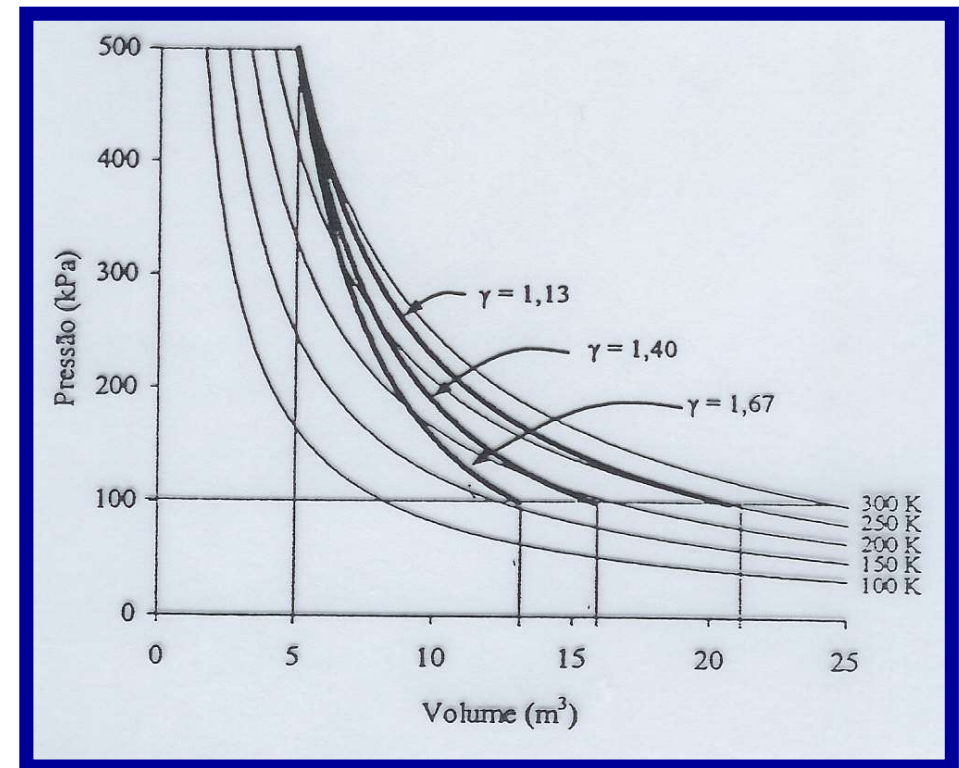
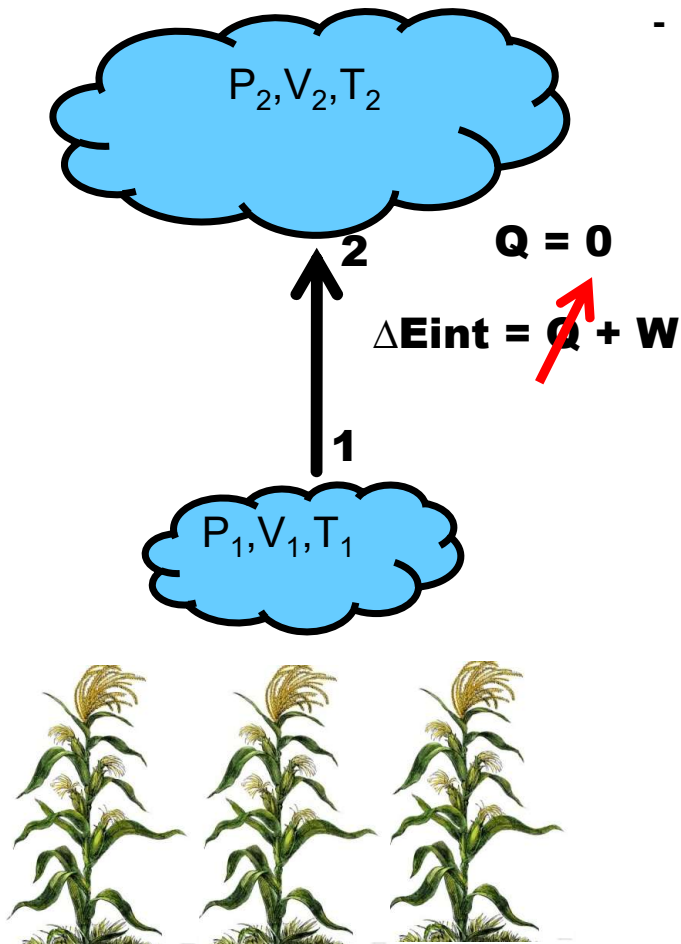


Processo Adiabático

Objetivos:

- Relacionar calor específico ($\bar{c}_p$ e $\bar{c}_v$)
- Expressão Geral do Processo Adiabático



Fonte: REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; MORAES, S.O.; NASCIMENTO FO. V.F. 1997.



Processo Adiabático

Sabemos que:

$$\Delta E_{\text{int}} = Q + W$$

$$Q = \Delta E_{\text{int}} + P \cdot \Delta V$$

Q = Variação de Entalpia (ΔH)

Portanto:
$$\Delta H = \Delta E_{\text{int}} + P \cdot \Delta V$$

Definição de Capacidade Calórica (C) e Calor Específico ($\bar{c}$)

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \bar{c} = \frac{C}{m} \quad \text{ou} \quad \bar{c} = \frac{C}{n}$$

No processo isovolumétrico:

$$\bar{c}_v = \frac{C_v}{n}$$

No processo isobárico:

$$\bar{c}_p = \frac{C_p}{n}$$



Processo Adiabático

Em um processo isovolumétrico $Q = \Delta E_{\text{int}}$, portanto: $\Delta E_{\text{int}} = Q + W$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad C_v = \frac{\Delta E_{\text{int}}}{\Delta T} \quad \bar{c}_v = \frac{C_v}{n} \quad \Delta E_{\text{int}} = n \cdot \bar{c}_v \cdot \Delta T$$

Em um processo isobárico $Q = \Delta H$, portanto:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad C_p = \frac{\Delta H}{\Delta T} \quad \bar{c}_p = \frac{C_p}{n} \quad \Delta H = n \cdot \bar{c}_p \cdot \Delta T$$

Portanto como temos que: $\Delta H = \Delta E_{\text{int}} + P \cdot \Delta V$ $P \cdot \Delta V = n \cdot R \cdot \Delta T$

$$n \cdot \bar{c}_p \cdot \Delta T = n \cdot \bar{c}_v \cdot \Delta T + n \cdot R \cdot \Delta T$$

Gás Monoatômico ($\bar{c}_v = 3/2R$)

Gás Diatômico ($\bar{c}_v = 5/2R$)



Processo Adiabático

A equação dos gases expressa em termos de variação fica:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot \Delta T$$

$$P \cdot \Delta V + V \cdot \Delta P = n \cdot R \cdot \Delta T$$

$$P \cdot \Delta V = n \cdot R \cdot \Delta T - V \cdot \Delta P$$

Da 1ª Lei temos que: $\Delta E_{\text{int}} = Q + W$



$$Q = \Delta E_{\text{int}} + P \cdot \Delta V$$

Processo Isovolumétrico: $\Delta E_{\text{int}} = n \cdot \bar{c}_v \cdot \Delta T$

Processo Isobárico:



$$Q = \Delta E_{\text{int}} + P \cdot \Delta V$$

$$Q = n \cdot \bar{c}_v \cdot \Delta T + n \cdot R \cdot \Delta T - V \cdot \Delta P$$



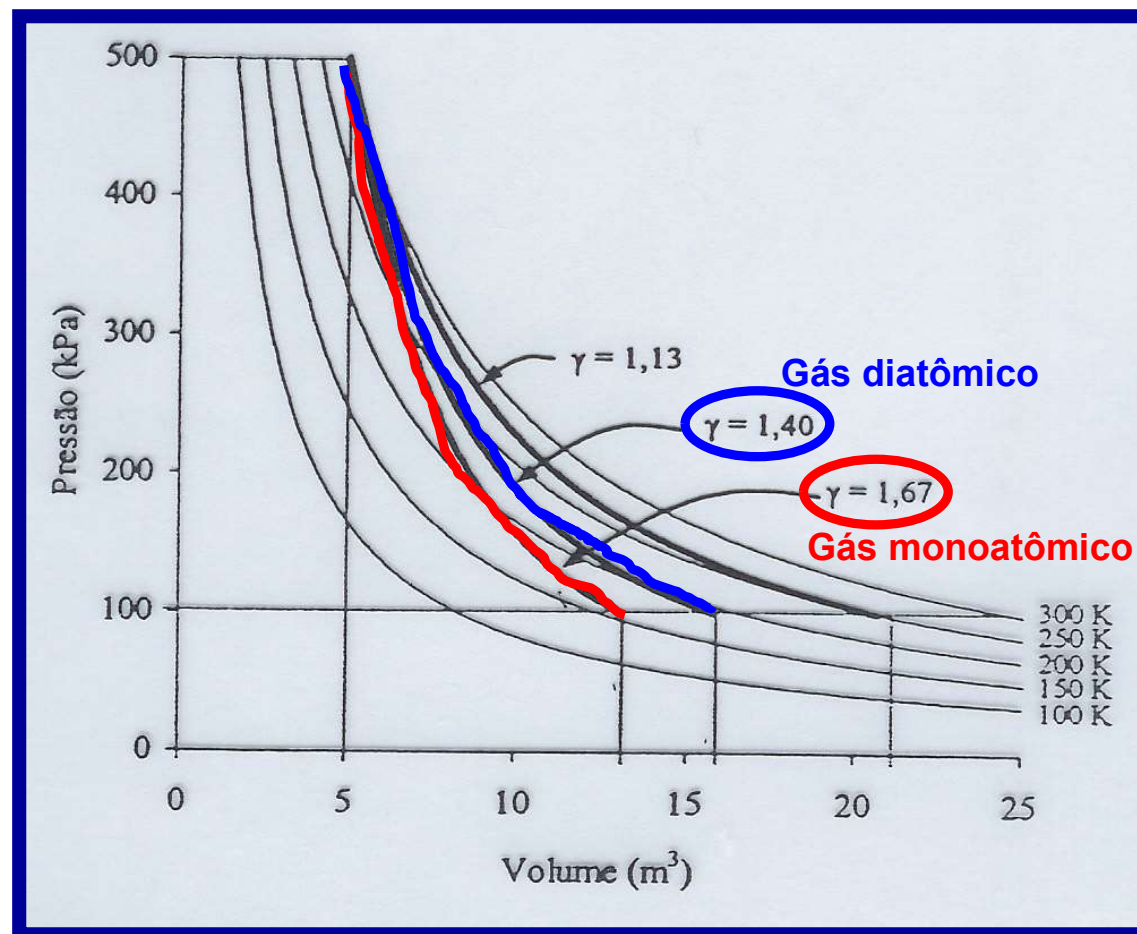
Gás Monoatômico ($\bar{c}_v = 3/2R$)
Gás Diatômico ($\bar{c}_v = 5/2R$)

$$\bar{c}_p = \bar{c}_v + R$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\bar{c}_p = \bar{c}_v + R$$

$$\gamma = \frac{\bar{c}_p}{\bar{c}_v}$$



Fonte: REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; MORAES, S.O.; NASCIMENTO FO. V.F. 1997.



Encontre as expressões para o processo adiabático, relacionando:
Temperatura x Volume
Temperatura x Pressão

Temperatura x Volume

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

Temperatura x Pressão

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$$

$$P_1 V_1 = nRT_1$$

$$P_2 V_2 = nRT_2$$

Exercício:

Calcule os valores de temperatura inicial (T1), temperatura final (T2) e Volume final (V2), para os dois tipos de gases (Gás 1 e 2), comparando as variações de temperatura e volume entre eles.

Considere o processo adiabático, para a situação.

Dados:

Gás 1:

$n = 1000$ moles $\bar{c}_v = 7/3R$ $V_1 = 5 \text{ m}^3$

$P_1 = 500 \text{ kPa}$ $P_2 = 100 \text{ kPa}$

Calcule: $T_1 = ?$ $T_2 = ?$ $V_2 = ?$ (Processo Adiabático)

Respostas: $T_1 = 300,69 \text{ K}$ $T_2 = 185,64 \text{ K}$ e $V_2 = 15,42 \text{ m}^3$

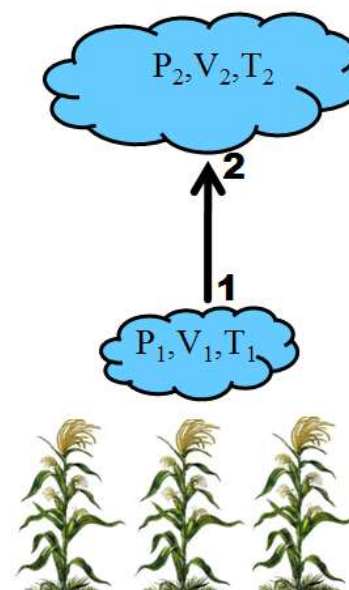
Gás 2:

$n = 1000$ moles $\bar{c}_v = 23/3R$ $V_1 = 5 \text{ m}^3$

$P_1 = 500 \text{ kPa}$ $P_2 = 100 \text{ kPa}$

Respostas: $T_1 = 300,69 \text{ K}$ $T_2 = 249,86 \text{ K}$ e $V_2 = 20,77 \text{ m}^3$

INTERPRETE OS RESULTADOS DE ACORDO COM A ABORDAGEM EM SALA DE AULA (UTILIZE O GRÁFICO PARA DISCUTIR)



**Condição Final
(Processo Adiabático)**

$$\bar{c}_p = \bar{c}_v + R$$

$$\gamma = \frac{\bar{c}_p}{\bar{c}_v}$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

**Condição Inicial
(Eq. Estado)**

$$P_1 V_1 = nRT_1$$



Equações:

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\overline{c_p} = \overline{c_v} + R$$

$$\gamma = \frac{\overline{c_p}}{\overline{c_v}}$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$



1) 10 moles de ar atmosférico a uma temperatura de 300 K sofre uma expansão adiabática entre as pressões de $1,2 \cdot 10^5$ Pa e $0,9 \cdot 10^5$ Pa. Calcular o volume inicial do ar atmosférico, a temperatura final e o volume final da expansão? ($\gamma = 1,4$)

Resposta: $V_1 = 207,85$ L; $V_2 = 255,64$ L e $T_2 = 276,33$ K

$$PV = nRT$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

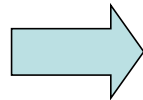
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

2) Um volume de ar seco é aquecido pela superfície da Terra, a uma altitude de 550 m acima do nível do mar, atingindo a temperatura de 310 K. O volume de ar começa então a subir, expandindo-se adiabaticamente, até chegar à altitude de 1550 m acima do nível do mar. Calcular a temperatura do ar ao chegar a essa altitude. Qual é o gradiente térmico?

Resposta: $T = 299,42 \text{ K}$ $GT = -10,58 \text{ }^\circ\text{C km}^{-1}$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$$



Gás diatômico

$$P = K \cdot \left(1 - \frac{0,0065 \cdot Z}{288} \right)^{5,2568}$$

