

Ligações (Forças) Intermoleculares

Atuam no estado sólido e líquido, mantendo as moléculas unidas.

- Tipos de forças intermoleculares.

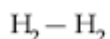
1. Interações dipolo-dipolo.

Exemplo:



2. Interações dipolo induzido-dipolo induzido ou dipolo instantâneo-dipolo instantâneo, que também são chamadas de forças de dispersão de London.

Exemplo:



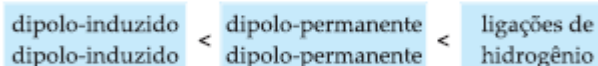
3. Interações tipo ligações (pontes) de hidrogênio.

Exemplo:

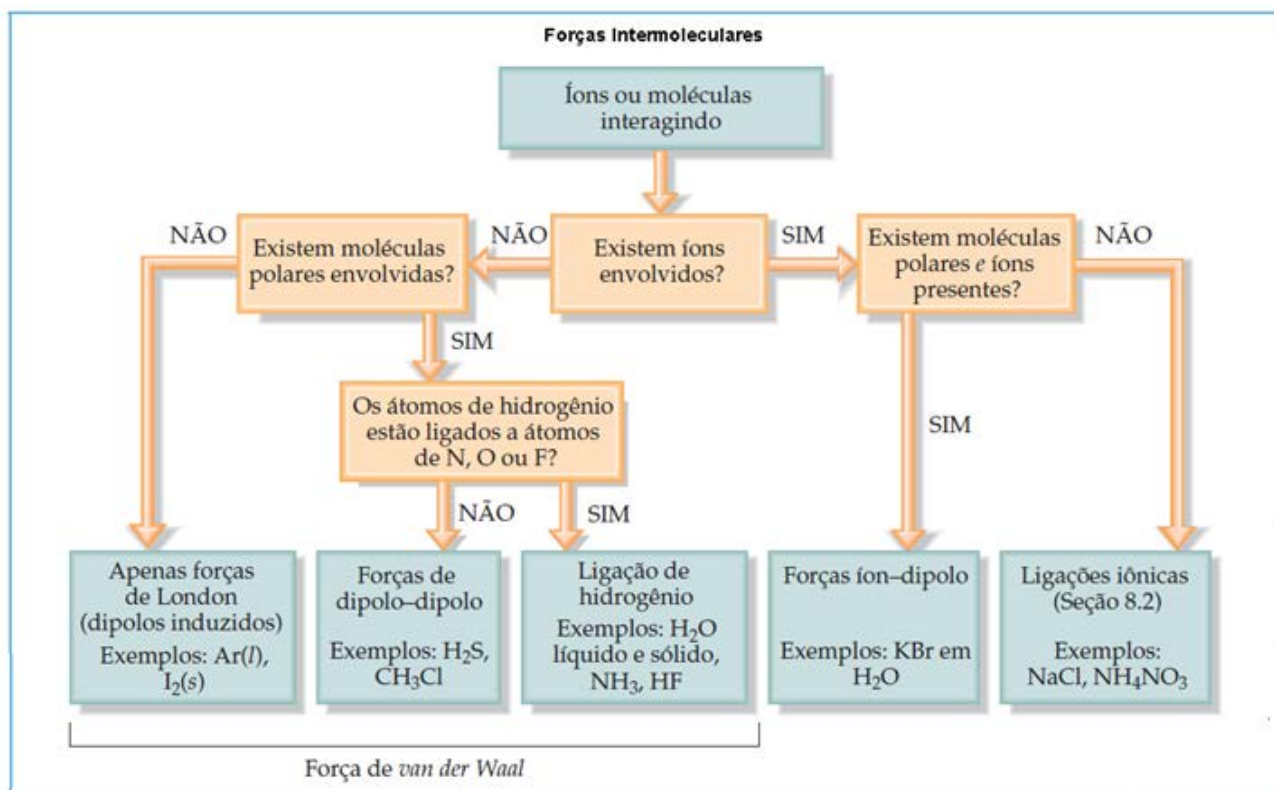


Observação – Modernamente as forças intermoleculares em geral recebem o nome de forças de Van der Waals.

- Intensidade das forças intermoleculares



aumenta a intensidade das forças
de Van der Waals.



EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

01 (PUC-RS) Um dos testes realizados para a determinação da quantidade de álcool na gasolina é aquele em que se lhe adiciona água, ocasionando a extração do álcool pela água. Isso pode ser explicado pelo fato de álcool e água possuírem:

- a) ligações covalentes simples e dativas.
- b) forças de atração por ligações de hidrogênio.
- c) forças de atração por forças de Van der Waals.
- d) o grupo OH⁻ carboxila.
- e) moléculas apolares.

02 (UFMG-MG) Considere separadamente as substâncias líquidas tetracloreto de carbono, água, n-hexano e acetona, listadas na tabela de interações intermoleculares, nessa ordem.

As interações mais fortes entre as espécies constituintes estão indicadas corretamente em:

| | CCl ₄ | H ₂ O | CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃ | CH ₃ COH ₃ |
|-----|------------------|-----------------------|---|----------------------------------|
| I | Dipolo-dipolo | Ligação de hidrogênio | Dipolo-dipolo | De Van der Waals |
| II | De Van der Waals | Dipolo-dipolo | Ligação de hidrogênio | Dipolo-dipolo |
| III | De Van der Waals | Ligação de hidrogênio | De Van der Waals | Dipolo-dipolo |
| IV | Íon-íon | Dipolo-dipolo | De Van der Waals | De Van der Waals |
| V | Dipolo-dipolo | Ligação de hidrogênio | De Van der Waals | Dipolo-dipolo |

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

03 (UFSM-RS) Analise as seguintes afirmativas em relação à molécula de iodo (I₂) e à sua dissolução direta em água:

- I. A molécula de iodo é facilmente dissolvida em água.
- II. O momento dipolar da molécula de iodo é nulo.
- III. São estabelecidas ligações de hidrogênio entre o I₂ e a água.

Está(ão) CORRETA(S) a(s) afirmativa(s)

- a) I apenas.
- b) II apenas.
- c) III apenas.
- d) I e II apenas.
- e) II e III apenas.

04 (UFV-MG) Das substâncias abaixo representadas, aquela que apresenta ligações de hidrogênio entre suas moléculas é:

- a) CH_3COONa
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
- d) CH_3COCl
- e) CH_3COCH_3

05 (UEL-PR) “Em abril de 1998, a imprensa noticiou que um enorme bloco de gelo se despreendeu da península Antártica, provavelmente em consequência do aquecimento global da Terra. No gelo desprendido, as moléculas estão unidas entre si por I ao passo que, no gelo seco, as moléculas prendem-se por II.”

Completa-se corretamente o texto pela substituição de I e II, respectivamente, por:

- a) forças de Van der Waals – ligações iônicas.
- b) pontes de hidrogênio – ligações metálicas.
- c) ligações covalentes polares – pontes de hidrogênio.
- d) ligações metálicas – ligações iônicas.
- e) pontes de hidrogênio – forças de Van der Waals.

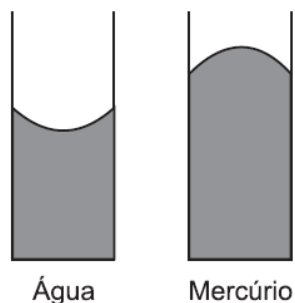
06 (UFPE-PE) Associe o tipo de ligação ou interação (coluna da direita) que possibilita a existência das substâncias listadas (coluna da esquerda), no estado sólido.

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. Gelo | () Iônica |
| 2. Parafina | () Covalente |
| 3. Ferro | () Metálica |
| 4. Carbonato de cálcio | () Ligação de hidrogênio |
| 5. Diamante | () Van der Waals |

Os números na segunda coluna, lidos de cima para baixo, são:

- a) 1, 2, 3, 4, 5
- b) 4, 2, 3, 1, 5
- c) 4, 5, 3, 1, 2
- d) 4, 5, 3, 2, 1
- e) 1, 2, 5, 3, 4

07 (VUNESP-SP) A ação capilar, a elevação de líquidos em tubos estreitos, ocorre quando existem atrações entre as moléculas do líquido e a superfície interior do tubo. O menisco de um líquido é a superfície curvada que se forma em um tubo estreito. Para a água em um tubo capilar de vidro, o menisco é curvado para cima nas bordas, forma côncava, enquanto que para o mercúrio as bordas do menisco possuem uma forma convexa.

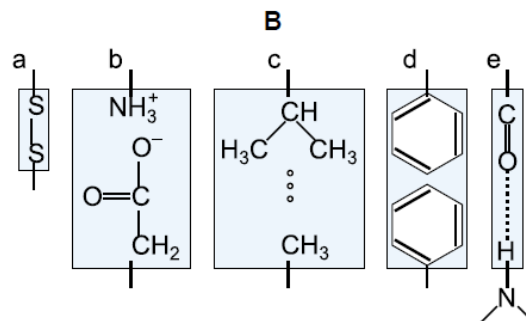


Levando em consideração as informações do texto e da figura,

- a) descreva as forças envolvidas na formação de meniscos;
- b) explique, com justificativas, a diferença na forma dos meniscos da água e do mercúrio quando em tubos de vidro estreitos.

08 (UFSM-RS) A mioglobina presente nos músculos apresenta estrutura altamente organizada e dinâmica, responsável pela função biológica dessa proteína. Associe as ligações da mioglobina apresentadas em A com as estruturas responsáveis pela sua estabilização apresentadas em B.

- A**
1. Interação eletrostática (iônica)
 2. Ligações covalentes
 3. Ligações de hidrogênio
 4. Forças de Van der Waals



A alternativa que apresenta somente associações corretas é:

- 1a - 2c - 3e - 4d.
- 1b - 2a - 3e - 4c.
- 1b - 2d - 3e - 4c.
- 1e - 2c - 3b - 4a.
- 1d - 2a - 3b - 4c.

09 (PUC-PR) O dióxido de carbono, presente na atmosfera e nos extintores de incêndio, apresenta ligação entre os seus átomos do tipo..... e suas moléculas estão unidas por

Os espaços acima são corretamente preenchidos pela alternativa:

- covalente apolar - forças de Van der Waals
- covalente apolar - atração dipolo-dipolo
- covalente polar - ligações de hidrogênio
- covalente polar - forças de Van der Waals
- covalente polar - atração dipolo-dipolo

10 (UFU-MG) Relacione as duas colunas para caracterizar a interação que existe no estado sólido.

- Ligação iônica
- Ligação de hidrogênio
- Forças de Van der Waals
- Ligação metálica
- Ligação covalente

- () Ligação entre as moléculas de NH_3
 () Ligação entre as moléculas de CH_4
 () Ligação entre os átomos de Mg
 () Ligação entre as moléculas de CO_2
 () Ligação entre os íons de Ca^{2+} e Cl^-
 () Ligação entre as moléculas de HCl
 () Ligação entre as moléculas de H_2
 () Ligação entre os átomos de C no grafite

- B - C - D - C - A - C - C - E
- B - D - E - C - D - A - C - B
- E - E - D - D - A - C - C - B
- E - B - A - B - A - C - C - C
- C - C - D - C - A - E - C - B

11 (UFPA-PA) O gás carbônico (CO_2), quando congelado, é conhecido como gelo-seco, muito utilizado nos carrinhos de sorvete e em efeitos especiais em cinema e televisão. Nessa condição, suas moléculas estão unidas por:

- a) ligações de hidrogênio.
- b) ligações covalentes.
- c) forças de Van der Waals.
- d) ligações dipolo-dipolo.
- e) ligações iônicas.

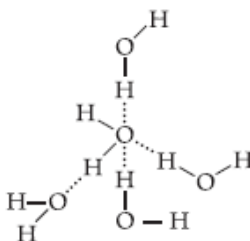
12 (VUNESP-SP) Para as substâncias H_2O e H_2S , as forças de atração entre as suas moléculas ocorrem por:

- a) interações eletrostáticas para ambas.
- b) ligações de hidrogênio para ambas.
- c) ligações de hidrogênio para H_2O e interações eletrostáticas para H_2S .
- d) ligações de hidrogênio para H_2O e dipolo-dipolo para H_2S .
- e) ligações de Van der Waals para ambas.

13 (UNIP-SP) O principal tipo de força atrativa que deve ser vencida para sublimar o gelo-seco (CO_2 sólido) é:

- a) ligação covalente
- b) força de London (entre dipolos temporários).
- c) força entre dipolos permanentes (devidos à diferença de eletronegatividade).
- d) ligação coordenada.
- e) ligação iônica.

14 (UFSE-SE) Na seguinte estrutura estão representadas moléculas de água unidas entre si por ligações:



- a) covalentes
- b) iônicas
- c) por ligações de hidrogênio
- d) por ligações de oxigênio
- e) peptídicas

15 (UFRGS-RS) As propriedades dos sólidos podem, muitas vezes, ser interpretadas em função das ligações químicas entre suas unidades estruturais. O diamante, o naftaleno e o óxido de magnésio apresentam, respectivamente, ligações do tipo:

- a) Van der Waals, covalente, metálica.
- b) covalente, iônica, metálica.
- c) covalente, Van der Waals, metálica.
- d) Van der Waals, covalente, iônica.
- e) covalente, Van der Waals, iônica.

16 (UFG-GO) Dados os compostos:

- I. H₂O
- II. C₈H₁₈
- III. C₂H₅OH
- IV. H₃C-COOH

Indique a alternativa correta.

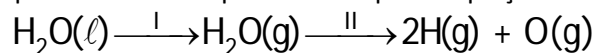
- a) I e II são polares.
- b) I e IV são solventes orgânicos.
- c) III pode ser obtido a partir do petróleo.
- d) IV pode formar ligações de hidrogênio.
- e) II, III e IV são orgânicos e apolares.

17 (VUNESP-SP) A água, a amônia e o metano têm massas moleculares próximas.

Apesar disso, a água possui ponto de ebulição muito mais elevado que os da amônia e do metano. Essas observações experimentais podem ser explicadas porque:

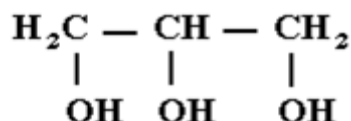
- a) a água tem ligações iônicas, enquanto o metano e a amônia são formados por ligações covalentes.
- b) os tipos de ligações não interferem no ponto de ebulição.
- c) todos os três compostos apresentados têm ligações covalentes, porém a amônia e o metano são polares.
- d) as moléculas de água têm as ligações covalentes oxigênio-hidrogênio facilmente rompíveis.
- e) a água possui moléculas polares que formam ligações de pontes de hidrogênio, aumentando a força de coesão entre suas moléculas, enquanto a amônia possui ligações de hidrogênio mais fracas (μ H₂O > μ NH₃) e o metano é uma molécula apolar (μ = 0).

18 (UNICAMP-SP) Considere os processos I e II representados pelas equações:



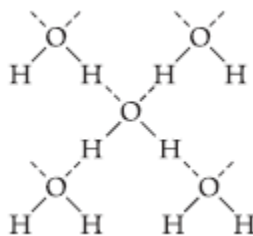
Indique quais ligações são rompidas em cada um dos processos.

19 (UNICAMP-SP) Na produção industrial de panetones, junta-se a massa o aditivo químico U.I. Este aditivo é a glicerina, que age como umectante, ou seja, retém a umidade para que a massa não resseque demais. A fórmula estrutural da glicerina (propanotriol) é:



- a) Represente as ligações entre as moléculas de água e a de glicerina.
- b) Por que, ao se esquentar uma fatia de panetone ressecado, ela amolece, ficando mais macia?

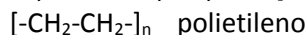
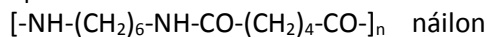
20 (UNICAMP-SP) As ligações de hidrogênio formadas entre moléculas de água, HOH, podem ser representadas por:



Com base nesse modelo, represente as ligações de hidrogênio que existem entre as moléculas de amônia, NH₃.

21 (UNICAMP-SP) Para se ter uma ideia do que significa a presença de polímeros sintéticos na nossa vida, não é preciso muito esforço. Imagine o interior de um automóvel sem polímeros, olhe para sua roupa, para seus sapatos, para o armário do banheiro. A demanda por polímeros é tão alta que, em países mais desenvolvidos, o seu consumo chega a 150kg por ano por habitante.

Em alguns polímeros sintéticos, uma propriedade bastante desejável é a sua resistência à tração. Essa resistência ocorre, principalmente, quando átomos de cadeias poliméricas distintas se atraem. O náilon, que é uma poliamida, e o polietileno, representados a seguir, são exemplos de polímeros.



a) Admitindo-se que as cadeias destes polímeros são lineares, qual dos dois é mais resistente à tração? Justifique.

b) Desenhe os fragmentos de duas cadeias poliméricas do polímero que você escolheu no item a, identificando o principal tipo de interação existente entre elas que implica na alta resistência à tração.

22 (UFSM-RS)

Bebida é água
Comida é pasto
Você tem sede de quê?
Você tem fome de quê?

A gente não quer só comida,
A gente quer comida, diversão e arte
A gente não quer só comida,
A gente quer saída para qualquer parte
A gente não quer só comida,
A gente quer bebida, diversão e balé
A gente não quer só comida,
A gente quer a vida como a vida quer

Bebida é água
Comida é pasto
Você tem sede de quê?
Você tem fome de quê?

A gente não quer só comer,
A gente quer comer e quer fazer amor
A gente não quer só comer,
A gente quer prazer pra aliviar a dor
A gente não quer só dinheiro,
A gente quer dinheiro e felicidade
A gente não quer só dinheiro,
A gente quer inteiro e não pela metade

(Comida, Arnaldo Antunes, Marcelo Fromer, Sérgio Britto - Os Titãs)

Como fala a canção "Comida", a água é essencial à vida no nosso planeta. Em relação à água, analise as afirmativas:

I. Quando pura, é boa condutora de eletricidade, pois sua constante de dissociação é de 1×10^{-14} .

II. Forma ligações de hidrogênio que são responsáveis pelo seu ponto de ebulição anômalo em relação aos compostos formados pelos outros elementos do grupo 16 com hidrogênio.

III. A geometria da molécula é linear, pelo fato de o oxigênio apresentar dois pares de elétrons não ligados.

Está(ão) CORRETA(S)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

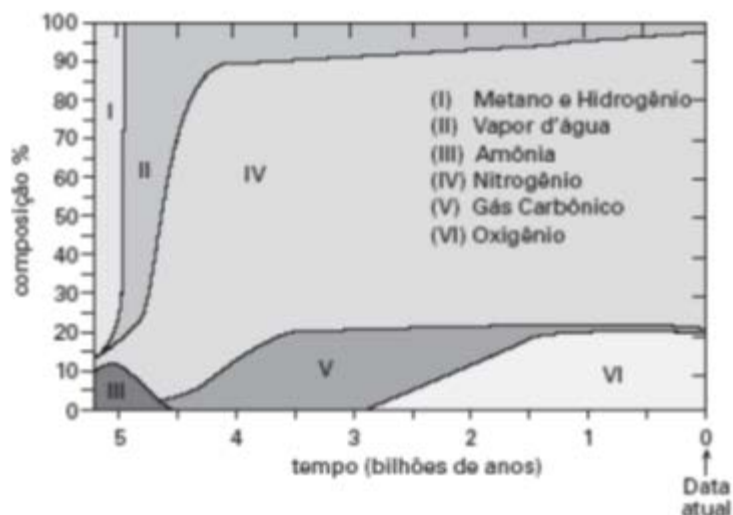
23 (UFC-CE) Assim como a temperatura de ebulição e a pressão de vapor em uma temperatura específica, o calor de vaporização (ΔH_{vap}) de um líquido pode ser utilizado para estimar a magnitude das forças de atração intermoleculares. Com base nessa informação, responda o que se pede a seguir.

a) Classifique em ordem crescente de valores de ΔH_{vap} as seguintes substâncias: H_2O , CH_4 e H_2S .

b) Indique, para cada substância do item A, a força intermolecular que deve ser vencida para que ocorra a sua vaporização.

24 (ITA-SP) Dois recipientes contêm soluções aquosas diluídas de estearato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$). Em um deles é adicionada uma porção de n-octano e no outro, uma porção de glicose, ambos sob agitação. Faça um esquema mostrando as interações químicas entre as espécies presentes em cada um dos recipientes.

25 (UEPG-PR) O gráfico a seguir mostra a composição da atmosfera, desde a sua formação até os dias atuais. As áreas numeradas mostram a composição aproximada, em volume, dos gases atmosféricos. O aparecimento da vida deve ter ocorrido há aproximadamente 3,5 bilhões de anos. Analise o gráfico e assinale o que for correto.



(Adaptado de "The Random House Encyclopedias", 1990)

(01) O processo da respiração, que consiste em assimilar oxigênio e eliminar gás carbônico, coincide com o início da vida no planeta.

(02) Amônia e gás carbônico foram substâncias predominantes na atmosfera antes do início da vida.

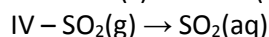
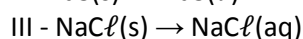
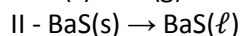
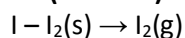
(04) Os constituintes em II, III e V são substâncias compostas, formadas por moléculas polares.

(08) Ao longo do tempo houve aumento dos teores de vapor d'água e oxigênio.

(16) Em IV e VI, os compostos predominantes são substâncias simples, cujas moléculas estabelecem ligações por forças de Van der Waals.

Soma ()

26 (CFT-MG) Considere os fenômenos representados a seguir.



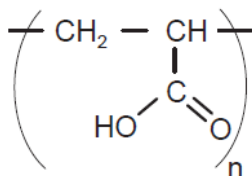
Há quebra de ligações interatômicas e intermoleculares apenas em:

a) I. b) II. c) III. d) IV.

27 (UFU-MG) As substâncias SO_2 , NH_3 , HCl e Br_2 apresentam as seguintes interações intermoleculares, respectivamente:

- forças de London, dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio e dipolo induzido-dipolo induzido.
- dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo e dipolo induzido-dipolo induzido.
- dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, ligação de hidrogênio e dipolo-dipolo.
- dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo.

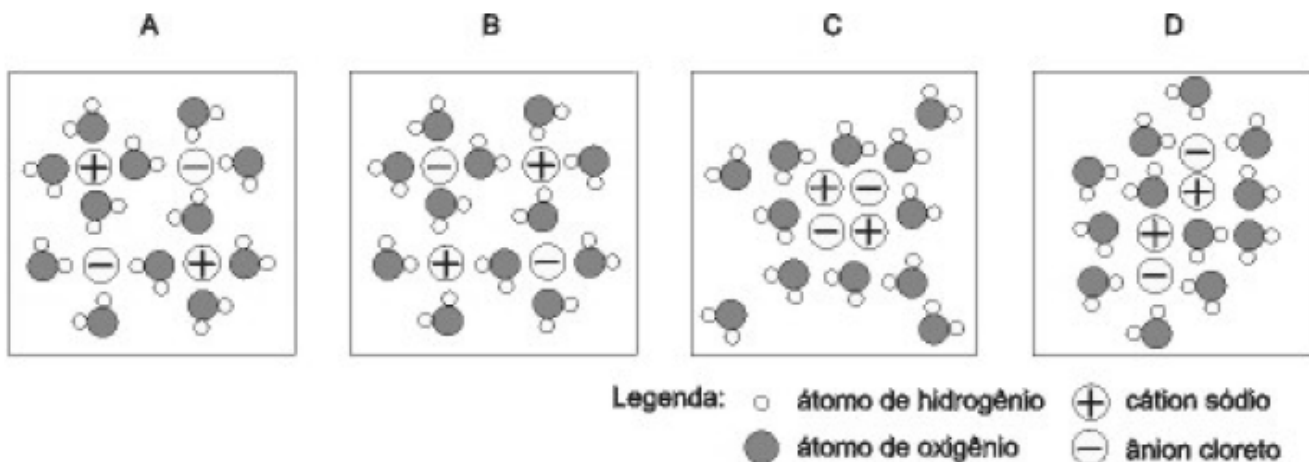
28 (UFSM-RS) O gel usado nos pacientes durante o exame de ultrassom é um polímero do ácido acrílico que tem a estrutura:



Entre as cadeias, há formação de ligações de hidrogênio, nas quais átomos de hidrogênio se ligam a átomos de oxigênio mais da outra cadeia, produzindo interações que a força de coesão, levando à formação do gel.

- eletropositivos - fortes - aumentam
- eletronegativos - fracas - diminuem
- eletronegativos - fortes - diminuem
- eletropositivos - fracas - aumentam
- eletronegativos - fortes - aumentam

29 (UFMG-MG) O cloreto de sódio, NaCl , é um sólido iônico que apresenta alta solubilidade em água. As figuras apresentam quatro modelos distintos para descrever a solvatação do NaCl pelas moléculas de água.



1- INDIQUE se a molécula da água é polar ou apolar. Justifique sua resposta, considerando a polaridade das ligações OH e a geometria molecular.

Resposta:

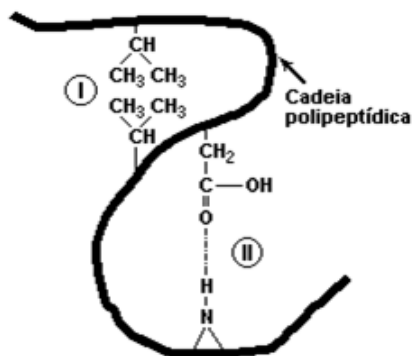
Justificativa:

2- INDIQUE qual dos modelos (A, B, C ou D) descreve melhor a solvatação do NaCl em uma solução aquosa diluída. JUSTIFIQUE sua resposta, considerando as interações entre as espécies em solução.

Resposta:

Justificativa:

30 (PUC-RS) Quando uma célula produz uma proteína, a cadeia de polipeptídeo dobra-se espontaneamente para assumir certa forma. Um dos dobramentos dessa cadeia polipeptídica envolve várias forças de interação entre várias cadeias laterais de aminoácidos, conforme exemplificado no esquema a seguir.

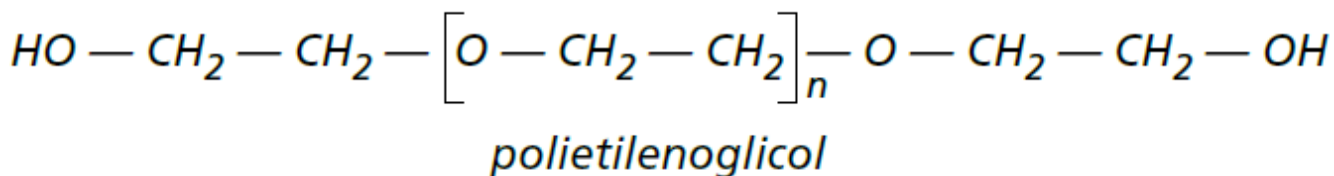
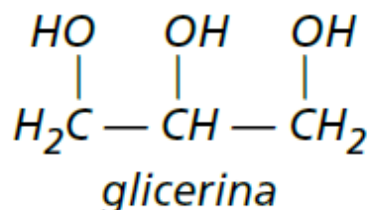


Os tipos de forças de interação que ocorrem em (I) e (II) são, respectivamente,

- dipolo-dipolo e ligação de hidrogênio.
- ligação de hidrogênio e dipolo-dipolo.
- dipolo induzido-dipolo induzido e ligação de hidrogênio.
- dipolo induzido-dipolo induzido e dipolo-dipolo.
- dipolo induzido-dipolo e dipolo-dipolo.

31 Os icebergs são massa de gelo flutuante (água no estado sólido) que, geralmente, por se desprenderem de uma geleira polar, são constituídos por água doce. Como você explicaria do fato de sendo compostas da mesma matéria, um iceberg flutua sobre a água, ou ainda, que uma garrafa contendo água quebre quando esquecida no congelador?

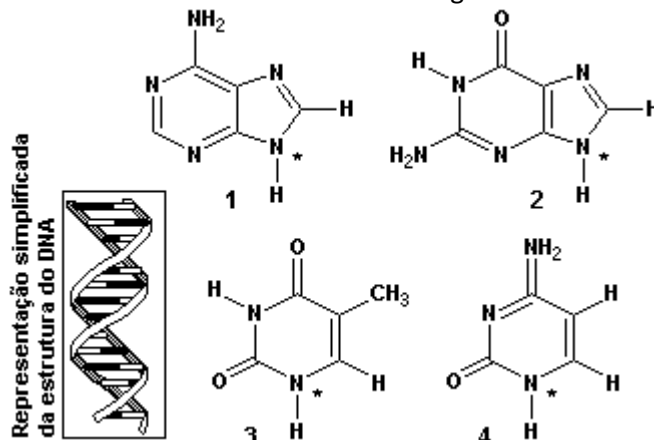
32 (ENEM) A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:



A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

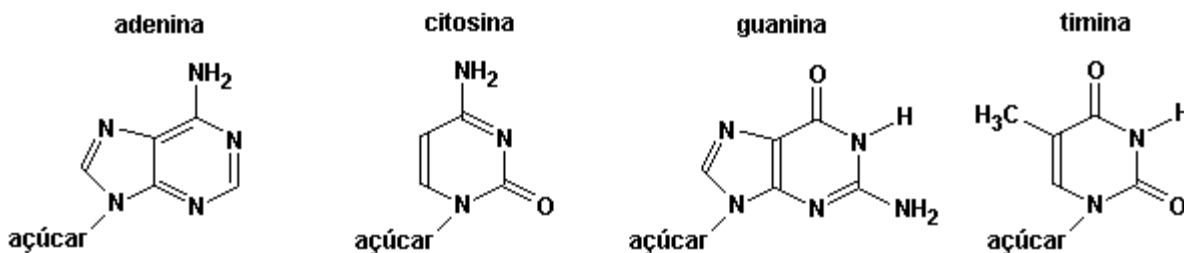
- ligações iônicas.
- forças de London.
- ligações covalentes.
- forças dipolo-dipolo.
- ligações de hidrogênio.

33 (UNICAMP-SP) A comunicação implica transmissão de informação. É o que acontece no processo de hereditariedade através do DNA, em que são passadas informações de geração em geração. A descoberta da estrutura do DNA, na metade do século XX, representou um grande avanço para a humanidade. Wilkins, Watson e Crick ganharam o Prêmio Nobel em 1962 por essa descoberta. Para que seja mantida a estrutura da dupla hélice do DNA, segundo as regras de Chargaff, existem ligações químicas entre pares das bases mostradas a seguir, observando-se, também, que os pares são sempre os mesmos. A representação simplificada da estrutura do DNA, vista a seguir, pode ser comparada a uma "escada espiralada" (α -hélice), onde o tamanho dos degraus é sempre o mesmo e a largura da escada é perfeitamente constante. As bases estão ligadas ao corrimão da escada pelo nitrogênio assinalado com asterisco nas fórmulas a seguir.



- a) Considerando apenas as informações dadas em negrito, quais seriam as possíveis combinações entre as bases 1, 2, 3 e 4? Justifique.
- b) Na verdade, somente duas combinações do item a ocorrem na natureza. Justifique esse fato em termos de interações intermoleculares.

34 (UFG-GO) O ácido desoxirribonucleico (DNA) é uma macromolécula formada por duas cadeias. Em cada uma dessas cadeias, existem açúcares e fosfatos que se alternam. Ligadas aos açúcares existem bases nitrogenadas que unem essas cadeias, por pontes de hidrogênio. Uma sequência de bases, em uma cadeia, é complementar à outra, assim: ---ATCCGAG--- ligado a ---TAGGCTC---. A seguir, estão as fórmulas estruturais planas dessas bases:



Represente as pontes de hidrogênio que ocorrem entre as bases do DNA.

35 (UFSM-RS) Ao contrário da maioria das substâncias, a densidade da água diminui à pressão constante, quando ela se congela, sendo bastante familiar a imagem de cubos de gelo flutuando em água.

Analise as afirmativas:

I - Há aumento de volume quando o gelo se forma.

II - A estrutura menos densa ocorre devido à formação de pontes de hidrogênio.

III - As pontes de hidrogênio são consequência das interações de dipolo induzido do oxigênio e dipolo permanente do hidrogênio.

Está(ão) correta(s)

a) apenas I.

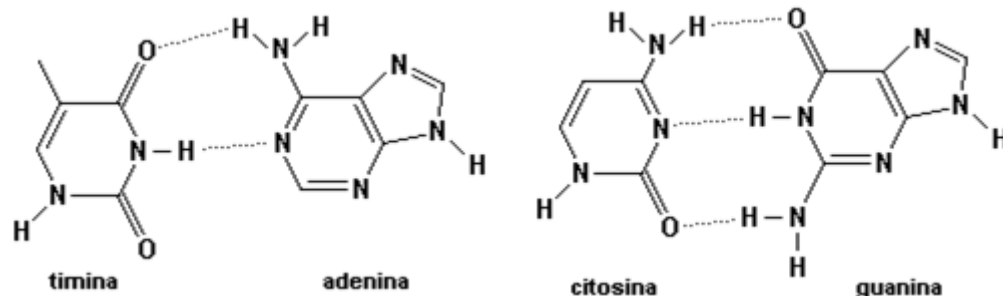
b) apenas II.

c) apenas III.

d) apenas I e II.

e) apenas II e III.

36 (UERJ-RJ) No esquema a seguir estão representadas, na forma de linhas pontilhadas, determinadas interações intermoleculares entre as bases nitrogenadas presentes na molécula de DNA - timina, adenina, citosina e guanina.



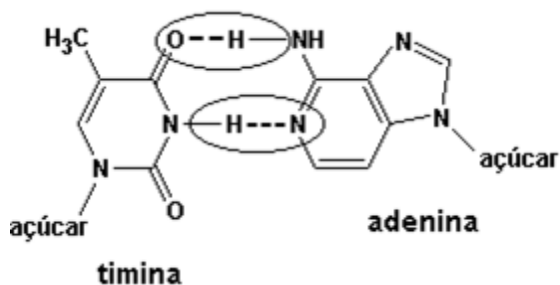
As interações representadas entre a timina e a adenina, e entre a citosina e a guanina, são do tipo:

- iônica
- metálica
- dipolo-dipolo
- ligação de hidrogênio

37 (UFC-CE) Recentemente, uma pesquisa publicada na revista *Nature* (Ano: 2000, vol.405, pg. 681,) mostrou que a habilidade das lagartixas (víboras) em escalar superfícies lisas como uma parede, por exemplo, é resultado de interações intermoleculares. Admitindo que a parede é recoberta por um material apolar e encontra-se seca, assinale a alternativa que classifica corretamente o tipo de interação que prevalece entre as lagartixas e a parede, respectivamente:

- íon - íon.
- íon - dipolo permanente.
- dipolo induzido - dipolo induzido.
- dipolo permanente - dipolo induzido.
- dipolo permanente - dipolo permanente.

38 (PUC-MG) Sabe-se que um tipo importante de ligação que mantém as bases nitrogenadas ligadas no DNA são aquelas circuladas na figura adiante. Observando-se o desenho a seguir, essas ligações são do tipo:

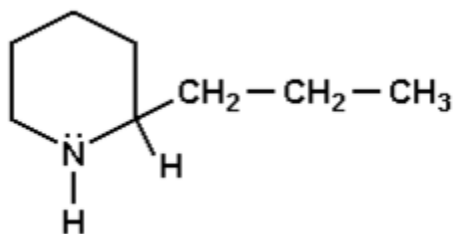


- covalente apolar.
- ligações de hidrogênio.
- covalente polar.
- iônica.

39 (ITA-SP) Dois substratos de vidro, do tipo comumente utilizado na fabricação de janelas, foram limpos e secos. Nas condições ambientes, depositaram-se cuidadosamente uma gota (0,05 mL) de mercúrio sobre um dos substratos e uma gota (0,05 mL) de água sobre o outro substrato. Considere os líquidos puros.

- Desenhe o formato da gota de líquido depositada sobre cada um dos substratos.
- Justifique a razão de eventuais diferenças nos formatos das gotas dos líquidos depositadas sobre cada um dos substratos de vidro.
- Qual a influência do volume do líquido no formato das gotas depositadas sobre os substratos?

40 (UFSC-SC) O filósofo grego Sócrates foi morto por dose letal de cicuta, veneno em que o componente principal é a coniina, cuja fórmula estrutural é:

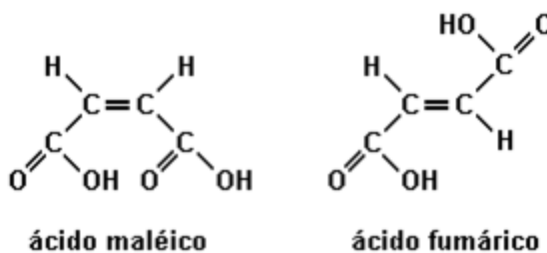


Com base nas informações dadas, é CORRETO afirmar que a coniina é/tem:

- (01) um composto nitrogenado heterocíclico.
- (02) uma amina aromática.
- (04) uma amina terciária.
- (08) capaz de formar ligações por pontes de hidrogênio com a água.
- (16) fórmula molecular C₈H₁₇N.
- (32) massa molecular igual a 123 g/mol.

Soma ()

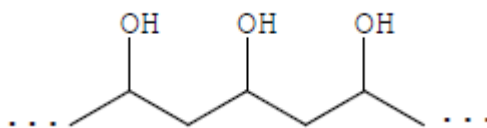
41 (UFMG-MG) A primeira demonstração experimental da existência de isomeria geométrica envolveu o estudo dos ácidos maléico e fumárico:



Considerando-se esses dois ácidos e suas estruturas, é INCORRETO afirmar que:

- a) a molécula de ácido fumárico corresponde ao isômero trans.
- b) a molécula de ácido maléico é menos polar que a de ácido fumárico.
- c) ambos os ácidos podem realizar ligações de hidrogênio com a água.
- d) apenas a molécula de ácido maléico tem dois grupos capazes de se ligar, um ao outro, por uma ligação de hidrogênio.

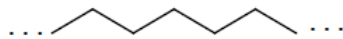
42 (UFMG-MG) Um adesivo tem como base um polímero do tipo álcool polivinílico, que pode ser representado por esta estrutura:



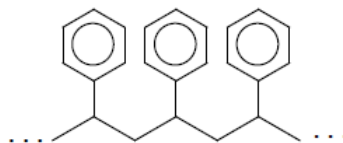
A ação adesiva desse polímero envolve, principalmente, a formação de ligações de hidrogênio entre o adesivo e a superfície do material a que é aplicado.

Considere a estrutura destes quatro materiais:

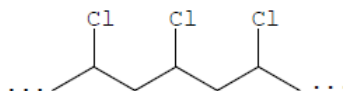
polietileno



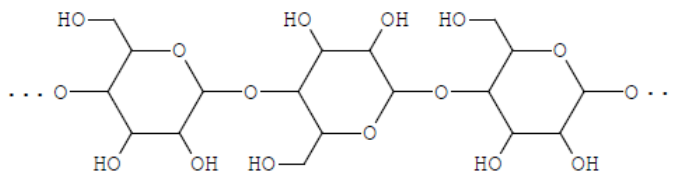
poliestireno



Cloreto de polivinila



celulose

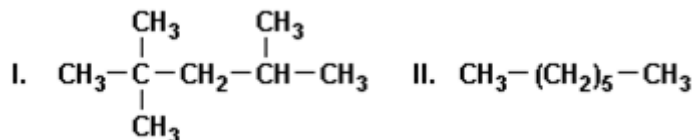


Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que o adesivo descrito deve funcionar **melhor** para colar
a) celulose. b) cloreto de polivinila. c) polietileno. d) poliestireno.

43 (VUNESP-SP) Pode-se verificar que uma massa de água ocupa maior volume no estado sólido (gelo) do que no estado líquido. Isto pode ser explicado pela natureza dipolar das ligações entre os átomos de hidrogênio e oxigênio, pela geometria da molécula de água e pela rigidez dos cristais. As interações entre as moléculas de água são denominadas

- forças de Van der Waals.
- forças de dipolo induzido.
- forças de dipolo permanente.
- pontes de hidrogênio.
- ligações covalentes.

44 (PUC-RS) O índice de octano tem o objetivo de avaliar a qualidade da gasolina e fundamenta-se na comparação da mesma com uma mistura padrão das substâncias cujas fórmulas estão relacionadas a seguir:



Pela análise dessas fórmulas, é correto afirmar que as substâncias:

- são insaturadas.
- são solúveis em água.
- pertencem a diferentes funções químicas.
- apresentam o mesmo tipo de cadeia carbônica.
- apresentam o mesmo tipo de ligações intermoleculares.

45 (PUC-RS) Para responder à questão, numere a Coluna B, que contém algumas fórmulas de substâncias químicas, de acordo com a Coluna A, na qual estão relacionados tipos de atrações intermoleculares.

Coluna A

- 1 - pontes de hidrogênio
- 2 - dipolo induzido-dipolo induzido
- 3 - dipolo-dipolo

Coluna B

- () HF
- () Cl_2
- () CO_2
- () NH_3
- () HCl

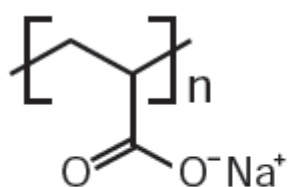
A numeração correta da Coluna B, de cima para baixo, é

- a) 1 - 3 - 3 - 2 - 1
- b) 2 - 1 - 1 - 3 - 2
- c) 1 - 2 - 2 - 1 - 3
- d) 3 - 1 - 1 - 2 - 3
- e) 3 - 2 - 3 - 1 - 1

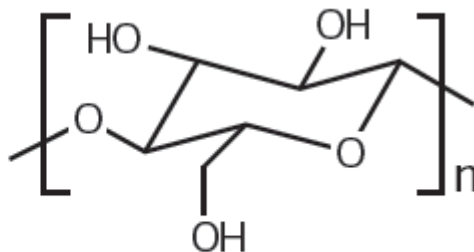
46 (FATEC-SP) Para os compostos HF e HCl, as forças de atração entre as suas moléculas ocorrem por;

- a) ligações de hidrogênio para ambos.
- b) dipolo-dipolo para ambos.
- c) ligações de Van der Waals para HF e ligações de hidrogênio para HCl.
- d) ligações de hidrogênio para HF e dipolo-dipolo para HCl.
- e) ligações eletrostáticas para HF e dipolo induzido para HCl.

47 (ENEM) As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliácrlato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



(1)



(2)

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

- a) interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliácrlato 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 poliácrlato 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 poliácrlato 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 poliácrlato 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 poliácrlato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

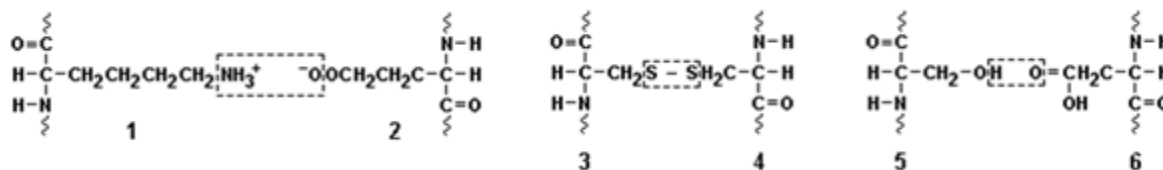
48 (UNIRIO-RJ) "(...) o Corpo de Bombeiros de José Bonifácio, a 40km de São José do Rio Preto, interior de São Paulo, foi acionado por funcionários do frigorífico Minerva. O motivo foi um vazamento de amônia."

(www.globonews.globo.com)

A amônia (NH₃) é um gás à temperatura ambiente. Nesta temperatura suas moléculas estão pouco agregadas e, no estado líquido, elas estão mais próximas umas das outras. Assinale a opção que indica a interação existente entre suas moléculas no estado líquido.

- ligação de hidrogênio
- dipolo - dipolo
- dipolo - dipolo induzido
- dipolo induzido - dipolo induzido
- íon - dipolo

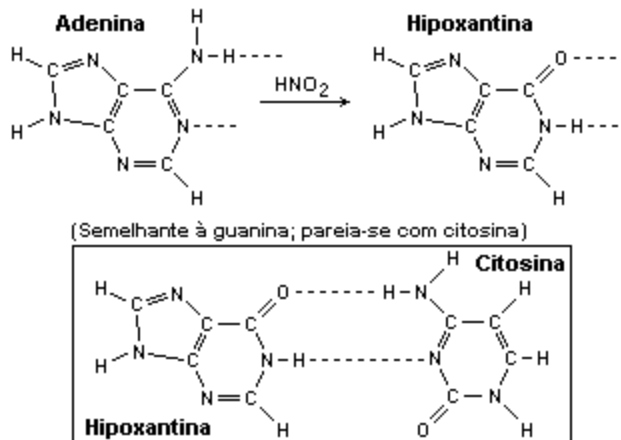
49 (UFC-CE) O cabelo humano é composto principalmente de queratina, cuja estrutura proteica varia em função das interações entre os resíduos aminoácidos terminais, conferindo diferentes formas ao cabelo (liso, ondulado, etc). As estruturas relacionadas adiante ilustram algumas dessas interações específicas entre pares de resíduos aminoácidos da queratina.



Assinale a alternativa que relaciona corretamente as interações específicas entre os resíduos 1-2, 3-4 e 5-6, respectivamente.

- Ligação iônica, ligação covalente e ligação de hidrogênio.
- Ligação iônica, interação dipolo-dipolo e ligação covalente.
- Ligação covalente, interação íon-dipolo e ligação de hidrogênio.
- Interação dipolo-dipolo induzido, ligação covalente e ligação iônica.
- Ligação de hidrogênio, interação dipolo induzido-dipolo e ligação covalente.

50 (PUCCAMP-SP)



O emparelhamento da hipoxantina com a citosina se dá por ligações:

- covalentes simples.
- de hidrogênio.
- covalentes duplas.
- de van der Waals.
- de London.

51 (UFSC-SC) O gelo seco corresponde ao CO_2 solidificado, cuja fórmula estrutural é $\text{O}=\text{C}=\text{O}$. O estado sólido é explicado por uma ÚNICA proposição CORRETA. Assinale-a.

(01) Forças de van der Waals entre moléculas fortemente polares de CO_2 .

(02) Pontes de hidrogênio entre moléculas do CO_2 .

(04) Pontes de hidrogênio entre a água e o CO_2 .

(08) Forças de van der Waals entre as moléculas apolares do CO_2 .

(16) Interações fortes entre os dipolos na molécula do CO_2 .

Soma ()

52 (MACKENZIE-SP) A observação e o estudo da natureza das substâncias e de seu comportamento são intrigantes e por isso fascinantes. Leia com atenção os fatos reais relatados a seguir e assinale a alternativa INCORRETA que está relacionada a esses fatos.

- A água, ao contrário da maioria das substâncias, aumenta de volume ao se solidificar.

- A água, apesar de líquida nas condições ambientes, pode ser obtida pela reação entre os gases hidrogênio e oxigênio.

a) A estrutura hexagonal da água mantida pelas pontes de hidrogênio no estado sólido provoca "um vazio" dentro do cristal de gelo, tornando-o mais volumoso.

b) A existência de dipolos elétricos na água faz com que as moléculas se atraiam fortemente, levando-as ao estado líquido.

c) Ao contrário do que ocorre na água, substâncias simples como o hidrogênio e o oxigênio apresentam grande força de atração entre suas moléculas, portanto são gases.

d) Substâncias simples como o hidrogênio e o oxigênio possuem forças de atração fracas entre suas moléculas, portanto são gases.

e) O estado físico das substâncias depende das forças de atração entre suas moléculas.

53 (UFF-RJ) Considere as seguintes interações:

I – $\text{CH}_4 \dots \text{CH}_4$

II - $\text{HBr} \dots \text{HBr}$

III – $\text{CH}_3\text{OH} \dots \text{H}_2\text{O}$

As forças intermoleculares predominantes que atuam nas interações I, II e III são, respectivamente:

a) ligação de hidrogênio, dipolo temporário, dipolo permanente

b) ligação de hidrogênio, ligação de hidrogênio, dipolo temporário

c) dipolo temporário, dipolo permanente, ligação de hidrogênio

d) dipolo temporário, ligação de hidrogênio, dipolo permanente

e) dipolo permanente, ligação de hidrogênio, dipolo temporário

54 (FATEC-SP) Um iceberg é composto por moléculas de água que se mantêm fortemente unidas por meio de interações do tipo

a) dipolo induzido-dipolo permanente.

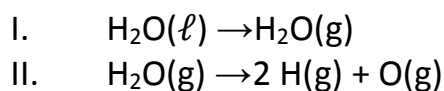
b) dipolo instantâneo-dipolo induzido.

c) ligações covalentes dativas.

d) ligações covalentes.

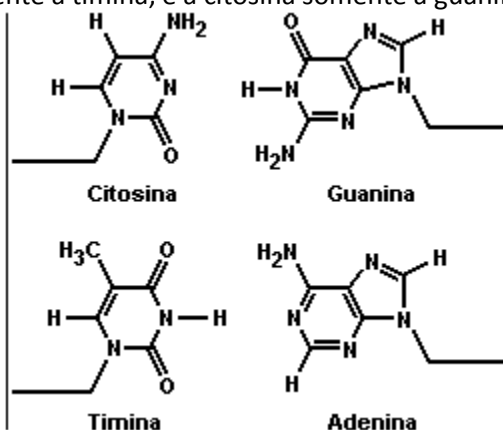
e) ligações de hidrogênio.

55 (UNICAMP-SP) Considere os processos I e II representados pelas equações:



Indique quais ligações são rompidas em cada um desses processos.

56 (UFPR-PR) Na figura abaixo estão representadas as quatro bases constituintes do DNA. São estruturas essencialmente planas que ligam as duas hélices da molécula do DNA através de interações do tipo ligação de hidrogênio. A adenina liga-se somente à timina, e a citosina somente à guanina.



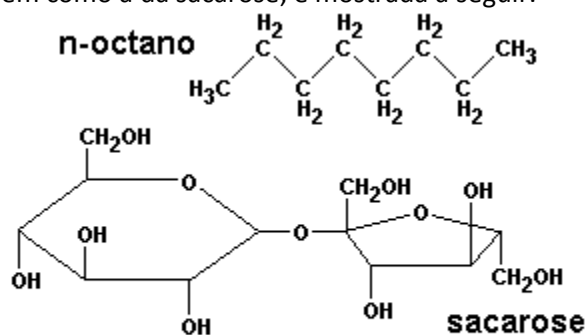
Dados: ₁H; ₆C; ₇N; ₈O

Com relação às estruturas das bases, é correto afirmar:

- (01) Os átomos de carbono da timina estão hibridados sp^2 .
(02) Os átomos de oxigênio e nitrogênio apresentam pares de elétrons não ligantes (não compartilhados) e podem funcionar como bases de Bronsted e Lewis.
(04) A função amina pode ser identificada na adenina, na citosina e na guanina.
(08) Na formação do par citosina-guanina podem ocorrer até três ligações de hidrogênio.
(16) A adenina apresenta a função cetona.
(32) Na formação do par adenina-timina ocorrem no máximo duas ligações de hidrogênio.

Soma ()

57 (UEL-PR) A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos, dos quais o octano pode ser tomado como representante. Sua estrutura, bem como a da sacarose, é mostrada a seguir.



Dados: massa molar da sacarose = 342 g/mol
densidade da sacarose = 1,59 g cm⁻³; densidade da gasolina < 0,7 g cm⁻³
solubilidade da sacarose = 203,9 g em 100 g de água a 20°C

Sobre as estruturas acima, qual das afirmações é INCORRETA?

- A molécula de n-octano é apolar.
- Entre moléculas de açúcar podem ocorrer ligações de hidrogênio.
- As forças intermoleculares no n-octano são mais fracas que as que ocorrem entre as moléculas de açúcar.
- Ocorrem ligações de hidrogênio entre as moléculas de n-octano e as de açúcar.
- As forças intermoleculares no n-octano são denominadas dipolo induzido-dipolo induzido.

58 (UFRS-RS) Considere as seguintes afirmações sobre atrações intermoleculares.

I- No HCN líquido as atrações intermoleculares são do tipo forças de van der Waals.

II- As forças de atrações existentes entre as moléculas do H₂S líquido devem ser mais intensas do que as existentes entre as moléculas de água líquida, uma vez que as geometrias moleculares são semelhantes e o H₂S apresenta maior massa molecular.

III- O vapor de água não apresenta pontes de hidrogênio, pois essas ligações são rompidas na vaporização.

IV- Alcanos com mais de vinte átomos de carbono são sólidos na temperatura ambiente devido às várias pontes de hidrogênio que se formam ao longo da cadeia entre moléculas vizinhas.

Quais estão corretas?

- Apenas I e II.
- Apenas I e III.
- Apenas II e IV.
- Apenas I, III e IV.
- Apenas II, III e IV.

59 (UFC-CE) Os agregados moleculares são mantidos por interações físicas (forças intermoleculares) distintas daquelas que originam as ligações químicas. Por exemplo, as moléculas de água são mantidas em um agregado molecular, através das ligações de hidrogênio, que são originadas das interações entre as extremidades opostas dos dipolos da água.

Sobre as pontes de hidrogênio, é correto afirmar que:

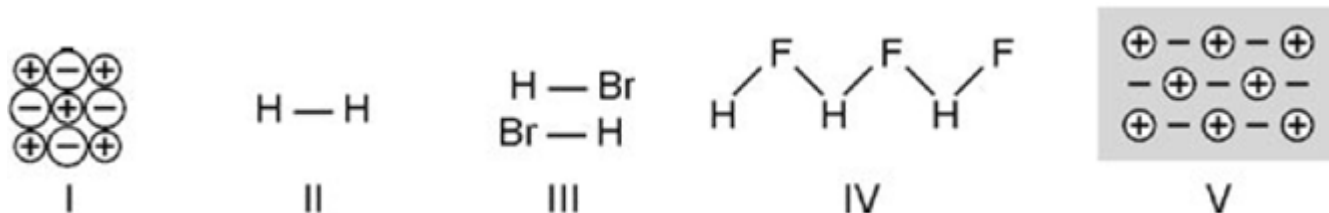
- ocorrem frequentemente entre moléculas apolares, em baixas temperaturas.
- são mais fortes do que as ligações iônicas ou eletrovalentes.
- contribuem decisivamente para a ocorrência da água no estado líquido, a 25°C e 1atm.
- são forças intermoleculares originadas da interação entre dois átomos de hidrogênio.
- somente ocorrem nos agregados moleculares de água, a 25°C e 1atm.

60 (UFES-ES) Em um experimento de crioscopia, um estudante determinou que a massa molar do ácido benzoico é 244g/mol, o dobro da massa molar conhecida. Sabe-se que essa diferença é devida às associações aos pares das moléculas do ácido benzoico em solução.

Em seu relatório, o estudante deverá atribuir essas associações principalmente a

- interações por ligações ("pontes") de hidrogênio entre os grupos carboxílicos.
- ligações covalentes entre os átomos de oxigênio do grupo carboxílico.
- interações de van der Waals.
- interações iônicas atrativas entre os íons carboxilatos do ácido dissociado.
- interações do tipo dipolo - dipolo induzido.

61 (UEL-PR) Para explicar a associação de átomos, moléculas, etc., em vez de pontas e ganchos como propunham os gregos, fala-se hoje em interações de natureza elétrica. Considere as figuras a seguir.



Sobre as ideias atualmente utilizadas para explicar as ligações entre as partículas, qual das afirmações é incorreta?

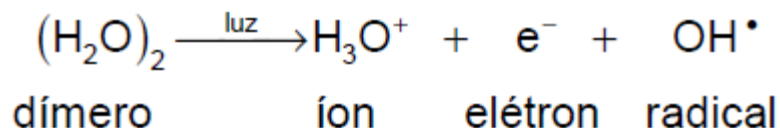
- Átomos podem se ligar compartilhando elétrons, como na covalência (figura II).
- Partículas dotadas de dipolo elétrico podem se atrair através dos polos elétricos de sinais contrários (figura III).
- Cátions são atraídos por ânions, como ocorre na ligação iônica (figura I).
- Na ligação metálica, ânions estão imersos num "mar" de elétrons móveis ("deslocalizados") que os mantêm unidos devido às cargas elétricas de sinais contrários (figura V).
- As ligações dipolo-dipolo podem ser especialmente fortes quando envolvem átomos de hidrogênio e átomos de eletronegatividade elevada (figura IV).

62 (VUNESP-SP) Têm-se os seguintes pares de substâncias:

- n-octano e tetracloreto de carbono,
- água e benzeno,
- cloro de hidrogênio gasoso e água.

- Quais desses três pares formam misturas homogêneas?
- Explique, em termos de interações entre moléculas, por que os pares indicados formam misturas homogêneas.

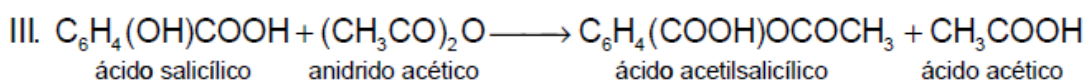
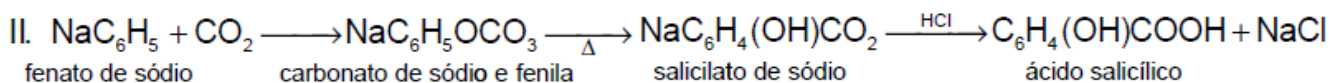
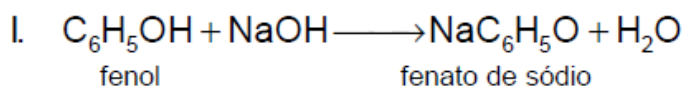
63 (VUNESP-SP) Quando um cometa se aproxima do sol e se aquece há liberação de água, de outras moléculas, de radicais e de íons. Uma das reações propostas para explicar o aparecimento de H_3O^+ em grandes quantidades, durante esse fenômeno é:



(Números atômicos: H = 1; O = 8)

- Represente a estrutura de Lewis (fórmula eletrônica) para o íon e indique a sua geometria.
- Quais são as forças (interações) que atuam na molécula do dímero que justificam sua existência?

64 (PUCCAMP-SP) Ácido acetilsalicílico, popularmente conhecido como aspirina, pode ser produzido pela seguinte sequência de transformações químicas.



Todos os compostos de carbono indicados apresentam, em suas moléculas, ligações químicas

I. iônicas.

II. covalentes.

III. por pontes de hidrogênio.

Dessas afirmações, somente

a) I é correta.

b) II é correta.

c) II é correta.

d) I e II são corretas.

e) II e III são corretas.

65 (CESGRANRIO-RJ) No quadro adiante, indique a opção que mantém uma correspondência correta entre a ligação química e a substância:

| | Iônica | Covalente polar | Covalente apolar | Metálica | Ponte de hidrogênio |
|----|------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| a) | Fe ₂ O ₃ (s) | HI(l) | CO ₂ (g) | Latão(s) | etanol(l) |
| b) | MgBr ₂ (s) | HCl(g) | OF ₂ (g) | Ouro 18 K(s) | H ₂ O(l) |
| c) | NaCl(l) | H ₂ O(g) | N ₂ (g) | Fe ₃ O ₄ (s) | NH ₃ (g) |
| d) | HF(l) | NH ₃ (g) | O ₂ (g) | Ag(s) | KH(s) |
| e) | CaO(s) | N ₂ O(g) | CH ₄ (g) | Al ₂ O ₃ (s) | H ₂ S(g) |

Estados físicos:

(s) = sólido

(l) = líquido

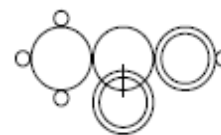
(g) = gasoso

Obs.: Latão = liga de Cu e Zn; Ouro 18 K = liga de Au e Cu

66 (FUVEST-SP) Em 1861, o pesquisador Kekulé e o professor secundário Loschmidt apresentaram, em seus escritos, as seguintes fórmulas estruturais para o ácido acético ($C_2H_4O_2$):



Fórmula de Kekulé



Fórmula de Loschmidt

Mais tarde, Lewis introduziu uma maneira, ainda utilizada, de representar estruturas moleculares. Nas fórmulas de Lewis, o total de elétrons de valência dos átomos contribui para as ligações químicas, bem como para que cada átomo passe a ter configuração de gás nobre.

- Faça uma legenda para as fórmulas de Kekulé e Loschmidt, indicando as figuras utilizadas para representar os átomos de C, H e O.
- Escreva a fórmula de Lewis do ácido acético.
- Mostre, usando fórmulas estruturais, as interações que mantêm próximas duas moléculas de ácido acético.

67 (UFRJ-RJ) Os corantes utilizados para tingir tecidos possuem em suas estruturas um grupamento denominado cromóforo (representado nas figuras abaixo), ao qual, por sua vez, estão ligados diversos grupos funcionais (-OH, $-NH_2$, $-SO_3^-$, etc), denominados auxocromos.

Esses grupamentos, além de influenciarem na cor, são responsáveis pela fixação do corante no tecido, por meio de interações químicas entre as fibras e o próprio corante. No caso do algodão, tais interações se dão com as hidroxilas livres da celulose e podem ser de dois tipos: no primeiro, mais barato, o corante é simplesmente adicionado ao tecido (figura 1) e, no segundo, mais caro, é provocada uma reação entre a fibra e o corante (figura 2).

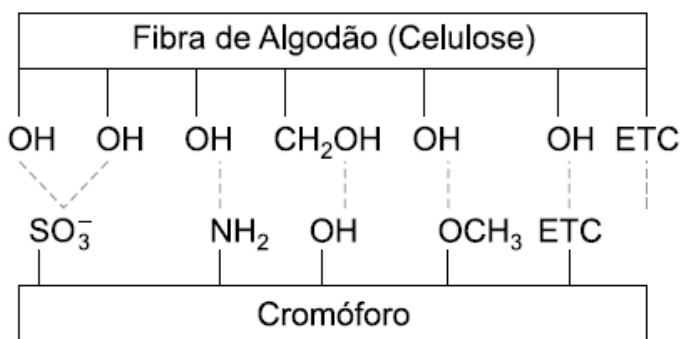


Figura 1

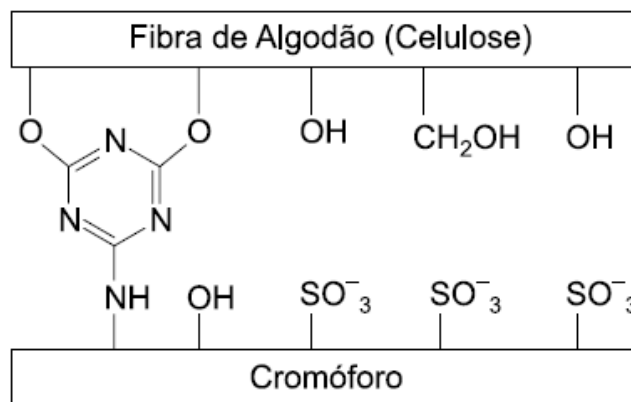
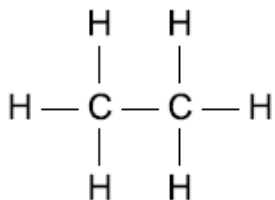


Figura 2

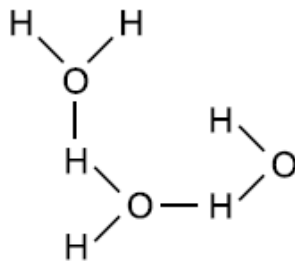
- Quais os tipos de ligações químicas que ocorrem entre as fibras e os corantes em cada caso?
- Explique por que os tecidos de algodão tingidos pelo segundo processo (figura 2) desbotam menos quando são usados, lavados e expostos ao sol, do que os tingidos pelo primeiro processo.

68 (CESGRANRIO-RJ) Analise os compostos a seguir quanto à ocorrência de ligações e/ou forças intra e intermoleculares e, a seguir, assinale a opção correta.

I)

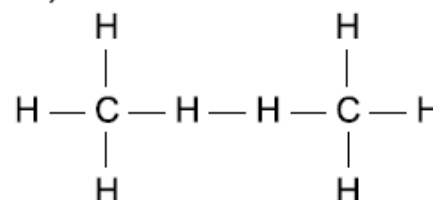


II)



III) NaCl

IV)



- a) Em I, observam-se ligações eletrovalentes e, em IV, ligações covalentes e pontes de hidrogênio.
b) Em I, observam-se ligações eletrovalentes, e em III, ligação covalente.
c) Em II, observam-se pontes de hidrogênio e, em IV, Forças de Van der Waals.
d) Em II e IV, observam-se ligações covalentes e pontes de hidrogênio.
e) Em III, observa-se ligação iônica e, em IV, pontes de hidrogênio.

69 (PUCCAMP-SP) O nitrogênio gasoso, N_2 , pode ser empregado na obtenção de atmosferas inertes; o nitrogênio líquido é utilizado em cirurgias e baixas temperaturas. Qual é o tipo de ligação química existente entre átomos na molécula N_2 , e que forças intermoleculares unem as moléculas no nitrogênio líquido?

- a) Tipo de Ligação química: covalente apolar
Forças intermoleculares: van der Waals.
b) Tipo de Ligação química: covalente polar
Forças intermoleculares: pontes de hidrogênio.
c) Tipo de Ligação química: iônica
Forças intermoleculares: van der Waals.
d) Tipo de Ligação química: metálica
Forças intermoleculares: pontes de hidrogênio.
e) Tipo de Ligação química: covalente polar
Forças intermoleculares: ação dipolo-dipolo.

70 (UFRGS-RS) Uma das maiores fontes de energia do planeta Terra encontra-se no fundo do mar sob a forma de hidratos de metano. O gás metano, resultante da decomposição da matéria orgânica, é encapsulado por moléculas de água no fundo dos oceanos, em temperaturas muito baixas e pressões elevadas. Sobre esse fenômeno são apresentadas as afirmações a seguir.

- I. Ele ocorre porque existe forte atração entre as moléculas apolares do metano e da água.
II. As ligações de hidrogênio entre as moléculas da água no estado sólido formam uma rede cristalina ao redor da molécula do metano.
III. As moléculas polares do metano congelam e se unem às moléculas da água.
Quais estão corretas?

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

GABARITO

01- Alternativa B

Um dos testes realizados para a determinação da quantidade de álcool na gasolina é aquele em que se lhe adiciona água, ocasionando a extração do álcool pela água. Isso pode ser explicado pelo fato de álcool e água possuírem forças de atração por ligações de hidrogênio.

02- Alternativa C

CCl_4 → molécula apolar, ligações de Van der Waals ou dipolo-induzido

H_2O → molécula polar, ligações de H

n-hexano → molécula apolar, ligações de Van der Waals ou dipolo-induzido

acetona → molécula polar, ligações dipolo-dipolo ou dipolo permanente

03- Alternativa B

I. A molécula de iodo é facilmente dissolvida em água.

Falso. I_2 é uma molécula apolar, insolúvel em água que é polar.

II. O momento dipolar da molécula de iodo é nulo.

Verdadeiro. I_2 é uma molécula apolar.

III. São estabelecidas ligações de hidrogênio entre o I_2 e a água.

Falso. Substância apolar (I_2) não solubiliza em substância polar (H_2O)

04- Alternativa B

As moléculas que encontram-se ligadas entre si por ligações de hidrogênio são:

→ Inorgânicas: H_2O , NH_3 , HF

→ Orgânicas: álcool, fenol, ácido carboxílico, aminas.

05- Alternativa E

“Em abril de 1998, a imprensa noticiou que um enorme bloco de gelo se despreendeu da península Antártica, provavelmente em consequência do aquecimento global da Terra. No gelo despreendido, as moléculas estão unidas entre si por I (ligações ou pontes de H) ao passo que, no gelo seco (CO_2), as moléculas prendem-se por II (forças de Van der Waals).”

06- Alternativa C

(4) Iônica → Carbonato de Cálcio

(5) Covalente → Diamante

(3) Metálica → Ferro

(1) Ponte de hidrogênio → Gelo

(2) Van der Waals → Parafina

07- Alternativa

a) Água: ponte de hidrogênio entre as moléculas de água e ponte de hidrogênio entre as moléculas de água e os átomos constituintes do vidro.

Mercúrio: ligação metálica entre os átomos de mercúrio e forças de van der Waals entre os átomos de mercúrio e os constituintes do vidro.

b) A adesão (atração entre moléculas diferentes, isto é, moléculas de água e os constituintes do vidro) é maior do que a coesão (atração entre moléculas de água), portanto o líquido sobe no tubo capilar.

A coesão (atração entre átomos de mercúrio) é maior do que a adesão (atração entre mercúrio e o constituinte do vidro). Surge uma depressão do líquido no tubo capilar.

08- Alternativa B

1. interação eletrostática (iônica) → composto B
2. ligações covalentes → composto A
3. ligações de hidrogênio → composto E
4. forças de Van der Waals → composto D e C

09- Alternativa D

O dióxido de carbono, presente na atmosfera e nos extintores de incêndio, apresenta ligação entre os seus átomos do tipo **covalente polar** e suas moléculas estão unidas por **forças de Van der Waals**.

10- Alternativa A

- (B) Ligação entre as moléculas de NH_3
- (C) Ligação entre as moléculas de CH_4
- (D) Ligação entre os átomos de Mg
- (C) Ligação entre as moléculas de CO_2
- (A) Ligação entre os íons de Ca^{2+} e Cl^-
- (C) Ligação entre as moléculas de HCl
- (C) Ligação entre as moléculas de H_2
- (E) Ligação entre os átomos de C no grafite

11- Alternativa C

O gás carbônico (CO_2), quando congelado, é conhecido como gelo-seco, muito utilizado nos carrinhos de sorvete e em efeitos especiais em cinema e televisão. Nessa condição, suas moléculas estão unidas por forças de Van der Waals do tipo dipolo induzido.

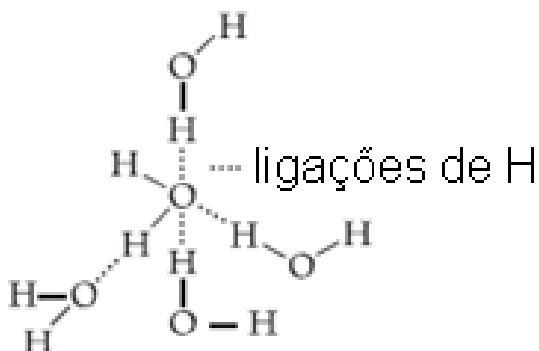
12- Alternativa D

Para as substâncias H_2O e H_2S , as forças de atração entre as suas moléculas ocorrem por ligações de hidrogênio para H_2O e dipolo-dipolo para H_2S .

13- Alternativa B

O principal tipo de força atrativa que deve ser vencida para sublimar o gelo-seco (CO_2 sólido) é força de London (entre dipolos temporários) ou Van der Waals.

14- Alternativa C



15- Alternativa E

- Diamante → ligação covalente
- Naftaleno → ligações de Van der Waals (dipolo induzido)
- Óxido de magnésio → ligação iônica

16- Alternativa D

I. H_2O → molécula polar ligadas entre si por ligações de H

II. C_8H_{18} → molécula apolar ligadas entre si por ligações de Van der Waals (dipolo induzido)

III. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ → molécula polar ligadas entre si por ligações de H

IV. $\text{H}_3\text{C-COOH}$ → molécula polar ligadas entre si por ligações de H

17- Alternativa E

H_2O → molécula polar ligadas entre si por ligações de H

NH_3 → molécula polar ligadas entre si por ligações de H

CCl_4 → molécula apolar, ligações de Van der Waals ou dipolo-induzido

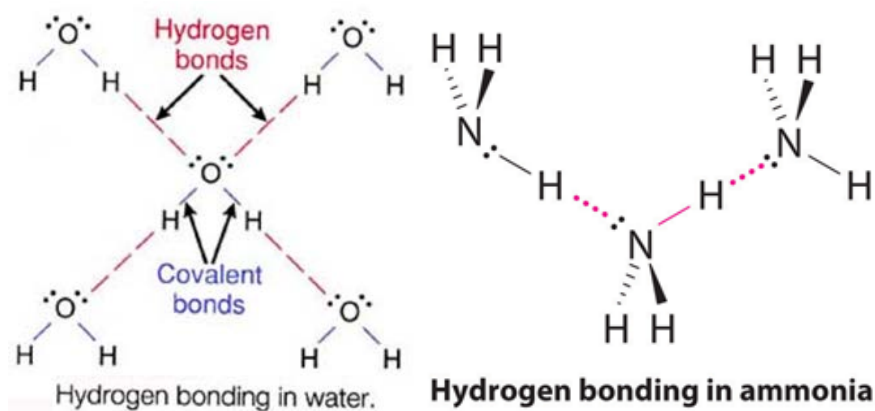
O fato de a molécula de CCl_4 apresentar ligações mais fracas explica o fato do seu PE ser menor.

Como explicar o fato de que as moléculas de H_2O e NH_3 apresentarem o mesmo tipo de interação, sendo que a molécula de água é líquida e possui maior PE em relação ao NH_3 que é gasoso e possui menor PE?

Dois possibilidades:

1ª) a água possui moléculas polares que formam ligações de pontes de hidrogênio, aumentando a força de coesão entre suas moléculas, enquanto a amônia possui ligações de hidrogênio mais fracas ($\mu \text{H}_2\text{O} > \mu \text{NH}_3$).

2ª) A água faz um número de pontes de H em maior número entre as suas moléculas (cada molécula de H_2O pode fazer até 4 ligações de H). A molécula de NH_3 faz um número de pontes de H em menor número entre as suas moléculas (cada molécula de NH_3 pode fazer até 2 ligações de H).



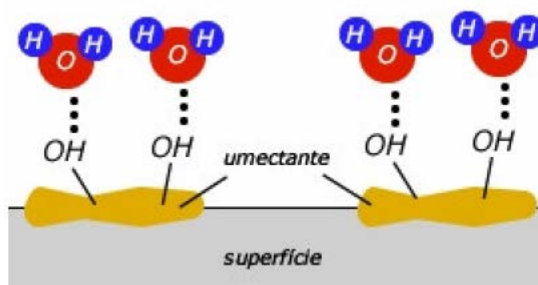
18-

I- Mudança de estado físico: rompimento de ligações intermoleculares Pontes de Hidrogênio

II- Decomposição da água: rompimento das ligações covalentes.

19-

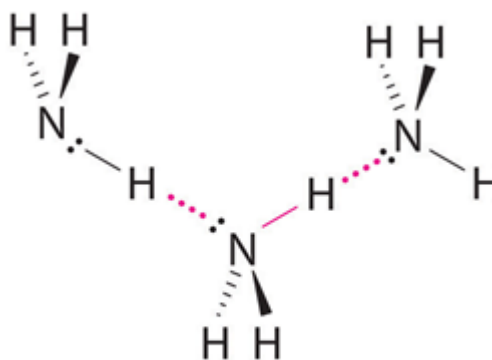
a)



b) Aquecendo-se o panetone ressecado, rompem-se as pontes de hidrogênio entre as moléculas de água e glicerina, evaporando a água, umedecendo a massa novamente.

20-

A amônia possui geometria piramidal e com isso teremos:

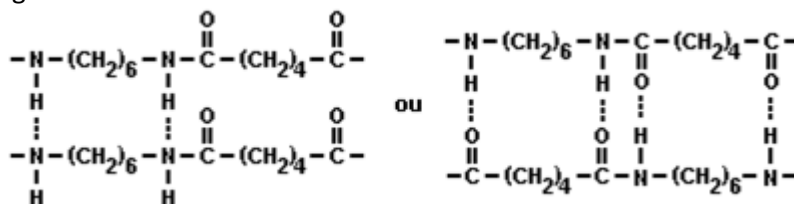


Hydrogen bonding in ammonia

21-

a) O polímero mais resistente à tração é o náilon, devido ao fato de as atrações intermoleculares entre as suas cadeias poliméricas serem mais intensas que no polietileno.

b) Observe a figura a seguir:



O principal tipo de interação entre essas cadeias poliméricas são as ligações ou pontes de hidrogênio.

22- Alternativa B

I. Quando pura, é boa condutora de eletricidade, pois sua constante de dissociação é de 1×10^{-14} .

Falso. Constante de dissociação muito pequeno, a quantidade de íons em solução não é suficiente para conduzir eletricidade.

II. Forma ligações de hidrogênio que são responsáveis pelo seu ponto de ebulição anômalo em relação aos compostos formados pelos outros elementos do grupo 16 com hidrogênio.

Verdadeiro.

III. A geometria da molécula é linear, pelo fato de o oxigênio apresentar dois pares de elétrons não ligados.

Falso. $H_2O \rightarrow$ geometria angular.

23-

a) $\Delta H_{vap}(CH_4) < \Delta H_{vap}(H_2S) < \Delta H_{vap}(H_2O)$.

b) Força intermolecular que deve ser vencida para que ocorra vaporização:

No CH_4 : dipolo induzido-dipolo induzido ou Van der Waals.

No H_2S : dipolo-dipolo ou dipolo permanente-dipolo permanente.

No H_2O : ligação de hidrogênio ou ponte de hidrogênio.

24-

Entre o n-octano e a água não ocorrem interações intermoleculares, mas entre o ânion estearato, o n-octano e a água, temos as interações observadas na figura 1.

Entre a glicose e o ânion estearato, temos as interações observadas na figura 2.

Figura 1

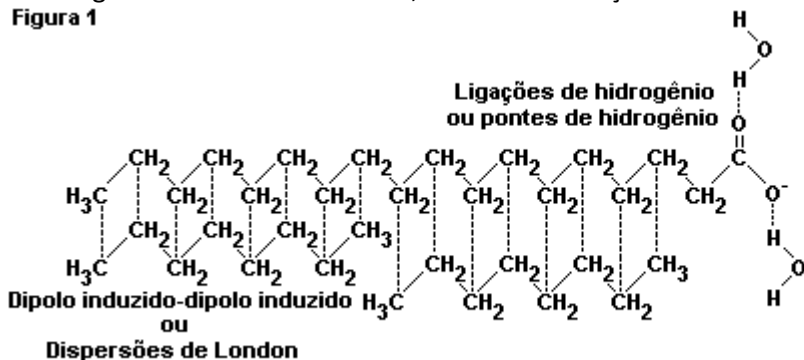
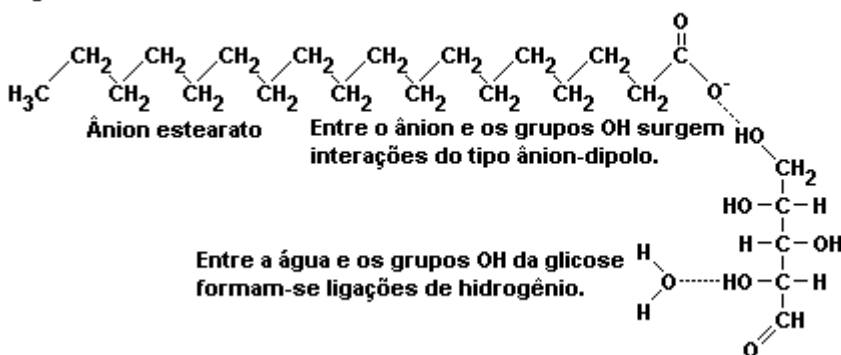


Figura 2



25- $8 + 16 =$ Soma 24

(01) O processo da respiração, que consiste em assimilar oxigênio e eliminar gás carbônico, coincide com o início da vida no planeta.

Falso. De acordo com o gráfico, a atividade de consumo de oxigênio com produção de gás carbônico ocorre a partir de 3 bilhões de anos.

(02) Amônia e gás carbônico foram substâncias predominantes na atmosfera antes do início da vida.

Falso. De acordo com o gráfico, as substâncias predominantes na atmosfera antes do início de vida são metano, hidrogênio, vapor d'água e amônia.

(04) Os constituintes em II, III e V são substâncias compostas, formadas por moléculas polares.

Falso. O constituinte V (CO_2) é uma molécula apolar.

(08) Ao longo do tempo houve aumento dos teores de vapor d'água e oxigênio.

Verdadeiro.

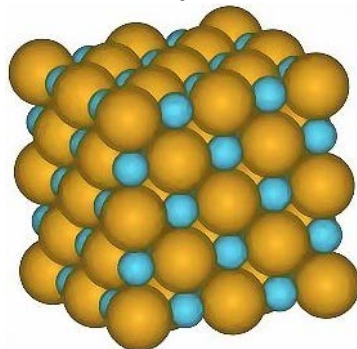
(16) Em IV e VI, os compostos predominantes são substâncias simples, cujas moléculas estabelecem ligações por forças de Van der Waals.

Verdadeiro.

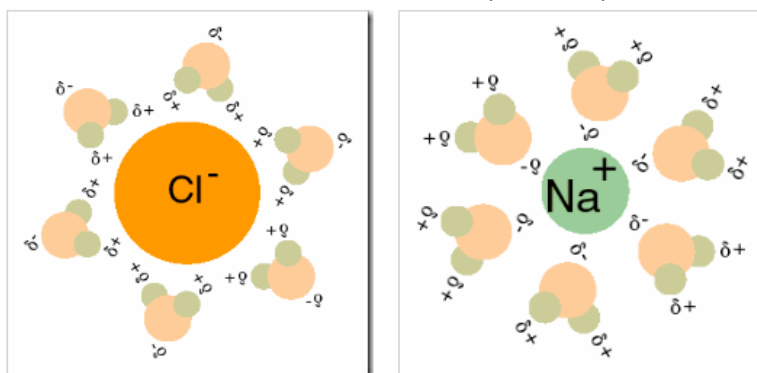
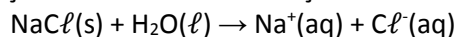
26- Alternativa C

Há quebra de ligações interatômicas e intermoleculares na dissolução e solvatação do NaCl.

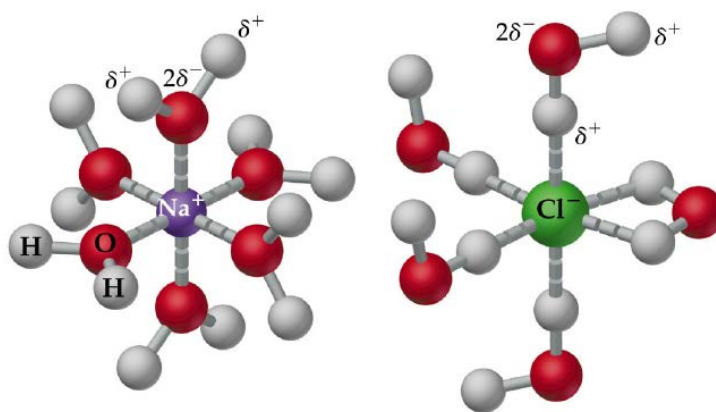
Observe o arranjo cristalino do NaCl(s) antes da dissolução:



Agora depois da dissolução e dissociação dos íons com solvatação com moléculas de água:



Veja os modelos de solvatação em 3D:



27- Alternativa B

SO₂ → molécula polar, interações dipolo-dipolo ou dipolo permanente

NH₃ → molécula polar, interações ligações de H

HCl → molécula polar, interações dipolo-dipolo ou dipolo permanente

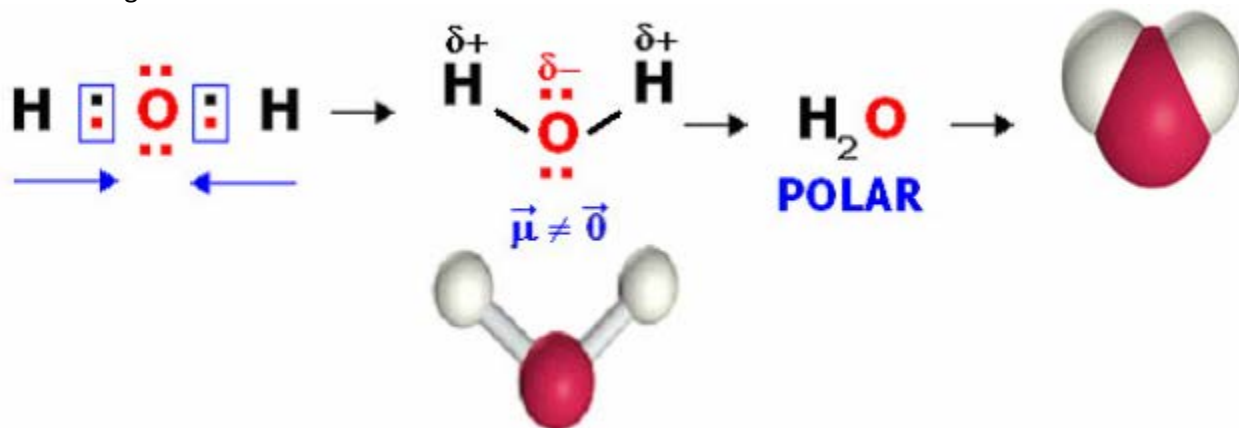
Br₂ → molécula apolar, interações dipolo induzido ou Van der Waals

28- Alternativa E

Entre as cadeias, há formação de ligações de hidrogênio, nas quais átomos de hidrogênio se ligam a átomos de oxigênio mais **eletronegativos** da outra cadeia, produzindo interações **fortes** que **umentam** a força de coesão, levando à formação do gel.

29-

1- INDIQUE se a molécula da água é polar ou apolar. Justifique sua resposta, considerando a polaridade das ligações OH e a geometria molecular.



2- INDIQUE qual dos modelos (A, B, C ou D) descreve melhor a solvatação do NaCl em uma solução aquosa diluída. JUSTIFIQUE sua resposta, considerando as interações entre as espécies em solução.

O modelo que melhor descreve a dissolução de NaCl (composto iônico) em água corresponde ao A, onde os íons sódio (cátion) estarão rodeados de oxigênios (parte negativa da água), enquanto que os íons cloreto (ânion) estarão rodeados de hidrogênios (parte positiva da água). Esta é a razão pela qual os íons permanecem em solução e, à medida em que a água evapora, o cloreto de sódio volta ao estado sólido (atração eletrostática entre os íons).



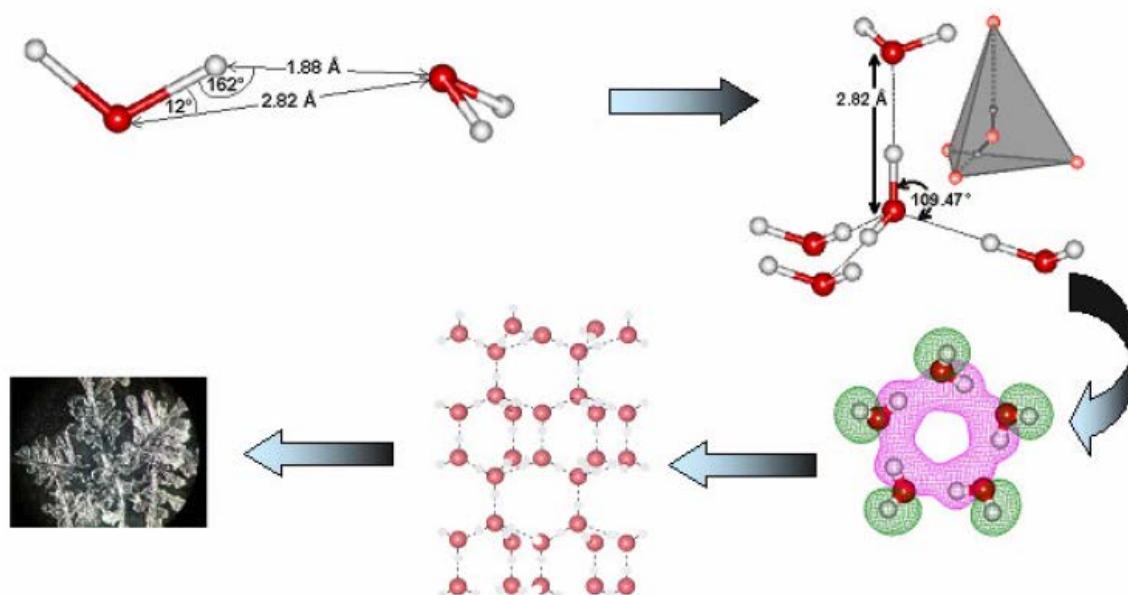
30- Alternativa C

I → interações dipolo induzido ou Van der Waals

II → interações ligações de H

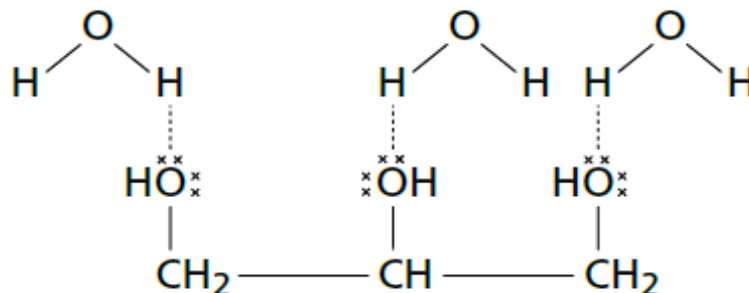
31-

A água, por ser uma molécula polar, formará ligações de hidrogênio entre várias moléculas de água e, quando ocorrer uma diminuição na temperatura, conseqüentemente, haverá uma diminuição no grau de agitação das partículas fazendo com que haja um aumento no volume. Desta forma, a densidade da água sólida será menor do que a fase líquida e, portanto, um iceberg flutuará sobre a água, ou ainda, uma garrafa de vidro contendo água quebrará quando esquecida no congelador.



32- Alternativa E

A retenção de água na superfície da pele, promovida pela glicerina e pelo polietilenoglicol, ocorre por meio de ligações de hidrogênio com a água, como esquematizado abaixo:

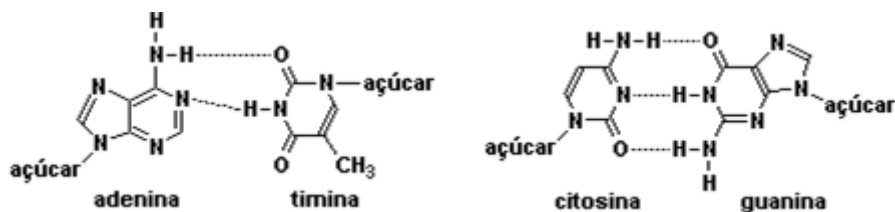


33-

a) De acordo com a representação simplificada da estrutura do DNA, as combinações possíveis são: 1 e 3, 1 e 4, 2 e 3 e 2 e 4.

b) Na natureza, temos ligação entre 1 e 3 (2 pontes de hidrogênio) e entre 2 e 4 (3 pontes de hidrogênio).

34-



35- Alternativa D

I - Há aumento de volume quando o gelo se forma.

Verdadeiro.

II - A estrutura menos densa ocorre devido à formação de pontes de hidrogênio.

Verdadeiro.

III - As pontes de hidrogênio são consequência das interações de dipolo induzido do oxigênio e dipolo permanente do hidrogênio.

Falso. Pontes de H são interações entre o átomo de O (carga negativa) com os átomos de H (carga positiva).

36- Alternativa D

As interações representadas entre a timina e a adenina, e entre a citosina e a guanina, são do tipo ligação de hidrogênio

37- Alternativa C

Como a lagartixa consegue subir pelas paredes e até mesmo andar pelo teto desafiando a lei da gravidade? Será que elas liberam algum tipo de cola pelas patas? Por que é que não ficam grudadas?

Na realidade, não é nenhuma cola que elas soltam, pois as patas das lagartixas nunca ficam sujas, não deixam nenhum tipo de resíduo e mesmo assim conseguem aderir a qualquer superfície, exceto o teflon. Além disso, elas não só grudam com facilidade, mas também desgrudam com pouco esforço.

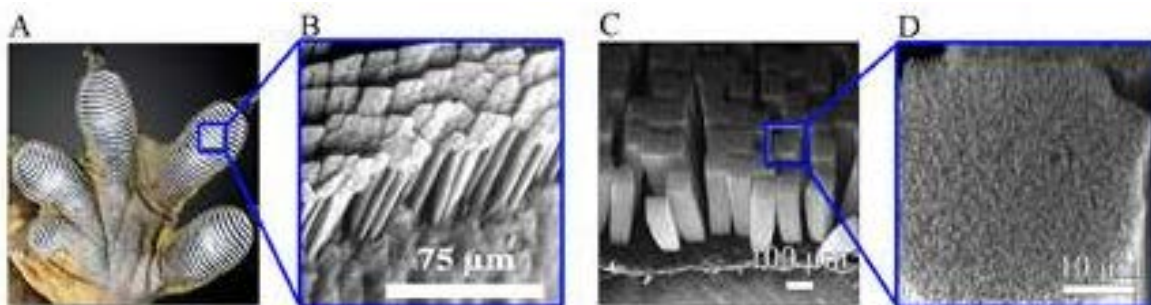
Se não é uma cola, será um tipo de sucção? Testes feitos em uma câmara de vácuo mostraram que também não é esse o seu mecanismo para não cair.

Os cientistas descobriram que essa habilidade desse pequeno réptil tem a ver com as forças de Van der Waals, que são forças intermoleculares denominadas assim em homenagem ao cientista Johannes Diederik van der Waals (1837-1923) que determinou as forças que se estabelecem entre as moléculas.

Uma dessas forças, a de **dipolo induzido**, é a que se estabelece entre as patas da lagartixa e a superfície por onde ela anda. Essas forças são resultado do seguinte processo: isoladamente, essas moléculas não apresentam um dipolo, são apolares; mas, no momento em que se aproximam, as atrações ou repulsões eletrônicas entre seus elétrons e núcleos podem levar a uma deformação de suas nuvens eletrônicas, momentaneamente, originando polos positivos e negativos temporários. Esse dipolo formado em uma molécula induz a formação do dipolo em outra molécula vizinha e, por isso, elas se atraem, mantendo-se grudadas ou unidas.

Esse tipo de força intermolecular é considerado fraca e, geralmente, a gravidade se sobrepõe. É por isso que nós não conseguimos escalar paredes.

Mas, no caso da lagartixa, é diferente, pois as suas patas têm milhões de filamentos (cerdas) que se subdividem em milhares de estruturas com espessura de um décimo do diâmetro de um cabelo, chamadas de espátulas. O fato de serem tão pequenas aumenta a área que fica em contato com a parede e multiplicado pelas milhares espátulas das patas da lagartixa, as forças de Van der Waals produzem suficiente atração para segurar o peso desse pequeníssimo lagarto.



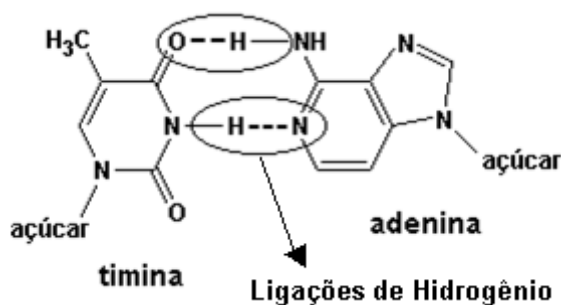
A força adesiva desses filamentos é tão grande que um milhão deles, equivalente à superfície de uma moeda, pode levantar uma criança de 20 Kg.

O mesmo princípio se aplica a outros animais que também conseguem subir em paredes como aranhas e moscas.



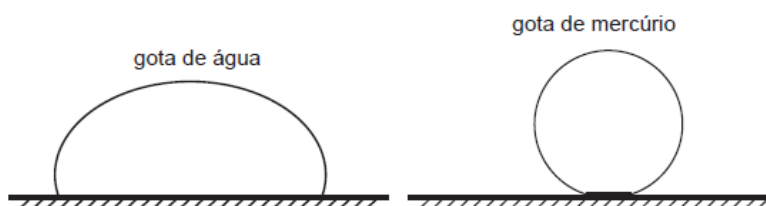
Os cientistas estão tentando reproduzir artificialmente esse fenômeno. Poderiam desenvolver um material com essas propriedades que fosse uma alternativa para o velcro (que também é uma imitação da natureza, pois seu projeto se baseia nas sementes de bardana), podendo ser usado, por exemplo, em aplicações médicas. Também querem desenvolver robôs que possam escalar paredes com segurança para serem usados em missões de resgate. Ainda há ideias que permitam que o homem escale montanhas no futuro sem o uso de cordas ou grampos.

38- Alternativa B



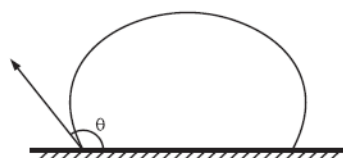
39-

a)



b) Este problema está associado à energia de superfície. Quanto maior for a tensão superficial na interface substrato-líquido, menor deve ser o contato entre as duas fases (líquido-vidro). Em um caso extremo (mercúrio), o contato ocorre através de uma superfície muito pequena (quase um ponto), dando à gota uma geometria quase esférica e indicando a altíssima tensão superficial do mercúrio.

c) O aumento do volume do líquido irá aumentar o tamanho da gota no sentido horizontal, mas mantendo o mesmo ângulo θ (diédrico).



40- 01 + 08 + 16 = Soma 25

(01) um composto nitrogenado heterocíclico.

Verdadeiro.

(02) uma amina aromática.

Falso. Amina heterocíclica alifática.

(04) uma amina terciária.

Falso. Amina secundária.

(08) capaz de formar ligações por pontes de hidrogênio com a água.

Verdadeiro.

(16) fórmula molecular $C_8H_{17}N$.

Verdadeiro.

(32) massa molecular igual a 123 g/mol.

Falso. Para fórmula molecular $C_8H_{17}N$ temos $M = 127$ g/mol

41- Alternativa B

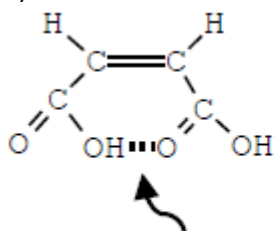
Princípios:

a) Os grupos de menos massa estão em lados opostos.

b) Como a estrutura plana é a mesma, não há diferença na polaridade.

c) Os ácidos carboxílicos apresentam grupos OH que interagem com a água a partir de ligações de hidrogênio.

d)



Ligação de Hidrogênio

42- Alternativa A

Adesivo é uma substância polar, devido a presença de grupos $-OH$ (tipo de interação: ligações de hidrogênio). O polietileno e o poliestireno são apolares (dipolo-dipolo induzido), o cloreto de vinila é polar, fazendo ligações dipolo-dipolo permanente, e a celulose é polar, capaz de fazer ligações de hidrogênio. Quanto maior a afinidade, quanto ao tipo de ligação, melhor a adesivo deverá funcionar.

43- Alternativa D

Pode-se verificar que uma massa de água ocupa maior volume no estado sólido (gelo) do que no estado líquido. Isto pode ser explicado pela natureza dipolar das ligações entre os átomos de hidrogênio e oxigênio, pela geometria da molécula de água e pela rigidez dos cristais. As interações entre as moléculas de água são denominadas pontes de hidrogênio.

44- Alternativa E

Pela análise dessas fórmulas, é correto afirmar que as substâncias apresentam o mesmo tipo de ligações intermoleculares (interações dipolo induzido)

45- Alternativa C

(1) HF

(2) Cl_2

(2) CO_2

(1) NH_3

(3) HCl

46- Alternativa D

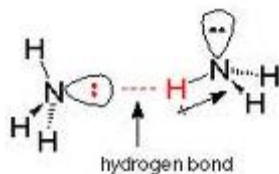
HF → ligações de H e HCl → ligações dipolo dipolo

47- Alternativa E

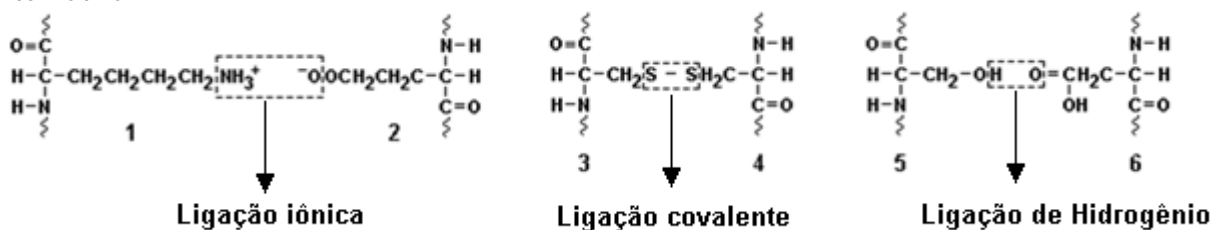
O polímero poliácrlato de sódio apresenta o grupo — C OO⁻Na⁺, que formará com a água interação do tipo íon-dipolo. Este é mais forte que as ligações de hidrogênio presentes na interação da água com os grupos hidroxilas da celulose.

48- Alternativa A

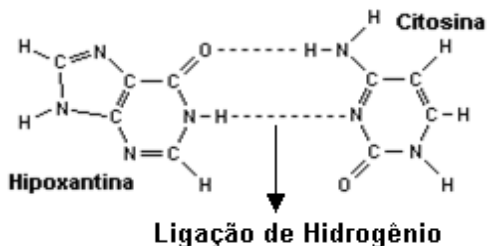
NH₃ → moléculas polares ligadas entre si no estado líquido por ligações de hidrogênio.



49- Alternativa A



50- Alternativa B



51- 08

O gelo seco corresponde ao CO₂ solidificado, cuja fórmula estrutural é O=C=O, cuja geometria é linear, onde suas moléculas são apolares e estão ligadas entre si por interações fracas do tipo dipolo induzido ou forças de Van der Waals.

(01) Forças de van der Waals entre moléculas fortemente polares de CO₂.

Falso. Forças de van der Waals do tipo dipolo induzido são interações fracas.

(02) Pontes de hidrogênio entre moléculas do CO₂.

Falso. As moléculas de CO₂ estão ligadas entre si no estado sólido por interações dipolo induzido.

(04) Pontes de hidrogênio entre a água e o CO₂.

Falso. No gelo seco não há interações entre CO₂ e H₂O.

(08) Forças de van der Waals entre as moléculas apolares do CO₂.

Verdadeiro. Forças de van der Waals do tipo dipolo induzido.

(16) Interações fortes entre os dipolos na molécula do CO₂.

Falso. Interações dipolo induzido entre moléculas apolares são interações fracas.

52- Alternativa C

Ao contrário do que ocorre na água, substâncias simples como o hidrogênio e o oxigênio apresentam pequena força de atração entre suas moléculas (interações fracas dipolo induzido), portanto são gases.

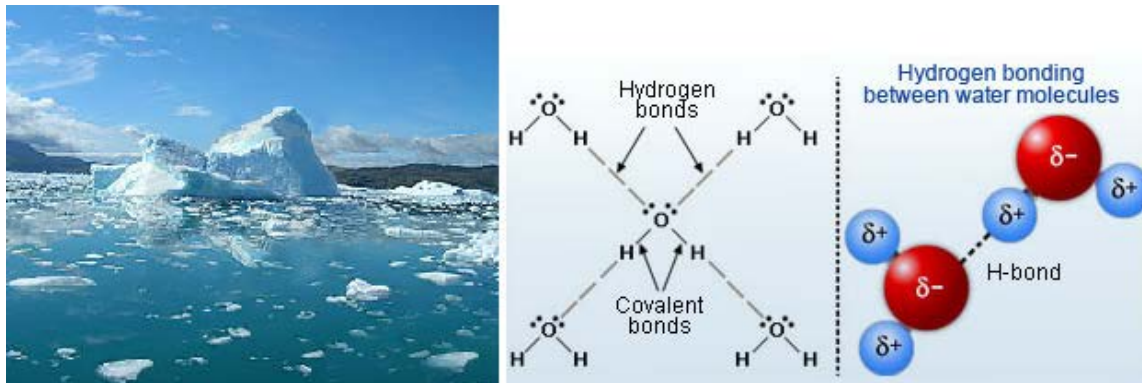
53- Alternativa C

I – CH₄ CH₄ → ligação dipolo induzido (temporário) ou Forças de van der Waals

II - HBr HBr → ligação dipolo-dipolo ou dipolo permanente

III – CH₃OH H₂O → ligação de Hidrogênio

54- Alternativa E



55-

I → ligações intermoleculares pontes ou ligações de hidrogênio

II → ligações interatômicas covalentes

56- 02 + 04 + 08 + 32 = Soma 46

(01) Os átomos de carbono da timina estão hibridados sp².

Falso. Os átomos de carbono da timina apresentam geometria tetraédrica e estão hibridados sp³.

(02) Os átomos de oxigênio e nitrogênio apresentam pares de elétrons não ligantes (não compartilhados) e podem funcionar como bases de Bronsted e Lewis.

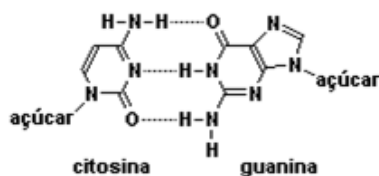
Verdadeiro.

(04) A função amina pode ser identificada na adenina, na citosina e na guanina.

Verdadeiro.

(08) Na formação do par citosina-guanina podem ocorrer até três ligações de hidrogênio.

Verdadeiro.

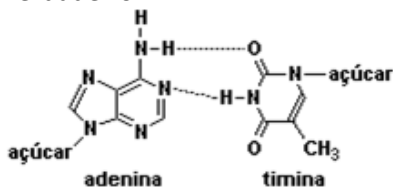


(16) A adenina apresenta a função cetona.

Falso. A adenina apresenta função amina.

(32) Na formação do par adenina-timina ocorrem no máximo duas ligações de hidrogênio.

Verdadeiro.



57- Alternativa D

n-octano → hidrocarboneto, molécula apolar, interações intermoleculares dipolo induzido
sacarose → poliálcool, molécula polar, interações intermoleculares ligações de H.

58- Alternativa B

I- No HCN líquido as atrações intermoleculares são do tipo forças de van der Waals.

Verdadeiro. No HCN líquido as interações são do tipo ligações de H.

II- As forças de atrações existentes entre as moléculas do H₂S líquido devem ser mais intensas do que as existentes entre as moléculas de água líquida, uma vez que as geometrias moleculares são semelhantes e o H₂S apresenta maior massa molecular.

Falso. As moléculas de H₂O estão ligadas entre si por ligações de H que são mais fortes em relação às interações dipolo-dipolo das moléculas de H₂S.

III- O vapor de água não apresenta pontes de hidrogênio, pois essas ligações são rompidas na vaporização.
Verdadeiro.

IV- Alcanos com mais de vinte átomos de carbono são sólidos na temperatura ambiente devido às várias pontes de hidrogênio que se formam ao longo da cadeia entre moléculas vizinhas.

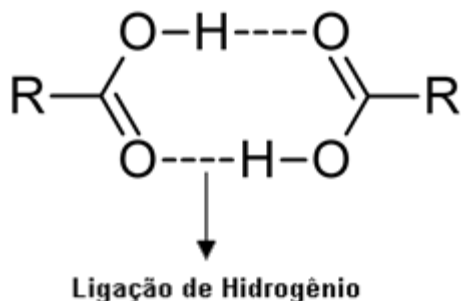
Falso. Hidrocarbonetos são moléculas apolares ligadas entre si por interações dipolo induzido.

59- Alternativa C

Os agregados moleculares são mantidos por interações físicas (forças intermoleculares) distintas daquelas que originam as ligações químicas. Por exemplo, as moléculas de água são mantidas em um agregado molecular, através das ligações de hidrogênio, que são originadas das interações entre as extremidades opostas dos dipolos da água. Sobre as pontes de hidrogênio contribuem decisivamente para a ocorrência da água no estado líquido, a 25°C e 1atm.

60- Alternativa A

No ácido benzoico, as moléculas estão ligadas entre si por ligações de H (onde R = benzeno)



61- Alternativa D

Composto I → ligação iônica

Composto II → ligação covalente

Composto III → ligação dipolo-dipolo ou dipolo permanente

Composto IV → ligação de Hidrogênio

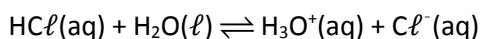
Composto V → ligação metálica

62-

a) Os pares I e III são misturas homogêneas

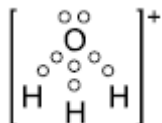
b) Ocorre dissolução quando as forças intermoleculares forem do mesmo tipo e apresentarem intensidade não muito diferente. O n-octano e tetracloreto de carbono (moléculas apolares) apresentam o mesmo tipo de força intermolecular (força de Van der Waals do tipo dipolo induzido - dipolo induzido ou força de London) e se misturam de forma homogênea.

Entre as moléculas polares da água e do HCl teremos uma interação de Van der Waals do tipo dipolo permanente - dipolo permanente (devido a uma diferença de eletronegatividade), produzindo um sistema homogêneo. Além disso, ocorre a ionização do HCl com grande intensidade, originando íons em solução:



63-

a) geometria piramidal



b) Entre as moléculas há pontes de hidrogênio.

64- Alternativa B

Todos os compostos de carbono indicados apresentam, em suas moléculas, ligações químicas I. iônicas.

Falso. Somente no fenato de sódio, carbonato de sódio e fenila, salicilato de sódio.

II. covalentes.

Verdadeiro. Todos os compostos de carbono apresentam ligações covalentes.

III. por pontes de hidrogênio.

Falso. Somente no fenol, ácido salicílico e ácido acético.

65- Alternativa A

Fe₂O₃, MgBr₂, NaCl, CaO → ligação iônica

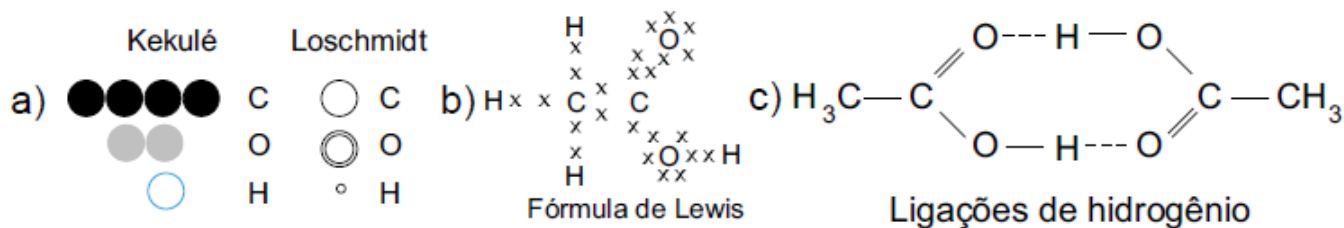
HI, HCl, H₂O, NH₃ → ligação covalente polar

CO₂, OF₂, CH₄ → ligação covalente polar

Latão, Ouro 18K, Ag → ligação metálica

etanol, H₂O, NH₃ → ligação de H

66-



67-

a) No caso representado pela figura 1 ocorre formação de ligação hidrogênio entre as hidroxilas da celulose e os grupamentos auxocromos ligados aos cromóforos. Já no caso representado pela figura 2 ocorre a formação de ligação covalente entre um dos cromóforos e as hidroxilas da celulose.

b) A ligação covalente é mais forte que a ligação hidrogênio.

68- Alternativa C

Composto I → ligações covalentes

Composto II → ligação de Hidrogênio

Composto III → ligação iônica

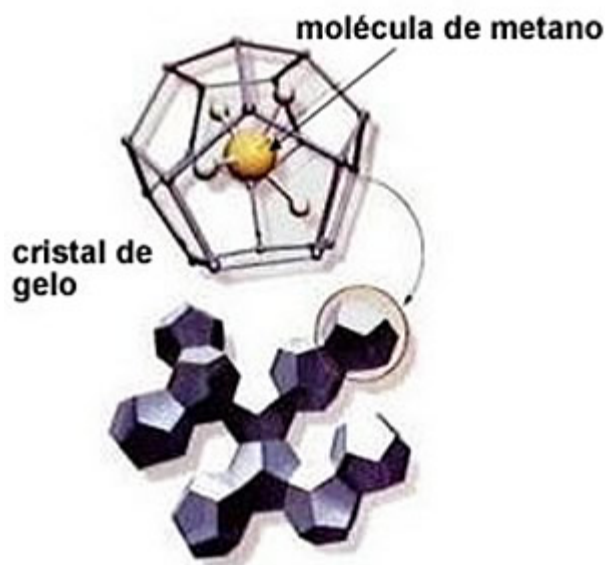
Composto IV → ligação dipolo induzido (Forças de van der Waals)

69- Alternativa A

$N \equiv N$ → ligação interatômicas: covalente apolar, ligação intermolecular: forças de van der Waals

70- Alternativa B

Uma das maiores fontes de energia do planeta Terra encontra-se no fundo do mar sob a forma de hidratos de metano. O gás metano, resultante da decomposição da matéria orgânica, é encapsulado por moléculas de água no fundo dos oceanos, em temperaturas muito baixas e pressões elevadas:



Sobre esse fenômeno são apresentadas as afirmações a seguir.

I. Ele ocorre porque existe forte atração entre as moléculas apolares do metano e da água.

Falso. As interações entre metano (dipolo induzido) e os cristais de água (dipolo) são mais fracas, quando comparadas com as ligações de H entre as moléculas de água no estado sólido.

II. As ligações de hidrogênio entre as moléculas da água no estado sólido formam uma rede cristalina ao redor da molécula do metano.

Verdadeiro.

III. As moléculas polares do metano congelam e se unem às moléculas da água.

Falso. As moléculas do metano são apolares.