

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: _____

ESTUDANTE: _____

■ Aula 03: Flash e a Famosa Equação de Einstein ($E=mc^2$)

ATIVIDADE DE FÍSICA MODERNA - RELATIVIDADE

■ I. APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. A famosa equação de Albert Einstein, $E=mc^2$, estabeleceu uma revolução na física ao demonstrar que:

- a) A massa e a energia são grandezas totalmente independentes.
- b) A energia de um corpo depende apenas da sua altura em relação ao solo.
- c) Massa e energia são manifestações da mesma realidade física e são intercambiáveis.
- d) A velocidade da luz diminui quando atravessa objetos muito pesados.
- e) A energia é criada do nada quando um herói corre.

2. Na fórmula $E=mc^2$, o termo c^2 representa o quadrado da velocidade da luz. Por que esse valor é tão importante na equação?

- a) Porque ele indica que a energia contida na massa é extremamente pequena.
- b) Porque ele é um valor gigantesco ($9,0 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$), revelando que massas minúsculas possuem energias colossais.
- c) Porque ele representa a aceleração constante do Flash.
- d) Porque ele serve para diminuir a massa total do herói durante a corrida.
- e) Porque ele é variável de acordo com o planeta onde o herói está.

3. Se o Flash pudesse converter apenas 1 grama do seu uniforme em energia pura, de acordo com o Guia de Atividades, essa energia seria suficiente para:

- a) Acender uma lâmpada por apenas uma hora.
- b) Abastecer uma casa média por cerca de 100 milhões de meses.
- c) Carregar um celular por um dia inteiro.
- d) Dar um único soco em um vilão.
- e) Fazer o Flash correr por apenas 10 metros.

4. O que acontece com a massa de um bloco de ferro (como o usado na simulação do guia) quando ele é aquecido e absorve energia térmica?

- a) A massa diminui, pois o calor "queima" os átomos.
- b) A massa permanece exatamente a mesma, pois calor não tem peso.
- c) A massa aumenta tecnicamente, pois energia acrescentada ao sistema é massa acrescentada.
- d) O bloco de ferro desaparece e vira luz instantaneamente.
- e) A massa só aumenta se o ferro for transformado em ouro.

5. De acordo com o especialista no Guia, qual é o erro mais comum que os alunos cometem ao pensar sobre a conversão de massa em energia?

- a) Achar que a energia é mais pesada que a massa.
- b) Achar que a velocidade da luz é lenta demais.
- c) Achar que a massa "some" ou deixa de existir, quando na verdade ela se transforma.
- d) Achar que heróis não precisam comer para ter energia.
- e) Achar que a fórmula $E=mc^2$ só vale para o Superman.

6. Para o Flash manter sua supervelocidade, ele precisa comer constantemente para converter energia química em cinética. Esse processo de conversão biológica é uma forma de demonstrar que:

- a) A comida do Flash não possui massa.
- b) A energia necessária para o movimento vem da transformação da matéria (alimento).
- c) O Flash não segue as leis da física de Einstein.
- d) O Flash cria energia a partir do vácuo.
- e) A massa inercial do Flash diminui quando ele sente fome.

7. O processo que mantém as estrelas brilhando no céu é um exemplo real da aplicação de $E=mc^2$. Esse processo consiste em:

- a) Queimar oxigênio como se fosse uma fogueira gigante.
- b) Converter massa em energia através de processos nucleares.
- c) Refletir a luz de outros planetas distantes.
- d) Esfriar o núcleo da estrela para gerar luz fria.
- e) Usar pilhas espaciais de longa duração.

8. Se o Superman está em repouso absoluto no espaço, ele ainda possui uma energia associada à sua existência física. Essa energia é chamada de:

- a) Energia Cinética.
- b) Energia Potencial Gravitacional.
- c) Energia de Repouso.
- d) Energia Elástica de Krypton.
- e) Energia Térmica Solar.

9. Se adotarmos $c^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ (m/s)}^2$, qual seria a energia contida em um pequeno grão de poeira de massa $m = 0,0001 \text{ kg}$?

- a) $9 \cdot 10^{12}$ Joules.
- b) $9 \cdot 10^{16}$ Joules.
- c) $9 \cdot 10^{20}$ Joules.
- d) 0,0001 Joules.
- e) 300.000 Joules.

10. A Teoria da Relatividade de Einstein, ao apresentar $E=mc^2$, unificou dois princípios que antes eram vistos como separados. Quais são eles?

- a) Conservação da Água e do Solo.
- b) Conservação da Massa e Conservação da Energia.
- c) Lei da Inércia e Lei da Ação e Reação.
- d) Gravidade de Newton e Eletromagnetismo.
- e) Biologia Celular e Química Orgânica.

■ II. TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. O uniforme do Flash tem uma massa aproximada de 2 kg. Utilizando a constante $c^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$, qual a energia total de repouso contida nesse traje?

- a) $4,5 \cdot 10^{16} \text{ J}$.
- b) $9,0 \cdot 10^{16} \text{ J}$.
- c) $18,0 \cdot 10^{16} \text{ J}$.
- d) $1,8 \cdot 10^{16} \text{ J}$.
- e) $18,0 \cdot 10^8 \text{ J}$.

12. Quando o Flash corre quase à velocidade da luz, o guia menciona que ele ganha energia cinética. O que a física de Einstein diz sobre a massa inercial (resistência ao movimento) do herói nesse estado?

- a) A massa inercial diminui para facilitar a corrida.
- b) A massa inercial permanece constante, pois a massa de repouso não muda.
- c) A massa inercial aumenta, pois o ganho de energia reflete um aumento na massa relativa.
- d) A massa inercial torna-se negativa.
- e) O Flash perde toda a sua massa e vira um fantasma.

13. Considere que uma família gaste 250 kWh por mês. Por que o exemplo do livro cita que 1 grama de matéria seria a solução definitiva para a crise energética mundial?

- a) Porque 1 grama de matéria pode ser queimado como carvão por mil anos.
- b) Porque a conversão total de 1 grama libera uma quantidade de energia equivalente ao consumo de milhões de meses de uma residência.
- c) Porque o Flash pode carregar essa grama de matéria sem cansar.
- d) Porque a matéria em repouso não tem custo financeiro.
- e) Porque 1 grama de matéria ocupa pouco espaço físico nas usinas.

14. A interconversão de massa em energia é a base para o funcionamento de quais tecnologias mencionadas no debate da Aula 03?

- a) Motores a combustão de gasolina e álcool.
- b) Painéis solares de silício e turbinas eólicas.
- c) Reatores de fissão nuclear e estudos sobre fusão nuclear.
- d) Lâmpadas LED e baterias de lítio.
- e) Telégrafos e rádios de galena.

15. Na simulação PhET "Formas e Transformações de Energia", ao aquecer um bloco, observamos esferas vermelhas (energia térmica) entrando nele. Relacionando com $E=mc^2$, o aumento da energia interna do bloco causa:

- a) Um aumento na sua temperatura, mas não altera sua massa.
- b) Um aumento imperceptível em sua massa, já que a energia térmica adicionada possui um equivalente em massa.
- c) Uma contração do volume do bloco para compensar a energia.
- d) A transformação imediata do ferro em luz visível.
- e) A diminuição da densidade do bloco para zero.

16. Comparando a queima de 1 kg de gasolina (reação química) com a conversão total de 1 kg de massa em energia (processo nuclear), podemos afirmar que:

- a) A reação química libera muito mais energia.
- b) Ambas liberam a mesma quantidade de energia.
- c) O processo nuclear libera ordens de magnitude a mais de energia devido ao fator c^2 .
- d) A gasolina é mais eficiente porque não envolve a velocidade da luz.
- e) O Flash prefere gasolina para correr.

17. O que define a "Energia de Repouso" mencionada no Guia de Atividades?

- a) É a energia que o herói gasta enquanto está dormindo.
- b) É a energia mínima que um corpo possui apenas por ter massa, mesmo estando parado.
- c) É a energia necessária para parar um objeto em movimento.
- d) É a energia absorvida da luz do Sol pelo Superman.
- e) É a energia que sobra após uma batalha intensa.

18. Se o Superman transformasse uma pequena parte de sua massa em energia para emitir sua "visão de calor", a massa total do seu corpo após o disparo seria:

- a) Exatamente a mesma.
- b) Ligeiramente maior, devido ao esforço.
- c) Ligeiramente menor, pois a energia emitida foi extraída de sua própria massa.
- d) Nula, pois ele se transformaria em luz.
- e) Infinita, segundo a relatividade.

19. A unidade de energia no Sistema Internacional (SI) é o Joule (J). Para calcular a energia em Joules usando $E=mc^2$, quais unidades devem ser usadas para massa e velocidade?

- a) Gramas e km/h.
- b) Quilogramas e metros por segundo (m/s).
- c) Toneladas e velocidade do som.
- d) Miligramas e anos-luz.
- e) Libras e milhas por hora.

20. O Flash consome milhares de calorias por dia. Se ele pudesse realizar a conversão direta de massa em energia com 100% de eficiência usando um hambúrguer de 200g:

- a) Ele teria energia apenas para uma caminhada leve.
- b) Ele teria energia suficiente para realizar proezas impossíveis por gerações, dada a magnitude de c^2 .
- c) O hambúrguer pesaria 200 kg após a corrida.
- d) Ele morreria de fome, pois hambúrgueres não têm energia nuclear.
- e) A velocidade dele ficaria limitada à velocidade do som.

■ III. DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS - ENEM)

21. A descoberta da equivalência massa-energia por Einstein trouxe avanços científicos ímpares, mas também dilemas éticos profundos. O controle da energia nuclear permite gerar eletricidade, mas também criar armas. De acordo com o debate proposto na Aula 03, como a sociedade deve encarar esse conhecimento?

- a) O conhecimento científico é inerentemente mau e deve ser proibido.
- b) A ciência deve focar apenas em super-heróis e esquecer a realidade.
- c) A sociedade deve mediar o uso da tecnologia, promovendo aplicações que visem o bem comum e a sustentabilidade, ciente do potencial destrutivo.
- d) A tecnologia nuclear deve ser usada sem restrições, pois o progresso justifica qualquer risco.
- e) A física moderna não tem impacto real na vida cotidiana das pessoas.

22. Um satélite de comunicação tem massa de 1000 kg. Se fosse possível converter totalmente apenas 0,01% de sua massa em energia de repouso ($c^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$), qual seria o valor dessa energia?

- a) $9 \cdot 10^{14} \text{ J}$.
- b) $9 \cdot 10^{15} \text{ J}$.
- c) $9 \cdot 10^{16} \text{ J}$.
- d) $9 \cdot 10^{13} \text{ J}$.
- e) $9 \cdot 10^{12} \text{ J}$.

23. Analisando a relação entre energia cinética e massa inercial: À medida que o Flash se aproxima da velocidade da luz, ele precisa aplicar forças cada vez maiores para obter pequenos incrementos de velocidade. Isso ocorre porque:

- a) O atrito com o ar torna-se infinito.
- b) A energia fornecida ao herói passa a aumentar predominantemente sua massa inercial (inércia) em vez de sua velocidade.
- c) O Flash perde massa de repouso conforme corre.
- d) O tempo para o Flash passa tão rápido que ele não consegue acelerar.
- e) A gravidade da Terra o puxa com mais força para trás.

24. Um gráfico que represente a Energia de Repouso (E) no eixo vertical e a Massa (m) no eixo horizontal teria qual formato, considerando a equação de Einstein?

- a) Uma parábola com concavidade para cima.
- b) Uma linha reta que passa pela origem, com inclinação igual a c^2 .
- c) Uma curva exponencial decrescente.
- d) Uma linha horizontal constante.
- e) Um círculo centrado na origem.

25. O Sol perde cerca de 4 milhões de toneladas de massa por segundo através do processo de fusão nuclear, transformando-a em radiação eletromagnética que chega à Terra. Esse fenômeno é uma validação direta de:

- a) Que o Sol está esfriando e vai apagar amanhã.
- b) Da lei da gravitação de Newton apenas.
- c) Da equivalência massa-energia, onde a perda de massa resulta na emissão de luz e calor.
- d) De que o Sol é feito de criptonita.
- e) De que a massa do Sol é infinita.

26. Considere a afirmação: "A massa de um corpo não é uma constante absoluta". Com base na Aula 03 e no tópico 2.6 do livro, essa afirmação é:

- a) Falsa, pois a massa nunca muda, independentemente da velocidade.
- b) Verdadeira, pois a massa total medida depende do estado de movimento (energia) do corpo em relação ao observador.
- c) Falsa, pois Einstein só falava de energia, não de massa.
- d) Verdadeira, mas isso só acontece se o objeto for aquecido até um milhão de graus.
- e) Verdadeira, pois os objetos encolhem no vácuo.

27. Se o Flash correr a uma velocidade relativística tal que sua energia cinética seja igual à sua energia de repouso, sua massa total observada será:

- a) A metade da massa de repouso.
- b) Igual à massa de repouso.
- c) O dobro da massa de repouso.
- d) Zero.
- e) Quatro vezes a massa de repouso.

28. Historicamente, a equação $E=mc^2$ mudou a forma como entendemos o Universo porque:

- a) Provou que a matéria é sólida e indestrutível.
- b) Demonstrou que a matéria é, essencialmente, energia extremamente condensada.
- c) Confirmou que o tempo é absoluto para todos.
- d) Negou a existência de átomos e partículas.
- e) Excluiu a luz do estudo da física moderna.

29. Em processos de aniquilação de matéria e antimatéria, 100% da massa é convertida em fótons (luz). Se o Flash encontrasse seu "Flash Reverso de Antimatéria" e ocorresse uma aniquilação mútua de 1 kg de massa total:

- a) A explosão liberaria $9 \cdot 10^{16}$ Joules, uma quantidade de energia devastadora.
- b) Eles apenas trocariam de lugar no espaço.
- c) Nada aconteceria, pois as massas se anulariam para zero energia.
- d) O tempo voltaria para trás instantaneamente.
- e) Eles ficariam presos em um buraco negro de açúcar.

30. Qual das alternativas abaixo apresenta a explicação mais completa para a "fome" do Flash sob a ótica da relatividade?

- a) Ele sente fome porque corre muito e gasta calorias como um atleta comum.
- b) Ele sente fome porque seu corpo converte massa em energia para correr, e ele precisa repor essa matéria para não desaparecer.
- c) A manutenção de velocidades próximas à da luz exige energias colossais, e a equivalência massa-energia explica a escala de combustíveis (comida) necessária.
- d) Ele precisa comer para aumentar sua massa inercial e ficar mais pesado.
- e) É apenas um recurso narrativo das histórias em quadrinhos, sem nenhuma base física.

1. C — Massa e energia são dois lados da mesma moeda.
2. B — Valor de c é grande, e ao quadrado torna-se astronômico.
3. B — Dado direto do Quadro 2.4 do guia.
4. C — Adicionar energia (calor) é adicionar massa, conforme equivalência de Einstein.
5. C — Massa se transforma em energia, não desaparece.
6. B — Alimento é matéria-prima energética para trabalho do herói.
7. B — Estrelas são usinas de $E=mc^2$ naturais.
8. C — Energia que corpo possui mesmo parado.
9. A — $0,0001 \cdot 9 \cdot 10^{16} = 9 \cdot 10^{12}$ J.
10. B — Massa e Energia agora regidas por única lei de conservação conjunta.
11. C — $E = 2 \cdot 9 \cdot 10^{16} = 18 \cdot 10^{16}$ J.
12. C — Quanto mais energia cinética, maior inércia (massa relativa).
13. B — Densidade energética da matéria é milhões de vezes superior a combustível químico.
14. C — Fissão e Fusão convertem massa em energia elétrica.
15. B — Embora imperceptível para balanças, ganho de massa existe.
16. C — Eficiência das reações nucleares ($\approx c^2$) esmaga a das químicas.
17. B — Conceito fundamental de energia de repouso ($E_0 = m_0 c^2$).
18. C — Se emite energia, perde massa equivalente.
19. B — Unidades padrão SI para resultado em Joules.
20. B — 200g de matéria convertidos em energia alimentariam mundo por muito tempo.
21. C — Questão de perfil ENEM sobre CTS.
22. D — 0,01% de 1000kg=0,1kg. $E = 0,1 \cdot 9 \cdot 10^{16} = 9 \cdot 10^{15}$ J (resposta original D com correção).
23. B — Explicação da impossibilidade de atingir velocidade da luz.
24. B — $E = (c^2) \cdot m$ é função do primeiro grau, reta.
25. C — Sol é maior laboratório de relatividade visível.
26. B — Massa varia com conteúdo energético total do sistema.
27. C — $E_{\text{total}} = E_{\text{repouso}} + E_{\text{cinética}}$. Se iguais, $E_{\text{total}} = 2 \cdot E_{\text{repouso}}$, massa dobra.
28. B — Mudança de paradigma sobre natureza sólida da matéria.
29. A — Aniquilação total é conversão mais eficiente de massa em energia.
30. C — Síntese do capítulo 2: fome proporcional à energia colossal da velocidade relativística.