

Aluno:

Turma:

Data

1 Forças intermoleculares

As forças intermoleculares abrangem a interação entre moléculas e influenciam as propriedades físicas das substâncias, como ponto de fusão, ebulição e solubilidade.

As forças intermoleculares são atrações temporárias que surgem devido à distribuição desigual de cargas elétricas na superfície das moléculas. Essa distribuição desigual cria regiões positivas e negativas temporárias, resultando em uma espécie de "polaridade instantânea". Por meio do conhecimento dessas forças, os cientistas podem projetar novos materiais, entender as propriedades dos solventes e solutos em soluções e até mesmo desenvolver medicamentos mais eficazes.

São exemplos de forças intermoleculares:

- força de dipolo-dipolo;
- forças de dispersão de London;
- ligações de hidrogênio;
- forças íon-dipolo.

As forças intermoleculares são forças de atração que atuam na interação entre moléculas vizinhas e, consequentemente, exercem alterações significativas no estado físico da matéria (sólido, líquido e gasoso), pois são elas que mantêm a agregação das partículas em diferentes condições de temperatura e pressão.

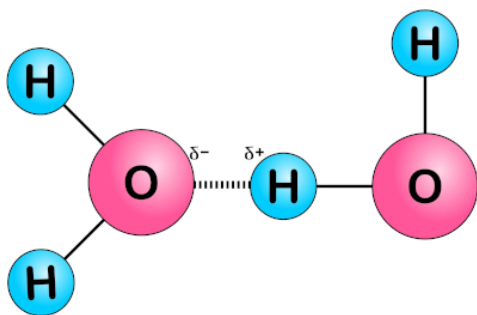


Figura 1: Ilustração de uma ligação de hidrogênio na molécula de água.

1.1 Força de dipolo-dipolo

Força de dipolo-dipolo: também conhecida como força dipolo permanente, ocorre quando moléculas polares interagem entre si. Isso acontece devido à distribuição desigual de carga elétrica na molécula, gerando uma carga parcialmente positiva (polo positivo) e uma região parcialmente negativa (polo negativo). Os polos positivos de uma molécula atraem os polos negativos de outras moléculas, criando uma ligação de dipolo-dipolo.

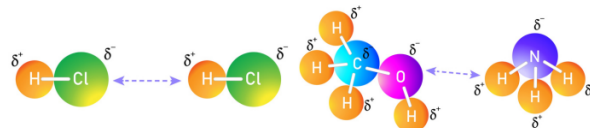


Figura 2: As moléculas de HCl e CH₃OH e NH₃ são exemplos de espécies polares que interagem por forças dipolo-dipolo.

1.2 Forças de dispersão de London

Forças de dispersão de London: também conhecidas como forças de Van der Waals, essas forças ocorrem entre todas as moléculas, sejam elas polares, sejam apolares. Elas são causadas por flutuações momentâneas na distribuição eletrônica das moléculas, criando dipolos temporários. Esse efeito é chamado de polarizabilidade e pode ser compreendido quando se imagina uma nuvem eletrônica sendo "pressionada" pela aproximação de uma molécula com uma nuvem eletrônica de maior intensidade (maior peso molecular), pois isso faz com que os elétrons da molécula menor sejam repelidos para o lado oposto, fazendo com o que seu núcleo seja atraído pela nuvem eletrônica de maior intensidade, formando-se, dessa forma, polos momentâneos.

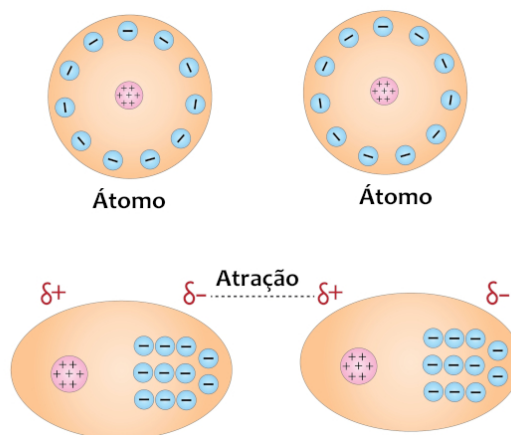


Figura 3: Esses dipolos induzidos podem interagir com outros dipolos, resultando em atração entre as moléculas.

Esse tipo de atração pode ser visualizado principalmente em moléculas apolares, como é caso do CH₄ e I₂; CO₂ e BH₃; N₂ e O₂, ilustrados abaixo:

1.3 Ligações de hidrogênio

ligações de hidrogênio: ocorrem somente quando um átomo de hidrogênio estiver ligado a um átomo de oxigênio (O), nitrogênio (N) ou flúor (F). É um caso parti-

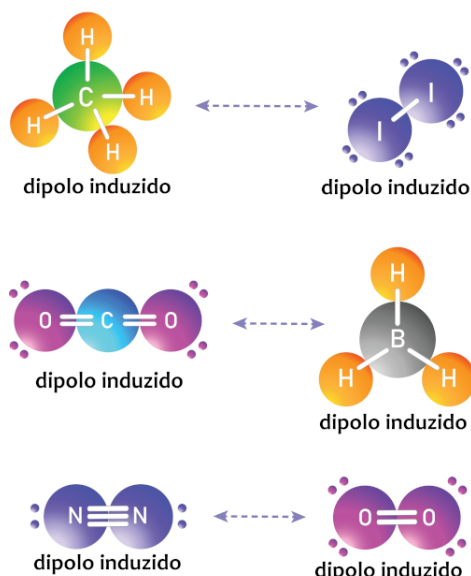


Figura 4: As forças de dispersão de London ocorrem devido à polarizabilidade das nuvens eletrônicas das moléculas.

cular de dipolo permanente, já que se trata de moléculas polares. Essa ligação é mais forte do que as forças de dipolo-dipolo e de dispersão de London, resultando em propriedades específicas, como altos pontos de ebulição e solubilidade em água.

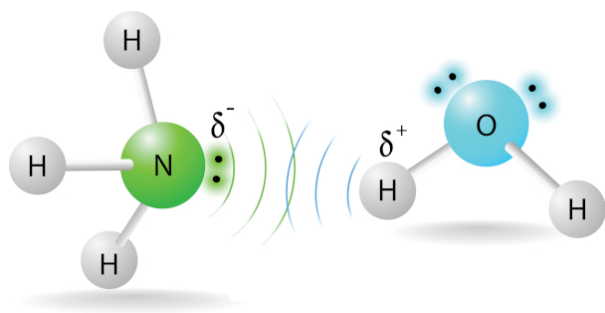
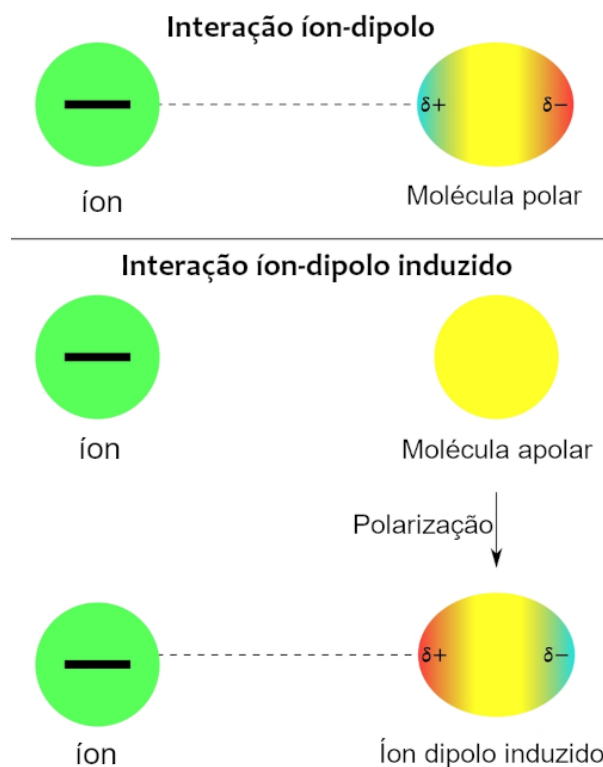


Figura 5: Ligações de hidrogênio formadas pela atração entre o hidrogênio da água (polo positivo) e o nitrogênio da amônia (negativo).

1.4 Forças íon-dipolo

Forças íon-dipolo: são interações atrativas que ocorrem entre um íon e uma molécula polar adjacente. Essas forças surgem devido à atração eletrostática entre as cargas opostas do íon e do dipolo molecular. Quando um íon se aproxima de uma molécula polar, ocorre uma atração entre as cargas opostas. O íon positivo é atraído pela região negativa do dipolo molecular, enquanto o íon negativo é atraído pela região positiva. Essa atração eletrostática resulta nas forças íon-dipolo. Além disso, pode ocorrer de um íon induzir a polarização de uma molécula apolar, nesse caso teremos uma força íon-dipolo induzido. Esses exemplos podem ser mais bem visualizados na figura abaixo:



Diante disso, percebe-se que cada tipo de interação entre moléculas é regido por diferentes tipos de forças intermoleculares, em que cada uma apresenta certa magnitude, sendo a de dispersão de London a mais fraca e a de íon-dipolo a mais forte, como é mostrado na figura abaixo.



1.5 Forças intermoleculares e o ponto de ebulição

Quanto mais fortes forem as forças intermoleculares em uma substância, maior será a energia necessária para superá-las e, conseqüentemente, maior será o ponto de ebulição da substância.

1.6 Forças intermoleculares x forças intramoleculares

As forças intermoleculares ocorrem numa magnitude e proporção diferentes das forças intramoleculares. Uma vez que intermoleculares, como já foi dito, são as forças que atuam entre moléculas vizinhas, as forças intramoleculares atuam no interior da molécula, ou seja, são as forças que mantêm os átomos da molécula unidos, caracterizando, assim, determinada substância. As principais diferenças entre elas são destacadas na tabela abaixo.

	Forças intermoleculares	Forças intramoleculares
Escala de atuação	Entre moléculas vizinhas	Dentro da molécula
Magnitude da força	Mais fracas, pois determinam agregação das moléculas.	Mais fortes, pois mantêm os átomos unidos para formar uma substância.
Natureza	Contribuem nas propriedades físicas das substâncias.	Contribuem na estabilidade e reatividade química.

2 Exercícios

1 (1.00) (FUVEST) Considere as moléculas de H_2O , CO_2 e NH_3 . Assinale a alternativa que apresenta corretamente a polaridade dessas moléculas, respectivamente.

- (a) H_2O é polar, CO_2 é apolar, NH_3 é polar.
- (b) H_2O é apolar, CO_2 é polar, NH_3 é polar.
- (c) H_2O é apolar, CO_2 é polar, NH_3 é apolar.
- (d) H_2O é polar, CO_2 é polar, NH_3 é apolar.
- (e) H_2O é apolar, CO_2 é apolar, NH_3 é polar.

2 (UNICAMP) Entre as forças intermoleculares abaixo, qual é a mais intensa?

- (a) Dipolo induzido-dipolo induzido
- (b) Dipolo permanente-dipolo permanente
- (c) Ligações de hidrogênio
- (d) Forças de London
- (e) Interações íon-dipolo

3 (UFSC) A molécula de metano (CH_4) é considerada apolar. Isso ocorre porque:

- (a) Possui apenas ligações apolares.
- (b) Tem elétrons livres no átomo central.
- (c) Forma ligações de hidrogênio com a água.
- (d) Apresenta alta eletronegatividade do carbono.
- (e) Apresenta geometria tetraédrica que cancela os dipolos.

4 (ENEM) As moléculas de água apresentam ligações de hidrogênio entre si. Essas interações ocorrem devido:

- (a) À elevada massa molecular da água.
- (b) À polaridade da ligação O-H e pares de elétrons no oxigênio.
- (c) À apolaridade da molécula de água.
- (d) À presença de íons dissolvidos.
- (e) Ao alto ponto de ebulição da água.

5 (PUC-RIO) Qual das substâncias a seguir apresenta somente interações dipolo induzido-dipolo induzido?

- (a) H_2O
- (b) CO_2
- (c) CH_3Cl
- (d) NH_3
- (e) HF

6 (UNESP) Entre as moléculas a seguir, qual apresenta geometria angular e é polar?

- (a) CO_2
- (b) BeCl_2
- (c) BF_3
- (d) H_2O
- (e) CH_4

7 (UFRGS) A polaridade de uma molécula depende:

- (a) Apenas das massas molares dos átomos.
- (b) Do número de ligações duplas.
- (c) Apenas da presença de oxigênio na molécula.
- (d) Da densidade da substância.
- (e) Da eletronegatividade e da geometria molecular.

8 (UFPR) Entre as alternativas, qual apresenta uma substância que pode formar ligações de hidrogênio entre suas moléculas?

- (a) CH_4
- (b) HCl
- (c) NH_3
- (d) CO_2
- (e) CCl_4

9 (UERJ) Assinale a alternativa correta sobre a força intermolecular predominante no gás oxigênio (O_2):

- (a) Dipolo permanente
- (b) Ligação de hidrogênio
- (c) Dipolo induzido-dipolo induzido
- (d) Força iônica
- (e) Dipolo-dipolo

10 (FATEC) A molécula de CO_2 é considerada apolar porque:

- (a) Possui ligações apolares e geometria angular.
- (b) Possui ligações polares, mas a geometria linear cancela os vetores de dipolo.
- (c) Tem pares de elétrons livres no carbono.
- (d) Apresenta geometria tetraédrica simétrica.
- (e) Tem átomos com igual eletronegatividade.

11 (IFSP) Qual das opções abaixo apresenta moléculas que são polares?

- (a) CO_2 , CH_4 , CCl_4
- (b) NH_3 , H_2O , HCl
- (c) O_2 , N_2 , CH_4
- (d) BF_3 , CO_2 , CCl_4
- (e) CH_4 , CF_4 , CO_2

12 (UNIRIO) As interações de Van der Waals incluem:

- (a) Apenas ligações iônicas.
- (b) Ligações de hidrogênio.
- (c) Dipolo-dipolo e dipolo induzido.
- (d) Interações entre íons e moléculas polares.
- (e) Ligações metálicas.

13 (UFU) Assinale a alternativa que apresenta corretamente a relação entre ponto de ebulição e força intermolecular:

- (a) Quanto menor a força intermolecular, maior o ponto de ebulição.
- (b) Forças intermoleculares não influenciam o ponto de ebulição.
- (c) Substâncias com ligações de hidrogênio apresentam altos pontos de ebulição.
- (d) O ponto de ebulição é determinado exclusivamente pela massa molar.
- (e) O ponto de ebulição depende apenas da polaridade.

14 (UEMA) A molécula de HCl apresenta que tipo de interação intermolecular?

- (a) Dipolo induzido
- (b) Ligação de hidrogênio
- (c) Interação iônica
- (d) Dipolo permanente
- (e) Forças de London

15 (UFMS) Entre as moléculas listadas, qual apresenta ligações de hidrogênio como principal interação intermolecular?

- (a) CH_3CH_3
- (b) CH_4
- (c) H_2O
- (d) CO_2
- (e) H_2

16 (UFRJ) Qual alternativa contém apenas moléculas apolares?

- (a) H_2O , NH_3 , HF
- (b) CH_4 , CO_2 , CCl_4
- (c) HCl , SO_2 , NO_2
- (d) NH_3 , CH_3OH , H_2O
- (e) H_2O , CH_4 , HCl

17 (IFRJ) As forças de London são mais significativas em:

- (a) Moléculas polares pequenas
- (b) Íons em solução aquosa
- (c) Moléculas apolares e de grande massa molecular
- (d) Compostos iônicos
- (e) Solventes polares

18 (UFPE) A molécula de etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) pode formar:

- (a) Apenas interações dipolo induzido
- (b) Ligações de hidrogênio entre as moléculas
- (c) Ligações covalentes com a água
- (d) Somente interações de Van der Waals
- (e) Ligações iônicas em solução

19 (UFTM) Entre as substâncias a seguir, qual apresenta forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo?

- (a) N_2
- (b) HCl
- (c) CH_4
- (d) O_2
- (e) CCl_4

20 (UERN) A polaridade de uma molécula influencia diretamente:

- (a) Seu ponto de fusão, mas não o de ebulição.
- (b) Sua solubilidade em solventes polares ou apolares.
- (c) Apenas sua densidade.
- (d) O número de prótons dos seus átomos.
- (e) Sua radioatividade.