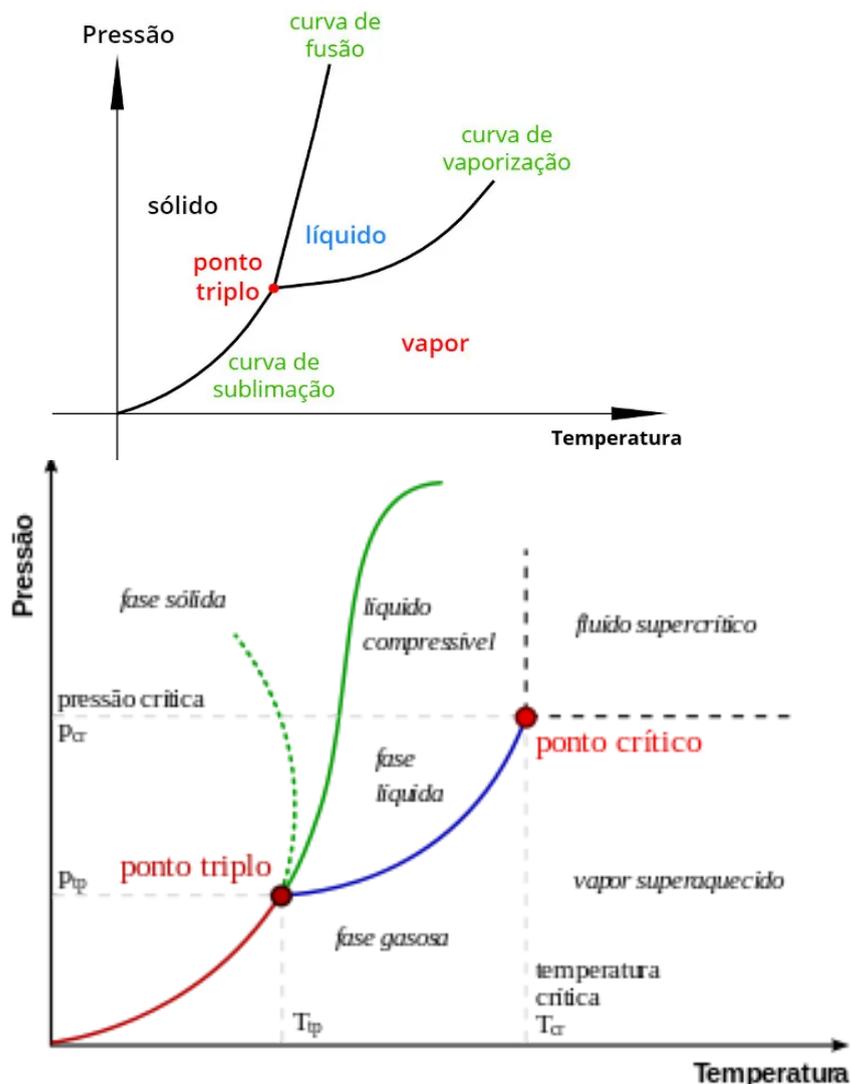


- Equilíbrio de Fase: Ao atingir uma temperatura suficiente para mudar de fase, a substância entra em equilíbrio térmico com ela mesma e mantém essa temperatura até a mudança de fase acontecer.
  - No caso de líquido e gás, isso só ocorre se a pressão se manter constante, o que não é algo prático, porquê?
- A pressão é uma variável para a temperatura de mudança de fase das substâncias, assim a depender de sua localidade a pressão atmosférica ao variar pode mudar a temperatura que a água evapora, por exemplo.
  - Um problema que pode aparecer aqui é quando essa temperatura de ebulição diminui (menos de 100°C) e a água não atinge mais uma temperatura suficiente para eliminar certos microrganismos.
- Há a possibilidade de manter as 3 fases principais de uma substância ao mesmo tempo, é chamado de Ponto triplo (PT), mas é necessário uma pressão específica para cada substância.
  - Para a água é preciso de uma pressão igual a 4,58 mm de mercúrio. → 610,6165 Pa → 0,0060 atm
  -



- Em 1643, o físico e matemático italiano Evangelista Torricelli criou o barômetro de mercúrio, um instrumento que permite observar e medir o peso do ar. O barômetro de Torricelli consistia em mergulhar um tubo de vidro, contendo mercúrio e fechado em apenas uma das extremidades, em um recipiente também preenchido com mercúrio. O líquido dentro do tubo subia ou descia conforme a pressão atmosférica, mostrando que a coluna de mercúrio é proporcional a ela; daí a unidade de pressão *milímetros de mercúrio*.

Ao nível do mar, a coluna de mercúrio dentro do tubo, em relação à superfície do mercúrio do outro recipiente, mede aproximadamente 760 mm. Por isso a equivalência de 760 mmHg a 1 atm.

- “Na reunião da 13ª Conferência Geral de pesos e medidas de 13 de outubro de 1967, o nome da unidade de temperatura foi mudado de grau Kelvin (°K) para Kelvin (só K)”.

“Entretanto, a Conferência Geral, levando em consideração as vantagens de se adotar um sistema prático único para ser utilizado mundialmente nas relações internacionais, no ensino e no trabalho científico, decidiu basear o Sistema Internacional em sete unidades perfeitamente definidas, consideradas como independentes sob o ponto de vista dimensional: o metro, o quilograma, o segundo, o ampère, o kelvin, o mol e a candela (ver subitem 2.1). Estas unidades SI são chamadas unidades de base”

O Kelvin é definido a partir do ponto triplo da água, ou seja, 273,16 K. ou seja  $1 \text{ K} = 1/273,16$

- Na escala Celsius, o PT é dado em 0,01°C
- Curiosidade: Existem mais estados da matéria além do sólido, líquido e gasoso. Por exemplo, temos o plasma (gás superaquecido) e a Superfluidez (matéria próxima do 0 absoluto com uma dada pressão).
  - O 0 absoluto não pode ser plenamente atingido por maneiras termodinâmicas, principalmente devido a características quânticas que negam a possibilidade da energia cinética das partículas irem a 0 (energia de ponto zero). Mas cientistas já chegaram bem próximos do 0 absoluto, o que culminou em outros estados da matéria como a supercondutividade e a superfluidez.
- As 3 escalas de temperatura usadas atualmente são Celsius, Kelvin e Fahrenheit. A equação de transformação de escala é descrita como

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273,15}{5}$$

- Todas as substâncias ao serem aquecidas ou resfriadas o suficiente sofrem uma expansão ou diminuição de tamanho, chamamos isso de dilatação térmica. A equação que melhor retrata este fenômeno é:

$$\Delta S = S_0 \beta \Delta T$$

Onde  $\Delta S$  é a variação de tamanho,  $S_0$  é o tamanho inicial,  $\beta$  é o coeficiente de dilatação e  $\Delta T$  é a variação de temperatura. Importante salientar que a dilatação pode ocorrer nas 3 dimensões, isto é, pode ser uma dilatação linear, superficial, volumétrica ou de líquidos, e cada uma possui seus próprios coeficientes lineares.

- A unidade de medida do coeficiente é  $K^{-1}$  para kelvin mas isso se aplica a qualquer outra temperatura com seus respectivos símbolos.
- Uma das consequências da dilatação térmica são os ladrilhos estourados na rua, pois caso não tenham uma margem espacial para se expandir, eles estouram devido a dilatação.
- Quando a dilatação projetada por um corpo não consegue ser efetuada, devido a agentes externos ao corpo, este corpo terá uma **Tensão térmica**, isto é, ao exercer uma força em  $x$  e não conseguir ajustar devidamente seu tamanho, quer dizer que há uma força  $-x$  sendo aplicada ao corpo.
- A tensão térmica pode causar deformações no corpo ou nos agentes externos devido ao aumento da força poder ser constante junto a mudança de temperatura.
- A energia que cada substância requer para subir em um grau de temperatura é diferente, chamamos essa característica de calor específico ( $c$ ) ou capacidade térmica molar ( $C$ ). Suas definições são dados por:

$$c = Q/m\Delta T \text{ ou } C = Q/n\Delta T$$

Onde  $n$  é o número de mols do sistema analisado.

A unidade do calor específico e da capacidade térmica são maleáveis conforme as unidades assumidas para suas variáveis.

- Normalmente quem te diz as unidades que você deve usar num exercício é o calor específico.
- O calor, que é a variação da energia térmica de um corpo, pode ser equacionado como:

$$Q = mc\Delta T$$

Mas não existe algo como um "calorímetro", termômetro para medir o calor específico. O que é feito pelos pesquisadores é um estudo de caso com um material determinado com uma massa fixa que é aquecido em diferentes variações de temperatura, assim eles multiplicam a massa com a variação da temperatura e organizam esta grandeza com a variação de temperatura em um gráfico; conforme o número de amostras é suficiente para observar uma reta, notou-se que o coeficiente angular obtido era um valor diferente da massa (que era o esperado), assim compreendendo matematicamente o calor específico de um elemento.

- Importante: O calor específico não é uma grandeza constante, ele pode variar dependendo do calor, pressão e volume do sistema, e essa variação depende estritamente do material e não de sua massa.
- A mudança de fase pode ser bem descrita como o ganho ou a perda suficiente de Energia térmica (calor) para alterar o comportamento da substância, e suas variáveis são a massa do corpo e uma versão do calor específico para transformações de fase, que chamaremos de "l" (L minúsculo). Este valor depende da transformação que está acontecendo e do material.

$$QL = ml$$

- O calor específico pode variar para sistemas com pressão constante ou volume constante ( $c_p$  e  $c_v$ , respectivamente), assim como a capacidade térmica molar.
  - É complicado fazer experimentalmente um sistema com volume constante pois há a dilatação das paredes pela absorção de calor, mas há como transformar  $C_p$  em  $C_v$  pela seguinte equação:

$$C_v = C_p \left(1 - 0,0214 C_p \frac{T}{T_f}\right)$$

Onde  $T_f$  é a temperatura de fusão da substância,

- Existem 3 tipos principais de transmissão de calor: Condução, convecção e Radiação.
- A condução vai ocorrer através da colisão de partículas agitadas colidindo com outras menos agitadas, assim transferindo energia/momento para elas e conduzindo a energia como um efeito dominó. Este tipo de transmissão é feito a partir do contato/extensão de corpos.
- A convecção vai acontecer através da movimentação das moléculas por conta da mudança de densidade, assim as mais agitadas sobem e as menos agitadas descem, e a partir de equilíbrios térmicos o calor se “movimenta”.
- Todo corpo emite radiação como ondas eletromagnéticas, normalmente são enviadas com comprimentos de ondas fora da faixa visível. Essa energia é emitida e absorvida causando uma variação de temperatura.

10- Considere que 100g de gelo (água) a  $-30^\circ\text{C}$  recebeu 27000 Calorias, qual seu estado atual depois de absorver toda essa energia? Qual sua temperatura final? Toda a substância conseguiu mudar de fase? Caso não tenha conseguido, calcule quantas gramas faltou mudar de fase.

Considere os seguintes valores:

- Calor latente de fusão da água = 80 cal/g
- Calor latente de vaporização da água = 540 cal/g
- Calor latente de solidificação da água = -80 cal/g
- Calor latente de liquefação da água = -540 cal/g
- Calor específico do gelo (água) = 0,5 cal/g $^\circ\text{C}$
- Calor específico da água = 0,48 cal/g $^\circ\text{C}$

Resolução:

Verificamos quantas calorias serão necessárias para as transformações de temperatura e de mudança de estado físico, e cada resultado deve ser “descontado” do valor total de energia dado inicialmente até que esse valor acabe. Assim, começamos com:

$$Q = 100 \times 0,5 \times (0 - (-30)) = 1500 \text{ cal} \rightarrow \text{Gelo a } -30^\circ\text{C} \text{ até } 0^\circ\text{C} \rightarrow 27000 - 1500 = 25500 \text{ cal}$$

$$L = 100 \times 80 = 8000 \text{ cal} \rightarrow \text{de Gelo para água a } 0^\circ\text{C} \rightarrow 25500 - 8000 = 17500 \text{ cal}$$

$Q=100 \times 1 \times (100-0) = 10000 \text{ cal} \rightarrow \text{Água de } 0^\circ\text{C até } 100^\circ\text{C} \rightarrow 17500-10000 = 7500 \text{ cal}$   
 $L=100 \times 540 = 54000 \text{ cal} \rightarrow \text{de Água para vapor a } 100^\circ\text{C} \rightarrow 54000 > 7500$ , assim não há transformação total da água em vapor

Contudo, ainda há 7500 cal para serem absorvidas, então vamos calcular quantas gramas de água se tornarão vapor pela equação de calor latente:

$$7500 = m \times 540$$
$$m = \frac{7500}{540} \sim 13,9 \text{ g}$$

Situação final: a  $100^\circ\text{C}$  temos aproximadamente 13,9 gramas de vapor d'água e 86,1 gramas de água.

- 
- Considerando um gás ideal em um sistema controlado, podemos dizer que ao atingir um equilíbrio térmico com todo o volume ocupado este gás está em “estado” de equilíbrio, assim o chamamos de equação de estado suas definições.
  - A equação dos gases ideais, conhecida como  $PV=nRT$ , é direcionada para gases ideais e em uma faixa de pressão e temperatura definida.
    - Somente mais para frente vamos trabalhar com gases não-ideais
  - “R” é a constante universal dos gases e “n” é a massa molar, isto é, a quantidade de matéria em mols (Massa do gás dividida por sua massa atômica).
    - Lembrando que 1 mol equivale a  $6,02 \times 10^{23}$
  - Considerando uma situação onde n e R são constantes, temos as variáveis  $\frac{PV}{T}$  que devem ser iguais a um valor constante mesmo se alterarmos um de seus elementos. Isto é:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \text{Constante}$$

Mas a medição de 3 variáveis pode ser inconclusiva a depender da análise, então ao escolhermos manter uma delas constante ( $T_1=T_2$  ou  $P_1=P_2$  ou  $V_1=V_2$ ), chegamos a uma equação que demonstra a mudança em uma das variáveis como consequência de outra para um mesmo sistema.