

- Primeira Lei da Termodinâmica: $\Delta U_{if} = Q_{if} - \tau_{if}$
- Equação de Estado dos Gases Ideais (Clapeyron): $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
- Lei de Joule (expansão livre): $\Delta U_{if} = 0 \Rightarrow \Delta U = \Delta U(T) = n \cdot c_V \cdot (T_f - T_i)$
- Constante dos Gases Ideais: $R = 0,08206 \frac{\text{atm} \cdot \ell}{\text{mol} \cdot \text{K}} \left[= 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$
- Calor específico por mol a volume constante

	Monoatômico (He, Ne, Xe, ...)	Diatômico (H ₂ , O ₂ , N ₂ , CO, ...)	Poliatômico (CO ₂ , H ₂ O, NH ₃ , ...)
c_V	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$

Relação de Mayer: $c_P - c_V = R$ ♦ Exponente de Poisson: $\gamma = \frac{c_P}{c_V}$

Processo Termodinâmico (de i para f)	Propriedade	Equação Característica (estados i e f)	Calor Trocado (Q_{if})	Trabalho Realizado (W_{if})
Isométrico	$\Delta V = 0$	$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$	$n \cdot c_V \cdot (T_f - T_i)$	0
Isobárico	$\Delta P = 0$	$\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f}$	$n \cdot c_P \cdot (T_f - T_i)$	$P_i \cdot (V_f - V_i)$
Isotérmico	$\Delta T = 0$	$P_i \cdot V_i = P_f \cdot V_f$	$P_i \cdot V_i \cdot \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$	$P_i \cdot V_i \cdot \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$
Adiabático	$Q = 0$	$\frac{P_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{P_f \cdot V_f}{T_f}$ $P_i \cdot V_i^\gamma = P_f \cdot V_f^\gamma$	0	$\frac{P_f \cdot V_f - P_i \cdot V_i}{1 - \gamma}$

Propriedade de um processo termodinâmico cíclico: $\Delta U_{ciclo} = 0$

Eficiência de uma máquina em um ciclo, ε , é dada pela razão entre a soma dos trabalhos realizados em um ciclo e a soma dos respectivos calores absorvidos ($Q_{if} > 0$), ou seja $\varepsilon = \frac{\tau_{ciclo}}{Q_{>,ciclo}}$. (Notar que $0 < \varepsilon < 1$).

Dicas para resolução de problemas:

- 1) Montar a tabela de estados (equação característica).
- 2) Calcular a quantidade de moles no sistema: $n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$, onde P , V e T pertencem ao mesmo estado.
- 3) Identificar o gás (h) e calcular c_V , c_P , γ .
- 4) Montar a tabela de processos termodinâmicos (equações de Calor, de Trabalho e a Energia Interna).
- 5) Calcular a eficiência da máquina, ε .

Exemplo de um ciclo com 4 etapas [cada etapa tem estado i (inicial) e f (final)],

	P	V	T	Processo ($i \rightarrow f$)	Tipo	Calor (Q_{if})	Trabalho (W_{if})	Energia Interna (ΔU_{if})
1	P_1	V_1	T_1	$1 \rightarrow 2$?	Q_{12}	W_{12}	$Q_{12} - W_{12}$
2	P_2	V_2	T_2	$2 \rightarrow 3$?	Q_{23}	W_{23}	$Q_{23} - W_{23}$
3	P_3	V_3	T_3	$3 \rightarrow 4$?	Q_{34}	W_{34}	$Q_{34} - W_{34}$
4	P_4	V_4	T_4	$4 \rightarrow 1$?	Q_{41}	W_{41}	$Q_{41} - W_{41}$
				Soma		Q_{ciclo}	W_{ciclo}	0

Unidades de medida: 1 atm = 101.325 Pa $\approx 10^5$ Pa ♦ 1 ℓ = 10^{-3} m³ ♦ 1 atm · ℓ = 100 J

Referências bibliográficas:

- [1] Cutnell-Johnson. *Física*. Vol. 1. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- [2] Halliday, Resnick. *Fundamentos de Física*. Vol. 2. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- [3] Alonso, Finn. *Fundamental University Physics*. Vol.III. Massachusetts: Addison-Wesley, 1968.

