

POLARIDADE DAS MOLÉCULAS, LIGAÇÕES INTERMOLECULARES E PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS



Professora: Aline de Oliveira

Contagem, 2021

POLARIDADE DAS LIGAÇÕES

É uma medida de **quão igual ou desigual é o compartilhamento** dos elétrons em uma ligação covalente.

Ligação covalente **apolar**: os elétrons são compartilhados **igualmente**.

Exemplos: H-H; O=O; N≡N e Cl-Cl.

Ligação covalente **polar**: um dos átomos **exerce maior atração** sobre os elétrons da ligação que o outro.

Exemplos: H-Cl; H-F; C≡O e I-F.

O átomo mais eletronegativo atrai mais fortemente os elétrons para si em uma ligação química.

Relembrando

A eletronegatividade é definida como a capacidade de um átomo em uma molécula atrair elétrons para si.

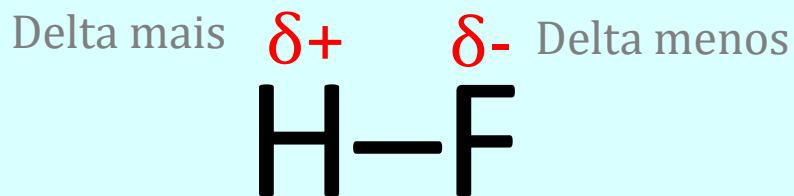
POLARIDADE DAS LIGAÇÕES

Formação de dipolos nas moléculas

Dois polos.

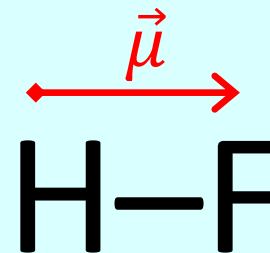
Representações

□ Pelas cargas parciais ($\delta+$ e $\delta-$):



Os símbolos $\delta+$ e $\delta-$ simbolizam as cargas parciais positivas e negativas, respectivamente.

□ Pelo momento dipolar ($\vec{\mu}$):



A seta indica o deslocamento da densidade eletrônica em direção ao átomo mais eletronegativo.

Formas de indicar a polaridade da ligação.

POLARIDADE DAS LIGAÇÕES

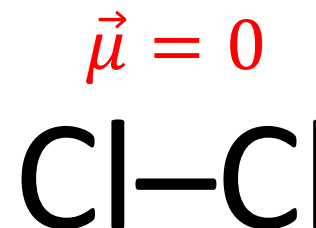
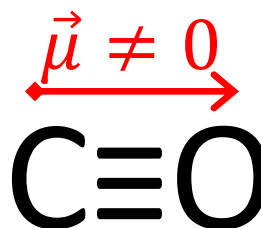
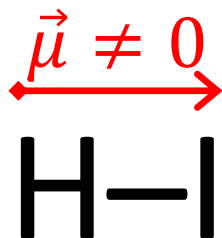
Momento de dipolo (ou momento dipolar – $\vec{\mu}$)

É a grandeza que indica a intensidade de um dipolo elétrico, ou seja, que indica a intensidade das carga parciais.

$$\vec{\mu} = Q \cdot \vec{r}$$

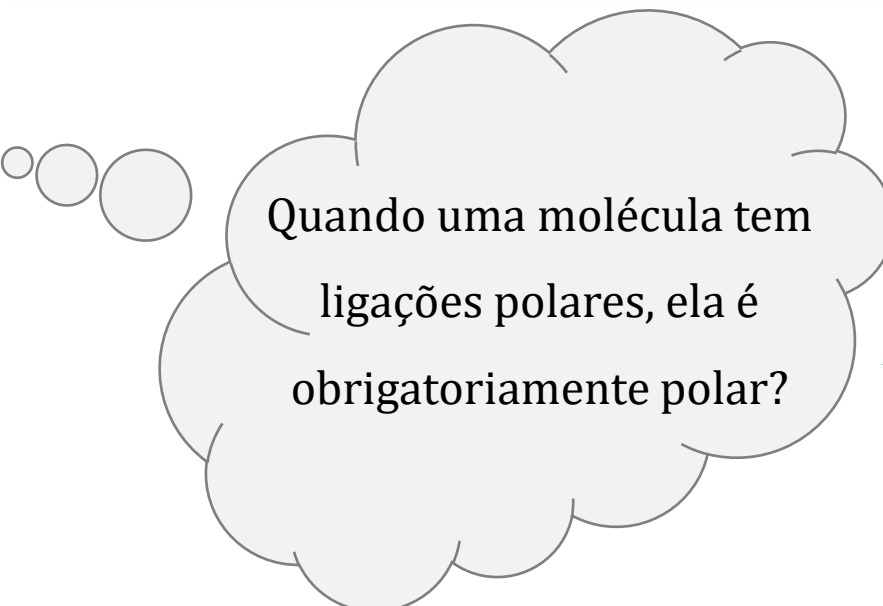
Carga.

Distância entre os polos.



Quanto maior a diferença de eletronegatividade entre os átomos ligados, maior é o momento dipolar e, portanto, maior a polaridade da ligação ou da molécula diatômica.

POLARIDADE DAS MOLÉCULAS



Quando uma molécula tem ligações polares, ela é obrigatoriamente polar?

O momento dipolar de uma molécula depende tanto das **polaridades das ligações** individuais quanto da **geometria da molécula**.

O **momento dipolar resultante** ($\overrightarrow{\mu_R}$) de uma molécula é dado pela soma vetorial dos momentos de dipolo de todas as suas ligações.

Molécula apolar

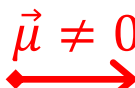
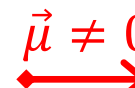
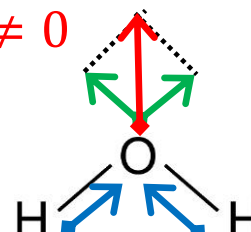

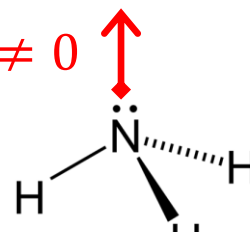
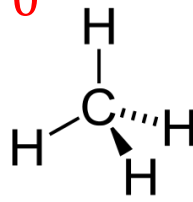
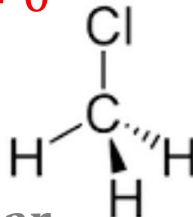
$$\overrightarrow{\mu_R} = 0$$

Molécula polar

$$\overrightarrow{\mu_R} \neq 0$$

POLARIDADE DAS MOLÉCULAS

Exemplos: determinação das polaridades das seguintes moléculas

<p>HCl</p> <p>$\vec{\mu} \neq 0$</p>  <p>H - Cl</p> <p>Polar</p>	<p>CO</p> <p>$\vec{\mu} \neq 0$</p>  <p>C \equiv O</p> <p>Polar</p>	<p>I₂</p> <p>$\vec{\mu} = 0$</p> <p>I - I</p> <p>Apolar</p>
<p>O₂</p> <p>$\vec{\mu} = 0$</p> <p>O = O</p> <p>Apolar</p>	<p>H₂O</p> <p>$\vec{\mu} \neq 0$</p>  <p>Polar</p>	<p>CO₂</p> <p>$\vec{\mu} \neq 0$</p>  <p>O = C = O</p> <p>Apolar</p>
<p>NH₃</p> <p>$\vec{\mu} \neq 0$</p>  <p>Polar</p>	<p>CH₄</p> <p>$\vec{\mu} = 0$</p>  <p>Apolar</p>	<p>CH₃Cl</p> <p>$\vec{\mu} \neq 0$</p>  <p>Polar</p>

OBS: Para o cálculo de $\vec{\mu}_R$ a geometria da molécula deve ser considerada.

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Interações interatômicas (ou intramoleculares)

- ❑ Interações entre os átomos em uma molécula, aglomerado iônico ou metal;
- ❑ Mantêm os átomos unidos em uma molécula;
- ❑ Ligação iônica, covalente e metálica;
- ❑ Responsáveis pelas propriedades químicas.

Interações intermoleculares

- ❑ Interações entre as moléculas;
- ❑ Natureza das interações: eletrostática;
- ❑ Responsáveis por propriedades físicas.

Interações entre dipolos permanentes

Interações entre dipolos induzidos

Ligações de hidrogênio

Interação íon-dipolo

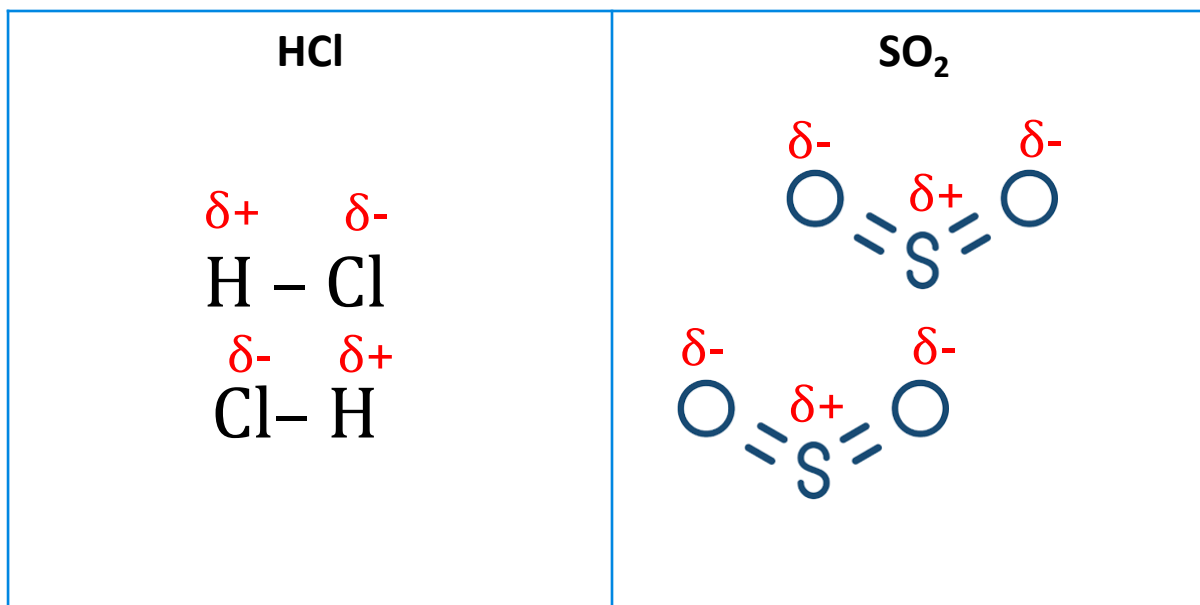
Interação dipolo-permanente-dipolo-induzido

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Interações dipolo-permanente-dipolo-permanente

- ❑ Interações entre moléculas que apresentam dipolos permanentes, ou seja, entre moléculas polares;
- ❑ Quanto maior o momento de dipolo maior a interação.

Exemplos



INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Interações dipolo-induzido-dipolo-induzido (ou interações de Dispersão de London)

- ❑ Único tipo de interação intermolecular entre moléculas apolares;
- ❑ Ocorre entre todas as moléculas;
- ❑ São forças atrativas que surgem como resultado de dipolos temporários induzidos nos átomos ou moléculas;
- ❑ **Dipolo induzido** (ou instantâneo): dipolos que ocorrem de modo instantâneo nas moléculas devido à deformações momentâneas em suas nuvens de elétrons;
- ❑ A facilidade de distorção da nuvem eletrônica de uma molécula é chamada de **polarizabilidade**. Quanto maior um átomo, mais polarizável.

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Interações dipolo-induzido-dipolo-induzido (ou interações de Dispersão de London)

Quanto maior a
molécula



Mais fortes os
dipolos induzidos



Mais forte a interação
de dispersão

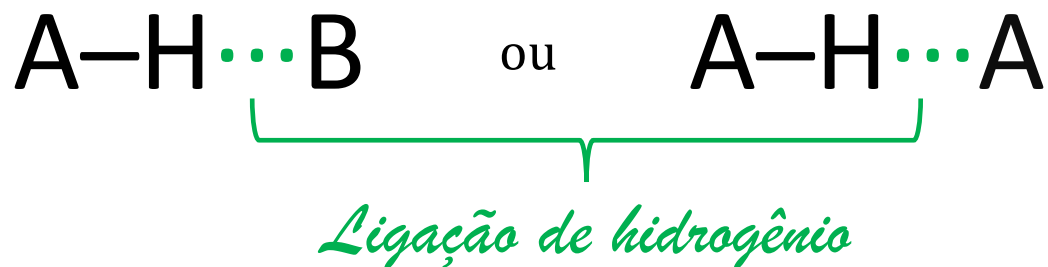
Exemplos

H_2 H - H H - H	CO_2 O = C = O O = C = O	CH_4
--	---	-----------------------

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Ligações de hidrogênio

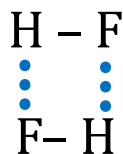
- É um tipo especial de interação entre dipolos permanentes, envolvendo um átomo de hidrogênio e um átomo eletronegativo como N, O e F, em uma ligação polar, tal como N-H, O-H e F-H.



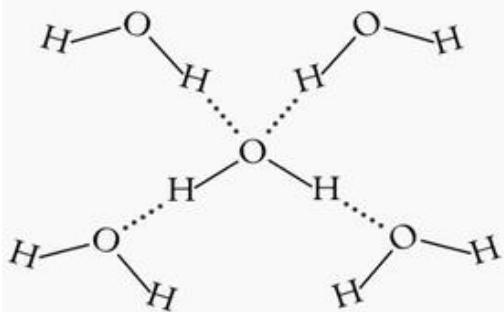
A e B representam os átomos N, O e F.

Exemplos

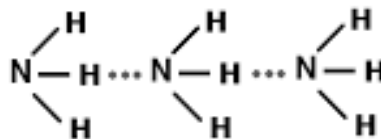
HF



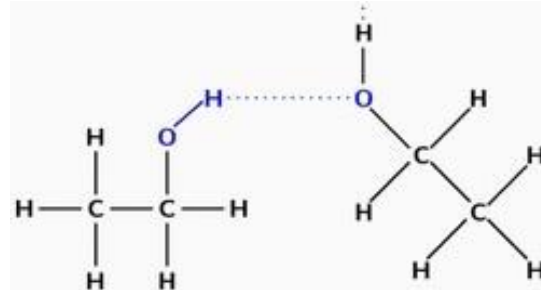
H₂O



NH₃



CH₃CH₂OH

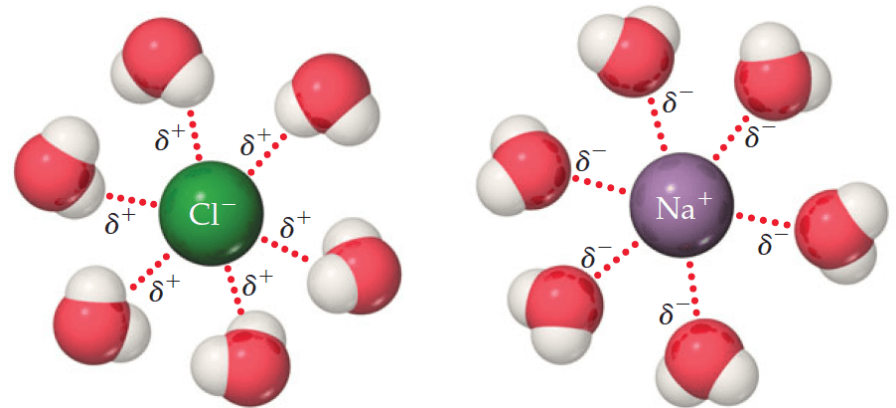


INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Interação íon-dipolo

- ❑ Ocorre entre íons e dipolos;
- ❑ Quanto maior o dipolo, maior a interação.

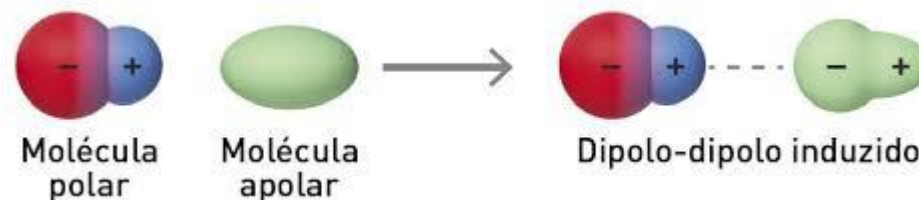
Exemplos: hidratação de cátions e ânions (como no $\text{NaCl}(aq)$);



Interação dipolo-permanente-dipolo-induzido

- ❑ Ocorre entre um dipolo permanente que induz um dipolo instantâneo em uma molécula apolar.

Exemplo: HCl (dipolo permanente) com O_2 (dipolo instantâneo).



INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Pode-se identificar as forças intermoleculares que atuam em uma substância considerando sua **estrutura** e **composição**.

Em geral, as forças relativas das interações intermoleculares variam na seguinte ordem:

Íon-dipolo > ligação de hidrogênio > entre dipolos permanentes > dipolo-permanente-dipolo-induzido > entre dipolos induzidos.

Interações de van der Waals (ou forças de van der Waals)

- ☐ Interação dipolo-permanente-dipolo-permanente;
- ☐ Interação entre dipolos instantaneamente induzidos;
- ☐ Interação dipolo-permanente-dipolo-induzido.

PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS

Temperatura de ebulição

Quanto mais intensas forem as
forças intermoleculares



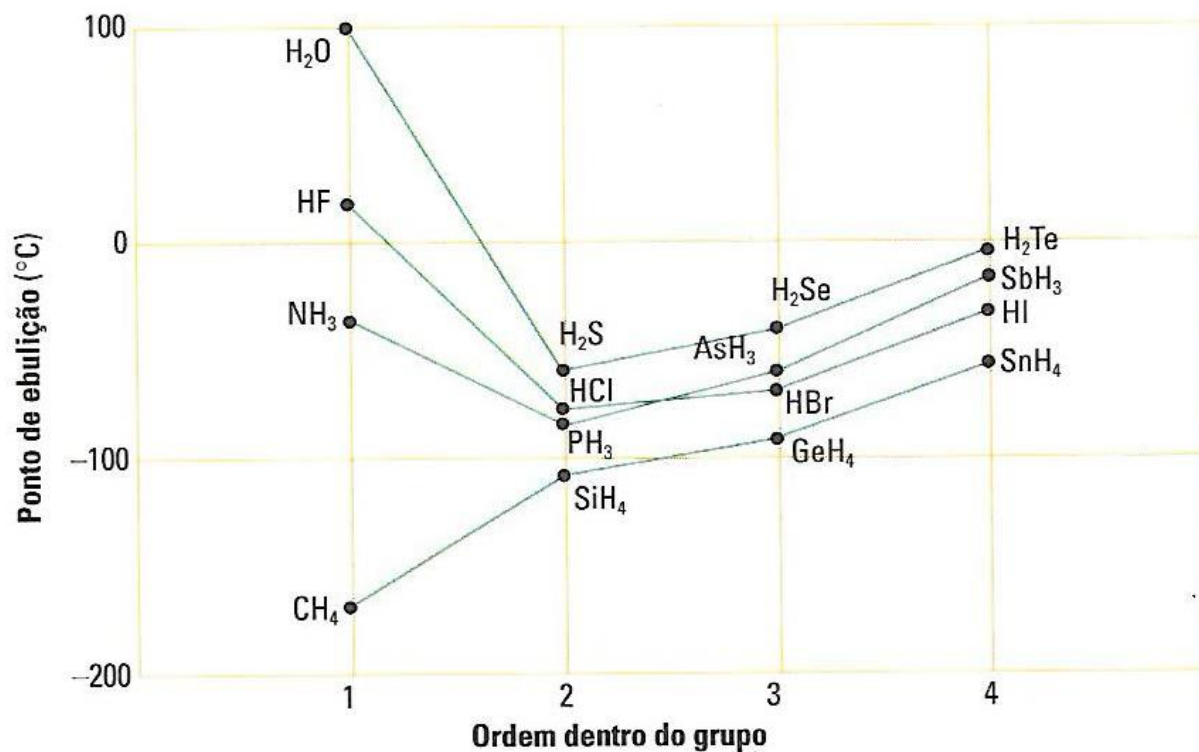
Maior a temperatura de ebulição
de uma substância molecular

Exemplos

Substância	TE / (°C)	Interação intermolecular predominante
CH ₄	-161,5	Dispersão de London
HCl	-85	Entre dipolos permanentes
H ₂ O	99,97	Ligação de hidrogênio

PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS

Temperatura de ebulição de hidretos

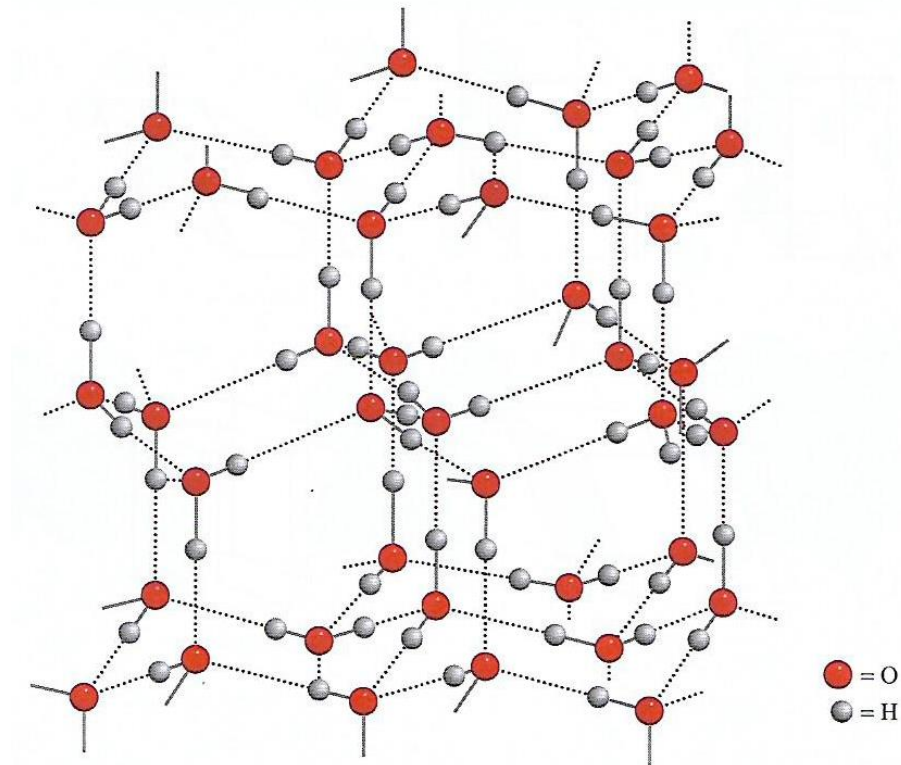


Temperaturas de ebulição de hidretos (°C)

Família 4A		Família 5A		Família 6A		Família 7A	
CH ₄	-164	NH ₃	-33	H ₂ O	+100	HF	+19
SiH ₄	-112	PH ₃	-88	H ₂ S	-60	HCl	-85
GeH ₄	-90	AsH ₃	-63	H ₂ Se	-42	HBr	-67
SnH ₄	-52	SbH ₃	-18	H ₂ Te	-2	HI	-35

Ainda que as moléculas NH₃, HF e H₂O sejam as menores dos respectivos grupos e, portanto, devessem apresentar menores interações de dispersão, são essas as moléculas que apresentam os maiores pontos de ebulição do grupo. Isso ocorre devido a possibilidade de formação de ligações de hidrogênio entre essas substâncias.

Densidade do Gelo



A estrutura tridimensional altamente ordenada do gelo impede que as moléculas se aproximem muito umas das outras. As cavidades na estrutura são responsáveis pela baixa densidade do gelo.

PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS

Solubilidade

Regra geral: Semelhante dissolve semelhante.

A possibilidade de dissolução aumenta quando a intensidade das forças atrativas entre as moléculas de soluto e de solvente é igual ou superior à intensidade das forças atrativas das partículas do soluto entre si e das moléculas do solvente entre si.

Viscosidade

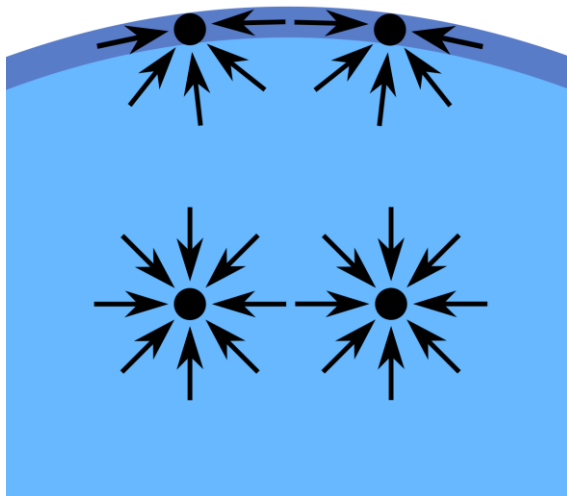
É uma medida da resistência que um fluido oferece ao escoamento.

Os líquidos que possuem forças intermoleculares mais intensas também têm maiores viscosidades que aqueles que apresentam forças intermoleculares mais fracas.

PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS

Tensão superficial

É a quantidade de energia necessária para esticar ou aumentar em uma unidade a área da superfície de um líquido (por exemplo, em 1 cm^2).



Forças intermoleculares agindo em uma molécula situada na camada superficial de um líquido e de outra molécula situada no interior do líquido.



A tensão superficial permite que alguns insetos caminhem sobre a água.