

Propriedades físicas dos compostos

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.

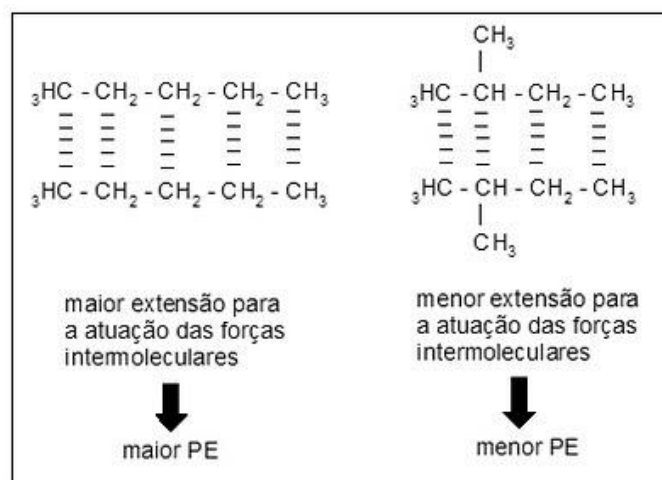
Ex.:

	Massa Molecular	Força Intermolecular	PE	
$\text{}^3\text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ propano	44	dipolo induzido	-45°C	forças intermoleculares mais fortes aumentam o de ebulição.
$\text{}^3\text{HC}-\text{O}-\text{CH}_3$ éter metílico	46	dipolo-dipolo	-25°C	
$\text{}^3\text{HC}-\text{CH}_2-\text{OH}$ 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}



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	CH ₃ OH	Infinito	3,8
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	Infinito	Infinito
Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	Infinito	Infinito
n-Butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	7,9	Infinito
n-Pentanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	2,3	Infinito
n-Hexanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	0,6	Infinito
n-Heptanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	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.

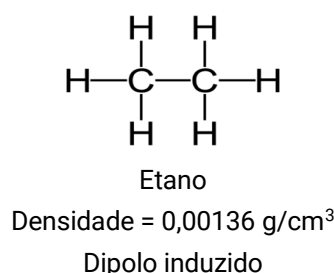
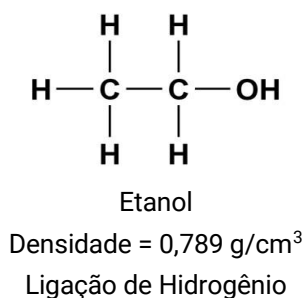
Sendo assim, é possível visualizar que com o aumento da parte apolar do hidrocarboneto há o aumento da solubilidade em hexano, que é um composto apolar. E a diminuição da solubilidade em água, que é um composto polar.

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.

Densidade

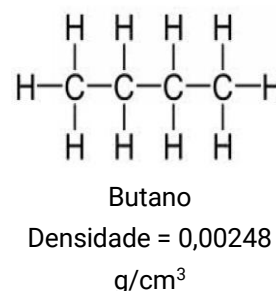
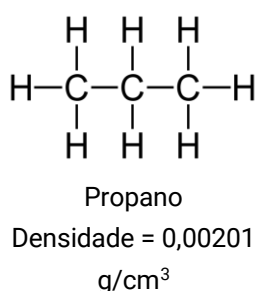
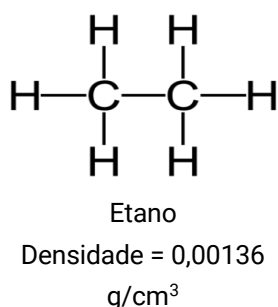
A densidade está relacionada à proximidade entre as moléculas dos compostos orgânicos e ao seu peso molecular. Quanto mais próximas as moléculas estiverem umas das outras, maior a densidade. A densidade no estado líquido depende, como o ponto de fusão/ebulição, das forças intermoleculares exercidas entre as moléculas.

Exemplos:



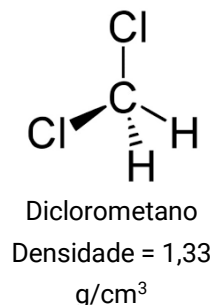
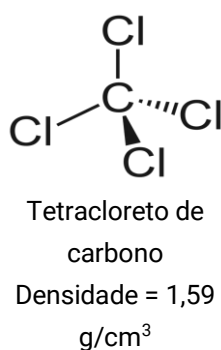
Em geral, quanto maior for a cadeia carbônica, maior a densidade devido à maior superfície de atuação das interações intermoleculares, e ao comparar moléculas de tamanho similar, a presença de grupos funcionais polares confere maior densidade ao composto analisado, devido à formação de interações do tipo dipolo-dipolo ou ligações de hidrogênio.

Exemplos:



Quando há presença de substituintes com alto peso molecular, a densidade também é afetada. Caso o substituinte possua um peso molecular maior, a densidade irá aumentar.

Exemplos:



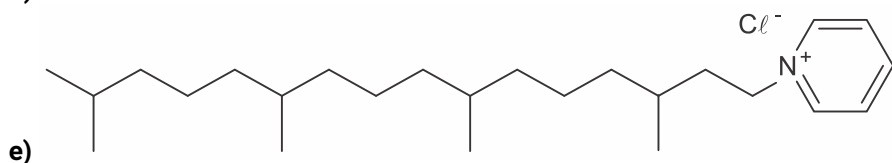
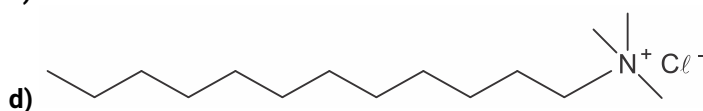
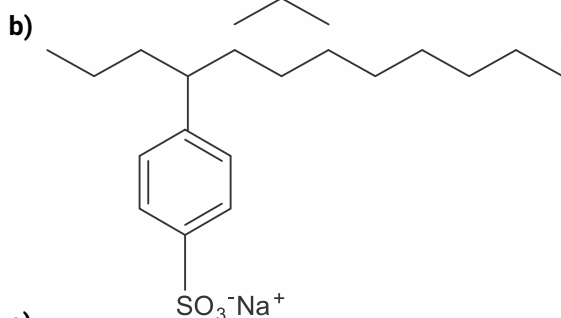
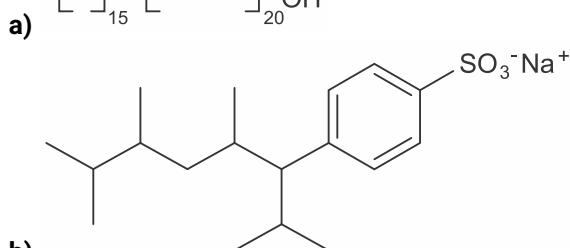
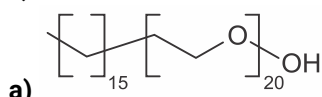
Uma compreensão das forças de interação intermolecular nos permite explicar, a um nível molecular, muitas propriedades físicas observáveis de compostos orgânicos, como solubilidade, ponto de fusão/ebulição e densidade.

Exercícios

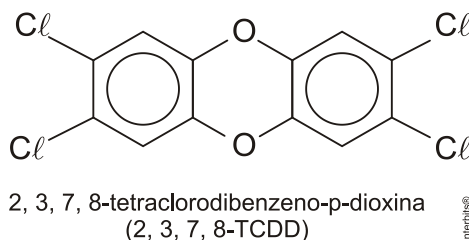
1. Tensoativos são compostos orgânicos que possuem comportamento anfílico, isto é, possuem duas regiões, uma hidrofóbica e outra hidrofílica. O principal tensoativo aniônico sintético surgiu na década de 1940 e teve grande aceitação no mercado de detergentes em razão do melhor desempenho comparado ao do sabão. No entanto, o uso desse produto provocou grandes problemas ambientais, dentre eles a resistência à degradação biológica, por causa dos diversos carbonos terciários na cadeia que compõe a porção hidrofóbica desse tensoativo aniônico. As ramificações na cadeia dificultam sua degradação, levando à persistência no meio ambiente por longos períodos. Isso levou a sua substituição na maioria dos países por tensoativos biodegradáveis, ou seja, com cadeias alquílicas lineares.

PENTEADO, J. C. P.; EL SEOUD, O. A.; CARVALHO, L. R. F. [...]: uma abordagem ambiental e analítica. *Química Nova*, n. 5, 2006 (adaptado).

Qual a fórmula estrutural do tensoativo persistente no ambiente mencionado no texto?



2. Vários materiais, quando queimados, podem levar à formação de dioxinas, um composto do grupo dos organoclorados. Mesmo quando a queima ocorre em incineradores, há liberação de substâncias derivadas da dioxina no meio ambiente. Tais compostos são produzidos em baixas concentrações, como resíduos da queima de matéria orgânica em presença de produtos que contenham cloro. Como consequência de seu amplo espalhamento no meio ambiente, bem como de suas propriedades estruturais, as dioxinas sofrem magnificação trófica na cadeia alimentar. Mais de 90% da exposição humana às dioxinas é atribuída aos alimentos contaminados ingeridos. A estrutura típica de uma dioxina está apresentada a seguir:



A molécula do 2,3,7,8 - TCDD é popularmente conhecida pelo nome 'dioxina', sendo a mais tóxica dos 75 isômeros de compostos clorados de dibenzo-p-dioxina existentes.

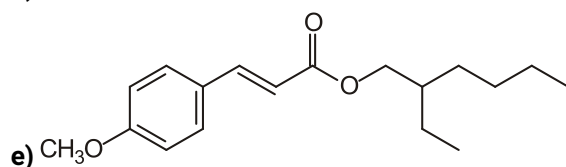
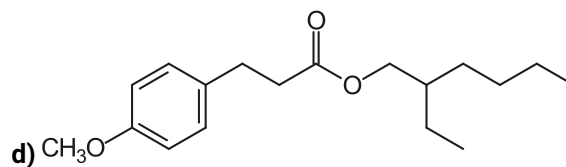
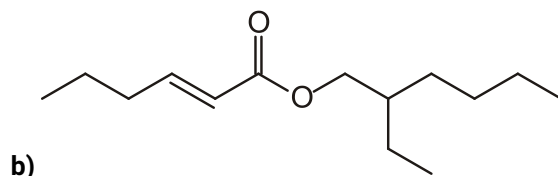
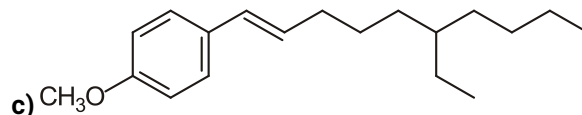
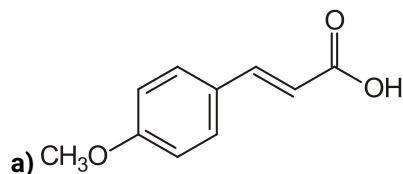
FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 1, maio 2001 (adaptado).

Com base no texto e na estrutura apresentada, as propriedades químicas das dioxinas que permitem sua bioacumulação nos organismos estão relacionadas ao seu caráter

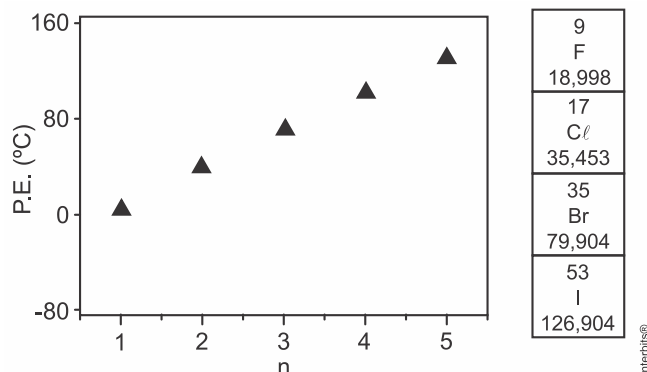
- a) básico, pois a eliminação de materiais alcalinos é mais lenta do que a dos ácidos.
- b) ácido, pois a eliminação de materiais ácidos é mais lenta do que a dos alcalinos.
- c) redutor, pois a eliminação de materiais redutores é mais lenta do que a dos oxidantes.
- d) lipofílico, pois a eliminação de materiais lipossolúveis é mais lenta do que a dos hidrossolúveis.
- e) hidrofílico, pois a eliminação de materiais hidrossolúveis é mais lenta do que a dos lipossolúveis.

3. O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



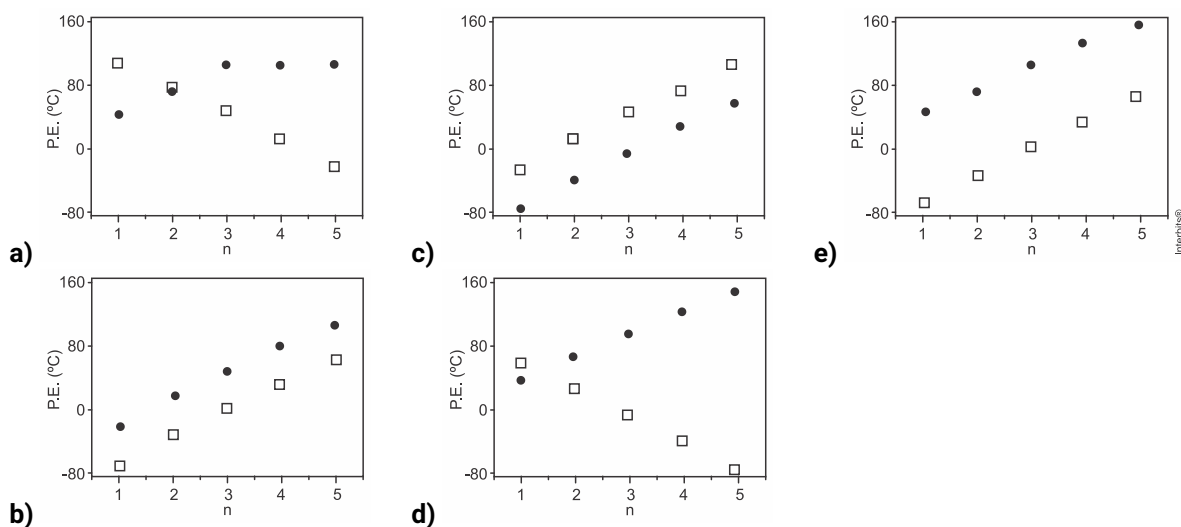
4. O gráfico a seguir indica a temperatura de ebulição de bromoalcenos ($C_nH_{2n+1}Br$) para diferentes tamanhos de cadeia carbônica.



Considerando as propriedades periódicas dos halogênios, a alternativa que descreve adequadamente o comportamento expresso no gráfico de temperaturas de ebulição versus tamanho de cadeia carbônica para $C_nH_{2n+1}F$ (□) e $C_nH_{2n+1}I$ (●) é:

Note e adote:

P.E. = ponto de ebulição



5. Um estudante recebeu uma tabela, reproduzida a seguir, em que constam algumas propriedades físicas de três compostos diferentes:

Composto	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)	Solubilidade em água a 25 °C
I.	- 138	0	insolúvel
II.	- 90	117,7	solúvel
III.	- 116	34,6	parcialmente solúvel

Segundo essa tabela, os possíveis compostos I, II e III são, respectivamente,

- a) 1-butanol, n-butano e éter etílico.
 - b) n-butano, 1-butanol e éter etílico.
 - c) n-butano, éter etílico e 1-butanol.
 - d) éter etílico, 1-butanol e n-butano.
6. Dois líquidos incolores têm a fórmula molecular $C_4H_{10}O$, porém apresentam pontos de ebulição bastante diferentes (117,7°C e 34,6°C).
Esses líquidos podem ser
- a) um aldeído e uma cetona.
 - b) um álcool e um éter.
 - c) dois éteres isoméricos.
 - d) duas cetonas isoméricas.
 - e) dois aldeídos isoméricos.
7. Em um laboratório, três frascos com líquidos incolores estão sem os devidos rótulos. Ao lado deles estão os três rótulos com as seguintes identificações: ácido etanoico, pentano e 1-butanol. Para poder rotular corretamente os frascos determinam-se para esses líquidos, o ponto de ebulição (P.E.) sob 1atm e a solubilidade em água (S) a 25°C.

Líquido	P.E. / °C	S / (g/100mL)
X	36	0,035
Y	117	7,3
Z	118	infinita

Com base nessas propriedades, conclui-se que os líquidos X, Y e Z são, respectivamente,

- a) pentano, 1-butanol e ácido etanoico.
- b) pentano, ácido etanoico e 1-butanol.
- c) ácido etanoico, pentano e 1-butanol.
- d) 1-butanol, ácido etanoico e pentano.
- e) 1-butanol, pentano e ácido etanoico.

8. Considere os seguintes alcoóis:

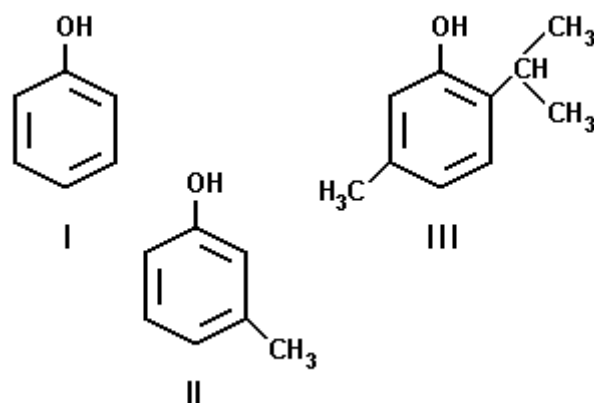
- I. $\text{CH}_3 - \text{OH}$
- II. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- III. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- IV. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

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

- a) $\text{II} < \text{III} < \text{IV} < \text{I}$
- b) $\text{II} < \text{I} < \text{IV} < \text{III}$
- c) $\text{I} < \text{IV} < \text{III} < \text{II}$
- d) $\text{I} < \text{II} < \text{III} < \text{IV}$
- e) $\text{III} < \text{II} < \text{I} < \text{IV}$

9. A atividade bactericida de determinados compostos fenólicos deve-se, em parte, à atuação destes compostos como detergentes, que solubilizam e destroem a membrana celular fosfolipídica das bactérias. Quanto menor for a solubilidade dos compostos fenólicos em água, maior será a ação antiséptica.

Com relação às solubilidades dos compostos fenólicos I, II e III, em água, assinale a opção correta.



- a) I é mais solúvel que II e II mais solúvel que III.
- b) I é menos solúvel que II e II menos solúvel que III.
- c) II é menos solúvel que I e I menos solúvel que III.
- d) II é mais solúvel que I e I mais solúvel que III.
- e) I, II e III têm, individualmente, a mesma solubilidade.

Texto para a próxima questão:

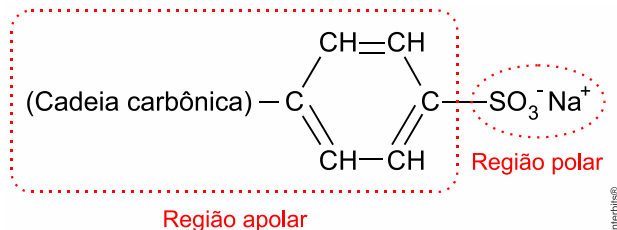
A(s) questão(ões) a seguir refere(m)-se a uma visita de Gabi e Tomás ao supermercado, com o objetivo de cumprir uma tarefa escolar. Convidamos você a esclarecer as dúvidas de Gabi e Tomás sobre a Química no supermercado.

Tomás portava um gravador e Gabi, uma planilha com as principais equações químicas e algumas fórmulas estruturais.

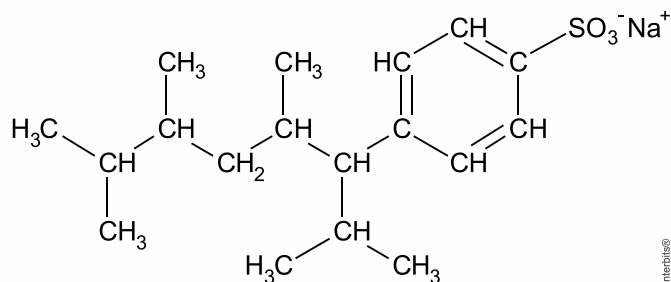
Gabarito

1. B

O principal tensoativo aniônico sintético que surgiu na década de 1940 e teve grande aceitação no mercado de detergentes em razão do melhor desempenho comparado ao do sabão apresentava uma estrutura do tipo:



De acordo com o texto as ramificações na cadeia dificultam sua degradação, levando à persistência no meio ambiente por longos períodos, então a fórmula que melhor representa esta ideia, ou seja, que apresenta maior número de ramificações, é:

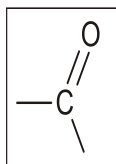


2. D

As propriedades químicas das dioxinas que permitem sua bioacumulação nos organismos estão relacionadas ao seu caráter lipofílico, ou seja, este composto se acumula no tecido adiposo (predominantemente apolar).

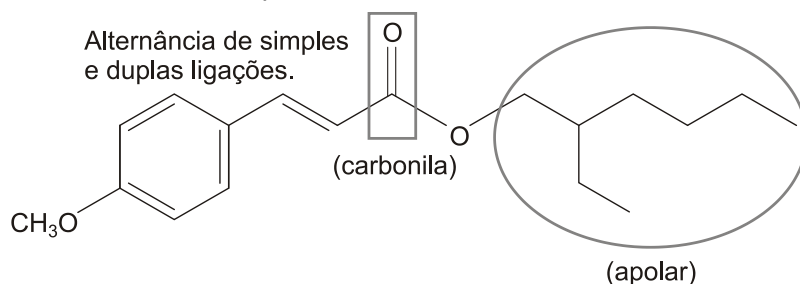
3. E

De acordo com o texto: “As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila:



Pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.”

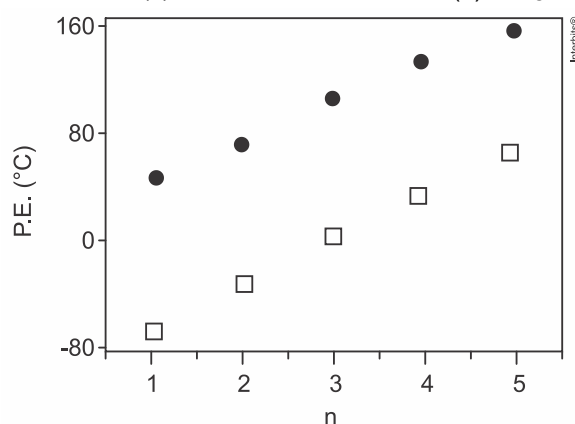
A molécula mais adequada é:



4. E

Como o raio do iodo (5 camadas de valência; quinto período) é maior do que o raio do flúor (2 camadas de valência; segundo período), a molécula $C_nH_{2n+1}I$ (●) apresentará maior superfície de contato do que a molécula $C_nH_{2n+1}F$ (□) para um mesmo número de átomos de carbono. Quanto maior a superfície de contato, maior a atração intermolecular e maior a temperatura de ebulição.

Conclusão: (●) deverá estar acima de (□) no gráfico seguindo uma sequência crescente.



5. B

- I. n-butano, molécula polar, insolúvel em água.
- II. 1-butanol, molécula polar que faz ligação de hidrogênio, ou seja, bastante solúvel em água.
- III. éter etílico, molécula pouco polar que faz ligação do tipo dipolo permanente com a água, possui solubilidade parcial em água.

6. B

Fórmula molecular: $C_4H_{10}O$

Podendo ser um álcool ou um éter.

Sendo o álcool o que possui maior ponto de ebulição por fazer ligações de hidrogênio e o éter menor ponto de ebulição, pois faz ligações do tipo dipolo-dipolo.

7. A

Líquido	P.E. / °C	S / (g/100mL)
X	36	0,035
Y	117	7,3
Z	118	infinita

apolar

pentano

pouco polar

1-butanol

polar

ácido etanóico

8. **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, $II < III < IV < I$.

9. **A**

I é mais solúvel que II e II mais solúvel que III.

Quanto mais radicais hidrocarbônicos ligados ao fenol, mais aumenta o caráter apolar da molécula.

10. **C**

A vitamina C é hidrossolúvel pois possui muitos grupamentos polares(hidroxilas) e a E é lipossolúvel, grande cadeia hidrocarbônica de caráter apolar.