

Gabarito com Resolução

Termodinâmica

Conteúdos: Leis da Termodinâmica; energia cinética dos gases; rendimento; ciclo de Carnot; entropia; motores de combustão interna; calor, trabalho e rendimento

1. A Primeira Lei da Termodinâmica é a expressão da conservação de energia aplicada a sistemas térmicos: $\Delta U = Q - W$, em que ΔU é a variação da energia interna do sistema, Q é o calor trocado com o meio (positivo quando recebido pelo sistema) e W é o trabalho realizado pelo sistema sobre o meio (positivo quando o sistema se expande e realiza trabalho).

2. $\Delta U = Q - W = 500 - 200 = 300 \text{ J}$

3. Em uma transformação isotérmica de um gás ideal, a temperatura permanece constante. Como a energia interna de um gás ideal depende exclusivamente da temperatura, $\Delta U = 0$ (todo o calor recebido é convertido em trabalho realizado pelo gás, ou seja, $Q = W$).

4. $\eta = 1 - T_f/T_q = 1 - 300/600 = 1 - 0,5 = 0,5 = 50\%$

5. $\eta = (Q_q - Q_f)/Q_q = (800 - 500)/800 = 300/800 = 0,375 = 37,5\%$. $W = Q_q - Q_f = 800 - 500 = 300 \text{ J}$

6. Um enunciado clássico (Clausius): é impossível que o calor flua espontaneamente de um corpo mais frio para um corpo mais quente sem a realização de trabalho externo. Outro enunciado (Kelvin-Planck): é impossível construir uma máquina térmica que converta integralmente calor em trabalho em um ciclo completo. A entropia do universo tende sempre a aumentar (ou, no limite, permanecer constante) em qualquer processo espontâneo, sendo uma medida do grau de desordem do sistema.

7. Porque, pela Segunda Lei da Termodinâmica, uma máquina térmica precisa necessariamente rejeitar parte do calor recebido da fonte quente para uma fonte fria; mesmo no ciclo ideal de Carnot (o de maior rendimento possível entre duas temperaturas), $\eta = 1 - T_f/T_q$ só atingiria 100% se $T_f = 0 \text{ K}$, uma temperatura inatingível na prática (Terceira Lei da Termodinâmica).

8. $E_{c_m\acute{e}dia} = (3/2) \cdot k \cdot T$: a energia cinética média de translação das moléculas de um gás é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta. Quanto maior a temperatura, maior a agitação (velocidade média) das moléculas do gás.

9. Admissão: a mistura ar-combustível entra no cilindro (ainda sem troca de calor relevante). Compressão: o pistão comprime a mistura, realizando trabalho sobre o gás (W do gás é negativo), o que aumenta sua energia interna, pressão e temperatura. Explosão/expansão: a combustão libera calor ($Q > 0$) para o gás, que se expande e realiza trabalho sobre o pistão ($W > 0$), fornecendo potência útil ao motor. Escape: os gases residuais, ainda quentes, são expelidos do cilindro, liberando calor ($Q < 0$) para o ambiente antes de reiniciar o ciclo.

10. $\eta = W/Q_q \rightarrow Q_q = W/\eta = 300/0,25 = 1200 \text{ J}$. $Q_f = Q_q - W = 1200 - 300 = 900 \text{ J}$