

QUÍMICA

MODULO 3 QUÍMICA ORGÂNICA

CAPÍTULO 3.4 PROPRIEDADES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS



PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Algumas propriedades físicas dos compostos orgânicos podem ser previstas com o conhecimento da polaridade da molécula e pelo tamanho da cadeia carbônica. São exemplos dessas propriedades os pontos de fusão e de ebulição, bem como a solubilidade do composto em um dado solvente. Quanto maior a polaridade da molécula, maior é a força de atração entre os grupos funcionais, nas fases sólida e líquida. Quanto maior a polaridade da molécula, maior é a força de atração entre os grupos funcionais nas fases sólida e líquida. O tamanho da cadeia, por sua vez, permite comparar as forças de London, ou seja, quanto mais extensa for a cadeia, maior será a atração por dipolos induzidos entre essas moléculas.

Relembramos aqui que há três tipos de forças intermoleculares, todas de natureza elétrica, e que atuam somente em curtas distâncias. Por esse motivo, elas não aparecem quando a substância se encontra na fase gasosa. As forças de atração são dos seguintes tipos: **(a)** através de dipolos induzidos (também chamadas forças de London); **(b)** por dipolos permanentes, e **(c)** por ligações, ou pontes, de hidrogênio. Todas elas recebem a denominação genérica de “**Forças de van der Waals**”.

Comparativamente, as atrações do tipo **(a)** são as mais fracas, e ocorrem em quase todas as substâncias orgânicas, nos trechos onde a cadeia é apolar. As forças do tipo **(b)**, conhecidas como atração dipolo-dipolo, são um pouco mais fortes do que as forças de London, e ocorrem nas regiões onde a molécula é polar e, finalmente, a atração do tipo **(c)** que é a mais forte entre as três, que existe nos casos de a molécula polar apresentar o átomo de hidrogênio posicionado entre um átomo muito eletronegativo (F, O, N) **da molécula observada** e outro átomo muito eletronegativo **de uma molécula próxima** (igualmente F, O, N) que pode ser igual ou diferente da observada (Lembre álcoois, amins, amidas e ácidos carboxílicos). As forças do tipo **(b)**, conhecidas como atração dipolo-dipolo, são um pouco mais fortes do que as forças de London, e ocorrem nas regiões onde a molécula é polar e, finalmente, a atração do tipo **(c)** que é a mais forte entre as três, que existe nos casos de a molécula polar apresentar o átomo de hidrogênio posicionado entre um átomo muito eletronegativo (F, O, N) **da molécula observada** e outro átomo muito eletronegativo **de uma molécula vizinha** (igualmente F, O, N) que pode ser igual ou diferente daquele anterior (Lembre álcoois, amins, amidas e ácidos carboxílicos).

Embora as forças intermoleculares sejam muito importantes para explicar as propriedades dos compostos orgânicos,

devemos advertir que elas são bem **mais fracas** do que as das ligações covalentes que ocorrem entre os átomos da própria molécula.

★ PONTOS DE FUSÃO E DE EBULIÇÃO

Os pontos normais de fusão e de ebulição dos compostos orgânicos (moleculares) são geralmente baixos quando comparados aos dos compostos iônicos inorgânicos. Nos compostos iônicos, as atrações entre os íons são muito fortes, o que torna difícil a separação entre eles pelo fornecimento de calor. Nos compostos orgânicos, ao contrário, as forças atrativas entre as moléculas são bem mais fracas, de modo que o afastamento entre elas não requer muita energia. Essa comparação de forças explica por que, em temperatura ambiente, os compostos orgânicos podem ser encontrados nos três estados físicos da matéria. Quando a molécula é pequena, a substância é geralmente um gás, e quando ela é grande, é encontrada como um sólido. Numa faixa intermediária de tamanho, a substância está na fase líquida. Os compostos iônicos, tais como os sais, os óxidos metálicos e os hidróxidos metálicos, são todos sólidos nas condições ambientais.

Em resumo, os pontos de fusão e de ebulição dos compostos orgânicos dependem do tamanho da cadeia carbônica e o do tipo da força intermolecular, como mostram os dois esquemas abaixo:

Quanto maior a intensidade das forças intermoleculares, para cadeias carbônicas de tamanhos comparáveis



Maior a energia necessária para a mudança de estado físico



Maiores os P.F. e P.E.

Quanto maior o tamanho da cadeia carbônica, para um mesmo tipo de força intermolecular



Maior a superfície de contato entre as moléculas



Maiores os P.F. e P.E.

DIPOLO INDUZIDO - DIPOLO INDUZIDO

DIPOLO - DIPOLO
(DIPOLO PERMANENTE)

LIGAÇÕES (PONTES)
DE HIDROGÊNIO

AUMENTA
INTENSIDADE DA FORÇA

Dipolo induzido-dipolo induzido	Dipolo-dipolo	Pontes de hidrogênio
hidrocarboneto (RH)	aldeído $R-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown H \end{matrix}$ cetona $R-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown R \end{matrix}$ haletos $R-X$	álcool $R-OH$ ácido carboxílico $R-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OH \end{matrix}$ aminas $R-NH_2$

USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química. São Paulo: Saraiva, 2002.*

Os hidrocarbonetos (gás natural, petróleo e derivados) e os ésteres de grande massa molar (óleos e gorduras vegetais e animais, e também as ceras) são considerados compostos de **baixa polaridade**. As forças intermoleculares que agem aqui são do tipo dipolo induzido e, portanto, muito fracas. Para os compostos desse grupo, as temperaturas de fusão e de ebulição, bem como as densidades, crescem regularmente quando a cadeia carbônica aumenta.

Quando se comparam propriedades físicas de moléculas apolares com o mesmo número de átomos de carbono e o mesmo grau de saturação, a de cadeia **mais ramificada** corresponde à substância com os **menores** pontos de fusão e ebulição (pela menor área de contato). Para moléculas de mesmo tamanho e diferentes graus de saturação, o **mais insaturado** (devido às repulsões eletrônicas) mostra **menores** pontos de fusão e de ebulição.

As demais funções orgânicas podem ser classificadas em outros dois grupos: **Compostos Medianamente Polares** e **Compostos Muito Polares**.

O grupo de compostos **com polaridade média** inclui, entre outros, os éteres, os aldeídos, as cetonas e os ésteres de pequenas massas molares. Quando seus pontos de fusão e de ebulição são comparados com os dos compostos apolares de massas molares próximas, eles mostram maiores valores. As forças intermoleculares entre moléculas medianamente polares são do tipo dipolo permanente (nos locais de polarização acentuada) e, também, por dipolo induzido (na região onde a polarização é praticamente nula como, por exemplo, ao longo da cadeia carbônica).

O grupo de compostos **muito polares** inclui os álcoois, as aminas, os ácidos carboxílicos e as amidas. As ligações de hidrogênio ocorrem entre as moléculas nas fases sólida e líquida (por causa dos grupos funcionais que apresentam), além de atrações por dipolos induzidos ao longo da cadeia. Comparativamente aos compostos dos grupos anteriores com o mesmo tamanho da cadeia, os **muito polares** têm pontos de fusão e de ebulição mais elevados.

NÃO ESQUECER QUE:

1. Os hidrocarbonetos, os óleos, as gorduras e as ceras são apolares. Os compostos das demais funções mostram polaridades variadas.
2. Os álcoois, as aminas, os ácidos carboxílicos, as amidas, os aminoácidos e os carboidratos são bastante polares e apresentam pontes de hidrogênio com a água e/ou entre suas moléculas.
3. Quanto mais polarizada for a substância orgânica e menor a sua cadeia carbônica, melhor a sua solubilidade na água. O etanol é uma molécula polar que tem uma pequena cadeia apolar. Essa característica ajuda o etanol a dissolver substâncias polares e apolares. Isso explica por que o álcool se dissolve tanto na água quanto na gasolina.

Existem substâncias que apresentam mais de uma função orgânica e que mostram grande polaridade, tais como os aminoácidos (carboxila e amina) e vários carboidratos (álcool-aldeído e álcool-cetona).

★ SOLUBILIDADES

A solubilidade de um composto orgânico num dado solvente depende das forças intermoleculares que atuam tanto no soluto quanto no solvente. Quando o soluto e o solvente apresentam o mesmo tipo de força intermolecular, a dissolução ocorre com relativa facilidade. Generalizando:

“Semelhante dissolve semelhante”

Solutos apolares se dissolvem em solventes apolares, e solutos polares se dissolvem em solventes polares.

Os compostos **apolares** praticamente não se dissolvem na água. Entretanto, se dissolvem em solventes **apolares** como os líquidos benzeno, tolueno, hexano, heptano e tetracloreto de carbono, além de misturas de solventes como a gasolina, o querosene etc.

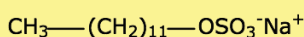
Os compostos **polares** de pequenas cadeias carbônicas se dissolvem na água, mas a solubilidade vai diminuindo à medida que aumenta o tamanho da molécula. Entre dois compostos polares de massas moleculares próximas, o mais polar (álcool, ácido, amina...) se dissolve melhor na água do que aquele que tem polaridade média (aldeído, éter, cetona...). Os mais polares (álcool, ácido, aminas primárias e secundárias...), quando estão puros, mostram pontes de hidrogênio entre as moléculas, enquanto que os de polaridade média não têm a estrutura necessária para isso.

Álcool	Solubilidade em água (g/100 g de H ₂ O a 25 °C)
H ₃ C - OH	infinita
H ₃ C - CH ₂ - OH	infinita
H ₃ C - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - OH	2,4
H ₃ C - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - OH	0,6

USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química. São Paulo: Saraiva, 2002.*

A vez dos detergentes

Os inconvenientes que acabamos de expor foram superados em parte pelos detergentes. Os mais comuns são constituídos por sais de sódio de sulfatos de alquilas de cadeia longa ou de ácidos sulfônicos também de cadeia longa. Por exemplo:

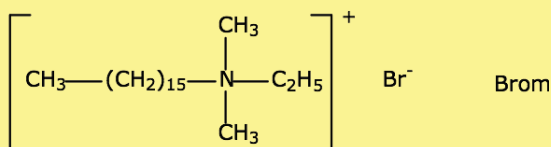


Lauril-sulfato
(É um sulfato)



p-dodecil-ben
(É um sulfona)

Esse tipo de detergente é chamado de **aniônico**, pois a parte orgânica está situada no ânion do composto. Existem também os detergentes **catiônicos**, em que a situação se inverte, como, por exemplo:



FELTRE, R. Química. São Paulo: Moderna, 2004.

QUESTÕES ORIENTADAS

QUESTÃO 01

Cinco frascos de reagentes, numerados de 1 a 5, contêm líquidos de fórmula geral $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, em que $5 \leq n \leq 9$. Sabe-se que os compostos apresentam cadeia normal e que os pontos de ebulição são dados abaixo.

Frascos	Pontos de ebulição (°C)
1	36
2	151
3	98
4	126
5	69

Com essas informações, pede-se

- identificação de cada hidrocarboneto.
- as fórmulas estruturais planas.
- o tipo de força intermolecular nessas substâncias.

QUESTÃO 02

O petróleo, na forma em que é extraído, não apresenta praticamente aplicação comercial, sendo necessária a sua

separação em diferentes frações. A separação dessas frações é realizada considerando o fato de que cada uma delas apresenta uma faixa de pontos de ebulição característica.

Indicar as cinco principais frações da destilação do petróleo e estabelecer a ordem de vaporização da faixa de temperaturas mais baixa até a mais alta.

QUESTÃO 03

O amendoim é uma planta originária da América do Sul. Sua importância econômica está relacionada ao fato de as sementes possuírem sabor agradável e serem ricas em óleo, proteínas, carboidratos, sais minerais e vitaminas. Os ácidos graxos insaturados presentes no amendoim, ainda servem de veículo de transporte para a vitamina E, porque ela é lipossolúvel. Os ácidos graxos insaturados dos óleos presentes no amendoim servem de veículo para o transporte de vitamina E, uma vez que a vitamina é lipossolúvel.

Explique, em linhas gerais, porque os ácidos graxos insaturados dissolvem a vitamina E.

QUESTÃO 04

O etanol se mistura com a água em qualquer proporção. Outra característica desse álcool é a de apresentar uma parte apolar em sua molécula e, por isso, ele também dissolve alguns solutos apolares. Dados os álcoois:

- butan-2-ol;
- hexan-1-ol;
- propano-2-ol;
- octan-2-ol.

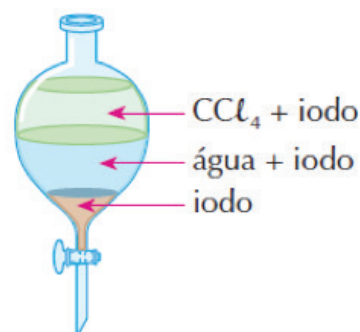
Indique a ordem de solubilidade dos álcoois na água do mais solúvel até o menos solúvel e justifique a sua sequência.

QUESTÃO 05

Propriedades de algumas substâncias:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Solubilidade (g/100 cm ³) a 25°C		Densidade (g/cm ³) a 25°C
		em água	em CCl ₄	
CCl ₄	-23,0	≅ 0	-	1,59
Iodo	113,5	0,03	2,90	4,93
Água	0,0	-	≅ 0	1,00


A 25°C, 3,00 g de iodo, 70 cm³ de água e 50 cm³ de CCl₄ são colocados em um funil de separação. Após agitação e repouso, a análise dos dados da tabela permite mostrar algumas fases na mistura. Julgue se a figura abaixo representa a situação observada. Se for o caso, mostre como seria a figura correta.



★ ACIDEZ E BASICIDADE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

CARÁTER ÁCIDO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Na Química Orgânica, existem algumas funções com caráter ácido. As principais são os ácidos sulfônicos, os ácidos carboxílicos e os fenóis. Alguns autores incluem também os álcoois, embora eles sejam ácidos mais fracos do que a própria água.

Ácido	CH ₃ CH ₂ OH	H ₂ O		CH ₃ COOH	CH ₃ SO ₃ H
Constante de Ionização	1,0 × 10 ¹⁶	1,0 × 10 ¹⁴	1,3 × 10 ¹⁰	1,8 × 10 ⁵	≈ 10 ²

O caráter ácido é dado pela maior ou menor facilidade da saída(doação) do cátion hidrogênio (H⁺) do grupo funcional da molécula orgânica. Essa facilidade pode ser alterada pela substituição de átomos de hidrogênio próximos ao grupo funcional, por átomos ou grupos que pertencem a dois grupos: os elétron-atraentes e os elétron-repelentes:

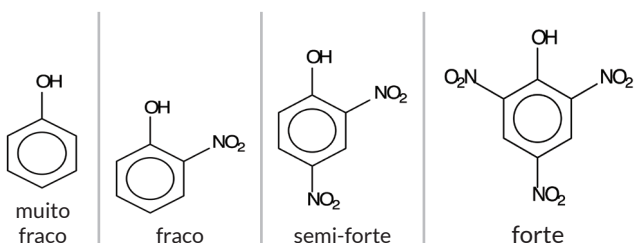
a) grupos elétron-atraentes – aumentam a acidez (facilitam a saída do hidrogênio ionizável).
Exemplos.: –NO₂ > –F > –Cl > –Br > –I

b) grupos elétron-repelentes – diminuem a acidez (dificultam a saída do hidrogênio ionizável).
Exemplos.: CH₃–, CH₃–CH₂–, etc.

Os dois quadros comparativos abaixo mostram a influência do grupo elétron-atraente, que aumenta a força do ácido:

$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>ác. acético</p> <p>$K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ (muito fraco)</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{a}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>ác. cloro-acético</p> <p>$K_a = 1,4 \times 10^{-3}$ (semi-fraco)</p>
$\begin{array}{c} \text{a} \\ \\ \text{a}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>ác. dicloro-acético</p> <p>$K_a = 3,3 \times 10^{-2}$ (semi-forte)</p>	$\begin{array}{c} \text{a} \\ \\ \text{a}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{a} \end{array}$ <p>ác. tricloro-acético</p> <p>$K_a = 2,3 \times 10^{-1}$ (forte)</p>

Efeito do grupo elétron-atraente no caráter ácido do ácido acético



Efeito do grupo elétron-atraente no caráter ácido do hidróxibenzeno (fenol)

O grupo elétron-repelente (geralmente alquil ou aril) diminui a força do ácido:

HCOOH ác. fórmico	$K_a = 1,8 \times 10^{-4}$	CH ₃ COOH ác. acético	$K_a = 1,8 \times 10^{-5}$	CH ₃ CH ₂ COOH ác. propiônico	$K_a = 1,34 \times 10^{-5}$
----------------------	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--	-----------------------------

Efeito do grupo elétron-atraente no caráter ácido dos ácidos carboxílicos

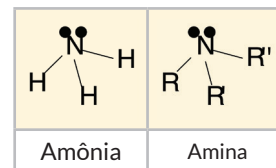
De um modo geral, na reação que envolve um ácido orgânico com uma base permite produzir um ácido mais fraco que aparece no segundo membro. No esquema dado a seguir o ácido à esquerda pode formar o(s) ácido(s) à direita. O inverso não acontece.

Ácido sulfônico	>	Ácido carboxílico	>	Ácido carbônico	>	Fenol	>	Hidrogenocarbonato
(R-SO ₃ H)		(R-COOH)		(H ₂ CO ₃)		(Ar-OH)		HCO ₃ ⁻
Ácido forte		$K_a \approx 10^{-5}$		$K_a \approx 10^{-7}$		$K_a \approx 10^{-10}$		$K_a \approx 10^{-11}$

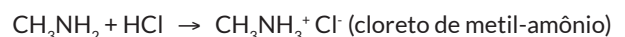
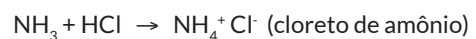
Por exemplo, um ácido sulfônico pode produzir ácidos carboxílicos, ácido carbônico, fenóis e bicarbonatos porque ele é ácido mais forte do que as espécies ácidas produzidas. Por sua vez, um ácido carboxílico pode produzir o ácido carbônico, fenóis e bicarbonatos, mas não pode produzir ácido sulfônico, porque este ácido é mais forte do que ele. Um fenol pode produzir bicarbonatos, mas não pode produzir ácido carbônico, ou ácido carboxílicos, ou ácidos sulfônicos, porque esses ácidos são mais fortes do que ele.

CARÁTER BÁSICO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

As principais bases orgânicas são as aminas, pois seu grupo funcional pode receber prótons (H⁺). O caráter básico dessas substâncias se deve ao par eletrônico livre que existe no átomo de nitrogênio. Veja no quadro abaixo a semelhança entre a molécula de amônia e a molécula de uma amina. Elas são bases tanto pelo conceito de Lewis, quanto pelo conceito de Bronsted-Lowry.



Exemplos:



As aminas alifáticas primárias são bases um pouco mais fortes do que a amônia, pois o grupo alquila “empurra elétrons” (elétron-repelente) para o grupo amina, afastando um pouco o par não ligante do nitrogênio e facilitando a entrada do cátion hidrogênio. As aminas alifáticas secundárias, tendo dois grupos alquilas, são bases ainda mais fortes do que as primárias devido a maior repulsão do par não ligante. As aminas terciárias, entretanto, são bases mais fracas do que as primárias porque os três grupos alquil, que ficam ao redor do nitrogênio, deixam pouco espaço para a entrada do íon H⁺. Esse fato é conhecido como impedimento estérico, ou impedimento espacial.

As aminas aromáticas são bases fraquíssimas, pois o par não ligante do nitrogênio tende a entrar em ressonância com os elétrons do anel benzênico e, assim, ele fica pouco disponível para aceitar o H^+ .

Amina Aromática

Amônia (NH_3)

Amina Terciária

Amina Primária

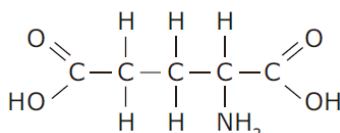
Amina Secundária

CARÁTER BÁSICO

QUESTÕES ORIENTADAS

QUESTÃO 06

Um produto comercial utilizado para realçar o sabor dos alimentos é derivado da seguinte substância:

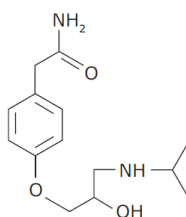


Considerando a estrutura anterior, responda:

- Quais as funções químicas presentes?
- Qual o tipo de isomeria que nela ocorre?
- Qual o grupo funcional presente que tem maior caráter básico e qual o que tem maior caráter ácido?

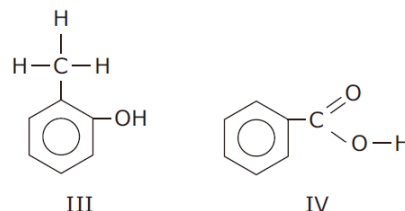
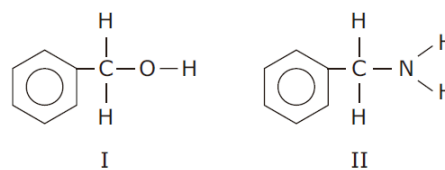
QUESTÃO 07

A ternomina (IV) é uma droga utilizada no tratamento da pressão sanguínea alta. Ela atua seletivamente no coração. Baseando-se na estrutura dada a seguir, responda aos itens.



- EXPLIQUE** o comportamento da ternomina frente à luz polarizada.
- COMENTE** sobre a possibilidade ou não da existência de ligações de hidrogênio do tipo intramolecular.
- Qual dos grupos "amino" apresenta maior basicidade? **JUSTIFIQUE** sua resposta.
- Além da função amina, quais as outras três funções presentes?

QUESTÃO 08



De acordo com a teoria Ácido-base de Brønsted-Lowry, "ácido é toda substância capaz de ceder prótons (H^+)". Assim, observando série de compostos orgânicos anteriores, estabeleça a ordem decrescente de acidez é.

QUESTÃO 09

Acidez e basicidade são propriedades importantes nas reações orgânicas. Considerando-se os efeitos eletrônicos, **DETERMINE** no conjunto A qual é o composto mais ácido e no conjunto B qual é o composto mais básico. **JUSTIFIQUE** a sua resposta.

Conjunto A: $H_3C-COOH$; $ClCH_2-COOH$; $Cl_2CH-COOH$

Conjunto B: NH_3 ; H_2NCH_3 ; $(H_3C)_2NH$

QUESTÃO 10

Na coluna A abaixo estão relacionados 4 compostos orgânicos e na coluna B, valores de K_a . Estabeleça a relação correta entre as duas colunas.

Coluna A

- (1) Ácido 4-nitrobenzoico
- (2) Ácido benzoico
- (3) Fenol
- (4) 4-metilfenol

Coluna B

- (a) $1,3 \times 10^{-10}$
- (b) $6,5 \times 10^{-11}$
- (c) $6,3 \times 10^{-5}$
- (d) $3,8 \times 10^{-4}$

REVISÃO NA PLATAFORMA

AULAS 10

3 QUÍMICA ORGÂNICA
3.4. Propriedades dos compostos orgânicos



APOSTILAS: 1 resumo + 15 questões

EXERCÍCIOS ONLINE: 30 questões

CAIU NO ENEM: 22 questões

CAIU NA CONSULTEC + STRIX: 39 questões