

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: 1º Ano _____

ESTUDANTE: _____

■ Lista 02 (Vol.2) - 1º Ano EM: A Física do Pouso do Batman — Desaceleração e Impacto

1º Ano EM • A Física e os Super-Heróis • Pouso, Impulso e Força de Impacto

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. Ao saltar de um prédio, o Batman utiliza sua capa tecnológica. Segundo o Guia de Atividades, qual é a principal função física dessa capa durante a queda?

- A) Tornar o Batman invisível aos radares.
- B) Funcionar como um planador, reduzindo a velocidade vertical de queda.
- C) Eliminar completamente a força da gravidade.
- D) Aumentar o peso do herói para ele cair mais rápido.
- E) Transformar o Batman em um ser de luz.

2. Quando o Batman atinge o solo, ele não para instantaneamente; ele flexiona os joelhos e usa os braços. O objetivo biomecânico dessa manobra é:

- A) Mostrar suas habilidades em artes marciais.
- B) Diminuir sua massa para o impacto ser menor.
- C) Aumentar o tempo de desaceleração para reduzir a força de impacto.
- D) Garantir que ele caia em silêncio absoluto.
- E) Recarregar a energia de seus bat-equipamentos.

3. Se o Batman cai em queda livre (sem usar a capa), sua velocidade aumenta devido à:

- A) Resistência do ar.
- B) Inércia de repouso.
- C) Aceleração da gravidade terrestre.
- D) Força de Van der Waals.
- E) Velocidade relativa do solo.

4. Na física, a rapidez com que a velocidade de um corpo diminui durante o pouso é chamada de:

- A) Velocidade escalar.
- B) Desaceleração.
- C) Trabalho motor.
- D) Energia potencial.
- E) Referencial inercial.

5. De acordo com a Dica de Especialista da aula, é correto afirmar que a capa do Batman:

- A) Elimina totalmente o impacto do pouso.
- B) Apenas reduz a velocidade de queda, mas o impacto final ainda existe.
- C) Funciona melhor no vácuo do que no ar.
- D) Só pode ser usada se o Batman estiver em Gotham.
- E) Aumenta a força de impacto no solo.

6. A unidade de medida de força, utilizada para medir o impacto sofrido pelo Batman no pouso, é o:

- A) Joule (J).
- B) Watt (W).
- C) Newton (N).
- D) Quilograma (kg).
- E) Metro por segundo (m/s).

7. No experimento O Ovo e a Esponja, o ovo que cai na esponja não quebra porque:

- A) A esponja é mais dura que o solo.
- B) A esponja aumenta o tempo de parada do ovo, reduzindo a força sobre a casca.
- C) A gravidade é menor sobre a esponja.
- D) O ovo ganha massa ao tocar a esponja.
- E) A esponja anula a energia cinética antes do toque.

8. Se o Batman salta de um prédio e leva 2 segundos para tocar o solo em queda livre ($g = 10 \text{ m/s}^2$), sua velocidade final será:

- A) 10 m/s.
- B) 20 m/s.
- C) 30 m/s.
- D) 40 m/s.
- E) 50 m/s.

9. O conceito de Impulso, trabalhado na aula, relaciona a força aplicada sobre um corpo com o:

- A) Volume do corpo.
- B) Intervalo de tempo da interação.
- C) Calor gerado pelo atrito.
- D) Ângulo de inclinação da capa.
- E) Brilho da lua em Gotham.

10. Por que o Batman precisa de braços excepcionalmente desenvolvidos, conforme o tópico 4.4 do livro?

- A) Para carregar o batmóvel nas costas.
- B) Para suportar a enorme força necessária para desacelerar seu corpo durante o pouso.
- C) Para conseguir voar batendo os braços como um pássaro.
- D) Porque a capa é feita de chumbo pesado.
- E) Para intimidar os vilões sem precisar lutar.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIOS)

11. Bruce Wayne pula de um prédio e atinge a velocidade de 20 m/s ao tocar o chão. Se ele para completamente em 0,4 segundo flexionando os joelhos, qual a sua desaceleração média?

- A) 5 m/s².
- B) 10 m/s².
- C) 40 m/s².
- D) 50 m/s².
- E) 80 m/s².

12. (ENEM) Capacetes de ciclistas e motociclistas possuem uma camada interna de isopor que se deforma no impacto. Fisicamente, essa deformação tem a mesma função da técnica de pouso do Batman, que é:

- A) Aumentar a velocidade final para atravessar o obstáculo.
- B) Diminuir o tempo de colisão.
- C) Aumentar o tempo de interação, reduzindo a força média de impacto.
- D) Tornar o objeto mais leve durante a queda.
- E) Converter toda a força em calor instantâneo.

13. Se o Batman estiver usando uma armadura pesada que dobra sua massa, para manter a mesma desaceleração segura em um pouso, a força que seus braços e pernas devem exercer será:

- A) A mesma.
- B) A metade.
- C) O dobro.
- D) Quatro vezes maior.
- E) Zero.

14. No simulador PhET Força e Movimento, ao simular uma parada brusca (tempo pequeno), o vetor da força resultante aparece com um tamanho muito maior do que em uma parada gradual. Isso explica por que:

- A) Batman prefere cair em superfícies rígidas.
- B) Paradas graduais são essenciais para evitar lesões fatais nos ossos.
- C) A aceleração da gravidade aumenta no final da queda.
- D) A massa do herói diminui durante a frenagem suave.
- E) A inércia desaparece se paramos devagar.

15. Considere um pouso onde o Batman atinge o solo a 10 m/s. Se ele parar bruscamente em 0,01 segundo, sua desaceleração será de 1.000 m/s² (ou 100G). Para o corpo humano, esse valor é:

- A) Totalmente seguro e comum.
- B) Extremamente perigoso e potencialmente letal.
- C) Igual ao peso do herói.
- D) Nulo no referencial do Batman.
- E) Benéfico para a densidade óssea.

16. A capa do Batman atua criando uma força de sustentação aerodinâmica. Segundo o Princípio de Bernoulli, essa sustentação ocorre porque:

- A) O ar passa mais rápido sobre a capa, gerando uma zona de menor pressão.
- B) A capa empurra o ar para cima.
- C) O ar quente de Gotham faz o herói flutuar.
- D) A gravidade é repelida por tecidos escuros.
- E) A capa aumenta a massa do ar abaixo dela.

17. Se o tempo de parada do Batman ao tocar o solo fosse reduzido à metade, mantendo a mesma velocidade de chegada, a força de impacto sofrida por ele iria:

- A) Diminuir pela metade.
- B) Permanecer constante.
- C) Dobrar de valor.
- D) Quadruplicar.
- E) Tornar-se negativa.

18. O Trabalho realizado pelos músculos do Batman durante a frenagem do pouso consiste na:

- A) Criação de energia do nada.
- B) Dissipação da energia cinética acumulada durante a queda.
- C) Diminuição da massa inercial do herói.
- D) Mudança da cor da armadura.
- E) Anulação da terceira lei de Newton.

19. Por que a planagem com a capa (como um esquilo-voador) é mais segura que a queda livre pura?

- A) Porque a capa muda a gravidade da Terra.
- B) Porque ela reduz a velocidade final de impacto através da resistência do ar e sustentação.
- C) Porque o Batman fica invisível durante a planagem.
- D) Porque a planagem impede que o Batman ganhe massa.
- E) Porque o tempo passa mais devagar na horizontal.

20. No referencial do Batman que desce em velocidade constante usando sua capa, o solo parece estar:

- A) Parado.
- B) Descendo para longe dele.
- C) Subindo em sua direção com a mesma velocidade que ele desce.
- D) Girando ao redor dele.
- E) Em Krypton.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. Um corpo de massa M atinge o solo com velocidade V e para em um tempo T. Se o Batman (massa 90 kg) atinge o solo a 15 m/s e para em 0,5 s, a força média de impacto é de:

- A) 90 N.
- B) 450 N.
- C) 1.350 N.
- D) 2.700 N.
- E) 15.000 N.

22. Analisando a conservação da quantidade de movimento (momento linear) no momento do pouso: a tendência do corpo do Batman é continuar descendo devido à inércia. Para pará-lo, o solo deve aplicar um impulso que é numericamente igual à:

- A) Massa do herói.
- B) Variação da sua quantidade de movimento (Δp).
- C) Altura do prédio elevada ao quadrado.
- D) Energia potencial no topo do prédio.
- E) Força da gravidade multiplicada pela massa.

23. Se o Batman tentasse realizar o mesmo pouso na Lua (onde a gravidade é 1/6 da Terra), mas saltasse de uma altura que garantisse a mesma velocidade de impacto, o esforço de seus braços para parar no mesmo intervalo de tempo seria:

- A) 6 vezes menor.
- B) 6 vezes maior.
- C) O mesmo (pois a massa e a variação de velocidade são as mesmas).
- D) Zero, pois não há ar na Lua.
- E) Impossível de calcular.

24. (Estilo ENEM) Durante um resgate, o Batman segura uma pessoa no ar e ambos continuam caindo juntos até o pouso. De acordo com a física das colisões inelásticas e transferência de momento, a velocidade do conjunto (Batman + Pessoa) imediatamente após o contato será:

- A) Maior que a velocidade que o Batman tinha sozinho.
- B) Menor que a velocidade que a pessoa tinha sozinha, devido ao aumento da massa total do sistema.
- C) Sempre zero.
- D) Igual à velocidade da luz.
- E) Independente das massas envolvidas.

25. A técnica de rolamento usada por paraquedistas e sugerida pela biomecânica do Batman visa prolongar o caminho de desaceleração. Se o Batman consegue triplicar a distância de parada através do rolamento, a força média de impacto será:

- A) Triplicada.
- B) Reduzida a um terço.
- C) Mantida igual.
- D) Nove vezes maior.
- E) Nula.

26. Por que o Batman não utiliza uma capa totalmente rígida (como uma chapa metálica) para planar?

- A) Porque seria muito pesada.
- B) Porque materiais rígidos não possuem a flexibilidade necessária para absorver energia e podem transmitir vibrações fatais no momento do pouso.
- C) Porque o metal anula o princípio de Bernoulli.
- D) Porque a rigidez aumenta a gravidade.
- E) Porque ele não conseguiria guardá-la no cinto.

27. (Análise Crítica) Se o Batman resgata uma pessoa muito mais pesada que ele no ar, para onde o sistema (Batman+Pessoa) tenderá a se mover após o impacto inicial, considerando que ambos estão em queda?

- A) Eles subiriam por inércia.
- B) Eles parariam imediatamente no ar.
- C) Eles continuariam a queda na direção do vetor velocidade resultante, determinada pela maior quantidade de movimento (da pessoa).
- D) Eles flutuariam devido à conservação de energia.
- E) Eles se transformariam em calor.

28. No topo de um salto, a energia do Batman é puramente potencial. Ao chegar ao solo, antes de tocar, ela é puramente cinética. No processo de parada pelos braços, essa energia cinética é convertida em:

- A) Mais energia potencial.
- B) Trabalho de deformação muscular e calor (dissipação).
- C) Massa muscular extra.
- D) Gravidade artificial.
- E) Luz visível.

29. Sabendo que $F = m \cdot a$ e $a = \Delta v / \Delta t$, se o Batman deseja reduzir a força de impacto em 10 vezes, o que ele deve fazer com o seu tempo de parada?

- A) Reduzi-lo em 10 vezes.
- B) Mantê-lo constante.
- C) Aumentá-lo em 10 vezes.
- D) Elevá-lo ao quadrado.
- E) Zerá-lo.

30. Ao final da Aula 02, conclui-se que o superpoder do Batman no pouso não é a força bruta, mas o controle da:

- A) Gravidade universal.
- B) Quantidade de matéria.
- C) Taxa de variação do momento linear (desaceleração).
- D) Velocidade da luz em Gotham.
- E) Inércia dos vilões.

Gabarito Comentado — Lista 02 (Vol.2) - 1º Ano EM (Professor)

A Física e os Super-Heróis • Pouso do Batman

1. B — Capa atua como superfície de sustentação (planador).
2. C — Flexionar membros aumenta tempo de parada (Δt), diminuindo força de impacto (F).
3. C — Queda livre é movimento acelerado pela gravidade terrestre.
4. B — Desaceleração é aceleração negativa que reduz velocidade.
5. B — Capa ajuda, mas técnica de pouso é o que realmente salva herói do impacto final.
6. C — Newton (N) é unidade de força no SI.
7. B — Princípio da física de impacto: maior tempo de frenagem reduz força aplicada.
8. B — $v=g \cdot t \rightarrow 10 \cdot 2=20$ m/s.
9. B — Impulso é $F \cdot \Delta t$.
10. B — Para realizar trabalho de frear centenas de quilos em alta velocidade sem sofrer danos.
11. D — $a=20/0,4=50$ m/s².
12. C — Aplicação de CTS: prolongar tempo de colisão salva vidas.
13. C — Pela 2ª Lei de Newton ($F=ma$), dobrar massa mantendo aceleração exige dobro de força.
14. B — Demonstração visual de que paradas bruscas geram forças perigosas.
15. B — Desacelerações acima de 30-40G são geralmente letais para humanos.
16. A — Formato da capa gera diferença de velocidade e, conseqüentemente, de pressão (Sustentação).
17. C — Força e tempo são inversamente proporcionais para mesma variação de velocidade.
18. B — Herói realiza trabalho contra próprio movimento para dissipar energia da queda.
19. B — Velocidade final menor resulta em menor energia para dissipar no solo.
20. C — Relatividade do movimento: solo sobe em direção ao observador que desce.
21. D — $\Delta p=m \cdot \Delta v=90 \cdot 15=1.350$. $F=\Delta p/\Delta t=1.350/0,5=2.700$ N.
22. B — Teorema do Impulso: $I=\Delta p$.
23. C — Resistência à mudança de movimento (inércia) depende da massa, não da gravidade local.
24. B — Conservação do momento: $m_1 v_1=(m_1+m_2) v_{\text{final}}$. Como massa aumenta, velocidade cai.
25. B — Em termos de força média, aumentar distância/tempo reduz esforço necessário proporcionalmente.
26. B — Flexibilidade é essencial para gestão de energia e segurança estrutural.
27. C — Sistema segue direção da maior quantidade de movimento inicial.
28. B — Energia não desaparece, ela se torna trabalho muscular e calor.
29. C — Para reduzir força, deve-se aumentar tempo de interação na mesma proporção.
30. C — Domínio da desaceleração controlada define segurança do pouso.