



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Princípio da Conservação da Energia



Sistema e Meio

Tópicos da aula:

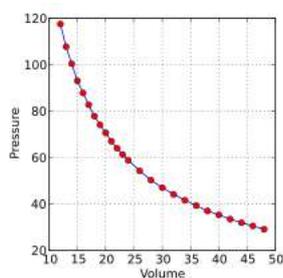
- Definições de Sistema e Meio
- Definição de Propriedades intensivas e extensivas
- Equação Universal dos Gases (massa molar do ar)
- Alguns conceitos e leis
 - Número de Moles
 - Lei de Boyle
 - Lei de Charles
 - Lei de Avogadro
 - Determinação do valor de R
- Calor e trabalho
- Processos Termodinâmicos
 - (processos reversíveis e irreversíveis)
 - Processos: isobárico, isovolumétrico e isotérmico
 - Cálculo do Trabalho (W)

38



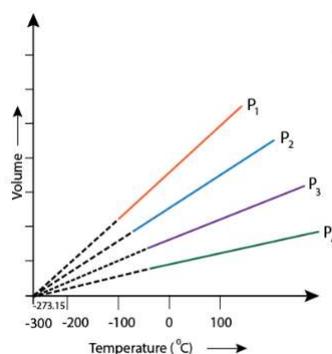
LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Equação Universal dos Gases (relações com o volume)



$$V \propto \frac{1}{P}$$

b) Lei de Charles



Volume Vs Temperature graph (°C)

$$V \propto T \quad V \propto n$$

Definição da Equação Universal dos Gases

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

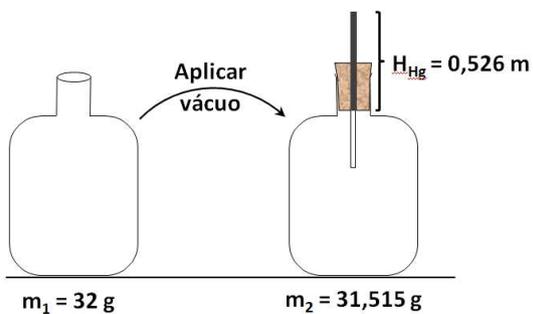
Unidades e Constante Universal dos Gases

39



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

1) Qual o valor da constante universal dos gases ideais, diante do seguinte esquema montado em laboratório:



Dados do Exercício:

$V = 600 \text{ mL}$
 $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Massa molar do ar
Massa de ar
Pressão
 $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$

$$P = \frac{E}{V} \quad P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad n = \frac{m}{\mu}$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Resposta:

$8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

40



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Definições de Trabalho e Processos Termodinâmicos:

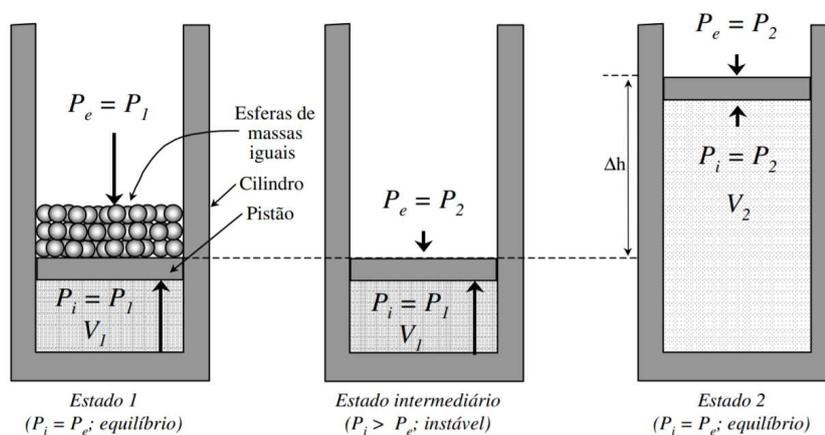


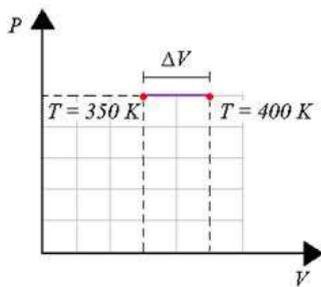
Figura 2.2 - Expansão isotérmica de um sistema gasoso

41



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Definições de Trabalho e Processos Termodinâmicos:



Processo Isobárico

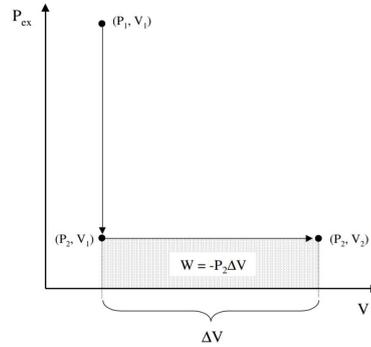
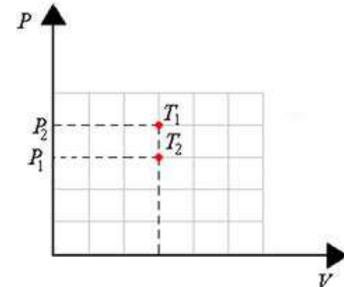


Figura 2.3 - Diagrama PV para a expansão



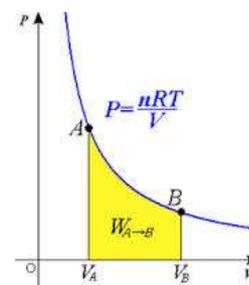
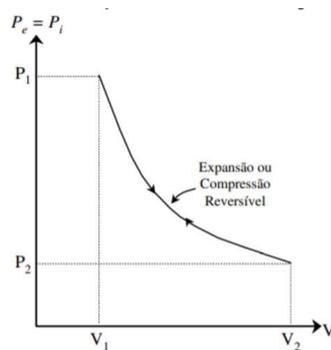
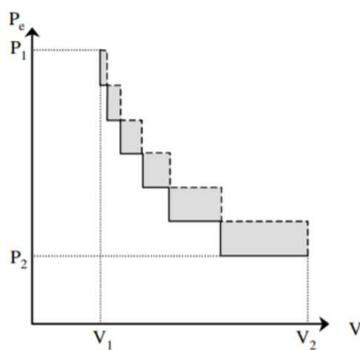
Processo Isovolumétrico

43



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Definições de Trabalho e Processos Termodinâmicos:



Processo Isotérmico

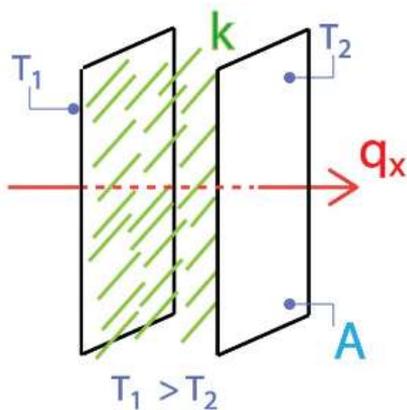
44



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Formas de Transferência de Calor

Condução (Lei de Fourier):



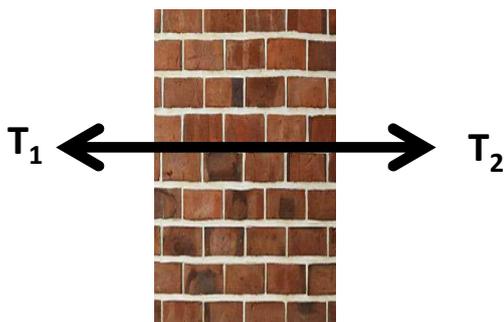
$$\left. \begin{array}{l} \text{Pot} \propto A \\ \text{Pot} \propto \Delta T \\ \text{Pot} \propto 1/\Delta x \end{array} \right\} q = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

46



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Condução (Lei de Fourier):



Horizontal

$$\Delta T = T_{\text{direita}} - T_{\text{esquerda}}$$

Vertical

$$\Delta T = T_{\text{cima}} - T_{\text{baixo}}$$

$$q = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$q = \text{W m}^{-2}$$

$$\Delta T = \text{K}$$

$$\Delta x = \text{m}$$

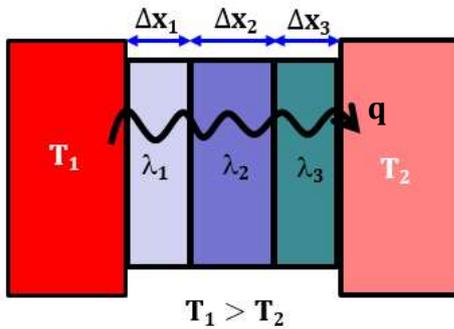
$$\lambda = \text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$$

47



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Condução (Lei de Fourier):



$$q = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$R_T = \frac{\Delta x}{\lambda}$$

$$q = -\frac{\Delta T}{R_T \text{ Total}}$$

$$R_T \text{ Total} = \frac{\Delta x_1}{\lambda_1} + \frac{\Delta x_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{\lambda_n}$$

50



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Condução (Lei de Fourier):

$$q = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$R_T = \frac{\Delta x}{\lambda}$$

$$q = -\frac{\Delta T}{R_T}$$

$$\begin{aligned} q &= \text{W m}^{-2} \\ \Delta T &= \text{K} \\ \Delta x &= \text{m} \\ \lambda &= \text{W m}^{-1} \text{K}^{-1} \\ R_T &= \text{m}^2 \text{K W}^{-1} \end{aligned}$$

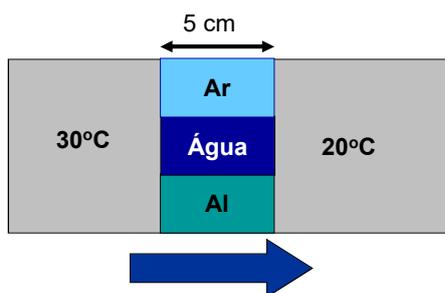
$$q = \frac{\text{Pot}}{A} = \frac{E}{t \cdot A} = \frac{Q}{t \cdot A} = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

51



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

1) Na figura abaixo observa-se uma divisão entre um reservatório a 30 °C e outro a 20 °C. A divisão tem espessura de 5 cm e é subdividida em uma parte com ar, a outra com água e outra com alumínio. Calcule a densidade de fluxo de calor (q) por condução através de cada parte da divisão.



$$\lambda_{\text{ar}} = 0,024 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{água}} = 0,6 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{Al}} = 220 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$q = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Respostas:

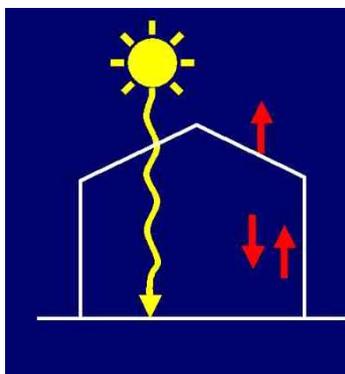
$$q_{\text{ar}} = 4,8 \text{ W m}^{-2}, q_{\text{água}} = 120 \text{ W m}^{-2}, q_{\text{Al}} = 44.000 \text{ W m}^{-2}$$

52



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

2) A temperatura no interior de uma estufa é de 32 °C, enquanto que fora dela é de 23 °C. O plástico tem uma espessura de 1 mm e sua condutividade térmica é de 0,06 W m⁻¹ K⁻¹. A área superficial (teto) da estufa é de 200 m². Calcular q , considerando toda a área superficial (teto).



$$q = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Resposta:

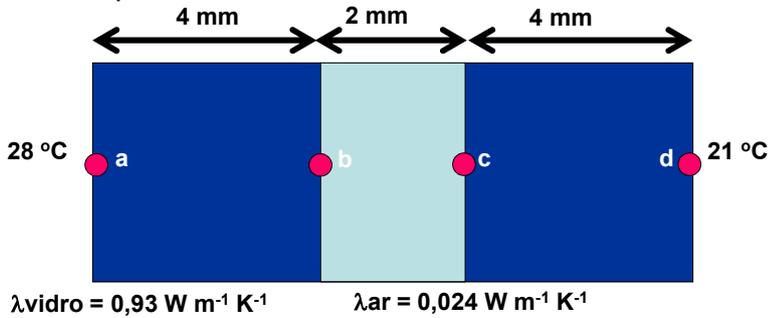
$$q = 108.000 \text{ W}/200 \text{ m}^2$$

53



LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

3) Um vidro duplo é composto por 2 lâminas de vidro de 4 mm de espessura, separadas por uma camada de 2 mm de ar. De um lado do vidro a temperatura é de 28 °C e do outro lado é de 21 °C. Calcular "q" através do vidro duplo.



$$q = - \frac{\Delta T}{R_T}$$

$$R_{T \text{ Total}} = \frac{\Delta x_1}{\lambda_1} + \frac{\Delta x_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{\lambda_n}$$

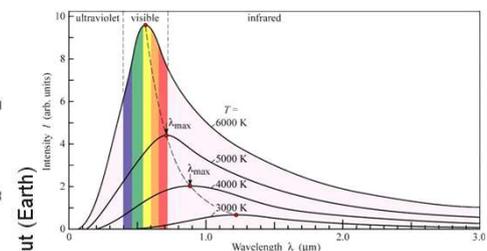
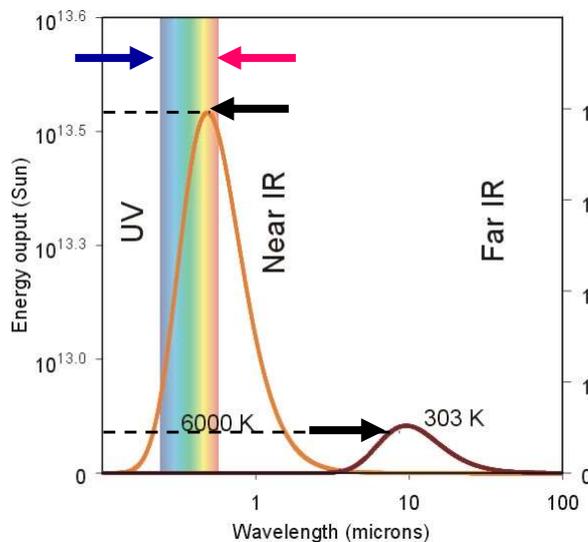
Respostas:
q = 76,14 W m⁻²

54

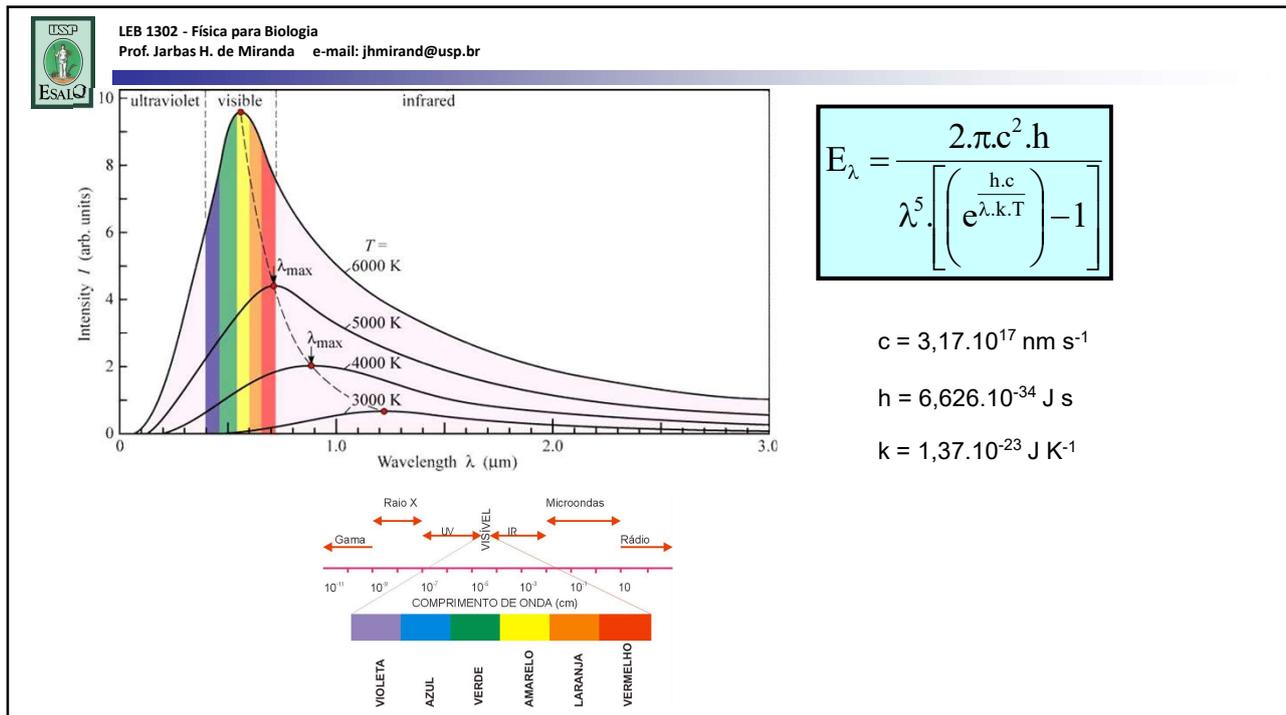


LEB 1302 - Física para Biologia
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Comprimento de Ondas e Definições das Leis



65



66