

Propriedades físicas dos compostos moleculares

Teoria

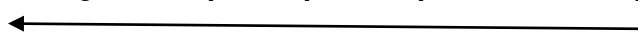
As **propriedades físicas** são aquelas propriedades dos compostos que **não** são relacionadas com uma **transformação da matéria**. Essas propriedades que nós iremos estudar em específico são o **ponto de ebulição e a solubilidade**.

Lembrete! Compostos moleculares são aqueles que realizam ligação covalente. A ligação covalente ocorre geralmente entre ametais e, também, com o hidrogênio.

Ponto de ebulição (P.E)

Durante a mudança de estado físico (sólido, líquido e gasoso) são rompidas as ligações intermoleculares (ou interações intermoleculares), essas podendo ser do tipo:

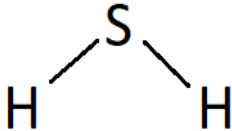
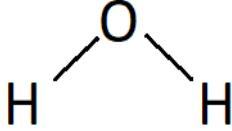
Ligação de hidrogênio > Dipolo-Dipolo > Dipolo Induzido-Dipolo Induzido



Aumento da interação intermolecular

Quanto maior for a interação intermolecular maior será a energia necessária para rompê-las. Logo, podemos pensar que os compostos que apresentarem uma interação intermolecular mais forte, possuem uma maior tendência em apresentar um maior ponto de ebulição. Porém existem outros fatores que também precisam ser levados em consideração.

Exemplo:

CO_2 Apolar Dipolo Induzido-Dipolo Induzido $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ P.E $\rightarrow -78,46^\circ\text{C}$	H_2S Polar Dipolo-Dipolo  -60,00°C	H_2O Polar Ligação de Hidrogênio  100°C
--	---	--

Obs.: Ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica, são ligações interatômicas, elas não são rompidas na mudança de estado físico.

Além da interação intermolecular, outro fator que deve ser levado em consideração, é a massa. Visto que, composto que apresentam uma maior massa molar, maior será o ponto de ebulição. Isso ocorre devido ao fato de uma maior massa, aumenta a atração entre as moléculas.

Exemplo:



MM = 16 g/mol

P.E $\rightarrow$ - 161,5°C

Massa molar (g/mol): C = 12; H = 1.



MM = 44 g/mol

- 42°C

Podemos observar que, quem apresenta a maior massa, possui também um maior ponto de ebulição.

Solubilidade

Quando a gente pensa em solubilidade, a gente tem que lembrar sempre da seguinte frase:

“Semelhante dissolve semelhante”

Essa frase quer dizer para gente que, caso você tenha um composto polar, ao misturar o mesmo com um outro composto polar, estes irão ser solúveis. O mesmo vale para uma mistura entre dois compostos apolares. Porém se você pegar um polar e tentar misturar com um apolar, você irá observar duas fases na mistura. Ou seja, eles não são solúveis.

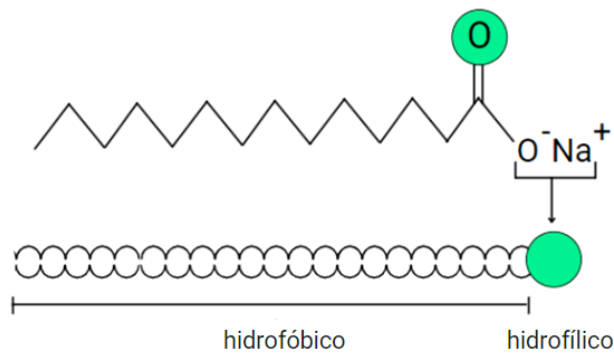
Exemplo:



Tanto o álcool quanto a água, são polares. Logo, a mistura entre eles, forma uma única fase. Já a gasolina e o querosene, são ambos apolares. Ou seja, ao misturar os dois, temos também uma única fase. Mas ao pegarmos gasolina (apolar) com água (polar), temos então as duas fases bem aparente, isso ocorreu porque eles não são semelhantes, não apresentam a mesma polaridade.

Sabão

É constituído por um sal derivado de ácido carboxílico. E a sua estrutura apresenta uma longa sequência de carbonos.



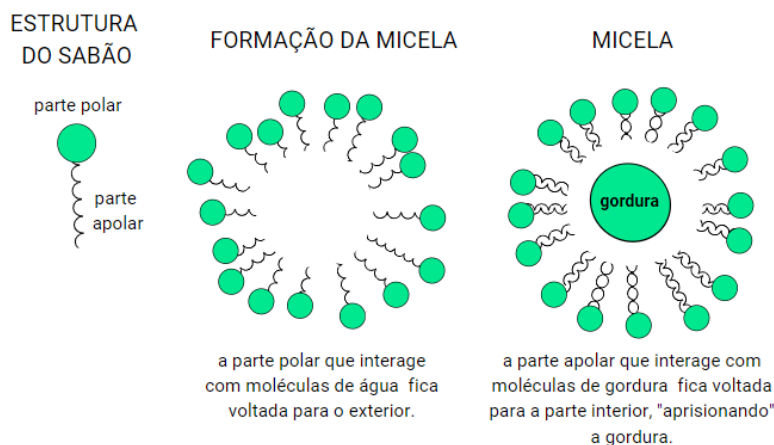
Estrutura do sabão.

Fonte: Vanussa Faustino.

Como nós podemos observar, o sabão apresenta uma região polar, a do sal orgânico. E uma outra parte que é composta de carbonos e hidrogênios, sendo assim, essa região, apresenta uma característica apolar. E é por causa dessa região apolar e outra polar na molécula, que permite que ela atue como o sabão que a gente conhece.

Funcionamento

Sua parte apolar é hidrofóbica, ou seja, tem aversão à água, mas é lipofílica, isto é, interage com as moléculas da gordura (que também são apolares), "aprisionando-as" dentro de uma micela.



Esquema de formação de micela.

Fonte: Vanussa Faustino.

Depois disso, as extremidades polares das moléculas do sabão, que são hidrofílicas, ficam voltadas para fora, interagindo com a água. Fazendo assim, que o objeto seja limpo

Exercícios de fixação

1. Dentre as substâncias abaixo, qual é mais solúvel em água?
 - (A) Br_2 .
 - (B) CO_2 .
 - (C) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$.
 - (D) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$.

 2. Marque a alternativa que apresenta a sequência correta do tipo de força intermolecular que une as moléculas destas substâncias: H_2O , PCl_3 , HF e F_2 :
 - (A) Ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio e dipolo induzido-dipolo induzido.
 - (B) Dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo.
 - (C) Dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, ligação de hidrogênio e dipolo-dipolo.
 - (D) Forças de London, dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio e dipolo induzido-dipolo induzido.
 - (E) Ligação de hidrogênio, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo e dipolo-dipolo.

 3. Em qual das seguintes substâncias o benzeno (C_6H_6) é menos solúvel?
 - (A) Água.
 - (B) Tetracloreto de carbono.
 - (C) Metoximetano.
 - (D) Metanol.
 - (E) Ácido etanoico.

 4. Com base nas fórmulas estruturais dos compostos etano, etanol, ácido etanoico e metoximetano, pode-se concluir que os compostos mais solúveis em água são:
 - (A) Etano e metoxietano.
 - (B) Etanol e ácido etanoico.
 - (C) Etano e ácido etanoico.
 - (D) Etanol e metoximetano.
 - (E) Ácido etanoico e metoximetano.
-

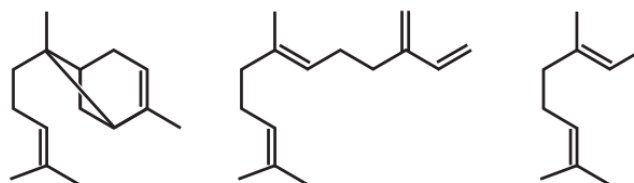
5. Qual tipo de interação intermolecular ocorre entre as moléculas de dióxido de carbono (CO_2), entre as moléculas de água (H_2O) e entre as moléculas de dióxido de carbono e água, respectivamente?
- (A) Nos três casos ocorrem interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.
 - (B) Dipolo induzido-dipolo induzido, ligações de hidrogênio, dipolo-dipolo induzido.
 - (C) Ligações de hidrogênio, ligações de hidrogênio, dipolo induzido-dipolo induzido.
 - (D) Ligações de hidrogênio, dipolo induzido-dipolo induzido, dipolo-dipolo induzido.
 - (E) Dipolo induzido-dipolo induzido, ligações de hidrogênio, ligações de hidrogênio.
-

Exercícios de vestibulares

1. (PUC-RJ, 2011) Propriedades como temperatura de fusão, temperatura de ebulição e solubilidade das substâncias estão diretamente ligadas às forças intermoleculares. Tomando-se como princípio essas forças, indique a substância (presente na tabela a seguir) que é solúvel em água e encontra-se no estado líquido à temperatura ambiente.

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
H ₂	-259,1	-252,9
N ₂	-209,9	-195,8
C ₆ H ₆	5,5	80,1
C ₂ H ₅ OH	-115,0	78,4
KI	681,0	1.330,0

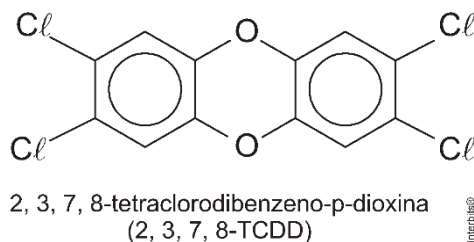
- (A) H₂.
(B) N₂.
(C) C₆H₆.
(D) C₂H₅OH.
(E) KI.
2. (Enem PPL, 2020) Uma lagarta ao comer as folhas do milho, induz no vegetal a produção de óleos voláteis cujas estruturas estão mostradas a seguir:



A volatilidade desses óleos é decorrência do(a)

- (A) elevado caráter covalente.
(B) alta miscibilidade em água.
(C) baixa estabilidade química.
(D) grande superfície de contato.
(E) fraca interação intermolecular.

3. (Enem, 2010) 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:



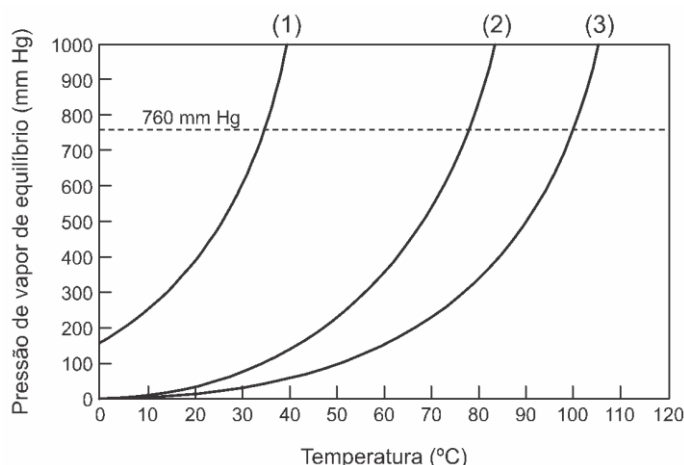
A molécula do 2,3,7,8 - TCDD é popularmente conhecida pelo nome 'dioxina', sendo a mais tóxica dos 75 isômeros de compostos clorados de dibenzo-p-dioxina existentes.

(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.

4. (UCS, 2015) Se um líquido for aquecido a uma temperatura suficientemente elevada, a tendência ao escape de suas moléculas torna-se tão grande que ocorre a ebulição. Em outras palavras, “um líquido entra em ebulição quando a pressão máxima de seus vapores torna-se igual à pressão externa – que, no caso de um recipiente aberto, é a pressão atmosférica local”. No gráfico abaixo encontram-se representadas as curvas de pressão de vapor de equilíbrio para três líquidos puros distintos (aqui designados por (1), (2) e (3), respectivamente), em função da temperatura.



Fonte: RUSSELL, John B. Química Geral. 2. Ed., v. 1, 1994. P. 460. (adaptado.)

Considerando que os três líquidos tenham sido aquecidos até a ebulição, em um mesmo local e ao nível do mar, assinale a alternativa correta.

- (A) A pressão de vapor de equilíbrio do líquido (1) é menor do que a dos líquidos (2) e (3), a 25°C.
- (B) A 30°C, o líquido (1) é o menos volátil de todos.
- (C) O menor ponto de ebulição está associado ao líquido (2).
- (D) As forças intermoleculares que ocorrem no líquido (3) são mais fortes do que aquelas nos líquidos (1) e (2).
- (E) Os líquidos (1), (2) e (3) apresentam pontos de ebulição idênticos.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A história do seriado *Breaking Bad* gira em torno de um professor de Química do ensino médio, com uma esposa grávida e um filho adolescente que sofre de paralisia cerebral. Quando é diagnosticado com câncer, ele abraça uma vida de crimes, produzindo e vendendo metanfetaminas.

O uso de drogas pode desestabilizar totalmente a vida de uma pessoa, gerando consequências devastadoras e permanentes. Muitas vezes, toda a família é afetada.

As metanfetaminas são substâncias relacionadas quimicamente com as anfetaminas e são um potente estimulante que afeta o sistema nervoso central.

(<http://tinyurl.com/pffwfe6>. Acesso em: 13.06.2014. Adaptado)

5. (FATEC, SP) Após identificar a presença de álcool etílico, $H_3C - CH_2 - OH$, em amostras de leite cru refrigerado usado por uma empresa na produção de leite longa vida e de requeijão, fiscais da superintendência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento recomendaram que os lotes irregulares dos produtos fossem recolhidos das prateleiras dos supermercados, conforme prevê o Código de Defesa do Consumidor. Segundo o Ministério, a presença de álcool etílico no leite cru refrigerado pode mascarar a adição irregular de água no produto.

(<http://tinyurl.com/m8hxq6b>. Acesso em: 21.08.2014. Adaptado)

Essa fraude não é facilmente percebida em virtude da grande solubilidade desse composto em água, pois ocorrem interações do tipo

- (A) dipolo-dipolo.
 - (B) íon-dipolo.
 - (C) dispersão de London.
 - (D) ligações de hidrogênio.
 - (E) dipolo instantâneo-dipolo induzido.
6. (Enem, 2014) Um método para determinação do teor de etanol na gasolina consiste em misturar volumes conhecidos de água e de gasolina em um frasco específico. Após agitar o frasco e aguardar um período de tempo, medem-se os volumes das duas fases imiscíveis que são obtidas: uma orgânica e outra aquosa. O etanol, antes miscível com a gasolina, encontra-se agora miscível com a água.
- Para explicar o comportamento do etanol antes e depois da adição de água, é necessário conhecer
- (A) a densidade dos líquidos.
 - (B) o tamanho das moléculas.
 - (C) o ponto de ebulição dos líquidos.
 - (D) os átomos presentes nas moléculas.
 - (E) o tipo de interação entre as moléculas.

7. (UFSM, 2015) Certamente você já estourou pipoca no micro-ondas ou já aqueceu algum alimento utilizando esse eletrodoméstico. Você sabe como isso ocorre? O micro-ondas emite uma radiação eletromagnética com comprimento de onda maior que o da luz e menor que o das ondas de rádio. À medida que as ondas passam pelas moléculas de água, estas absorvem a radiação e movimentam-se mais rapidamente. Ao colidirem com moléculas vizinhas, transferem a elas parte de sua agitação térmica e, assim, o alimento vai sendo aquecido.

Moléculas polares são capazes de absorver as micro-ondas e transformar essa energia em agitação térmica.

Fonte: CISCATO, Carlos A. M.; PEREIRA, Fernando P. *Planeta Química*. São Paulo: Ática, 2008, p. 89-90. (adaptado)

Então, analise as afirmações:

- I. A molécula de água é polar, pois sua geometria é angular; assim, apresenta capacidade de dissolver substâncias polares, como o sal de cozinha e o óleo utilizados para o cozimento de macarrão, formando uma mistura heterogênea com duas fases distintas.
- II. A água é uma substância simples, formada por elementos com diferentes valores de eletronegatividade.
- III. O compartilhamento de elétrons entre os átomos de hidrogênio e oxigênio na molécula de água ocorre através de ligações do tipo covalente.
- IV. A água apresenta ponto de ebulição (*PE*) maior que a amônia, pois as forças intermoleculares na água são maiores que na amônia.

Estão corretas

- (A) apenas I e II.
 - (B) apenas I e III.
 - (C) apenas II e III.
 - (D) apenas II e IV.
 - (E) apenas III e IV.
-

8. (Enem, 2019) Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição.

O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

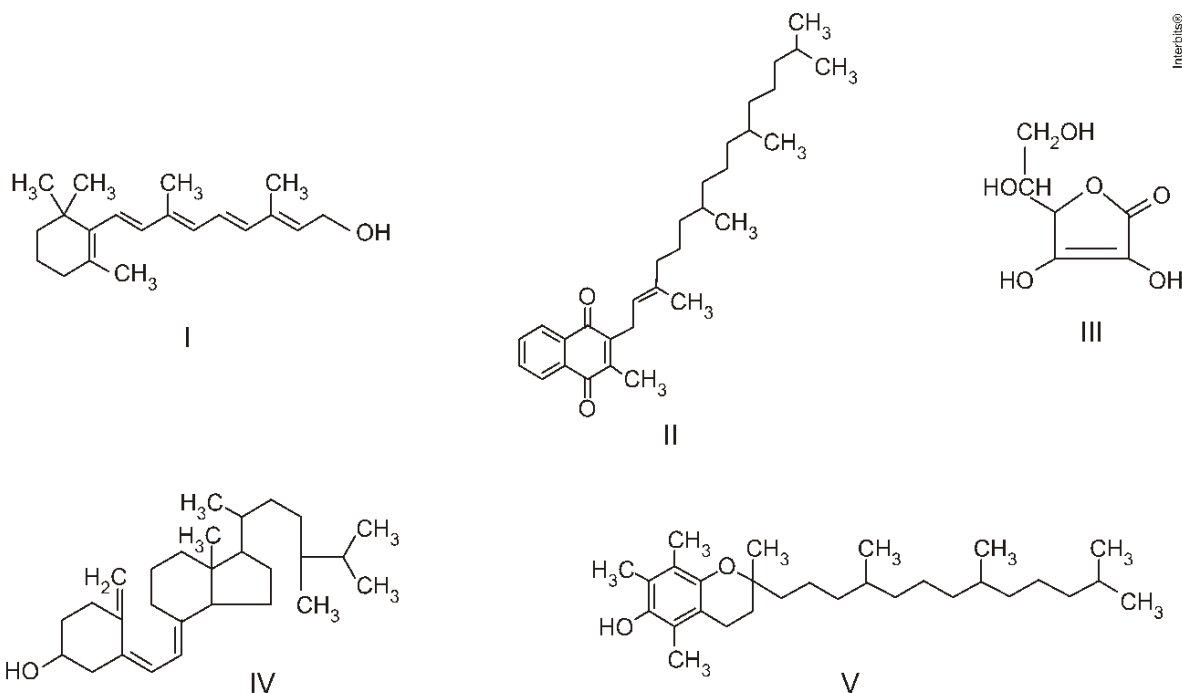
Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produtos	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral C_nH_{2n+2})
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	C_1 a C_4
2	30 a 180	Gasolina	C_6 a C_{12}
3	170 a 290	Querosene	C_{11} a C_{16}
4	260 a 350	Óleo diesel	C_{14} a C_{18}

(SANTA MARIA, L. C. et al. Petróleo: um tema para o ensino de química. Química Nova na Escola, n.15, maio 2002 (adaptado).)

Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque

- (A) suas densidades são maiores.
- (B) o número de ramificações é maior.
- (C) sua solubilidade no petróleo é maior.
- (D) as forças intermoleculares são mais intensas.
- (E) a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

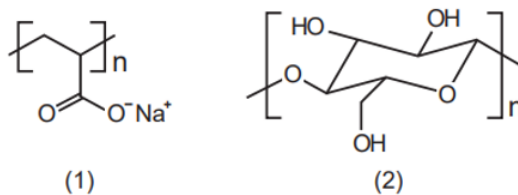
9. (Enem, 2012) O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é

- (A) I.
- (B) II.
- (C) III.
- (D) IV.
- (E) V.

10. (Enem, 2013) As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



CURI, D. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 23, maio 2006 (adaptado).

A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- (A) interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- (B) interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- (C) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- (D) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- (E) interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

Se liga!

Sua específica é Naturezas e quer continuar estudando esse assunto?
Clique [aqui](#) para fazer uma lista de exercícios extras.

Gabarito

Exercícios de fixação

1. **D**

Todos os compostos apresentados (com exceção do etanol, na alternativa **D**) são apolares e não se solubilizam em água, que é polar. O etanol possui extremidade polar, e o grupo OH realiza ligações de hidrogênio com as moléculas de água.

2. **A**

H₂O: substância polar (triatômica: é formada por dois ligantes iguais e quatro nuvens eletrônicas, das quais duas são ligações simples entre os átomos e as outras duas são dois pares de elétrons não ligantes no oxigênio), apresenta hidrogênio ligado diretamente ao oxigênio e suas moléculas interagem por Ligações de Hidrogênio.

PCl₃: substância polar (tetraatômica: é formada por três ligantes iguais e quatro nuvens eletrônicas, das quais três são ligações simples entre os átomos e a outra é um par de elétrons não ligantes no fósforo), suas moléculas interagem por dipolo-dipolo.

HF: substância polar (diatômica, é formada por dois átomos de elementos químicos diferentes), apresenta hidrogênio ligado ao flúor e suas moléculas interagem por Ligações de Hidrogênio.

F₂: substância apolar (diatômica, é formada por dois átomos do mesmo elemento químico), suas moléculas interagem por força de dipolo induzido.

3. **A**

O benzeno é apolar e a água é polar. O tetracloreto de carbono é apolar, portanto, o benzeno dissolve-se nele. Os demais compostos são polares, porém possuem também ligações apolares, e, por isso, o benzeno é mais solúvel neles do que na água.

4. **B**

Sabendo que a água é polar e o etano é apolar, pode-se concluir que o etano é o menos solúvel em água. Os demais compostos são polares, porém o etanol e o ácido etanoico realizam ligações de hidrogênio, assim como a água, então eles são os mais solúveis.

5. **B**

No dióxido de carbono, temos interações do tipo dipolo induzido, pois o CO₂ é uma molécula apolar. Porém, quando duas moléculas apolares se aproximam, os elétrons das eletrosferas dos átomos repelem-se, provocando um movimento dos elétrons, que se acumulam em uma única região. Desse modo, cria-se um dipolo na molécula de CO₂, pois uma região fica com acúmulo de elétrons e carga negativa, e outra região fica com deficiência de elétrons e carga positiva, e assim elas atraem-se fracamente.

Já as moléculas de água realizam ligações de hidrogênio entre o hidrogênio de uma molécula e o oxigênio de outra.

As moléculas de água são polares; portanto, já possuem um dipolo, ou seja, uma região carregada negativamente e outra positivamente, que interage com as moléculas de CO₂ que foram induzidas a ter um dipolo. Por isso, é uma interação entre o dipolo da água e o dipolo induzido do CO₂.

Exercícios de vestibulares

1. D

Considera-se temperatura ambiente como sendo 25°C. Nessa temperatura há apenas duas substâncias: C_6H_6 e C_2H_5OH .

A substância C_2H_5OH é um álcool que, além de ser polar, realiza ligações de hidrogênio intermoleculares com moléculas de água. Dessa forma, podemos afirmar que o etanol é solúvel em água.

2. E

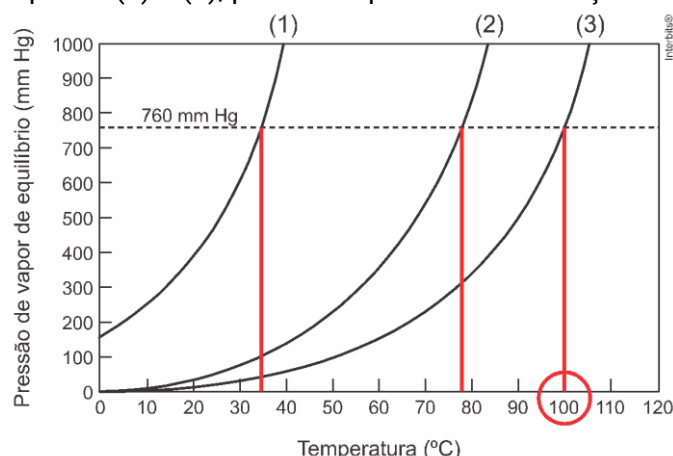
As substâncias são voláteis, portanto, apresentam baixo ponto de ebulição, devido à fraca interação intermolecular existente entre as moléculas do hidrocarboneto, que são do tipo dipolo induzido.

3. D

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

4. D

As forças intermoleculares que ocorrem no líquido (3) são mais fortes do que aquelas nos líquidos (1) e (2), pois a temperatura de ebulição do líquido (3) é maior em relação às outras.



5. D

Entre o álcool etílico ($H_3C - CH_2 - OH$) e a água (HOH) ocorrem pontes ou ligações de hidrogênio devido à presença do grupo hidroxila (OH).

6. E

Para explicar o comportamento do etanol antes e depois da adição de água, é necessário conhecer o tipo de interação entre as moléculas.

O etanol faz ligações ou pontes de hidrogênio com a água.

7. E

- I. Incorreta. A molécula de água é polar, portanto, ela não se mistura ao óleo de cozinha, por se tratar de um composto neutro e apolar.
- II. Incorreta. A água H_2O é uma substância composta, formada pelos elementos oxigênio e hidrogênio.
- III. Correta. A ligação entre o átomo de oxigênio e os átomos de hidrogênio, ocorre por compartilhamento de elétrons, que são ligações covalentes.
- IV. Correta. Embora ambos os compostos (H_2O e NH_3) apresentem ligações do tipo "ligações de hidrogênio", esses compostos, possuem ponto de ebulição bastante distintos, devido a 2 razões principais: a primeira diz respeito ao átomo central, o oxigênio da água é mais eletronegativo que o nitrogênio da amônia, possuindo assim, um momento dipolar maior, consequentemente sua atração intermolecular será maior e necessita de uma quantidade de energia também maior para romper suas ligações.

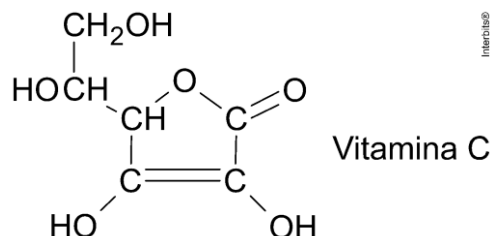
O segundo fator diz respeito a geometria da molécula, a água apresenta geometria angular, o que facilita a interação entre os átomos; enquanto a amônia possui geometria piramidal, o que dificulta a interação intermolecular entre seus elementos.

8. D

Na fração 4, a separação dos compostos apolares ocorre em temperaturas mais elevadas porque as forças intermoleculares (dipolo induzido) são mais intensas. Quanto maior o tamanho da cadeia carbônica, maior a atração intermolecular e, consequentemente, maior a temperatura de separação.

9. C

Quanto maior a quantidade de grupos OH, mais solúvel será a vitamina, devido à interação com a água e maior a necessidade de suplementação. A estrutura III apresenta esta característica:



10. E

A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às interações íon-dipolo, que são mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água do que em relação às ligações de hidrogênio entre as hidroxilas da celulose e as moléculas de água.

