



ZEA 0466 TERMODINÂMICA

INTRODUÇÃO

Profa. Dra. Alessandra Lopes de Oliveira





FUNDAMENTOS

- **LEIS CIENTÍFICAS:** Resumos de experiências
- **Exemplos de Leis:**
 - **Leis da Termodinâmica:** resumem relações entre as propriedades macroscópicas da matéria (Transformações de Energia)
 - **Leis da mecânica quântica:** resumem as observações do comportamento microscópico das partículas (moléculas, átomos, subpartículas)



FUNDAMENTOS

- **HIPÓTESE:** É a primeira fase da formulação de uma lei, é a “tentativa” de explicação de um conjunto de observações.
- **TEORIA:** É quando uma hipótese se consolida, seja pela explicação do resultado de uma experiência ou por formulação (modelo).
- **Exemplo:** Modelo aplicado a todos os gases ideais

$$PV = nRT$$



FUNDAMENTOS



• Termodinâmica



• Adota Modelo



• Desenvolve uma Teoria

FUNDAMENTOS

Modelo concorda com as observações conhecidas



Responde a todas as experiências



Proporciona uma estrutura inicial para discussões



Captura a realidade do mundo objetivo

- **MODELO:** Versão simplificada do sistema que busca representar seus aspectos essenciais
- **Exemplo:** Modelo do gás perfeito
 - Idealizado do estado gasoso da matéria, sendo o **ponto de partida** para discussão dos gases reais.
 - Base de muitas **expressões termodinâmicas**



DEFINIÇÕES IMPORTANTES - MATÉRIA

- **SUBSTÂNCIA:** Forma pura da matéria;
- **MOL (mol):** Unidade que representa a quantidade de uma substância na amostra;
- **PROPRIEDADE EXTENSIVA:** Depende da quantidade de substância na amostra (Ex. massa, volume);
- **PROPRIEDADE INTENSIVA:** Independe desta quantidade (Ex. pressão, temperatura).
- **MASSA MOLAR** → Símbolo: M (Peso atômico/molecular)
 - M de um elemento: é a massa de um mol de seus átomos
 - M de um composto molecular: é a massa de um mol de suas moléculas
- **CONCENTRAÇÃO MOLAR (Molalidade):** Concentração de um soluto em uma solução, é o número de moles do soluto dividido pelo volume de uma solução. Normalmente expressa em (mol/L)



DEFINIÇÕES IMPORTANTES - ENERGIA

- **ENERGIA:** É conceito central de todas as explicações na Termodinâmica
 - **ENERGIA É A CAPACIDADE DE EFETUAR TRABALHO**
- **Um sistema que contém matéria pode contribuir com duas formas de energia:**
 - Energia Cinética
 - Energia Potencial

DEFINIÇÕES IMPORTANTES - ENERGIA

• ENERGIA CINÉTICA

- **E_c**: Energia que um corpo possui em consequência de seu movimento

$$E_k = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

- **m**: massa do corpo
- **v**: velocidade de deslocamento do corpo

• ENERGIA POTENCIAL

- **E_p**: Energia que um corpo possui em virtude de sua posição

- Depende do tipo de interação que o corpo sofre;
- Sendo dois tipos de interações comuns.

DEFINIÇÕES IMPORTANTES - ENERGIA

- **Energia Potencial de um corpo de massa “m” no campo gravitacional vizinho à superfície da terra**

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

- **m**: massa
- **g**: aceleração da gravidade (9,81 ms⁻²)
- **h**: altura acima da superfície da terra

- **Energia Potencial de um corpo carregado nas vizinhanças de outro corpo carregado**

- O campo elétrico de um exerce uma força na carga do outro

$$E_p = \frac{q_1 \cdot q_2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 r}$$

- **q₁**: carga de uma partícula; **q₂**: carga da outra partícula
- **r**: distância entre as partículas no vácuo
- **ε₀**: permissividade no vácuo
- (8,85.10⁻¹² C²J⁻¹m⁻¹)



DEFINIÇÕES IMPORTANTES - ENERGIA

- **UNIDADES DE ENERGIA**

- **Joule (J)** = $1 \text{ kgm}^2\text{s}^{-2}$ (SI)

- **Elétron-Volt (eV)** $\cong 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- 1eV é a energia cinética que adquire um elétron acelerado por uma diferença de potencial de 1V

- **Caloria (cal)** $\cong 4,19 \text{ J}$

- 1cal é uma quantidade de energia para elevar de 1°C a temperatura de 1g de água



CLASSES GERAIS DE PROBLEMAS DE INTERESSE NA TERMODINÂMICA

- Cálculo de trabalho (W) ou calor (Q) necessário para que determinado estado seja alcançado



Análise / Projeto de “sistemas energéticos”

- Identificação ou predição do estado de equilíbrio de um sistema



Estudo de materiais / Reações químicas / Processos

PROCESSOS DO PONTO DE VISTA TERMODINÂMICO

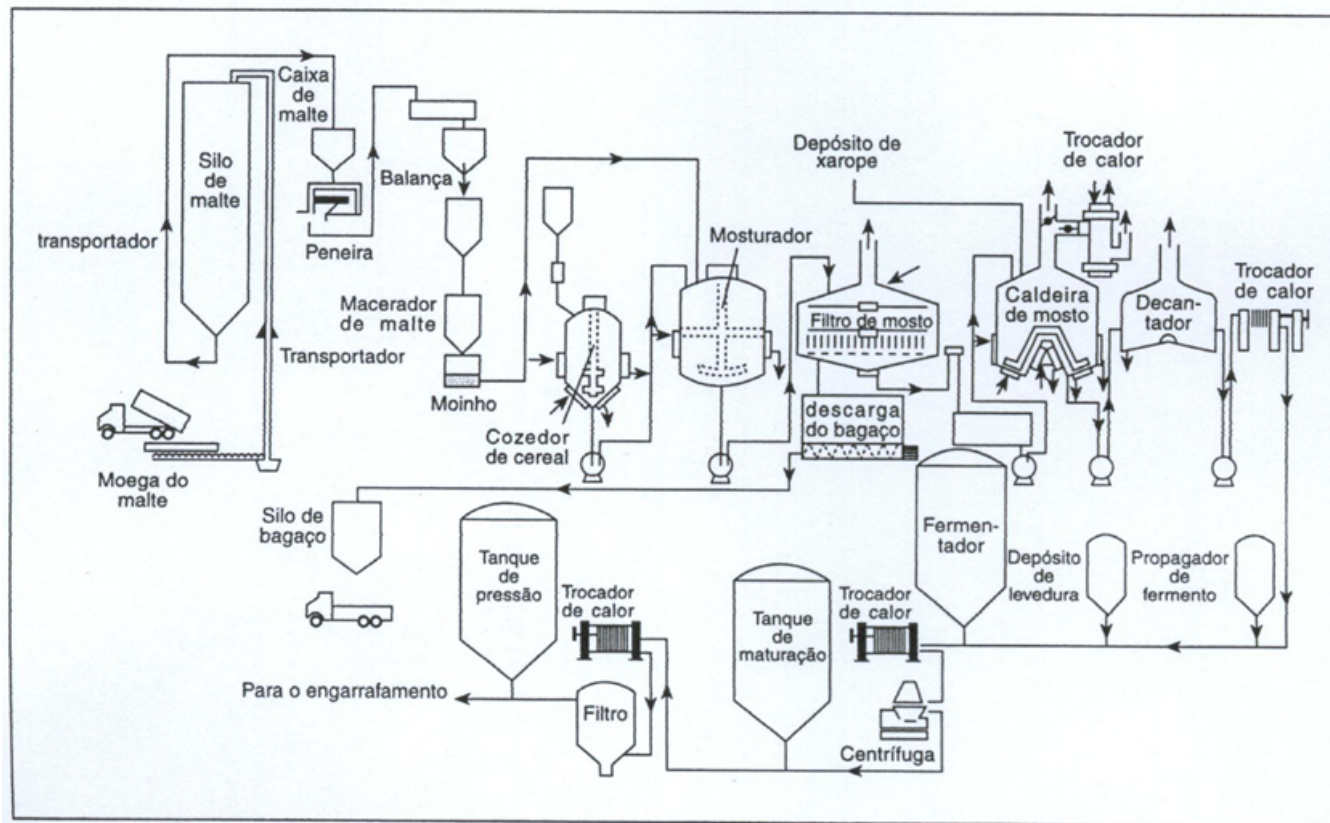
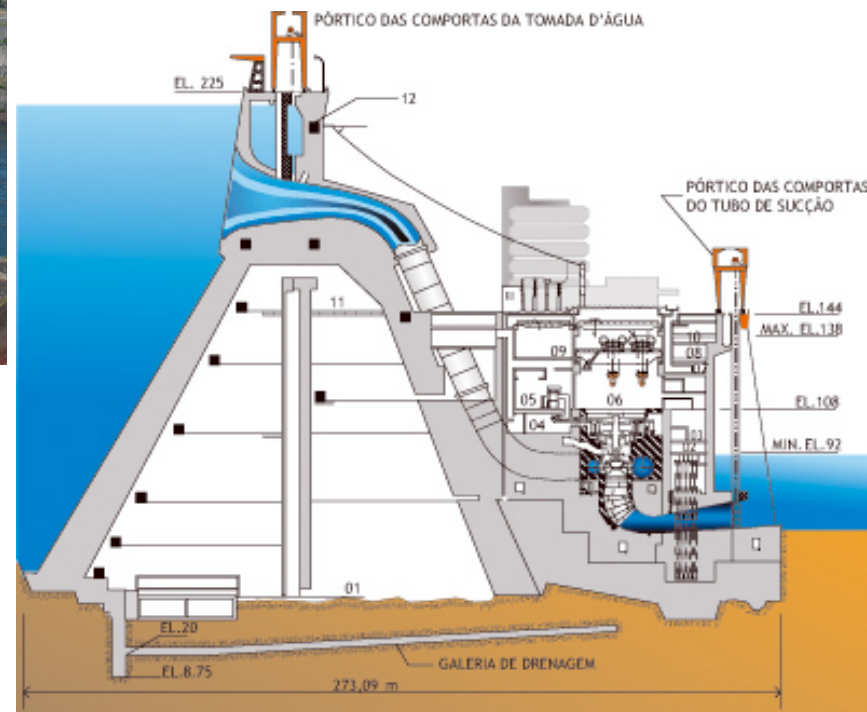


Figura 4.5 — Diagrama de fluxo de uma cervejaria. Fonte: HOUGH, 1985.

PROCESSOS DO PONTO DE VISTA TERMODINÂMICO



SUBSTÂNCIAS DO PONTO DE VISTA TERMODINÂMICO

- SUBSTÂNCIA é a forma pura da matéria;
- FASE é uma quantidade homogênea da matéria;
- ESTADO

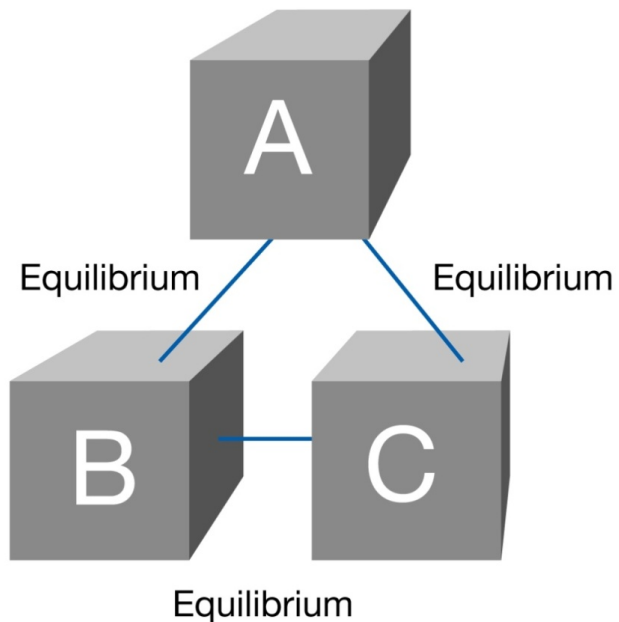




DEFINIÇÃO

- Termodinâmica é a ciência que trata do calor e do trabalho, e daquelas propriedades das substâncias relacionadas ao calor e ao trabalho (Wyllen, Sonntag & Borgnakke, 1995)
- A base da termodinâmica é a observação experimental, que são formalizadas através de certas leis básicas:
 - Primeira e Segunda Leis da termodinâmica
- **IMPORTÂNCIA:** formulação matemática destas leis e certos conceitos que lhes são próprios → **AMPLA FAIXA** de aplicações

LEI ZERO DA TERMODINÂMICA



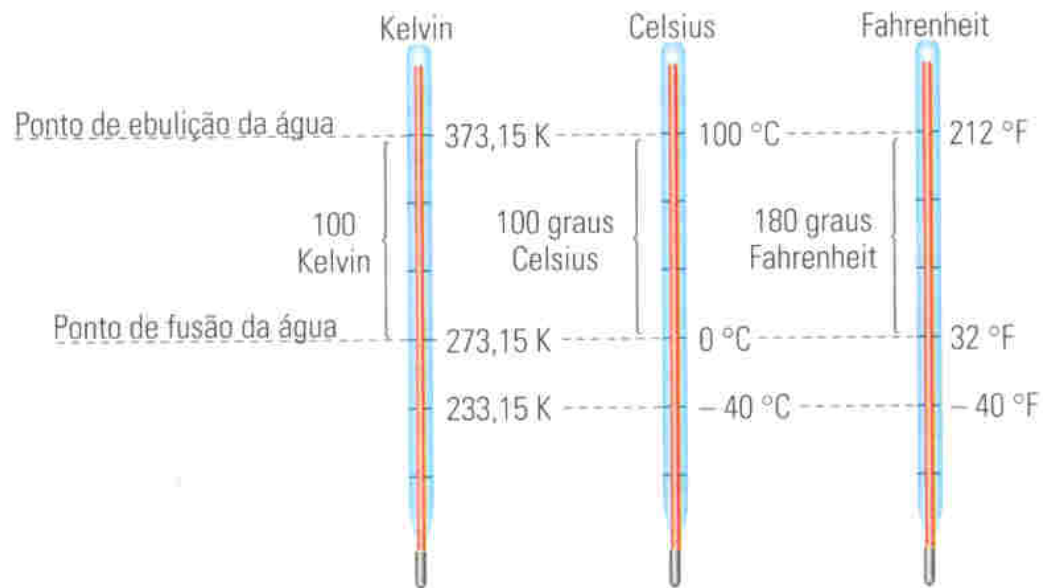
- Se "A" está em equilíbrio térmico com "B" e "B" está em equilíbrio térmico com "C", então "A" está em equilíbrio térmico com "C".



Conceito básico para a termometria

LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

- Termômetro:
 - Instrumento de medida da T, cujo uso é justificado pela lei zero da termodinâmica
- Relações entre as escalas de temperatura:





LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

- **Princípio:**

- Corpo B \Rightarrow capilar de vidro com mercúrio;
- Corpo A em contato com corpo B \Rightarrow certo comprimento no capilar de mercúrio;
- Corpo C em contato com corpo B \Rightarrow mesmo comprimento de A \Rightarrow está em equilíbrio térmico com C;

- **Escala Celcius:**

- Determinada pelo comprimento da coluna de mercúrio em contato com gelo em fusão, (0° na escala) e pelo comprimento da mesma coluna em contato com a água em ebulição (100° na escala); a diferença entre estes dois pontos foi dividida em 100 partes iguais que representa 1°C .



CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- SISTEMA: parte do universo que observamos e estudamos;
- Exemplo:
 - Tanque de reação;
 - Uma pilha eletroquímica;
 - Uma célula biológica.
- VIZINHANÇA: parte do universo vizinha ao sistema, onde fazemos as observações e medidas.

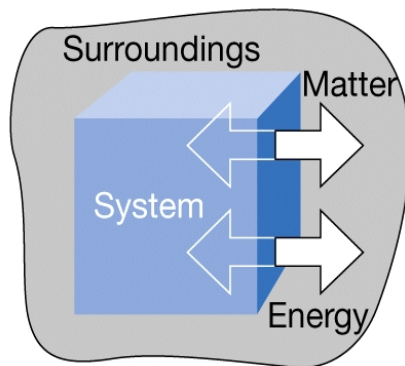


CONCEITOS FUNDAMENTAIS

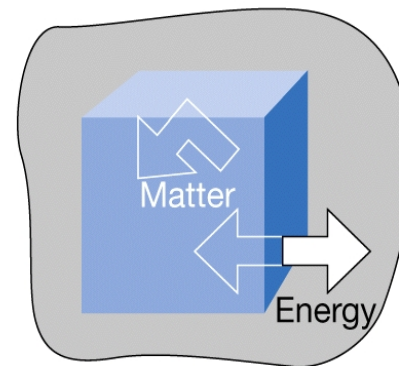
- TIPOS DE SISTEMAS:
 - Aberto: o sistema é aberto se a fronteira for permeável à passagem de matéria;
 - Fechado: fronteira não permeável;
- OBS: Pode ocorrer troca de energia entre o sistema e a vizinhança tanto no sistema aberto quanto no fechado.
 - Isolado: não tem contato mecânico nem térmico com as vizinhanças;

RESUMO TIPO DE SISTEMAS

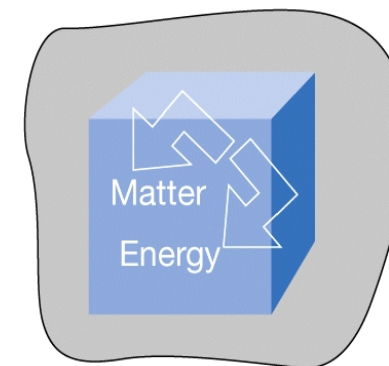
| SISTEMA | TAMBÉM CONHECIDO POR | TRANSFERÊNCIA DE MATÉRIA | TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA |
|----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| ABERTO | VOLUME DE CONTROLE | PERMITE | PERMITE |
| FECHADO | MASSA DE CONTROLE | NÃO PERMITE | PERMITE |



(a) Open



(b) Closed



(c) Isolated



CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- VIZINHANÇA (região externa ao sistema) é separada dele por meio das fronteiras (ao sistema);
- ENERGIA: é a capacidade que um sistema tem de efetuar trabalho;
- CALOR: quando a energia do sistema se altera como resultado da diferença de temperatura entre o sistema e suas vizinhanças, se diz que a energia foi transferida em forma de calor;
 - Fronteira Diatérmica: permeáveis a passagem de calor;
 - Fronteira Adiabáticas: não permite passagem de calor;
 - Processo Exotérmico: cede energia na forma de calor (Ex. Combustão);
 - Processo endotérmico: absorvem calor do sistema.

TIPO DE FRONTEIRA E EQUILÍBRIO TÉRMICO E MECÂNICO

