

ESCOLA: _____

DATA: ____/____/____

PROFESSOR(A): _____

TURMA: 1º Ano _____

ESTUDANTE: _____

■ Lista 05 (Vol.2) - 1º Ano EM: A Física do Voo e Sustentação — Batman e Superman

1º Ano EM • A Física e os Super-Heróis • Bernoulli, Sustentação e Arrasto

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. O Batman utiliza sua capa tecnológica para se deslocar entre os prédios de Gotham. Fisicamente, quando ele abre a capa e se desloca horizontalmente enquanto desce, ele está realizando uma:

- A) Queda livre pura.
- B) Planagem (voo passivo).
- C) Teletransporte.
- D) Combustão espontânea.
- E) Inversão da gravidade.

2. O Princípio de Bernoulli, fundamental para explicar a sustentação da capa do Batman, afirma que em um fluido em movimento (como o ar):

- A) Onde a velocidade é maior, a pressão é menor.
- B) A pressão aumenta conforme a velocidade aumenta.
- C) A gravidade desaparece se houver vento.
- D) O ar parado tem menos pressão que o ar soprando.
- E) A massa do ar diminui com a altura.

3. Para que a capa do Batman gere uma força de sustentação para cima, o formato da capa (ou de uma asa) deve fazer com que o ar passe:

- A) Mais devagar na parte de cima.
- B) Com a mesma velocidade em ambos os lados.
- C) Mais rápido na parte de cima.
- D) Apenas pela parte de baixo.
- E) Em linha reta perfeita sem curvas.

4. Qual é a principal diferença física entre o voo do Superman e o do Batman descrita no livro?

- A) O Batman voa mais rápido que a luz.
- B) O Superman usa sustentação aerodinâmica real e o Batman usa magia.
- C) O Batman plana usando leis da aerodinâmica, enquanto o voo do Superman desafia a física convencional (precisaria de propulsão interna).
- D) Ambos voam exatamente da mesma forma.
- E) O Superman voa apenas se houver vento.

5. A força que se opõe ao movimento de avanço do herói no ar, tentando segurá-lo ou pará-lo, é chamada de:

- A) Força de Sustentação.
- B) Força de Empuxo.
- C) Força de Arrasto (resistência do ar).
- D) Força Peso.
- E) Força Centrípeta.

6. De acordo com o experimento da Folha que Voa, ao soprarmos por cima de uma folha de papel, ela sobe. Isso ocorre porque:

- A) O sopro empurra a folha para cima.
- B) O ar rápido em cima cria uma zona de baixa pressão, e a pressão maior embaixo empurra a folha para cima.
- C) A folha perde massa com o vento.
- D) O hálito humano é mais leve que o ar.
- E) A gravidade é anulada pelo sopro.

7. A unidade de medida da força de sustentação no Sistema Internacional (SI) é o:

- A) Joule (J).
- B) Watt (W).
- C) Newton (N).
- D) Pascal (Pa).
- E) Quilograma (kg).

8. No voo do Batman, a força que o puxa para baixo em direção ao solo é o seu Peso. Para calcular o peso do herói (massa = 80 kg), usamos a gravidade ($g = 10 \text{ m/s}^2$). O valor é:

- A) 80 N.
- B) 800 N.
- C) 8.000 N.
- D) 8 N.
- E) 0 N.

9. No simulador PhET Pressão de Fluidos e Fluxo, ao aumentarmos a velocidade do fluido em um duto, o medidor de pressão indica que a pressão:

- A) Sobe.
- B) Cai.
- C) Permanece constante.
- D) Zera imediatamente.
- E) Muda de cor.

10. O formato curvo da parte superior da capa do Batman é essencial para o voo porque:

- A) É mais bonito esteticamente.
- B) Obriga o ar a percorrer uma distância maior e, portanto, ser mais rápido que o ar de baixo.
- C) Protege o herói da chuva.
- D) Aumenta a massa inercial do herói.
- E) Atrai os raios de Thor.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIOS)

11. Se o Batman está planando com velocidade constante, o que podemos afirmar sobre a relação entre a força de sustentação (Fs) e o seu peso (P)?

- A) Fs é maior que P.
- B) Fs é menor que P.
- C) Fs é igual a P (equilíbrio de forças).
- D) Ambas são zero.
- E) O peso desaparece durante a planagem.

12. (ENEM) O design das asas dos aviões modernos busca otimizar o Princípio de Bernoulli. Se um avião de carga precisa de mais sustentação sem aumentar a velocidade, ele deve:

- A) Diminuir a curvatura das asas.
- B) Aumentar a área da asa para que mais ar sofra a diferença de pressão.
- C) Pintar as asas de preto como o Batman.
- D) Voar apenas de noite.
- E) Retirar o ar de dentro das asas.

13. Por que o Superman precisaria de uma força propulsora interna para voar, segundo o especialista do livro?

- A) Porque ele é muito pesado para o ar.
- B) Porque ele não possui superfícies de sustentação (asas/capa rígida) para usar o efeito Bernoulli de forma eficiente como os aviões.
- C) Porque o sol amarelo não gera sustentação.
- D) Porque ele voa no vácuo onde não há pressão.
- E) Porque a inércia dele é zero.

14. No simulador PhET, se observarmos o fluxo de ar ao redor de um perfil de asa, as linhas de corrente ficam mais próximas onde o ar é mais rápido. Isso representa uma zona de:

- A) Alta pressão.
- B) Baixa pressão.
- C) Temperatura absoluta.
- D) Gravidade zero.
- E) Vácuo total.

15. Durante a planagem, a energia potencial gravitacional do Batman (devido à altura) é gradualmente convertida em:

- A) Massa muscular.
- B) Trabalho contra a força de arrasto e energia cinética.
- C) Luz amarela.
- D) Gravidade artificial.
- E) Nada, a energia simplesmente some.

16. Se o Batman dobrar sua massa usando uma armadura de chumbo, para conseguir planar na mesma velocidade, sua capa precisaria gerar uma sustentação:

- A) Duas vezes menor.
- B) Igual à anterior.
- C) Duas vezes maior (pois Fs deve equilibrar o novo peso).
- D) Nula.
- E) Infinita.

17. O fenômeno do Arrasto (resistência do ar) aumenta conforme o herói aumenta sua velocidade. Isso significa que, para voar duas vezes mais rápido, o Superman precisa de:

- A) Menos energia.
- B) A mesma energia.
- C) Muito mais energia para vencer a resistência do ar que cresce com a velocidade.
- D) Nenhuma energia, pois o ar ajuda a empurrar.
- E) Apenas mudar o referencial.

18. O experimento da folha de papel soprada demonstra que a pressão atmosférica ganha da gravidade momentaneamente. Isso acontece porque:

- A) A gravidade para de funcionar.
- B) A diferença de pressão entre a parte de baixo (maior) e a de cima (menor) cria uma força resultante para cima.
- C) O papel fica mais leve quando sopra.
- D) O ar cria uma cola invisível.
- E) O papel se transforma em um planador asgardiano.

19. Um avião comercial e o Batman planando utilizam o mesmo princípio. Se ambos estiverem em um ambiente sem ar (vácuo):

- A) Ambos voariam melhor.
- B) O Batman voaria, mas o avião não.
- C) Nenhum dos dois conseguiria sustentação, pois Bernoulli exige um fluido (ar).
- D) A gravidade deixaria de existir para ambos.
- E) Eles ganhariam massa infinita.

20. No referencial de um pássaro que voa ao lado do Batman na mesma velocidade de planagem, o Batman parece estar:

- A) Caindo a 300 m/s.
- B) Parado (velocidade relativa zero).
- C) Subindo para o espaço.
- D) Em Krypton.
- E) Girando em torno da Terra.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. Considere a equação de Bernoulli simplificada: $P + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante}$. Se o ar sobre a capa do Batman flui a 40 m/s e o ar sob a capa flui a 30 m/s, a diferença de pressão gerada será proporcional a:

- A) A soma das velocidades (70).
- B) A diferença das velocidades (10).
- C) A diferença dos quadrados das velocidades ($40^2 - 30^2$).
- D) A massa do herói.
- E) A cor da capa.

22. Por que a planagem é considerada uma queda controlada e não um voo infinito?

- A) Porque a força de arrasto acaba roubando a energia mecânica do sistema, fazendo o herói perder altura para manter a velocidade.
- B) Porque o Batman fica cansado.
- C) Porque a Terra atrai mais o Batman que o Superman.
- D) Porque a capa desintegra com o tempo.
- E) Porque o Princípio de Bernoulli só funciona por 5 minutos.

23. (Estilo ENEM) Se o Batman tentasse planar na atmosfera de Marte, que é muito menos densa que a da Terra, ele teria sérios problemas. Com base no Princípio de Bernoulli, a força de sustentação seria:

- A) Muito maior, pois há menos resistência.
- B) Muito menor, pois a sustentação depende da densidade do fluido (ar) para gerar diferença de pressão.
- C) A mesma, pois a gravidade de Marte é menor.
- D) Nula, pois não há gravidade em Marte.
- E) Infinita, pois Marte é menor que a Terra.

24. O livro menciona que o voo do Superman desafia a aerodinâmica convencional. Para que ele voasse como um avião, ele precisaria ter:

- A) O dobro da sua massa.
- B) Um formato de corpo plano e asas largas para gerar diferença de pressão.
- C) Uma capa feita de kryptonita.
- D) Menos velocidade.
- E) Apenas o sol amarelo.

25. No simulador PhET, ao estreitarmos a passagem do ar, a velocidade aumenta e a pressão cai. Relacionando isso ao voo: se o Batman inclinar demais sua capa (ângulo de ataque), o fluxo de ar torna-se turbulento e ele perde a sustentação. Esse fenômeno é conhecido como:

- A) Estol (ou Stall).
- B) Supervelocidade.
- C) Inércia absoluta.
- D) Salto quântico.
- E) Efeito Joule.

26. Se o trabalho realizado pela força peso sobre o Batman durante uma planagem de 100 metros de altura for de 80.000 J, e ele pousar com segurança, podemos dizer que esse Trabalho:

- A) Sumiu do universo.
- B) Foi convertido em energia de movimento e dissipado pelo arrasto do ar e pelo impacto controlado.
- C) Virou massa extra para o cinto de utilidades.
- D) É igual à energia solar do Superman.
- E) Foi anulado pela força de Van der Waals.

27. A sustentação não é a única força em jogo. Para que o Batman não caia verticalmente, a componente horizontal da sustentação deve equilibrar o:

- A) Peso.
- B) Arrasto.
- C) Sol.
- D) Tempo.
- E) Magnetismo.

28. Analisando criticamente: se o Superman voa a Mach 1 (velocidade do som) sem asas, a força de arrasto sobre seu corpo seria gigantesca. Para manter essa velocidade constante, seu motor deve realizar um trabalho:

- A) Zero.
- B) Igual ao seu peso.
- C) Exatamente igual e oposto ao trabalho realizado pela força de arrasto do ar.
- D) Que transforma ar em ouro.
- E) Menor que o de um humano caminhando.

29. O formato asa de avião da capa do Batman garante que o ar em cima percorra um caminho mais longo no mesmo tempo que o ar de baixo. Isso prova que:

- A) O tempo passa mais rápido em cima da capa.
- B) A velocidade do ar em cima é necessariamente maior.
- C) O ar de cima pesa menos.
- D) A capa é feita de grávitons.
- E) O Batman é mais rápido que o ar.

30. Ao final da Aula 05, conclui-se que o voo na física é uma batalha constante entre quatro forças: Peso, Sustentação, Arrasto e Tração (ou Propulsão). No caso do Batman planando, a força que falta (não existe motor) é a:

- A) Sustentação.
- B) Peso.
- C) Tração/Propulsão.
- D) Arrasto.
- E) Gravidade.

■ Gabarito Comentado — Lista 05 (Vol.2) - 1º Ano EM (Professor)

A Física e os Super-Heróis • Voo e Sustentação

1. B — Batman usa capa para planar, tipo de voo sem propulsão própria.
2. A — Relação fundamental de Bernoulli: + velocidade = - pressão.
3. C — Formato curvo acelera ar superior, gerando baixa pressão necessária para subir.
4. C — Livro destaca que Batman segue leis físicas reais, enquanto Superman exige licença poética para propulsão.
5. C — Arrasto é resistência fluida ao movimento.
6. B — Diferença de pressão criada pelo ar rápido em cima empurra papel para cima.
7. C — Como qualquer força no SI, é medida em Newtons.
8. B — $P=80 \cdot 10=800$ N.
9. B — Simulação direta do Princípio de Bernoulli.
10. B — Geometria aerodinâmica para acelerar fluxo de ar superior.
11. C — Pela 1ª Lei de Newton, velocidade constante implica força resultante zero ($F_{\text{subida}}=F_{\text{descida}}$).
12. B — Maior área de asa permite gerar mais força de sustentação para mesma velocidade.
13. B — Sem superfícies aerodinâmicas (asas), voo exige força extra de empurre (tração).
14. B — Linhas de corrente próximas indicam alta velocidade e baixa pressão.
15. B — Energia de altura (potencial) sustenta movimento contra resistência do ar.
16. C — Mais massa exige mais força de sustentação para manter equilíbrio.
17. C — Arrasto aerodinâmico cresce exponencialmente com velocidade, exigindo mais energia.
18. B — Força resultante vem da pressão maior na face inferior do objeto.
19. C — Sem ar, não há diferença de pressão e, portanto, não há sustentação por Bernoulli.
20. B — Conceito de referencial e velocidade relativa: mesma velocidade e sentido = repouso relativo.
21. C — Força de sustentação depende da diferença dos quadrados das velocidades do fluido.
22. A — Energia mecânica é dissipada pelo atrito com ar, forçando planador a descer.
23. B — Menos ar significa menos partículas para gerar pressão de sustentação.
24. B — Corpo humano não tem perfil aerodinâmico necessário para voar como planador natural.
25. A — Perda brusca de sustentação quando fluxo de ar se descola da superfície da asa/capa.
26. B — Lei da Conservação da Energia: energia potencial gravitacional realiza trabalho contra ar.
27. B — Em voo nivelado e estável, forças horizontais e verticais devem se equilibrar.
28. C — Para manter velocidade (equilíbrio dinâmico), potência aplicada deve vencer arrasto.
29. B — É base física para criação do gradiente de pressão.
30. C — Batman é planador; ele não possui propulsão ativa (motores), dependendo apenas de altura inicial.