

Primeira lei da Termodinâmica

- Livro 5 / Unidade 1 / Capítulo 1 / Página 85

- SL 02 - Mapa conceitual
- SL 03 - Teoria
- SL 09 - 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

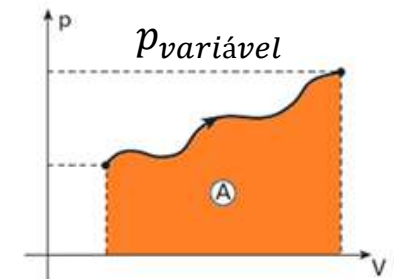
Como calcular?
(Q_s)

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

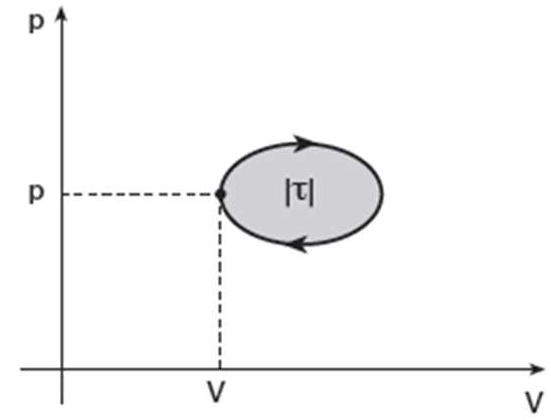
Processo isotérmico (temperatura constante) ($\Delta U = 0$)

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

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

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

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



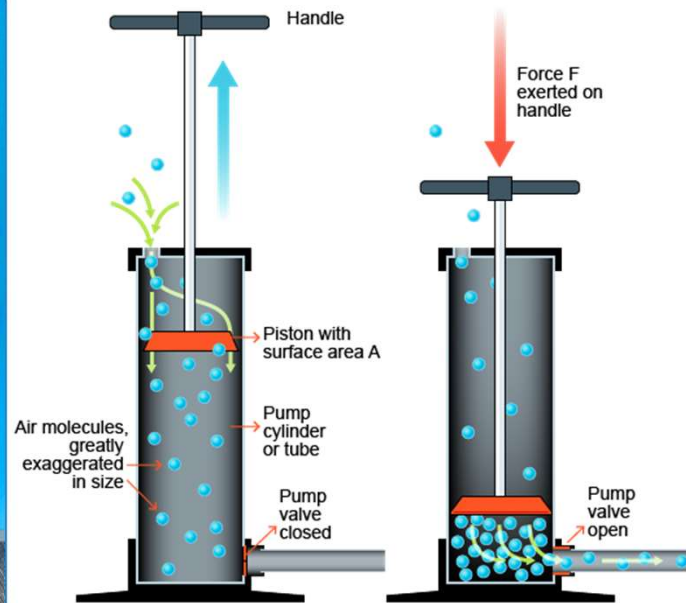
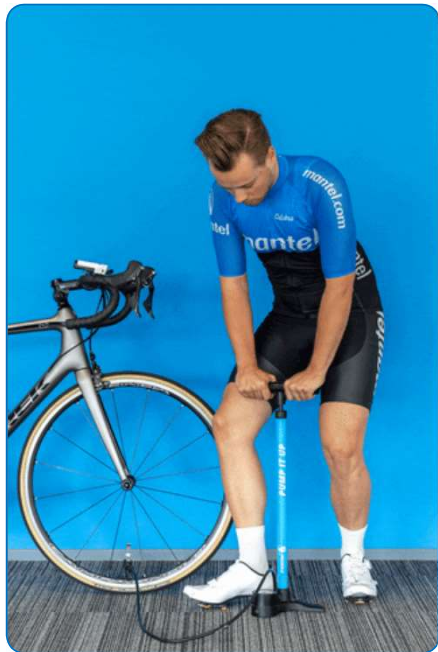
Processo adiabático (não ocorre troca de calor) ($Q = 0$)

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

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

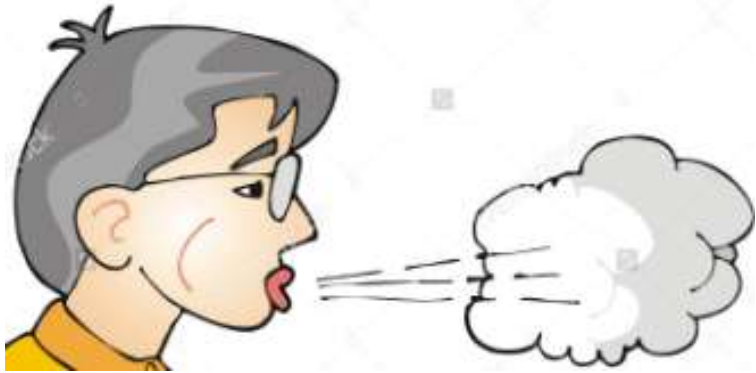
O gás recebe energia mecânica do agente externo

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

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

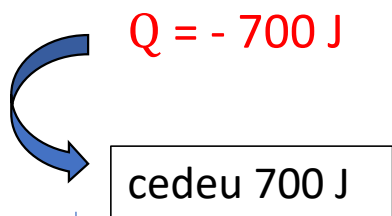


O gás fica mais quente
T aumenta

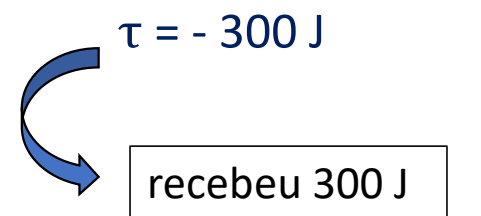
1. Calcule a variação da energia interna do gás.

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 $\rightarrow (V \text{ diminui}) \rightarrow \tau < 0$



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

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

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

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

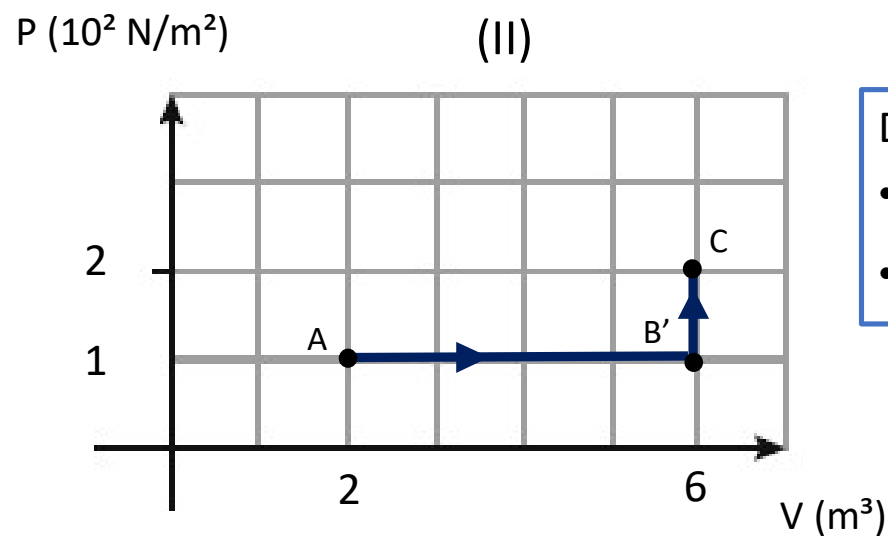
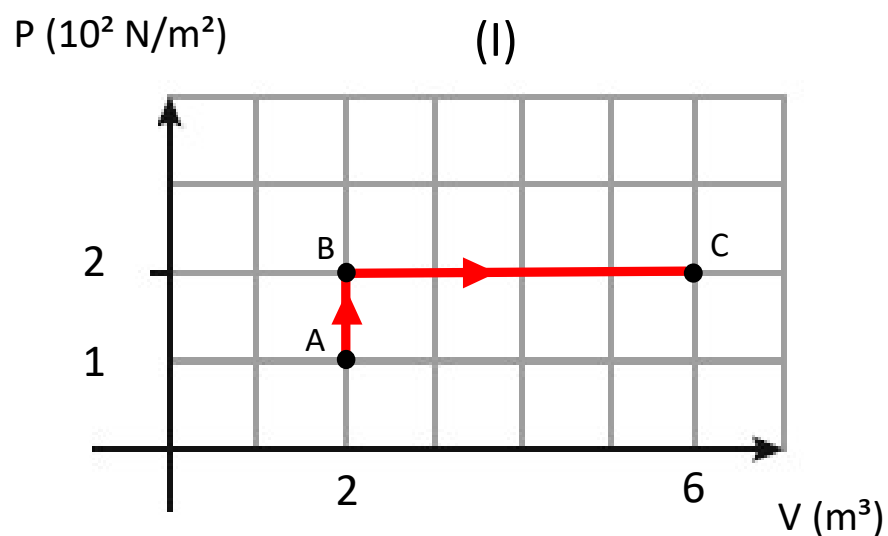


Ao final a energia interna (U) sofreu uma diminuição de 400 J



O gás fica mais frio
T diminui

2. No diagrama P x V da figura, I e II representam dois processos diferentes que levam 0,125 mol de um gás de um estado termodinâmico A até um estado termodinâmico C.



Dados:

- $U = \frac{3}{2} n R T$
- $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

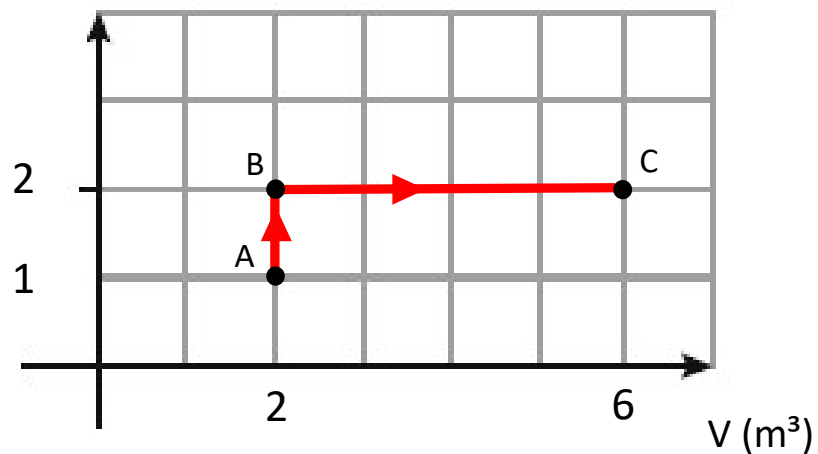
Calcule

- a) As variações da energia interna nos processos I e II.
- b) Os trabalhos realizados pelas forças exercidas pelo gás nos processos I e II.
- c) As quantidades de calor trocadas pelo gás nos processos I e II.

2. No diagrama P x V da figura , I e II representam dois processos diferentes que levam 0,125 mol de um gás de um estado termodinâmico A até um estado termodinâmico C.

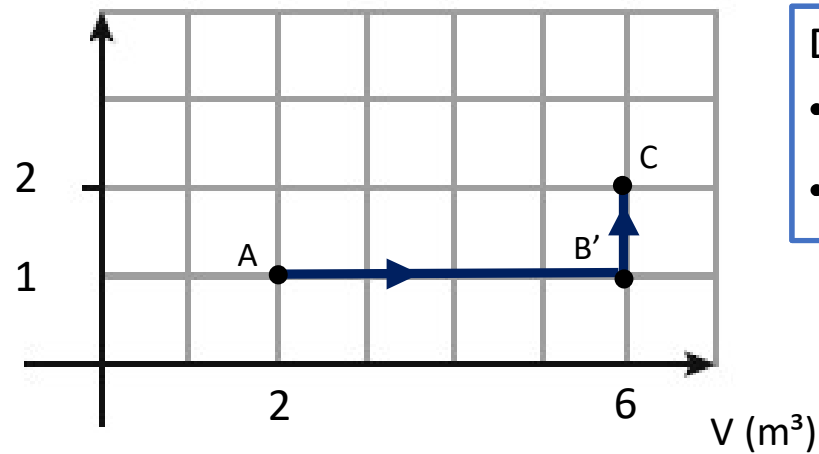
P (10² N/m²)

(I)



P (10² N/m²)

(II)



Dados:

- $U = \frac{3}{2} n R T$
- $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

a) As variações da energia interna nos processos I e II.

$$U_A = \frac{3}{2} P.V = \frac{3}{2} 1 \cdot 10^2 \cdot 2 = 300 \text{ J}$$

$$U_C = \frac{3}{2} P.V = \frac{3}{2} 2 \cdot 10^2 \cdot 6 = 1800 \text{ J}$$

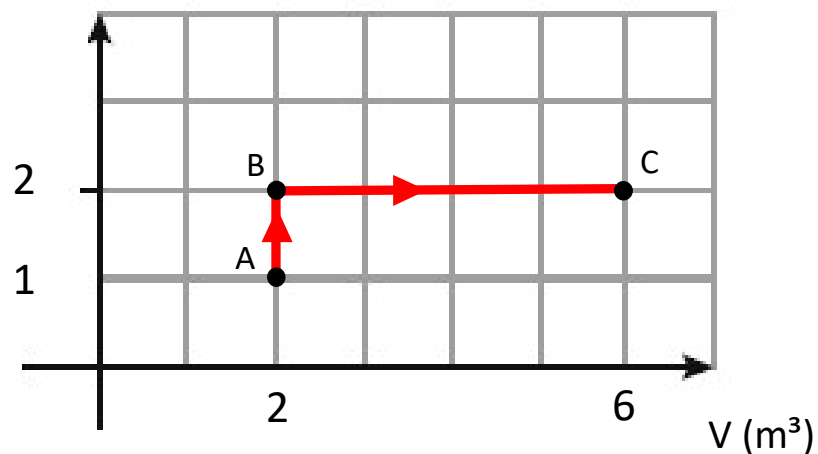
$$\Delta U_I = 1500 \text{ J}$$

$$\Delta U_{II} = 1500 \text{ J}$$

2. No diagrama P x V da figura , I e II representam dois processos diferentes que levam 0,125 mol de um gás de um estado termodinâmico A até um estado termodinâmico.

P (10² N/m²)

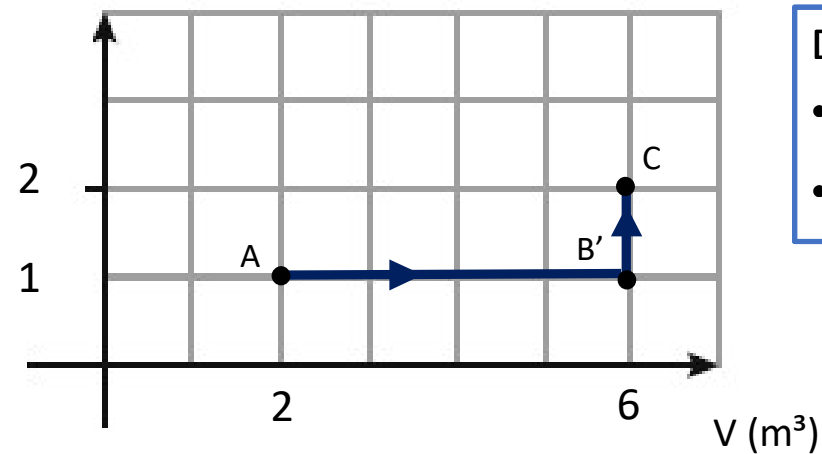
(I)



$$\Delta U_I = + 1500 \text{ J}$$

P (10² N/m²)

(II)



$$\Delta U_{II} = + 1500 \text{ J}$$

Dados:

- $U = \frac{3}{2} n R T$
- $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

b) Os trabalhos realizados pelas forças exercidas pelo gás nos processos I e II.

$$\tau_{ABC} (I) = \tau_{AB} + \tau_{BC}$$

$$\tau_{ABC} (I) = 0 + p \cdot \Delta V$$

$$\tau_{ABC} (I) = 0 + 200 \cdot 4 = + 800 \text{ J}$$

$$\tau_{AB'C} (II) = \tau_{AB'} + \tau_{B'C}$$

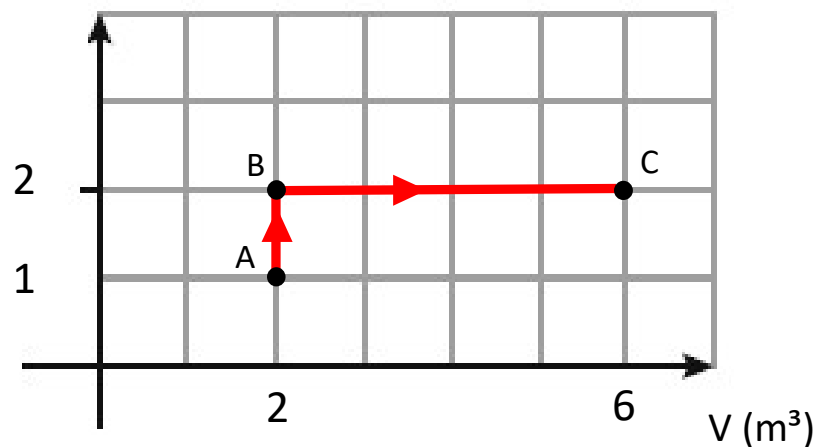
$$\tau_{AB'C} (II) = p \cdot \Delta V + 0$$

$$\tau_{AB'C} (II) = 100 \cdot 4 + 0 = + 400 \text{ J}$$

2. No diagrama P x V da figura , I e II representam dois processos diferentes que levam 0,125 mol de um gás de um estado termodinâmico A até um estado termodinâmico.

P (10² N/m²)

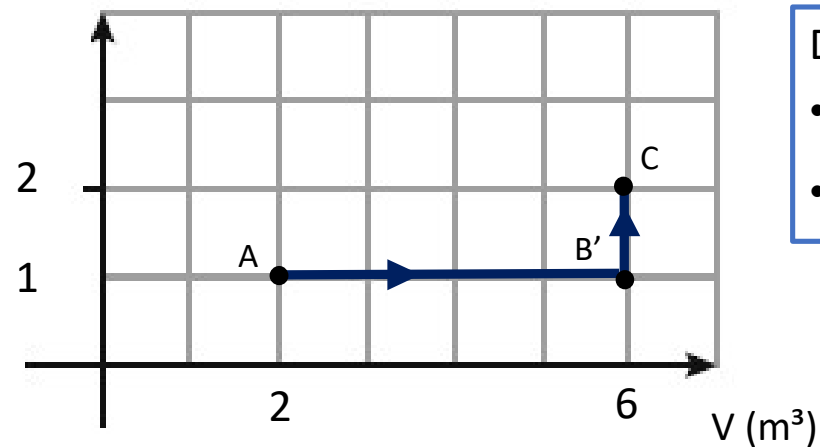
(I)



$$\Delta U_I = + 1500 \text{ J} \quad \tau_{ABC} = + 800 \text{ J}$$

P (10² N/m²)

(II)



$$\Delta U_{II} = + 1500 \text{ J} \quad \tau_{AB'C} = + 400 \text{ J}$$

Dados:

- $U = \frac{3}{2} n R T$
- $R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

c) As quantidades de calor trocadas pelo gás nos processos I e II.

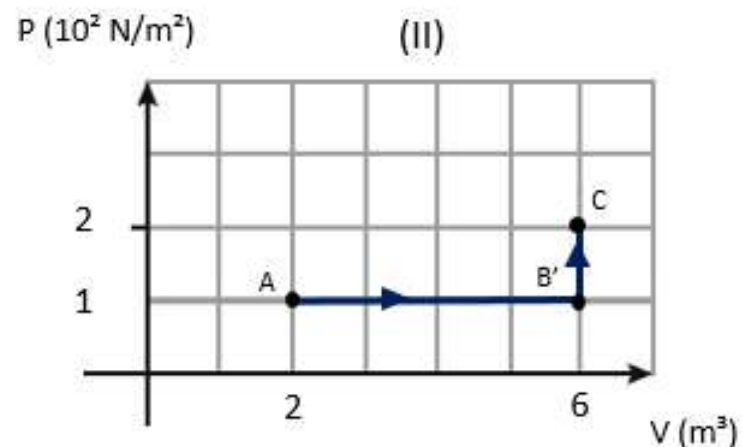
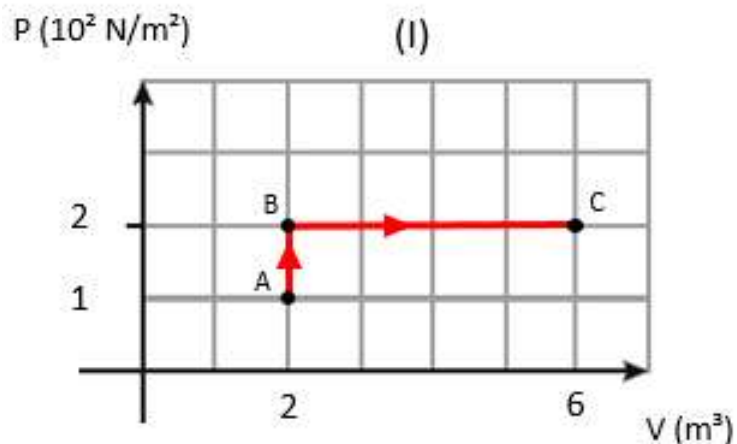
$$Q_I = \Delta U + \tau$$

$$Q_I = 1500 + 800 = +2300 \text{ J}$$

$$Q_{II} = \Delta U + \tau$$

$$Q_{II} = 1500 + 400 = +1900 \text{ J}$$

2. No diagrama P x V da figura, I e II representam dois processos diferentes que levam 0,125 mol de um gás de um estado termodinâmico A até um estado termodinâmico C.



$Q_I = + 2300 \text{ J}$ → Recebeu calor

$\tau_{ABC} = + 800 \text{ J}$ → Cedeu energia mecânica

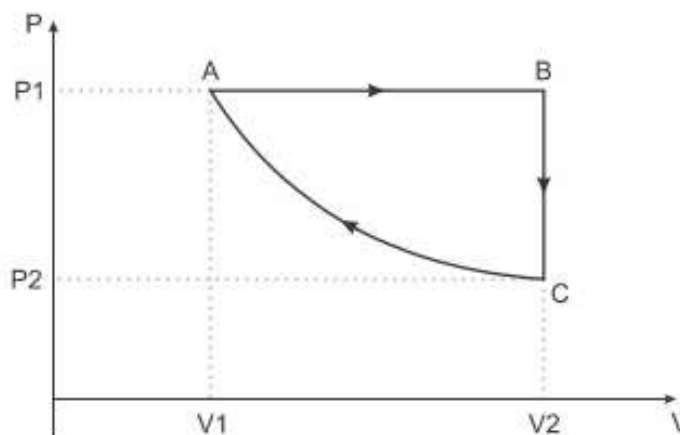
$\Delta U_I = + 1500 \text{ J}$ → A energia interna aumentou

$Q_{II} = + 1900 \text{ J}$ → Recebeu calor

$\tau_{AB'C} = + 400 \text{ J}$ → Cedeu energia mecânica

$\Delta U_{II} = + 1500 \text{ J}$ → A energia interna aumentou

3. (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.



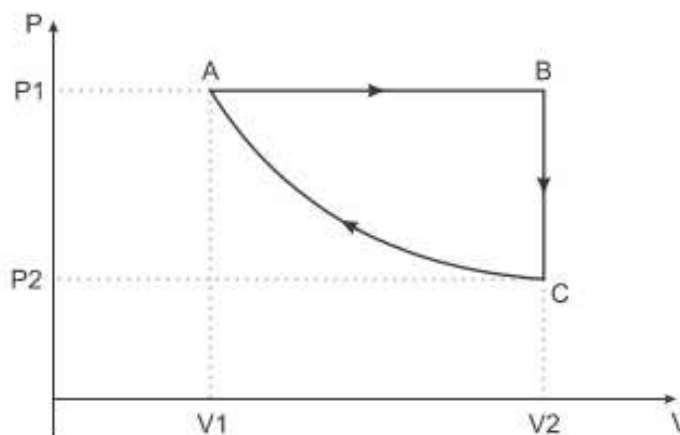
Considere as seguintes afirmações:

- 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.

3. (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

$$Q = \Delta U$$

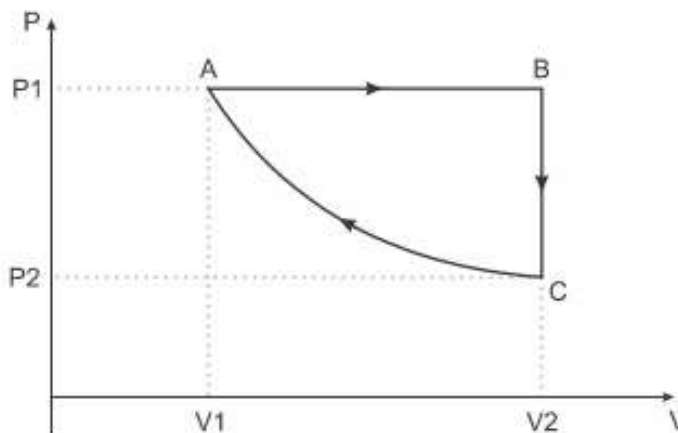
$$(-) = (-)$$

$$Q < 0$$

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

O gás cede calor

3. (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 $\rightarrow \Delta U = U_f - U_i \rightarrow \Delta U = 0$

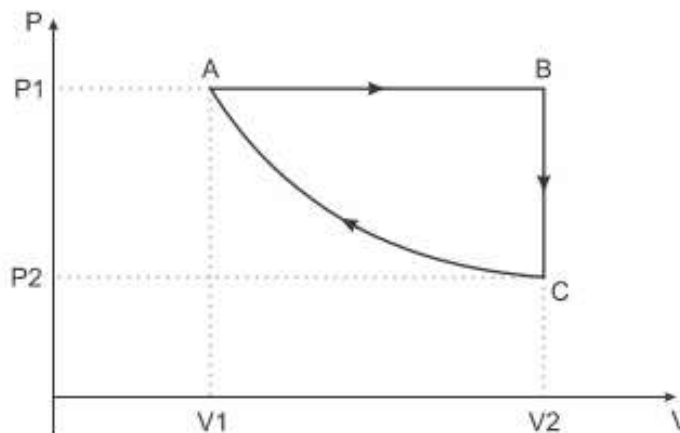
- O gás comprimido \rightarrow (V diminui) $\rightarrow \tau < 0$

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

$Q < 0$

O gás cede calor

3. (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.

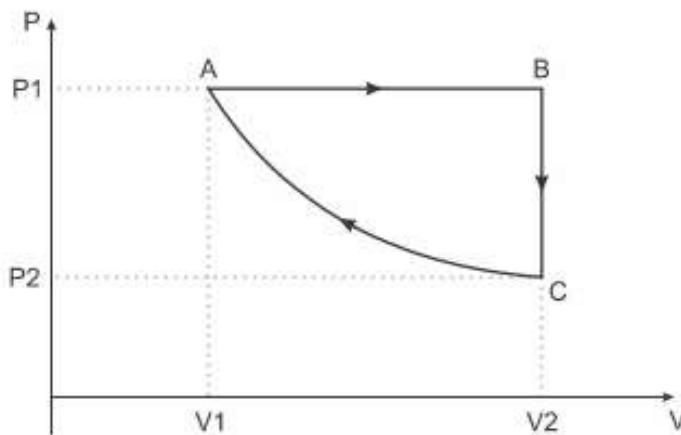


Considere as seguintes afirmações:

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)

3. (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)

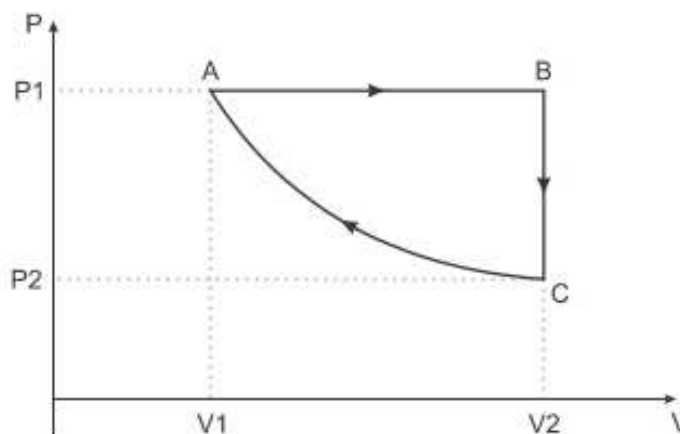
AB

CA

• Isotérmica: T cte

$$PV = nRT \quad \Rightarrow \quad \uparrow T = \frac{\boxed{P} \uparrow V}{\boxed{nR} \text{cte}}$$

3. (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.