

Estados da matéria e mudanças de fase

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Iratí

7 de Dezembro de 2020

Sumário

- 1 Estados da matéria
- 2 Mudanças de estado
- 3 Diagrama de fase
- 4 Aplicações
- 5 Apêndice

Estado sólido

Os átomos estão ligados muito próximos um do outro;

Existe uma ligação eletromagnética relativamente forte entre os átomos;

Os átomos vibram em torno de uma posição média.

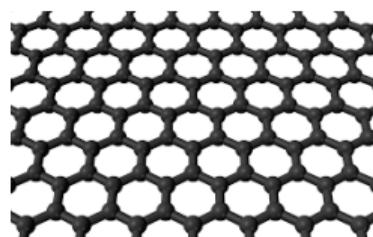
Os átomos se organizam em uma estrutura bem definida chamada **rede cristalina**, que se repete ao longo do sólido (**baixa entropia**).

Rede cristalina em duas dimensões

Estrutura cristalina e allotropia

Corollary

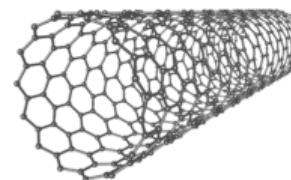
A mesma substância pode se apresentar em estruturas cristalinas diferentes.



grafeno



Diamante



Nanotubo de carbono

Sólidos amorfos

Estado sólido onde os átomos não estão ordenados numa rede cristalina.

Estado líquido

Os átomos (ou moléculas) se encontram mais afastados um dos outros que no estado sólido;

O aumento da distância entre os átomos enfraquece a força eletrostática;

Os átomos possuem mais liberdade para se movimentarem.

Os átomos não estão distribuídos ordenadamente (**maior entropia**).

Água líquida a 298 K e 1 atm.

Estado gasoso

A separação entre as moléculas é muito maior que no estado líquido;

A força de ligação entre as moléculas é praticamente nula;

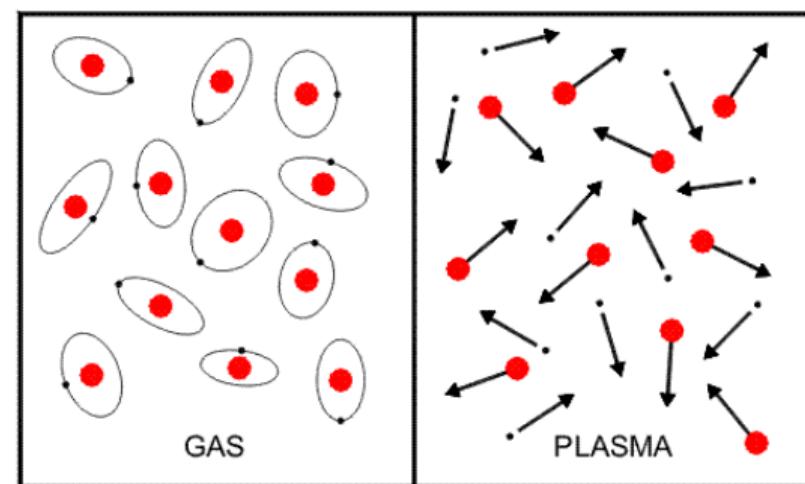
As moléculas estão livres para se moverem em todas as direções. Por isso, dizemos que o gás ocupa todo o recipiente que o contém (**entropia elevada**).

Gás de argônio a 298 K e 1000 atm.

Plasma

Corollary

Um gás superaquecido a temperaturas elevadas pode romper as ligações entre os elétrons e os íons, formando um **gás ionizado**. Portanto, dizemos que o plasma é o estado no qual as partículas que constituem o material se apresentam em forma de íons.



Diferença entre gás e plasma [1].

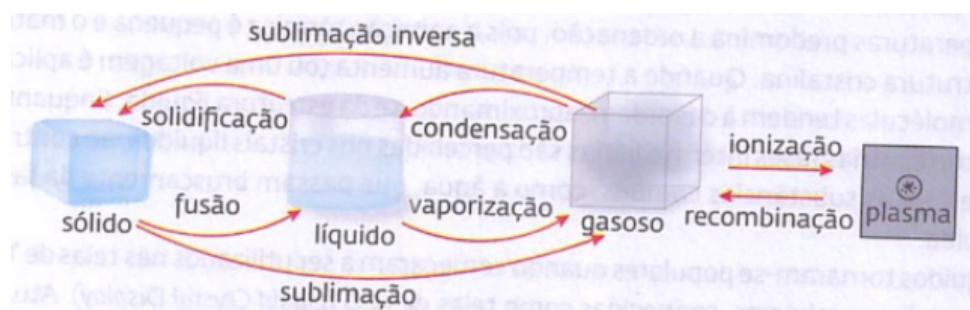
Mudanças de estado

Corollary

Quando um objeto recebe calor, o aumento da temperatura causa um aumento na agitação dos átomos, o que modifica a sua organização. Isso faz com que ele **mude o seu estado físico** para qualquer um dos outros quatro estados da matéria.

Corollary

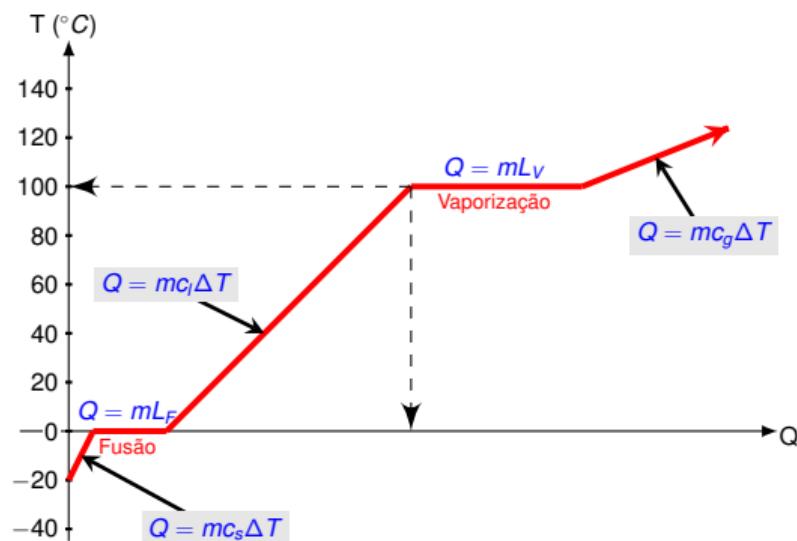
Cada estado da matéria possui características bem definidas que a diferenciam das demais.



Estados da matéria e transições que pode ocorrer com a substância.

Curva de aquecimento

- ✓ Durante o aquecimento do gelo, uma quantidade de calor $Q = mc\Delta T$ é adicionado aumentando a sua temperatura.
- ✓ Durante a transição de fase, a temperatura permanece constante e uma quantidade de calor $Q = mL$ é necessária para romper as ligações químicas da água e fazer a transição de fase. L é chamado **calor latente da substância** ou calor de fusão/vaporização.

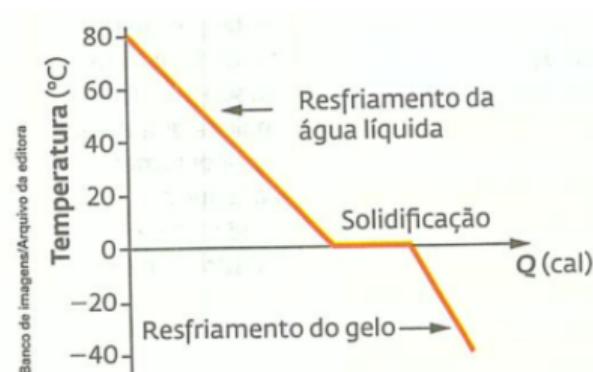


Curva de aquecimento da água.

Curva de resfriamento

Durante o resfriamento da água, uma quantidade de calor $Q = mc\Delta T$ é removida, diminuindo a sua temperatura.

Durante a transição de fase, a temperatura permanece constante e uma quantidade de calor $Q = mL$ deve ser removida, de modo que a substância possa refazer as ligações químicas e retornar para o seu estado ordenado.



Curva de resfriamento da água.

Corollary

Somente válido para substâncias puras.

Influência da pressão nas mudanças de estados

Corollary

Com o aumento da pressão ocorre o aumento da temperatura de ebulação da água.

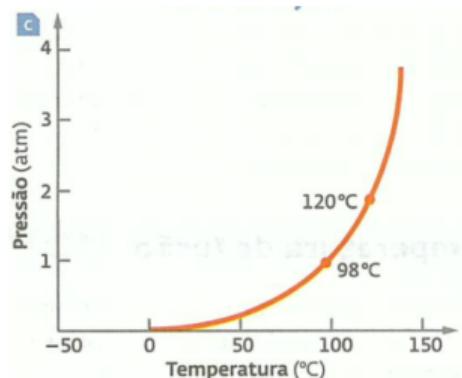
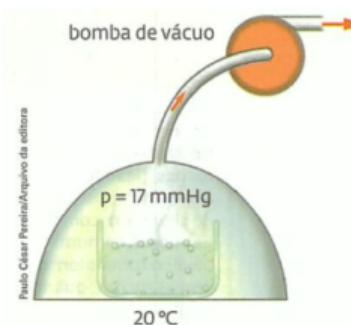


Diagrama de vaporização da água.



Ebulição a baixas temperaturas.

Diagrama de fases

A->B: Fusão.

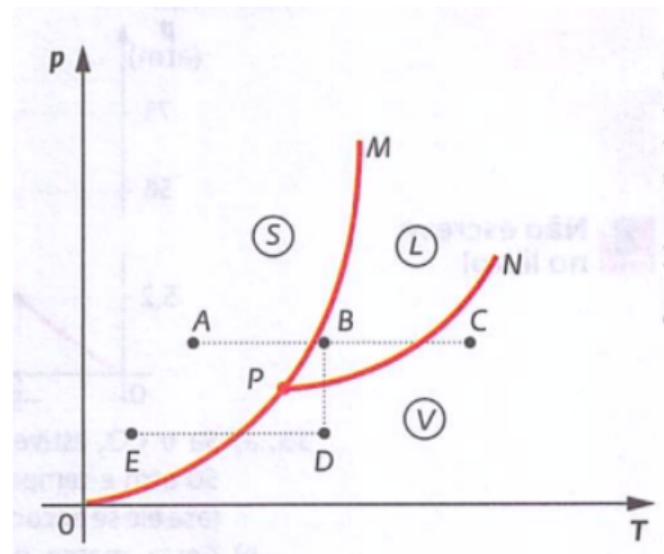
B->A: Solidificação.

E->D: Sublimação.

D->E: Sublimação.

B->D: Vaporização.

D->B: Condensação.



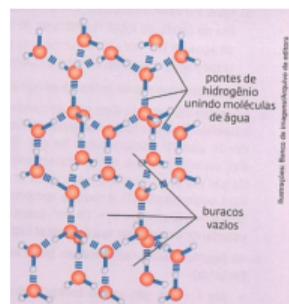
Banco de imagens/Arquivo da editora

Diagrama de fases de uma substância.

Diagrama de fases da água

Corollary

A água é uma das poucas substâncias na natureza cuja densidade no estado sólido é menor que no estado líquido. Além disso, **a temperatura de fusão diminui com o aumento da pressão**, ao contrário do que ocorre com outras substâncias.



Fonte: Banco de imagens/Arquivo da autora

Água no estado sólido.

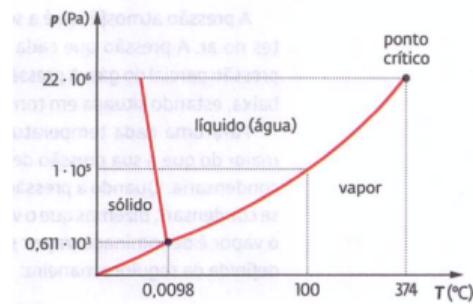


Diagrama de fases da água.

Algumas considerações sobre o diagrama de fases

Ponto Tripló: Estado onde os três estados físicos da substância encontram-se simultaneamente em equilíbrio (o ponto tripló da água pura é aproximadamente 0,006 atm e 273 K).

Temperatura crítica T_c : Temperatura mínima onde o gás não consegue se liquefazer, independente da pressão aplicada sobre ele (chamamos de vapor a substância no estado gasoso abaixo de T_c).

Pressão de vapor: Pressão mínima aplicada sobre o gás real (diferente de um gás ideal), onde a partir desse valor ele começa a se condensar.

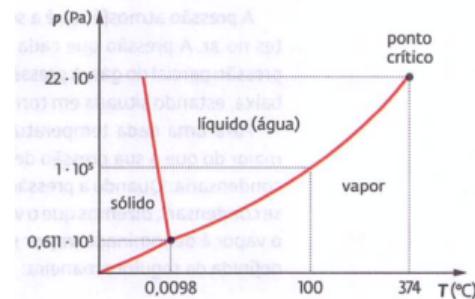


Diagrama de fases da água.

Ponto de orvalho

Quando a pressão que o ar exerce sobre as moléculas de água atinge a sua pressão de vapor dizemos que a água condensa, ou seja, ela passa do estado gasoso para o líquido, formando as gotas de orvalho. A razão entre a pressão que o ar exerce sobre as moléculas de água e a pressão de vapor chamamos de umidade relativa do ar, u_r ,

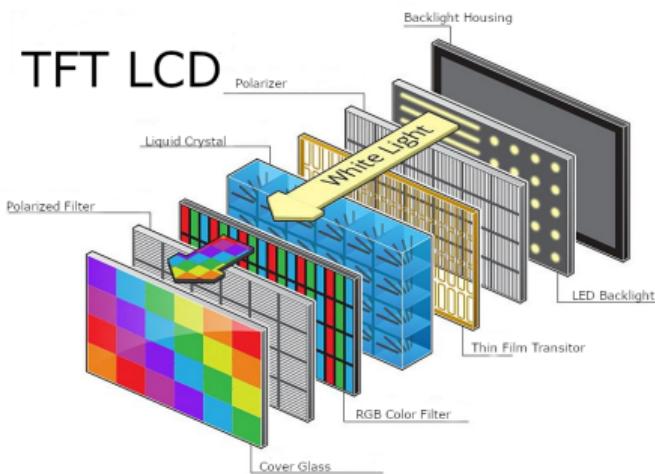
$$u_r = \frac{\text{Pressão parcial do vapor de água}}{\text{Pressão de vapor da água}}$$

Dizemos que a umidade do ar está saturada quando formam as gotas de orvalho, ou seja, $u_r = 100\%$.

Pressão de vapor de água.

| Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) | Pressão de vapor (mmHg) |
|------------------------------------|-------------------------|
| 0 | 4,6 |
| 5 | 6,5 |
| 10 | 8,9 |
| 15 | 12,6 |
| 20 | 17,5 |
| 40 | 55,1 |
| 60 | 150 |
| 80 | 355 |
| 100 | 760 |

Algumas aplicações tecnológicas



Cristal líquido.



Tocha de plasma.

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

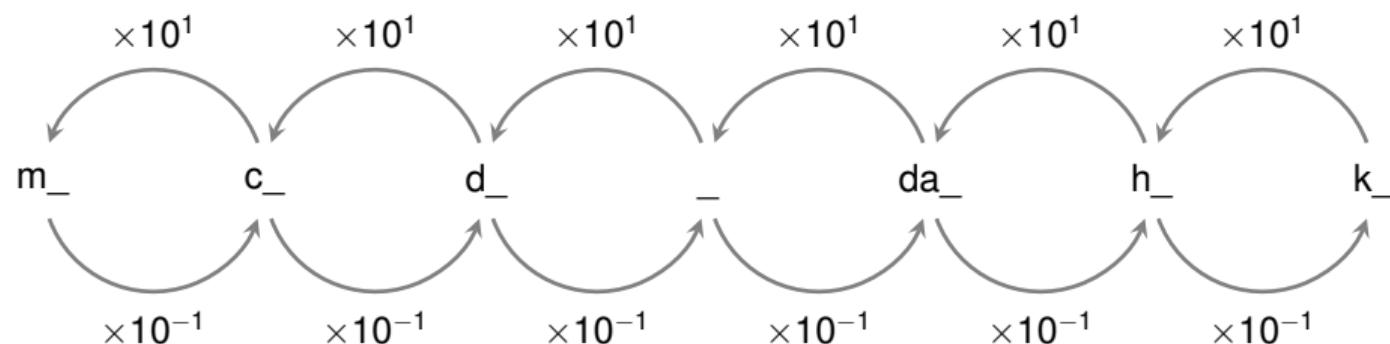
Passo 2: Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.

Passo 3: Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar" com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6,59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

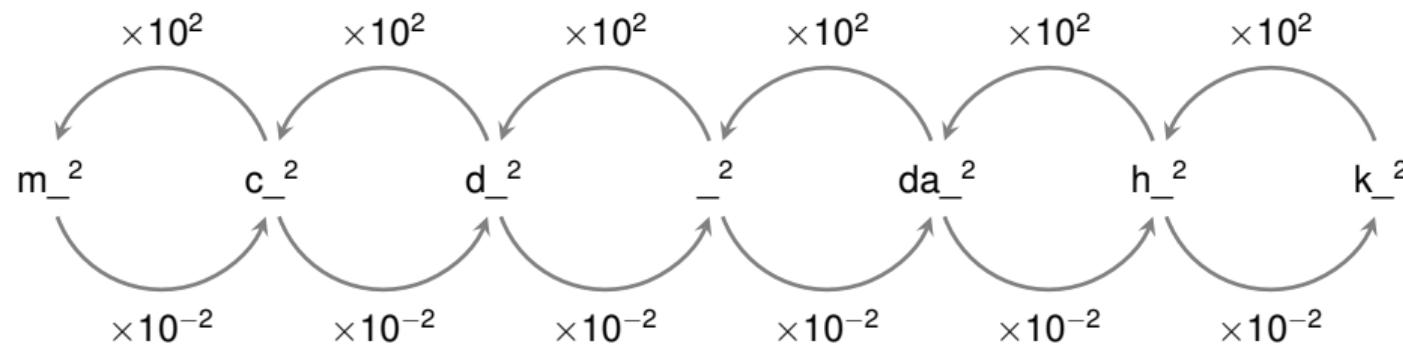


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ kg} = 2,5 \times 10^{(1) \times 6} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mg}$$

$$10 \text{ ms} = 10 \times 10^{(-1) \times 3} \text{ s} \rightarrow 10 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

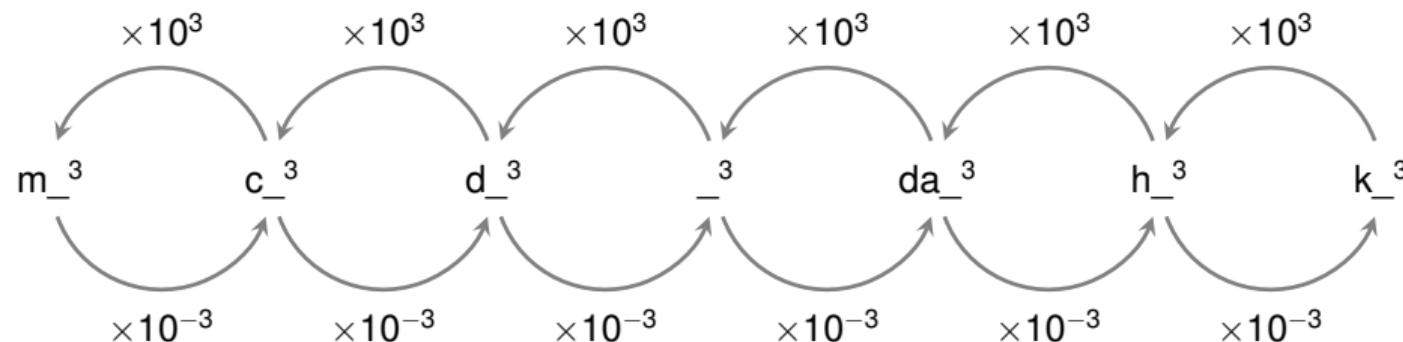


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

$$2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \times 10^{(2) \times 3} \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$10 \text{ ms}^2 = 10 \times 10^{(-2) \times 3} \text{ s}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ s}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1 \text{ mm}^3 = 1 \times 10^{(-3) \times 2} \text{ dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$$

$$2,5 \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 3} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

$$2,5 \text{ km}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 6} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^{18} \text{ mm}^3$$

Alfabeto grego

| | | | | | |
|---------|-----------|-------------------------|---------|------------|-----------------|
| Alfa | <i>A</i> | α | Ni | <i>N</i> | ν |
| Beta | <i>B</i> | β | Csi | Ξ | ξ |
| Gama | Γ | γ | ômicron | <i>O</i> | o |
| Delta | Δ | δ | Pi | Π | π |
| Epsílon | <i>E</i> | ϵ, ε | Rô | <i>P</i> | ρ |
| Zeta | <i>Z</i> | ζ | Sigma | Σ | σ |
| Eta | <i>H</i> | η | Tau | <i>T</i> | τ |
| Teta | Θ | θ | Ípsilon | Υ | υ |
| Iota | <i>I</i> | ι | Fi | Φ | ϕ, φ |
| Capa | <i>K</i> | κ | Qui | <i>X</i> | χ |
| Lambda | Λ | λ | Psi | Ψ | ψ |
| Mi | <i>M</i> | μ | Ômega | Ω | ω |

Referências e observações¹

-  http://www2.laps.ee/fyysika/Pildid/04_01/
-  A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.2, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)

Esta apresentação está disponível para download no endereço
<https://flavianowilliams.github.io/education>

¹Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.