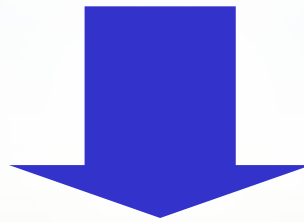


FORÇAS INTERMOLECULARES

FORÇAS INTERMOLECULARES

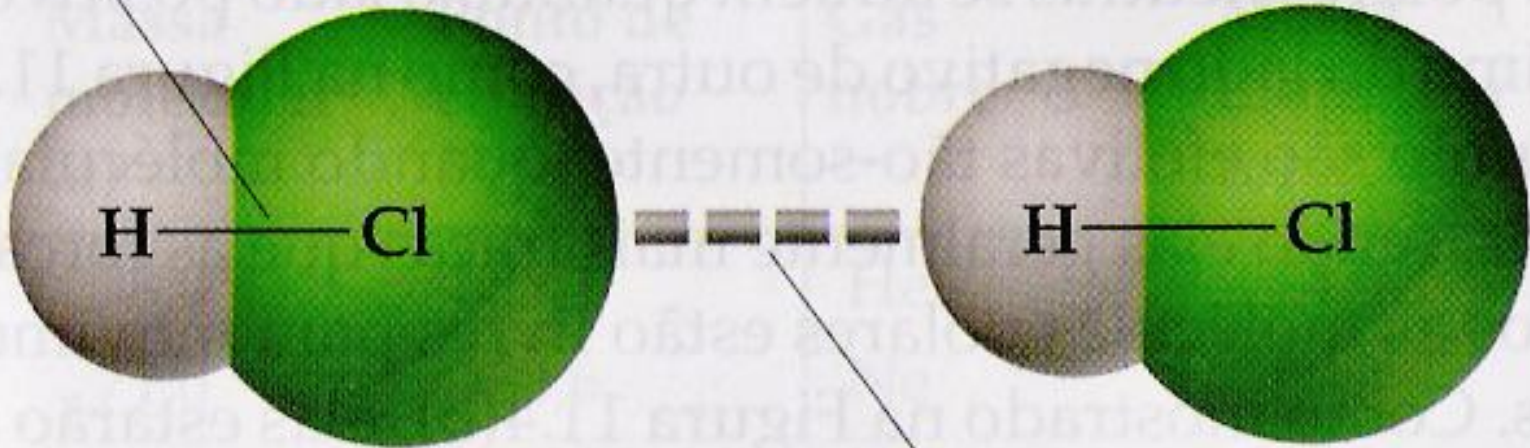
✓ A **intensidade das forças intermoleculares** em diferentes substâncias varia em uma grande faixa, mas elas **são muito mais fracas que ligações iônicas covalentes**.



✓ É necessário **menos energia** para vaporizar um líquido ou fundir um sólido do que para quebrar ligações covalentes em moléculas.

FORÇAS INTERMOLECULARES

Ligação covalente
(forte)



Atração intermolecular
(fraca)

FORÇAS INTERMOLECULARES

- ✓ Propriedades do líquidos: **PONTO DE EBULIÇÃO**
- ✓ Propriedades do líquidos: **PONTO DE FUSÃO**



Refletem a intensidade das forças intermoleculares.

- ✓ Quanto mais forte as forças de atração, maior é a temperatura na qual o líquido entra em ebulição.
- ✓ O ponto de fusão aumenta à medida que as forças intermoleculares ficam mais fortes.

FORÇAS INTERMOLECULARES

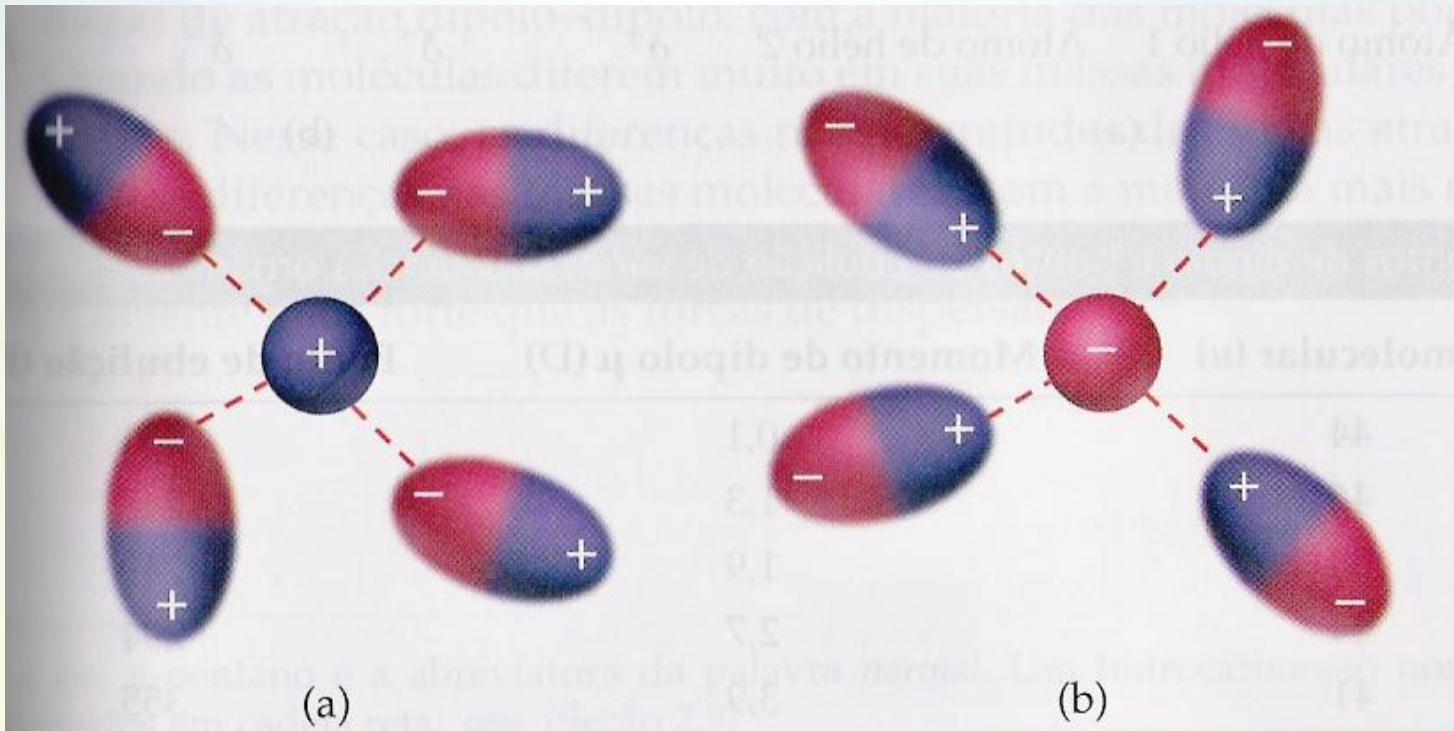
- ✓ FORÇAS DIPOLO-DIPOLO
- ✓ FORÇAS ÍON-DIPOLO
- ✓ FORÇAS DE DISPERSÃO DE LONDON
- ✓ LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

Forças de van der Waals

✓ Forças eletrostáticas por natureza, envolvendo atrações entre espécies positivas e negativas (15% menos fortes que as ligações covalentes e iônicas).

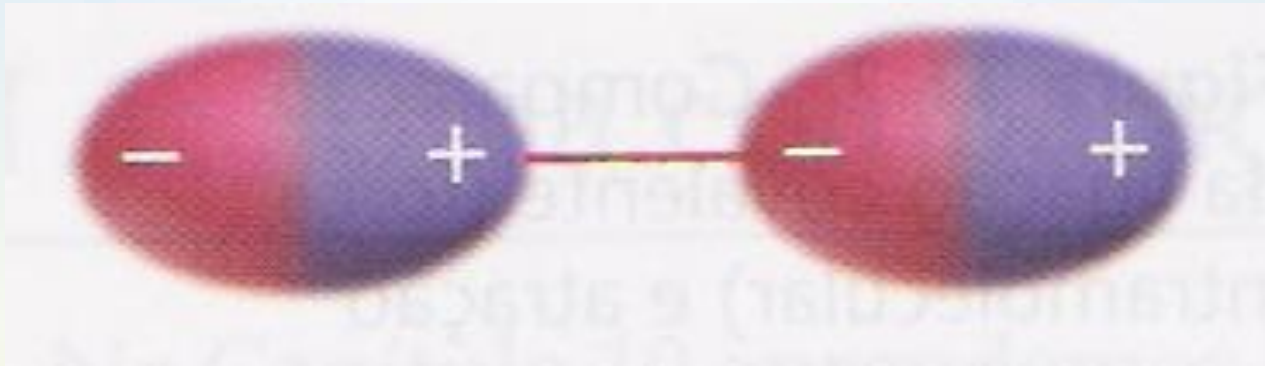
FORÇAS ÍON-DIPOLO

- ✓ Uma **FORÇA ÍON-DIPOLO** existe entre um íon e a carga parcial em certo lado de uma molécula polar.
- ✓ Moléculas polares: são dipolos.



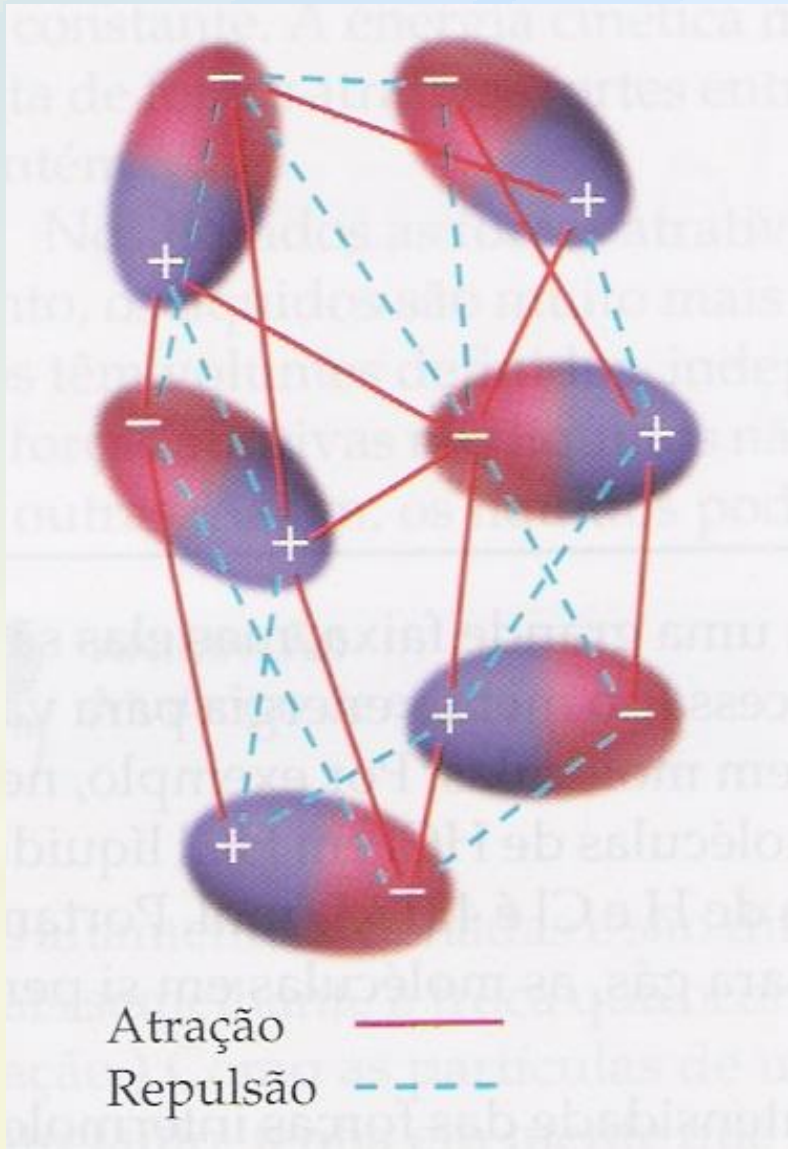
FORÇAS DIPOLO-DIPOLO

- ✓ Moléculas polares neutras se atraem quando o lado positivo de uma molécula está próximo do lado negativo da outra.



- ✓ Forças dipolo-dipolo são efetivas tão somente quando moléculas polares estão próximas.

FORÇAS DIPOLO-DIPOLO



- ✓ Em líquidos as moléculas polares estão livres para movimentar-se em relação às outras.
- ✓ Estarão algumas vezes em uma orientação que é atrativa e em outras em orientação que é repulsiva.
- ✓ O efeito como um todo é uma atração líquida.

FORÇAS DIPOLO-DIPOLO

✓ Massas moleculares, momentos de dipolo e pontos de ebulição de várias substâncias orgânicas comuns:

| Substância | Massa molecular | Momento de dipolo μ (D) | Ponto de ebulição (K) |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------|
| Propano, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | 44 | 0,1 | 231 |
| Éter dimetílico, CH_3OCH_3 | 46 | 1,3 | 248 |
| Cloreto de metila, CH_3Cl | 50 | 1,9 | 249 |
| Acetaldeído, CH_3CHO | 44 | 2,7 | 294 |
| Acetonitrila, CH_3CN | 41 | 3,9 | 355 |

FORÇAS DIPOLO-DIPOLO

✓ Para moléculas de massas e tamanhos aproximadamente iguais, a força das atrações intermoleculares aumenta com o aumento da polaridade.

FORÇAS DE DISPERSÃO DE LONDON

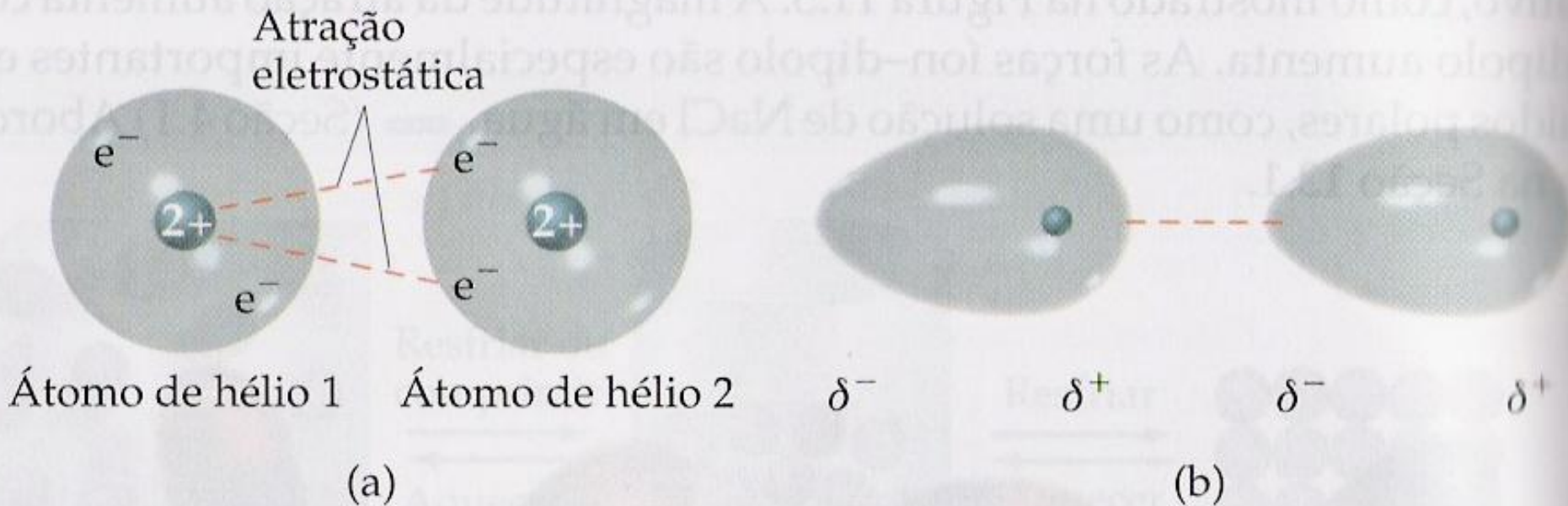
- ✓ Não pode haver forças dipolo-dipolo entre átomos e moléculas apolares.
- ✓ Mas, os gases apolares podem ser liquefeitos.



1930: Fritz London

O movimento de elétrons em um átomo ou molécula pode criar um momento de dipolo instantâneo.

FORÇAS DE DISPERSÃO DE LONDON



Força de dispersão de London: é significativa somente quando as moléculas estão próximas.

FORÇAS DE DISPERSÃO DE LONDON

POLARIZABILIDADE



A facilidade com que a distribuição de cargas de uma molécula pode ser distorcida por um campo elétrico externo.

- ✓ Quanto maior a polarizabilidade de uma molécula, mais facilmente sua nuvem eletrônica será distorcida para dar um dipolo momentâneo.
- ✓ Moléculas mais polarizáveis têm forças de dispersão de London mais fortes.

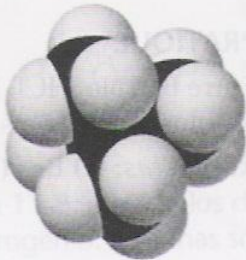
FORÇAS DE DISPERSÃO DE LONDON

- ✓ Moléculas maiores tendem a ter maiores polarizabilidades porque elas têm maior número de elétrons, que estão mais afastados do núcleo.
- ✓ As forças de dispersão tendem a aumentar em intensidade com o aumento da massa molecular.

FORÇAS DE DISPERSÃO DE LONDON



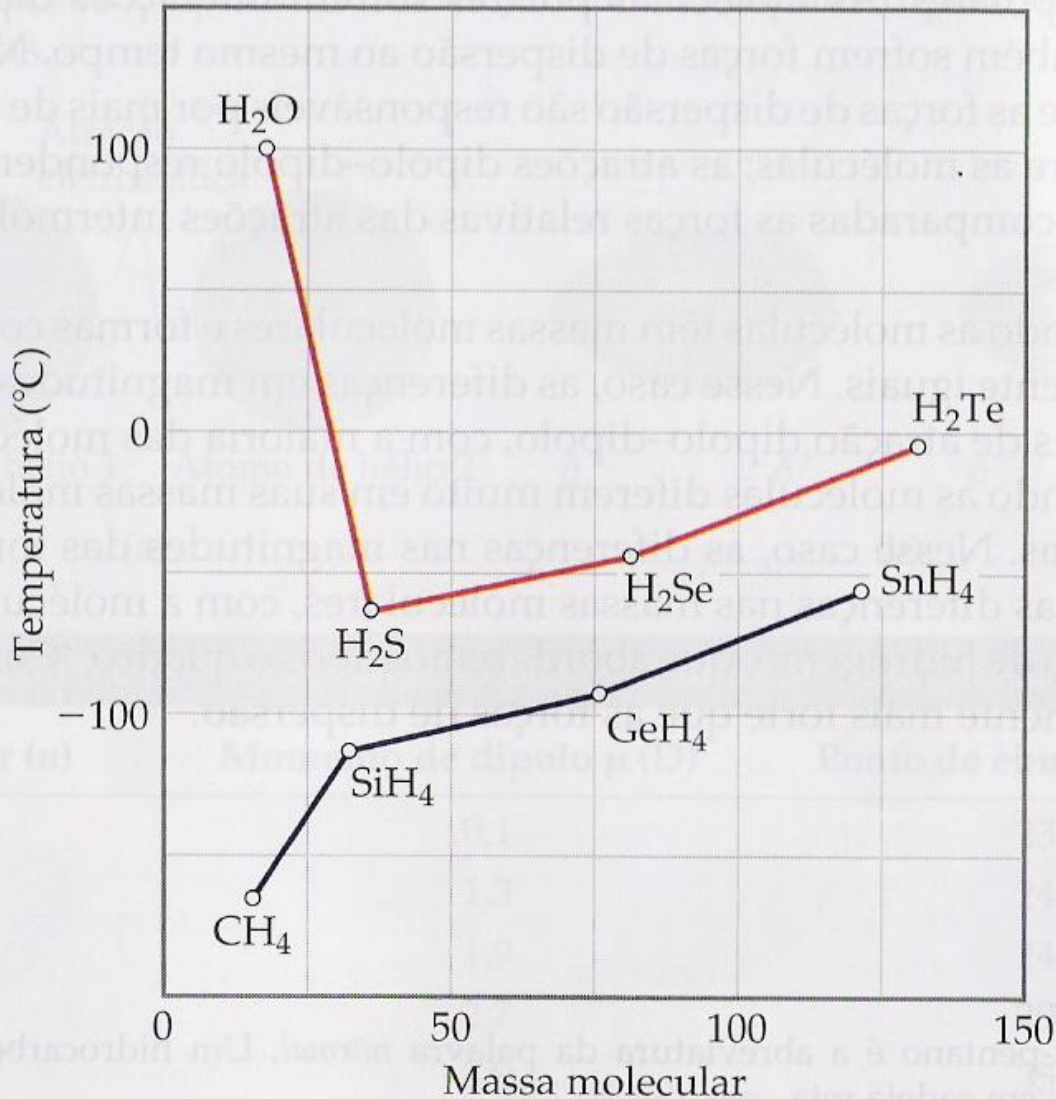
n-pentano
(pe = 309,4 K)



Neopentano
(pe = 282,7 K)

- ✓ As formas espaciais das moléculas também influenciam nas magnitudes das forças de dispersão.
- ✓ A atração total entre as moléculas é maior no *n*-pentano porque as moléculas podem entrar em contato em toda a sua extensão.
- ✓ Estima-se que as forças de dispersão são responsáveis por mais de 80% da atração total entre as moléculas.

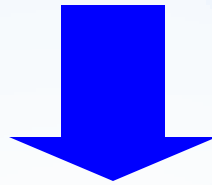
LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO



O ponto de ebulição aumenta com o aumento da massa molecular (aumento das forças de dispersão).

Exceção: H₂O

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO



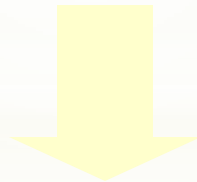
Pontos de ebulição normalmente altos.

- ✓ Características que os distingue de outras substâncias de massa molecular e polaridade análogas.

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

ÁGUA

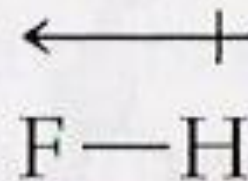
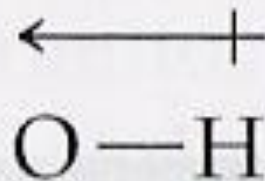
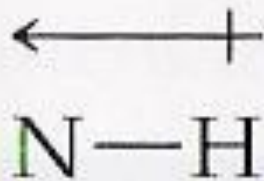
- ✓ Alto ponto de ebulição.
- ✓ Alto calor específico.
- ✓ Alto calor de vaporização.



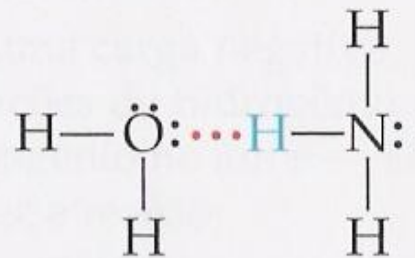
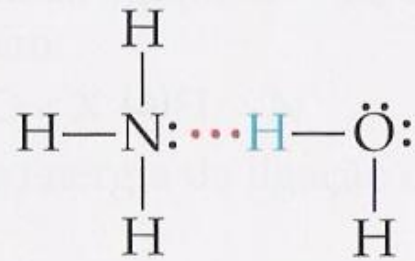
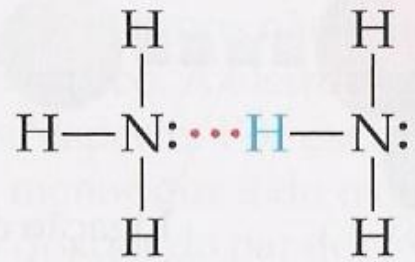
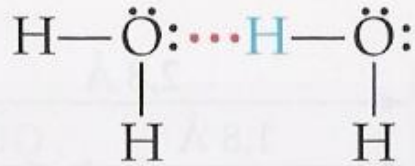
Forças intermoleculares fortes de maneira incomum.

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

É um tipo especial de atração intermolecular entre o átomo de hidrogênio em uma ligação polar (particularmente uma ligação H-F, H-O ou H-N) e um par de elétrons não compartilhado em um íon ou átomo pequeno e eletronegativo que esteja próximo (geralmente um átomo de F, O ou N em outra molécula).



LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO



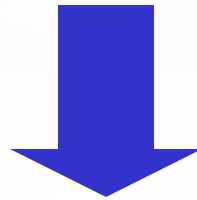
Exemplos de ligação de hidrogênio. As linha sólidas representam ligações covalentes, as linha vermelhas pontilhadas representam ligações de hidrogênio.

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

- ✓ Energias das ligações de hidrogênio:
4 kJ/mol a 25 kJ/mol ou mais.
- ✓ São muito mais fracas que as ligações químicas ordinárias.
- ✓ No entanto, as ligações de hidrogênio são geralmente mais fortes que as forças dipolo-dipolo e de dispersão.

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

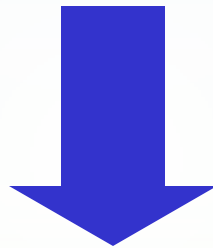
Importante papel em muitos sistemas químicos, incluindo os de significância biológica.



Por exemplo, ajudam a estabilizar as estruturas das proteínas.

COMPARANDO AS FORÇAS INTERMOLECULARES

Identificar as forças intermoleculares que atuam em certa substância.



Considerando as respectivas composição e estrutura.

COMPARANDO AS FORÇAS INTERMOLECULARES

FORÇAS DE DISPERSÃO

- ✓ São encontradas em todas as substâncias.
- ✓ A intensidade dessas forças aumenta com o aumento da massa molecular e dependem das formas moleculares.

COMPARANDO AS FORÇAS INTERMOLECULARES



FORÇAS DIPOLO-DIPLO

Adicionam-se ao efeito das forças de dispersão e são encontradas em moléculas polares.



LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO

Necessitam de átomos de H ligados a F, O ou N.

Também se adicionam aos efeitos das forças de dispersão.

COMPARANDO AS FORÇAS INTERMOLECULARES

