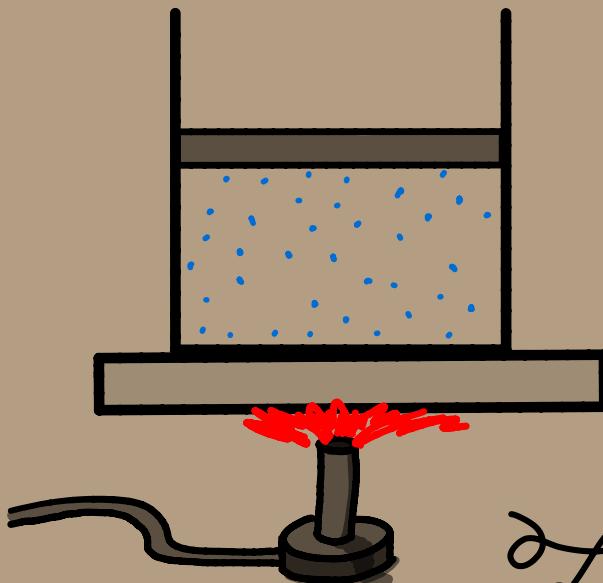


TERMODINÂMICA



Jessica
Vinícius
Turma 201

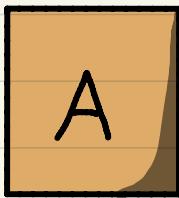
24/06
01/07
08/07
15/07

TERMODINÂMICA

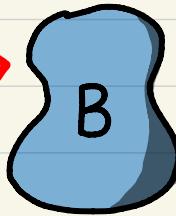
Parte da física que estuda as transformações que relacionam o calor e o trabalho.

1. FORMAS DE ENERGIA. → CALOR (Q)

33331 $T_A > T_B$



CALOR

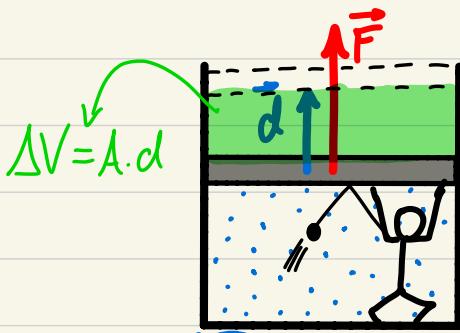
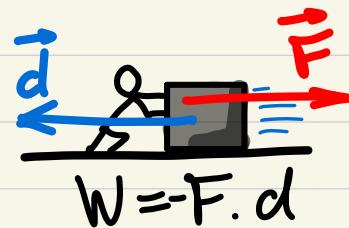


$$Q_A = -200\text{J} \quad Q_B = +200\text{J}$$

Calor recebido $\rightarrow Q > 0$
Calor cedido $\rightarrow Q < 0$

← TRABALHO (W)

Energia transferida pela ação de uma força.

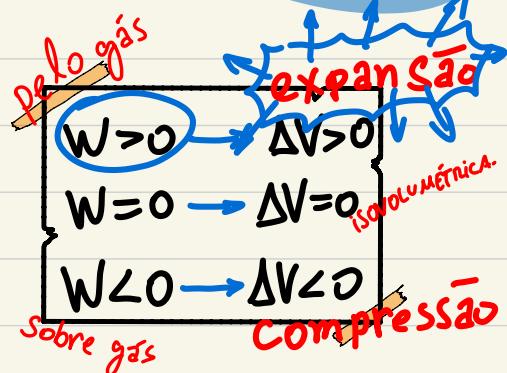


$$W = (\cancel{F}) d \quad p = F/A \quad F = p \cdot A$$

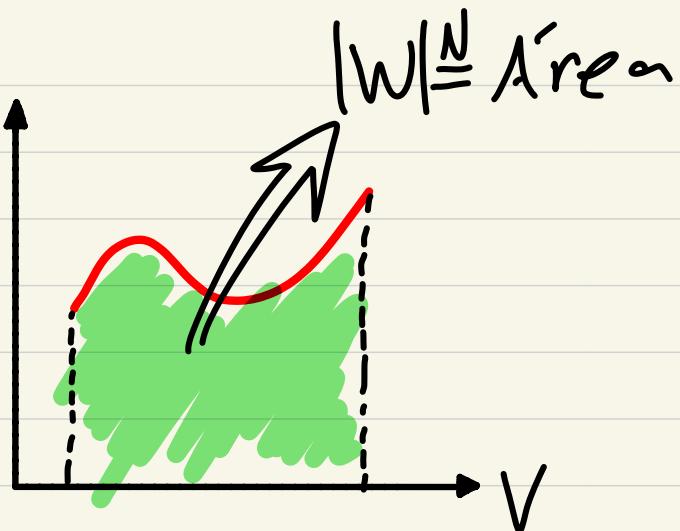
$$W = p \cdot \cancel{A} \cdot d$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

ISOBÁRICA



Propriedade
Gráfica.



ENERGIA INTERNA (U)

1
Julho

Dada uma massa de gás, sua energia interna é proporcional à sua temperatura absoluta.

U.T

para um gás monoatômico.

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

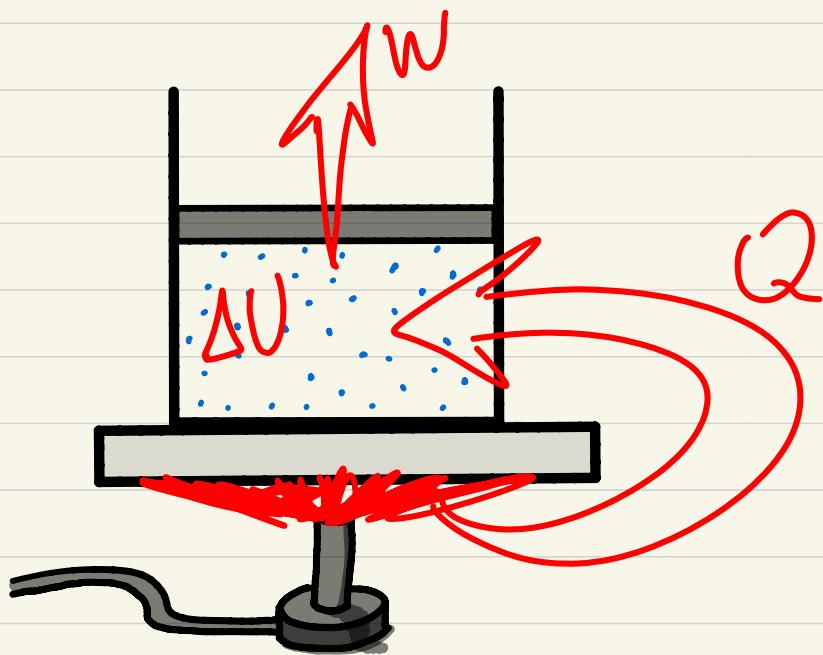
$\Delta T > 0$	$\rightarrow \Delta U > 0$
$\Delta T = 0$	$\rightarrow \Delta U = 0$
$\Delta T < 0$	$\rightarrow \Delta U < 0$

Aquecimento

isotérmico:

Resfriamento

2. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.

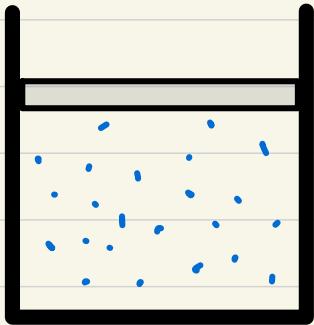


$$Q = \Delta U + W$$

A handwritten note enclosed in a scroll-shaped frame. The scroll has a small handle on the left and a decorative end on the right. Inside the scroll, the equation $\Delta U = Q - W$ is written in black ink.

Exemplo:

01. Um gás **recebe 800 J de calor de uma fonte térmica, expandindo isobáriamente.** Sabendo que sua pressão é de 1 atm (10^5 Pa) e que seu volume variou $0,004 \text{ m}^3$, determine sua variação de energia interna.



$$Q = +800 \text{ J}$$

$$\Delta V = 0,004 \text{ m}^3$$

$$p = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta U = ?$$

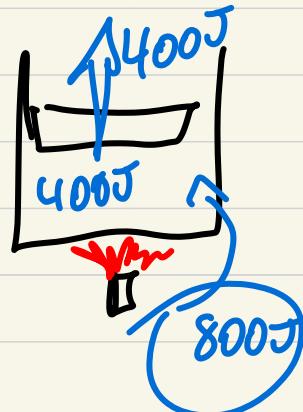
$$\left. \begin{array}{l} \text{isobárica} \\ W = p \cdot \Delta V \end{array} \right\}$$

$$\Delta U = Q - W$$

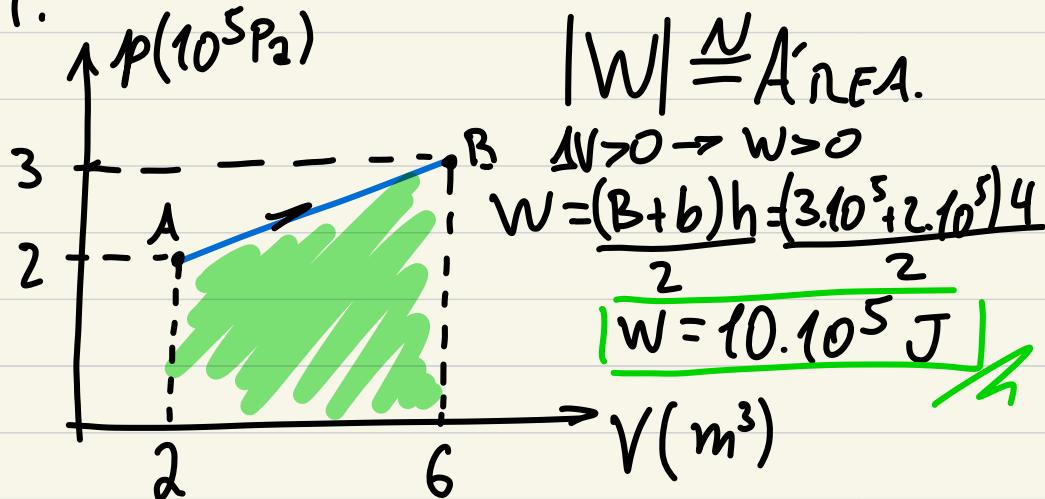
$$\Delta U = 800 - 10^5 \cdot 0,004$$

$$\Delta U = 800 - 400$$

$$\Delta U = 400 \text{ J}$$



O2. O gráfico representa a pressão em função do volume de um gás ideal.



Considerando que a energia interna do gás aumenta $20 \cdot 10^5 \text{ J}$ de A para B, determine a quantidade de calor trocada.

$$\Delta U = 20 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$Q = ?$$

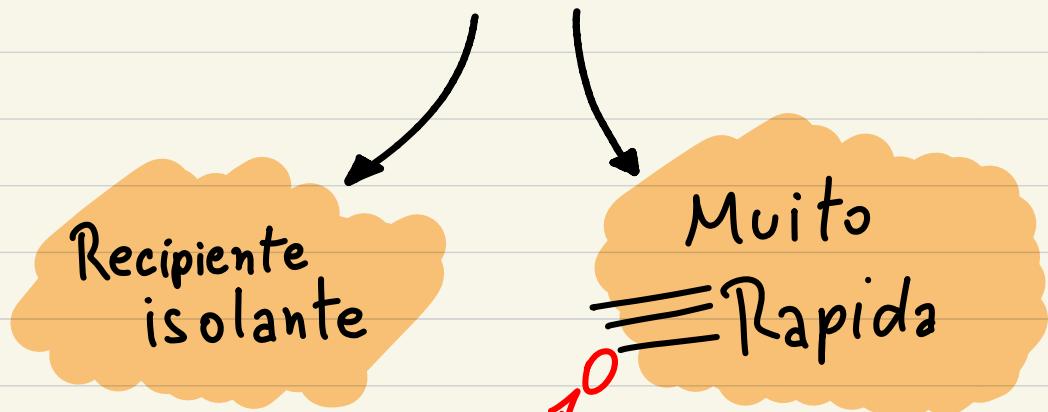
$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 20 \cdot 10^5 - 10 \cdot 10^5$$

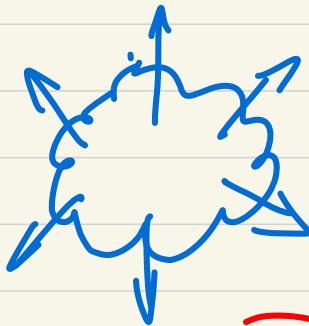
$$\Delta U = 10 \cdot 10^5 \text{ J}$$

TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA ($Q=0$)

NÃO HÁ TROCA DE CALOR
COM O MEIO EXTERNO



$$\Delta U = Q - W$$



$$\Delta U = -W$$

$$Ex_1: Q = 0$$

muito
Rápida

$$W = +200\text{J}$$

expansão

$$\Delta U = -200\text{J}$$

Resfriamento

$$Ex_2: Q = 0$$

muito
rápido

$$W = -200\text{J}$$

compr.

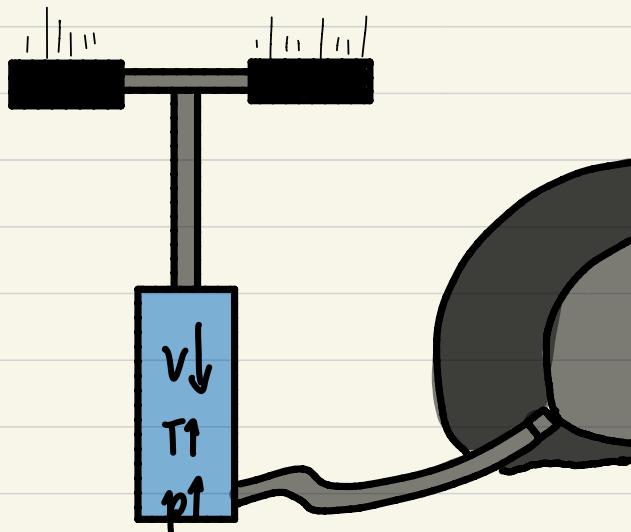
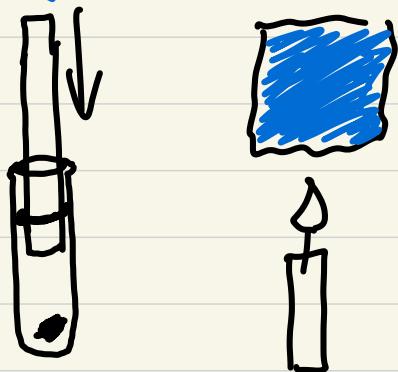
$$\Delta U = +200\text{J}$$

Aquecim.

**Expansão
Adiabática
(Rápida)**



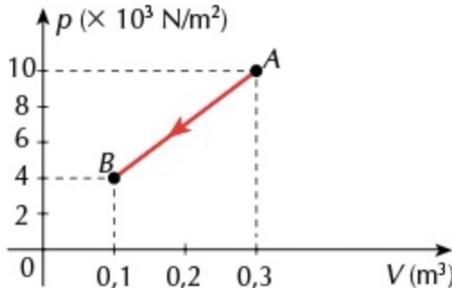
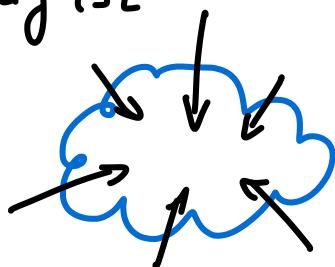
**Compressão
Adiabática
(Rápida)**



P.161

Certa quantidade de um gás ideal monoatômico sofre o processo termodinâmico AB indicado no gráfico a seguir.

pág 192



Sendo $R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ e $T_A = 600 \text{ K}$ a temperatura inicial do gás, determine:

- o número de mols do gás;
- a temperatura final T_B ;
- a variação de energia interna que o gás sofre no processo;
- o trabalho realizado sobre o gás na compressão do estado A para o estado B ;
- a quantidade de calor que o gás troca com o ambiente no processo AB .

(2)

(A)

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$0 \cdot 10^3 \cdot 0,3 = n \cdot 8,31 \cdot 600$$

~~$$2 \cdot 10^3 = n \cdot 831 \cdot 6$$~~

$$n = \frac{1000}{1662} \approx 0,6 \text{ mol}$$

$$b) \quad \textcircled{A} \quad \frac{p_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \textcircled{B} \quad \frac{p_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2}$$

$$\cancel{\frac{10 \cdot 10^3 \cdot 0,3}{600}}^3 = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{T_B}^1$$

$$\cancel{13} \cdot T_B = 4 \cdot \cancel{60}^{20}$$

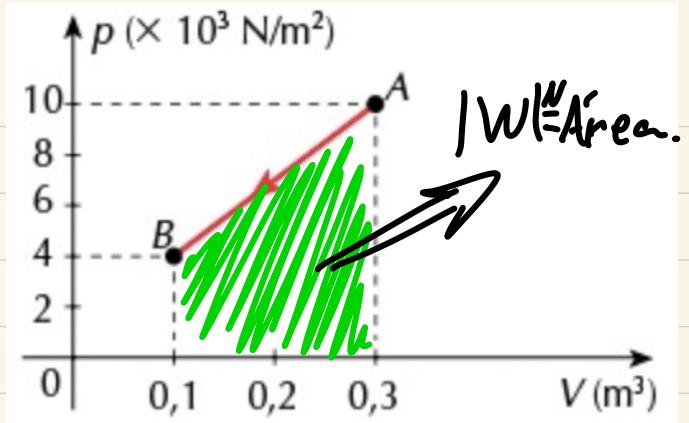
$$T_B = 80 \text{ K}$$

$$c) \quad U_A = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T_A \\ U_B = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T_B \quad \left. \right\} \quad \begin{aligned} U &= \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \\ &\downarrow \end{aligned}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0,6 \cdot 8,31 \cdot (-520)$$

$$\Delta U \approx -3889 \text{ J}$$

D) $W = ?$



$$\text{Área} = \frac{(B + b) h}{2} = \frac{(10 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^3) 0,1}{2}$$

$$\text{Área} = 14 \cdot 10^3 \cdot 0,1 = 1400$$

$$|W| = 1400 \text{ J}$$

Gás $\rightarrow W = -1400 \text{ J}$

e) $\Delta U = Q - W$

$$-3889 \cong Q - (-1400)$$

$$-3889 \cong Q + 1400$$

\swarrow

$$\left. \begin{array}{l} Q = -3889 - 1400 \\ Q = -5289 \text{ J} \end{array} \right\}$$

P.164

Um gás encontra-se inicialmente sob pressão de 10^5 N/m^2 e à temperatura de 500 K, ocupando um volume de $1,66 \text{ m}^3$. O gás se expande isotermicamente ao receber 400 J de calor do meio exterior. Sendo a constante universal dos gases perfeitos $R = 8,3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$, determine:

- o número de mols do gás que sofre o processo;
- o trabalho realizado durante a transformação;
- a variação de energia interna do gás.

$$\begin{aligned} p &= 10^5 \text{ N/m}^2 \\ T &= 500 \text{ K} \\ V &= 1,66 \text{ m}^3 \\ R &= 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \end{aligned}$$

$Q = 400 \text{ J}$

ⓐ $n = ? \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$\begin{aligned} 10^5 \cdot 1,66 &= n \cdot 8,3 \cdot 500 \\ 166000 &= n \cdot 4150 \\ n &= \frac{166000}{415} = 40 \text{ mol} \end{aligned}$$

ⓑ $W = ? \quad \Delta U = Q - W$

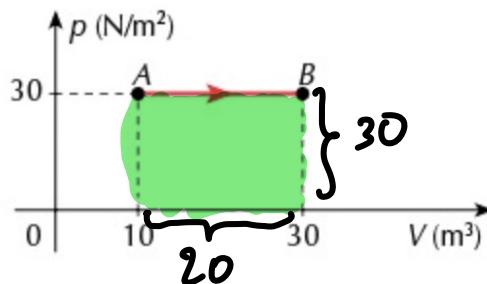
$$\begin{aligned} 0 &= Q - W \\ 0 &= 400 - W \end{aligned}$$

$W = 400 \text{ J}$

ⓒ $\Delta U = 0$

P.166

No processo isobárico indicado no gráfico abaixo, o gás recebeu 1.500 J de energia térmica do ambiente.



Determine:

- o trabalho realizado na expansão do gás;
- a variação de energia interna do gás.

$$Q = +1500 \text{ J}$$

Recebeu

① $|W| \approx \text{Área}$

$$|W| = 20 \cdot 30$$

$$|W| = 600 \text{ J}$$

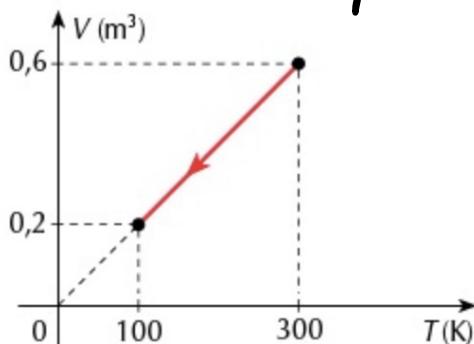
$$W = +600 \text{ J}$$

② $b) \Delta U = Q - W$
 $\Delta U = 1500 - 600$
 $\Delta U = 900 \text{ J}$

P.167

O gráfico representa uma compressão isobárica de um gás sob pressão de $2 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$.

Especte



Sabendo que no processo o gás perdeu $2,0 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor, determine:

- o número de mols do gás que sofre o processo;
- o trabalho realizado sobre o gás;
- a variação de energia interna do gás.

Considere $R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

$$Q = -2,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

perdeu

$$\textcircled{2} \quad n = ? \quad \textcircled{1}$$
$$V = 0,6 \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol K}$$

$$p = 2 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} p \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ 2 \cdot 10^3 \cdot 0,6 = n \cdot 8,31 \cdot 300 \\ 1800 = n \cdot 2493 \\ n = 0,72 \text{ mol} \end{array} \right\}$$

b) isobárica: $W = p \cdot \Delta V$

$$W = 2 \cdot 10^3 \cdot (0,2 - 0,6)$$

$$W = 2 \cdot 10^3 \cdot (-0,4)$$

$$W = -0,8 \cdot 10^3$$

$$W = -800 \text{ J}$$

c) $\Delta U = Q - W$

$$\Delta U = -2000 - (-800)$$

$$\Delta U = -2000 + 800$$

$$\Delta U = -1200 \text{ J}$$

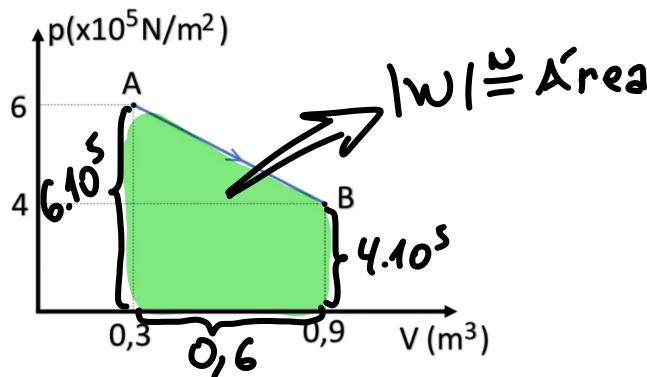
P.173

Um gás ideal é comprimido adiabaticamente, realizando-se sobre ele um trabalho de módulo 500 J.

- Qual é a quantidade de calor que o gás troca com o meio externo durante o processo?
- Qual é a variação de energia interna sofrida pelo gás nessa transformação?
- Como se modificam o volume, a temperatura e a pressão do gás no processo adiabático em questão? Justifique.

$$\begin{aligned}\cancel{\int Q} &= \cancel{W} + \Delta U \\ \cancel{\int Q} - W &= \Delta U \\ Q &\end{aligned}$$

Determinada massa de gás confinada em um recipiente sofre uma transformação do estado A para o estado B, indicada pelo gráfico:



A temperatura do gás no estado A é formada por 3 dígitos, que coincidem com os algarismos associados à 3 primeiras letras do seu nome de acordo com a tabela, dada na escala Kelvin:

A - 0	B - 1	C - 2	D - 3	E - 4	F - 5
G - 6	H - 7	I - 8	J - 9	K - 0	L - 1
M - 2	N - 3	O - 4	P - 5	Q - 6	R - 7
S - 8	T - 9	U - 0	V - 1	W - 2	X - 3
Y - 4	Z - 5				

Dado: Considere $R=8,31 \text{ J/mol.K}$

- Escreva as 3 primeiras letras do seu nome e a temperatura do gás no estado A; (1,0)
- De acordo com o gráfico, o que está acontecendo com a pressão do gás? (1,0)
- De acordo com o gráfico, o que está acontecendo com o volume do gás? (1,0)
- Calcule o número de mols do gás; (1,0)
- Calcule a temperatura final T_B ; (1,0)
- Durante o processo descrito, a variação da energia interna é positiva ou negativa? (1,0) Justifique. (0,5)
- Durante o processo descrito, o trabalho do gás é positivo ou negativo? (1,0) Justifique. (0,5)
- Calcule o módulo do trabalho realizado pelo gás na expansão do estado A para o estado B. (1,0)
- Durante o processo descrito, o gás recebeu ou cedeu calor? (1,0)

a) $V_{IN} \rightarrow T_A = 183 K$

b) Diminuindo $\rightarrow 1,0$

c) Aumentando $\rightarrow 1,0$

d) A

$$p = 6 \cdot 10^5 N/m^2$$

$$V = 0,3 m^3$$

$$R = 8,31 J/mol \cdot K$$

$$n = ?$$

$$T = 183 K$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$6 \cdot 10^5 \cdot 0,3 = n \cdot 8,31 \cdot 183$$

$$1,8 \cdot 10^5 = n \cdot 1520,73$$

$$n = \frac{180000}{1520,73} = 118,4 \text{ mol}$$

e)

$$\frac{p_A \cdot V_A}{n_A \cdot T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{n_B \cdot T_B}$$

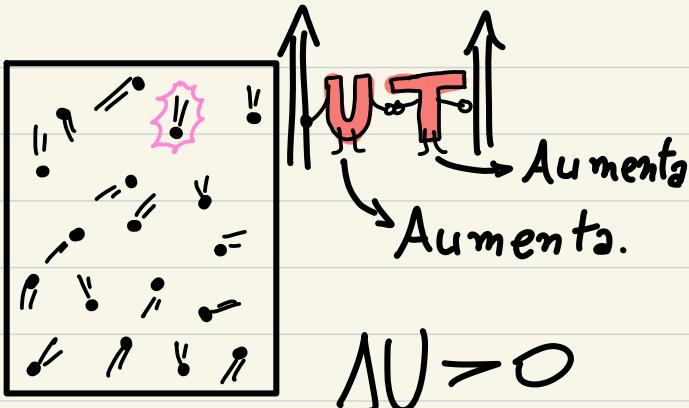
$$\frac{\cancel{6 \cdot 10^5 \cdot 0,3}}{T_A} = \frac{\cancel{4 \cdot 10^5 \cdot 0,9}}{T_B}$$

$$T_B = 2 \cdot T_A$$

$$T_B = 2 \cdot 183$$

$$T_B = 366 K$$

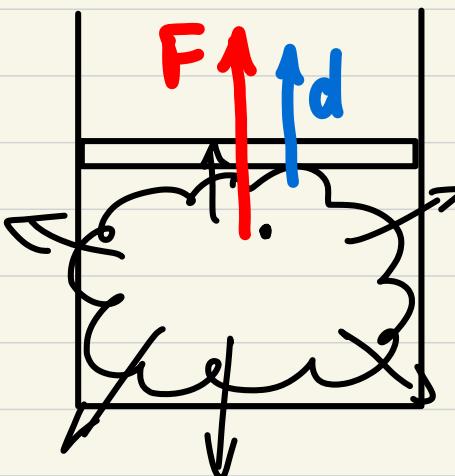
f



0,5

A variação da energia interna é positiva, pois ocorre um aumento de temperatura. → 0,5

g



0,5
W > 0
O trabalho é positivo pois ocorreu um aumento de volume
0,5

D) $|W| \stackrel{N}{=} \text{Área}$

$$|W| = \frac{(B + b) \cdot h}{2} = \frac{(6 \cdot 10^5 + 4 \cdot 10^5) 0,6}{2}$$

$$|W| = \frac{10 \cdot 10^5 \cdot 0,6}{2} = 3 \cdot 10^5 \text{ J} \rightarrow 0,5$$

i) $\Delta U = Q - W$

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q > 0$$

Recebido