

Propriedades físicas dos compostos orgânicos

Resumo

Neste módulo estudaremos as principais propriedades físicas dos compostos orgânicos.

Ponto de fusão e ebulição dos compostos orgânicos

Interações Intermoleculares

As forças intermoleculares são as forças que ocorrem entre uma molécula e a molécula vizinha. Durante uma mudança de estado físico ocorre o afastamento ou a aproximação entre essas moléculas, rompendo ou formando ligações intermoleculares. As forças intermoleculares podem ser do tipo: Dipolo induzido, Dipolo-dipolo ou ligação de hidrogênio. Quanto mais fortes forem as forças intermoleculares entre as moléculas, mais será o ponto de fusão e ebulição da substância, pois mais difícil será de afastar uma molécula da sua molécula vizinha.

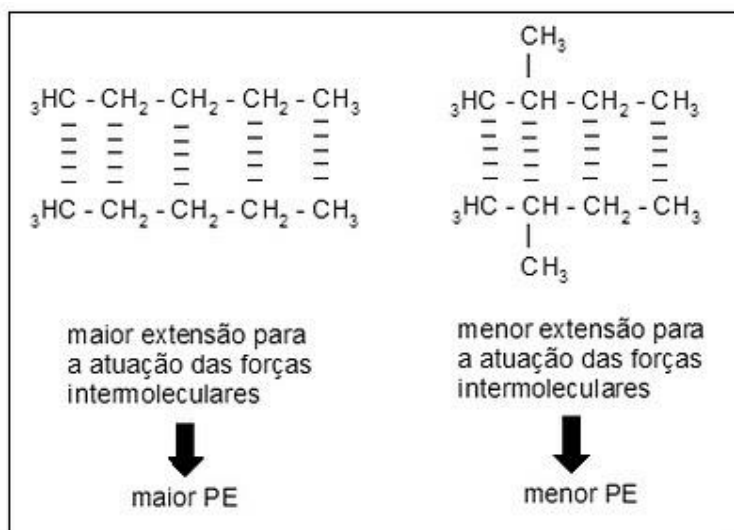
Ex.:

	Massa Molecular	Força Intermolecular	PE	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ propano	44	dipolo induzido	-45°C	forças intermoleculares mais fortes aumentam o de ebulição.
CH_3OCH_3 éter metílico	46	dipolo-dipolo	-25°C	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ etanol	46	ligação de hidrogênio	78°C	

PSIU!

Os hidrocarbonetos ramificados possuem menor extensão para ação das forças intermoleculares, portanto para hidrocarbonetos de mesma fórmula molecular, os menos ramificados possuem maior ponto de ebulição.

Ex.: C_5H_{12}



Veja que o hidrocarboneto ramificado possui menor ponto de ebulição que o hidrocarboneto não ramificado de mesma fórmula molecular.

Massa molar

Quanto maior for a massa molar do composto, maior será o seu ponto de ebulição.

Substância	Temperaturas de fusão (TF) e ebulição (TE) de alguns alcanos			
	Fórmula	Massa molar	TF	TE
Metano	CH ₄	16 g/mol	-182°C	-161 °C
Etano	C ₂ H ₆	30g/mol	-183°C	-87 °C
Propano	C ₃ H ₈	44g/mol	-188°C	-42 °C
Butano	C ₄ H ₁₀	58g/mol	-138 °C	-0,5 °C
Pentano	C ₅ H ₁₂	72 g/mol	-130 °C	36 °C
Hexano	C ₆ H ₁₄	86g/mol	-95 °C	69 °C
Heptano	C ₇ H ₁₆	100g/mol	-91 °C	98 °C
Octano	C ₈ H ₁₈	114 g/mol	-57 °C	125 °C
Nonano	C ₉ H ₂₀	128 g/mol	-54 °C	150 °C

Ex.:

Comparando o ponto de ebulição dos alcanos não ramificados com 1 e 3 carbonos, com base na tabela acima, indique quem possui o maior ponto de ebulição.

Com base na tabela e nas respectivas massas molares, o C₃H₈ possui o ponto de ebulição maior que o CH₄.

PSIU!

Quando comparamos os pontos de ebulição de hidrocarbonetos, por todos serem apolares e fazerem ligações de dipolo induzido, a massa molar será o fator decisivo para determinar quem possui maior ponto de ebulição.

Solubilidade dos compostos orgânicos

A solubilidade dos compostos orgânicos deve ser analisada a partir da polaridade e/ou apolaridade exercida pela sua estrutura molecular.

Substância		Solubilidade (g/100g de solvente)	
Nome	Fórmula condensada	Água*	Hexano
		polar	apolar
Metanol	<u>CH₃</u> <u>OH</u>	Infinito	3,8
Etanol	<u>CH₃CH₂</u> <u>OH</u>	Infinito	Infinito
Propanol	<u>CH₃CH₂CH₂</u> <u>OH</u>	Infinito	Infinito
<i>n</i> -Butanol	<u>CH₃CH₂CH₂CH₂</u> <u>OH</u>	7,9	Infinito
<i>n</i> -Pentanol	<u>CH₃CH₂CH₂CH₂CH₂</u> <u>OH</u>	2,3	Infinito
<i>n</i> -Hexanol	<u>CH₃CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂</u> <u>OH</u>	0,6	Infinito
<i>n</i> -Heptanol	<u>CH₃CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂</u> <u>OH</u>	0,2	Infinito

Legenda:

parte polar

parte apolar

* em g de álcool / 100 g de solvente a 20 °C; Infinito indica que a substância é completamente miscível no solvente.

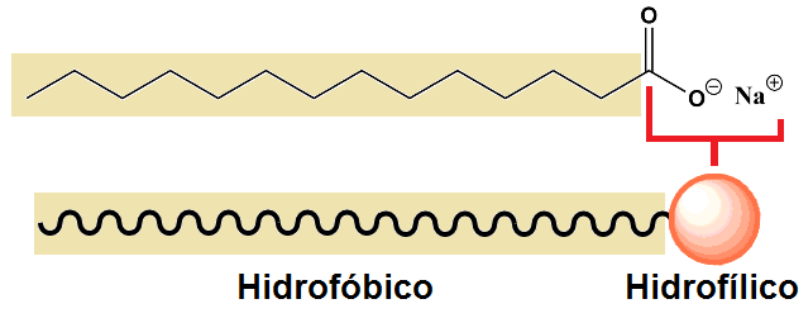
Sendo assim, é possível visualizar que com o aumento da parte apolar do hidrocarboneto há o aumento da solubilidade em hexano, que é um composto apolar. E a diminuição da solubilidade em água, que é um composto polar.

Vale lembrar, que o aumento da quantidade de hidroxilas (-OH), elevaria a polaridade da molécula, aumentando a solubilidade em água e diminuindo a solubilidade em hexano.

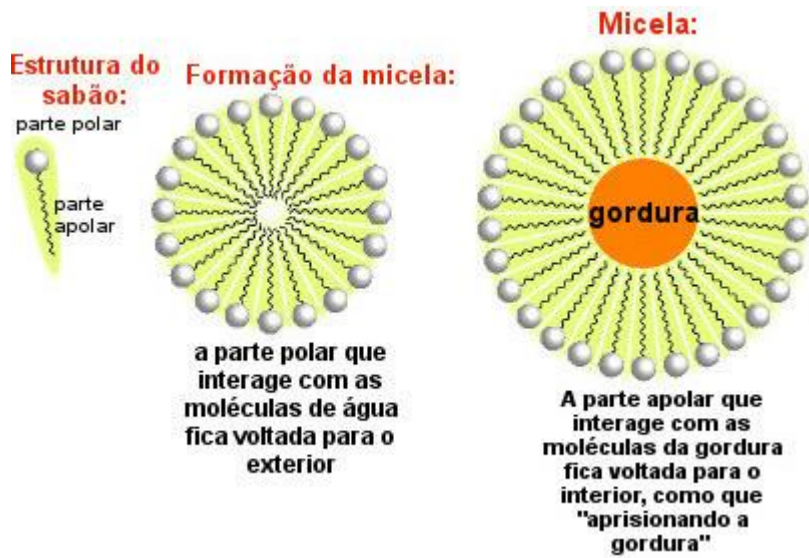
PSIU!

Existem compostos orgânicos conhecidos como anfifílicos, são compostos que possuem tanto caráter polar quanto caráter apolar, ou seja, elas se solubilizam em compostos polares e apolares. Um ótimo exemplo dessas moléculas são os sabões. Os sabões são composto anfifílicos que conseguem se misturar tanto a água, quanto em gordura, sendo assim um ótimo agente de limpeza.

Veja a molécula dos sabões e as suas interações anfifílicas:

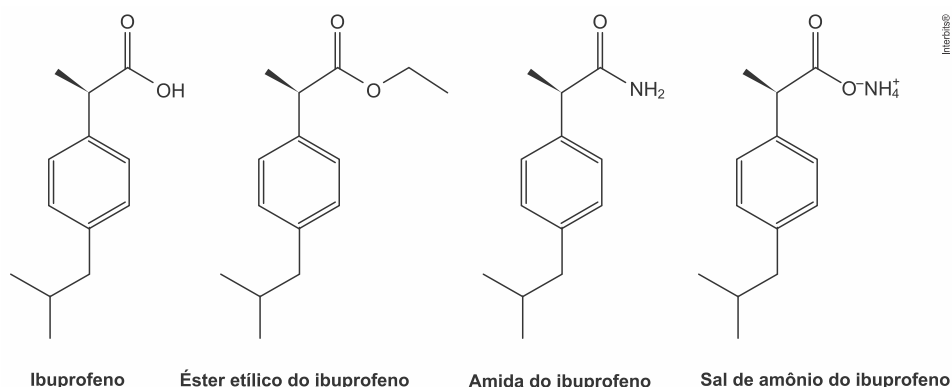


Estrutura do sabão:



Exercícios

1.



O ibuprofeno é um dos nomes do fármaco pertencente ao grupo dos anti-inflamatórios não esteroides, com nome sistemático ácido 2-(4-isobutilfenil) propanoico.

Sobre o ibuprofeno, é correto afirmar:

- Dissolve totalmente em água, quando misturado a este solvente, em qualquer proporção.
- Solubiliza em soluções de hidróxidos de metais alcalinos, devido ao hidrogênio ácido do grupo carboxila.
- Apresenta dois carbonos sp^3 classificados como quirais, por estarem ligados a quatro substituintes diferentes.
- Não solubiliza em metanol devido às interações intermoleculares muito fortes entre as moléculas deste solvente.
- Formam-se ligações de hidrogênio intramoleculares entre o grupo carboxila e o carbono em posição *orto* a este grupo substituinte, no anel aromático.

2. Considere os seguintes álcoois:

- $CH_3 - OH$
- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$
- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$
- $CH_3 - CH_2 - OH$

Assinale a alternativa que apresenta em ordem crescente a solubilidade desses alcoóis em água.

- $II < III < IV < I$
- $II < I < IV < III$
- $I < IV < III < II$
- $I < II < III < IV$
- $III < II < I < IV$

3. A característica que os átomos de carbono possuem de ligar-se entre si leva a uma formação de grande variedade de moléculas orgânicas com diferentes cadeias carbônicas, o que influencia diretamente suas propriedades físicas.

Dentre os isômeros da molécula do heptano, aquele que apresentará a menor temperatura de ebulição é o

- a) 2 – metilhexano
- b) 2,2 – dimetilpentano
- c) 2,3 – dimetilpentano
- d) 2,2,3 – trimetilbutano
- e) 3,3 - dimetilpentano

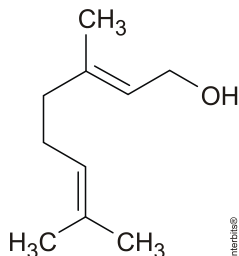
4. Entre os principais compostos da função dos ácidos carboxílicos utilizados no cotidiano temos o ácido metanoico, mais conhecido como ácido fórmico, e o ácido etanoico ou ácido acético. O ácido fórmico é assim chamado porque foi obtido pela primeira vez através da destilação de formigas vermelhas. Esse ácido é o principal responsável pela dor intensa e coceira sentida na picada desse inseto. O ácido acético é o principal constituinte do vinagre, que é usado em temperos na cozinha, em limpezas e na preparação de perfumes, corantes, seda artificial e acetona.

Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/quimica/os-acidos-carboxilicos.htm>>.

Acerca desses dois compostos, é correto afirmar que

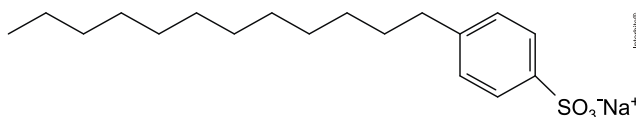
- a) não se dissolvem em água.
 - b) ambos possuem o mesmo ponto de ebulição.
 - c) o ácido acético possui ponto de ebulição menor.
 - d) o ácido acético é menos ácido que o ácido fórmico.
 - e) são bases fortes.
5. O etino (C_2H_2), conhecido como acetileno, é bastante usado em solda de metais. Quando obtido na indústria, pode apresentar impurezas como o sulfeto de hidrogênio (H_2S), molécula de geometria angular. Se o gás acetileno contiver essa impureza, pode ser purificado fazendo-o passar através de
- a) éter metílico (CH_3OCH_3), pois o H_2S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas polares, não se dissolve nele.
 - b) tetracloreto de carbono líquido (CCl_4), pois o H_2S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas apolares, não se dissolve nele.
 - c) água líquida (H_2O), pois o H_2S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas apolares, não se dissolve nela.
 - d) pentano (C_5H_{12}), pois o H_2S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas polares e apolares, não se dissolve nele.
 - e) água líquida (H_2O), pois o H_2S é dissolvido, e o etino, pelo fato de ser formado por moléculas polares, não se dissolve nela.

6. Os terpenos formam uma classe de compostos naturais de origem vegetal e estão presentes em sementes, flores, folhas, caules e raízes. Um exemplo é o geraniol, encontrados nos óleos essenciais de citronela, gerânio, limão, rosas e outros. Ele apresenta um agradável odor de rosas, o que justifica seu vasto emprego pelas indústrias de cosméticos e perfumaria. A estrutura do geraniol é apresentada a seguir:



Considerando-se a estrutura desse composto, é **INCORRETO** afirmar que

- sua temperatura de ebulição é maior que a do seu isômero não ramificado.
 - sua fórmula química é $C_{10}H_{18}O$, que também pode ser a fórmula de uma cetona.
 - apresenta isomeria do tipo cis-trans.
 - tem massa molar igual a do 4-decenal.
 - apresenta a função álcool.
7. Um dos grandes problemas de poluição mundial é o descarte de detergentes não biodegradáveis nos rios, lagos e mananciais. Os detergentes não biodegradáveis formam densas espumas que impedem a entrada de gás oxigênio na água e com isso afeta a vida das espécies aeróbicas aquáticas. Para resolver ou amenizar este problema surgiu o detergente biodegradável, a qual sua estrutura pode ser observada abaixo:



Com relação aos detergentes biodegradáveis, pode-se afirmar que

- sua cadeia carbônica saturada apresenta somente uma ramificação.
- sua estrutura apresenta uma porção polar e uma apolar.
- o anel aromático é monossustituído.
- a parte apolar apresenta uma cadeia insaturada.
- a porção sulfônica apresenta ligação metálica.

8. Um sólido branco apresenta as seguintes propriedades:
- I. É solúvel em água.
 - II. Sua solução aquosa é condutora de corrente elétrica.
 - III. Quando puro, o sólido não conduz corrente elétrica.
 - IV. Quando fundido, o líquido puro resultante não conduz corrente elétrica.

Considerando essas informações, o sólido em questão pode ser

- a) sulfato de potássio.
 - b) hidróxido de bário.
 - c) platina.
 - d) ácido cis-butenodioico.
 - e) polietileno.
9. É correto afirmar que o ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) é capaz de realizar ligação de hidrogênio com moléculas de:
- a) cicloexano.
 - b) benzeno.
 - c) éter dietílico.
 - d) 1,2-dietilbenzeno.
 - e) cloreto de sódio

10. Diariamente produtos novos são lançados no mercado e muitos possuem como matéria-prima óleos ou gorduras. Tais substâncias, classificadas como lipídeos, podem ser encontradas em tecidos animais ou vegetais e são constituídas por uma mistura de diversos compostos químicos, sendo os mais importantes os ácidos graxos e seus derivados. Os ácidos graxos são compostos orgânicos lineares que diferem no número de carbonos que constitui a sua cadeia e, também, pela presença de insaturações.

Existem diversos ácidos graxos conhecidos, sendo alguns listados na tabela abaixo.

Ácido graxo	Nome sistemático	Fórmula mínima	P . F. (°C)
Láurico	Dodecanoico	$C_{12}H_{24}O_2$	44,8
Palmítico	Hexadecanoico	$C_{16}H_{32}O_2$	62,9
Palmito leico	cis-9 –hexadecanoico	$C_{16}H_{30}O_2$	0,5
Esteárico	Octadecanoico	$C_{18}H_{36}O_2$	70,1
Oleico	cis-9 –octadecanoico	$C_{18}H_{34}O_2$	16,0
Linoleico	cis-9, cis-12 -Octadecanoico	$C_{18}H_{32}O_2$	-5,0

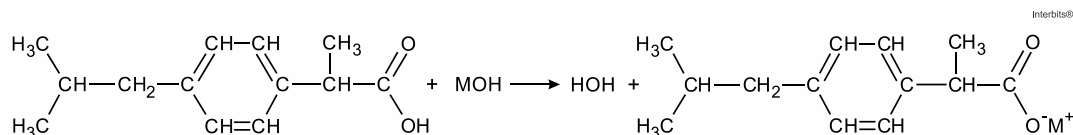
A partir das informações acima e de seus conhecimentos de química, assinale a alternativa **incorreta**.

- a) O ponto de fusão do ácido láurico é menor que o ponto de fusão do ácido esteárico, pois possui maior massa molar.
- b) As moléculas do ácido esteárico são apolares.
- c) O ácido linoleico é um ácido graxo insaturado.
- d) O sabão é uma mistura de sais alcalinos de ácidos graxos.
- e) O Esteárico possui o maior ponto de fusão.

Gabarito

1. **B**

O ibuprofeno solubiliza em soluções de hidróxidos de metais alcalinos (MOH), devido ao hidrogênio ácido do grupo carboxila:



2. **A**

A solubilidade dos alcoóis em água diminui conforme aumenta a cadeia carbônica, assim, o menos solúvel será o composto com quatro carbonos na cadeia, seguido de três, dois e um carbono, ou seja, $\text{II} < \text{III} < \text{IV} < \text{I}$.

3. **D**

O ponto de ebulição é menor para as cadeias mais ramificadas, assim, o composto 2,2,3-trimetilbutano é o que irá possuir a menor temperatura de ebulição.

4. **D**

Numa série, com a elevação do número de átomos de carbono na cadeia carbônica de um ácido carboxílico, ocorre a diminuição da acidez.

Conclusão: o ácido etanoico (2 carbonos) é mais fraco do que o ácido metanoico (1 carbono).

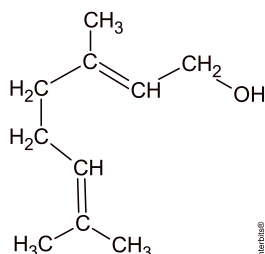
5. **C**

A molécula de H_2S apresenta, além de sua geometria angular, caráter polar, fazendo com que esse gás seja solúvel em água. O etino, assim como todos os hidrocarbonetos, é apolar, não sendo solúvel em água.

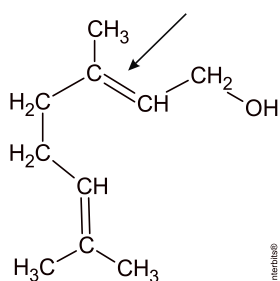
6. A

Observações sobre as afirmativas:

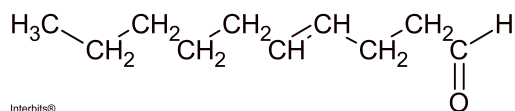
- a) No caso de isômeros de cadeias, podemos considerar que aquele com cadeia mais ramificada, em geral, apresenta menor temperatura de ebulição. Isto se explica devido à menor intensidade das forças de London devido à menor superfície das cadeias ramificadas.
- b) Verdadeira. Observe a fórmula estrutural abaixo:



- c) A ligação assinalada abaixo mostra que o composto apresenta isomeria cis-trans.



- d) A estrutura do 4-decenal é:



e sua fórmula molecular é $C_{10}H_{18}O$. Sendo assim, apresenta a mesma massa molar do geraniol.

7. B

- a) Falsa. A cadeia carbônica saturada não apresenta ramificação, pois não possui carbono terciário.
- b) Verdadeira. A estrutura do detergente mostra uma região apolar formada pela cadeia carbônica e outra polar formada pela ligação iônica do grupo sulfonato com o cátion sódio.
- c) Falsa. O anel aromático está dissubstituído.
- d) Falsa. A cadeia carbônica apolar é saturada.
- e) Falsa. A porção sulfônica apresenta uma ligação iônica, o que confere a esta região um caráter polar.

8. D

As características apresentadas descrevem um sólido molecular.

Nos **sólidos moleculares** os **pontos** do retículo cristalino são **ocupados** por **moléculas**.

Sabemos que as ligações existentes entre os átomos de uma molécula são ligações covalentes e estas moléculas são eletricamente neutras.

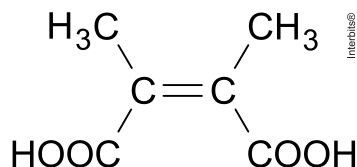
Quando um sólido (soluto) é adicionado a um líquido (solvente) se inicia um processo de destruição de sua estrutura cristalina.

Lentamente as partículas do solvente atacam a superfície do retículo cristalino e começam a remover as partículas que formam o sólido, cercand-as e arrastando-as para longe, ou seja, ocorre uma dispersão das partículas do sólido cristalino.

Como consequência desse fenômeno temos a destruição do sólido (soluto) e a alteração da estrutura do solvente que carrega outras partículas diferentes das suas.

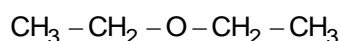
Este fenômeno ocorre com maior ou menor intensidade de acordo com as forças de atração entre as partículas formadoras do solvente e do soluto e também das interações existentes entre as partículas do soluto entre si (soluto-soluto) e do solvente entre si (solvente-solvente).

Considerando essas informações, o sólido em questão pode ser o ácido cis-butenodioico:



9. C

Fórmula Estrutural do éter dietílico:



Função: Éter

A **ligação de hidrogênio** é uma atração intermolecular mais forte do que a média. Nela os átomos de hidrogênio formam ligações indiretas, "ligações em pontes", entre átomos muito eletronegativos de moléculas vizinhas.

Este tipo de ligação ocorre em moléculas nas quais o átomo de hidrogênio está ligado a átomos que possuem alta eletronegatividade como o nitrogênio, o oxigênio e o flúor. Por exemplo: NH_3 , H_2O e HF .

A **ligação de hidrogênio** é uma força de atração mais fraca do que a ligação covalente ou iônica. Mas, é mais forte do que as forças de London e a atração dipolo-dipolo.

O ácido acético e o éter dietílico são moleculares polares.

O cicloexano, benzeno e 1,2-dietilbenzeno moléculas apolares.

10. A

- a) Incorreta, pois o ponto de fusão do ácido láurico é menor que o ponto de fusão do ácido esteárico pelo fato dele possuir menor massa molar que o ácido láurico, o que pode ser confirmado pelo cálculo das massas molares a partir das fórmulas mínimas. As temperaturas de fusão dos compostos orgânicos são influenciadas pela massa molar da molécula. Quanto maior a massa molar, maior a temperatura de fusão.
- b) Correta. Moléculas de ácidos carboxílicos com mais de 10 carbonos são consideradas apolares.
- c) Correta, já que o ácido linoleico é a forma *cis* de um composto e a isomeria *cis/trans* só ocorre em compostos insaturados.
- d) Correta. Sabões são misturas de sais alcalinos de ácidos graxos.