

**Conceitos e Definições
Básicas**

Prof. Dr. Ricardo A. Mazza
2PFG/DE/FEM/UNICAMP

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 1

Objetivos

- **Introduzir os conceitos necessários para a compreensão da:**
 - *Primeira lei da termodinâmica;*
 - *Segunda lei da termodinâmica;*
 - *Aplicações;*
- **É importante que se compreenda e se domine os conceitos a serem apresentados;**
- **Esses conceitos serão utilizados com frequência;**

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 2

Definição de termodinâmica

- **A termodinâmica pode ser definida como sendo a ciência da energia e da entropia;**
 - *Energia* ⇒ *conceito familiar;*
 - *Entropia* ⇒ *conceito desconhecido;*
- **A termodinâmica é a ciência que trata do calor e do trabalho;**
- **A termodinâmica não analisa o que ocorre nos dispositivos, mas somente com as substâncias;**
 - *Necessita das propriedades das substâncias;*

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 3

Sistema

- É uma quantidade de matéria com massa e identidade fixa, sobre o qual dirige-se a atenção do estudo;
- É delimitado da vizinhança pela fronteira
 - *Vizinhança*
 - Tudo que é externo ao sistema
 - *Fronteira*
 - Tudo que separa o sistema da vizinhança, podendo ser fixas ou móveis, reais ou imaginárias;

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 4

O que pode atravessar a fronteira do sistema?

- Só pode atravessar a fronteira de um sistema a seguintes quantidades:
 - *Trabalho;*
 - *Calor;*
- Um sistema é considerado isolado quando não sofre influência do exterior:
 - *Não há fluxo de calor ou trabalho atravessando a fronteira.*

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 5

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 6

Volume de Controle

- É um volume arbitrário do espaço através do qual há massa entrando e saindo;
- Seu contorno é denominado de superfície de controle:
 - Esta superfície pode ser real ou imaginária;
 - Pode estar em repouso (estacionária), em movimento (móvel) ou se deformar (deformável);
- Pode atravessar a superfície de controle:
 - Massa, trabalho, calor e quantidade de movimento.

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 7

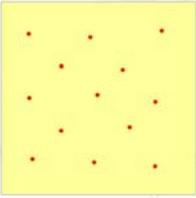
01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 8

Alguns Conceitos

- **Substância pura:**
 - É toda porção de matéria que têm composição química invariável;
- **Fase:**
 - É uma quantidade de matéria completamente homogênea;
 - Quando há mais de uma fase, elas estão separadas:
 - Contorno de fases;
- **Estado:**
 - É identificado pelas propriedades termodinâmicas.

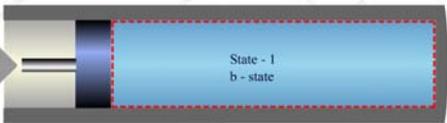
01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 9

In a crystalline solid, molecules vibrate around their mean positions.



- Solid
- Liquid
- Gas/Vapor
- Liq-Vapor

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 10



State - 1
b - state

VOLUME STATES SURFACE STATES

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 11

Propriedades Termodinâmicas

- **É qualquer característica observável da substância:**
 - *Define o estado;*
 - *Não depende de como o sistema o atinge;*
- **Podem ser divididas em:**
 - *Extensivas ⇒ quando dependem da massa;*
 - Ex.: volume;
 - *Intensivas ⇒ quando não dependem da massa;*
 - Ex.: Pressão e Temperatura;
- **Representa o sistema quando do equilíbrio termodinâmico;**
 - *Quando é incapaz de uma troca espontânea de estado.*

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 12

Tipos de propriedades

• Extensivas

- *Massa*
- *Volume*
- *Energia*

São aditivas sobre o sistema

• Intensivas

- *Temperatura*
- *Pressão*
- *Densidade*

Não são aditivas sobre o sistemas

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 13

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 14

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 15

400 kPa 100 kPa

0

400
350
300
250
200
150
100
0

0 5 10 15

Subsystem A
Subsystem B

Mechanical Equilibrium
 Thermal Equilibrium
 Chemical Equilibrium

As the internal constraint (pin) is removed, the system (within the red boundary) adjusts until the pressure on the two sides of the piston equals and **mechanical equilibrium** is established.

BACK STOP PLAY FAST

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 16

Propriedade Termodinâmica Temperatura

- Mesmo sendo uma propriedade bastante familiar, é difícil definir:
 - Usualmente defini-se igualdade de temperatura;
 - “Se dois sistemas B e C estão em equilíbrio térmico entre si e se B está em equilíbrio com A, então C está em equilíbrio com A”;
- Esta é a chamada lei zero da termodinâmica e constitui a base para a medida de temperatura.

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 17

System A
 CH_4

System B
 O_2

System C
 N_2

Chemical Thermal

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 18

Escala de Temperaturas

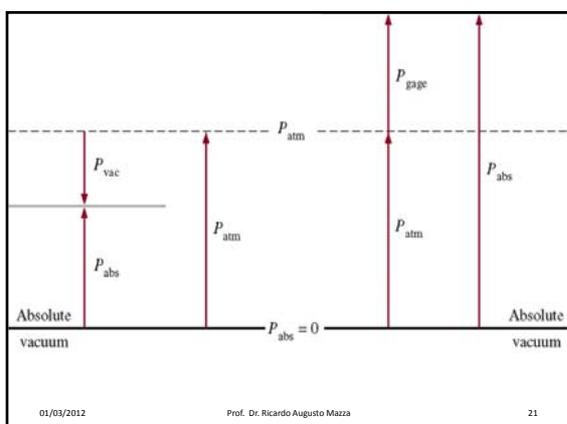
- Há duas escalas de temperaturas:
 - **Escala relativa;**
 - É a que comumente conhecemos (Celsius e Fahrenheit);
 - É baseada em dois pontos fixos e facilmente reproduzíveis:
 - Ponto de fusão e vaporização da água na atmosfera padrão;
 - **Escala absoluta:**
 - É baseada na segunda lei da termodinâmica e independe da substância termométrica;
 - Veremos mais adiante sua dedução;
- A escala absoluta relacionada com a Celsius (°C) é a Kelvin (K) e a com a Fahrenheit (°F) é a Rankine (R), estando relacionadas por:
 - $K = C + 273,15$ e $R = F + 459,67$

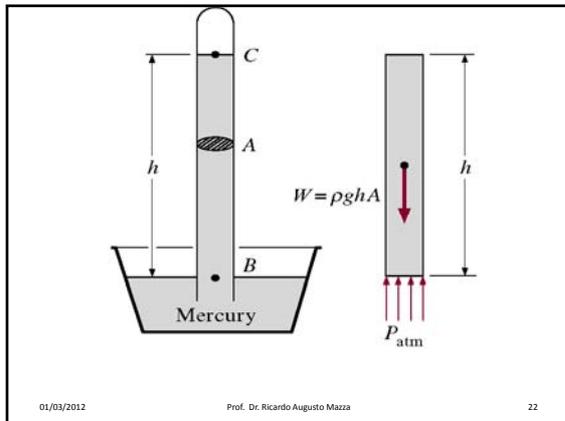
01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 19

Propriedade Termodinâmica Pressão

- Pressão é a razão da força normal pela área;
- É considerada positiva quando se dirige para fora da fronteira;
- A pressão em qualquer ponto no sistema em equilíbrio é a mesma em qualquer direção;
- Há dois tipos de escala para a pressão:
 - **Pressão absoluta;**
 - **Pressão manométrica ou relativa;**
 - É a diferença da pressão absoluta e a pressão atmosférica.

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 20





Propriedade Termodinâmica Volume Específico

- O volume específico de uma substância é definido como o volume por unidade de massa e reconhecido pelo símbolo de v ;
- A massa específica ou densidade (ρ) é definida como a razão da massa pelo volume, constituindo desta forma o inverso do volume específico:

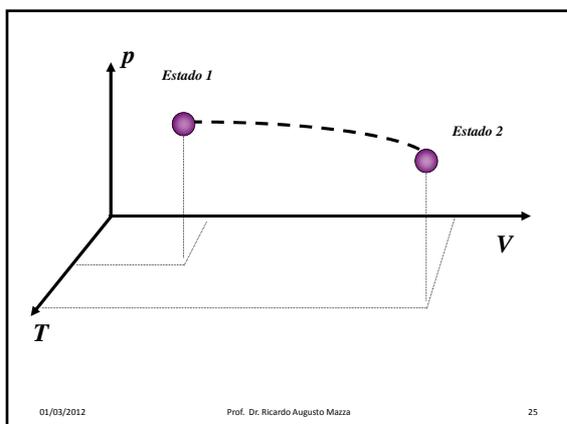
$v = 1/\rho.$

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 23

Processo termodinâmico

- É definido pelo caminho entre uma sucessões de estados pelos quais o sistema passa;
- Durante um processo, uma ou mais propriedades de um sistema mudam;
- Nesta situação diz-se que ocorreu uma mudança de estado;

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 24



Processo de Quase Equilíbrio

- É uma abstração, não ocorre de fato;
- Um processo de quase-equilíbrio é aquele em que o desvio do equilíbrio termodinâmico é infinitesimal e todos os estados, pelos quais o sistema passa durante um processo de quase-equilíbrio, podem ser considerados como estados de equilíbrio;

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 26

Most practical systems are like this generic system. How can we apply thermodynamic principles based on equilibrium to such complex systems? Find out by clicking the "Isolate Local Systems" button.

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 27

Processos Iso Alguma Coisa

- Os processo Iso alguma coisa são caracterizados por apresentarem uma propriedade constante;
- Na tabela é apresentado um quadro com as propriedades e a terminologia adotada em diversos processos deste tipo.

01/03/2012

Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza

28

Terminologia e qual propriedade fica constante em diversos processo ISO.

Processo	Propriedade Constante
Isotérmico	Temperatura
Isobárico ou Isocórico	Pressão
Isométrico ou Isovolumétrico	Volume
Isentálpico	Entalpia
Isentrópico	Entropia

01/03/2012

Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza

29

Processo Reversível

- Se um processo puder ser revertido sem que haja evidência que o processo ocorreu no meio ou em sua vizinhança, é dito que o processo é reversível;
- Para tanto, é necessário que processo aconteça de forma quase estática;
 - Contudo, esta não é uma condição suficiente para dizer que o processo é reversível.

01/03/2012

Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza

30

Processo Irreversível

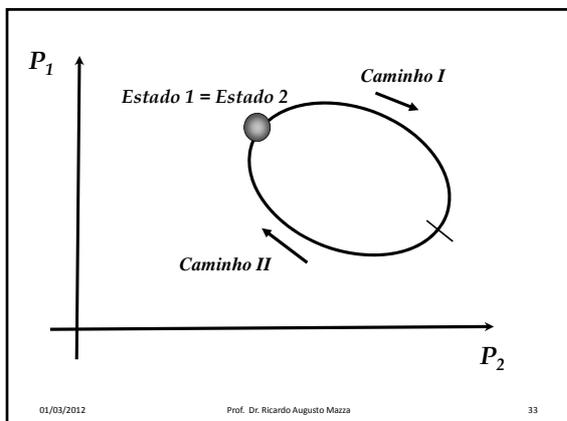
- Estes processos são caracterizados como todo processo que não é reversível;
- Processos repentinos são processos irreversíveis;
- As fontes de irreversibilidade são:
 - *Atrito;*
 - *Expansão não resistida;*
 - *Troca de calor com diferença de temperatura finita;*
 - *Mistura de substâncias diferentes.*

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 31

Ciclos Termodinâmicos

- Quando um sistema passa por diversas mudanças de estado ou processos e retorna ao estado original, o sistema executa um ciclo;
 - *Todas as propriedades têm o mesmo valor no estado final da do inicial;*
- Há diversos ciclos termodinâmicos de interesse para a engenharia como os ciclos de potência (Rankine, Otto, Diesel, Brayton, etc) e os de refrigeração.

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 32



Calor

- **Pode-se definir calor como sendo a energia transferida através da fronteira de um sistema em virtude de uma diferença de temperatura;**
- **Convenção de sinais:**
 - *Calor é considerado positivo é quando é transferido para um sistema;*
 - *Calor é considerado negativo quando o calor é transferido de um sistema.*

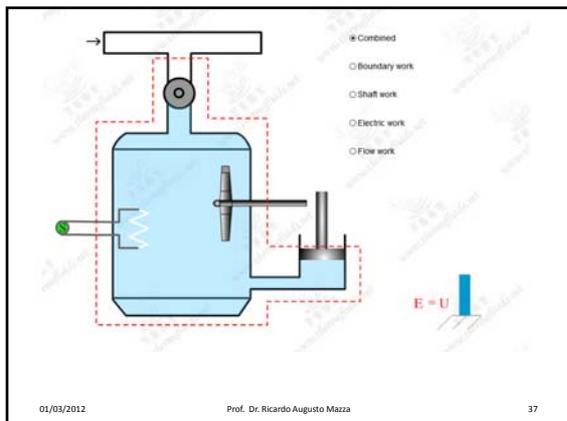
01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 34

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 35

Trabalho

- **É definido como sendo uma força agindo através de um deslocamento;**
- *Um sistema realiza trabalho se o único efeito sobre o meio (tudo externo ao sistema) puder ser representado pela movimentação de um peso.*
- **Convenção de sinais:**
 - *Trabalho é considerado positivo quando o sistema realiza trabalho;*
 - *Trabalho é considerado negativo quando se realiza trabalho sobre o sistema.*

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 36



FIM!

01/03/2012 Prof. Dr. Ricardo Augusto Mazza 38

