

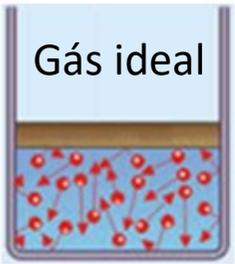
Gás ideal: energia interna e trabalho

Aulas 17 e 18 / Pg 519 / Tetra 1

- SL 02 – Mapa conceitual
- SL 03 – Energia interna
- SL 05 – Trabalho
- SL 09 – Exercício

Apresentação e demais documentos: fisicasp.com.br

Como variar a energia interna de um gás?



Energia interna

$$U = \sum E_c$$

Quais modalidades de energia o gás pode trocar?

Processo térmico

- Troca de energia térmica (calor)
- Motivo:
 - diferença de temperatura

Processo mecânico

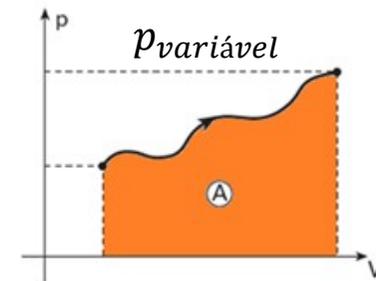
- Troca de energia Mecânica
- Motivo:
 - expansão ou compressão

Mapa conceitual

Como calcular (Q_s)

Como calcular *(Trabalho (τ))*

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



Energia Interna de um gás ideal

- Energia Interna (U): É a soma das energias cinéticas das partículas.

$$U = E_c (1) + E_c (2) + E_c (3) + \dots + E_c (n)$$

- Características do gás ideal
 - Partículas puntiformes (não há rotação: a energia cinética se resume à energia de translação).
 - As partículas só trocam forças durante dos choques (não há força elétrica: o sistema não armazena $E_{pot\ el}$).

Gás Monoatômico:

$$U = \frac{3}{2} PV = \frac{3}{2} nRT$$

Gás Diatômico:

$$U = \frac{5}{2} PV = \frac{5}{2} nRT$$

No SI: U é medida em Joules (J)

Varição da energia Interna de um gás ideal ($\Delta U = U_f - U_i$)

- Gás é aquecido \Rightarrow T aumenta \Rightarrow U aumenta $\Rightarrow \Delta U = U_f - U_i \Rightarrow \Delta U > 0$
- Gás é resfriado \Rightarrow T diminui \Rightarrow U diminui $\Rightarrow \Delta U = U_f - U_i \Rightarrow \Delta U < 0$
- Proc isotérmico \Rightarrow T cte \Rightarrow U cte $\Rightarrow \Delta U = U_f - U_i \Rightarrow \Delta U = 0$

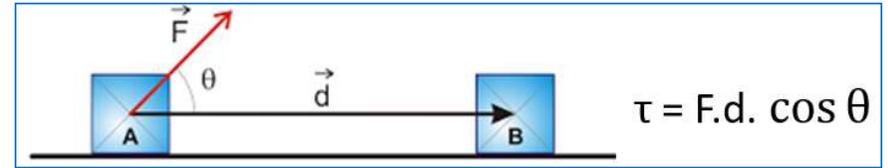
A energia interna pode ser considerada o “reservatório de energia do gás”

Quantidade de calor trocada por um gás ideal (Q)

- Gás recebe calor: $Q > 0 \rightarrow T_{gás} : \text{aumenta}$
- Gás cede calor: $Q < 0 \rightarrow T_{gás} : \text{diminui}$
- Processo adiabático: Gás não troca calor com o ambiente externo: $Q = 0 \rightarrow T_{gás} : \text{constante}$

Considerar
processo
exclusivamente
térmico
(sem trabalho)

Revisão: trabalho realizado por uma força



Quem empurrou

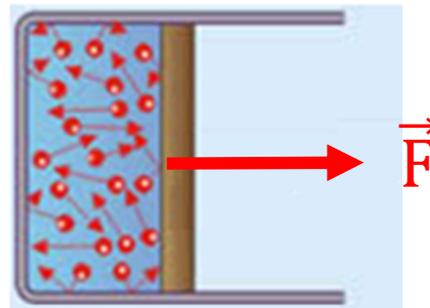
Cede energia mecânica



Quem é empurrado
(e se desloca no mesmo sentido do empurrão)

Recebe energia mecânica

↓
O gás



↓
Êmbolo ou *Ambiente externo*

Trabalho associado à força exercida por um gás

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$\text{SI: } J = N \cdot m$$

$$J = N \cdot m$$

$$\tau = p \cdot (V_{final} - V_{inicial})$$

$$\text{SI: } J = \frac{N}{m^2} \cdot m^3$$

$$\text{SI: } J = N \cdot m$$

Expressão válida para pressão constante

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

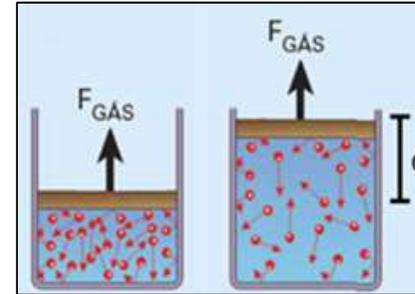
ou

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

Trabalho associado à força exercida por um gás: pressão constante

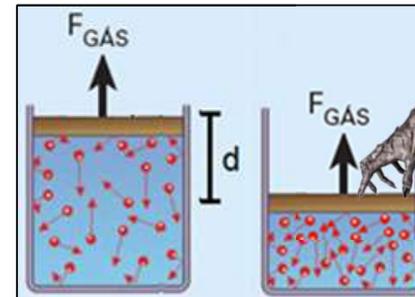
- Expansão (V: aumenta)

- $\tau = p_{cte} (V_{final} - V_{inicial}) > 0$
- o gás realiza trabalho
- o gás cede energia mecânica ao meio externo



- Compressão (V: diminui)

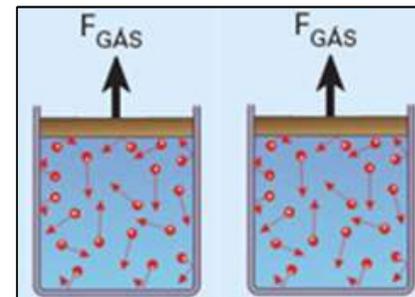
- $\tau = p_{cte} (V_{final} - V_{inicial}) < 0$
- trabalho é realizado sobre o gás
- o gás recebe energia mecânica do meio externo



Agente externo empurrando

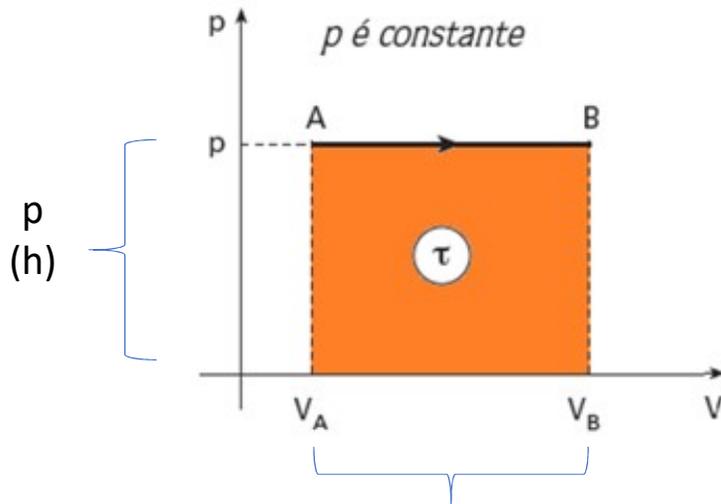
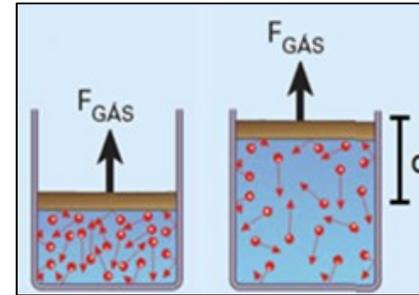
- Processo isovolumétrico (V: cte)

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



- Expansão (V: aumenta)

- $\tau = p_{cte} (V_{final} - V_{inicial}) > 0$
- o gás realiza trabalho
- o gás cede energia mecânica ao meio externo



$$\Delta V = V_f - V_i$$

(b)

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

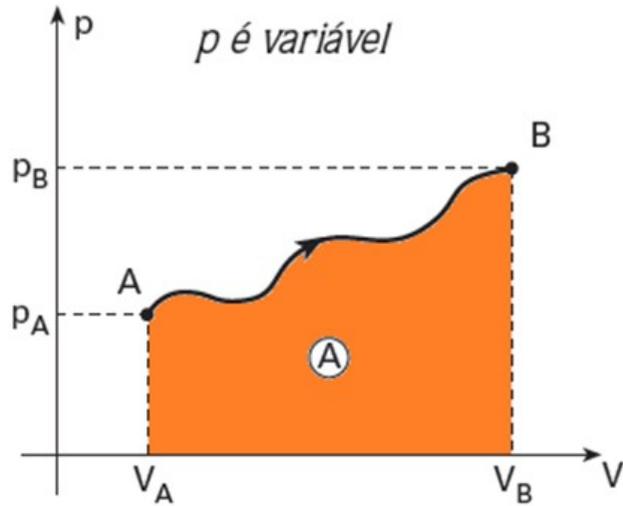
$$A = h \times b$$

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

Trabalho associado à força exercida por um gás: pressão variável

Propriedade gráfica

Processo qualquer

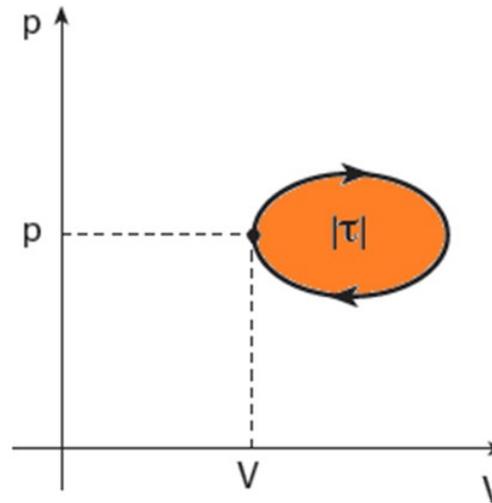


$$|\tau| \stackrel{N}{=} \text{Área}$$

V aumenta: $\tau > 0$

V diminui: $\tau < 0$

Processo cíclico



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

Ciclo no sentido horário: $\tau > 0$

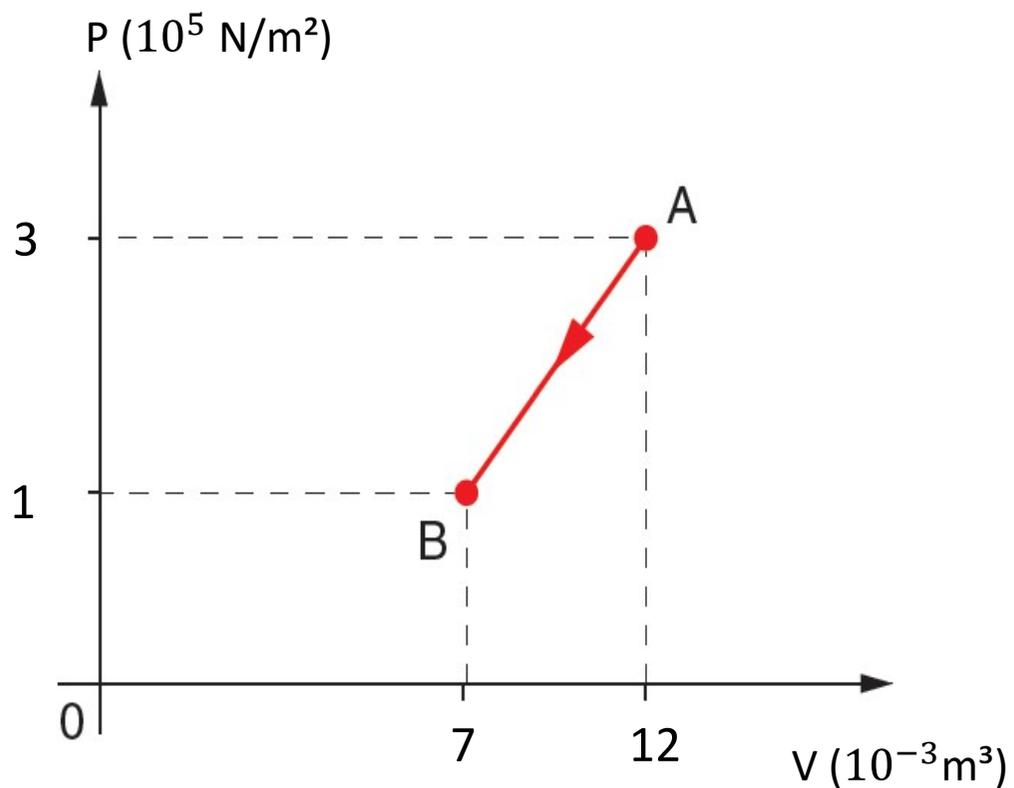
Ciclo no sentido anti-horário: $\tau < 0$

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

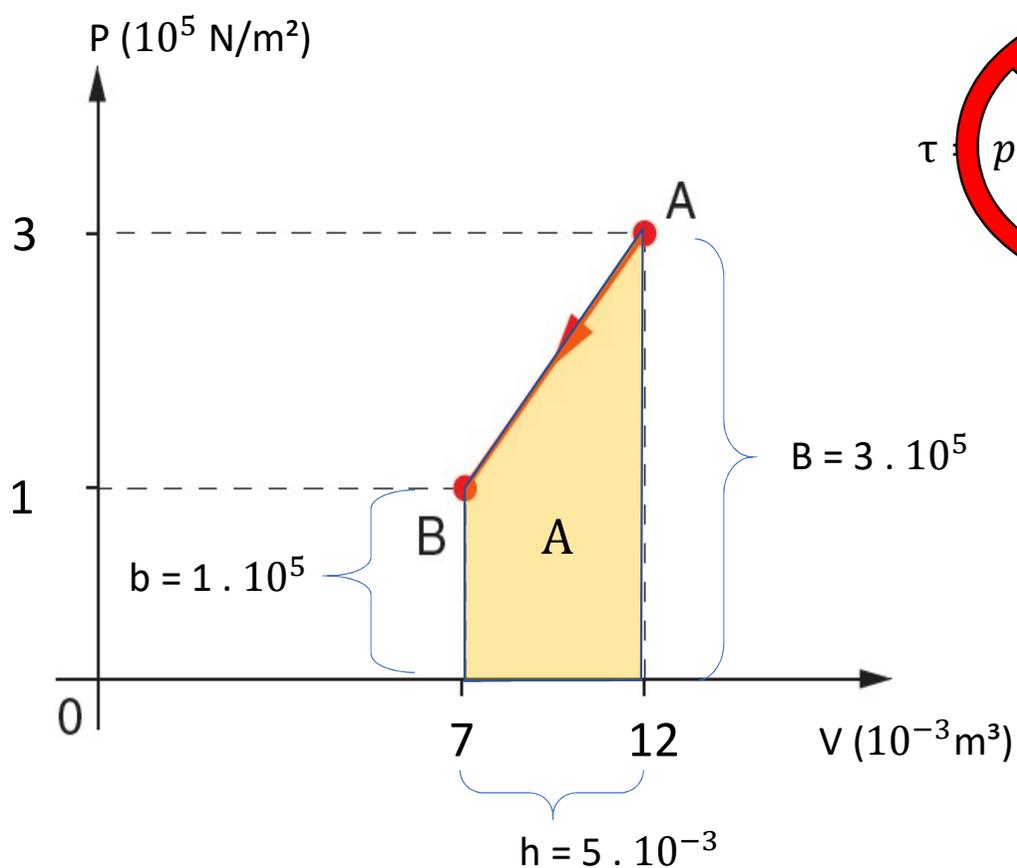
Expressão não é válida para pressão variável

Exercício extra

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



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



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

$$|\tau| = A$$

$$A = \frac{(B + b) \cdot h}{2}$$

$$A = \frac{(3 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^5) \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{2}$$

$$A = \frac{(4 \cdot 10^5) \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{2}$$

$$A = 10 \cdot 10^2 = 1000$$

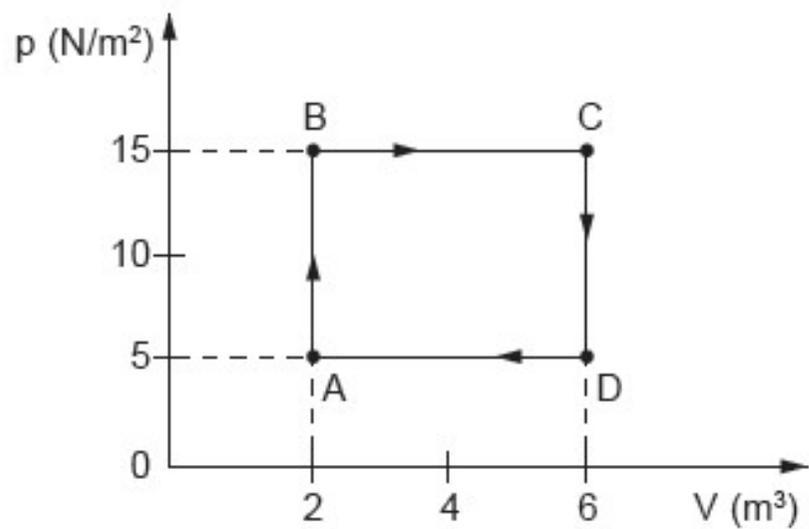
$$\tau = -1000\text{J}$$

$\tau < 0$ (compressão / V diminui)

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

Qual o significado?  O gás recebeu 1000J de energia mecânica de um agente externo

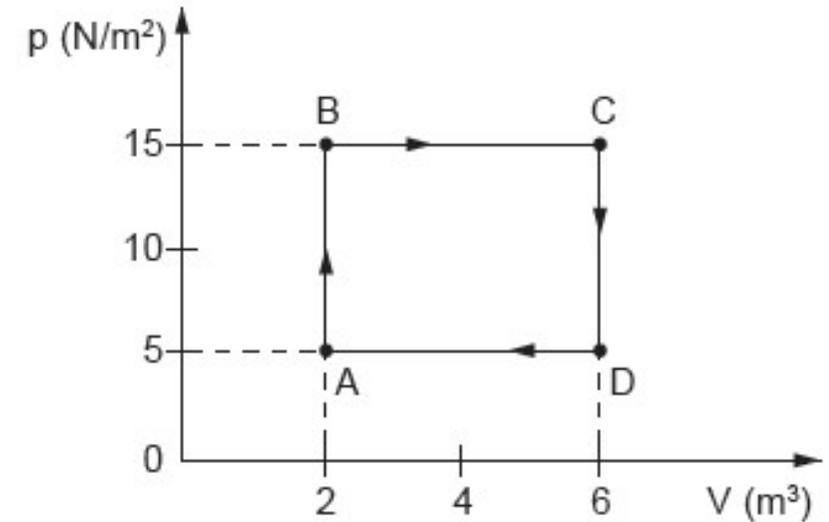
Extra 2. (UEL 2015) Analise o gráfico a seguir, que representa uma transformação cíclica ABCDA de 1 mol de gás ideal.



Calcule o trabalho realizado pelo gás durante o ciclo ABCDA.

Extra 2. (UEL 2015) 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.



$$\tau_{ciclo} = \tau_{AB} + \tau_{BC} + \tau_{CD} + \tau_{DA}$$

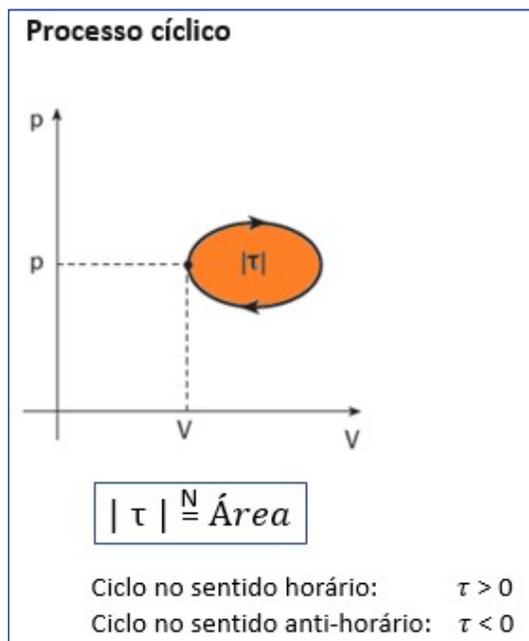
$$\tau_{ciclo} = 0 + p \cdot (V_C - V_B) + 0 + p' \cdot (V_A - V_D)$$

$$\tau_{ciclo} = 0 + 15 \cdot (6 - 2) + 0 + 5 \cdot (2 - 6)$$

$$\tau_{ciclo} = 0 + 60 + 0 - 20 \longrightarrow \tau_{ciclo} = +40 \text{ J}$$

Extra 2. (UEL 2015) 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.



$$|\tau| = \text{Área}$$

$$A = B \cdot h = 4 \cdot 10 = 40$$

$$\tau_{\text{ciclo}} = +40 \text{ J}$$

