

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

CONCEITO CHAVE: PRESSÃO DE VAPOR

TÓPICOS EM QUÍMICA CONTEMPORÂNEA

MÓDULOS 01 E 03: POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

EIXO: MEIO AMBIENTE, SAÚDE

TÓPICOS EM QUÍMICA CONTEMPORÂNEA

PROF. ZÉ HÉLCIO, FEVEREIRO, 2022

Conceito chave:

Pressão de vapor

*“Porquê os gases **não** condensáveis nas condições normais causam efeitos diretos muito piores para o aquecimento global do que a água, por exemplo?”*

Para entender os diferentes papéis dos gases de efeito estufa, em particular **a comparação entre vapor d'água e dióxido de carbono** é necessário entender alguns conceitos chave de química, como a **pressão de vapor**.

Como já foi dito, o **efeito estufa** é resultado do **balanço** entre a **energia que entra e a energia que sai** do Planeta Terra (energia em forma de radiação) . É um **fenômeno natural**, responsável pela **manutenção da vida** terrestre.

Alguns gases são responsáveis pelo efeito estufa. Na realidade, com exceção do N_2 , O_2 e gases nobres, todos os gases atmosféricos, naturais ou produzidos pelo homem são gases de efeito estufa.

O gás de maior contribuição ao efeito estufa , antes do aparecimento da poluição antropogênica, é o vapor d'água. Em seguida, temos o CO_2 . No entanto, ambos têm comportamentos muito distintos, pois a água é condensável nas condições normais e o dióxido de carbono não.

Pelo fato da água ser condensável, a sua quantidade no estado gasoso (vapor d'água) atinge um limite conforme a geografia (latitude e longitude) e altitude.

Já o CO_2 , para que condense a 1 atm (nível do mar) teria que ser resfriado a cerca de -78°C , passando para o estado sólido (“gelo seco”).

A concentração natural do CO_2 na atmosfera depende dos processos cíclicos naturais envolvidos na sua geração e consumo, e sua concentração *média* tem-se mantido fixa na atmosférica ao longo das eras geológicas (embora com flutuações periódicas).

Com a industrialização, o transporte, dentre outras atividades, há uma produção extra e crescente de CO_2 , o que altera o balanço de seus ciclos naturais, aumentando sua concentração média na atmosfera.

Por isso, **o CO_2 é o gás que mais contribui para o aquecimento global, atualmente***.

*Gases como o CH_4 e o N_2O são potencialmente muito mais efetivos no aquecimento global do que o CO_2 , mas devido a diferenças no tempo de permanência e na concentração média, não superaram ainda a importância deste. Os cientistas já alertam para riscos futuros, em particular o metano, uma vez que sua produção tem aumentado muito.

Conceitos necessários para definirmos Pressão de Vapor:

- transformação física, como exemplo: mudança de fase;
- equilíbrio;
- equilíbrio físico/ equilíbrio de fases;
- volatilidade e interações intermoleculares e sua relação com estrutura química;

Por fim, o conceito fundamental de:

- **pressão de vapor** de uma substância.

Evaporação:

água líquida -> água gasosa (vapor)

Sublimação:

água sólida (gelo) → água gasosa (vapor)

Equação química: esquema onde as substâncias (**antes e depois** do processo/ **estados inicial e final**/ **reagente e produto**) são representadas por suas **fórmulas químicas**, que expressam os elementos químicos constituintes da substância e a proporção dos seus átomos correspondentes em cada unidade molecular. * **coeficientes estequiométricos.**

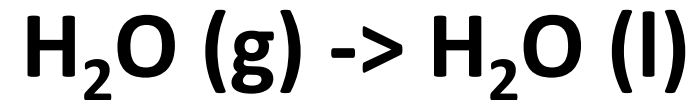
Evaporação:



Teoria:

“reversibilidade microscópica”

liquefação:



Teoria: “cinética química”

Velocidade do processo químico: a mudança temporal da quantidade de qualquer uma de suas substâncias componentes.

Monitorando a pressão do vapor – monitora-se como varia no tempo a quantidade de vapor d'água, conforme **a velocidade de evaporação diminui e a velocidade do processo inverso, a liquefação, aumenta.**

Estado de **equilíbrio**:

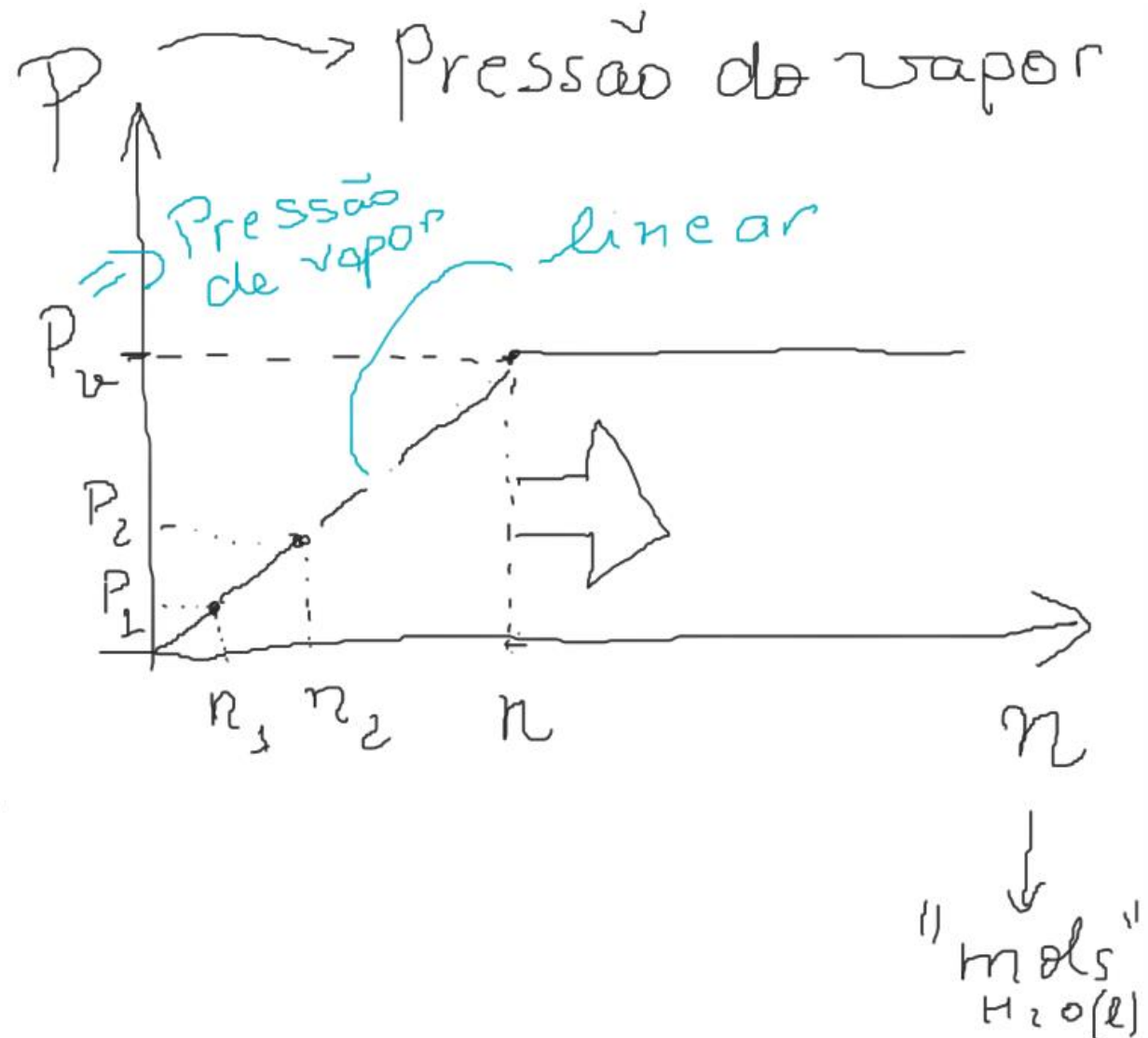
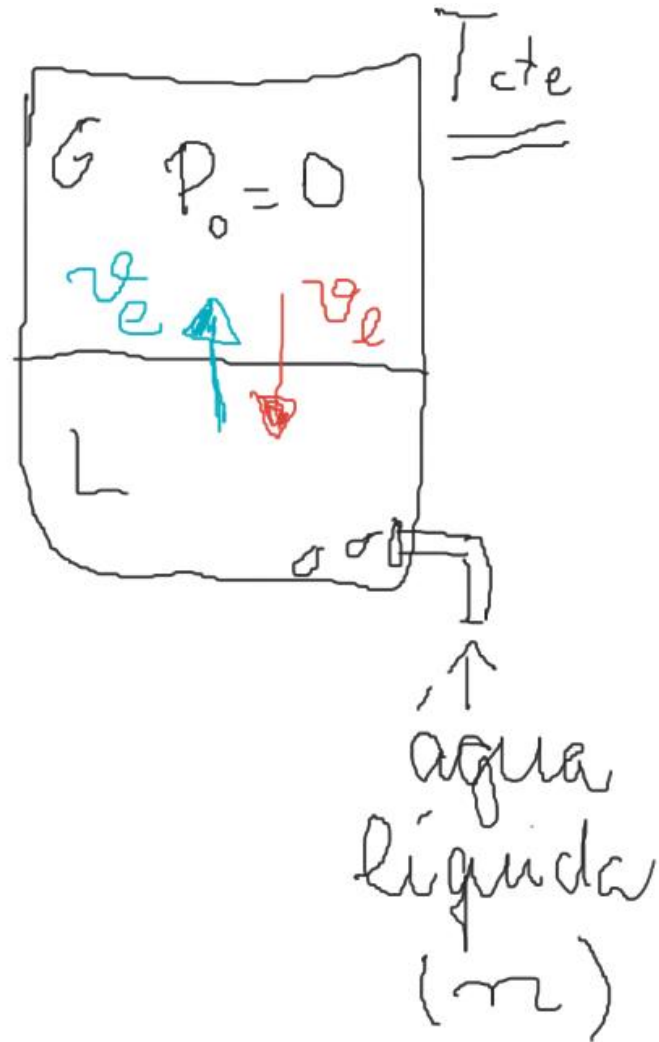
“as velocidades nos sentidos opostos se igualam” – a quantidade do vapor permanece fixa.

Valor limite da pressão:

pressão de vapor de uma substância, para determinada temperatura (T).

A pressão de vapor de uma substância é a pressão exercida pela sua **fase gasosa** quando esta encontra-se em **equilíbrio** com sua **fase condensada**, a determinada **temperatura**.

Monitorando a pressão do vapor



Entendendo a relação de pressão do vapor com volatilidade

subst. $\left\{ \begin{array}{l} A \xRightarrow{\text{dada } T} P_{vA} / T \\ B \xRightarrow{\quad} P_{vB} / T \end{array} \right.$

hipótese \Rightarrow A é mais volátil do que B

$$P_{vA} > P_{vB}$$

ou

~~$$P_{vA} < P_{vB} ?$$~~

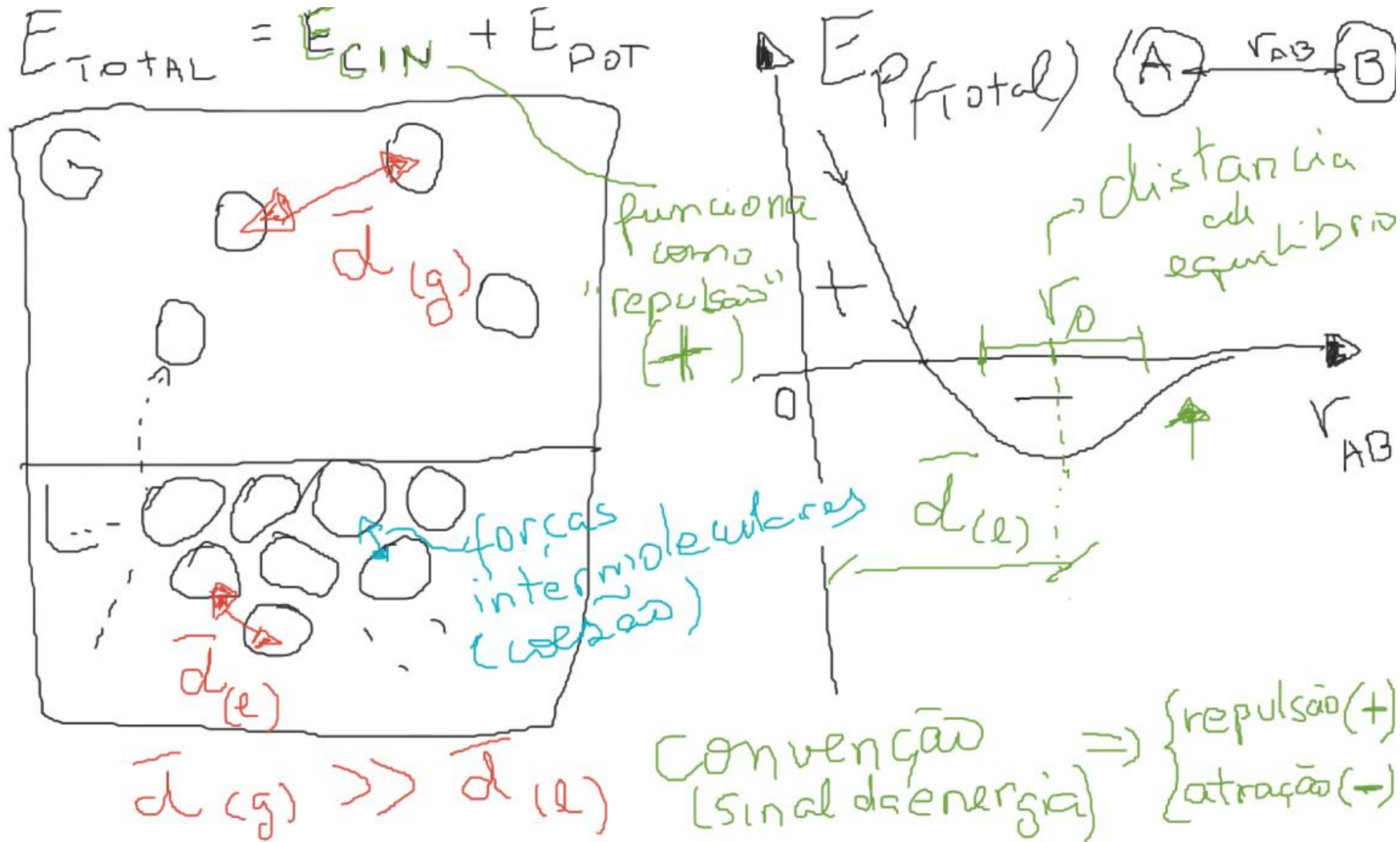
Entendendo a relação de pressão do vapor com temperatura

$$A \Rightarrow \begin{cases} p_{vA}^{(1)} / T_1 \\ p_{vA}^{(2)} / T_2 \end{cases}$$

hipótese $\Rightarrow T_2 > T_1$

~~$p_{vA}^{(1)} > p_{vA}^{(2)}$~~ ou $p_{vA}^{(1)} < p_{vA}^{(2)}$?

O papel das forças intermoleculares nas fases líquida e sua relação com a pressão de vapor

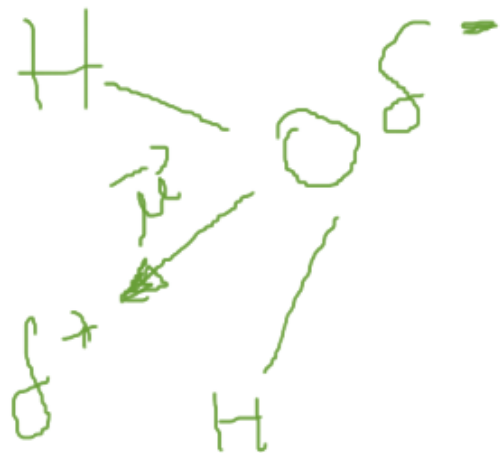


Forças Intermoleculares

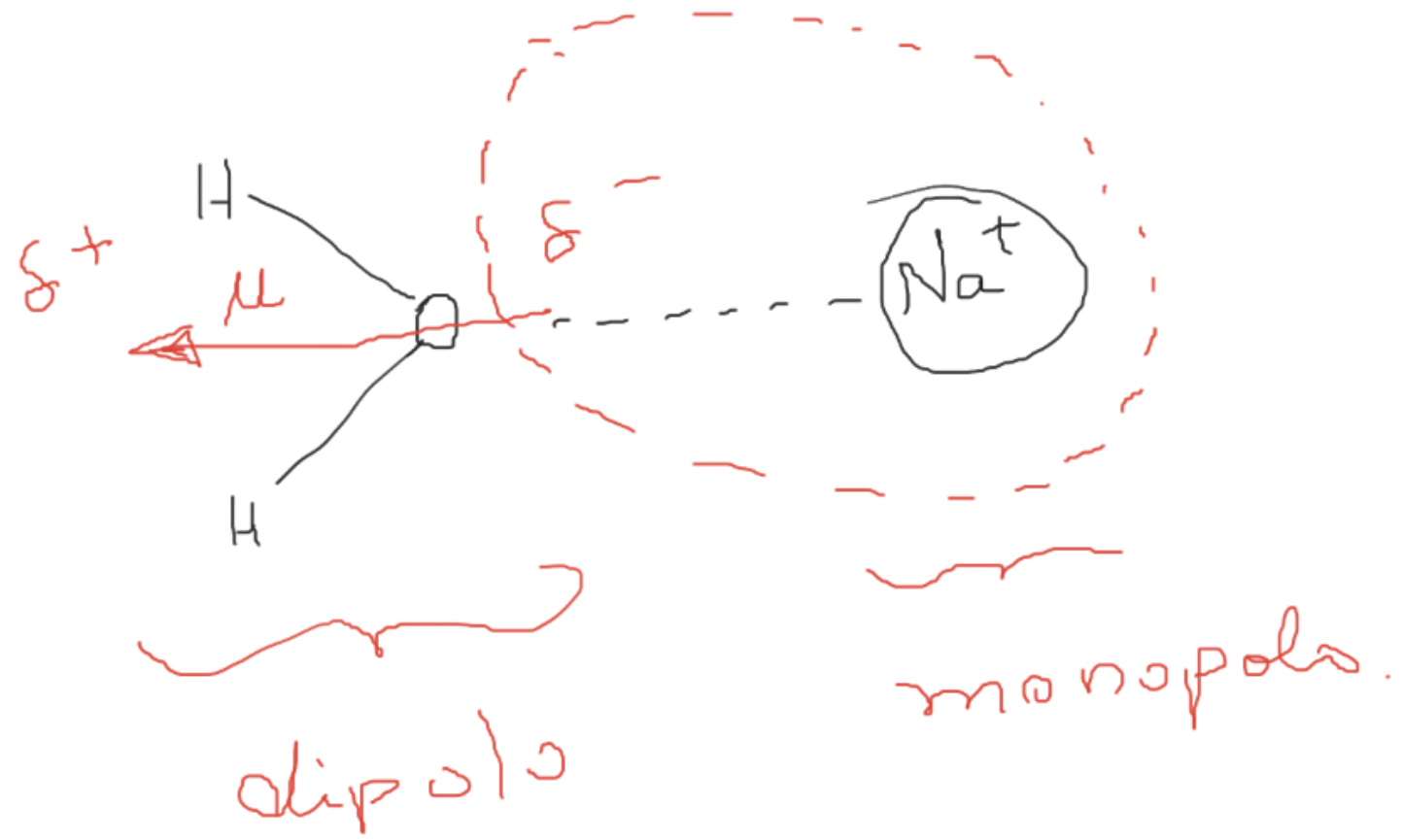
Forças intermoleculares (dependem da estrutura química)

1. Monopolo-monopolo

ex: Solução aquosa de NaCl

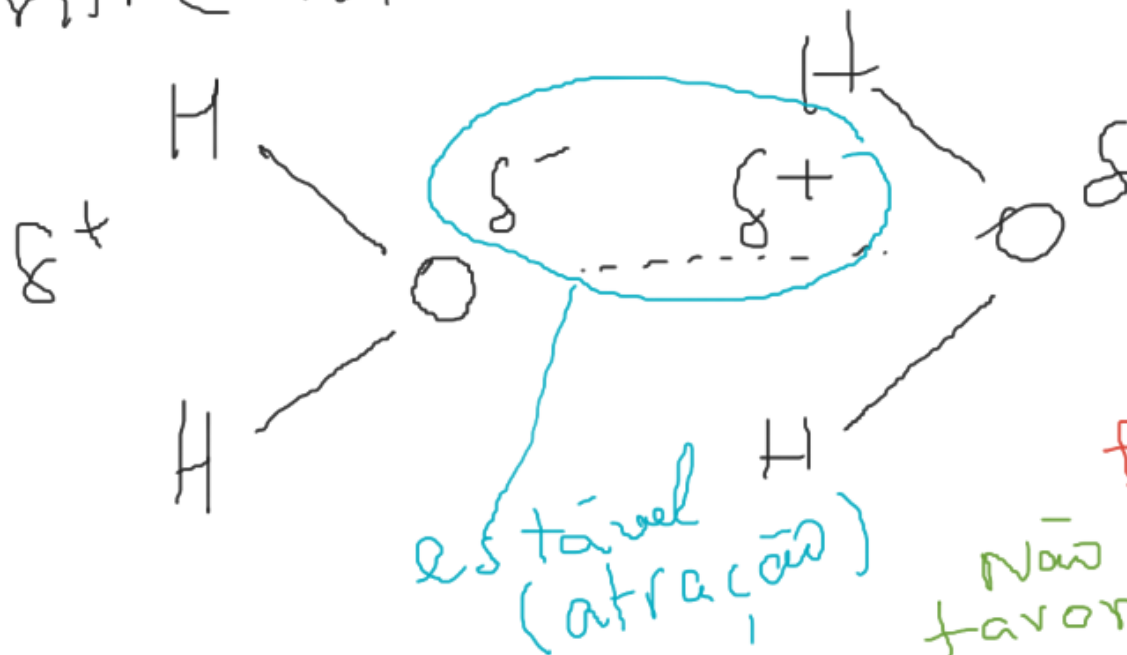


2. Monopolo - dipolo



3. Dipolo - dipolo

Na solução acima, há interação entre moléculas de solvente.



Configuração energeticamente favorável ou estável



4. Dispersão de London

5. Ligação de Hidrogênio

Representando graficamente as curvas de pressão de vapor de substâncias:

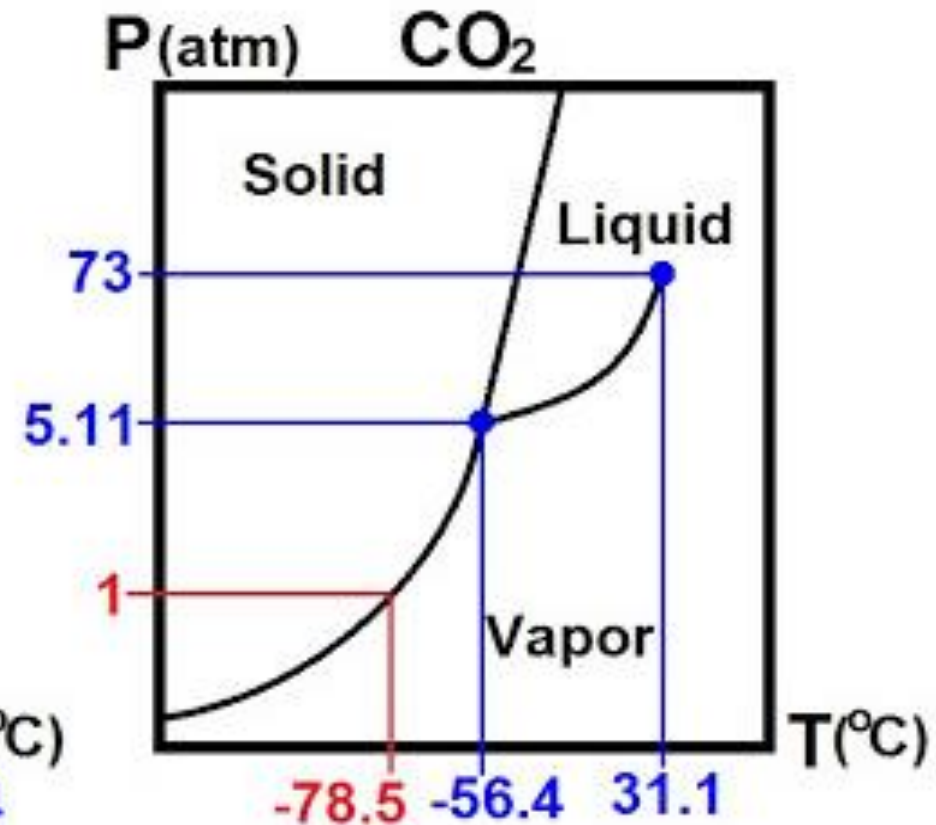
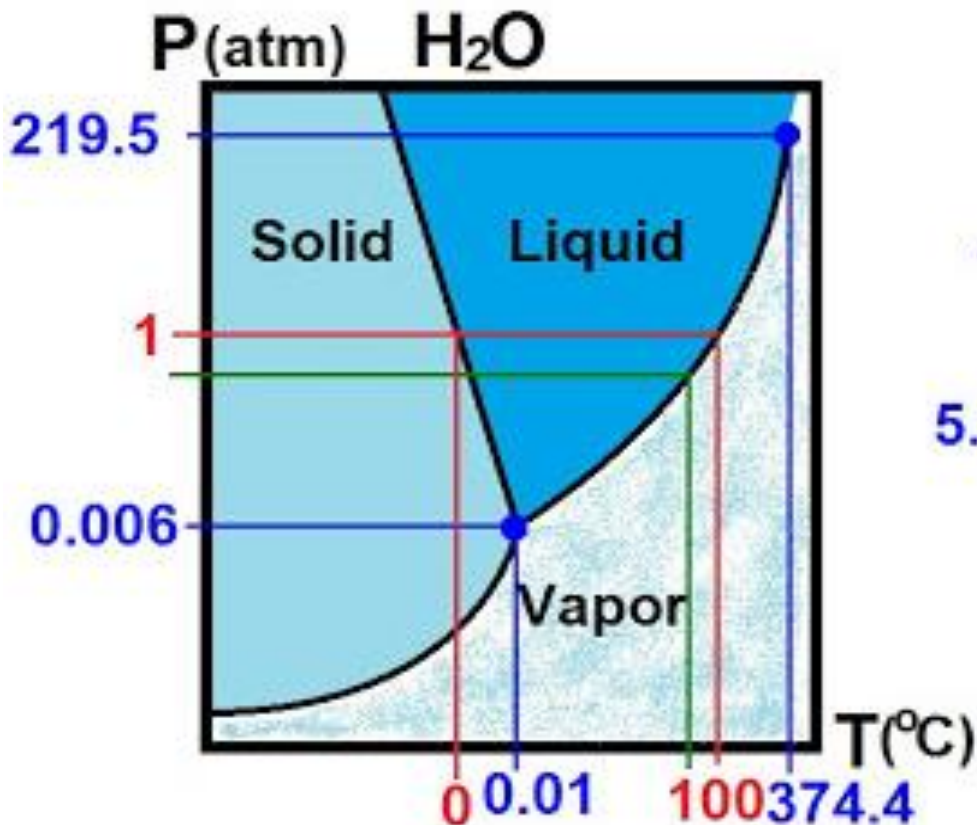
curvas de equilíbrio

diagrama de fases

DIAGRAMA DE FASES

Caso da água e do CO₂

Critério de comparação quanto à capacidade de condensação em condições normais →
Observar se a região em torno dos valores $P = 1 \text{ atm}$ e $T = 25^\circ\text{C}$ contém o ponto triplo e, caso não, qual a fase predominante. No caso da **água**, o ponto triplo é próximo das condições normais, e **as três fases são prováveis**. Para o **CO_2** , o ponto triplo encontra-se bem distante dessas condições e **a fase predominante é o estado gasoso**.



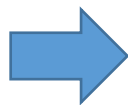
Conclusão

“Gases não condensáveis nas condições normais, como o CO_2 , causam efeitos diretos muito piores para o aquecimento global do que a água, por isso o monóxido de carbono tem sido considerado o grande vilão do aquecimento global atualmente”

obs: a água pode se apresentar um comportamento denominado feedback positivo, onde o aumento de temperatura causado por outros gases como o CO_2 , gera uma maior evaporação da água na natureza, aumentando a pressão de vapor d'água e portanto retroalimentando ainda mais o aquecimento global.

O conceito de estrutura molecular e eletrônica pode **explicar** as **diferentes pressões de vapor** entre **diferentes substâncias** a partir do conceito de:

- **interações ou forças intermoleculares**, as quais decorrem da **estrutura molecular** de cada substância. Exemplo: a molécula de **água** é **polar** e é capaz de formar **ligações de hidrogênio** e isto a torna menos volátil que o dióxido de carbono, que é apolar, tampouco forma ligações de H.



*Para entender o conceito de **polaridade**, consulte a seção de **conceito chave** “**estrutura molecular e eletrônica**”, com a revisão de **ligação química covalente e estruturas de Lewis**.*