

ESCOLA: _____	DATA: ____/____/____
PROFESSOR(A): _____	TURMA: 2o Ano _____
ESTUDANTE: _____	

Lista 02 (Vol.1/2/3) - 2o Ano: Tempestade e a Termodinâmica da Atmosfera

2o Ano EM - A Física e os Super-Herois - Termodinâmica e Maquinas Térmicas

■ APLIQUE SEUS CONHECIMENTOS (FÁCEIS)

1. Para criar uma nuvem de tempestade, Ororo Munroe precisa manipular o que a física chama de variáveis de estado de uma massa de ar. Quais são essas três variáveis fundamentais?

- A) Força, Massa e Aceleração.
- B) Calor, Trabalho e Energia Interna.
- C) Densidade, Viscosidade e Velocidade.
- D) Pressão, Volume e Temperatura.
- E) Umidade, Magnetismo e Gravidade.

2. Ao forçar uma massa de ar úmido a subir para altitudes elevadas, Ororo faz com que esse ar encontre pressões menores. Esse processo resulta em:

- A) Compressão do ar e aumento da temperatura.
- B) Expansão do ar e aumento da temperatura.
- C) Congelamento instantâneo por falta de oxigênio.
- D) Expansão do ar e diminuição da temperatura.
- E) Aumento da pressão interna das moléculas.

3. Na Primeira Lei da Termodinâmica, o termo W representa o Trabalho. Quando a massa de ar da Tempestade se expande ao subir, dizemos que:

- A) A vizinhança realiza trabalho sobre o ar.
- B) O trabalho é nulo, pois o ar é invisível.
- C) A energia interna sempre aumenta.
- D) O calor é totalmente convertido em massa.
- E) O ar realiza trabalho contra a vizinhança.

4. O processo de formação de nuvens é descrito como uma Expansão Adiabática. Na termodinâmica, um processo adiabático é aquele em que:

- A) A temperatura permanece constante.
- B) O volume do gás não se altera.
- C) A pressão é mantida infinita.
- D) Não há troca de calor ($Q=0$) entre o sistema e o ambiente.
- E) O sistema atinge o zero absoluto.

5. Segundo o material, a Máquina Térmica Atmosférica que a Tempestade manipula recebe sua energia original de qual fonte primária?

- A) Do magnetismo do núcleo da Terra.
- B) Da energia das marés controladas pelo Aquaman.
- C) Da radiação solar, que aquece a superfície de forma desigual.
- D) Da queima de oxigênio na alta atmosfera.
- E) Do metabolismo acelerado dos mutantes.

6. Quando o vapor de água invisível perde energia cinética e se organiza em gotículas líquidas visíveis, ocorre o fenômeno da:

- A) Condensação (ou Liquefação).
- B) Evaporação.
- C) Sublimação.
- D) Fusão.
- E) Ionização.

7. Um erro comum é achar que o topo das montanhas é frio apenas pela distância do chão. Na verdade, o ar é frio lá em cima porque:

- A) O sol não atinge os picos.
- B) O ar sofreu expansão adiabática ao subir, gastando energia interna para realizar trabalho.
- C) A gravidade empurra o calor para baixo.
- D) O gelo das nuvens esfria o vento por condução.
- E) A pressão é tão alta que o calor foge.

8. Se a temperatura é a medida da agitação molecular, quando Ororo Munroe resfria o ar para formar granizo, ela está fazendo com que as moléculas:

- A) Aumentem sua velocidade média.
- B) Ganhem massa atômica.
- C) Entrem em combustão espontânea.
- D) Se afastem até o vácuo.
- E) Diminua sua energia cinética média.

9. De acordo com o Guia, um raio da Tempestade libera 60 bilhões de Joules. Se utilizarmos a unidade caloria (1 cal $\gg$ 4 J), esse valor seria de aproximadamente:

- A) 240 bilhões de calorias.
- B) 60 bilhões de calorias.
- C) 15 bilhões de calorias.
- D) 4 calorias.
- E) 15 milhões de calorias.

10. Na simulação PhET Propriedades dos Gases, ao expandir rapidamente o volume do recipiente, o termômetro cai. Visualmente, isso é percebido porque as partículas:

- A) Ficam maiores.
- B) Mudam de cor para azul.
- C) Desaparecem pelas paredes.
- D) Diminuem sua velocidade de colisão e movimento.
- E) Começam a girar em vez de transladar.

■ TESTE SEUS CONHECIMENTOS (MÉDIAS)

11. Ororo Munroe expande uma massa de ar de forma adiabática. Se o ar realiza um trabalho de 5.000 J contra a atmosfera para se expandir, qual será a variação da energia interna (DU) desse gás?

- A) +5.000 J
- B) Zero.
- C) -5.000 J
- D) +2.500 J
- E) -10.000 J

12. Durante a formação de uma nuvem, a massa de ar úmido descreve uma curva no gráfico $P \times V$. O trabalho realizado pelo gás nesse gráfico é representado pela:

- A) Área sob a curva do gráfico.
- B) Inclinação da reta.
- C) Intersecção com o eixo da pressão.
- D) Soma das temperaturas inicial e final.
- E) Densidade do ar elevada ao quadrado.

13. A atmosfera é considerada uma máquina térmica. Para que qualquer máquina térmica (incluindo o clima da Tempestade) funcione, é necessário que ela:

- A) Transforme 100% do calor em trabalho.
- B) Use apenas o vácuo como combustível.
- C) Opere entre duas fontes térmicas em temperaturas diferentes.
- D) Crie energia a partir do nada.
- E) Mantenha a pressão constante durante todo o ciclo.

14. O Ciclo de Carnot define a eficiência máxima teórica de uma máquina térmica. Se a Tempestade opera um ciclo atmosférico entre a superfície quente (300 K) e o topo frio da nuvem (240 K), a eficiência máxima dessa máquina seria de:

- A) 80%
- B) 100%
- C) 25%
- D) 20%
- E) 50%

15. Se Ororo comprimisse uma massa de ar de forma súbita (reduzindo seu volume adiabaticamente), o que aconteceria fisicamente?

- A) O ar realizaria trabalho e esfriaria.
- B) O ar perderia calor para o ambiente e ficaria estável.
- C) As moléculas parariam de se mover totalmente.
- D) O volume diminuiria sem afetar a pressão.
- E) O ar sofreria trabalho e sua temperatura aumentaria.

16. O material cita que 60 bilhões de Joules equivalem a 150 mil hambúrgueres. Com base nesses dados, qual é a energia aproximada, em Joules, contida em um único hambúrguer?

- A) 400 J
- B) 4.000 J
- C) 60.000.000 J
- D) 400.000 J
- E) 150.000 J

17. (ENEM) A semeadura de nuvens com iodeto de prata é uma intervenção tecnológica que visa:

- A) Criar energia interna no ar.
- B) Diminuir a pressão atmosférica artificialmente.
- C) Oferecer núcleos de condensação para que o vapor d'água forme gotículas e precipite.
- D) Impedir que a radiação solar chegue ao solo.
- E) Aquecer as nuvens para evitar o granizo.

18. Por que a energia interna de um gás ideal (como o ar manipulado pela Tempestade) depende apenas da temperatura?

- A) Porque o gás não tem massa.
- B) Porque a energia interna é a soma da energia cinética das moléculas, que é proporcional à temperatura absoluta.
- C) Porque o volume do gás é sempre constante na atmosfera.
- D) Porque o calor e o trabalho se anulam na altura.
- E) Porque o ar é composto apenas por nitrogênio.

19. Durante uma chuva intensa, Ororo Munroe observa que o ar ao redor se aquece levemente no momento em que a água condensa. Isso ocorre porque a condensação é um processo:

- A) Endotérmico (absorve calor).
- B) Exotérmico (libera o calor latente para o ambiente).
- C) Isotérmico (não troca energia).
- D) Adiabático frio.
- E) Isobárico de alta pressão.

20. Se a Tempestade cria um raio que converte energia acumulada na atmosfera, ela está atuando como um gatilho para a:

- A) Destruição da Primeira Lei da Termodinâmica.
- B) Conversão de energia potencial/térmica em energia elétrica e mecânica.
- C) Redução do volume total da Terra.
- D) Criação de massa a partir de fótons.
- E) Estabilização do zero absoluto na superfície.

■ DESAFIE SEUS CONHECIMENTOS (DIFÍCEIS)

21. (ENEM/Vestibular) Analise a eficiência de uma tempestade como máquina térmica. Se a fonte quente é o solo (30 °C) e a fonte fria é o topo da troposfera (-50 °C), qual a eficiência máxima de Carnot aproximada? (Dica: Converta para Kelvin: $T(K) = t(^{\circ}C) + 273$).

- A) 26,4%
- B) 62,5%
- C) 15,3%
- D) 37,2%
- E) 5,5%

22. Em uma transformação adiabática realizada pela Tempestade, se o volume do ar triplica, a pressão cai muito mais do que cairia em uma transformação isotérmica. Isso acontece porque:

- A) Na isotérmica o calor entra para compensar a queda de pressão.
- B) Na adiabática, além do aumento de volume, há uma queda de temperatura que também reduz a pressão.
- C) O ar se torna sólido no processo.
- D) A constante dos gases (R) muda de valor no céu.
- E) O trabalho realizado é sempre zero em altitudes elevadas.

23. Se a Tempestade fornece 10.000 J de calor a uma massa de ar e, ao mesmo tempo, essa massa se expande realizando um trabalho de 12.000 J contra a atmosfera, a energia interna do sistema:

- A) Diminui 2.000 J.
- B) Aumenta 2.000 J.
- C) Aumenta 22.000 J.
- D) Permanece constante.
- E) Diminui 10.000 J.

24. O fenômeno da ilha de calor em cidades pode intensificar tempestades. Fisicamente, isso ocorre porque o asfalto quente aumenta o termo Q (calor) que entra na massa de ar na base. De acordo com a 1ª Lei, se Q aumenta e o ar sobe expandindo-se (W), a energia interna inicial da subida será maior, o que resulta em:

- A) Nuvens com maior desenvolvimento vertical e correntes de convecção mais violentas.
- B) Nuvens mais baixas e menos potentes.
- C) Menos chuva, pois o calor seca o ar.
- D) Transformação do ar em vácuo urbano.
- E) Diminuir o trabalho realizado pelo gás.

25. (ENEM) A Segunda Lei da Termodinâmica impõe limites à Tempestade. Ela afirma que é impossível construir uma máquina térmica que, operando em ciclos, converta integralmente calor em trabalho. Isso implica que na atmosfera de Ororo Munroe:

- A) A entropia do sistema sempre diminui.
- B) Sempre haverá uma quantidade de calor rejeitada para uma fonte fria.
- C) O trabalho realizado é sempre maior que o calor absorvido.
- D) O clima pode ser controlado com 100% de precisão.
- E) O calor flui espontaneamente do frio para o quente.

26. Se um raio de 60 bilhões de Joules fosse convertido em energia elétrica para uma cidade que consome 10.000 J por segundo, por quanto tempo esse único raio manteria a cidade ligada?

- A) 6.000.000 de segundos (aproximadamente 69 dias).
- B) 60 segundos.
- C) 600.000 segundos.
- D) 150.000 segundos.
- E) 1 hora.

27. Considere que Ororo Munroe force uma expansão súbita do ar no vácuo (expansão livre). Nesse caso específico, o gás não realiza trabalho ($W=0$). Se não houver troca de calor ($Q=0$), o que acontece com a temperatura?

- A) Cai drasticamente.
- B) Sobe violentamente.
- C) O ar vira líquido.
- D) A energia interna dobra.
- E) Permanece constante, pois $DU=0$.

28. No simulador PhET, observamos que partículas rápidas (quentes) batem com mais força nas paredes. Se a Tempestade mantém o volume constante (isocórica) e dobra a temperatura absoluta do ar, a pressão:

- A) Cairá pela metade.
- B) Ficará constante.
- C) Aumentará quatro vezes.
- D) Reduzirá a zero.
- E) Dobrará.

29. O debate sobre a sementeira de nuvens (CTS) envolve o equilíbrio termodinâmico regional. Retirar umidade de uma massa de ar para fazer chover em uma plantação pode causar:

- A) Criação de novos oceanos.
- B) Queda na pressão global da Terra.
- C) Aumento da temperatura em regiões vizinhas, pois menos nuvens refletirão o sol (albedo).
- D) Aumento da energia interna de todo o planeta.
- E) Fim da gravidade na região seca.

30. Conclusão da Aula 02: A Tempestade não cria energia; ela organiza o fluxo termodinâmico. O sol fornece a Entrada (Q_{quente}), a atmosfera realiza o Trabalho (W) e o espaço sideral/alta atmosfera atua como o:

- A) Motor de combustão.
- B) Pistão da máquina.
- C) Cilindro de gás.
- D) Combustível fóssil.
- E) Escapamento ou Fonte Fria (Q_{frio}).

■ Gabarito Comentado - Lista 02 - 2o Ano (Professor)

A Física e os Super-Herois - Tempestade e a Termodinâmica da Atmosfera

1. **D** — Pressão (P), Volume (V) e Temperatura (T) são coordenadas de estado de um gás.
2. **D** — Ao subir, pressão externa cai, ar se expande e, ao realizar trabalho, resfria-se.
3. **E** — Expansão significa que gás empurrou vizinhança, realizando trabalho positivo.
4. **D** — Processos rápidos na atmosfera costumam ser adiabáticos (sem troca de calor significativa).
5. **C** — Ciclo hidrológico e ventos são movidos pela energia térmica do Sol.
6. **A** — Condensação é transição fase gasosa $\rightarrow$ líquida.
7. **B** — Resfriamento é por expansão adiabática (trabalho às custas da energia interna).
8. **E** — Menor temperatura = menor agitação molecular média.
9. **C** — $60 \text{ bilhões}/4 = 15 \text{ bilhões}$ de calorias.
10. **D** — Menos colisões e menor velocidade média das partículas indicam queda de temperatura.
11. **C** — $\Delta U = 0 - 5000 = -5000 \text{ J}$. Energia interna cai mesmo valor do trabalho realizado.
12. **A** — Área sob curva $P \times V$ é numericamente igual ao trabalho realizado.
13. **C** — Máquinas térmicas precisam de gradiente de temperatura (fonte quente e fria).
14. **D** — $h = 1 - (T_{\text{fria}}/T_{\text{quente}}) = 1 - (240/300) = 0,2$ ou 20%.
15. **E** — Na compressão adiabática, trabalho entra no sistema e aumenta energia interna (T).
16. **D** — $60.000.000.000/150.000 = 400.000 \text{ J}$.
17. **C** — Iodeto de prata serve como ponto de apoio para moléculas de vapor se unirem.
18. **B** — Para gases ideais, energia interna é puramente cinética (função exclusiva da temperatura).
19. **B** — Mudanças de fase para estados mais organizados (gás $\rightarrow$ líquido) liberam energia.
20. **B** — Transformação de energia conforme 1ª Lei e conservação de energia.
21. **A** — $T_q = 303 \text{ K}$; $T_f = 223 \text{ K}$. $h = 1 - (223/303) \approx 0,264$ (26,4%).
22. **B** — Queda de pressão na adiabática é mais acentuada pois T também cai junto com aumento de V.
23. **A** — $\Delta U = Q - W \rightarrow 10000 - 12000 = -2000 \text{ J}$.
24. **A** — Maior calor na base gera maior diferença de temperatura e ascensões mais vigorosas.
25. **B** — Nenhuma máquina térmica real ou natural tem eficiência de 100%.
26. **A** — $t = \text{Energia}/\text{Potência} = 60 \text{ bi}/10.000 = 6.000.000 \text{ s}$.
27. **E** — Sem troca de calor e sem trabalho realizado, energia interna e temperatura não mudam.
28. **E** — Em volume constante, Pressão e Temperatura são diretamente proporcionais (Gay-Lussac).
29. **C** — Menos nuvens significam menor reflexão da luz solar, aumentando calor local.
30. **E** — Em ciclo térmico, energia não aproveitada é obrigatoriamente devolvida à fonte fria.