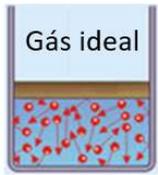


## Mapa conceitual

Como a energia interna de um gás pode variar? ( $\Delta U$ )



Energia interna

$$U = \sum E_c$$

Troca de Energia Térmica

- Processo térmico
- Motivo: diferença de temperatura

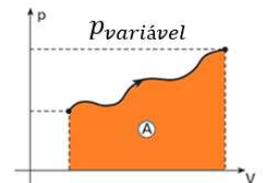
Como calcular?  
(Quantidade de calor ( $Q$ ))

Troca de Energia Mecânica

- Processo mecânico
- Motivo: expansão ou compressão

Como calcular?  
(Trabalho ( $\tau$ ))

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



## Aula 13 – Trabalho da força de pressão

### 1. Trabalho da força exercida por um gás ( $\tau$ )

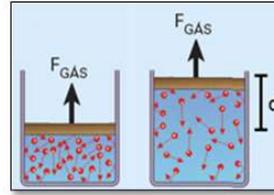
- Calcula a quantidade de energia mecânica trocada
- Causa: expansão ou compressão do gás

### 2. Cálculo do trabalho ( $\tau$ ) em um processo isobárico

### 3. Significado dos sinais do trabalho

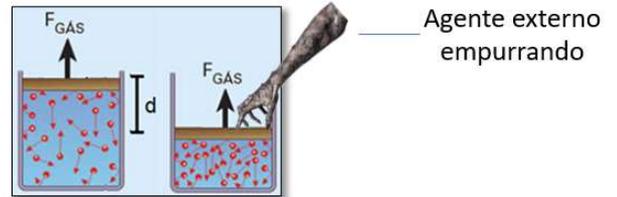
- *Expansão (V: aumenta)*

- $\tau > 0$
- o gás realiza trabalho
- o gás cede energia mecânica ao meio externo



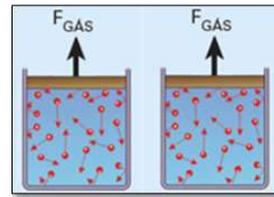
- *Compressão (V: diminui)*

- $\tau < 0$
- trabalho é realizado sobre o gás
- o gás recebe energia mecânica do meio externo



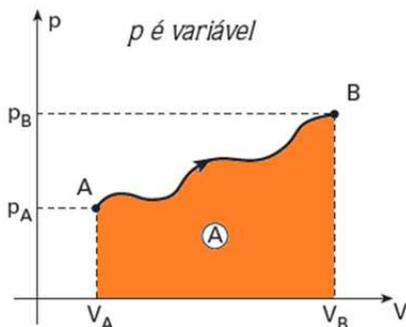
- *Processo isovolumétrico (V: cte)*

- $\tau = 0$
- trabalho nulo
- o gás não troca energia mecânica



### 4. Cálculo do trabalho ( $\tau$ ) em um processo cuja pressão é variável (método gráfico)

Processo qualquer

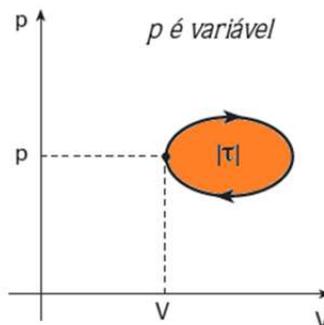


$$|\tau| \stackrel{N}{=} \text{Área}$$

V aumenta:  $\tau > 0$

V diminui:  $\tau < 0$

Processo cíclico



$$|\tau| \stackrel{N}{=} \text{Área}$$

Ciclo no sentido horário:  $\tau > 0$

Ciclo no sentido anti-horário:  $\tau < 0$

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

*Expressão não é válida para pressão variável*

# Aulas 14, 15 e 16: Primeira lei da Termodinâmica

## 1. Primeira Lei da Termodinâmica

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

Para o gás

- T aumenta:  $\Delta U > 0$
- T diminui:  $\Delta U < 0$
- T constante:  $\Delta U = 0$
- $T_f = T_i$ :  $\Delta U = 0$
- 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 e. 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 e. mecânica  $\tau = 0$

## 2. Processos particulares

### 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)

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

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

$c_v$ : calor específico para volume constante

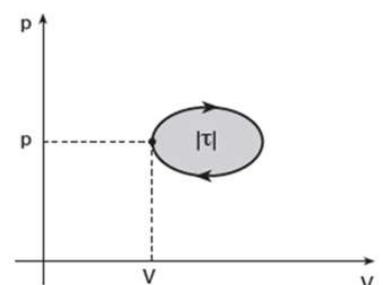
### Processo isotérmico (temperatura constante)

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

### Processo cíclico

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

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



### Processo adiabático (não ocorre troca de calor)

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

Compressão adiabática  $\rightarrow$  T aumenta

$$(\tau < 0) \quad (Q = 0) \quad (\Delta U > 0)$$

$$\Delta U = -\tau$$

$$(+)=-( -)$$

Expansão adiabática  $\rightarrow$  T diminui

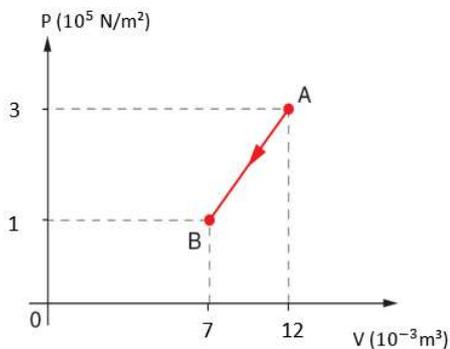
$$(\tau > 0) \quad (Q = 0)$$

$$\Delta U = -\tau$$

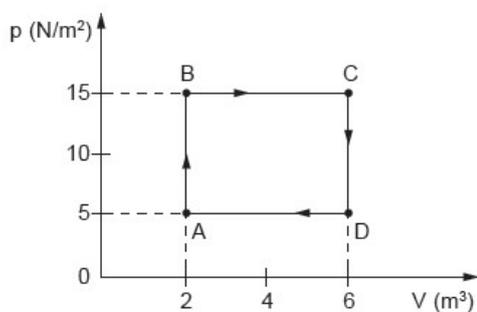
$$(-)=-(+)$$

### 3. Exercícios do Caio

1. Calcule o trabalho realizado sobre o gás no processo representado no gráfico.



2. (UEL 2015 - adaptada) Analise o gráfico a seguir, que representa uma transformação cíclica ABCDA de 1 mol de gás ideal.



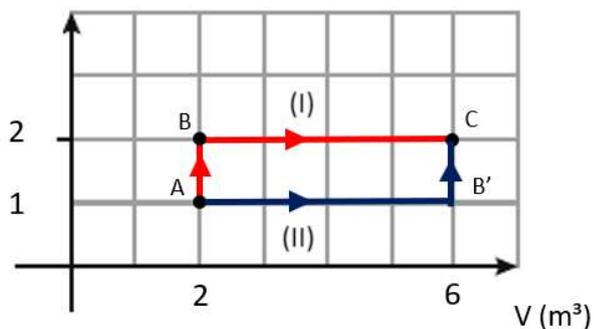
Calcule o trabalho realizado pelo gás durante o ciclo ABCDA.

3. Calcule a variação da energia interna do gás.

- O sistema recebe 500J de calor e sofre uma expansão na qual realiza um trabalho de 300J.
- 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 é comprimido e um trabalho de 400J é realizado sobre ele. No mesmo processo o gás perde 400J de calor. O que acontece com sua temperatura?

4. 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 (10<sup>2</sup> N/m<sup>2</sup>)



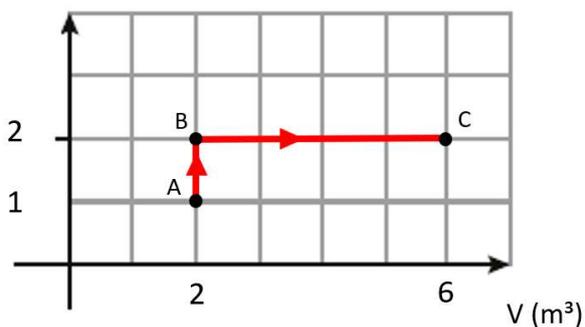
Dados:

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

Para melhor visualização, podemos representar cada processo em um diagrama diferente:

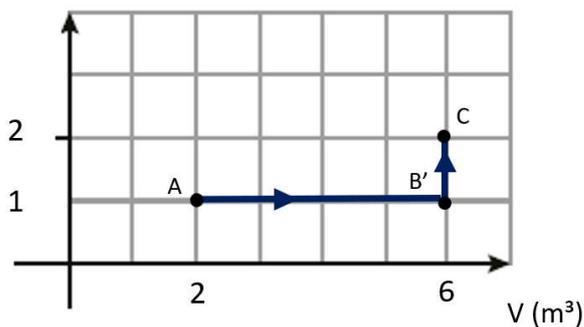
P (10<sup>2</sup> N/m<sup>2</sup>)

(I)



P (10<sup>2</sup> N/m<sup>2</sup>)

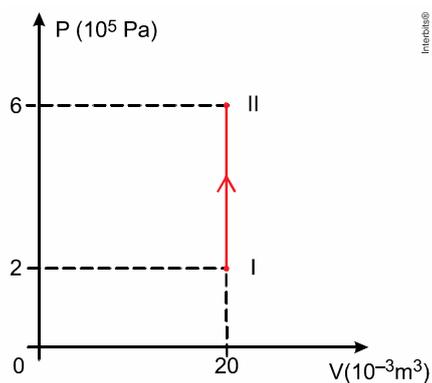
(II)



Calcule:

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

5. (Unesp 2022) Em um recipiente de paredes rígidas, estão confinados 4 mols de um gás monoatômico ideal que, ao absorver determinada quantidade de calor, sofreu uma transformação isovolumétrica entre dois estados, I e II, representada no diagrama  $P \times V$ .



Adotando os valores  $R = 8 \frac{J}{mol.K}$  para a constante universal dos gases e  $c_V = 12 \frac{J}{mol.K}$  para o calor específico molar desse gás a volume constante, a quantidade de calor absorvida pelo gás para que sofresse tal transformação foi de

- a) 16.000 J.
- b) 14.000 J.
- c) 18.000 J.
- d) 12.000 J.
- e) 10.000 J.

Bagarito

- 1) – 1000 J
- 2) 40J
- 3) a) + 200J b) – 400J c) Zero. A temperatura permanece constante
- 4. a) 1500 J e 1500J b) 800J e 400J c) 2300J e 1900J
- 5) D