

Prof. Marcus Ennes  
Prof. Felipe Garcia

# Química geral

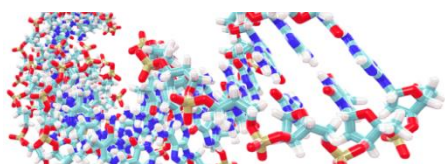
## UNIDADE 11: Interações intermoleculares

O ar que respiramos, a água que bebemos e o alimento que consumimos são exemplos de três estados físicos que com certeza permeiam nossa existência. Mas o motivo pelo qual estas substâncias encontram-se em três estados físicos diferentes muitas vezes passa despercebido.

As moléculas que compõem as substâncias com as quais interagimos também interagem entre si. Algumas de forma mais intensa, outras de forma menos intensa. Além disso, fatores como o tamanho e a polaridade das moléculas também influenciam nessas interações.

Os primeiros estudos acerca das interações intermoleculares envolvendo as propriedades das substância datam da segunda metade do século XIX, e tiveram como principal nome o físico neerlandês Johannes Diderik Van der Waals (1837-1923). Outros cientistas como Fritz London e Hendrik Keesom também contribuíram muito com os estudos.

Atualmente sabe-se que as interações intermoleculares explicam fatos dos mais diversos, desde como a densidade do gelo é menor que a da água, como mosquitos flutuam na água, como as bolhas de sabão são formadas, e até como o DNA toma a forma de dupla hélice em espiral.



### Forças intermoleculares

Em nosso cotidiano observamos a matéria mais comumente nos três estados físicos principais: as fases sólida, líquida e gasosa. Há também uma enorme variedade de compostos formados por interações distintas.

Compostos iônicos, como o sal de cozinha (cloreto de sódio) que é um sólido, compostos covalentes, como a água, que é um líquido, o gás carbônico, que é um gás, o açúcar (sacarose), que é um sólido e há também os compostos e ligas metálicas, como o alumínio e o aço, por exemplo, que são sólidos extremamente rígidos e com um brilho característico.

No que tange os compostos em questão, tais diferentes características podem ser atribuídas às diferentes forças interatômicas. Porém, no caso dos compostos moleculares e, em um caso específico, dos compostos iônicos, essas diferenças podem também ser justificadas pela existência de diferentes forças de interação de moléculas entre si e com íons, chamadas de forças intermoleculares.

As substâncias podem apresentar diferentes tipos de interações intermoleculares, especialmente com base em sua polaridade e algumas outras características.

Obs.: Não confunda interações intermoleculares, que ocorrem entre duas moléculas, com interações intramoleculares,

que ocorrem entre os átomos de uma mesma molécula, ou seja, as ligações químicas interatômicas.

## Tipos de interação intermolecular

### Dipolo induzido – dipolo induzido

Também conhecidas como “forças de dispersão de London” as interações deste tipo são originadas a partir do núcleo dos átomos, que atrai os elétrons de um átomo ou molécula adjacente, formando um dipolo instantâneo ou induzido.

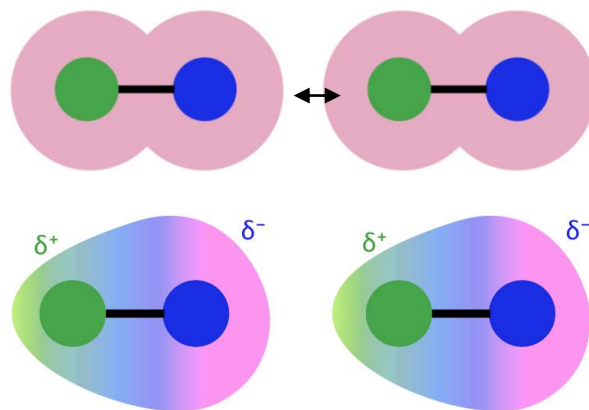
As moléculas se polarizam momentaneamente, fazendo com que haja o surgimento de uma carga parcial por conta da polarização das nuvens eletrônicas de cada uma das moléculas participantes da interação, assim, com o surgimento dessas cargas parciais, forma-se uma interação muito fraca, baseada na interação eletrostática entre os polos de carga oposta.

As interações deste tipo ocorrem entre **moléculas apolares**. Exemplos de moléculas que interagem desta forma são metano ( $\text{CH}_4$ ), oxigênio ( $\text{O}_2$ ), gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e os hidrocarbonetos. Vale frisar que os hidrocarbonetos são considerados apolares.

Com relação às moléculas orgânicas, pode-se afirmar que quanto maior for a cadeia carbônica em questão (e conseqüentemente a massa molecular), maior será a superfície de contato entre essas cadeias e, logo, mais intensa será a interação dipolo induzido – dipolo induzido.

Logo se apresentarmos uma série homóloga de hidrocarbonetos, como por exemplo metano (1 carbono), etano (2 carbonos), propano (3 carbonos) e butano (4 carbonos), pode-se dizer que a ordem crescente entre os pontos de fusão e ebulição será metano < etano < propano < butano.

Podemos observar como são formadas as interações do tipo dipolo induzido – dipolo induzido, de acordo com a figura a seguir.

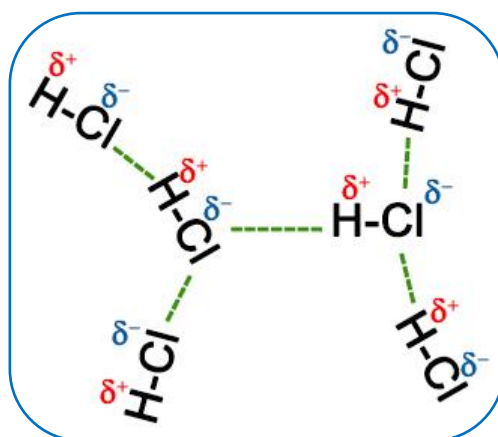


### Dipolo permanente – dipolo permanente

Originada a partir de um dipolo já existente, é chamada também de dipolo-dipolo. Este tipo de interação ocorre entre **moléculas polares**, isto é, moléculas onde os polos positivo e negativo já existam sem que as moléculas precisem sofrer qualquer tipo de alteração em suas nuvens eletrônicas.

Na formação da interação, o polo positivo de uma molécula polar interage com o polo negativo de outra molécula polar. Exemplos de moléculas que realizam este tipo de interação são ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ), ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ). Os dipolos orientam-se especialmente de modo a polos opostos estarem próximos um do outro, fazendo com que haja, assim, o surgimento de uma atração eletrostática mais forte do que a que se forma no dipolo induzido.

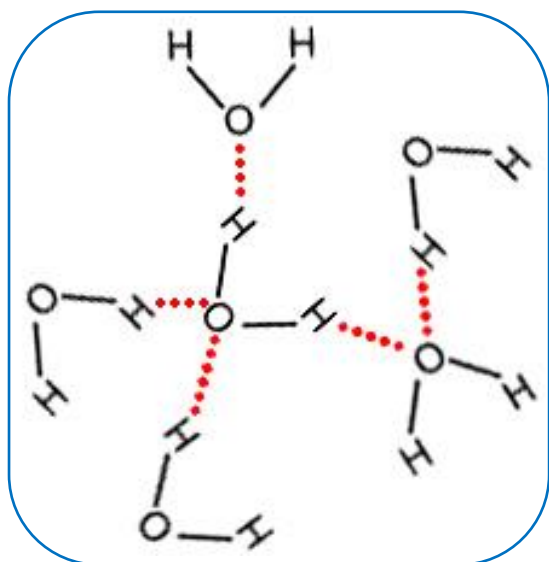
Na figura a seguir, tem-se uma representação didática da formação da interação do tipo dipolo permanente-dipolo permanente entre moléculas de  $\text{HCl}$ .



## Ligação de hidrogênio: um caso particular do dipolo permanente

Ao contrário do que se pensa, a ligação de hidrogênio não é mais um novo tipo de interação. Na verdade, trata-se de um dipolo permanente que se destaca por ser muito mais intenso se comparado aos dipolos permanentes tradicionais, e por isso merece esse destaque especial frente às outras forças intermoleculares.

Este tipo de interação ocorre somente entre moléculas polares que apresentem pelo menos um átomo de hidrogênio (H) ligado a um átomo de oxigênio (O), nitrogênio (N) ou flúor (F). O dipolo resultante por conta da polaridade destas ligações covalentes é extremamente forte, e orienta-se espacialmente de modo a permitir que os átomos de hidrogênio (polo positivo) interajam com os pares de elétrons livres existentes nos átomos de oxigênio, nitrogênio ou flúor. Exemplos que apresentam este tipo de interação incluem etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ) e ácido fluorídrico ( $\text{HF}$ ). Note que, nos compostos orgânicos, compostos oxigenados (como ácidos carboxílicos, álcoois e fenóis) e nitrogenados (como aminas primárias e secundárias) estarão fortemente propensos a realizar este tipo de interação. Veja a seguir, a representação didática da formação da ligação de hidrogênio entre as moléculas de água:



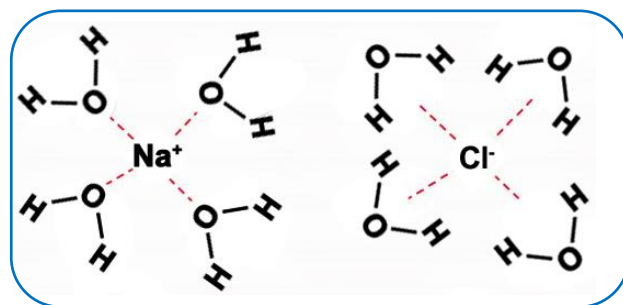
## Interações entre íons e moléculas

A seguir, será abordada uma interação que será melhor compreendida como uma interação íon-molécula, onde moléculas polares interagem com íons derivados de uma substância de natureza iônica, como um sal, por exemplo.

### Íon – dipolo

A mais forte das interações ocorre entre uma substância iônica e uma molécula polar. A interação será entre os íons da substância iônica e os polos positivo e negativo do dipolo permanente.

Temos o dipolo espacialmente posicionado de acordo com a carga do íon em questão: íons positivos (cátions) irão interagir com o polo negativo do dipolo, e os íons negativos (ânions) irão interagir com o polo positivo do dipolo. Por exemplo, ao adicionarmos o sal cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) em água temos o polo positivo da molécula de água (os átomos de hidrogênio) interagindo com o íon de carga negativa (cloreto,  $\text{Cl}^-$ ), e o polo negativo da molécula de água (os oxigênios) interagindo com o íon de carga positiva (sódio,  $\text{Na}^+$ ), o que pode ser representado de acordo com a figura a seguir:



## Comparativo da intensidade das forças

Pode-se comparar as interações intermoleculares em termos de intensidade dessas forças. Em ordem crescente, teremos:

$$\text{DI-DI} < \text{DP-DP} < \text{L.H.} < \text{Íon-Dipolo}$$

Identificando as siglas “DI” como dipolo induzido, “DP” como dipolo permanente” e “L.H.” como ligação de hidrogênio. De maneira geral, pode-se dizer que interações mais intensas resultarão em substâncias com pontos de fusão/ebulição maiores. Vale frisar também que as interações do tipo dipolo induzido-dipolo induzido, dipolo-dipolo e ligação de hidrogênio são chamadas também de forças de Van der Waals.

## Relacionando a natureza das forças com a solubilidade dos compostos

Há de se ter muita cautela com a expressão “semelhante dissolve semelhante”. As interações existentes permitem que substâncias polares se solubilizem ou sejam solúveis de maneira mais eficiente em substâncias polares. Da mesma forma que as interações presentes em substâncias apolares são responsáveis por sua solubilidade em outras substâncias apolares. O que não significa que substâncias de polaridades diferentes não possam interagir. Assim, a melhor afirmativa será:

**“Substâncias de mesma polaridade irão interagir de maneira mais efetiva.”**

Desta forma não se exclui a possibilidade de interações entre substâncias de polaridades distintas, por mais fracas que essas sejam.

## Tensão superficial

Dá-se o nome de tensão superficial para o fenômeno físico que ocorre na interface de duas fases químicas, isto é, a região de fronteira entre duas fases. Por exemplo, a superfície da água que entra em contato com o ar pode ser tida como uma interface.

Tal fenômeno é responsável por fazer com que a camada superior de um líquido se comporte de maneira elástica. Na superfície de um líquido como a água, por exemplo, a resultante das forças é diferente da resultante existente em seu interior, o que faz com que a

energia presente nas moléculas dessa superfície seja maior, gerando essa propriedade elástica. Responsável também pela imiscibilidade entre compostos polares e apolares, a tensão superficial no cotidiano pode ser observada por exemplo através da flutuação de um mosquito ou até mesmo de um clipe de papel sobre a água, conforme mostram as imagens a seguir:



Há como diminuir a tensão superficial de um líquido através da adição de surfactantes também chamados de “tensoativos”. Um exemplo da aplicação cotidiana é a bolha de sabão, que consiste na adição de detergente a água. As moléculas do detergente interagem com as moléculas de água, diminuindo sua tensão superficial, fazendo com que a bolha formada posteriormente torne-se mais estável, conforme podemos ver na imagem a seguir:



## NOTAS:



## ATIVIDADES PROPOSTAS

1) Provavelmente, começou com um acidente há milhares de anos. De acordo com uma lenda, “a chuva levou a gordura e as cinzas de sacrifícios frequentes de animais para um rio próximo, formando uma espuma com a notável habilidade de limpar a pele e as roupas”. Há quem atribua, no entanto, a descoberta aos antigos fenícios que tinham por hábito ferver a gordura de cabra com água e cinzas de madeira para produzir uma mistura pastosa com a qual limpavam o corpo. Seja como for, a descoberta do sabão alterou a história da humanidade. Embora nossos ancestrais não pudessem prever isso, ele se tornaria uma das substâncias mais eficazes na prevenção contra uma série de patógenos que assolam a humanidade em pleno século XXI.

O sabão é constituído essencialmente de moléculas em formato de “pino”, cada uma delas com uma cabeça \_\_\_\_\_ e uma cauda \_\_\_\_\_. Essas moléculas, quando suspensas em água, flutuam alternadamente como unidades solitárias, interagindo com outras moléculas na solução e se agrupando na forma de pequenos aglomerados, denominados \_\_\_\_\_. Desse modo, óleos e gorduras podem, por exemplo, ser facilmente removidos das mãos. Além disso, os sabões \_\_\_\_\_ a tensão superficial da água, o que promove um melhor contato dela com a superfície a ser limpa.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas acima.

- a) apolar, polar, tensoativos, aumentam
- b) polar, apolar, micelas, aumentam
- c) apolar, polar, surfactantes, diminuem
- d) polar, apolar, micelas, diminuem
- e) polar, apolar, tensoativos, diminuem

2) No que diz respeito às estruturas e propriedades de sólidos e líquidos, assinale a afirmação verdadeira.

- a) Todos os sólidos são cristalinos e têm uma estrutura regular e uma célula unitária como unidade estrutural básica.

- b) Os três tipos de cristais são iônicos e moleculares ou covalentes e cristais metálicos.
- c) O baixo calor específico da água garante seu papel moderador do clima da Terra por meio da liberação e da absorção de quantidades substanciais de calor.
- d) O gelo é menos denso que a água por causa da formação de uma rede tridimensional constituída de ligações interatômicas e ligações de hidrogênio.

3) A tensão superficial de um líquido é uma propriedade que está intimamente relacionada ao tipo de força intermolecular que ocorre entre suas moléculas constituintes. Ela se refere basicamente à medida da resistência do filme que parece cobrir a superfície do líquido. A imagem abaixo apresenta três frascos hermeticamente fechados, todos a 20°C e a 1 atm, cada qual contendo o mesmo volume de três substâncias puras.



Água



Acetona

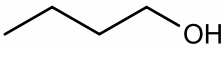
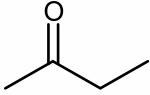
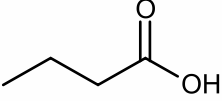
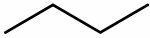


Hexano

Levando em consideração as informações mencionadas acima, bem como a polaridade de cada uma dessas três substâncias, assinale a alternativa correta.

- a) Moléculas de hexano e de acetona apresentam o mesmo tipo de força intermolecular.
  - b) A água é a substância que apresenta a maior tensão superficial.
  - c) A acetona é a substância que apresenta as forças intermoleculares mais fracas.
  - d) Moléculas de acetona interagem entre si por meio de interações do tipo íon-dipolo.
  - e) O hexano é a substância que apresenta o maior momento dipolar.
- 4) O ponto de ebulição das substâncias está relacionado com o tipo de interação existente entre suas moléculas e com a massa molecular.

O quadro apresenta substâncias com massas moleculares próximas e suas respectivas fórmulas estruturais.

	
butan-1-ol	butanona
	
ácido butanoico	butano

A ordem crescente de temperaturas de ebulição das substâncias apresentadas no quadro é

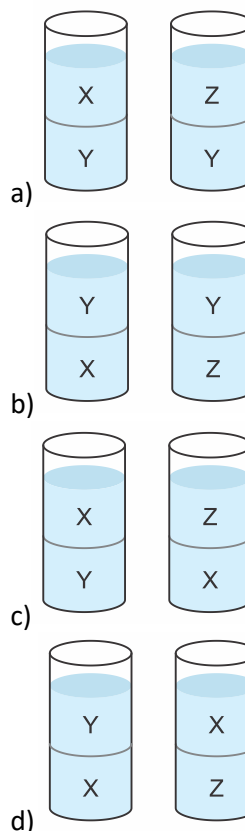
- butanona – butano – butan-1-ol – ácido butanoico.
- butan-1-ol – butanona – ácido butanoico – butano.
- ácido butanoico – butan-1-ol – butanona – butano.
- butano – ácido butanoico – butanona – butan-1-ol.
- butano – butanona – butan-1-ol – ácido butanoico.

5) Para uma experiência de misturas, há três líquidos disponíveis em um laboratório: X, Y e Z. Em dois recipientes transparentes, foram adicionados volumes iguais de dois desses líquidos, à temperatura ambiente. Observe a tabela:

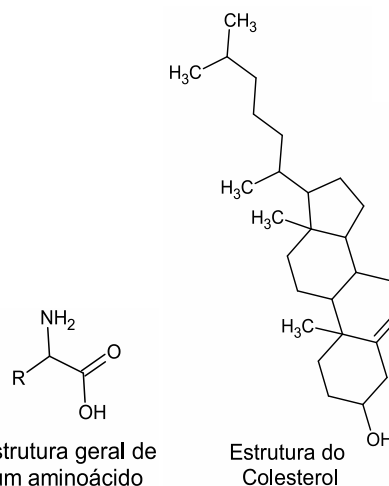
Líquido	Substância	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
X	água	1,00
Y	benzeno	0,87
Z	tetraclorometano	1,59

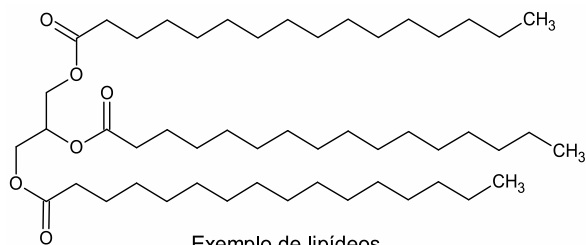
Tendo em vista as propriedades dos líquidos, as misturas heterogêneas possíveis são as representadas em:

Dados: benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e tetraclorometano (CCl<sub>4</sub>) são substâncias apolares.



6) HDL (lipídeos de alta densidade) e LDL (lipídeos de baixa densidade) são dois parâmetros importantes para a avaliação clínica, sendo dosados no sangue do paciente. Do ponto de vista bioquímico, essas estruturas são lipoproteínas formadas por uma camada proteica na parte externa e contêm lipídeos e colesterol no seu interior. Sabe-se que a camada é um polímero natural, cujos monômeros são aminoácidos, e que a densidade dessas lipoproteínas é inversamente proporcional à quantidade de colesterol presente nas micelas.





Exemplo de lipídeos

Considere as informações apresentadas e assinale a alternativa CORRETA.

- O lipídeo apresentado é um triéster solúvel em água.
- O HDL possui um teor maior de colesterol que o LDL.
- Quanto à sua estrutura, o colesterol é um álcool de cadeia mista e saturada.
- O sangue é um meio aquoso, e a presença de colesterol deve-se às ligações de hidrogênio de sua hidroxila com a água.
- As lipoproteínas descritas têm uma porção polar, solúvel em água, na parte externa, e uma porção apolar, insolúvel em água, na parte interna.

7) O ácido clorídrico ou cloreto de hidrogênio (HCl) é um importante reagente químico industrial utilizado na produção de plásticos e no processamento de couro. Na indústria alimentar, o ácido clorídrico é empregado como aditivo alimentar e na produção de gelatina.

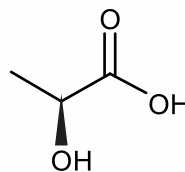
A menos que seja pressurizado ou resfriado, o ácido clorídrico se transformará em gás se houver cerca de 60% ou menos de água.

A solubilidade desse ácido em 80% de água se origina da formação de interações moleculares do tipo

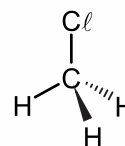
- covalente
- ligação de hidrogênio
- dipolo-induzido
- iônica
- dipolo-dipolo

8) A mudança de estado de agregação das moléculas requer o rompimento de interações intermoleculares. Considere as fórmulas estruturais das substâncias a seguir.

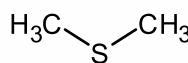
SUBSTÂNCIA 1



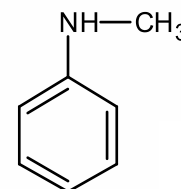
SUBSTÂNCIA 2



SUBSTÂNCIA 3



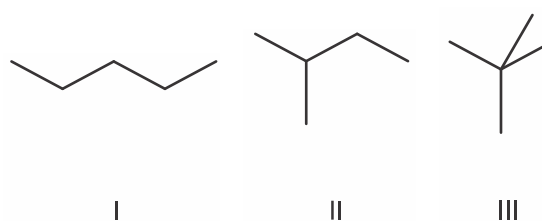
SUBSTÂNCIA 4



Entre essas substâncias, formarão interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio com a água apenas as indicadas por

- 1 e 3.
- 1 e 4.
- 2 e 3.
- 2 e 4.
- 3 e 4.

9) Isômeros são compostos com a mesma composição química, mas diferentes estruturas. Essas diferenças provocam alterações significativas nas propriedades químicas e físicas desses compostos. As figuras a seguir representam três isômeros do pentano ( $C_5H_{12}$ ).



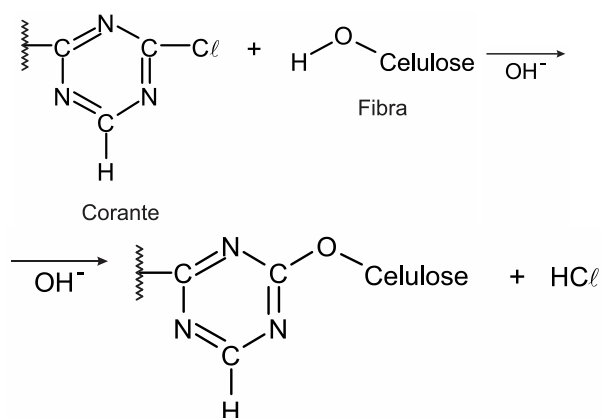
Sabendo-se que a temperatura de ebulição depende da intensidade das forças intermoleculares, a qual depende da geometria molecular, a ordem crescente de temperatura de ebulição dos três isômeros do pentano apresentados é, respectivamente:

- I, III e II
- III, II e I
- I, II e III
- II, I e III
- II, III e I

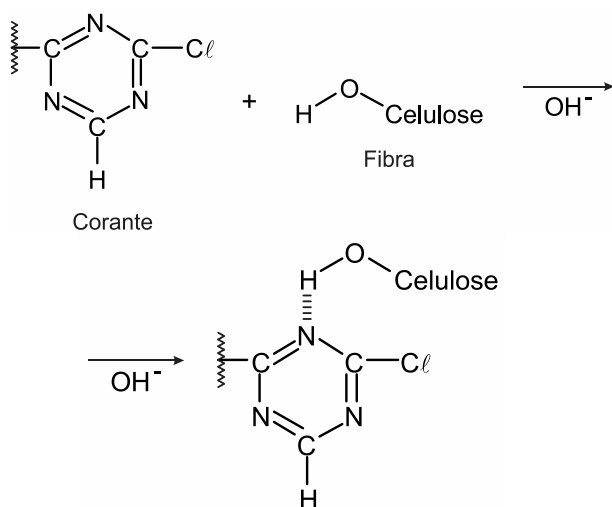
10) Estudos realizados nos últimos anos mostraram que a celulose é um ótimo composto para remoção de poluentes em ambientes aquosos. Corantes têxteis, quando descartados em sistemas aquáticos, podem causar grande malefício para a saúde humana, além de conferir à água características visuais e organolépticas diferentes, inviabilizando seu consumo.

Observe duas formas distintas de interação entre um fragmento de celulose e um fragmento de corante durante o processo de remoção desse poluente:

Esquema 1:



Esquema 2:



A partir dos esquemas I e II, é possível afirmar que a remoção do corante ocorre através da formação de uma ligação \_\_\_\_\_ em I e de uma interação do tipo \_\_\_\_\_ em II.

Os termos que completam corretamente as

lacunas são

- a) iônica e dipolo-dipolo.
- b) covalente e dipolo-dipolo.
- c) metálica e dipolo induzido.
- d) covalente e ligação de hidrogênio.

11) Diversos mecanismos importantes para a manutenção da vida na Terra estão relacionados com interações químicas.

A interação química envolvida tanto no pareamento correto de bases nitrogenadas no DNA quanto no controle de variações extremas de temperatura na água é uma ligação do seguinte tipo:

- a) iônica
- b) covalente
- c) de hidrogênio
- d) de van der Waals
- e) íon dipolo

12) Entre as substâncias  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHBr}_3$  e  $\text{CBr}_4$ .

- a)  $\text{CBr}_4$  é a de maior ponto de ebulição.
- b)  $\text{CH}_2\text{Br}_2$  é mais volátil que o  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .
- c)  $\text{CHBr}_3$  tem maior pressão de vapor que o  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .
- d)  $\text{CH}_4$  é a de maior força de interação intermolecular.
- e) quatro destas moléculas são apolares.

13) O Prêmio Nobel de Química 2017 foi concedido aos pesquisadores Joachim Frank, Richard Henderson e Jacques Dubochet pelo desenvolvimento da técnica de microscopia eletrônica criogênica, permitindo a visualização tridimensional de biomoléculas. A técnica consiste no resfriamento rápido, abaixo de  $-135^\circ\text{C}$ , da água intracelular, levando à formação de um sólido não cristalino, denominado "água vitrificada".

Considere as afirmações abaixo, sobre os estados físicos da água.

- I. A água, na temperatura ambiente, é líquida devido às ligações de hidrogênio entre suas moléculas.



- II. A água, abaixo de 0°C cristaliza, mantendo a mesma densidade da água líquida.  
 III. O resfriamento rápido da água, empregado no método da microscopia eletrônica criogênica, evita a formação de cristais e mantém a integridade celular.

Quais estão corretas?

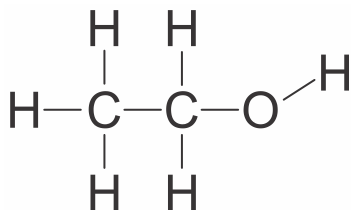
- a) Apenas I.  
 b) Apenas II.  
 c) Apenas III.  
 d) Apenas I e III.  
 e) I, II e III.

14) O consumo excessivo de bebidas alcoólicas tornou-se um problema de saúde pública no Brasil, pois é responsável por mais de 200 doenças, conforme resultados de pesquisas da Organização Mundial de Saúde (OMS).

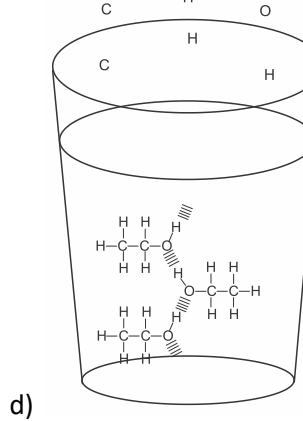
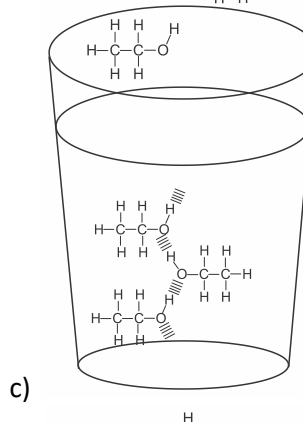
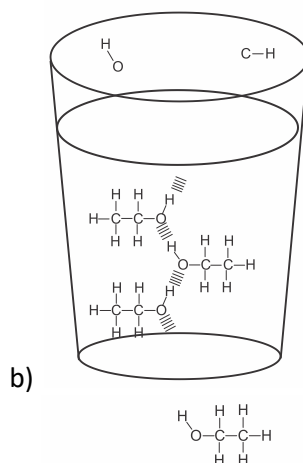
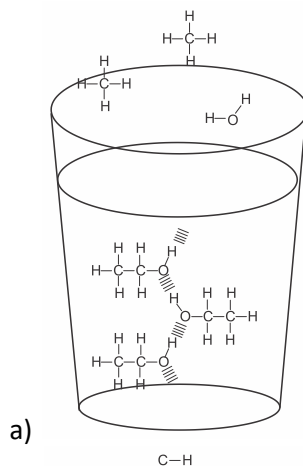
Disponível em:

<<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,consumo-de-alcool-aumenta-43-5-no-brasil-em-dez-anos-afirma-oms,70001797913>> Acesso em: 11 set. 2017 (adaptado).

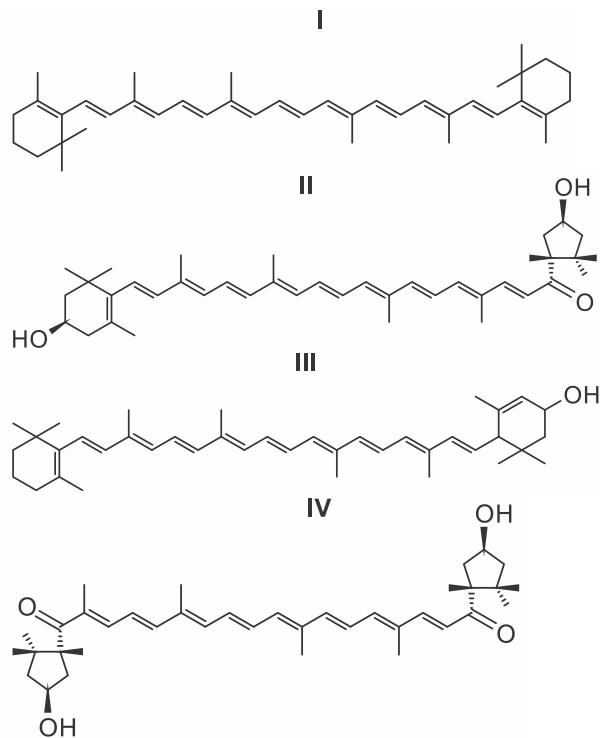
O álcool presente nessas bebidas é o etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH), substância bastante volátil, ou seja, que evapora com facilidade. Sua fórmula estrutural está representada a seguir.



Considerando-se as ligações químicas e interações intermoleculares, o modelo que representa a volatilização do etanol é:



15) A cromatografia é uma técnica de separação de substâncias orgânicas a partir da polaridade das suas moléculas. Admita que um corante natural foi analisado por essa técnica e que sua composição apresenta as seguintes substâncias:



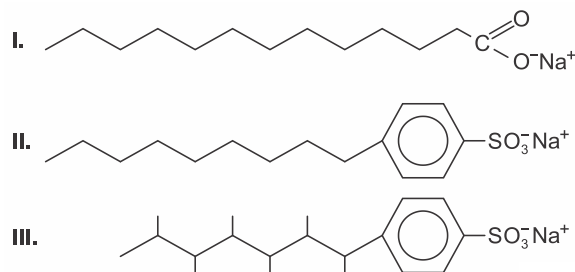
Após a separação cromatográfica, as moléculas do corante se distribuíram em duas fases: na primeira, identificaram-se as moléculas com grupamentos polares; na segunda, a molécula apolar.

A(s) substância(s) presente(s) na segunda fase é (são) indicada(s) por:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) I e IV

16) Os compostos químicos que constituem o sabão e os detergentes conseguem interagir com substâncias polares e apolares, o que contribui para a limpeza de objetos e superfícies. A diferença entre esses dois materiais está na estrutura molecular das substâncias químicas constituintes, sendo que o sabão é formado por sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa – estrutura I – e os detergentes, geralmente, são produzidos a partir de sais

derivados de ácidos sulfônicos de cadeia longa – estruturas II e III. Além disso, o tipo de cadeia carbônica do composto orgânico influencia na decomposição da substância química por micro-organismos, sendo os compostos orgânicos representados por I e II biodegradáveis e o composto III não biodegradável.

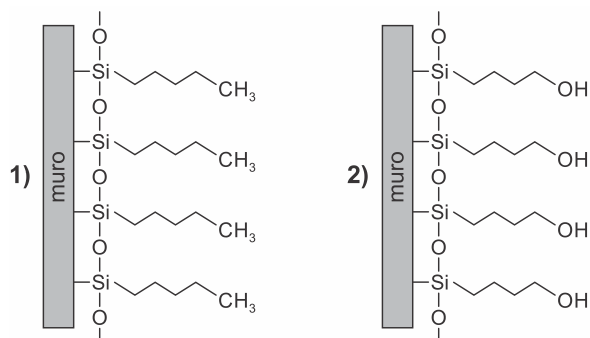


Com base nessas informações e nas estruturas desses compostos químicos, é correto afirmar:

- a) A parte hidrófoba do sabão representado em I associa-se a moléculas de água por ligações de hidrogênio.
- b) O composto químico representado em II apresenta como parte hidrófila a extremidade polar representada por  $-\text{SO}_3^-$ .
- c) A existência da cadeia carbônica ramificada na estrutura do detergente contribui para a decomposição da substância química por micro-organismos.
- d) O hidrogênio do benzeno, matéria-prima para a fabricação dos detergentes, é substituído por um radical alquil representado por  $-\text{C}_{12}\text{H}_{23}$  na estrutura III.
- e) A substância química representada em I é obtida pela reação entre o ácido decanoico,  $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}(\text{aq})$ , e a solução aquosa de cloreto de sódio,  $\text{NaCl}(\text{aq})$ .

17) Uma alternativa encontrada nos grandes centros urbanos para se evitar que pessoas desorientadas urinem nos muros de casas e estabelecimentos comerciais é revestir esses muros com um tipo de tinta que repele a urina e, assim, “devolve a urina” aos seus verdadeiros donos.

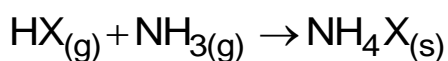
A figura a seguir apresenta duas representações para esse tipo de revestimento.



Como a urina é constituída majoritariamente por água, e levando-se em conta as forças intermoleculares, pode-se afirmar corretamente que

- os revestimentos representados em 1 e 2 apresentam a mesma eficiência em devolver a urina, porque ambos apresentam o mesmo número de átomos na cadeia carbônica hidrofóbica.
- o revestimento representado em 1 é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica é hidrofóbica e repele a urina.
- o revestimento representado em 2 é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica apresenta um grupo de mesma polaridade que a água, e, assim, é hidrofóbica e repele a urina.
- o revestimento representado em 2 é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica apresenta um grupo de mesma polaridade que a água, e, assim, é hidrofílica e repele a urina.

18) Partículas microscópicas existentes na atmosfera funcionam como núcleos de condensação de vapor de água que, sob condições adequadas de temperatura e pressão, propiciam a formação das nuvens e conseqüentemente das chuvas. No ar atmosférico, tais partículas são formadas pela reação de ácidos (HX) com a base NH<sub>3</sub>, de forma natural ou antropogênica, dando origem a sais de amônio (NH<sub>4</sub>X), de acordo com a equação química genérica:

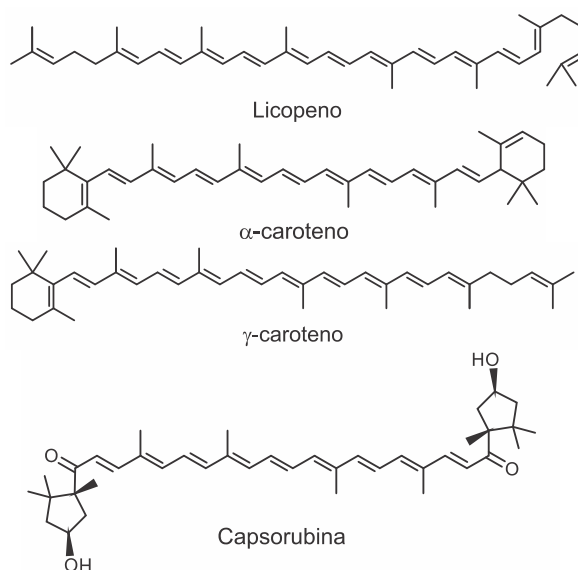


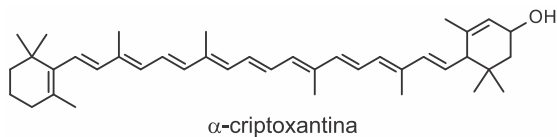
A fixação de moléculas de vapor de água pelos núcleos de condensação ocorre por

- ligações iônicas.
- interações dipolo-dipolo.
- interações dipolo-dipolo induzido.
- interações íon-dipolo.
- ligações covalentes.

19) A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente. Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, n. 29, ago. 2008 (adaptado).

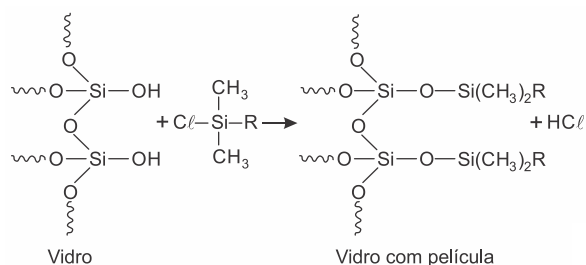




A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

- a) licopeno.
- b)  $\alpha$ -caroteno.
- c)  $\gamma$ -caroteno.
- d) capsorubina.
- e)  $\alpha$ -criptoxantina.

20) Para aumentar o grau de conforto do motorista e contribuir para a segurança em dias chuvosos, alguns materiais podem ser aplicados no para-brisa do veículo, formando uma película que repele a água. Nesse tratamento, ocorre uma transformação na superfície do vidro, a qual pode ser representada pela seguinte equação química não balanceada:



Das alternativas apresentadas, a que representa o melhor material a ser aplicado ao vidro, de forma a evitar o acúmulo de água, é:

Note e adote:

R = grupo de átomos ligado ao átomo de silício.

- a)  $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$
- b)  $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{CHOH})\text{CH}_2\text{NH}_2$
- c)  $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{CHOH})_5\text{CH}_3$
- d)  $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
- e)  $\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$



## GABARITOS

- 1) D
- 2) D
- 3) B
- 4) E
- 5) D
- 6) E
- 7) E
- 8) B
- 9) B
- 10) D
- 11) C
- 12) A
- 13) D
- 14) C
- 15) A
- 16) B
- 17) B
- 18) D
- 19) D
- 20) E