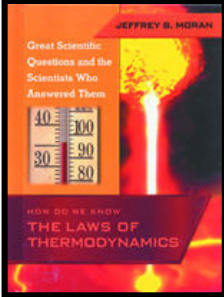
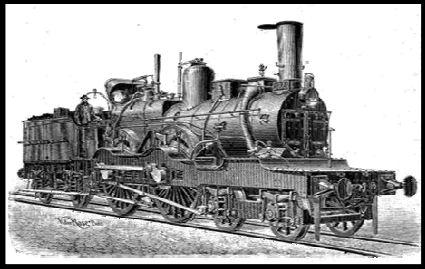
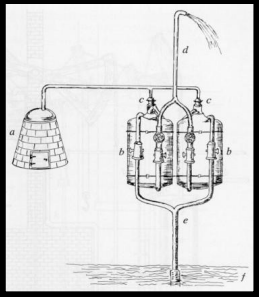


USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ

2) Termodinâmica e Energia

Ciência da Energia – Conversão de Calor em Energia Mecânica
 Therme = Calor dynamis = potência
 1697 Thomas Savery 1712 Thomas Newcomen 1850 1ª e 2ª Lei

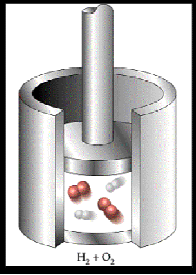
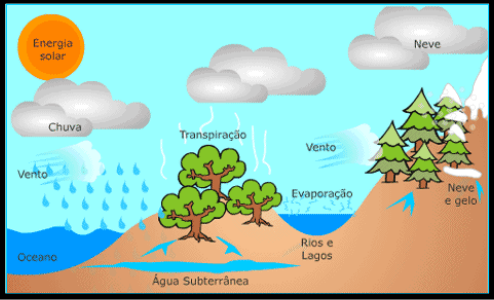




USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

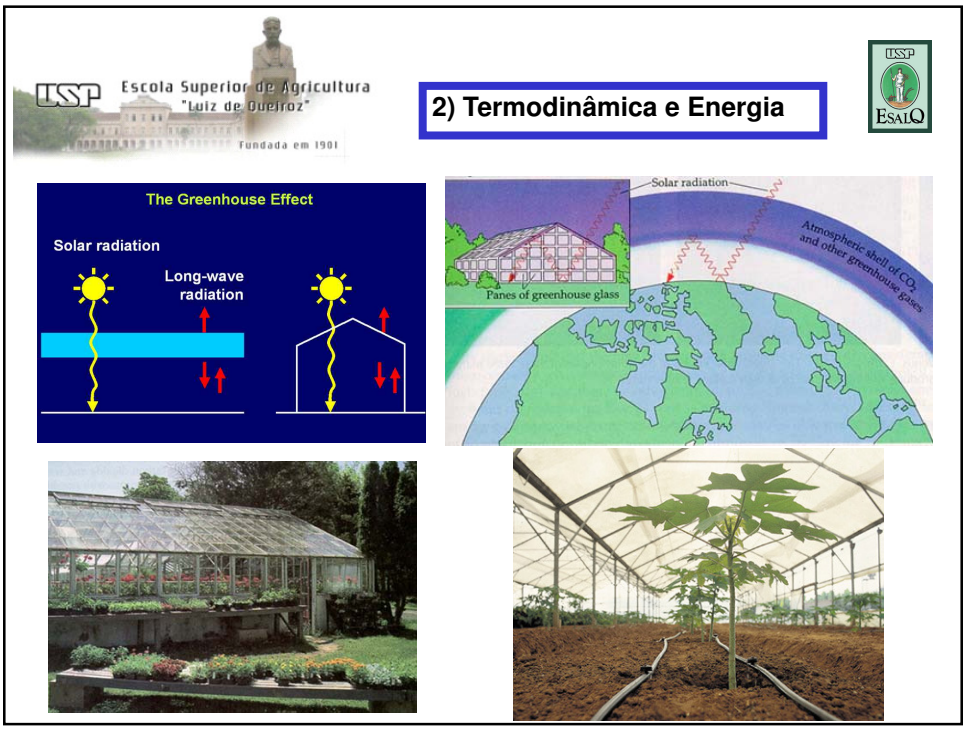
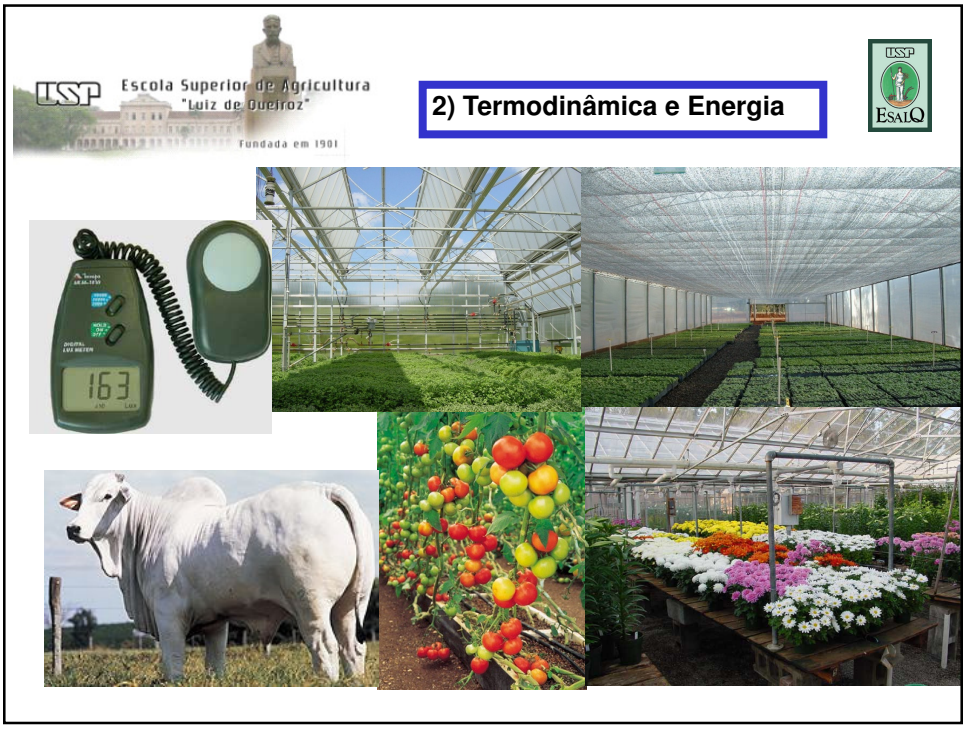
USP ESALQ


2) Termodinâmica e Energia

Princípio da Conservação da Energia


Sistema e Meio



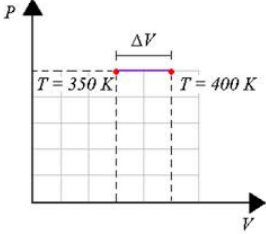


Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

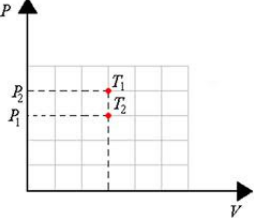
2) Termodinâmica e Energia



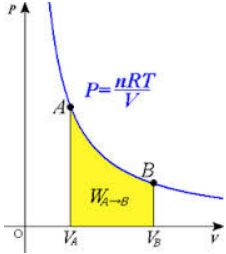
Processos Termodinâmicos:



Processo Isobárico

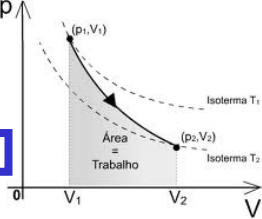


Processo Isovolumétrico




Processo Isotérmico

Daniel Schulz © (2008)



Processo Adiabático



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

Condutividade Térmica



Tipo	Material	λ (W/m K)
Material Sólido	Prata	420
	Cobre	390
	Alumínio	220
	Vidro	0,93
Líquidos	Mercúrio	10,4
	Água	0,6
Gases	Ar	0,024
Material Composto	Solo úmido	2,0
	Solo seco	0,3
	isopor	0,03

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ

Condutividade Térmica

Material	T ensaio °C	λ W/(m°C)	Material	T ensaio °C	λ W/(m°C)
Água	25	0,58	Gelo	0	2,21
Alvenaria, concreto leve	20	1,1	Gesso em placas	s/ dado	0,21/0,41
Amianto em placas	40	0,29	Lã de rocha	s/ dado	0,063
Areia seca	20	0,33	Lã de vidro	s/ dado	0,044
Areia úmida	20	1,13	Madeira	s/ dado	0,16
Argila 10% água	s/ dado	1,2/2,3			
Asfalto	s/ dado	0,73	Mármore	s/ dado	1,00/1,57
Borracha esponjosa	20	0,055	Nylon	s/ dado	0,23
Borracha macia	20	0,18	Parafina	25	0,25
Cerâmica (azulejo)	s/ dado	1,06	Pexiglas	20	0,18
Cimento-amianto placas	s/ dado	1,26	Poliétileno	s/ dado	0,35
			Poliétileno espuma	s/ dado	0,025/0,030
Concreto armado	20	1,51	PVC	25	0,19
			Reboco	20	0,79
Cortiça	s/ dado	0,054	Serragem	25	0,06
Couro	20	0,14/0,16	Tijolo maciço	s/ dado	0,61
Ebonite	0	0,16	Vidro	17	0,72
			Vidro	100	0,76

Obs: conforme informado em outras páginas deste site, estes e outros dados são fornecidos sem quaisquer garantias e responsabilidades pelo uso. Os valores podem variar consideravelmente, dependendo das condições e composições dos materiais. Aplicações críticas devem ter seus dados confrontados em mais de uma fonte.

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ

EXERCÍCIOS - Termodinâmica

1) Qual o calor específico da água em $J\ kg^{-1}\ K^{-1}$, diante da seguinte situação:



Calorímetro:

Dados do Exercício:
 $m = 200\ mL$
 $V = 25,11\ J\ C^{-1}$
 $A = 2,33\ C\ s^{-1}$
 $\Delta T = 7\ ^\circ C$
 $\Delta Tempo = 1'40''$

Resposta:
 $4.179,02\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$

$$Pot = \frac{Trabalho}{Tempo} = \frac{Energia}{Tempo} = \frac{Calor}{Tempo}$$

$$Pot = V.A$$



EXERCÍCIOS - Termodinâmica

2) Um animal ao ingerir uma ração com valor nutricional de 350 kCal fornecerá quantos kW.h ao organismo? Por quanto tempo daria para manter uma lâmpada de 100 W acesa?

1 J = 0,2388 cal

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{\text{s}} \quad 1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$$

Resposta:
a) 0,407 kW.h b) 4,07 h

EXERCÍCIOS - Termodinâmica

3) Num dia de verão há uma incidência de radiação solar de 300 W m⁻². Supondo que toda essa energia seja utilizada para evaporar água e que a duração do dia seja de 12 horas, pergunta-se:

a) Quantos litros de água seriam evaporados por dia por m²)
b) A quantos m³ de água por hectare irá corresponder?

$$\frac{1 \text{ W}}{\text{m}^2} = \frac{1 \text{ J}}{\text{s m}^2}$$

$$L_v = 2260 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}$$

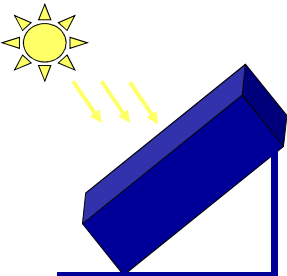
Resposta:
a) 5,73 L m⁻² b) 57,3 m³ ha⁻¹

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ

EXERCÍCIOS - Termodinâmica

4) Um aquecedor solar é utilizado para fornecer calor a um reservatório de água de 250 L. A intensidade de radiação incidente é de 400 W m^{-2} e o rendimento do painel é de 40%. Pergunta-se: Qual deverá ser a área do painel solar para que se consiga aquecer a água do reservatório de $23 \text{ }^\circ\text{C}$ a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ em 6 horas.



$Q_{\text{Recebido pela área}} = Q_{\text{Fornecido à água}}$

$$\frac{1 \text{ W}}{\text{m}^2} = \frac{1 \text{ J}}{\text{s m}^2}$$

Resposta:
Área = $14,21 \text{ m}^2$

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ


EXERCÍCIOS

5) Um pedaço de terra tem uma área de 1 milha quadrada e contém 640 acres. Determine o número de metros quadrados em 1 acre e quantos hectares corresponderia? (1 milha = 1609,34 m)


Resposta:
 $4.046,83 \text{ m}^2$ e $0,4046 \text{ ha}$

6) A massa seca de um cubo de solo com 5,35 cm de lado é de 205g. Qual a sua massa específica em kg m^{-3} ?

Resposta:
 $1338,72 \text{ kg m}^{-3}$




Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901




EXERCÍCIOS

7) Considerando-se o ar atmosférico com 78% de N₂ e 21% de O₂, em um volume de 24,6 litros, qual é o valor aproximado da densidade do ar nessas condições em kg m⁻³?


$$d = \frac{m}{V}$$



Resposta:
1,1609 kg m⁻³



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901



EXERCÍCIOS

8) Se 7 m³ de um óleo tem massa de 6.300 kg, calcular sua massa específica (ρ), densidade relativa (dr) e peso específico (γ) no S.I. Considere g=9,81 m.s⁻².

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Resposta:
900 kg m⁻³; 0,9 e 8.829 kg m⁻² s⁻²

$$dr = \frac{\rho_{\text{substância}}}{\rho_{\text{substância Padrão}}}$$

$$\gamma = \rho \cdot g$$



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901



EXERCÍCIOS - Termodinâmica

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg ou Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁹	1×10 ⁶	1×10 ³	1×10 ⁴	1.01972×10 ⁴	9.86923×10 ⁴	1.01972×10 ⁸	7.50062×10 ⁶
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ⁴
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

**9) Transformar a pressão de 15 m.c.a. em:
a) kgf.m⁻² b) kgf.cm⁻² c) kPa d) atm e) mmHg**

**Respostas:
a) 15000 kgf.m⁻² b) 1,5 kgf cm⁻² c) 147,099 kPa
d) 1,4517 atm e) 1103,29 mmHg**



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901




EXERCÍCIO

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg ou Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁹	1×10 ⁶	1×10 ³	1×10 ⁴	1.01972×10 ⁴	9.86923×10 ⁴	1.01972×10 ⁸	7.50062×10 ⁶
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ⁴
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1


10) Calcule a vazão, em m³ h⁻¹ de uma torneira de 5 cm de diâmetro e submetida a uma pressão de 5 kgf cm⁻².

**Resposta:
Área: 1,9634.10⁻³ m²
Vazão: 0,06149 m³ s⁻¹
221,39 m³ h⁻¹**




Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

EXERCÍCIOS - Termodinâmica




6) Verifique se a expressão do Teorema de Bernoulli está correta dimensionalmente.



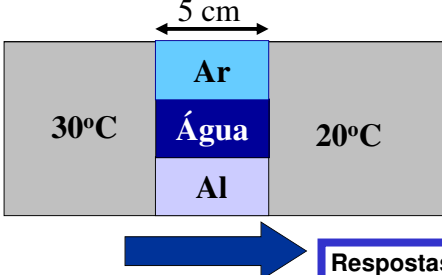
Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

EXERCÍCIOS - Termodinâmica



5) 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.

5 cm



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

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

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

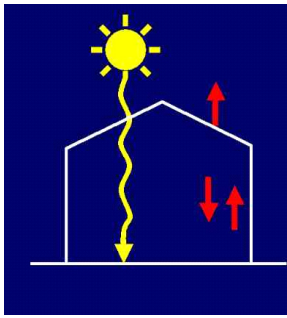
Respostas:
 $q_{ar}=4,8 \text{ W m}^{-2}$, $q_{\text{água}}=120 \text{ W m}^{-2}$, $q_{Al}=44.000 \text{ W m}^{-2}$

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ

EXERCÍCIOS - Termodinâmica

6) 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 da estufa é de 200 m². Calcular q, considerando toda a área superficial.



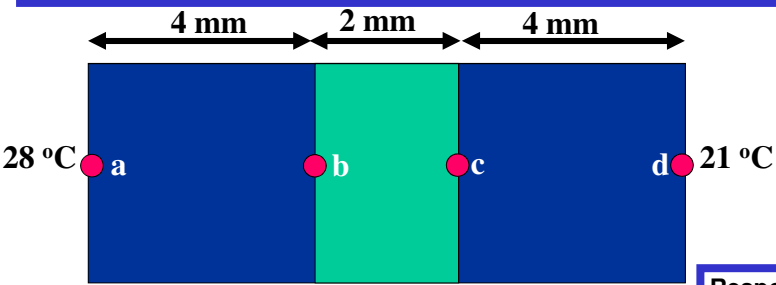
Respostas:
q = 108.000 W/200 m²

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ


EXERCÍCIOS - Termodinâmica

7) 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.




$\lambda_{\text{vidro}} = 0,93 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $\lambda_{\text{ar}} = 0,024 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Respostas:
q = 76,14 W m⁻²




Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

EXERCÍCIOS - Termodinâmica




8) Para se medir a quantidade de calor trocado entre dois corpos, a temperaturas diferentes, usa-se, dentre outras, a unidade Joule (símbolo: J) ou a unidade caloria (símbolo: cal), que se relacionam por:
 $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$ (aproximadamente).
 Então, a quantidade de calor: $Q = 1045 \text{ J}$, corresponde, em kcal (quilocaloria), a:

Respostas:
Calor = 0,2495 kCal

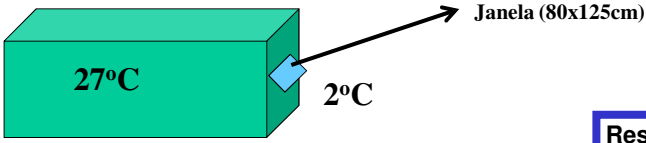


Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901


EXERCÍCIOS - Termodinâmica



9) Em um dia muito frio num determinado local, uma sala de ordenha fechada, a temperatura interna é mantida constante a 27°C , enquanto que a temperatura externa é de apenas 2°C . A sala possui uma janela de 80 cm de altura por 125 cm de comprimento. A janela é de vidro e tem 0,80 cm de espessura.
 Pergunta-se: Qual a densidade de fluxo de calor através da janela.
 $\lambda_{\text{vidro}} = 0,75 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$. Que quantidade de calor em kCal é perdida para o ambiente durante um intervalo de 5,0 horas? Sabendo-se que $1,0 \text{ Cal} = 4,186 \text{ J}$.




Respostas:
 $q = 2343,75 \text{ W m}^{-2}$
Calor = 42187500 J/5h.m²
ou 10076,31 kCal




Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

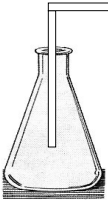
EXERCÍCIOS



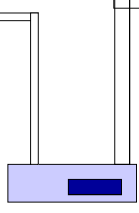
1) Qual o valor da constante universal dos gases ideais, diante do seguinte esquema montado em laboratório:

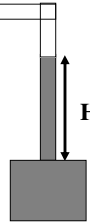


$m_1 = 32 \text{ g}$



$m_2 = 31,515 \text{ g}$






$H_{\text{Hg}} = 52,5 \text{ cm}$


Resposta:
8,3 J mol⁻¹ K⁻¹

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



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

Considerações:



$$V \propto \frac{nT}{P} \Rightarrow PV = nRT$$

Valores para R

$8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

$1.987 \frac{\text{cal}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

$1545 \frac{\text{ft}\cdot\text{lb}_f}{\text{lbmol}\cdot^\circ\text{R}}$


$1.986 \frac{\text{Btu}}{\text{lbmol}\cdot^\circ\text{R}}$

$8.314 \frac{\text{Pa}\cdot\text{m}^3}{\text{mol}\cdot\text{K}}$


$0.08205 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

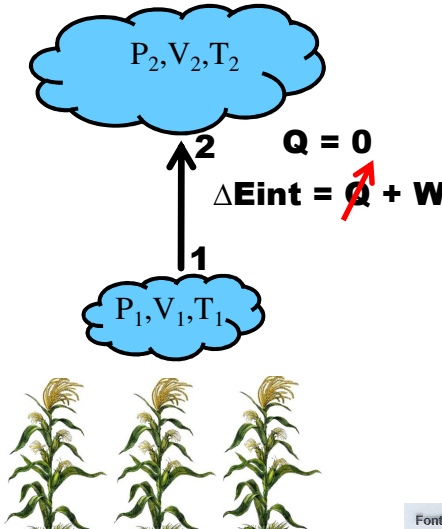
$0.7302 \frac{\text{atm}\cdot\text{ft}^3}{\text{lbmol}\cdot^\circ\text{R}}$

$10.73 \frac{\text{psia}\cdot\text{ft}^3}{\text{lbmol}\cdot^\circ\text{R}}$



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

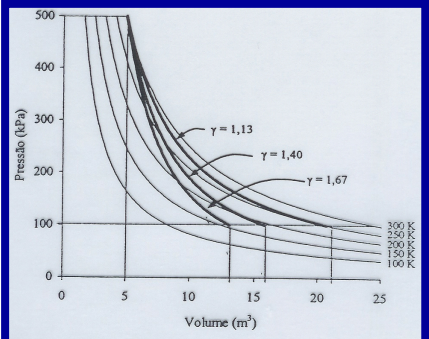





Processo Adiabático

Objetivos:


- Relacionar calor específico (\bar{c}_p e \bar{c}_v)
- Expressão Geral do Processo Adiabático

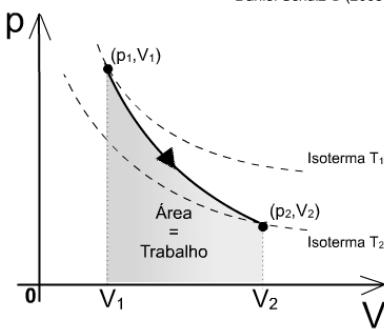


Fonte: REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; MORAES, S.O.; NASCIMENTO FO. V.F. 1997.



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901





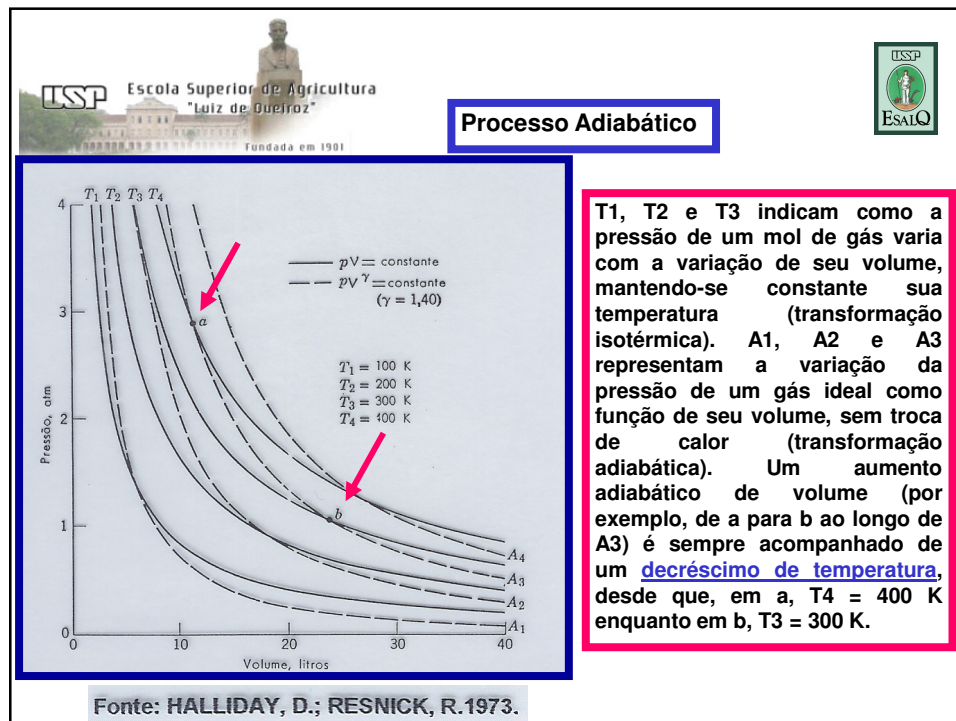
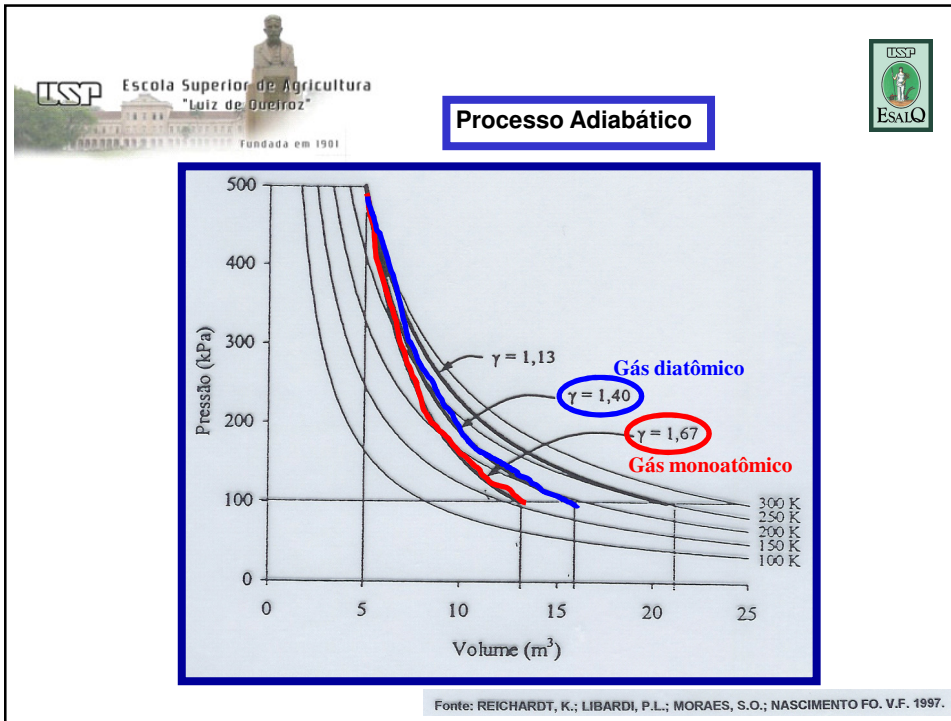
Processo Adiabático

A transformação adiabática é aquela em que não há trocas de energia térmica entre o sistema e o meio exterior.

Embora o gás não estabeleça trocas de energia térmica com o sistema externo, durante o processo a pressão, o volume, a temperatura e a energia interna do gás variam, não permanecendo nenhuma dessas grandezas com o valor constante.

Quando um gás se dilata adiabaticamente, como qualquer outra expansão, ele efetua trabalho externo, sendo necessária energia para efetuar-lo. Nesse processo isotérmico, o gás tem que absorver energia térmica de uma fonte externa para efetuar trabalho. Se no processo adiabático não há essa troca de energia de uma fonte externa o próprio gás deve realizar trabalho às custas de sua própria energia.

Uma expansão adiabática sempre vem acompanhada por uma diminuição da temperatura do gás, devido ao simples fato de que este necessita utilizar parte de sua energia interna para a realização deste trabalho.



USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901

USP ESALQ

Processo Adiabático

Encontre as expressões para o processo adiabático, relacionando:
 Temperatura x Volume
 Temperatura x Pressão

Temperatura x Volume

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

Temperatura x Pressão

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$P_1 V_1 = nRT_1 \quad P_2 V_2 = nRT_2$$

USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Fundada em 1901


USP ESALQ

Processo Adiabático


Exercício:
 Calcule os valores de temperatura inicial (T1), temperatura final (T2) e Volume final (V2), para os dois tipos de gases (Gás 1 e 2), comparando as variações de temperatura e volume entre eles.
 Considere o processo adiabático, para a situação.
 Dados:

Gás 1:
 n = 1000 moles $\bar{c}_v = 7/3R$ $V_1 = 5 \text{ m}^3$
 P1 = 500 kPa P2 = 100 kPa
 Calcule: T1 = ? T2 = ? V2 = ? (Processo Adiabático)
Respostas: T1 = 300,69 K T2 = 185,64 K e V2 = 15,42 m³

Gás 2:
 n = 1000 moles $\bar{c}_v = 23/3R$ $V_1 = 5 \text{ m}^3$
 P1 = 500 kPa P2 = 100 kPa
Respostas: T1 = 300,69 K T2 = 249,86 K e V2 = 20,77 m³
 INTERPRETE OS RESULTADOS DE ACORDO COM A ABORDAGEM EM SALA DE AULA (UTILIZE O GRÁFICO PARA DISCUTIR)



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901



Processo Adiabático

Equações:

$$\overline{c_p} = \overline{c_v} + R$$

$$\gamma = \frac{\overline{c_p}}{\overline{c_v}}$$

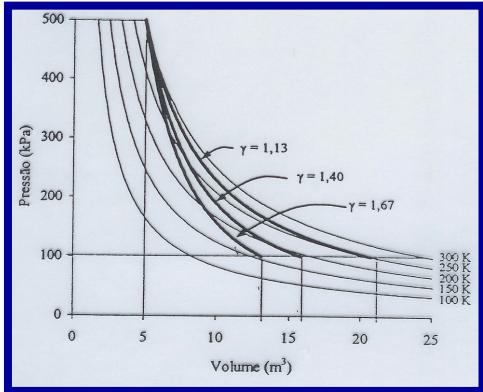
$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$


$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$


$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$





Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901



EXERCÍCIOS

4) Um mol de O₂ expande-se a uma temperatura constante de 310 K a partir de um volume inicial de 12L para um volume final de 19L. Qual o trabalho realizado na expansão?

Resposta: -1184,37 J

$$W = -nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

EXERCÍCIOS

5) Um mol de gás ideal a 298 K e exercendo uma pressão de 250 kPa sobre um pistão expande-se irreversível e isotermicamente contra uma pressão externa de 100 kPa até que sua pressão torne-se igual à externa. Pergunta-se:

a) Qual o valor do trabalho executado pelo gás na expansão?

Resposta: -1485,98 J

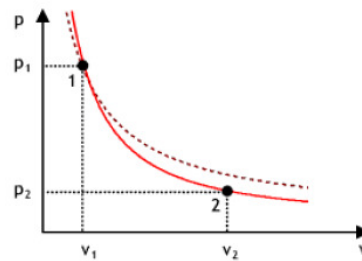
b) Se essa mesma expansão fosse reversível, qual seria o trabalho?

Resposta: -2269,62 J

$$PV = nRT$$

$$W = -P\Delta V$$

$$W = -nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$



EXERCÍCIOS

6) 10 moles de ar atmosférico a uma temperatura de 300 K sofre uma expansão adiabática entre as pressões de $1,2 \cdot 10^5$ Pa e $0,9 \cdot 10^5$ Pa. Calcular o volume inicial do ar atmosférico, a temperatura final e o volume final da expansão? ($\gamma = 1,4$)


Resposta: $V_1 = 207,85$ L; $V_2 = 255,64$ L e $T_2 = 276,33$ K

$$PV = nRT$$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$


$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

EXERCÍCIOS



7)

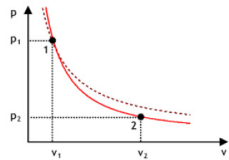
Gás 1:
 $n = 1000$ moles $\gamma = 1,4$ $P_1 = 500$ kPa $V_1 = 5$ m³ $P_2 = 100$ kPa
 Calcule: $T_1 = ?$ $T_2 = ?$ $V_2 = ?$ (Processo Adiabático)
Respostas: $T_1 = 300,69$ K $T_2 = 189,85$ K e $V_2 = 15,78$ m³

Gás 2:
 $n = 1000$ moles $\gamma = 1,13$ $P_1 = 500$ kPa $V_1 = 5$ m³ $P_2 = 100$ kPa
Respostas: $T_1 = 300,69$ K $T_2 = 249,86$ K e $V_2 = 20,77$ m³

Calcule: $T_1 = ?$ $T_2 = ?$ $V_2 = ?$ (Processo Adiabático)
INTERPRETE OS RESULTADOS


$PV = nRT$

$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$




$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$

$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$



Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
Fundada em 1901

EXERCÍCIOS




8) Um volume de ar seco é aquecido pela superfície da Terra, a uma altitude de 550 m acima do nível do mar, atingindo a temperatura de 310 K. O volume de ar começa então a subir, expandindo-se adiabaticamente, até chegar à altitude de 1550 m acima do nível do mar. Calcular a temperatura do ar ao chegar a essa altitude. Qual é o gradiente térmico?

Resposta: $T = 300,2$ K $GT = -9,8$ K km⁻¹

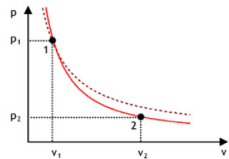
$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$



Gás diatômico

$P = K \cdot \left(1 - \frac{0,0065 \cdot Z}{288}\right)^{5,2568}$



9) O calor molar a pressão constante (c_p) do ar atmosférico é $29,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e do gás propano (C_3H_8) é $67,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Um mol de ambos os gases, ocupando, à pressão de $3,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, um volume de 8 litros cada um, é expandido adiabaticamente ao volume de 20 litros.

a) Calcular, para ambos os gases, o calor molar a volume constante (c_v) e o valor do coeficiente γ .

Resposta: $c_{v_{\text{ar}}} = 20,69 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $c_{v_{\text{propano}}} = 58,99 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $\gamma_{\text{ar}} = 1,39$; $\gamma_{\text{propano}} = 1,14$

b) Qual é a temperatura inicial e final do processo de expansão para ambos os gases?

Resposta: $T_1 = 307,91 \text{ K}$, $T_2 = 213,43 \text{ K}$; $T_2 \text{ propano} = 270,83 \text{ K}$

