

Primeira lei da Termodinâmica

- Aulas 17 e 18 / Pg 519 / Tetra 1
- Aula 9 / Pg 419 / Hexa 1

- SL 02 - Mapa conceitual
- SL 03 - Teoria
- SL 11 - Exercícios

Apresentação e demais documentos: fisicasp.com.br

Mapa conceitual

Como a energia interna de um gás pode variar?



Energia interna

$$U = \sum E_c$$

Quais modalidades de energia o gás pode trocar?

Energia Térmica

- Processo térmico
- Motivo: diferença de temperatura

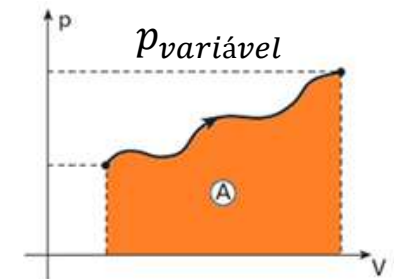
Como calcular?
(Q_s)

Energia Mecânica

- Processo mecânico
- Motivo: expansão ou compressão

Como calcular?
(Trabalho (τ))

$$\tau = p_{cte} (V_{final} - V_{inicial}) \quad \text{ou}$$



Primeira lei da Termodinâmica

$$\Delta U = Q - \tau$$

Se o gás

- T aumenta: $\Delta U > 0$
- T diminui: $\Delta U < 0$
- T constante: $\Delta U = 0$
- Proc cíclico: $\Delta U_{ciclo} = 0$

Se o gás

- Recebe energia térmica: $Q > 0$
- Cede energia térmica: $Q < 0$
- Proc. adiabático $Q = 0$
(não troca en. térmica)

Se o gás

- Expande (V aumenta)
- cede energia mecânica $\tau > 0$
- Contraí (V diminui)
- recebe energia mecânica $\tau < 0$
- T. isovolumétrica (V cte)
- não troca en mecânica $\tau = 0$

Processo isobárico (pressão constante)

$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\tau = p_{cte} \cdot \Delta V$$

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

c_p : calor específico para pressão constante

Processo isovolumétrico (volume constante) ($\tau = 0$)

$$\Delta U = Q - \overset{0}{\cancel{\tau}} \Rightarrow \Delta U = Q$$

$$Q = m \cdot c_v \cdot \Delta T$$

c_v : calor específico para volume constante

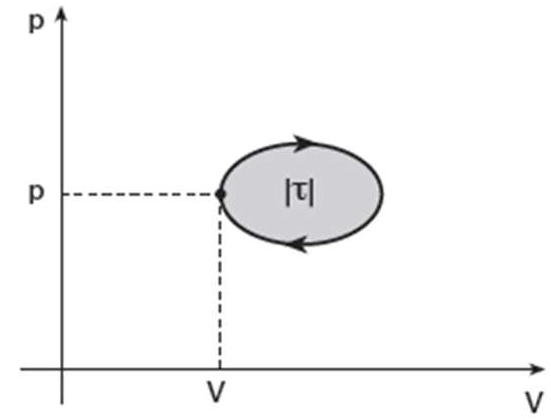
Processo isotérmico (temperatura constante) ($\Delta U = 0$)

$$\overset{0}{\cancel{\Delta U}} = Q - \tau \Rightarrow Q = \tau$$

Processo cíclico ($\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$)

$$\cancel{\Delta U = Q - \tau} \xrightarrow{0} \boxed{Q = \tau}$$

- $T_f = T_i$
- $U_f = U_i$
- $\Delta U = U_f - U_i = 0$



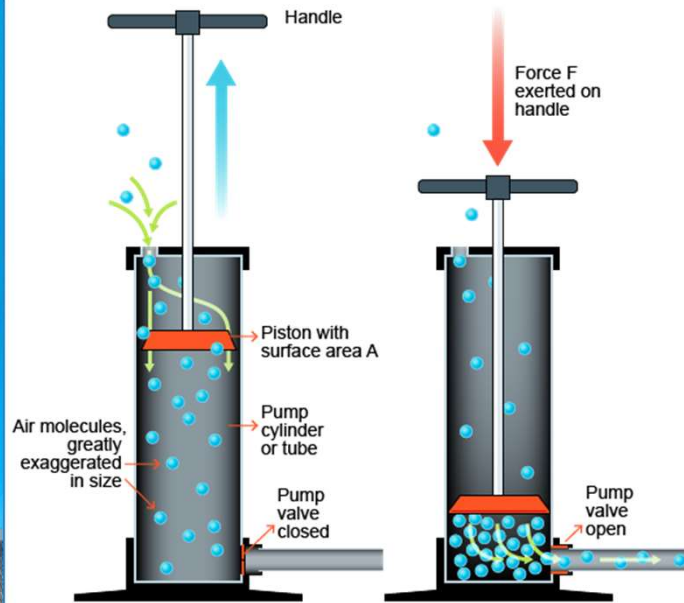
Processo adiabático (não ocorre troca de calor) ($Q = 0$)

$$\cancel{\Delta U = Q - \tau} \xrightarrow{0} \boxed{\Delta U = -\tau}$$

Compressão adiabática → T aumenta
 $(\tau < 0) \quad (Q = 0) \quad (\Delta U > 0) \quad (+) = -(-)$

Expansão adiabática → T diminui esfria
 $(\tau > 0) \quad (Q = 0) \quad (\Delta U < 0) \quad (-) = -(+)$

Exemplo de compressão adiabática



Na compressão um trabalho é realizado sobre o gás

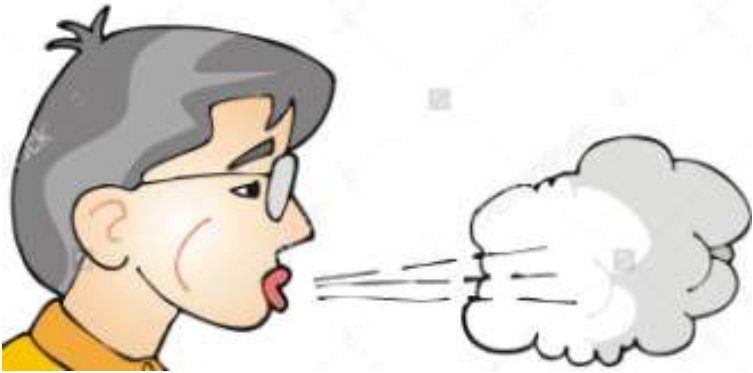
O gás recebe energia mecânica do agente externo

A energia interna do gás aumenta

O gás esquenta

Por se tratar de um processo rápido, o gás não troca calor com ambiente

Exemplo de expansão adiabática



Quando soprarmos o ar, o gás sofre uma rápida expansão, troca pouco calor com o ambiente (processo adiabático) e sofre resfriamento.



O gás sofre uma expansão e realiza trabalho sobre o meio

O gás cede energia mecânica ao meio

A energia interna do gás diminui

O gás esfria

Por se tratar de um processo rápido, o gás não troca calor com o ambiente

Exemplo de expansão adiabática

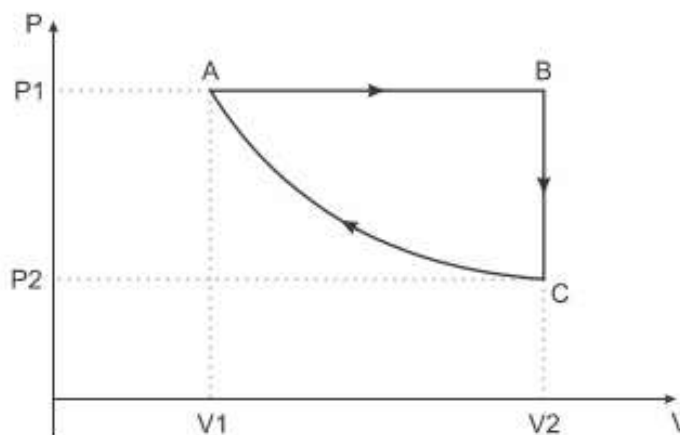


Exercícios extras

Hexa 2 / Treta 3. EsPcEx-sP 2017 Durante um experimento, um gás perfeito é comprimido, adiabaticamente, sendo realizado sobre ele um trabalho de 800 J. Em relação ao gás, ao final do processo, podemos afirmar que:

- a) o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- b) o volume diminuiu, a temperatura diminuiu e a pressão aumentou.
- c) o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.
- d) o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- e) o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.

Hexa extra 1 / Treta 4. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V, conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.



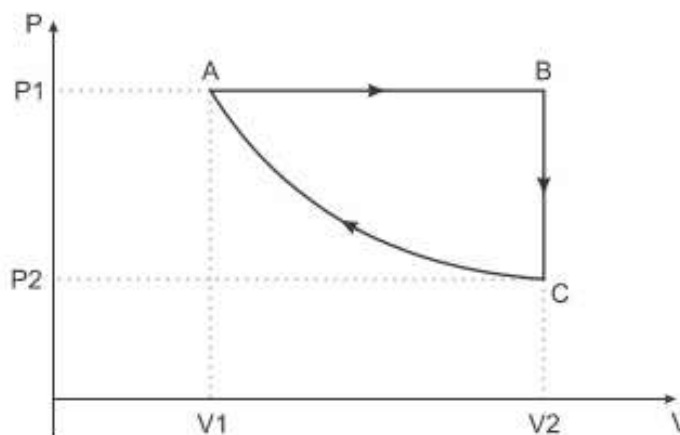
Considere as seguintes afirmações:

- I. O gás libera calor tanto na etapa BC quanto na etapa CA.
- II. O módulo do trabalho realizado pelo gás é não nulo tanto na etapa AB quanto na etapa BC.
- III. O gás tem sua temperatura aumentada tanto na etapa AB quanto na etapa CA.

É correto o que se afirma em:

- a) Nenhuma delas.
- b) Apenas I.
- c) Apenas II.
- d) Apenas III.
- e) Apenas I e II.

Hexa extra 1 / Treta 4. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V, conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.



Considere as seguintes afirmações:

(V)

I. O gás libera calor tanto na etapa BC quanto na etapa CA.

BC

$$\Delta U = Q - \overset{0}{\cancel{\chi}}$$

$$\Delta U = Q$$

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad \downarrow T = \frac{\downarrow P \cdot V}{\boxed{nR}}$$

cte

$$Q = \Delta U$$

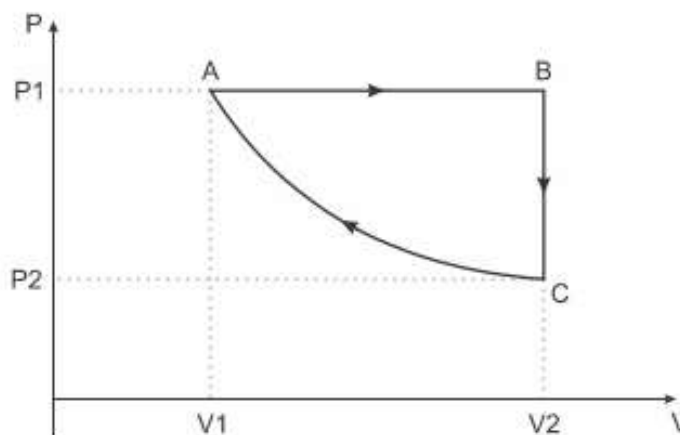
$$(-) = (-)$$

$$Q < 0$$

- T diminui \rightarrow U diminui $\rightarrow \Delta U = U_f - U_i \rightarrow \Delta U < 0$

O gás cede calor

Hexa extra 1 / Treta 4. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V, conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.



Considere as seguintes afirmações:

- I. O gás libera calor tanto na etapa BC quanto na etapa CA. (V) (V) (V)

CA
 $\Delta U = Q - \tau$

$Q = \tau$

T cte \rightarrow U cte $\rightarrow \Delta U = U_f - U_i \rightarrow \Delta U = 0$

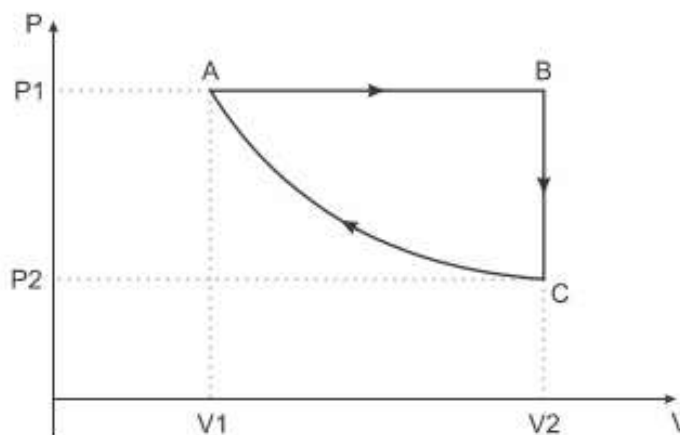
- O gás comprimido \rightarrow (V diminui) $\rightarrow \tau < 0$

$Q = \tau$
 $(-) = (-)$

$Q < 0$

O gás cede calor

Hexa extra 1 / Treta 4. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V, conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.

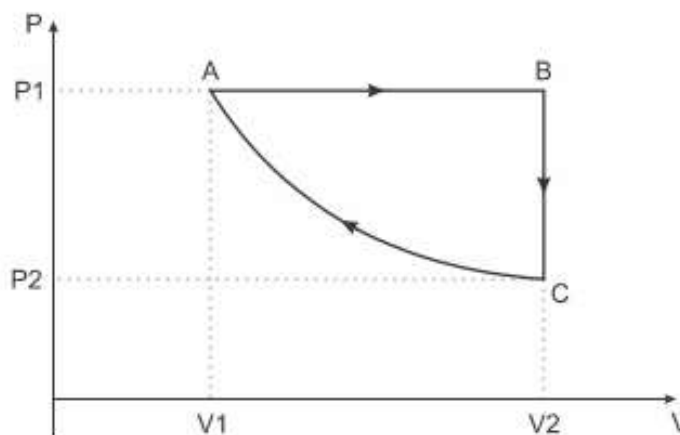


Considere as seguintes afirmações:

II. O módulo do trabalho realizado pelo gás é não nulo tanto na etapa AB quanto na etapa BC. (V) (F) (F)

AB	BC
$\tau = p_{cte} \cdot (V_f - V_i) > 0$	$\tau = 0$ (processo isovolumétrico)

Hexa extra 1 / Treta 4. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V, conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.



Considere as seguintes afirmações:

(V)

(F)

III. O gás tem sua temperatura aumentada tanto na etapa AB quanto na etapa CA. (F)

AB

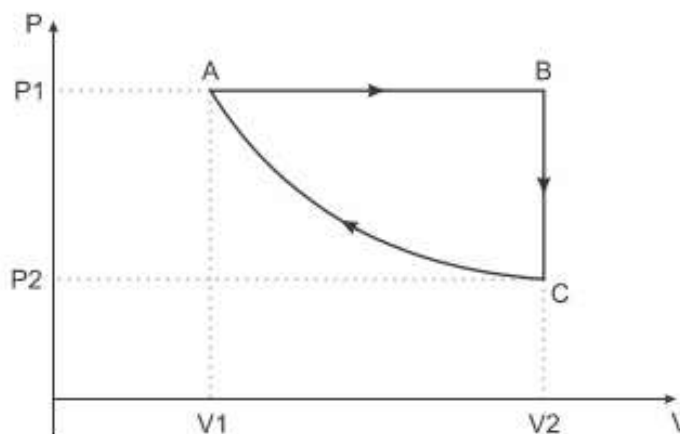
CA

• Isotérmica: T cte

$$PV = nRT \quad \rightarrow \quad \uparrow T = \frac{\boxed{P} \boxed{V} \uparrow}{\boxed{nR}}$$

cte

Hexa extra 1 / Treta 4. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V, conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.



Considere as seguintes afirmações:

- I. O gás libera calor tanto na etapa BC quanto na etapa CA. (V)
- II. O módulo do trabalho realizado pelo gás é não nulo tanto na etapa AB quanto na etapa BC. (F)
- III. O gás tem sua temperatura aumentada tanto na etapa AB quanto na etapa CA. (F)

É correto o que se afirma em:

- a) Nenhuma delas.
- b) Apenas I. ←
- c) Apenas II.
- d) Apenas III.
- e) Apenas I e II.

Treta 5. (UFRGs 2015) Sob condições de pressão constante, certa quantidade de calor Q , fornecida a um gás ideal monoatômico, eleva sua temperatura em ΔT . Quanto calor seria necessário, em termos de Q , para concluir a mesma elevação de temperatura ΔT , se o gás fosse mantido em volume constante?

- a) $3Q$
- b) $5Q/3$
- c) Q
- d) $3Q/5$
- e) $2Q/5$

Treta 5. (UFRGs 2015) Sob condições de pressão constante, certa quantidade de calor Q , fornecida a um gás ideal monoatômico, eleva sua temperatura em ΔT . Quanto calor seria necessário, em termos de Q , para concluir a mesma elevação de temperatura ΔT , se o gás fosse mantido em volume constante?

- a) $3Q$ b) $5Q/3$ c) Q **d) $3Q/5$** e) $2Q/5$

Processo 1

Pressão constante

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot p\Delta V \rightarrow \frac{2}{3} \Delta U = p\Delta V$$

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

$$\frac{2}{3} \Delta U = \tau$$

$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\Delta U = Q - \frac{2}{3} \Delta U$$

$$\Delta U + \frac{2}{3} \Delta U = Q \rightarrow \frac{5}{3} \Delta U = Q \rightarrow \Delta U = \frac{3}{5} Q$$

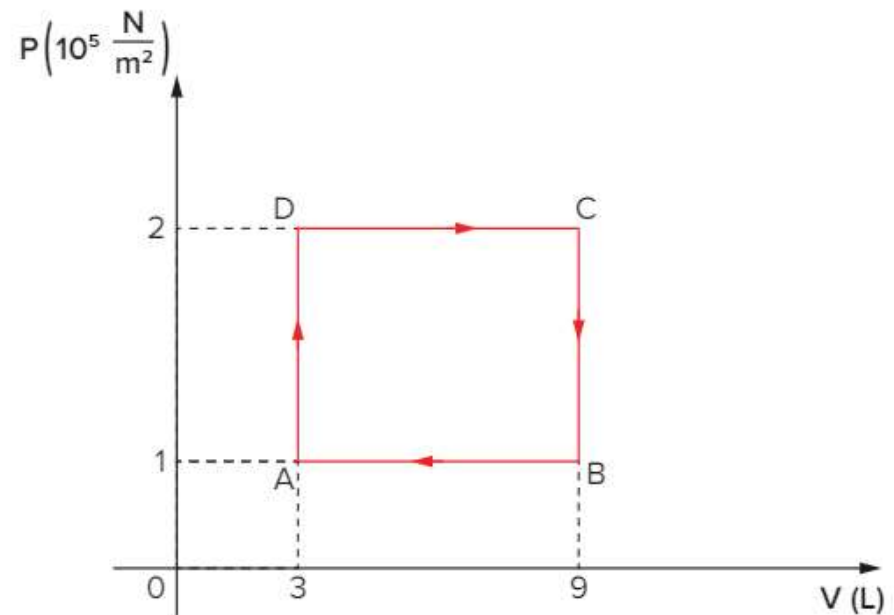
Processo 2

Volume constante

$$\Delta U = Q_1 - \tau \rightarrow 0$$

$$\frac{3}{5} Q = Q_1$$

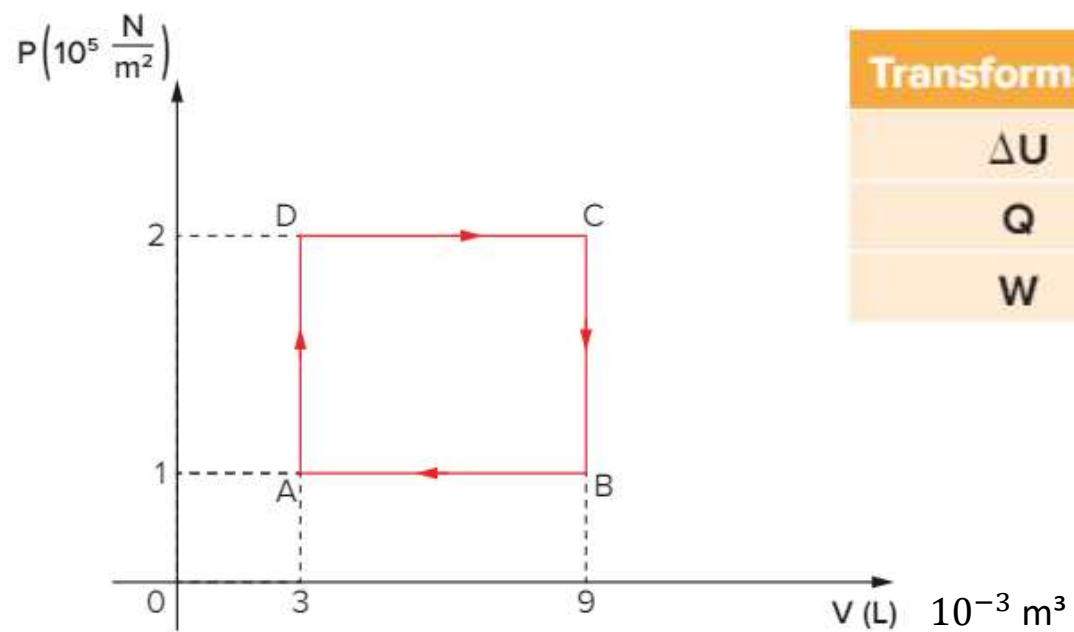
Treta 6. Seja o ciclo termodinâmico representado abaixo, executado por um gás monoatômico.



Preencha as células vazias do quadro com os valores correspondentes, em unidades do SI.

Transformação	AD	DC	CB	BA	ADCBA
ΔU					
Q					
W					

Treta 6. Seja o ciclo termodinâmico representado abaixo, executado por um gás monoatômico.



Transformação	AD	DC	CB	BA	ADCBA
ΔU					
Q					
W					

Exercícios

Extra 1. Calcule a variação da energia interna do gás.

a) O sistema recebe 500J de calor e sofre uma expansão na qual realiza um trabalho de 300J.

- O gás recebe calor $\rightarrow Q > 0$

- O gás expande $\rightarrow (V \text{ aumenta}) \rightarrow \tau > 0$



$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\Delta U = (+500) - (+300)$$

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



Ao final a energia interna (U) sofreu um aumento de 200 J



O gás fica mais quente
T aumenta

Extra 1. Calcule a variação da energia interna do gás.

b) O gás é comprimido e um trabalho de 300J é realizado sobre ele. Em virtude da diferença de temperatura em relação ao meio externo, o gás perde 700J de calor.

- O gás cede calor $\rightarrow Q < 0$

- O gás é comprimido $\rightarrow (V \text{ diminui}) \rightarrow \tau < 0$



$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\Delta U = (-700) - (-300)$$

$$\Delta U = -700 + 300$$

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



Ao final a energia interna (U) sofreu uma diminuição de 400 J



O gás fica mais frio
T diminui