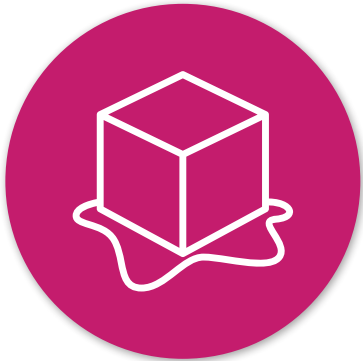


2020 - 2022



PROPIEDADES COLIGATIVAS





PROPRIEDADES COLIGATIVAS

Estudaremos a influência das variáveis físicas e químicas no comportamento dos líquidos e sólidos, com os estudos de osmometria, tonoscopia e crioscopia.

Esta subárea é composta pelos módulos:

- 1. Introdução aos Efeitos Coligativos**
- 2. Propriedades Coligativas**



INTRODUÇÃO AOS EFEITOS COLIGATIVOS

Os efeitos coligativos são propriedades do solvente que se originam devido a presença de um soluto não volátil. Nós podemos observar esses efeitos em diferentes situações do nosso cotidiano. Você já se perguntou por que utilizamos panela de pressão? Ou então, quando vamos cozinhar macarrão e adicionamos sal na água fervendo, você já reparou que ela para de ferver? Esses fenômenos, e muitos outros, podem ser explicados pelas propriedades coligativas!

Mas, afinal, o que são essas propriedades?

As propriedades coligativas são aquelas que dependem, exclusivamente, da quantidade de moléculas, partículas ou íons dissolvidos em um sistema. Ou seja:

As propriedades coligativas dependem apenas da quantidade de partículas de soluto dissolvidas no solvente e são independentes da natureza das partículas.

Em uma linguagem matemática, podemos falar que quanto maior a razão entre o número de partículas do soluto e o número de partículas do solvente, mais pronunciado será o efeito coligativo.



$$\frac{n^{\circ} \text{ de partículas do soluto}}{n^{\circ} \text{ de partículas de solvente}}$$



Pronunciamento do efeito coligativo

Existem quatro propriedades coligativas que estudam os diferentes comportamentos do solvente quando um soluto não volátil é adicionado:

Propriedades Coligativas	Estuda:
Tonosopia	O abaixamento da pressão de vapor
Ebuliosopia	O aumento da temperatura de ebulição
Criosopia	O abaixamento na temperatura de congelamento
Osmometria	A passagem espontânea de solvente de uma solução mais diluída para outra mais concentrada, através de uma membrana semipermeável

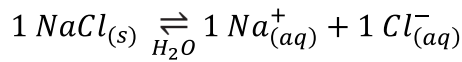
Mas, antes de a gente explorar cada uma delas, é necessário relembrar de alguns conceitos e aprender novas definições. Vamos lá!

PROCESSOS DISSOCIATIVOS

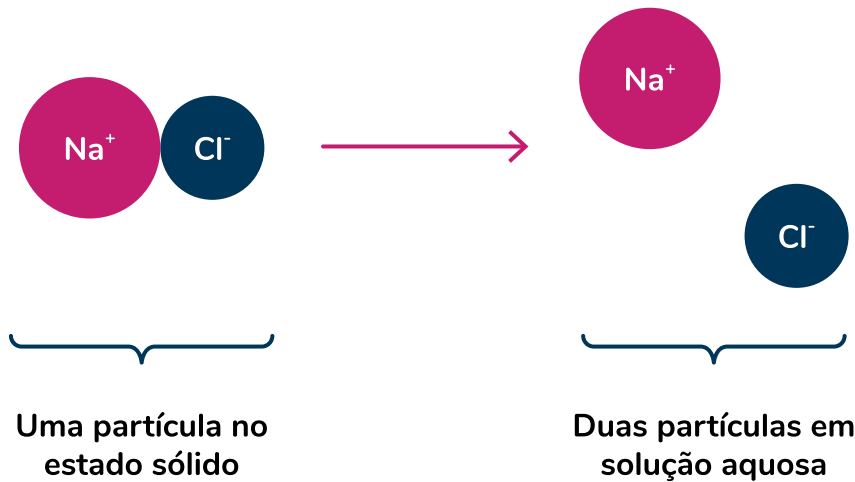
Até agora nós temos falado que os efeitos coligativos são dependentes, exclusivamente, do número de partículas. Mas, afinal, como determinar esse número? Para isso, é necessário analisar o comportamento do composto quando ele é colocado em solução.



Inicialmente, pensaremos na adição de cloreto de sódio em água.

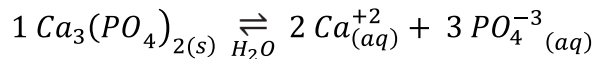


O NaCl é um composto iônico e, quando em água, sofre dissociação liberando os íons Na^+ e Cl^- . Repare que uma molécula de cloreto de sódio, quando colocada em meio aquoso, libera dois íons. Ou seja, em linhas gerais, uma partícula ($\text{NaCl}_{(s)}$) passa por um processo dissociativo e libera duas partículas ($\text{Na}^+_{(aq)}$ e $\text{Cl}^-_{(aq)}$)

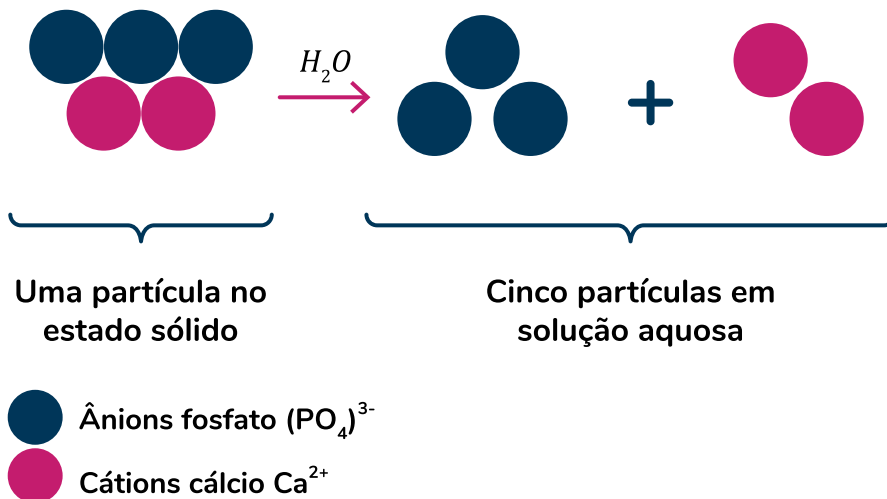


Agora suponha que 1000 partículas de $\text{NaCl}_{(s)}$ foram adicionadas em água, o número de partículas total do soluto, em meio aquoso, será 2000: 1000 de $\text{Na}^+_{(aq)}$ e 1000 de $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

Um outro exemplo, também com um composto iônico, é adição do fosfato de cálcio em água. Assim como ocorre com o cloreto de sódio, o $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2_{(s)}$ sofre dissociação liberando $\text{Ca}^{+2}_{(aq)}$ e $\text{PO}_4^{-3}_{(aq)}$.



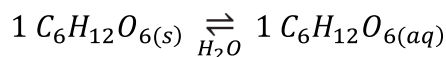
Entretanto, ao repararmos a estequiometria dessa reação, notamos que para cada partícula de fosfato de cálcio dois cátions cálcio e três ânions fosfato são liberados.





Sendo assim, a adição de 1000 partículas de fosfato de cálcio gerará um número total de 5000 partículas em solução: 2000 de $Ca_{(aq)}^{+2}$ e 3000 $PO_4^{-3}_{(aq)}$.

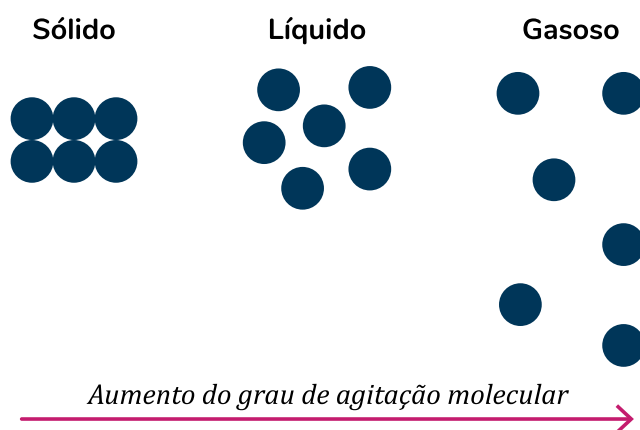
Um outro exemplo, agora com um composto molecular, seria uma solução de água e glicose ($C_6H_{12}O_6$). A partícula de glicose, inicialmente no estado sólido, quando colocada em água sofrerá somente dissolução, sendo solvatada pela solvente.



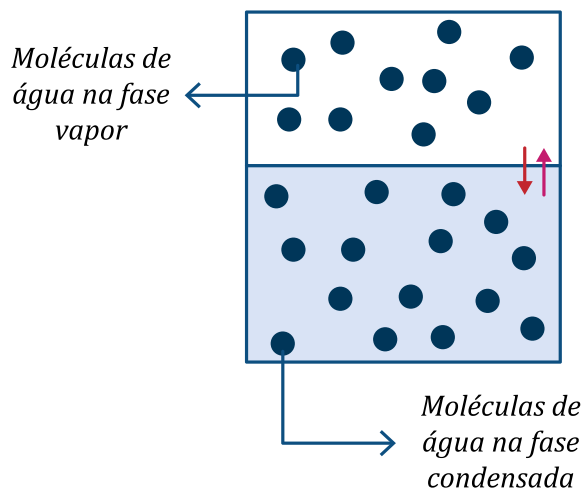
Neste caso, ao adicionar 1000 partículas de , a solução terá as mesmas 1000 partículas de glicose só que na forma aquosa.

PRESSÃO DE VAPOR

Outro conceito muito importante para entendermos as propriedades coligativas é a pressão de vapor. Para isso, vamos relembrar que a matéria pode ser dividida em três estados de agregação com diferentes graus de agitação molecular e distanciamento entre as partículas.



Ao analisarmos um recipiente fechado contendo líquido, sabemos que as moléculas ali presentes estão em constante agitação. Algumas delas, mais energéticas, são capazes de passar espontaneamente para o estado gasoso. Essas partículas de vapor se chocam com a parede do recipiente exercendo uma pressão sobre ele.





Esse é um processo dinâmico, ou seja, enquanto há partículas com alta energia passando para o estado gasoso, há outras com baixa energia que retornam para a fase condensada. Quando as velocidades de evaporação e de condensação se igualam, o sistema entra em equilíbrio.

A pressão de vapor de equilíbrio consiste na pressão exercida pelo vapor de uma determinada substância em equilíbrio com a fase condensada (sólido ou líquido), em uma dada temperatura.

Você reparou que na definição de pressão de vapor, mostrada acima, aparece a temperatura? Bom, como vimos até agora a pressão de vapor está relacionada com a agitação das moléculas que, por sua vez, é diretamente influenciada pela temperatura do sistema. Logo, quanto **maior** a temperatura, **maior** a agitação molecular e, conseqüentemente, **maior** a pressão de vapor.

Água pura	
Temperatura (°C)	Pressão de Vapor (mmHg)
0	4,6
20	17,5
40	55,3
60	149,4
80	355,1
100	760

Outra característica que está diretamente relacionada com a pressão de vapor é a volatilidade.

Volatilidade é a capacidade que uma substância possui de passar do estado líquido para o gasoso.

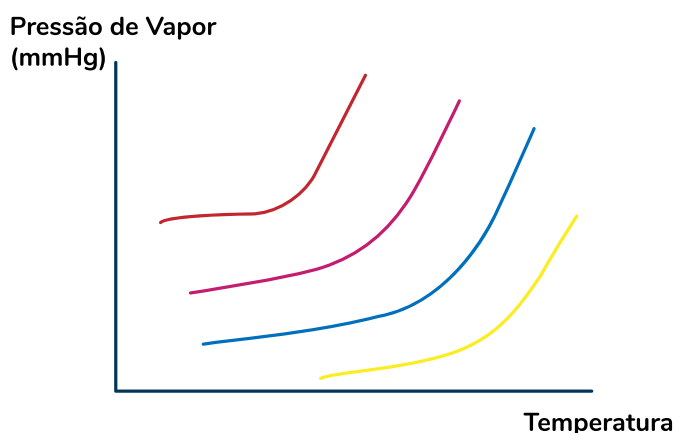
Em substâncias **mais** voláteis, **mais** moléculas são capazes de transitar espontaneamente do estado líquido para o gasoso. Nessa situação, **mais** partículas de vapor se chocarão contra a parede do recipiente exercendo **maior** pressão de vapor.



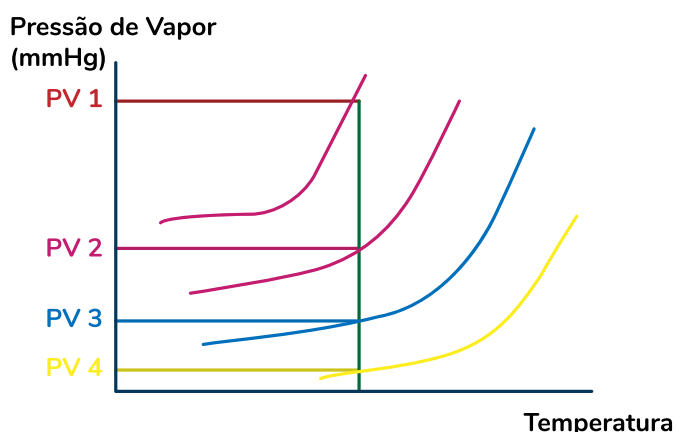
EXERCÍCIO RESOLVIDO

Dado o gráfico a seguir, responda:

- Qual a substância mais volátil?
- Qual a substância menos volátil?



A volatilidade é diretamente proporcional a pressão de vapor, ou seja, quanto maior a volatilidade maior a pressão de vapor. Além disso, já sabemos que a pressão de vapor é dependente da temperatura. Logo, a análise deve ser feita comparando a pressão de vapor dos quatro compostos em uma mesma temperatura.



Assim, conseguimos notar que:

$$PV1 > PV2 > PV3 > PV4$$

E, conseqüentemente:

$$\text{Volatilidade 1} > \text{Volatilidade 2} > \text{Volatilidade 3} > \text{Volatilidade 4}$$

Logo, o composto 1 é o mais volátil e o 4 é o menos volátil.

MOLALIDADE E FRAÇÃO MOLAR

A molalidade, indicada por W , é uma forma de expressar concentração e consiste na razão entre o número de mol do soluto e a massa de solvente.

$$W = \frac{n_{\text{soluto}}}{m_{\text{solvente}}} \quad \text{Unidade: } \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$



Já a fração molar, representada por x , é uma grandeza adimensional que relaciona o número de mol de uma determinada substância, i , com o número de mol total.

$$x_i = \frac{n_i}{n_{total}} \quad \text{Unidade: } \frac{\text{mol}}{\text{mol}} = 1$$

**EXERCÍCIO RESOLVIDO**

Durante a aula de química a professor pediu para os alunos prepararem uma solução aquosa a partir da adição de 1 mol de sacarose e 2 mol de frutose em 2,5 Kg de água. Quais as molalidades e as frações molares dos solutos nessa solução?

Dados:

Massa molar da sacarose: 342 g/mol

Massa molar da frutose: 180,16 g/mol

Massa molar da água: 18 g/mol

Encontrando a molalidade (W):

$$W_{sacarose} = \frac{n_{sacarose}}{m_{\text{água}}} = \frac{1 \text{ mol}}{4 \text{ Kg}} = 0,25 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$

$$W_{frutose} = \frac{n_{frutose}}{m_{\text{água}}} = \frac{2 \text{ mol}}{4 \text{ Kg}} = 0,50 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$$

Encontrando a fração molar:

A fração molar relaciona o número de mol de um determinado soluto com o número de mol total em solução. Já sabemos que a solução possui 1 mol de sacarose e 2 mols de frutose, mas falta determinar o número de mol da água.

$$1 \text{ mol de } H_2O \text{-----} 18 \text{ g}$$

$$x \text{ mol de } H_2O \text{-----} 2250 \text{ g}$$

$$x = 125 \text{ mol de } H_2O$$

Com o número de mol dos solutos e do solvente podemos calcular o número de mol total da solução.

$$n_{total} = n_{sacarose} + n_{frutose} + n_{\text{água}}$$

$$n_{total} = 1 + 2 + 125$$

$$n_{total} = 128 \text{ mols}$$

Agora que temos todos os dados, calculamos as frações molares dos solutos:

$$x_{sacarose} = \frac{n_{sacarose}}{n_{total}} = \frac{1 \text{ mol}}{125 \text{ mol}}$$



$$x_{sacarose} = 0,008$$

$$x_{frutose} = \frac{n_{frutose}}{n_{total}} = \frac{2 \text{ mol}}{125 \text{ mol}}$$

$$x_{frutose} = 0,016$$

FATOR DE VAN'T HOFF

O fator de van't Hoff, representando pela letra i , é uma relação matemática entre a quantidade de partículas formadas depois do processo dissociativo e a quantidade de partículas inicialmente colocada em solução.

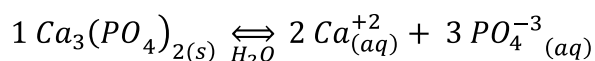
$$i = \frac{\text{número de partículas formadas}}{\text{número de partículas iniciais}}$$

Uma vez que as propriedades coligativas dependem, exclusivamente, do número de partículas, sabemos que quanto **maior** for este valor, **maior** será o pronunciamento do efeito coligativo. Logo, o fator de van't Hoff aparece como um fator de correção que ajustará os valores calculados.



EXERCÍCIO RESOLVIDO

Qual seria o fator de van't Hoff para uma solução aquosa de fosfato de cálcio?



Como já discutimos, no tópico de processos dissociativos, uma partícula de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s)$ gera 5 partículas em solução: $2 \text{ Ca}^{+2}_{(aq)}$ e $3 \text{ PO}_4^{-3}_{(aq)}$. Logo:

$$i = \frac{\text{número de partículas formadas}}{\text{número de partículas iniciais}} = \frac{5}{1}$$

$$i=5$$



ANOTAÇÕES
