash precisa correr devagar para economizar massa.
- D) A luz é feita de massa pura.
- E) A energia é sempre menor que a massa.

25. Por que a afirmação "O Flash ganha massa por causa da gravidade" está incorreta segundo a aula 03?

- A) Porque a gravidade só existe na Terra.
- B) Porque o aumento de massa tratado na aula é inercial (devido à velocidade) e não gravitacional (devido ao planeta).
- C) Porque a gravidade diminui a massa.
- D) Porque o Flash anula a gravidade com sua aura.
- E) Porque massa e gravidade são a mesma coisa.

26. Se o Flash pudesse viajar a 0,99c, o tempo para ele passaria mais devagar em relação a Central City (dilatação temporal). Juntando isso ao aumento de massa, podemos dizer que:

- A) A relatividade afeta apenas a massa.
- B) A física de Einstein altera as percepções fundamentais de espaço, tempo e matéria em altas velocidades.
- C) O Flash ficaria mais jovem e mais magro.
- D) O herói se tornaria um buraco negro instantaneamente.
- E) As leis de Newton são as únicas que funcionam no limite cósmico.

27. (Análise de Gráfico Hipotética) Em um gráfico de Massa vs. Velocidade, a curva da massa do Flash:

- A) Seria uma linha reta horizontal.
- B) Seria uma linha reta inclinada para baixo.
- C) Seria uma curva que sobe suavemente e se torna quase vertical ao se aproximar de c.
- D) Seria um círculo perfeito.
- E) Começaria no zero e terminaria no zero.

28. No simulador PhET do ciclista, se aumentarmos a resistência (atrito), ele gasta mais energia para manter a velocidade. No limite cósmico, a própria massa extra do Flash atua como uma "resistência" interna. Isso significa que:

- A) Ele precisa parar de comer para ficar leve.
- B) Quanto mais energia ele ganha para correr, mais "pesado" ele fica, exigindo ainda mais energia, criando um ciclo infinito.
- C) O atrito do ar desaparece perto de c.
- D) Ele se torna mais rápido que a luz devido à inércia.
- E) A energia química se torna infinita sozinha.

29. De acordo com o livro, a "aura antiatrito" protege o Flash do calor. Se ele não tivesse essa aura ao tentar chegar perto da velocidade da luz:

- A) Sua massa não aumentaria.
- B) Ele se desintegraria pelo calor do atrito antes mesmo de sua massa se tornar significativa.
- C) Ele correria mais rápido.
- D) O tempo passaria mais rápido para ele.
- E) Ele ganharia massa gravitacional em vez de inercial.

30. Ao final da Aula 03, conclui-se que o Flash é um "herói impossível" na física real porque:

- A) Não existem hambúrgueres suficientes no universo para fornecer a energia necessária para atingir a velocidade da luz.
- B) A luz é mais forte que ele.
- C) Ele não tem massa de repouso.
- D) Sua velocidade é sempre constante.
- E) Ele não respeita a equivalência entre massa e energia.

■ Gabarito Comentado — Aula 03 (Professor)

A Física e os Super-Heróis • Flash e Limite Cósmico

1. C — Relatividade prevê que massa aumenta com velocidade, aumentando inércia.
2. C — Dado técnico: 300.000 km/s ou $3 \cdot 10^8$ m/s.
3. C — Fórmula expressa equivalência direta entre massa e energia.
4. B — Dado do livro: Barry Allen tem 70 kg em repouso.
5. C — Aumento é na massa inercial, dificuldade de alterar movimento.
6. B — À medida que v se aproxima de c , massa tende ao infinito.
7. C — Como correr exige energia, herói precisa aporte calórico imenso.
8. B — É um dos pilares da Teoria da Relatividade Restrita de 1905.
9. B — No limite relativístico, excesso de energia se manifesta como massa inercial.
10. B — Experimentos com relógios de alta precisão em aviões confirmam Einstein.
11. C — Diferença entre massa relativa (100) e repouso (70): 30 kg.
12. A — De 70 kg para 160 kg é aumento de mais de 100% na inércia.
13. C — Quanto maior massa inercial, maior força necessária para acelerar.
14. B — Como c^2 é gigantesco, massa mínima gera energia colossal.
15. B — Definição de inércia: resistência à mudança de movimento.
16. C — Divisão: $5.000/70 \approx 71,4$ vezes mais inércia.
17. B — Sem energia, não consegue realizar trabalho de acelerar massa crescente.
18. B — Diferenciação entre biologia (átomos) e física relativística (energia do sistema).
19. B — Pela 2ª Lei de Newton, se m aumenta para mesma a , F deve subir.
20. B — Herói carrega consigo bateria de energia inercial.
21. C — Proporção: $5.000/70 \approx 71$.
22. C — Cálculo: $70 \cdot 70.000 = 4.900.000$ kg (4,9 mil toneladas).
23. A — Relaciona com aplicações práticas reais da física de partículas.
24. B — Explicação da magnitude da constante c na equação.
25. B — Massa da aula 03 é efeito da velocidade, não da atração entre planetas.
26. B — Relatividade reconceitua visão clássica do universo.
27. C — Gráfico clássico: massa cresce exponencialmente (assíntota em c).
28. B — Quanto mais energia ganha para correr, mais pesado fica, exigindo ainda mais energia.
29. B — Relembra conceitos da aula 02 como pré-requisito.
30. A — Conclusão baseada na conservação de energia e limites energéticos biológicos.