


---

---

---

---

---

---

---

---

## 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:** 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:** Indepe desta quantidade (Ex. pressão, temperatura).
- **$X_m$  (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<sup>-2</sup>)
  - 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
$$E_p = \frac{q_1 \cdot q_2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r}$$
  - $q_1$ : carga de uma partícula;  $q_2$ : carga da outra partícula
  - r: distância entre as partículas no vácuo
  - $\epsilon_0$ : permissividade no vácuo (8,85 · 10<sup>-12</sup> C<sup>2</sup>J<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>)

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEFINIÇÕES IMPORTANTES - ENERGIA

### UNIDADES DE ENERGIA

- Joule (J) =  $1 \text{ kgm}^2\text{s}^{-2}$  (SI)
- Elétron-Volt (eV)  $\cong 1,6 \cdot 10^{-19}$  J
  - 1eV é a energia cinética que adquire um elétron acelerado por uma diferença de potencial de 1V
- Caloria (cal)  $\cong 4,19$  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

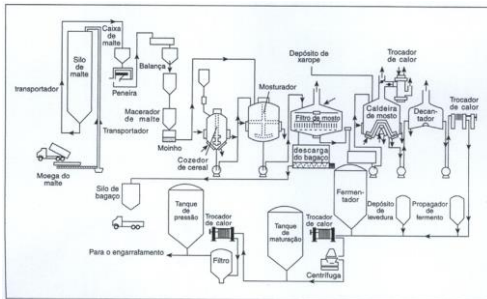


Figura 4.5 — Diagrama de fluxo de uma cervejaria. Fonte: HOUGH, 1985

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 (Wylen, 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




---

---

---

---

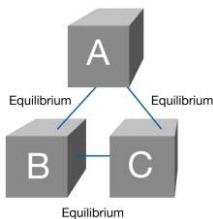
---

---

---

---

## 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




---

---

---

---

---

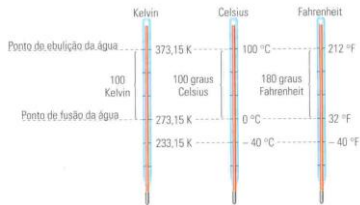
---

---

---

## 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 → capilar de vidro com mercúrio;
  - Corpo A em contato com corpo B → certo comprimento no capilar de mercúrio;
  - Corpo C em contato com corpo B → mesmo comprimento de A → 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;

---

---

---

---

---

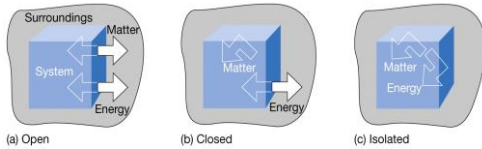
---

---

---

## 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




---

---

---

---

---

---

---

---

## 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.

---

---

---

---

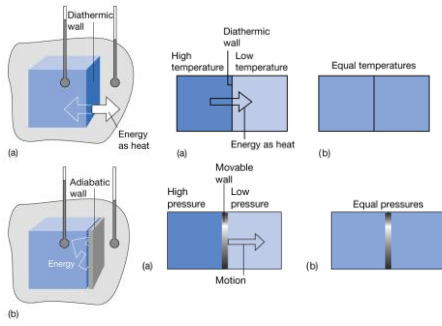
---

---

---

---

## TIPO DE FRONTEIRA E EQUÍLBRIO TÉRMICO E MECÂNICO




---



---



---



---



---



---



---