

# **Física 3**

(1/2015)

*Fluidos, Termodinâmica, Ondas e Ótica*

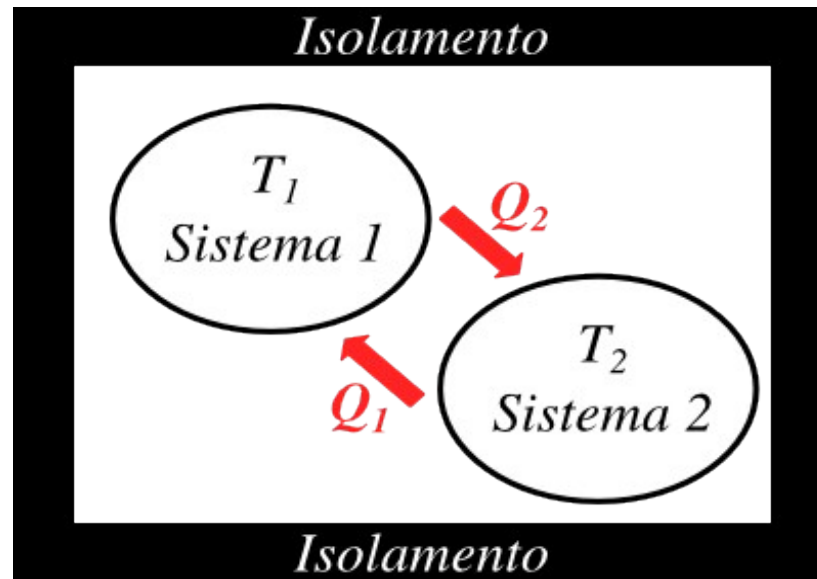
Aula 8

Carlos Eduardo Souza (Cadu)  
carlooseduardosouza@id.uff.br

Site: **[cursos.if.uff.br/fisica3-0115/](http://cursos.if.uff.br/fisica3-0115/)**

# Propriedades Térmicas da Matéria

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)



$Q_1 \rightarrow$  Qtdade de calor recebida pelo sistema 1

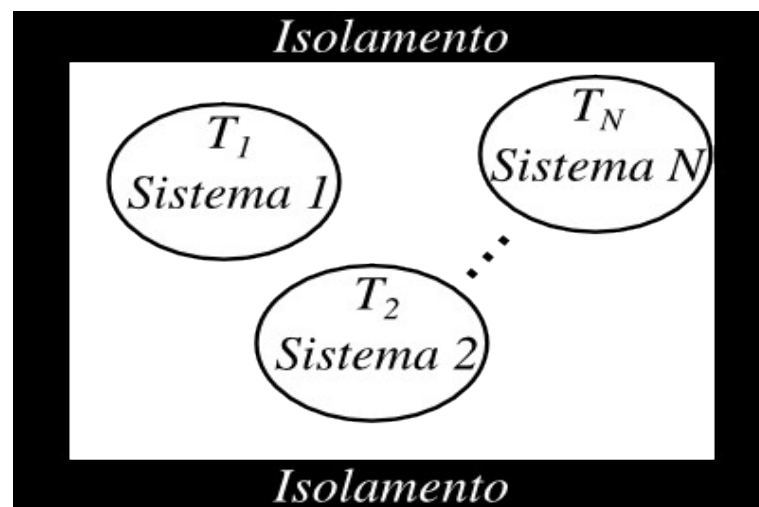
$Q_2 \rightarrow$  Qtdade de calor recebida pelo sistema 2

$$Q_{\text{resultante}} = Q_1 + Q_2 = 0$$

# Propriedades Térmicas da Matéria

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

Se houverem outros sistemas interagentes...



$$Q_{\text{resultante}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots + Q_N = 0$$

# Propriedades Térmicas da Matéria

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

### Teste Conceitual

Um termômetro de 50g é usado para medir a Temperatura de 200mL de água. O calor específico do termômetro, basicamente feito de vidro, é de  $750 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , e ele marca  $20^\circ\text{C}$ , enquanto repousa sobre uma mesa. Depois de ser completamente imerso na água, a temperatura estabiliza em  $71,2^\circ\text{C}$ .

- (A) A temperatura da água antes da medida era maior que  $71,2^\circ\text{C}$ .
- (B) A temperatura da água antes da medida era menor que  $71,2^\circ\text{C}$ .
- (C) A temperatura da água antes da medida era  $71,2^\circ\text{C}$ .
- (D) A temperatura da água antes da medida era maior ou igual a  $71,2^\circ\text{C}$ .

# Propriedades Térmicas da Matéria

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

### Problema

Um termômetro de 50g é usado para medir a Temperatura de 200mL de água. O calor específico do termômetro, basicamente feito de vidro, é de  $750 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , e ele marca  $20^\circ\text{C}$ , enquanto repousa sobre uma mesa. Depois de ser completamente imerso na água, a temperatura estabiliza em  $71,2^\circ\text{C}$ . Qual era a temperatura real da água antes de ser medida?

# Propriedades Térmicas da Matéria

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

### Problema

Um termômetro de 50g é usado para medir a Temperatura de 200mL de água. O calor específico do termômetro, basicamente feito de vidro, é de  $750 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , e ele marca  $20^\circ\text{C}$ , enquanto repousa sobre uma mesa. Depois de ser completamente imerso na água, a temperatura estabiliza em  $71,2^\circ\text{C}$ . Qual era a temperatura real da água antes de ser medida?

E se o mesmo termômetro for utilizado para medir a temperatura das águas de um lago? A temperatura indicada representa a temperatura do lago antes da medida?

# Propriedades Térmicas da Matéria

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

### Problema

Um termômetro de 50g é usado para medir a Temperatura de 200mL de água. O calor específico do termômetro, basicamente feito de vidro, é de  $750 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , e ele marca  $20^\circ\text{C}$ , enquanto repousa sobre uma mesa. Depois de ser completamente imerso na água, a temperatura estabiliza em  $71,2^\circ\text{C}$ . Qual era a temperatura real da água antes de ser medida?

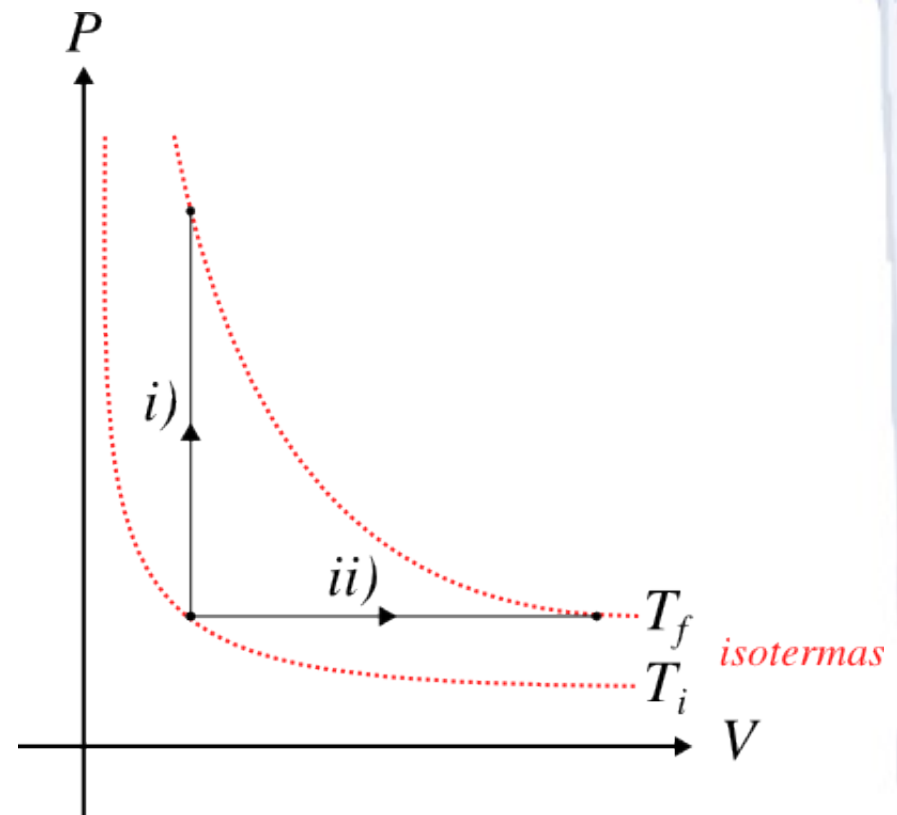
E se o mesmo termômetro for utilizado para medir a temperatura de um freezer? A temperatura indicada representa a temperatura do freezer antes da medida?

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Calores Específicos de gases (Depende do processo)

*O mesmo gás recebe calores diferentes em processos que envolvem a mesma variação de temperatura*

- i) Calor associado a um processo a  $V$  cte*
- ii) Calor associado a um processo a  $P$  cte*



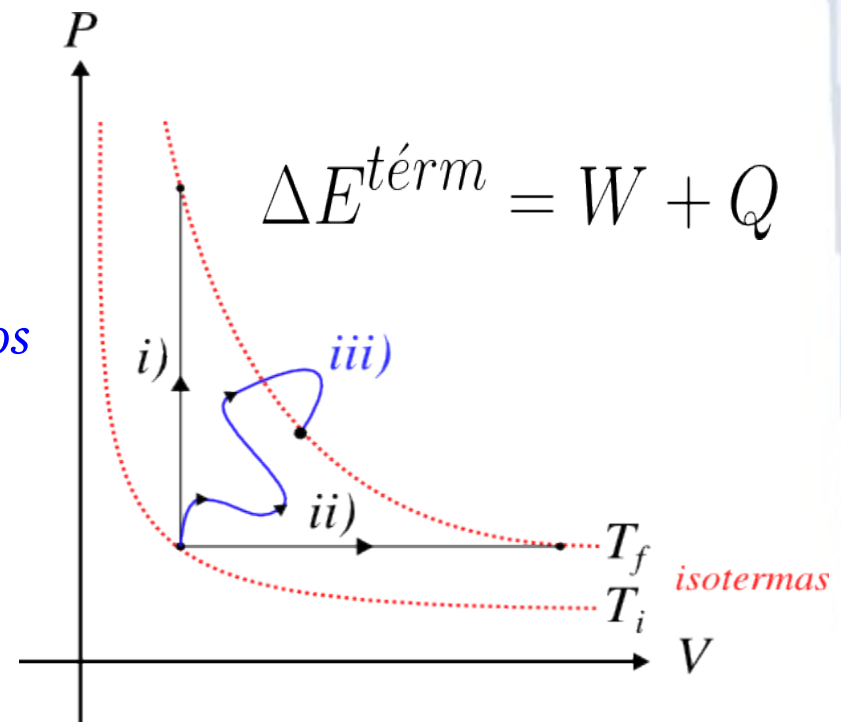


# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Calores Específicos de gases (Depende do processo)

*O mesmo gás recebe calores diferentes em processos que envolvem a mesma variação de temperatura*

*Devemos utilizar a 1ª Lei da Termodinâmica nos processos em que  $P$  e  $V$  variam simultaneamente.*



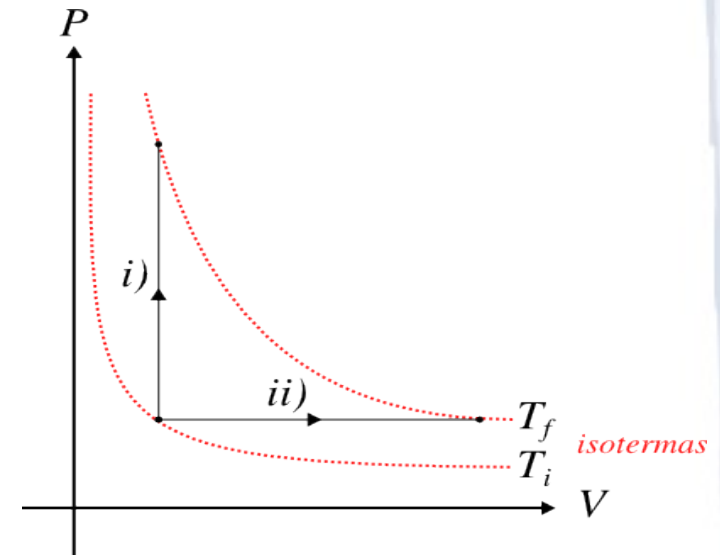
# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Calores Específicos de gases (Depende do processo)

*O mesmo gás recebe calores diferentes em processos que envolvem a mesma variação de temperatura*

*Calores específicos (J/mol·K)*

|                           | $c_p$       | $c_v$       | $c_p - c_v$ |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Gases monoatômicos</i> | $\sim 20,8$ | $\sim 12,5$ | $\sim 8,3$  |
| <i>Gases diatômicos</i>   | $\sim 29,1$ | $\sim 20,8$ | $\sim 8,3$  |



# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

### Teste Conceitual

3,0 moles de  $O_2$  a  $20^\circ C$  ganha 600J em um processo isobárico e depois perde os 600J em um processo isocórico.

- (A) Neste processo  $\Delta T = 0$ .
- (B) Neste processo  $\Delta T > 0$ .
- (C) Neste processo  $\Delta T < 0$ .
- (D) Com essas informações não é possível determinar  $\Delta T$ .

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Sistemas em contato térmico (Calorimetria)

### Problema

3,0 moles de  $O_2$  a  $20^\circ C$  ganha 600J em um processo isobárico e depois perde os 600J em um processo isocórico. Qto vale a T final?

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

Relações entre  $c_p$  e  $c_v$

Para os gases ideais (somente para eles!)

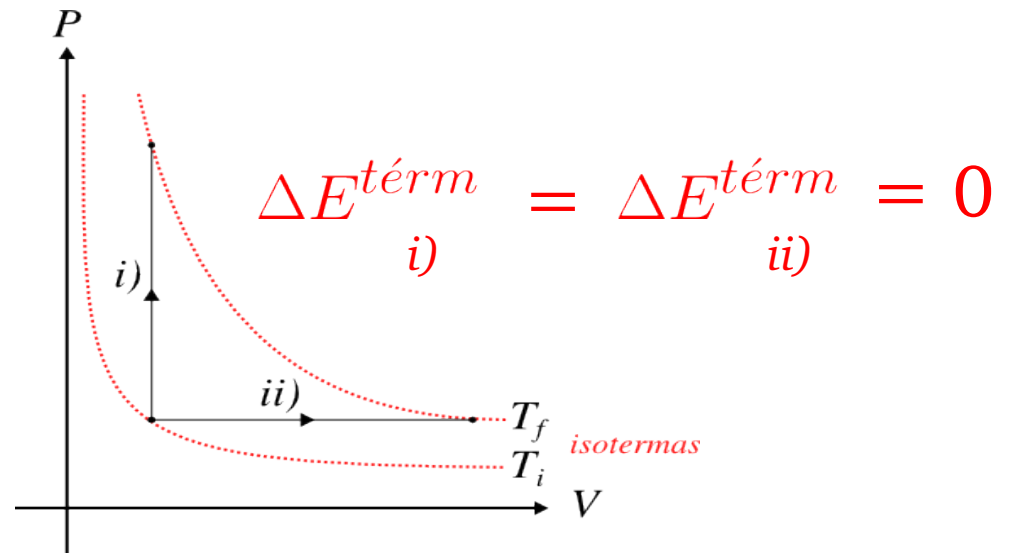
$$\Delta E_{\text{gás}}^{\text{térm}} \propto T$$

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

Relações entre  $c_p$  e  $c_v$

Para os gases ideais (somente para eles!)

$$\Delta E_{\text{gás}}^{\text{térm}} \propto T$$



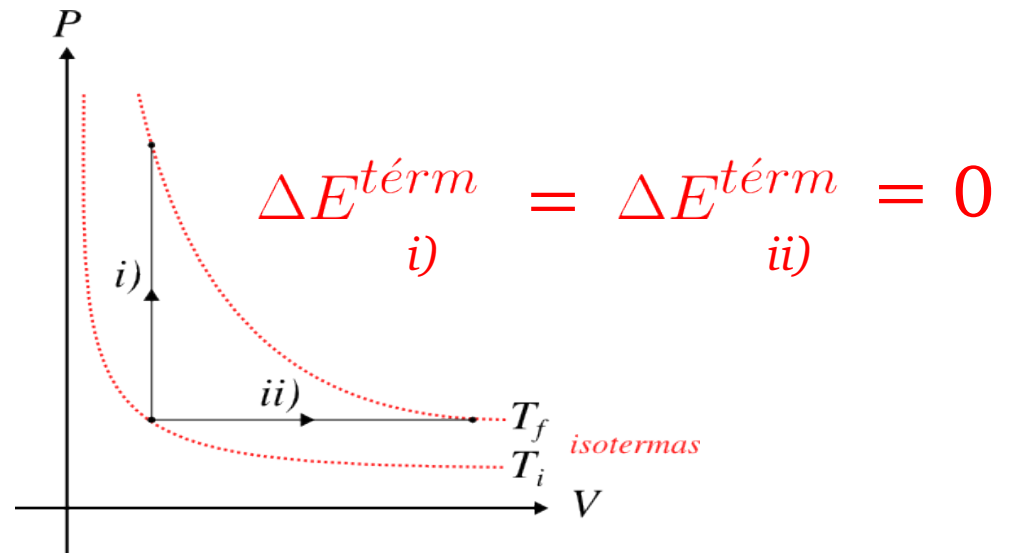
# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Relações entre $c_p$ e $c_v$

Para os gases ideais (somente para eles!)

$$\Delta E_{\text{gás}}^{\text{term}} \propto T$$

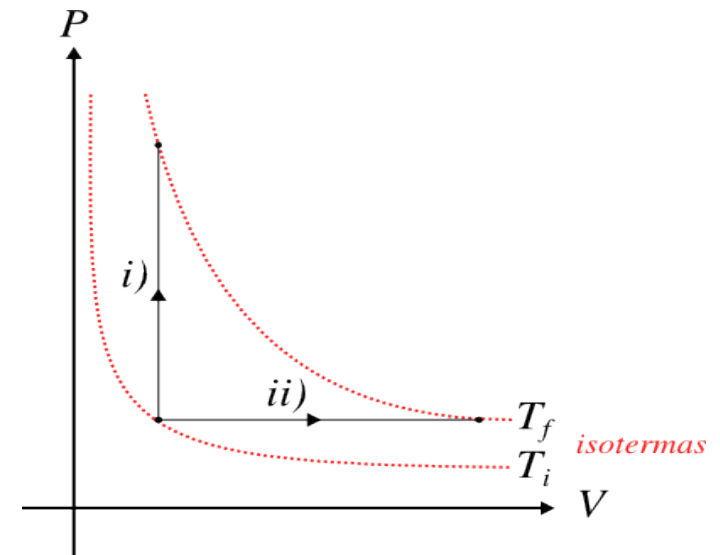
$\Delta E_{\text{gás}}^{\text{term}}$  é a mesma para quaisquer processos que envolvam a mesma variação de temperatura.



# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Relações entre $c_p$ e $c_v$

Para os gases ideais (somente para eles!)



→ Se  $\Delta E_{\text{gás}}^{\text{térm}}$  é a mesma para quaisquer processos que envolvam a mesma variação de temperatura, e

→ Se no processo isocórico  $\Delta E^{\text{térm}} = \cancel{W} + Q = n c_v \Delta T$

$$\Rightarrow \Delta E_{\text{gás}}^{\text{térm}} = n c_v \Delta T$$

Para qq processo!



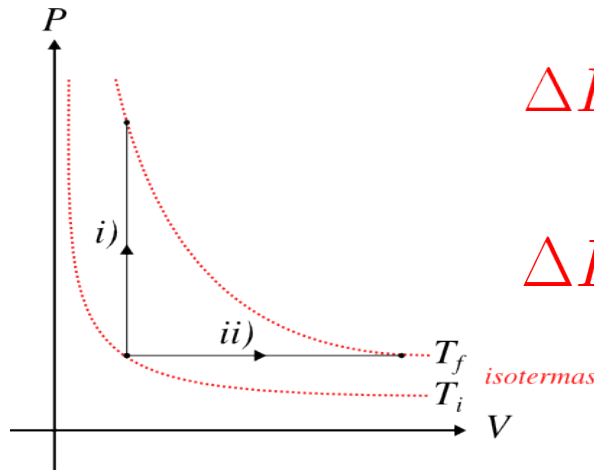
# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Relações entre $c_p$ e $c_v$

Considerando um processo isobárico  $\rightarrow W = -P_0\Delta V$

$$\Delta E^{term} = Q + W = nc_p\Delta T - P_0\Delta V$$

como  $\Delta T$  é a mesma em ambos os processos,



$$\Delta E_{i)}^{term} = \Delta E_{ii)}^{term} = 0$$

$$\Delta E_{gás}^{term} = nc_v\Delta T \quad (\text{Para qq processo!})$$

$$nc_v\Delta T = nc_p\Delta T - P_0\Delta V$$

## Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

Relações entre  $c_p$  e  $c_v$

$$nc_v\Delta T = nc_p\Delta T - P_0\Delta V$$



$$P_0\Delta V = n(c_p - c_v)\Delta T$$

Lembrando que estamos tratando de um processo isobárico em um gás ideal  $\rightarrow PV = nRT$

$$P_0\Delta V = nR\Delta T$$

De forma que:  $nR\Delta T = n(c_p - c_v)\Delta T$

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

Relações entre  $c_p$  e  $c_v$

$$nc_v\Delta T = nc_p\Delta T - P_0\Delta V$$



$$P_0\Delta V = n(c_p - c_v)\Delta T$$

Lembrando que estamos tratando de um processo isobárico em um gás ideal  $\rightarrow PV = nRT$

$$P_0\Delta V = nR\Delta T$$

De forma que:  ~~$nR\Delta T = n(c_p - c_v)\Delta T$~~

$$R = c_p - c_v$$

## Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

Relações entre  $c_p$  e  $c_v$

$$R = c_p - c_v = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$$

R é a constante universal dos gases perfeitos.

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

Relações entre  $c_p$  e  $c_v$

Nota: A  $\Delta T$  depende do processo

$$\Delta T = \frac{Q}{nC_i}$$

Quanto maior  $c_i$ , menor é a  $\Delta T$  para um mesmo calor.

# Propriedades Térmicas da Matéria: Gases

## Teste Conceitual

Com relação ao processo ao lado:

- (A)  $Q_A > Q_B$
- (B)  $Q_A < Q_B$
- (C)  $Q_A = Q_B$
- (D)  $Q_A \geq Q_B$

