

Análise Imediata

É raro encontrarmos substâncias puras na natureza. Comumente, encontramos substâncias impuras, que são misturas de uma substância principal e outras que constituem a sua impureza.

Aos processos de separação de misturas, damos o nome de análise imediata.

SEPARAÇÃO DAS MISTURAS HETEROGÊNEAS CUJAS FASES SÃO TODAS SÓLIDAS



Catação

Separa uma mistura entre dois sólidos que possuem grãos diferentes em relação ao tamanho, à cor ou ao formato. Os fragmentos de um dos sólidos são "catados" com a mão ou com uma pinça.

Exemplos: Arroz e feijão; cristais de isômeros dextrogiros e levogiros.

Ventilação

A fase menos densa é separada por uma corrente de ar.

Exemplo: Separação dos grãos de arroz da casca nas máquinas de beneficiamento.

Levitação

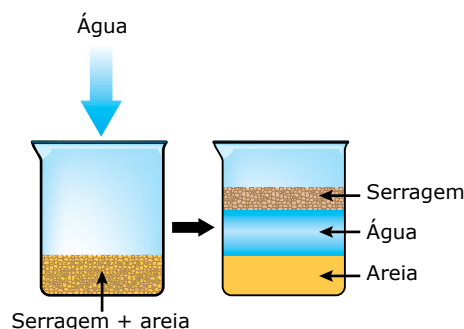
A fase mais leve é separada e arrastada por uma corrente de água.

Exemplo: Separação de areia do ouro: a areia é arrastada pela corrente de água.

Flutuação

Utiliza-se um líquido, normalmente a água, como elemento de separação de dois sólidos em que um deles possui densidade menor que a desse líquido. Isso faz com que o sólido menos denso fique sobrenadando. Vale lembrar que esses sólidos não podem ser solúveis nesse líquido. Esse método também é denominado sedimentação fracionada.

Exemplos: Separação da serragem da areia e do alpiste da areia pela água.

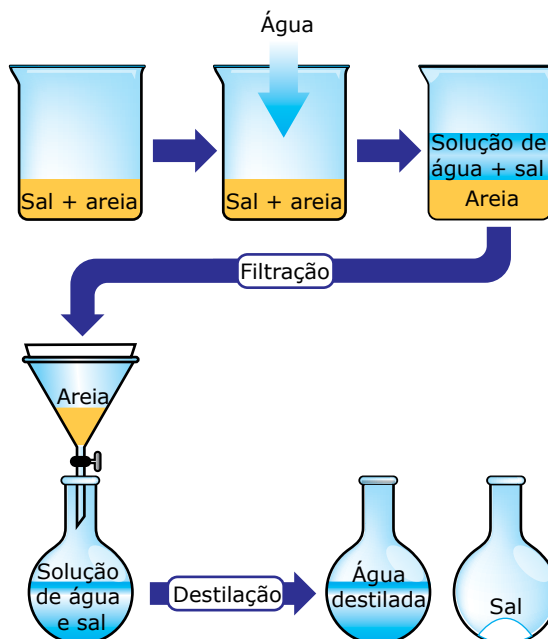


Separação de sólidos por flutuação.

Dissolução fracionada ou extração por solvente

Introduz-se a mistura em um líquido que dissolva somente um dos componentes: o componente insolúvel é separado da solução por filtração. Por evaporação ou por destilação da solução, separa-se o componente dissolvido do respectivo líquido.

Exemplo: Separação de sal e areia pela água.

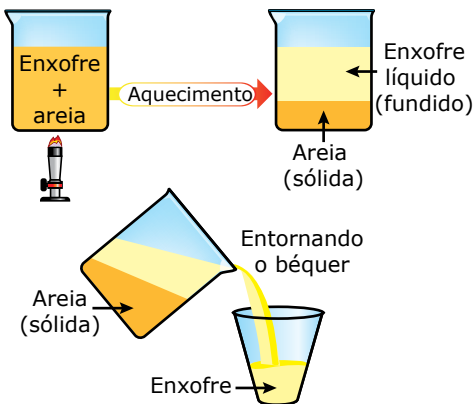


Separação de sólidos por dissolução fracionada.

Fusão fracionada

Separa ligas metálicas, como ouro e prata de uma aliança, e quaisquer misturas entre sólidos. Levando a mistura a alto aquecimento, o componente que possuir o menor ponto de fusão “derreterá” primeiro.

Exemplo: Separação de areia + enxofre.



Separação de sólidos por fusão fracionada.

Cristalização fracionada ou evaporação

Método natural utilizado para a separação de uma mistura homogênea ou heterogênea de um sólido e um líquido ou entre dois sólidos, neste caso, com a adição de um solvente apropriado. Espontaneamente, com o passar do tempo, o líquido (ou solvente) evapora, restando o sólido. Na separação de dois sólidos, os componentes se cristalizam separadamente, à medida que vão sendo atingidos seus limites de solubilidade (coeficientes de solubilidade).

Exemplo: Obtenção de sais a partir da água do mar.

Peneiração ou tamisação

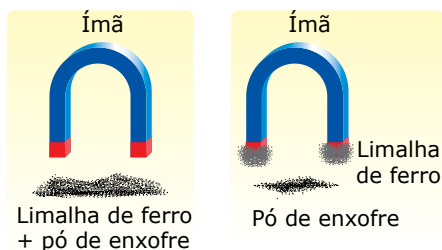
É o método utilizado para separar misturas de sólidos em que o tamanho dos grãos é diferente.

Exemplo: Separação de areia fina das pedras.

Separação magnética

Ocorre quando um dos componentes da mistura possui propriedade magnética, podendo ser atraído por um ímã.

Exemplo: Separação da mistura limalha de ferro + pó de enxofre.



Separação magnética.

Sublimação

Processo usado quando um dos sólidos sofre sublimação. Por aquecimento da mistura, o componente que sublima se separa, no estado de vapor e, em seguida, se cristaliza.

Exemplo: Purificação do iodo e da naftalina.

SEPARAÇÃO DAS FASES DE OUTRAS MISTURAS HETEROGÊNEAS



Filtração

Processo de separação da mistura de um sólido e um líquido em que o sólido ficará retido no papel de filtro. A filtração também pode ocorrer em uma mistura sólido-gás e, neste caso, a separação é feita sempre por sucção do gás.

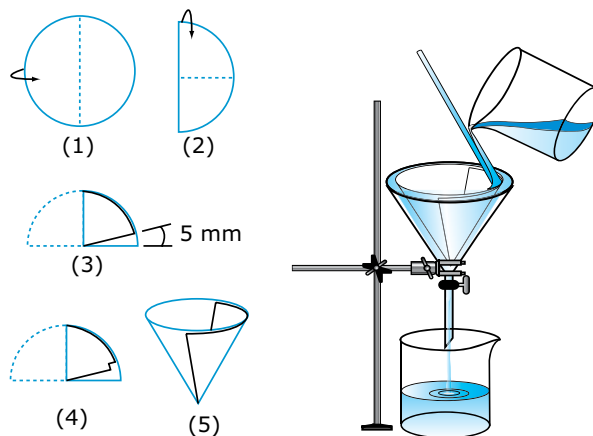
Exemplos: Filtração da mistura água e areia e do ar no aspirador de pó.

Filtração comum ou por gravidade

É um processo lento e recomendado quando o sólido possui grãos de tamanho médio e grande.

A filtração da mistura sólido-líquido é feita comumente em laboratório por meio de papel de filtro adaptado em funil.

Exemplo: Filtração da mistura água e pó de café no coador.



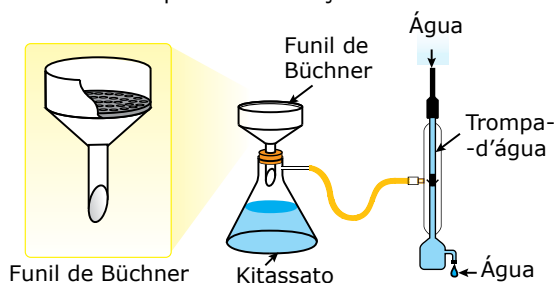
Filtração comum com papel de filtro.

Filtração a vácuo

Processo rápido realizado quando os grãos do sólido são muito pequenos. É obtido por sucção.

Na filtração a vácuo de uma mistura sólido-líquido, usa-se um **funil de Büchner** – funil de porcelana que tem fundo chato, perfurado, sobre o qual se coloca o papel de filtro. A sucção do ar é comumente feita com trompa de água. A filtração a vácuo é também chamada filtração com sucção ou, ainda, filtração a pressão reduzida.

Exemplo: Filtração a vácuo na purificação de uma amostra de ácido benzoico por recristalização.

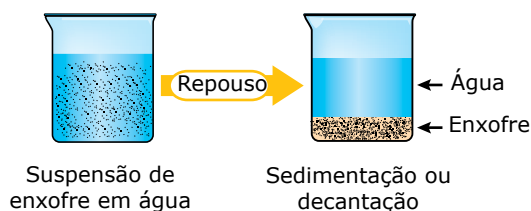


Filtração a vácuo.

Decantação

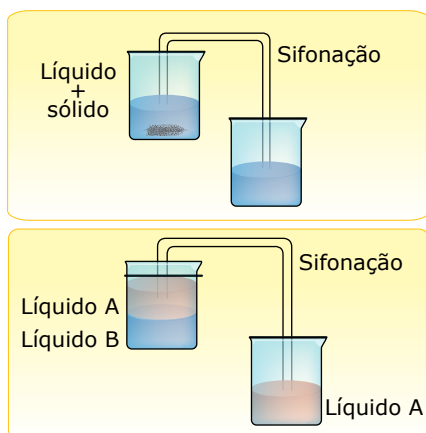
Baseia-se no repouso de uma mistura heterogênea em que a substância menos densa se localiza sobre a substância mais densa.

Agitando-se uma mistura de água e enxofre em pó, por exemplo, obtemos, inicialmente, uma suspensão de enxofre em água. Deixando-se essa mistura em repouso, depois de algum tempo, há uma sedimentação do enxofre sólido, separando-se, assim, da água.



Decantação de uma mistura sólido + líquido.

Exemplo: Em uma mistura de água e areia, após o repouso, a água ficará na superfície, enquanto a areia irá se depositar no fundo do recipiente. Para isolarmos os dois componentes da mistura, devemos utilizar uma mangueira que, por sucção, retirará o líquido. Esse processo é denominado **sifonação**.

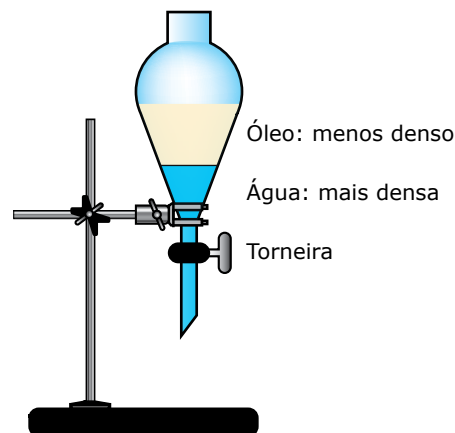


Sifonação.

Quando a decantação for utilizada para separar dois líquidos que não se dissolvem (imiscíveis), devemos colocar a mistura em um aparelho especial cujo nome é **funil de bromo** ou **funil de decantação**.

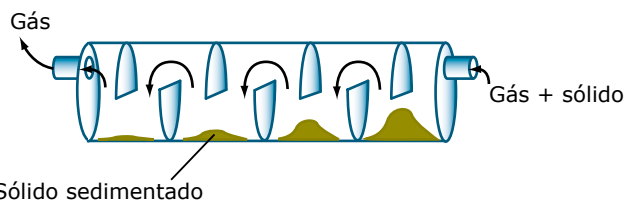
Consiste em um balão com uma torneira na sua parte inferior, que permite o escoamento do líquido que constitui a fase mais densa.

Exemplo: Água e óleo.



Decantação com funil de bromo.

Em uma mistura sólido-gás, a decantação pode ser feita em **câmara de poeira** ou **chicana**, equipamento usado industrialmente.



Decantação de uma mistura sólido + gás.

Floculação

Método de separação de mistura que se baseia na adição de agente floculante, como $Al_2(SO_4)_3$ (sulfato de alumínio) em meio básico ou $FeCl_3$ (cloreto férrico). Esses agentes floculantes formam partículas em suspensão, que aglutinam as impurezas sólidas formando pequenos flocos mais densos do que a fase líquida, os quais decantarão lentamente.

Exemplos: Nas estações de tratamento de água e na limpeza de piscinas.

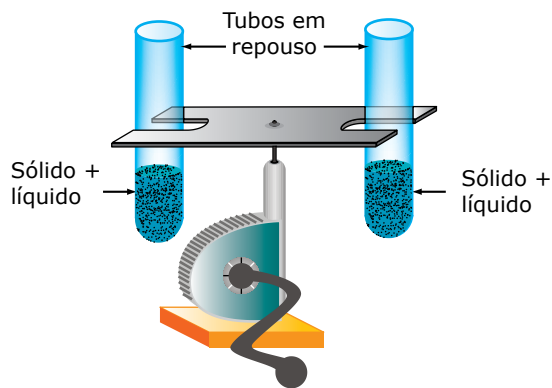
Flotação

A flotação é uma maneira de separar misturas cujas partículas, muito pequenas, se encontram dispersas no líquido. Nesse processo, introduz-se no sistema uma substância que irá adsorver essas partículas, formando um aglutinado (floculação). Depois, é injetado ar nessa mistura e, com isso, verifica-se que os aglutinados se aderem às bolhas, formando uma espuma, que, posteriormente, será removida, promovendo a separação.

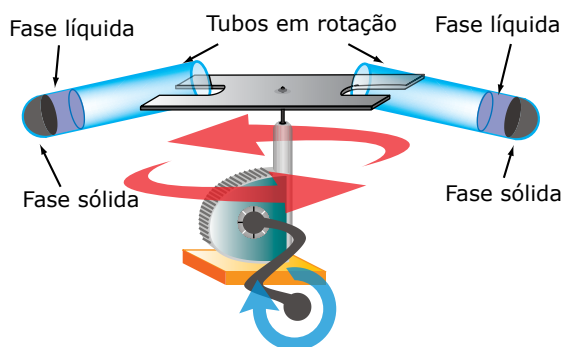
Exemplos: No tratamento de esgoto e na mineração, para separar os minérios de suas impurezas.

Centrifugação

A decantação, vista anteriormente, é um processo lento, pois depende da ação da gravidade sobre as partículas. Porém, se imprimirmos às partículas dispersas uma aceleração bem maior, a deposição do sólido será mais rápida. Esse tipo de deposição pode ser obtido por meio de um **centrifugador**.



Centrifugador manual parado.



Centrifugador manual em rotação.

CONTEÚDO NO
Bernoulli Play

Análise imediata – processos mecânicos

Assista a esse vídeo, observando atentamente cada método de análise. Atenção para os exemplos de misturas que podem ser separadas por processos mecânicos. Bons estudos!

SEPARAÇÃO DOS COMPONENTES DAS MISTURAS HOMOGÊNEAS

Gás + gás

O processo mais utilizado para realizar a separação dos componentes desse sistema é a liquefação fracionada, realizada a altas pressões e lento resfriamento de uma mistura gasosa. O gás que possuir maior temperatura de ebulição será retirado primeiro.

É dessa forma que separamos o oxigênio e o nitrogênio encontrados no ar. No caso particular da separação dos componentes do ar, é mais conveniente liquefazer a mistura (o ar) e depois separar os seus componentes por destilação fracionada.

Nas máscaras contra gases venenosos, estes são separados do ar, que é respirado por um processo de adsorção. Existem sólidos, como o carvão ativado, que adsorvem os gases venenosos e deixam passar apenas o ar. Nos filtros de cigarros, também há separação por adsorção.

Gás + líquido

Por aquecimento da mistura, o gás é expulso do líquido, pois, geralmente, a solubilidade de um gás em um líquido diminui com a elevação da temperatura. Assim, com a elevação da temperatura, uma água gaseificada ou um refrigerante, por exemplo, perdem o gás, isto é, o CO_2 dissolvido é liberado.

Outras maneiras de se expulsar o gás dissolvido em um líquido:

- Agitar a solução. Assim, agitando-se um refrigerante, há formação de muita espuma devido à liberação do gás.
- Diminuir a pressão. Assim, quando uma garrafa de refrigerante é aberta, a pressão interna diminui e há liberação do gás dissolvido.

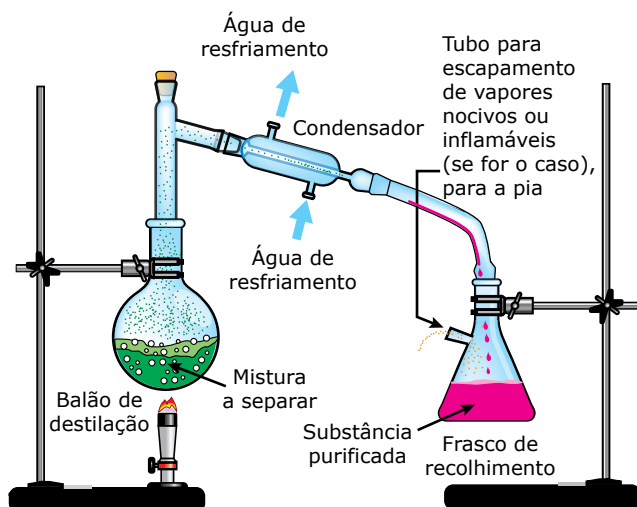
Gás + sólido

Por simples aquecimento, o gás é expulso do sólido. Esse processo é inadequadamente chamado de destilação seca.

Exemplo: Aquecimento da madeira, em que há liberação de metanol (CH_3OH).

Sólido + líquido

O processo utilizado nesse caso é o da destilação, que separa tanto misturas homogêneas como heterogêneas a partir de um aquecimento contínuo. A substância mais volátil possui menor temperatura de ebulição e vaporiza primeiro. No estado de vapor, essa substância é resfriada no condensador, transformando-se novamente em líquido e recolhida em um novo frasco.



Destilação simples em laboratório.

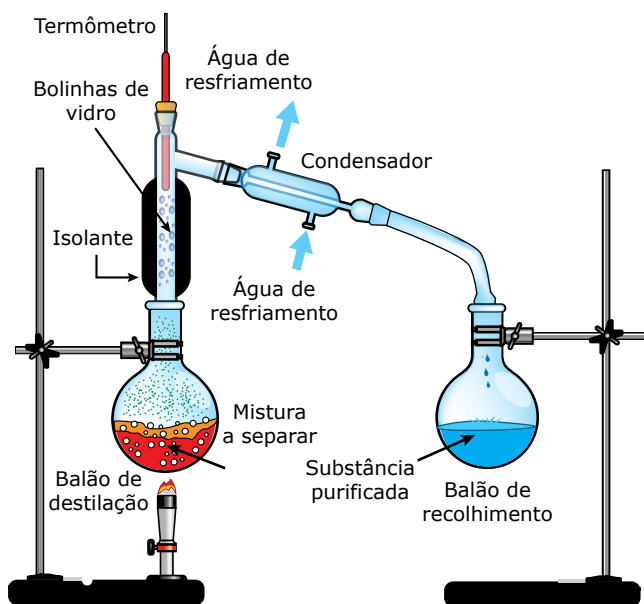
Líquido + líquido

O método usado é o da destilação fracionada. Os líquidos se destilam, separadamente, à medida que os seus pontos de ebulição vão sendo atingidos.

Para efetuar a destilação fracionada, usa-se uma coluna de fracionamento.

Um dos tipos de coluna de fracionamento consiste em um tubo de vidro relativamente longo, cheio de bolinhas de vidro, em cuja superfície ocorre a condensação do vapor. O vapor sobe pela coluna, sofre sucessivas condensações seguidas de vaporizações, se enriquece do componente mais volátil e, ao sair da coluna de fracionamento, é constituído, praticamente, de 100% do componente mais volátil. Assim, na parte superior da coluna de fracionamento, o vapor é mais rico em componente mais volátil e, na parte inferior, é mais rico em componente menos volátil.

A destilação fracionada será tanto mais eficaz quanto maior for a diferença de pontos de ebulição entre os líquidos e maior for o tamanho da coluna de fracionamento, ou seja, maior for a superfície para ocorrer a condensação dos vapores.



Destilação fracionada em laboratório.

Exemplos: Fabricação de cachaça, refino do petróleo (para obtenção de gasolina e óleo *diesel*), etc.

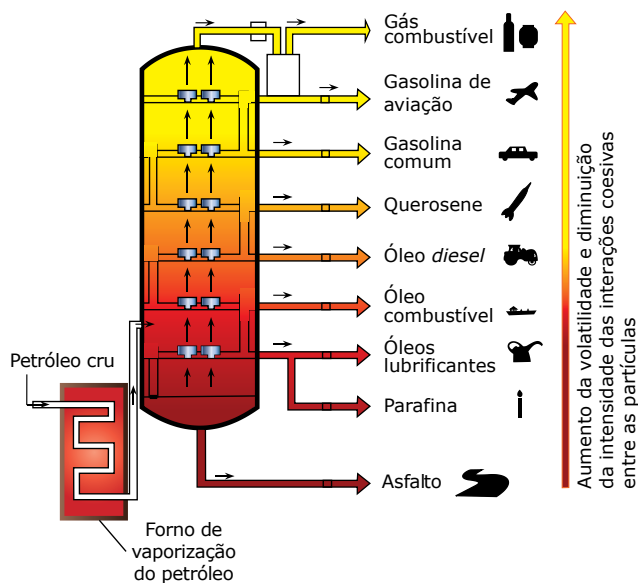
CONTEÚDO NO
Bernoulli Play

Análise imediata – processos físicos

Assista a esse vídeo, observando atentamente cada método de análise. Atenção para os exemplos de misturas que podem ser separadas por processos físicos. Bons estudos!



Na indústria petroquímica, utiliza-se a destilação fracionada para separar as diferentes frações do petróleo. Nesse caso, é utilizada uma coluna de fracionamento constituída de “pratos e bandejas”.



Destilação fracionada do petróleo.

Cada uma das frações do petróleo corresponde a uma mistura de substâncias com pontos de ebulição bastante próximos e, por esse motivo, destilam-se em uma determinada faixa de temperatura.

Quanto menos intensas são as interações coesivas entre as partículas que formam os componentes de uma fração, menor será a faixa de temperatura na qual essa fração será separada das demais.

MÉTODOS QUÍMICOS

Obtenção de álcool etílico anidro (100 °GL) a partir de álcool etílico hidratado 96 °GL

Nesse caso, é adicionada cal virgem, CaO, ao álcool hidratado. O óxido reage com a umidade formando cal hidratada, Ca(OH)_2 , que pode facilmente ser removida da mistura por filtração, pois é insolúvel em etanol.

Separação de substâncias explorando as mudanças de solubilidade em diferentes valores de pH

Na separação do ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) do benzeno (C_6H_6), pode-se utilizar solução aquosa de NaOH, o que leva à formação de benzoato de sódio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- \text{Na}^+$). Este último passa para a fração aquosa (mais densa) que pode ser separada do benzeno (menos denso) por decantação em funil. O ácido benzoico pode ser recuperado tratando-se a solução aquosa com solução de ácido forte.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UEA-AM-2016) O uso de um aspirador de pó para retirar a poeira que se acumula nas diversas superfícies baseia-se no processo de separação de misturas denominado
- A) levigação. D) filtração.
B) sublimação. E) catação.
C) decantação.

- 02.** (UECE) Entre as opções a seguir, assinale a que corresponde à sequência correta de procedimentos que devem ser adotados para separar os componentes de uma mistura de água, sal de cozinha, óleo comestível e pregos de ferro.

- A) Destilação simples, separação magnética e decantação.
B) Separação magnética, decantação e destilação simples.
C) Destilação fracionada, filtração e decantação.
D) Levigação, separação magnética e sifonação.

- 03.** (UECE-2016) Uma planta descoberta recentemente por pesquisadores da EPAGRI de Itajaí (Santa Catarina) é a matéria-prima para a produção do primeiro sal vegetal no Brasil. O sal de cozinha também é, prioritariamente, extraído da água do mar e das minas de sal gema. O processo tradicional de extração do sal de cozinha da água do mar é uma
- A) destilação simples. C) cristalização.
B) decantação. D) convecção.

- 04.** (UFJF-MG) Após o vazamento de petróleo em uma praia, uma amostra da água juntamente com areia foi coletada, e a separação dos diferentes constituintes efetuada em um laboratório químico. Inicialmente, separou-se a areia dos líquidos. Em seguida, separou-se o óleo da água salgada. Finalmente, o sal foi separado da água do mar. Os nomes dos procedimentos empregados nas separações são, respectivamente,

- A) decantação, extração líquido / líquido e destilação simples.
B) ebulição, extração líquido / líquido e filtração.
C) decantação, ebulição e fusão.
D) destilação simples, filtração e destilação fracionada.
E) extração líquido / líquido, filtração e ebulição.

- 05.** (UFAM) Considerando os diversos processos de separação de misturas, assinale a alternativa que contém apenas processos de separação para misturas sólido-sólido.
- A) Ventilação, levigação, sedimentação fracionada, separação magnética.
B) Peneiração, cristalização fracionada, catação, decantação.

- C) Levigação, sedimentação fracionada, centrifugação, separação magnética.
D) Cristalização fracionada, decantação, ventilação, filtração.
E) Levigação, destilação, peneiração, catação, filtração.

- 06.** (UFPR) A separação de misturas é uma das principais operações realizadas em pequena escala em laboratórios, e em grande escala em indústrias nos diversos setores. Para separar de maneira eficiente as misturas querosene e água (1), álcool e água (2) e hidróxido de sódio e água (3), os procedimentos corretos, na ordem 1, 2, 3, são

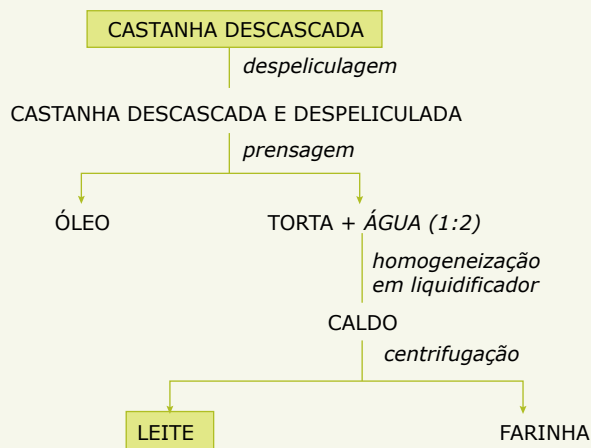
- A) decantação, destilação e destilação.
B) filtração, sifonação e precipitação.
C) decantação, destilação e filtração.
D) destilação, decantação e decantação.
E) destilação, sifonação e filtração.

- 07.** (UEPG-PR-2016) Em um acampamento, um estudante do curso de química da UEPG deixou cair na areia todo o sal de cozinha disponível. Utilizando seus conhecimentos de química, ele conseguiu recuperar o sal de cozinha, separando-o da areia. Nesse contexto, assinale o que for correto.

01. A mistura de sal de cozinha com areia é uma mistura heterogênea.
02. A primeira etapa para separar a mistura de sal de cozinha com areia é a adição de água à mistura para a dissolução do sal de cozinha.
04. A adição de água produz a mistura de sal de cozinha, areia e água, que através de um processo de filtração simples, separa a areia do sal de cozinha + água.
08. A separação do sal de cozinha da areia pode ser realizada por destilação simples.

Soma ()

- 08.** (UFSCar-SP-2015) A figura representa o processo de obtenção de leite de castanha-do-brasil, um subproduto da castanha, utilizado na alimentação infantil e em pratos regionais.



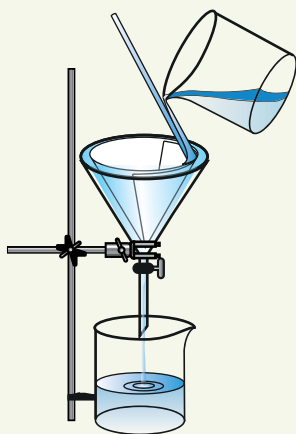
Um técnico precisa substituir a centrifugação na etapa final de obtenção do leite. Para realizar a separação final, ele deve utilizar a

- A) diluição.
- B) filtração.
- C) destilação.
- D) evaporação.
- E) condensação.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (FASM-SP) O ácido acetilsalicílico (AAS) é um dos medicamentos mais conhecidos no mundo. A sua preparação no laboratório é relativamente simples, sendo um dos temas dos experimentos de química orgânica no ensino médio. O AAS é formado no meio reacional a partir da redução da temperatura do meio com banho de água e gelo. A separação do AAS é feita utilizando as aparelhagens indicadas na figura. Após lavagem e secagem do AAS, um dos testes físicos empregados para sua caracterização é a medida da temperatura em que ocorre a mudança de fases de sólido para líquido.

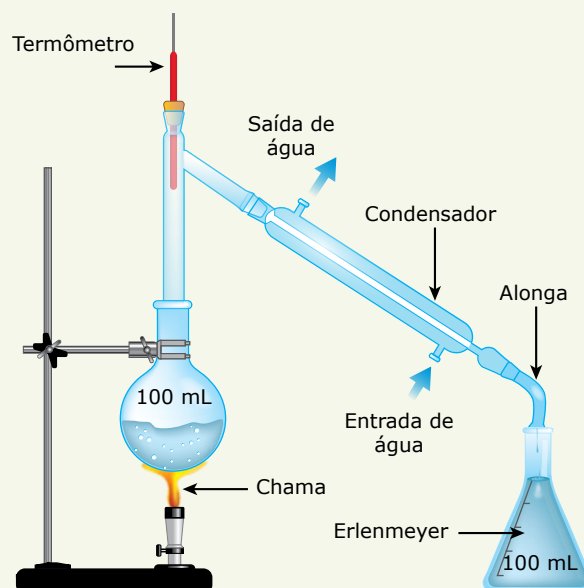


Disponível em: <www.brasilecola.com> (Adaptação).

O processo de separação indicado na figura e a propriedade física utilizada na caracterização do AAS são, respectivamente,

- A) cristalização e temperatura de ebulição.
- B) cristalização e temperatura de fusão.
- C) filtração e temperatura de fusão.
- D) filtração e temperatura de ebulição.
- E) centrifugação e temperatura de fusão.

- 02.** (UFU-MG) Sobre os procedimentos químicos da destilação de uma solução aquosa de sal de cozinha e suas aplicações, assinale a alternativa correta.



- A) O sal de cozinha entra em ebulição ao mesmo tempo que a água e é colhido no erlenmeyer.
- B) O condensador possui a função de diminuir a temperatura dos vapores produzidos pelo aquecimento e, assim, liquefazer a água.
- C) A temperatura de ebulição do sal de cozinha é menor que a temperatura de ebulição da água.
- D) A eficiência do método de destilação é pequena para separar o sal da água.

- 03.** (UFOP-MG) Um aluno encontrou em um laboratório três frascos contendo três misturas binárias, conforme descrito a seguir.

- 1ª Mistura: heterogênea, formada por dois sólidos.
- 2ª Mistura: heterogênea, formada por dois líquidos.
- 3ª Mistura: homogênea, formada por dois líquidos cujos pontos de ebulição diferem em 20 °C.

Marque a alternativa que indica os processos de separação mais adequados para recuperar as substâncias originais na 1ª, 2ª e 3ª misturas, respectivamente.

- A) Filtração, decantação e destilação simples.
- B) Evaporação, destilação simples e decantação.
- C) Decantação, destilação simples e destilação fracionada.
- D) Sublimação, decantação e destilação fracionada.

04. (UEM-PR-2015) Assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

01. Os processos mecânicos de separação, levigação e peneiramento, têm como princípios de funcionamento, respectivamente, a diferença de densidade e a diferença de tamanho entre partículas sólidas.
02. Uma mistura azeotrópica entre água e etanol não pode ser separada por destilação simples, mas sim por destilação fracionada.
04. Numa torre de destilação fracionada de petróleo, os gases são retirados na parte superior da torre, e óleos pesados e asfalto, na parte inferior.
08. A recristalização é uma técnica de purificação de substâncias sólidas que leva em consideração a solubilidade da substância em função da temperatura do meio na qual está dissolvida.
16. A liquefação pode ser usada para extrair nitrogênio líquido do ar atmosférico.

Soma ()

05. (PUC RS) O garimpo do ouro é uma atividade econômica comum em determinados pontos da Amazônia. Uma das formas de separar o ouro dos outros materiais é por meio de bateias, uma espécie de bacia em que água corrente é passada para remover a areia, deixando o ouro, que é mais denso, no fundo. Outro método para separar o ouro consiste em adicionar mercúrio à areia. O ouro dissolve-se no mercúrio, mas a areia não. A solução pode ser facilmente separada da areia e recolhida. Para separar o mercúrio do ouro, a solução é aquecida em um recipiente. O mercúrio volatiliza, e seu vapor é resfriado até voltar ao estado líquido, sendo recolhido em um recipiente à parte; depois que todo o mercúrio foi removido, o ouro fica como resíduo.

Com base nessas informações, é correto afirmar que

- A) a mistura ouro-areia é heterogênea e pode ser separada por levigação.
- B) a mistura ouro-mercúrio é heterogênea e pode ser separada por destilação.
- C) a adição de mercúrio à mistura ouro-areia promove a dissolução fracionada da areia.
- D) a mistura de mercúrio, ouro e areia apresenta três fases: mercúrio líquido, ouro dissolvido e areia sólida.
- E) os componentes da mistura ouro-mercúrio podem ser separados por centrifugação.

06. (UEM-PR) As três misturas descritas a seguir foram submetidas a um processo de filtração em papel de filtro seguido de um processo de destilação simples até a evaporação de todo o líquido. Assinale a(s) alternativa(s) correta(s) a respeito dos resultados obtidos.

- (A) Iodo dissolvido em tetracloreto de carbono (solução saturada heterogênea).
- (B) Limalha de ferro e etanol.
- (C) Solução de água e etanol misturada com areia.

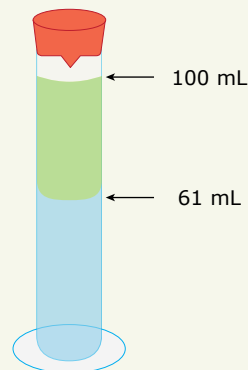
01. Todo o iodo presente na solução (A) foi recolhido no papel de filtro.
02. O processo de destilação é desnecessário para separar os componentes da mistura (B).
04. Todos os componentes da mistura (C) não podem ser totalmente separados através dos dois processos de separação, pois a água e o etanol formam uma mistura eutética.
08. Em (A), o iodo também poderia ser separado do tetracloreto de carbono através de sua sublimação.
16. As misturas (B) e (C) não apresentam resíduo no balão de destilação, após a finalização do processo.

Soma ()

07.



(UEA-AM) Em uma aula experimental para determinação do teor de etanol na gasolina, foi utilizada uma proveta de 100 mL com tampa. Inicialmente, foram transferidos para a proveta 50 mL de gasolina e, na sequência, o volume da proveta foi completado até 100 mL com água destilada contendo NaCl dissolvido. Após a agitação dos líquidos, a proveta foi deixada em repouso, conforme indicação na figura.



Disponível em: <www.mundoeducacao.com.br> (Adaptação).

O teor percentual de álcool na gasolina testada é

- A) 61%.
- B) 39%.
- C) 28%.
- D) 22%.
- E) 11%.

08. (ITA-SP) Qual das alternativas a seguir contém a associação correta dos procedimentos de laboratório, listados na 1ª coluna, com suas respectivas denominações, listadas na 2ª coluna?

1. Adição de 20 mL de água a uma solução aquosa saturada em cloreto de sódio, contendo um grande excesso de sal sedimentado, tal que ainda permaneça precipitado após a adição de mais solvente.
2. Adição de 20 mL de água a uma solução aquosa não saturada em cloreto de sódio.
3. Retirada de fenol, solúvel em água e em éter etílico, de uma solução aquosa, por agitação com uma porção de éter etílico seguida por separação da fase orgânica da fase aquosa.
4. Dissolver glicose em água e a essa solução juntar etanol para que surjam novamente cristais de glicose.
5. Adição de 20 mL de água a nitrato de potássio cristalino.

- a. Dissolução
- b. Extração
- c. Diluição
- d. Recristalização

- A) 1a, 2c, 3b, 4d, 5a D) 1c, 2a, 3b, 4b, 5c
 B) 1c, 2c, 3a, 4b, 5a E) 1a, 2a, 3c, 4d, 5c
 C) 1a, 2a, 3a, 4d, 5c

09. (FCM-PB-2015) A pesquisa por novos materiais que preencham as necessidades da vida moderna é objeto de muitos estudiosos. A obtenção de novos materiais resulta, muitas vezes, em misturas de substâncias já existentes que passam a apresentar novas características e propriedades diferentes. Dessa maneira, o estudo de misturas é fundamental. O isolamento de substâncias puras a partir de misturas compreende a observação de propriedades organolépticas, funcionais, químicas e físicas e, vários são os métodos analíticos desenvolvidos para alcançar este objetivo. Com base nas informações, analise as afirmativas seguintes.

- I. A separação dos componentes do petróleo compreende várias etapas de uma destilação fracionada.
- II. Nas máscaras de gás emprega-se carvão ativo e a separação ocorre por fenômenos de adsorção.
- III. Numa mistura de sal e areia, utiliza-se a dissolução em solvente adequado seguida de filtração para separar os componentes da mistura.

Estão corretas as afirmativas

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

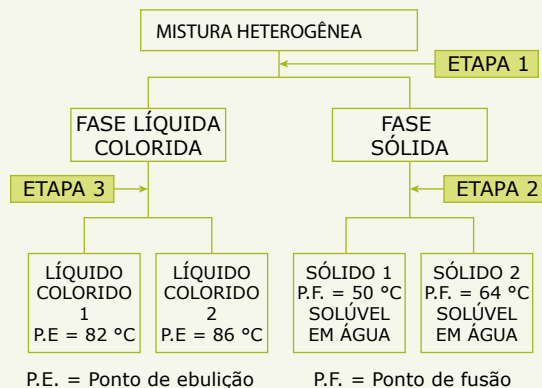
10. (UEPG-PR-2015) Identifique as alternativas que apresentam os métodos adequados para a separação dos componentes das misturas propostas e assinale o que for correto.

Substância	Solubilidade em água fria	Solubilidade em água quente	Solubilidade em acetona
A	solúvel	solúvel	insolúvel
B	insolúvel	solúvel	insolúvel
C	insolúvel	insolúvel	solúvel

01. Pode ser separada a substância A da substância B por filtração após adição de água fria.
02. Pode ser separada a substância B da substância C por filtração após adição de água quente.
04. Pode ser separada a substância A da substância C por filtração após adição de água fria.
08. Pode ser separada a substância C das substâncias A e B por filtração após adição de acetona.

Soma ()

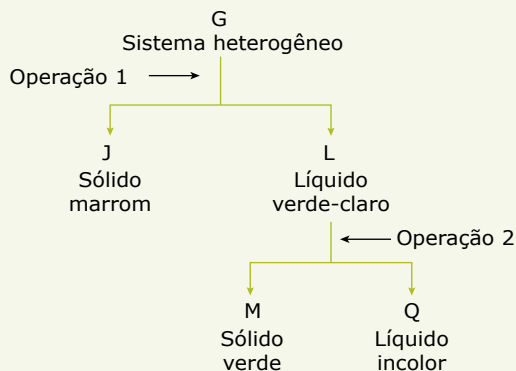
11. (CEFET-PR) O diagrama a seguir representa as etapas de separação de uma mistura heterogênea, em seus componentes finais.



Com base nestas informações, é correto afirmar que

- A) a fase líquida colorida forma uma mistura azeotrópica.
- B) a etapa 1 só pode ser realizada por meio de uma destilação simples.
- C) a etapa 2 pode ser realizada utilizando-se um funil de separação.
- D) o líquido 2 ferve antes do líquido 1.
- E) a etapa 2 pode ser realizada por meio de uma cristalização fracionada.

12. (UECE-2016) Um sistema heterogêneo G é constituído por uma solução verde claro e um sólido marrom. Esse sistema foi submetido ao seguinte esquema de separação:

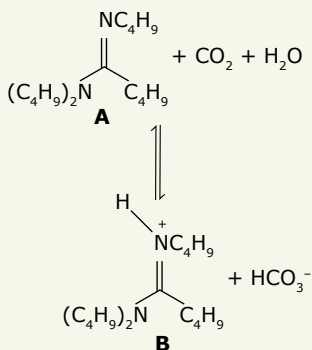


Ao destilar-se o líquido Q sob pressão constante de 1 atmosfera, verifica-se que sua temperatura de ebulição variou entre 115 °C e 130 °C.

Considerando o esquema anterior, assinale a afirmação verdadeira.

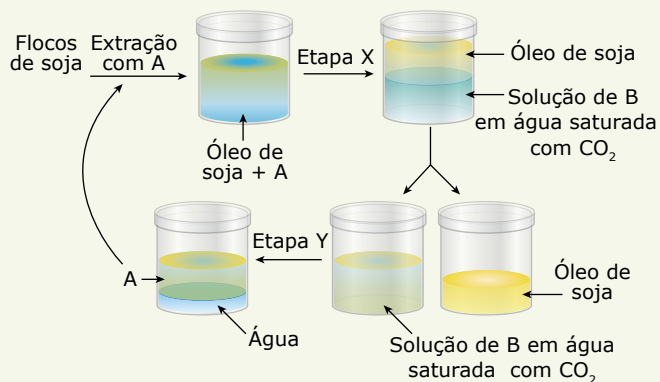
- A) A operação 1 é uma destilação simples.
- B) O sistema heterogêneo G tem, no mínimo, 4 componentes.
- C) A operação 2 é uma decantação.
- D) O líquido incolor Q é uma substância pura.

13. (FUVEST-SP) Recentemente, foi preparado um composto A, que é insolúvel em água. No entanto, quando misturado com água saturada de gás carbônico, forma-se uma solução que contém o íon B. Quando a solução resultante é aquecida, o gás carbônico é eliminado, e se formam duas camadas, uma de água e outra de composto A. Essas transformações reversíveis podem ser representadas pela seguinte equação química:



O composto A está sendo testado em um novo processo de extração do óleo de soja. No processo atual, utiliza-se hexano para extrair o óleo dos flocos de soja, formando uma solução. Em seguida, o hexano é separado do óleo de soja por destilação.

O novo processo, utilizando o composto A em vez de hexano, pode ser representado pelo seguinte esquema:



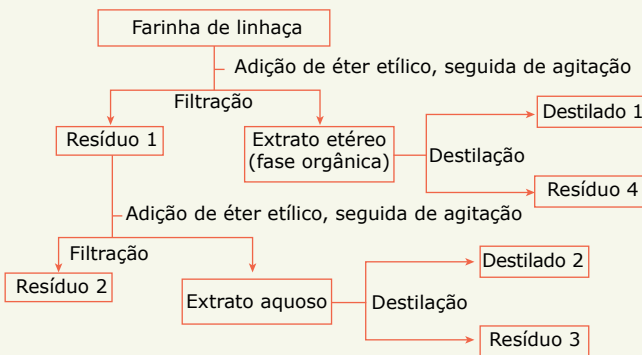
- A) Descreva o que deve ser feito nas etapas X e Y para se obter o resultado mostrado no esquema.
- B) Explique por que, no processo de extração do óleo de soja, é vantajoso evitar a destilação do solvente hexano.

SEÇÃO ENEM



01. (Enem-2017) A farinha de linhaça dourada é um produto natural que oferece grandes benefícios para o nosso organismo. A maior parte dos nutrientes da linhaça encontra-se no óleo dessa semente, rico em substâncias lipossolúveis com massas moleculares elevadas. A farinha também apresenta altos teores de fibras proteicas insolúveis em água, celulose, vitaminas lipossolúveis e sais minerais hidrossolúveis.

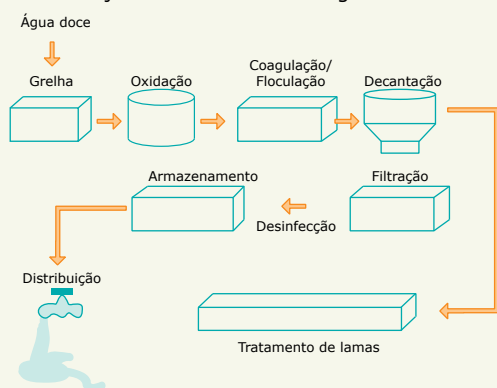
Considere o esquema, que resume um processo de separação dos componentes principais da farinha de linhaça dourada.



O óleo de linhaça será obtido na fração

- A) Destilado 1.
- B) Destilado 2.
- C) Resíduo 2.
- D) Resíduo 3.
- E) Resíduo 4.

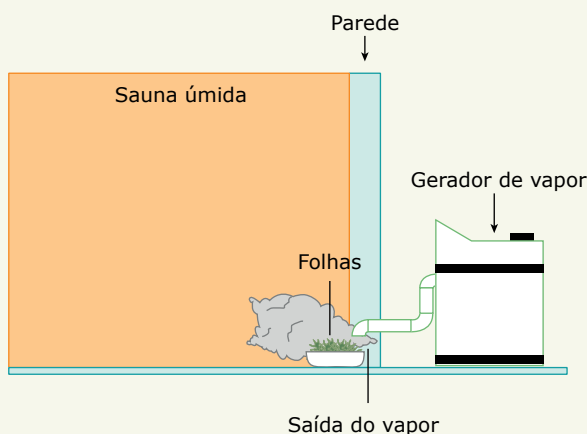
02. (Enem-2017) A figura representa a seqüência de etapas em uma estação de tratamento de água.



Disponível em: <www.ecoguia.cm-mirandela.pt>. Acesso em: 30 jul. 2012.

Qual etapa desse processo tem a densidade das partículas como fator determinante?

- A) Oxidação. D) Filtração.
B) Floculação. E) Armazenamento.
C) Decantação.
03. (Enem-2017) A escassez de água doce é um problema ambiental. A dessalinização da água do mar, feita por meio de destilação, é uma alternativa para minimizar esse problema. Considerando os componentes da mistura, o princípio desse método é a diferença entre
- A) suas velocidades de sedimentação.
B) seus pontos de ebulição.
C) seus pontos de fusão.
D) suas solubilidades.
E) suas densidades.
04. (Enem-2016) Uma pessoa é responsável pela manutenção de uma sauna úmida. Todos os dias cumpre o mesmo ritual: colhe folhas de capim-cidreira e algumas folhas de eucalipto. Em seguida, coloca as folhas na saída do vapor da sauna, aromatizando-a, conforme representado na figura.



Qual processo de separação é responsável pela aromatização promovida?

- A) Filtração simples.
B) Destilação simples.
C) Extração por arraste.
D) Sublimação fracionada.
E) Decantação sólido-líquido
05. (Enem-2015) Um grupo de pesquisadores desenvolveu um método simples, barato e eficaz de remoção de petróleo contaminante na água, que utiliza um plástico produzido a partir do líquido da castanha de caju (LCC). A composição química do LCC é muito parecida com a do petróleo e suas moléculas, por suas características, interagem formando agregados com o petróleo. Para retirar os agregados da água, os pesquisadores misturam ao LCC nanopartículas magnéticas.
- KIFFER, D. *Novo método para remoção de petróleo usa óleo de mamona e castanha de caju*. Disponível em: <www.faperj.br>. Acesso em: 31 jul. 2012 (Adaptação).

Essa técnica considera dois processos de separação de misturas, sendo eles, respectivamente,

- A) flotação e decantação.
B) decomposição e centrifugação.
C) floculação e separação magnética.
D) destilação fracionada e peneiração.
E) dissolução fracionada e magnetização.
06. (Enem) Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl_3) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.
- SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química ambiental*. São Paulo: Pearson, 2009 (Adaptação).
- Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a
- A) filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
B) fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
C) coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
D) correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
E) floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

07. (Enem) Entre as substâncias usadas para o tratamento de água, está o sulfato de alumínio, que, em meio alcalino, forma partículas em suspensão na água, às quais as impurezas presentes no meio se aderem.

O método de separação comumente usado para retirar o sulfato de alumínio com as impurezas aderidas é a

- A) flotação.
- B) levigação.
- C) ventilação.
- D) peneiração.
- E) centrifugação.

08. (Enem) Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

O LIBERAL. 08 jul. 2008.

Disponível em: <<http://www.oliberal.com.br>>.

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, a fim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas, é a

- A) filtração.
- B) cloração.
- C) coagulação.
- D) fluoretação.
- E) decantação.

- 04. Soma = 29
- 05. A
- 06. Soma = 18
- 07. D
- 08. A
- 09. B
- 10. Soma = 15
- 11. E
- 12. B

13.

A) Pelo esquema proposto, conclui-se que a etapa **X** é uma adição de uma solução aquosa saturada de CO_2 . Nessa etapa, o composto **A**, que dissolvia o óleo de soja, é transformado em **B**, que migrará para a fase aquosa, deixando o óleo de soja puro.

A etapa **Y** consiste em um aquecimento do sistema. Nesse processo, o CO_2 é removido e, com isso, o composto **B** se transforma em **A**, que, por ser insolúvel na água, torna o sistema heterogêneo.

B) Algumas vantagens da extração do óleo de soja pelo método proposto em relação àquele que utiliza o solvente hexano são:

1. pelo esquema dado, o óleo de soja será separado por um processo de decantação, mais simples que o processo de destilação.
2. evita-se o uso de solventes derivados do petróleo.
3. no novo processo de extração, há economia de energia.
4. evita-se o risco de explosão, já que o hexano é uma substância combustível.

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. B
- 03. C
- 04. A
- 05. A
- 06. A
- 07. Soma = 07
- 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. B
- 03. D

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. C
- 03. B
- 04. C
- 05. C
- 06. A
- 07. A
- 08. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Ácidos de Arrhenius

FUNÇÕES INORGÂNICAS

Atualmente, são inúmeras as substâncias conhecidas e catalogadas na Química, e estudá-las individualmente seria praticamente impossível. Agrupá-las de acordo com propriedades e características químicas semelhantes foi a solução encontrada para tal problema. A esses conjuntos de substâncias com propriedades e características semelhantes chamamos funções químicas.

Uma função química pode ser caracterizada por um átomo ou grupo de átomos, neutros ou carregados, responsáveis pela semelhança no comportamento químico das diferentes substâncias que compõem a função.

Iremos agora estudar as funções inorgânicas, que são os ácidos, as bases, os sais e os óxidos.

NÚMERO DE OXIDAÇÃO

O número associado à distribuição dos elétrons em torno de uma ligação química é denominado número de oxidação, ou simplesmente NOx. O NOx representa o número de elétrons perdidos ou recebidos quando:

- um cátion ou um ânion é formado, respectivamente;
- há quebra de todas as ligações, envolvendo compartilhamento de elétrons, realizadas pelo átomo, ficando os elétrons com o átomo mais eletronegativo.

Alguns elementos aparecem sempre com o mesmo NOx em quaisquer substâncias que formarem e a tabela a seguir apresenta os principais NOx de cada um desses elementos. De posse desses valores, é possível calcular o NOx dos demais elementos de um composto. É importante destacar que em qualquer substância simples, NOx = 0.

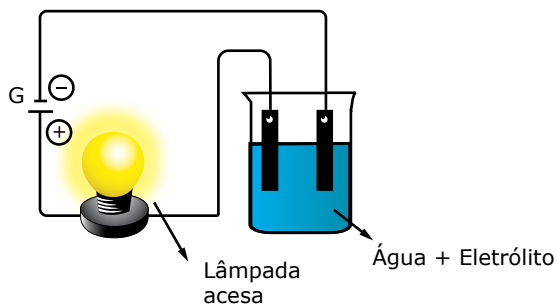
Tabela de NOx			
Elementos	NOx	Ocorrência	Exemplos
IA (1) ⇒ Metais alcalinos: Li, Na, K, Rb, Cs e Fr	+1	Substâncias compostas	$K_2Cr_2O_7$ $NaCl$ LiF
IIA (2) ⇒ Metais alcalinoterrosos: Be, Mg, Ca, Sr, Ba e Ra	+2	Substâncias compostas	CaO $BeCl_2$ $BaSO_4$
VIA (16) ⇒ Calcogênios: S, Se e Te	-2	Substâncias binárias em que o calcogênio é o elemento mais eletronegativo	H_2S CS_2 $CaSe$

VIIA (17) ⇒ Halogênios: F, Cl, Br e I	-1	Substâncias binárias em que o halogênio é o elemento mais eletronegativo	OF_2 $NaCl$ HCl
Ag ⇒ Prata	+1	Substâncias compostas	$AgNO_3$ $AgCl$ $AgCN$
Zn ⇒ Zinco	+2	Substâncias compostas	$Zn(OH)_2$ $ZnCl_2$ ZnO
Al ⇒ Alumínio	+3	Substâncias compostas	Al_2S_3 $AlCl_3$ $Al_2(SO_4)_3$
H ⇒ Hidrogênio	+1	Substâncias compostas em que o hidrogênio é o elemento menos eletronegativo	H_2O NH_3 H_2SO_4
	-1	Substâncias compostas em que o hidrogênio é o elemento mais eletronegativo	SiH_4 CaH_2
O ⇒ Oxigênio	+2	Em fluoretos	OF_2
	+1	Em fluoretos	O_2F_2
	-1	Em peróxidos (compostos binários)	H_2O_2 Na_2O_2
	$-\frac{1}{2}$	Em superóxidos (compostos binários)	CaO_4 Na_2O_4
	-2	Em óxidos (compostos binários)	H_2O Na_2O
	-2	Excetuando-se os casos anteriores	$K_2Cr_2O_7$ $KMnO_4$ H_2SO_4

TEORIA DE ARRHENIUS

Arrhenius inicialmente classificou as substâncias em eletrólitos e não eletrólitos conforme suas espécies químicas formassem ou não íons ao serem dissolvidas em água.

Ele demonstrou que os não eletrólitos não conduziam corrente porque suas estruturas se mantinham inalteradas quando em solução aquosa.



Experiência utilizada para a determinação dos eletrólitos.

Arrhenius dizia que uma solução só seria eletrolítica se sofresse o processo de ionização ou dissociação para haver a liberação de íons.

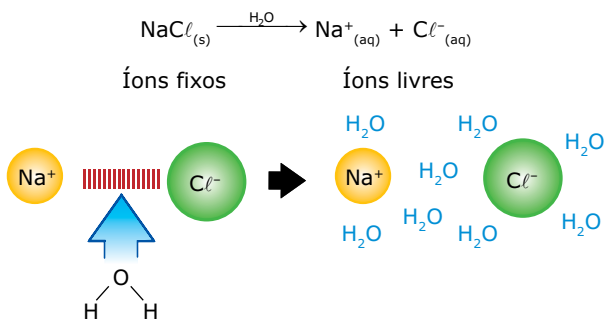
Dissociação

É o processo que ocorre com compostos iônicos em que há a separação dos íons já existentes devido à quebra do retículo cristalino pela presença do solvente ou fusão do sólido.

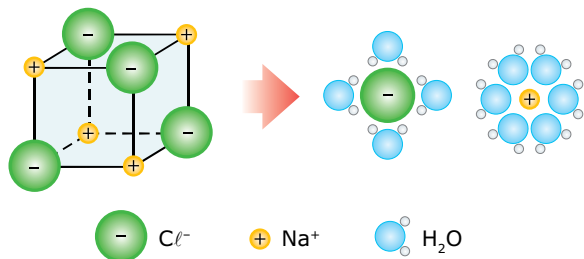
Dissociação ⇒ separação de íons preexistentes

Exemplo:

O cloreto de sódio sofre dissociação em meio aquoso conforme a seguinte equação:



Quando há a separação dos íons, as moléculas de água envolvem os cátions e os ânions (solvatação).



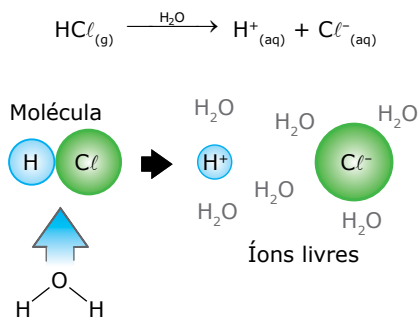
No estado líquido, os compostos iônicos também se encontram dissociados, uma vez que o aquecimento afasta os íons, rompendo o retículo cristalino.

Ionização

É o processo que ocorre com compostos moleculares em que há a quebra de ligações polares com a formação de íons.

Ionização ⇒ quebra de ligações com a formação de íons

Exemplo:



A ionização também pode ser denominada dissociação, termo frequentemente empregado em questões de vestibulares. O raciocínio utilizado para essa denominação é o de que, antes do processo de ionização, átomos ou grupos de átomos estavam ligados (associados) e, durante o processo de dissociação, houve a ruptura de ligações, originando íons. Sendo assim, esses átomos ou grupo de átomos não estão mais associados, tendo havido, portanto, uma dissociação.

Grau de ionização ou dissociação (α)

Para medir a extensão de uma ionização ou dissociação, utiliza-se o cálculo do percentual de estruturas que ionizam ou dissociam, α:

$$\alpha = \frac{\text{n. de estruturas ionizadas ou dissociadas}}{\text{n. de estruturas dissolvidas}}$$

Podemos calcular o valor percentual de α:

$$\alpha\% = \alpha \cdot 100$$

Os valores do grau de ionização ou dissociação variam:

	Valor mínimo	Valor máximo
Numérico	0	1
Percentual	0%	100%

De acordo com o valor de α , podemos classificar os eletrólitos em:

Fortes: $\alpha\% > 50\%$

Moderados: $5\% < \alpha\% < 50\%$

Fracos: $\alpha\% < 5\%$

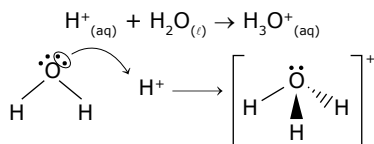
O critério utilizado para classificar um eletrólito, quanto à sua força, é a condutividade elétrica de sua solução aquosa. Eletrólitos fortes apresentam soluções aquosas com grande quantidade de íons dissolvidos, portanto, apresentam alta condutividade elétrica.

ÁCIDOS

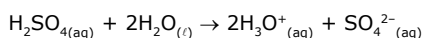
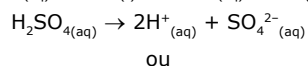
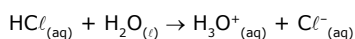
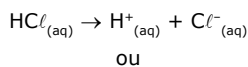
A Teoria de Arrhenius para as funções inorgânicas se baseia nos processos de ionização ou dissociação dos compostos em meio aquoso.

Segundo Arrhenius, ácidos são todos os compostos que, dissolvidos em água, sofrem ionização, liberando, como único cátion, o íon H^+ . Os ácidos são compostos exclusivamente moleculares.

Em meio aquoso, o íon H^+ é capturado pela água, dando origem ao íon hidrônio ou hidroxônio.

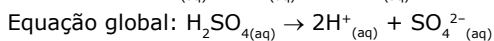
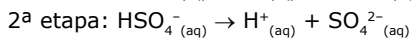
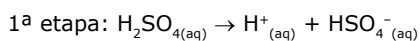


Exemplos:



OBSERVAÇÃO

Os ácidos com mais de um hidrogênio ionizável¹ liberam o H^+ em etapas sucessivas.



CLASSIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS

Quanto à existência de oxigênio

- Hidrácidos ou desoxiácidos (não possuem oxigênio): HCl , HCN .
- Oxiácidos (possuem oxigênio): H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 .

Quanto ao número de hidrogênios ionizáveis

- Monoácidos (1 H^+): HCl , HNO_3 , HCN
- Diácidos (2 H^+): H_2SO_4 , H_2CO_3 , H_2S
- Triácidos (3 H^+): H_3PO_4 , H_3BO_3
- Tetrácidos (4 H^+): $H_4P_2O_7$, H_4SiO_4

OBSERVAÇÃO

Não são comuns ácidos com mais de 4 H^+ .

Quanto à força (de acordo com o grau de ionização)

Para os hidrácidos:

Fortes: $HCl < HBr < HI$

Médio: HF

Fracos: os demais

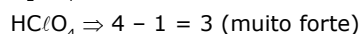
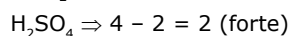
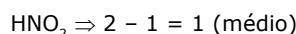
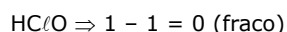
Para comparar a força entre os hidrácidos de uma série, formados por elementos de uma mesma família, é necessário levar em consideração o raio atômico desses elementos. No caso da série HF , HCl , HBr e HI , os átomos de flúor, cloro, bromo e iodo apresentam raios atômicos diferentes. A ligação $H-I$ é mais fraca que a ligação $H-F$, apesar de ser menos polar, devido ao fato de o raio atômico do iodo ser maior do que o raio atômico do flúor. Quanto maior for o comprimento de uma ligação, mais facilmente esta será rompida, tornando o composto um eletrólito forte. Comparando-se os elementos de uma mesma família, o raio atômico aumenta com o aumento do número atômico, facilitando a ionização do ácido. Assim, a ordem crescente de força dos hidrácidos é $HF < HCl < HBr < HI$.

Para os oxiácidos:

Podemos determinar a força de um oxiácido a partir da seguinte regra prática:

n. oxigênios - n. H^+ ionizáveis	Classificação
= 0	Fraco
= 1	Médio
= 2	Forte
= 3	Muito forte

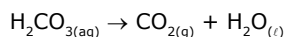
Exemplos:



¹ Hidrogênio ionizável é todo átomo de hidrogênio que pode ser liberado na forma de íon H^+ quando o composto é dissolvido em água.

OBSERVAÇÃO

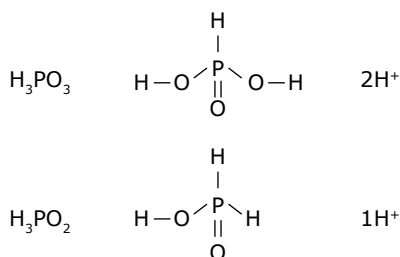
Essa regra não é válida para o H_2CO_3 , que é fraco. O ácido carbônico sofre decomposição, diminuindo a quantidade de moléculas que podem realizar ionização:

**Cuidado!**

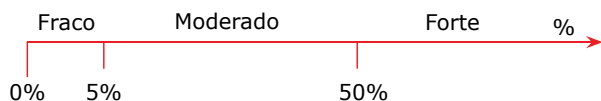
$\text{H}_3\text{PO}_3 \Rightarrow$ apesar de possuir 3 hidrogênios, somente 2 são ionizáveis (diácido $\Rightarrow 2 \text{H}^+$).

$\text{H}_3\text{PO}_2 \Rightarrow$ possui somente 1 hidrogênio ionizável (monoácido $\Rightarrow 1 \text{H}^+$).

Somente os hidrogênios ligados a oxigênios nos oxiácidos são ionizáveis devido à grande diferença de eletronegatividade entre os dois, o que facilita a quebra da ligação e a liberação do hidrogênio na forma iônica.



Ácido	Grau de ionização (%)	Classificação
HI	95%	Fortes
HBr	93,5%	
HCl	92,5%	
HNO_3	92%	
H_2SO_4	61%	
H_2SO_3	30%	Moderados
H_3PO_4	27%	
HF	8,5%	
H_2S	0,08%	Fracos
H_3BO_3	0,07%	
HCN	0,008%	



Para comparar a força entre oxiácidos de uma série, formados por elementos de uma mesma família e com mesmo número de oxigênios, é necessário levar em consideração a eletronegatividade desses elementos. No caso da série HClO, HBrO e HIO, o número de oxidação do halogênio é igual a +1 e a diferença entre o número de oxigênios e hidrogênios é zero em todos os compostos.

No entanto, os átomos de cloro, bromo e iodo apresentam eletronegatividades diferentes, característica que vamos usar para comparar a força dos ácidos. Nesses compostos, o hidrogênio se encontra ligado ao oxigênio, que está ligado ao halogênio. A ligação OH será mais polarizada, portanto, o ácido será mais forte quanto mais eletronegativo for o halogênio. Comparando-se os elementos de uma mesma família, a eletronegatividade diminui com o aumento do número atômico. Assim, a ordem crescente de força dos ácidos é $\text{HIO} < \text{HBrO} < \text{HClO}$.

Para comparar a força entre oxiácidos de uma série, formados pelo mesmo elemento químico e com diferentes números de oxigênios, é necessário levar em consideração a polarização da ligação OH, gerada pelos grupos ligados à hidroxila. No caso da série HClO, HClO₂, HClO₃ e HClO₄, as hidroxilas estão ligadas, respectivamente, aos seguintes grupamentos: Cl, ClO, ClO₂ e ClO₃. Como o grupamento ClO₃ apresenta mais átomos eletronegativos, ele deslocará a densidade eletrônica da ligação OH na direção do átomo de oxigênio, pois parte da densidade eletrônica desse elemento é deslocada na direção do cloro. A ligação OH será mais polarizada, por isso, o ácido HClO₄ será o mais forte. Portanto, quanto mais eletronegativo for o átomo ligado à hidroxila e quanto maior for o número de átomos de oxigênios ligados ao elemento central, maior será a força do ácido. Assim, a ordem crescente de força dos ácidos é $\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$.

Na ionização dos ácidos, ocorre a formação de um equilíbrio químico. No caso de um eletrólito forte, a maioria das partículas, na maior parte do tempo, se encontra na forma de íons. Já no caso de um eletrólito fraco, a maioria das partículas, na maior parte do tempo, se encontra na forma de moléculas.

**Força dos ácidos**

Nesse vídeo, você será capaz de compreender como um ácido se comporta ao interagir com a água, liberando íons H^+ . Boa atividade!

**Quanto à volatilidade**

- Ácidos fixos (são sólidos ou líquidos pouco voláteis): H_3PO_4 , H_3BO_3 e o mais fixo de todos, H_2SO_4 .
- Ácidos voláteis (são gases ou líquidos voláteis): HCl, H_2S , HCN (gases) e HNO_3 (líquido).

A volatilidade de um ácido no estado líquido será menor quanto mais intensas forem as suas interações intermoleculares. Quanto maior for a polaridade das moléculas do ácido, mais fortes serão essas interações e menos volátil será o ácido. Como o ácido cujas interações intermoleculares são mais intensas é o ácido sulfúrico, este também é o ácido menos volátil.

NOMENCLATURA DOS ÁCIDOS

Hidrácidos

Retira-se a terminação **-eto** do ânion de origem e acrescenta-se a terminação **-ídrico**, precedida pela palavra ácido.

Ácido _____ **ídrico**
Nome do ânion - **eto**

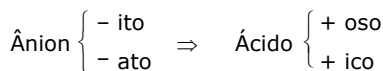
Ânion	Ácido
$Cl^- \Rightarrow$ cloreto	$HCl \Rightarrow$ ácido clorídrico
$F^- \Rightarrow$ fluoreto	$HF \Rightarrow$ ácido fluorídrico
$Br^- \Rightarrow$ brometo	$HBr \Rightarrow$ ácido bromídrico
$I^- \Rightarrow$ iodeto	$HI \Rightarrow$ ácido iodídrico
$CN^- \Rightarrow$ cianeto	$HCN \Rightarrow$ ácido cianídrico
$S^{2-} \Rightarrow$ sulfeto	$H_2S \Rightarrow$ ácido sulfídrico

OBSERVAÇÃO

HCl também pode ser chamado de cloreto de hidrogênio, quando puro no estado gasoso.

Oxiácidos

Retiram-se a terminações **-ito** e **-ato** do ânion de origem e se acrescentam a terminações **-oso** e **-ico**, respectivamente, precedidas pela palavra ácido.



- Quando o elemento forma um único oxiácido:

Ácido _____ **ico**
Nome do ânion - **ato**

Ânion	Ácido
$CO_3^{2-} \Rightarrow$ carbonato	$H_2CO_3 \Rightarrow$ ácido carbônico
$BO_3^{3-} \Rightarrow$ borato	$H_3BO_3 \Rightarrow$ ácido bórico

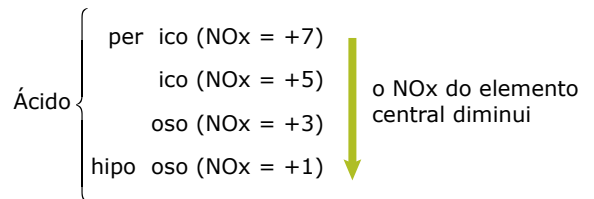
- Quando o elemento forma dois oxiácidos:

Ácido _____ **ico** \Rightarrow maior NOx
Nome do ânion - **ato**
_____ **oso** \Rightarrow menor NOx
Nome do ânion - **ito**

Ânion	Ácido
$NO_2^- \Rightarrow$ nitrito	$HNO_2 \Rightarrow$ ácido nitroso (NOx = +3)
$NO_3^- \Rightarrow$ nitrato	$HNO_3 \Rightarrow$ ácido nítrico (NOx = +5)

- Quando o elemento forma três ou quatro oxiácidos:

Ácido _____ **ico**
Nome do ânion - **ato** **ico**
Nome do ânion - **ato** **oso**
Nome do ânion - **ito** **oso**
Nome do ânion - **ito** **ico**



Ânion	Ácido
$BrO_4^- \Rightarrow$ perbromato	$HBrO_4 \Rightarrow$ ácido perbrômico (NOx = +7)
$BrO_3^- \Rightarrow$ bromato	$HBrO_3 \Rightarrow$ ácido brômico (NOx = +5)
$BrO_2^- \Rightarrow$ bromito	$HBrO_2 \Rightarrow$ ácido bromoso (NOx = +3)
$BrO^- \Rightarrow$ hipobromito	$HBrO \Rightarrow$ ácido hipobromoso (NOx = +1)

- Quanto à diferença do grau de hidratação:

Alguns oxiácidos se diferem pela quantidade de água que estaria envolvida na sua formação. Esses oxiácidos recebem os prefixos **orto-**, **piro-** e **meta-**, respectivamente, indicando a quantidade de água decrescente.

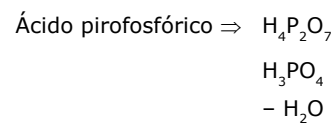
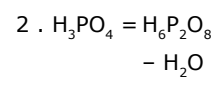
Exemplo:

O P_2O_5 pode dar origem a 3 oxiácidos do fósforo.

$P_2O_5 + 1H_2O \rightarrow 2HPO_3$	Ácido meta fosfórico (menos hidratado)
$P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$	Ácido piro fosfórico
$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$	Ácido orto fosfórico (mais hidratado)

Note que, em todos eles, o NOx do fósforo é +5.

Ainda podemos obter os ácidos meta e pirofosfórico a partir do ortofosfórico.



PRINCIPAIS ÁCIDOS DO COTIDIANO



Ácido fosfórico (H₃PO₄)

- É utilizado como acidulante em produtos alimentícios.
- É utilizado como matéria-prima para a fabricação de fertilizantes.

Ácido clorídrico (HCl)

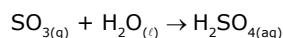
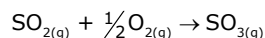
- O ácido impuro é vendido no comércio com o nome ácido muriático.
- É encontrado no suco gástrico do estômago.
- É um reagente muito usado na indústria e em laboratório.
- É usado na limpeza de edifícios, após a sua caiação (pintura a cal), para remover os respingos de cal.
- É usado na limpeza de superfícies metálicas antes da soldagem dos respectivos metais.

Ácido sulfúrico (H₂SO₄)

- É o ácido mais importante na indústria e em laboratório. O poder econômico de um país pode ser avaliado pela quantidade de ácido sulfúrico que ele fabrica e consome.
- O maior consumo de ácido sulfúrico é na fabricação de fertilizantes, tais como os superfosfatos e o sulfato de amônio.
- É o ácido dos acumuladores de chumbo (baterias) usados nos automóveis.
- É consumido em enormes quantidades, em inúmeros processos industriais, tais como processos de indústria petroquímica, fabricação de papel, corantes, etc.
- O ácido sulfúrico concentrado é um dos desidratantes mais enérgicos. Assim, ele carboniza os hidratos de carbono, como os açúcares, o amido e a celulose; a carbonização se deve à desidratação desses materiais.

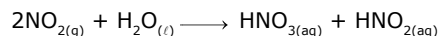
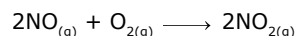
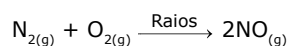


- O ácido sulfúrico “destrói” o papel, o tecido de algodão, a madeira, o açúcar e outros materiais devido à sua enérgica ação desidratante.
- O ácido sulfúrico concentrado tem ação corrosiva sobre os tecidos dos organismos vivos também devido à sua ação desidratante. Produz sérias queimaduras na pele, por isso é necessário extremo cuidado ao manuseá-lo.
- É um dos componentes da chuva ácida em ambientes poluídos, formado pela reação entre óxidos de enxofre e H₂O_(l) na atmosfera.



Ácido nítrico (HNO₃)

- Depois do ácido sulfúrico, é o ácido mais fabricado e mais consumido na indústria.
- Seu maior consumo é na fabricação de explosivos, tais como:
 - A. Nitroglicerina (dinamite)
 - B. Trinitrotolueno (TNT)
 - C. Trinitrocelulose (algodão-pólvora)
 - D. Ácido pícrico e picrato de amônio
- É usado na fabricação do salitre, que, por sua vez, é usado como fertilizante na agricultura e na fabricação da pólvora negra (salitre + carvão + enxofre). Salitre: NaNO₃ e KNO₃.
- É encontrado na água da chuva, quando esta é acompanhada de raios, ou em ambientes poluídos. É formado pela reação entre óxidos de nitrogênio e água da atmosfera (chuva ácida).



- O ácido nítrico concentrado é um líquido muito volátil e muito corrosivo, possuindo vapores muito tóxicos. Assim como ocorre com o ácido sulfúrico, é necessário muito cuidado ao manuseá-lo.

Ácido fluorídrico (HF)

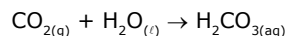
- Tem a característica de corroer o vidro e, por isso, não pode ser guardado em frascos desse material. Geralmente, usam-se frascos de polietileno.
- É usado para gravação em vidro.

Ácido cianídrico (HCN)

- É extremamente tóxico.
- O HCN gasoso é o gás das câmaras de gás, usado na execução da pena de morte.

Ácido carbônico (H₂CO₃)

- Está presente nas águas minerais gaseificadas e nos refrigerantes.



- É o ácido da chuva ácida em ambientes não poluídos e na ausência de raios e relâmpagos.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UNIFESP) Para distinguir uma solução aquosa de HF (ácido fraco) de outra de HCl (ácido forte), de mesma concentração, foram efetuados os seguintes procedimentos independentes com cada uma das soluções:

- I. Determinação da temperatura de congelamento do solvente.
- II. Medida de pH.
- III. Teste com uma tira de papel tornassol azul.
- IV. Medida de condutibilidade elétrica das soluções.

Os procedimentos que permitem distinguir entre essas soluções são

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

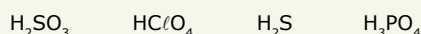
02. (UESPI) Podemos classificar os ácidos quanto ao número de hidrogênios ionizáveis, quanto ao número de elementos constituintes e quanto à presença de oxigênio na molécula. Nesse sentido, qual dos ácidos listados a seguir pode ser considerado um diácido, ternário e oxiácido ao mesmo tempo?

- A) H_3PO_4
- B) H_2SO_4
- C) HNO_3
- D) H_2S
- E) $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$

03. (Fatec-SP) Dos ácidos a seguir, o mais fraco é:

- A) HI
- B) HCl
- C) HClO_4
- D) HClO_3
- E) H_3BO_3

04. (UNA-MG) O nome dos ácidos apresentados a seguir são, respectivamente,



- A) sulfuroso, perclórico, sulfídrico e fosfórico.
- B) sulfídrico, clórico, sulfúrico e fosforoso.
- C) sulfúrico, clorídrico, sulfuroso e ortofosfórico.
- D) sulfuroso, clórico, sulfídrico e metafosforoso.

05. (UERJ-2016) O suco gástrico contém um ácido, produzido pelas células da parede do estômago, que desempenha papel fundamental para a eficiência do processo digestório no ser humano.

O ânion do ácido produzido no estômago corresponde ao elemento químico pertencente ao grupo 17 e ao terceiro período da tabela de classificação periódica.

Esse ácido é denominado

- A) nítrico.
- B) sulfúrico.
- C) clorídrico.
- D) fluorídrico.

06. (UNIFEI-MG) A Química está presente em eventos simples do cotidiano. Considere as seguintes afirmações:

- I. O dióxido de carbono atmosférico se dissolve em água e forma um ácido.
- II. Existe um ácido em nosso estômago para realizar a digestão.
- III. O vinagre, muito utilizado para temperar saladas, possui uma pequena concentração de ácido.

Os ácidos mencionados no texto são, respectivamente,


- A) ácido carbônico, ácido clorídrico e CH_3COOH .
- B) H_2CO_3 , HNO_3 e HCOOH .
- C) H_2CO_3 , HCl e HCOOH .
- D) ácido carbônico, ácido nítrico e CH_3COOH .

07. (Mackenzie-SP) O gambá, ao sentir-se acuado, libera uma mistura de substâncias de odor desagradável, entre elas o gás sulfídrico. Sobre esse gás, é incorreto afirmar que

Dados:

Número atômico: H = 1; S = 16.

Massa molar ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): H = 1; S = 32.

- A) possui fórmula molecular HS.
- B)  é sua fórmula estrutural.
- C) em água, produz uma solução ácida.
- D) apresenta cheiro de ovo podre.
- E) tem massa molar igual a $34 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

08. (PUC Minas) O dióxido de carbono presente na atmosfera se dissolve na água de chuva, originando ácido carbônico. O equilíbrio que representa corretamente esse fenômeno é

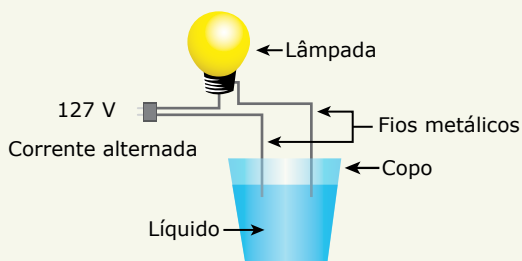
- A) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.
- B) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{l})}$.
- C) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{l})}$.
- D) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UEM-PR-2016) Assinale o que for correto.
- 01. Segundo Arrhenius, uma substância molecular dissolvida em água não pode conduzir corrente elétrica.
 - 02. Substâncias ácidas geralmente possuem sabor adstringente (amarram a boca) enquanto que as bases possuem sabor azedo.
 - 04. O ácido fosforoso tem a fórmula H_3PO_3 .
 - 08. O ácido ortocrômico tem a fórmula $H_2Cr_2O_7$.
 - 16. O ácido fluorídrico tem a propriedade de corroer o vidro.
- Soma ()

- 02.** (CMMG) A força de um ácido e de uma base pode ser medida por meio da capacidade de condução da substância. Qual seria o ácido mais indicado para adicionar ao copo, com a finalidade de conduzir melhor a corrente elétrica e verificar o brilho mais intenso na lâmpada?



- A) HCl
- B) HCN
- C) H_2SO_4
- D) $NaHSO_4$

- 03.** (FUVEST-SP) Observa-se que uma solução aquosa saturada de HCl libera uma substância gasosa. Uma estudante de Química procurou representar, por meio de uma figura, os tipos de partículas que predominam nas fases aquosa e gasosa desse sistema – sem representar as partículas de água. A figura com a representação mais adequada seria

A) Fase gasosa
Fase aquosa

D) Fase gasosa
Fase aquosa

B) Fase gasosa
Fase aquosa

E) Fase gasosa
Fase aquosa

C) Fase gasosa
Fase aquosa

- 04.** (IFSul-2016) Sobre o ácido fosfórico, é correto afirmar que é um
- A) oxiácido, forte, diácido.
 - B) hidrácido, fraco, diácido.
 - C) oxiácido, semiforte, triácido.
 - D) hidrácido, semiforte, monoácido.

- 05.** (UFC-CE) Os ácidos H_2SO_4 , H_3PO_4 e $HClO_4$ são de grande importância na indústria (por exemplo, na produção de fertilizantes). Assinale a alternativa que apresenta corretamente a ordem crescente de acidez destas espécies.
- A) H_3PO_4 , H_2SO_4 , $HClO_4$.
 - B) H_2SO_4 , H_3PO_4 , $HClO_4$.
 - C) $HClO_4$, H_2SO_4 , H_3PO_4 .
 - D) $HClO_4$, H_3PO_4 , H_2SO_4 .
 - E) H_3PO_4 , $HClO_4$, H_2SO_4 .

- 06.** (ACAFE-SC) Os nomes dos ácidos oxigenados a seguir são, respectivamente,
- HNO_2 $HClO_3$ H_2SO_4 H_2SO_3 H_3PO_4
- A) nitroso, clórico, sulfúrico, sulfuroso e fosfórico.
 - B) nítrico, clorídrico, sulfuroso, sulfúrico e fosfórico.
 - C) nítrico, hipocloroso, sulfúrico, sulfuroso e fosforoso.
 - D) nitroso, perclórico, sulfuroso, sulfúrico e fosfórico.
 - E) nítrico, cloroso, sulfuroso, sulfúrico e hipofosforoso.

- 07.** (UFAC) Os ácidos são substâncias químicas presentes no nosso dia a dia. Por exemplo, o **ácido sulfúrico** é muito utilizado na indústria petroquímica, na fabricação de papel, corantes, em baterias automotivas, entre outras diversas aplicações. Alguns sais derivados do **ácido fosfórico** são aplicados como fertilizantes na agricultura. Já o ácido muriático, poderoso agente de limpeza, nada mais é do que uma solução de **ácido clorídrico**. O **ácido fluorídrico**, um pouco menos conhecido, tem grande poder de atacar vidro e, por essa propriedade, é usado para gravação na parte inferior dos vidros de automóveis. Outro exemplo é a água boricada, que é uma solução aquosa de **ácido bórico**, normalmente usada como agente para assepsia. Enfim, é uma tarefa muito grande relacionar a importância e as aplicações dessas valiosas substâncias que não somente os químicos possuem acesso.

De acordo com o texto, a sequência de fórmulas moleculares dos ácidos destacados, considerando a ordem de leitura, é

- A) H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl , HF e H_3BO_3 .
- B) H_2SO_3 , H_3PO_3 , H_2Cl , H_2F e H_3BO_3 .
- C) H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl , H_2F e H_3BO_3 .
- D) H_2SO_4 , H_3PO_4 , HCl , HF e H_3BO_3 .
- E) H_2SO_4 , H_3PO_3 , HCl , H_2F e H_3BO_3 .

08. (UPE–2016) Na série *Prison Break* (FOX), Michael Scofield utiliza um composto chamado Kesslivol para corroer o aço e destruir a cerca de proteção da prisão SONA, no Panamá. Na verdade, o Kesslivol não existe, mas o aço pode ser corroído pela ação de um ácido forte e oxidante.

Qual dos ácidos a seguir Scofield poderia usar para fugir da prisão?

- A) H_3BO_3
- B) HCl
- C) HCN
- D) HNO_3
- E) CH_3COOH

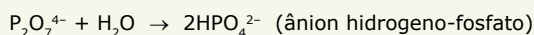
09. (Unesp) Sobre os compostos HCl , H_2SO_4 , H_3BO_3 e H_2CO_3 são feitas as afirmações:

- I. Todos sofrem ionização quando em meio aquoso, originando íons livres.
- II. Segundo Arrhenius, todos são ácidos porque, quando em meio aquoso, originam como cátions íons H^+ .
- III. Todos são compostos moleculares.
- IV. De acordo com o grau de ionização, HCl e H_2SO_4 são ácidos fortes.
- V. Os compostos H_3BO_3 e H_2CO_3 formam soluções aquosas com alta condutividade elétrica.

Estão corretas as afirmativas

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

10. (UFSM-RS) No organismo, o fósforo é obtido pela reação de hidrólise de ânions maiores, formando o ânion fosfato, como ocorre na reação:



Se o ânion hidrogeno-fosfato receber mais dois hidrogênios,

- I. forma um triácido.
- II. o ácido formado se classifica como um hidrácido.
- III. o nome do ácido formado é ácido fosforoso.

Está(ão) correta(s)

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

11. (UECE) O ácido fluorídrico, descoberto no século XVIII, é usado na produção de gases refrigerantes, agrotóxicos, detergentes, na purificação de minérios, na indústria petroquímica e no enriquecimento do urânio para fins de geração de energia nuclear. É letal quando ingerido e sua inalação causa broncoespasmos, obstrução das vias respiratórias e queimaduras. Sobre o ácido fluorídrico, assinale a única afirmação verdadeira.

- A) O ácido fluorídrico é um ácido forte devido à grande diferença de eletronegatividades entre o flúor e o hidrogênio.
- B) Por atacar derivados da sílica, o ácido fluorídrico não pode ser armazenado em recipientes de vidro.
- C) As ligações intermoleculares, relativamente fortes, do ácido fluorídrico explicam por que ele é considerado um ácido forte.
- D) Mesmo sendo um composto molecular, em presença da água, o ácido fluorídrico sofre um processo de dissociação iônica.

12. (UFSM) Associe a 2ª coluna à 1ª, considerando os ácidos.

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1 - $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ | a - fosfórico |
| 2 - H_3PO_3 | b - fosforoso |
| 3 - H_3PO_4 | c - nitroso |
| 4 - HClO_2 | d - nítrico |
| 5 - HClO_3 | e - hipofosforoso |
| 6 - HClO_4 | f - pirofosfórico |
| 7 - H_2SO_3 | g - sulfuroso |
| 8 - HNO_2 | h - cloroso |
| | i - perclórico |
| | j - clórico |
| | l - sulfúrico |

A sequência das combinações corretas é:

- A) 1e - 2f - 3a - 4h - 5b - 6j - 7g - 8d
- B) 1f - 2e - 3b - 4j - 5h - 6i - 7l - 8c
- C) 1b - 2e - 3f - 4i - 5j - 6h - 7g - 8d
- D) 1e - 2b - 3f - 4j - 5i - 6h - 7l - 8d
- E) 1f - 2b - 3a - 4h - 5j - 6i - 7g - 8c

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem–2016) Nos anos 1990, verificou-se que o Rio Potomac situado no estado norte-americano de Maryland, tinha, em parte de seu curso, águas extremamente ácidas por receber um efluente de uma mina de carvão desativada, o qual continha ácido sulfúrico (H_2SO_4). Essa água, embora límpida, era desprovida de vida. Alguns quilômetros adiante, instalou-se uma fábrica de papel e celulose que emprega hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) em seus processos. Em pouco tempo, observou-se que, a partir do ponto em que a fábrica lança seus rejeitos no rio, a vida aquática voltou a florescer.

HARRIS D. C. *Análise química quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012 (Adaptação).

A explicação para o retorno da vida aquática nesse rio é a

- A) diluição das águas do rio pelo novo efluente lançado nele.
 B) precipitação do íon sulfato na presença do efluente da nova fábrica.
 C) biodegradação do ácido sulfúrico em contato com o novo efluente descartado.
 D) diminuição da acidez das águas do rio pelo efluente da fábrica de papel e celulose.
 E) volatilização do ácido sulfúrico após contato com o novo efluente introduzido no rio.

- 02.** (Enem) As misturas efervescentes, em pó ou em comprimidos, são comuns para a administração de vitamina C ou de medicamentos para azia. Essa forma farmacêutica sólida foi desenvolvida para facilitar o transporte, aumentar a estabilidade de substâncias e, quando em solução, acelerar a absorção do fármaco pelo organismo.

A matérias-primas que atuam na efervescência são, em geral, o ácido tartárico ou o ácido cítrico, que reagem com um sal de caráter básico, como o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), quando em contato com a água. A partir do contato da mistura efervescente com a água, ocorre uma série de reações químicas simultâneas: liberação de íons, formação de ácido e liberação do gás carbônico – gerando a efervescência.

As equações a seguir representam as etapas da reação da mistura efervescente na água, em que foram omitidos os estados de agregação dos reagentes, e H_3A representa o ácido cítrico.

- I. $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$
 II. $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 III. $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
 IV. $\text{H}_3\text{A} \rightleftharpoons 3\text{H}^+ + \text{A}^-$

A ionização, a dissociação iônica, a formação do ácido e a liberação do gás ocorrem, respectivamente, nas seguintes etapas

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

- 03.** (Enem) Os gases liberados pelo esterco e por alimentos em decomposição podem conter sulfeto de hidrogênio (H_2S), gás com cheiro de ovo podre, que é tóxico para muitos seres vivos. Com base em tal fato, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. Gases tóxicos podem ser produzidos em processos naturais;
 II. Deve-se evitar o uso de esterco como adubo porque polui o ar das zonas rurais;
 III. Esterco e alimentos em decomposição podem fazer parte no ciclo natural do enxofre (S).

Está correto apenas o que se afirma em

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

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. A 05. C
 02. B 06. A
 03. E 07. A
 04. A 08. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. Soma = 20 07. D
 02. A 08. D
 03. C 09. E
 04. C 10. A
 05. A 11. B
 06. A 12. E

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. D
 02. E
 03. D



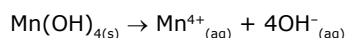
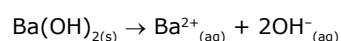
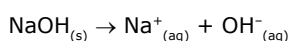
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Bases de Arrhenius

Segundo Arrhenius, bases ou hidróxidos são todos os compostos que, por dissociação, em solução aquosa, originam como único ânion o OH^- , hidroxila ou oxidrila.

A maioria das bases é metálica. A base não metálica mais importante é o NH_4OH .

Vejamos, a seguir, as equações de dissociação de algumas bases:



No processo de dissociação das bases, todas as hidroxilas são liberadas. As polibases se dissociam por etapas, liberando uma hidroxila por vez.

CLASSIFICAÇÃO DAS BASES

Quanto ao número de hidroxilas

- Monobase (possuem 1 OH^-): NaOH , KOH , NH_4OH .
- Dibase (possuem 2 OH^-): $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$.
- Tribase (possuem 3 OH^-): $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
- Tetrabase (possuem 4 OH^-): $\text{Sn}(\text{OH})_4$, $\text{Mn}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$.

OBSERVAÇÃO

Não são comuns bases que possuem mais de 4 OH^- .

Quanto à solubilidade em água

- Solúveis: Hidróxidos da família IA (1) (NaOH , KOH , etc.) e NH_4OH .
- Parcialmente solúveis: Hidróxidos da família IIA (2) ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, etc.).
- Praticamente insolúveis: Todos os demais hidróxidos (CuOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, etc.).

Quanto ao grau de dissociação (α)

- Bases fortes: Possuem $\alpha > 50\%$. São os hidróxidos das famílias IA (1) e IIA (2), que constituem bases de natureza iônica. Uma exceção importante é o $\text{Mg}(\text{OH})_2$, uma base fraca utilizada contra acidez estomacal.
- Bases fracas: Possuem $\alpha < 5\%$. São todos os demais hidróxidos, que são bases de natureza molecular ou de baixa solubilidade.

A força de uma base está intimamente relacionada à sua solubilidade. Quanto maior a sua solubilidade, maior será o número de íons hidroxila e de cátions que se desprenderão da rede iônica e, conseqüentemente, maior será a condutividade elétrica da solução. A amônia, por exemplo, é um eletrólito fraco, pois, em solução aquosa, a maioria das partículas de amônia se encontra na forma de moléculas na maior parte do tempo.



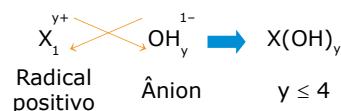
Força das bases



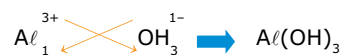
Nesse vídeo, você será capaz de observar como as bases interagem com a água, liberando cátions e ânions. Boa atividade!

FORMULAÇÃO DAS BASES

Uma base é sempre formada por uma espécie positiva e pelo ânion hidroxila, OH^- . A carga do radical positivo deverá determinar a quantidade de hidroxilas de uma base para que as cargas sejam neutralizadas.



Exemplo:



NOMENCLATURA DAS BASES

Escreve-se a palavra hidróxido seguida da preposição “de” e do nome do cátion ligado à hidroxila.

Hidróxido de _____
nome do cátion ligado à hidroxila

Exemplos:

NaOH: Hidróxido de sódio

Ca(OH)₂: Hidróxido de cálcio

NH₄OH: Hidróxido de amônio

Al(OH)₃: Hidróxido de alumínio

Porém, quando o cátion possui mais de um NO_x, devemos escrever, após o nome do elemento e em algarismo romano, o seu NO_x.

Exemplos:

Fe(OH)₂ ⇒ Fe²⁺: Hidróxido de ferro (II)

Fe(OH)₃ ⇒ Fe³⁺: Hidróxido de ferro (III)

Uma outra nomenclatura dá ao elemento com maior NO_x o sufixo **-ico**, e com menor NO_x o sufixo **-oso**.

Exemplos:

Fe(OH)₂: Hidróxido **ferroso**

Fe(OH)₃: Hidróxido **férrico**

CuOH ⇒ Cu⁺: Hidróxido de cobre (I) ou **cuproso**

Cu(OH)₂ ⇒ Cu²⁺: Hidróxido de cobre (II) ou **cúprico**

CARACTERÍSTICAS DAS BASES

Sabor

As bases apresentam sabor cáustico ou adstringente. Esse tipo de sabor é popularmente conhecido como sabor que “amarra a boca”, como o da banana e o do caqui quando não estão maduros.

Condutividade elétrica

As bases solúveis são eletrólitos fortes e conduzem corrente elétrica em solução aquosa e no estado fundido. Contudo, as bases insolúveis conduzem corrente elétrica apenas no estado fundido.

Ação recíproca com os ácidos

As bases apresentam ação recíproca com os ácidos, ou seja, na junção de um ácido com uma base, um irá “anular” a ação química do outro; a esse processo denominamos neutralização ácido-base.

Os processos de neutralização ácido-base também podem ser denominados processos de salificação, pois um dos produtos dessa reação é um sal.

Interação com indicadores

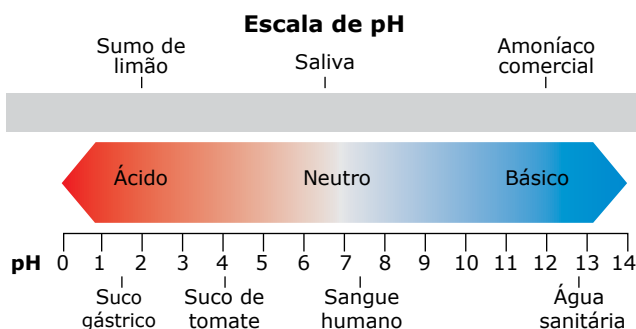
Os ácidos e bases ainda têm a propriedade de mudar a cor de determinadas substâncias chamadas de indicadores ácido-base. Veja os três indicadores ácido-base mais importantes e suas respectivas colorações no meio ácido e básico.

Indicador	Cor em meio ácido	Cor em meio básico
Fenolftaleína	Incolor	Vermelho róseo
Alaranjado de metila	Vermelho	Amarelo
Tornassol	Vermelho	Azul

Valores na escala de pH

A escala de pH é utilizada para determinarmos a acidez, a neutralidade ou a basicidade de uma solução aquosa.

A escala de pH é uma escala logarítmica que, para soluções diluídas, apresenta valores compreendidos entre 0 e 14, a 25 °C.



A 25 °C, uma solução

- é neutra quando a quantidade de íons H₃O⁺_(aq) é igual à quantidade de íons OH⁻_(aq). Nessa situação, o valor de pH é igual a 7;
- é ácida quando a quantidade de íons H₃O⁺_(aq) é maior do que a quantidade de íons OH⁻_(aq). Nessa situação, o valor de pH é menor do que 7. Quanto menor for o pH de uma solução, mais ácida será a solução;
- é básica quando a quantidade de íons H₃O⁺_(aq) é menor do que a quantidade de íons OH⁻_(aq). Nessa situação, o valor de pH é maior do que 7. Quanto maior for o pH de uma solução, mais básica será a solução.

Como a escala de pH é logarítmica de base 10, cada diferença de uma unidade na escala de pH corresponde a uma diferença de concentração de íons H_3O^+ de 10 vezes.

Exemplos:

Uma solução que apresenta pH igual a 2 é 1 000 vezes mais ácida do que uma solução que apresenta pH igual a 5. Como a diferença de pH entre as duas soluções é igual a 3 unidades, a concentração de íons H_3O^+ na solução de pH igual a 2 é 10^3 vezes **maior** do que a concentração de íons H_3O^+ na solução de pH igual a 5.

Uma solução que apresenta pH igual a 12 é 100 vezes mais básica do que uma solução que apresenta pH igual a 10. Como a diferença de pH entre as duas soluções é igual a 2 unidades, a concentração de íons H_3O^+ na solução de pH igual a 12 é 10^2 vezes **menor** do que a concentração de íons H_3O^+ na solução de pH igual a 10.

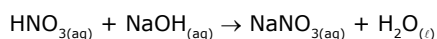
PRINCIPAIS BASES DO COTIDIANO



Hidróxido de sódio ou soda cáustica (NaOH)

- É a base mais importante da indústria e do laboratório.
- É fabricado e consumido em grandes quantidades.
- É usado na fabricação do sabão e da glicerina: (óleos e gorduras) + NaOH → glicerina + sabão
- É usado na fabricação de sais de sódio em geral.

Exemplo: Salitre.



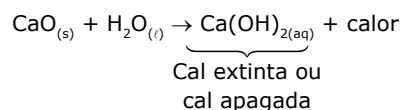
- É usado em inúmeros processos industriais, como processos da indústria petroquímica, fabricação de papel, celulose, corantes, etc.
- É usado na limpeza doméstica. É muito corrosivo e exige muito cuidado ao ser manuseado.
- O NaOH não existe na natureza. É obtido por eletrólise de solução aquosa de sal de cozinha.



Na eletrólise, além do NaOH , obtém-se o H_2 e o Cl_2 , que têm grandes aplicações industriais.

Hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2)

- É a cal hidratada, cal extinta ou cal apagada.
- É obtida pela reação da cal viva ou cal virgem com a água. É o que fazem os pedreiros ao prepararem a argamassa:



O CaO não existe na natureza. É obtido por decomposição térmica (pirólise) do CaCO_3 , que existe em grande quantidade na natureza (mármore, calcita, calcáreo).



- É relativamente pouco solúvel na água. A solução aquosa de Ca(OH)_2 é chamada água de cal, e a suspensão aquosa de Ca(OH)_2 é chamada leite de cal.

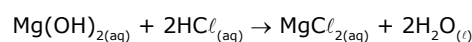
Água de cal ⇒ solução aquosa de Ca(OH)_2

Leite de cal ⇒ suspensão aquosa de Ca(OH)_2

- É consumido em grandes quantidades nas pinturas a cal (caiação) e no preparo da argamassa usada em alvenaria.
- É usado na agricultura para diminuir a acidez do solo.

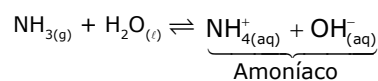
Hidróxido de magnésio (Mg(OH)_2)

- É pouco solúvel na água. A suspensão aquosa de Mg(OH)_2 é o leite de magnésia usado como antiácido estomacal. O Mg(OH)_2 neutraliza o excesso de HCl no suco gástrico.



Amônia (NH_3) e hidróxido de amônio (NH_4OH)

- Hidróxido de amônio é a solução aquosa do gás amônia. Essa solução é também chamada de amoníaco.



- A amônia é um gás incolor de cheiro forte e muito irritante.
- A amônia é fabricada em enormes quantidades na indústria. Suas principais aplicações são:
 1. Fabricação de ácido nítrico.
 2. Fabricação de sais de amônio, muito usados como fertilizantes na agricultura.

Exemplos: NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

3. Fabricação de produtos de limpeza doméstica como AJAX®, FÚRIA®, etc.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** Assinale a alternativa incorreta.
- A) As bases ou hidróxidos são compostos que possuem o grupo funcional OH^- .
- B) As bases possuem sabor adstringente.
- C) Os metais de um modo geral formam hidróxidos moleculares, inclusive os metais das famílias IA (1) e IIA (2).
- D) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ é o hidróxido de cobre (II).
- 02.** Assinale a alternativa incorreta.
- A) Não existem bases com mais de quatro hidroxilas.
- B) Os hidróxidos alcalinoterrosos são parcialmente solúveis em meio aquoso.
- C) As bases sempre efetuam dissociação em meio aquoso.
- D) Segundo Arrhenius, a água pode ser considerada uma base.
- 03.** (UEPG-PR) Com relação às propriedades das bases de Arrhenius, é incorreto afirmar:
- A) O hidróxido de amônio é uma base não metálica, bastante solúvel em água.
- B) Os metais alcalinos formam monobases com alto grau de dissociação.
- C) As bases formadas pelos metais alcalinoterrosos são fracas, visto que são moleculares por natureza.
- D) Os hidróxidos dos metais alcalinoterrosos são pouco solúveis em água.
- E) Uma base é tanto mais forte quanto maior for o seu grau de ionização.
- 04.** (USJT-SP) Sabor adstringente é o que percebemos quando comemos uma banana verde (não madura). Qual substância a seguir teria sabor adstringente?
- A) CH_3COOH C) $\text{Al}(\text{OH})_3$ E) H_3PO_4
 B) NaCl D) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 05.** (Mackenzie-SP) Um aluno foi solicitado a tentar identificar três soluções aquosas, límpidas, transparentes e incolores, A, B e C, contidas em três tubos I, II e III diferentes, usando apenas fenolftaleína (incolor) como indicador. No tubo I, observou-se o aparecimento de coloração vermelha. Nos tubos II e III, não houve alteração alguma. Apenas com esse teste, o aluno somente pode afirmar que a solução no tubo
- A) I é ácida. D) I é básica.
 B) II é básica. E) II é ácida.
 C) III é ácida.
- 06.** (Mackenzie-SP) A base, que na dissociação iônica total produz um número de hidroxilas, por mol, igual ao número de cátions obtidos na ionização total do ácido sulfúrico, é
- A) $\text{Mg}(\text{OH})_2$. C) NH_4OH . E) $\text{Pb}(\text{OH})_4$.
 B) NaOH . D) $\text{Al}(\text{OH})_3$.

- 07.** (FEM-MG) Assinale a alternativa correta que indica uma das substâncias ativas contida no medicamento Aziram, usado para neutralizar a hiperacidez estomacal.
- A) Hidróxido de sódio (soda cáustica)
 B) Ácido clorídrico
 C) Ácido sulfúrico
 D) Hidróxido de alumínio
 E) Ácido cítrico
- 08.** Faça a associação seguinte.
- (A) Produtos de limpeza (AJAX®, FÚRIA®, ...)
 (B) Leite de magnésia.
 (C) Fabricado por eletrólise do sal de cozinha e utilizado para fabricação do sabão.
 (D) Usado em alvenaria (pedreiros) e na pintura de "meios-fios".
 (E) Antiácido estomacal.
- () $\text{Ca}(\text{OH})_2$ () $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 () NH_3 () NaOH
 () $\text{Al}(\text{OH})_3$

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (FEEQ-CE) A formação de hidróxido de alumínio, resultante da reação de um sal desse metal com uma base, pode ser representada por:
- A) $\text{Al}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})$
 B) $\text{Al}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_2$
 C) $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
 D) $\text{Al}^{4+} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_4$
 E) $\text{Al}^{5+} + 5\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_5$
- 02.** (PUC Minas) A dissolução de uma certa substância em água é representada pela equação:
- $$\text{M}(\text{OH})_{3(s)} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{M}^{3+}_{(aq)} + 3\text{OH}^-_{(aq)}$$
- Que pode representar a dissolução de
- A) amônia.
 B) hidróxido de cálcio.
 C) hidróxido de sódio.
 D) hidróxido de alumínio.
 E) brometo de hidrogênio.
- 03.** Entre as bases listadas a seguir, indique qual(uais) é(são) praticamente insolúvel(insolúveis) em água.
- I. KOH A) IV e V
 II. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ B) III e IV
 III. NaOH C) II, III e IV
 IV. $\text{Al}(\text{OH})_3$ D) I, II, IV e V
 V. LiOH E) IV
- 04.** (UFG GO) O $\text{Mg}(\text{OH})_2$ em água (leite de magnésia) é consumido popularmente como laxante e antiácido. De acordo com a equação a seguir, pode-se afirmar que o $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
- $$\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$$

01. é uma substância básica;
 02. em água é pouco solúvel;
 04. em água produz uma solução neutra;
 08. em água produz um (1) cátion e dois (2) ânions;
 16. tem duas (2) cargas positivas e uma (1) negativa;
 32. em água é um processo químico.

- 05.** (PUC RS) A soda cáustica se comporta diante da fenolftaleína da mesma forma que
- o amoníaco.
 - a água da chuva.
 - a urina.
 - os refrigerantes gaseificados.
 - o suco de laranja.

- 06.** (PUC Minas) Urtiga é o nome genérico dado a diversas plantas da família das Urticáceas, cujas folhas são cobertas de pelos finos, os quais liberam ácido fórmico (H_2CO_2) que, em contato com a pele, produz uma irritação.

Dos produtos de uso doméstico a seguir, o que você utilizaria para diminuir essa irritação é:

- Vinagre.
- Sal de cozinha.
- Óleo.
- Coalhada.
- Leite de magnésia.

- 07.** (Fatec-SP) A cor das flores de diversas plantas ocorre devido à presença de substâncias, como as antocianinas, que atuam como indicadores ácido-base. Assim, conforme o pH do solo, a cor das flores pode variar. É o caso das hortênsias, que apresentam cor azul em solos ácidos e rosa em solos alcalinos.

Caso uma pessoa queira cultivar hortênsias de cor rosa, em um jardim cujo solo seja ácido, ela deverá corrigir o pH e, para isso, poderá misturar à terra, em quantidade adequada,

- cal hidratada.
- sal de cozinha.
- vinagre de vinho.
- azeite de oliva.
- etanol hidratado.

- 08.** (UEPG-PR) Assinale o que for correto, no que se refere às informações sobre os compostos H_3PO_4 e NH_4OH .

- Por apresentar apenas dois hidrogênios ionizáveis, o H_3PO_4 é denominado de diácido.
- Em solução aquosa o H_3PO_4 apresenta um grau de ionização de 27%, sendo assim considerado um ácido fraco.
- Os compostos das fórmulas apresentadas correspondem ao ácido fosfórico e à base hidróxido de amônio.
- O composto NH_4OH provém da reação da amônia com a água e por isso só existe em meio aquoso.

Soma ()

- 09.** (Unicamp-SP) Da caverna ao arranha-céu, o homem percorreu um longo caminho. Da aldeia, passou à cidade horizontal, e desta, à verticalização. O crescente domínio dos materiais e, portanto, o conhecimento de processos químicos teve papel fundamental nesse desenvolvimento. Uma descoberta muito antiga e muito significativa foi o uso de $Ca(OH)_2$ para a preparação da argamassa.

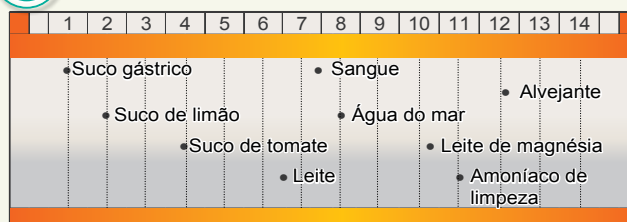
O $Ca(OH)_2$ tem sido muito usado também na pintura de paredes, processo conhecido como caiação, no qual, reagindo com um dos constituintes minoritários do ar, forma carbonato de cálcio de cor branca.

- Dê o nome comum (comercial) ou o nome científico do $Ca(OH)_2$.
- Que faixa de valores de pH pode-se esperar para uma solução aquosa contendo $Ca(OH)_2$ dissolvido, considerando-se o caráter ácido-base dessa substância? Justifique sua resposta.
- Escreva a equação que representa a reação entre o $Ca(OH)_2$ e um dos constituintes minoritários do ar, formando carbonato de cálcio.

- 10.** (Cesgranrio) Entre os antiácidos caseiros, destacam-se o leite de magnésia e o bicarbonato de sódio. Quantas vezes o leite de magnésia (pH = 11) é mais básico do que uma solução de bicarbonato de sódio (pH = 8)?

- 3
- 19
- 88
- 100
- 1 000

- 11.** (UFOP-MG) A figura a seguir apresenta uma escala relativa de pH de diversas misturas e soluções aquosas bastante comuns.



Tomando por base essa escala relativa e considerando a $[H_3O^+]$ como critério de acidez, é correto afirmar que

- o suco gástrico é cerca de três vezes mais ácido que o suco de tomate.
- o suco de limão é cerca de 100 vezes mais ácido que o suco de tomate.
- o sangue é cerca de quatro vezes mais básico que o leite de magnésia.
- o alvejante é cerca de 100 vezes mais básico que o amoníaco de limpeza.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem-2018) A identificação de riscos de produtos perigosos para o transporte rodoviário é obrigatória e realizada por meio da sinalização composta por um painel de segurança, de cor alaranjada, e um rótulo de risco. As informações inseridas no painel de segurança e no rótulo de risco, conforme determina a legislação, permitem que se identifique o produto transportado e os perigos a ele associados.

A sinalização mostrada identifica uma substância que está sendo transportada em um caminhão.

268
1005



Os três Algarismos da parte superior do painel indicam o "Número de risco". O número 268 indica tratar-se de um gás (2), tóxico (6) e corrosivo (8). Os quatro dígitos da parte inferior correspondem ao "Número ONU", que identifica o produto transportado.

BRASIL. Resolução nº 420, de 10/02/2004, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) / Ministério dos Transportes (Adaptação).

ABNT. NBR 7500: identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2004 (Adaptação).

Considerando a identificação apresentada no caminhão, o código 1005 corresponde à substância

- A) eteno (C_2H_4).
- B) nitrogênio (N_2).
- C) amônia (NH_3).
- D) propano (C_3H_8).
- E) dióxido de carbono (CO_2).

- 02.** (Enem-2015) A soda cáustica pode ser usada no desentupimento de encanamentos domésticos e tem, em sua composição, o hidróxido de sódio como principal componente, além de algumas impurezas. A soda normalmente é comercializada na forma sólida, mas que apresenta aspecto "derretido" quando exposta ao ar por certo período.

O fenômeno de "derretimento" decorre da

- A) absorção da umidade presente no ar atmosférico.
- B) fusão do hidróxido pela troca de calor com o ambiente.
- C) reação das impurezas do produto com o oxigênio do ar.
- D) adsorção de gases atmosféricos na superfície do sólido.
- E) reação do hidróxido de sódio com o gás nitrogênio presente no ar.

- 03.** (Enem) Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se $HCl_{(g)}$, cloreto de hidrogênio, entre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente. Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em

- A) água dura.
- B) água de cal.
- C) água salobra.
- D) água destilada.
- E) água desmineralizada.

Instrução: Leia o texto a seguir para responder às questões **04** e **05**.

O suco extraído do repolho roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido (pH entre 0 e 7) ou básico (pH entre 7 e 14) de diferentes soluções.

Misturando-se um pouco de suco de repolho com a solução, a mistura passa a apresentar diferentes cores, segundo sua natureza ácida ou básica, de acordo com a escala a seguir:

Cor:	Vermelho	Rosa	Roxo	Azul	Verde	Amarelo								
pH:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Algumas soluções foram testadas com esse indicador, produzindo os seguintes resultados:

Material	Cor
I. Amoníaco	Verde
II. Leite de magnésia	Azul
III. Vinagre	Vermelho
IV. Leite de vaca	Rosa

- 04.** (Enem) De acordo com esses resultados, as soluções I, II, III e IV têm, respectivamente, caráter
- A) ácido / básico / básico / ácido.
 - B) ácido / básico / ácido / básico.
 - C) básico / ácido / básico / ácido.
 - D) ácido / ácido / básico / básico.
 - E) básico / básico / ácido / ácido.
- 05.** (Enem) Utilizando-se o indicador citado em sucos de abacaxi e de limão, pode-se esperar como resultado as cores
- A) rosa ou amarelo.
 - B) vermelho ou roxo.
 - C) verde ou vermelho.
 - D) rosa ou vermelho.
 - E) roxo ou azul.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C
- 03. C
- 04. C
- 05. D
- 06. A
- 07. D
- 08. D A E B C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. D
- 03. E
- 04. V V F V F F F
- 05. A
- 06. E
- 07. A
- 08. Soma = 12
- 09.
- A) Nome científico: Hidróxido de cálcio.
Nomes comerciais: Cal hidratada, cal extinta e cal apagada.
- B) O $Ca(OH)_2$ é uma base de Arrhenius e, nas condições padrão (25 °C e 1 atm), sua solução aquosa apresenta pH entre 7 e 14.
- C) $Ca(OH)_{2(aq)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$
- 10. E
- 11. B

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. A
- 03. B
- 04. E
- 05. D

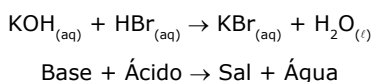


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Sais

Sais são compostos iônicos obtidos pela reação de um ácido com uma base (reação de neutralização ou salificação).

Exemplo:

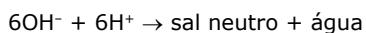
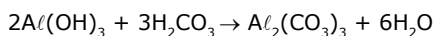
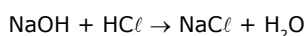


CLASSIFICAÇÃO DOS SAIS

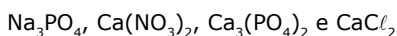
De acordo com o tipo de reação de neutralização, podemos classificar os sais em sais normais ou neutros, sais ácidos ou hidrogenossais e sais básicos ou hidroxissais.

Sais normais ou neutros

São sais obtidos por reações em que a quantidade de H⁺ do ácido neutralizado é igual à quantidade de OH⁻ da base. Não há resíduo de ácido ou base no composto formado.

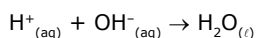


Exemplos:



OBSERVAÇÃO

Quando ácidos e bases reagentes são fortes, a equação fundamental da neutralização baseia-se em



Formulação dos sais neutros

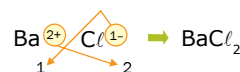
Os sais neutros são formados por cátions e ânions, sendo o cátion proveniente de uma base e o ânion de um ácido.

Na formulação de um sal neutro, temos:



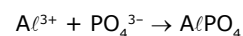
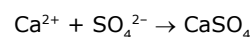
Quando as cargas x e y são diferentes, basta fazermos a sua inversão para obter a fórmula do sal.

Exemplos:



Caso as cargas sejam iguais, elas simplesmente se anulam.

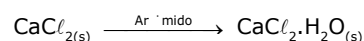
Exemplos:



Entretanto, existem sais normais que, ao se cristalizarem, retêm em seus retículos cristalinos moléculas de água, denominadas água de hidratação ou água de cristalização. Um exemplo desse tipo de fenômeno é o $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, denominado sulfato de cobre pentaidratado, sendo um sal hidratado ou hidrato.

Alguns desses sais chegam a absorver a umidade do meio em que estão envolvidos; são os sais higroscópicos.

Exemplo:



Nomenclatura dos sais neutros

A nomenclatura de cada um dos sais neutros deriva do ácido que lhe deu origem, alterando-se apenas o sufixo:

Nome do ácido ↔ Nome do sal
ídrico ↔ eto
oso ↔ ito
ico ↔ ato

Caso o elemento forme somente um sal, escreve-se o nome do ânion derivado do ácido, alterando-se o sufixo, seguindo-se da preposição "de" mais o nome do cátion.

Exemplos:

$\text{NaCl} \Rightarrow$ cloreto de sódio ($\text{HCl} \Rightarrow$ ácido clorídrico)

$\text{CaSO}_4 \Rightarrow$ sulfato de cálcio ($\text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow$ ácido sulfúrico)

$\text{KNO}_2 \Rightarrow$ nitrito de potássio ($\text{HNO}_2 \Rightarrow$ ácido nitroso)

Caso o elemento forme mais de um sal, temos:

maior $\text{NO}_x \Rightarrow$ sufixo **-ico**

menor $\text{NO}_x \Rightarrow$ sufixo **-oso**

ou o NO_x em algarismo romano após o nome do cátion.

Exemplos:

$\text{FeCl}_2 \Rightarrow \text{Fe}^{2+} \Rightarrow$ cloreto de ferro (II) ou cloreto ferroso.

$\text{FeCl}_3 \Rightarrow \text{Fe}^{3+} \Rightarrow$ cloreto de ferro (III) ou cloreto férrico.

Para sais hidratados, basta colocarmos os prefixos **mono-**, **di-**, **tri-** e seus derivados antes da palavra hidratado.

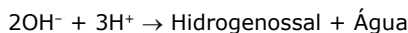
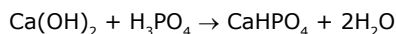
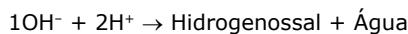
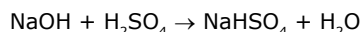
Exemplos:

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$ cloreto de cálcio **di**hidratado.

$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$ cloreto de cálcio **tetra**hidratado.

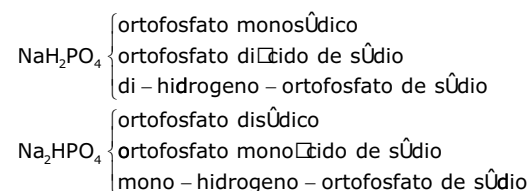
Sais ácidos ou hidrogenossais

Sais ácidos ou hidrogenossais são aqueles obtidos por neutralização parcial em que o número de hidroxilas (OH^-) é menor que o número de íons H^+ . Tais sais possuem um resíduo do ácido após a neutralização, pois nem todos os hidrogênios ionizáveis foram neutralizados.

Exemplos:

Nomenclatura de sais ácidos

A nomenclatura desse tipo de sal pode ser dada de várias formas. Veja os exemplos de NaH_2PO_4 e Na_2HPO_4 .



Usualmente, os sais ácidos derivados de biácidos recebem o prefixo **bi-**.

Exemplos:

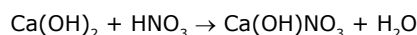
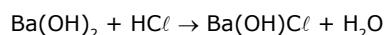
$\text{NaHCO}_3 \Rightarrow$ bicarbonato de sódio.

$\text{KHSO}_4 \Rightarrow$ bissulfato de potássio.

$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 \Rightarrow$ bissulfito de cálcio.

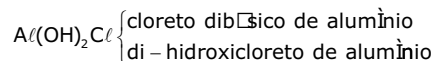
Sais básicos ou hidroxissais

Sais básicos ou hidroxissais são aqueles obtidos por neutralização parcial em que o número de hidroxilas (OH^-) é maior que o número de íons H^+ . Tais sais possuem um resíduo de base após a neutralização, pois nem todas as hidroxilas são neutralizadas.

Exemplos:

Nomenclatura de sais básicos

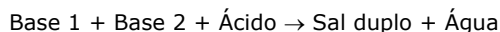
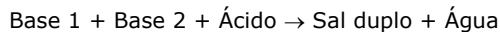
A nomenclatura desse tipo de sal é semelhante à dos sais ácidos. Tomemos como exemplo o $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$:



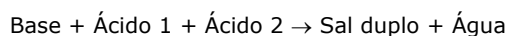
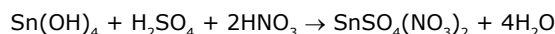
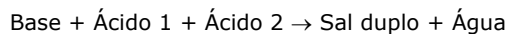
Sais duplos ou mistos

Sais duplos ou mistos são aqueles formados por dois cátions ou por dois ânions diferentes.

Quando um di, tri ou tetrácido reage com bases diferentes, temos sais duplos em relação ao cátion.

Exemplos:

Quando uma di, tri, ou tetrabase reage com ácidos diferentes, temos sais duplos em relação ao ânion.

Exemplos:

Nomenclatura de sais duplos

A nomenclatura desses sais é simples:

$\text{LiNaSO}_4 \rightarrow$ sulfato de lítio e sódio.

$\text{K}_2\text{NaPO}_4 \rightarrow$ ortofosfato de dipotássio e sódio.

$\text{BaC}(\text{CN}) \rightarrow$ cloreto-cianeto de bário.

$\text{SnSO}_4(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$ nitrato-sulfato de estanho (IV)
ou nitrato-sulfato estânico.

A cristalização de 2 sais na mesma solução, formando o sal duplo, também é possível.

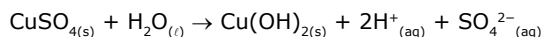
Exemplo:

$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

Caráter ácido de um sal

Alguns sais, ao serem dissolvidos em água, reagem com ela originando em solução íons H^+ (H_3O^+). Esses sais são denominados sais de caráter ou de comportamento ácido.

Exemplo:

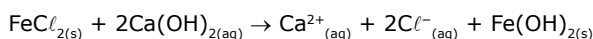
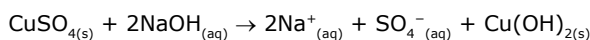


Os sais de caráter ácido apresentam

- um cátion que origina uma base fraca (Cu^{2+});
- um ânion que origina um ácido forte (SO_4^{2-}).

A reação entre o sal e a água é denominada hidrólise salina.

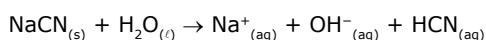
Os sais de comportamento ácido reagem com bases formando sais e uma base mais fraca do que a base reagente:



Caráter básico de um sal

Alguns sais, ao serem dissolvidos em água, reagem com ela originando em solução íons OH^- . Esses sais são denominados sais de caráter ou de comportamento básico.

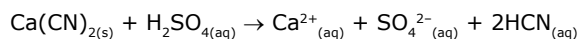
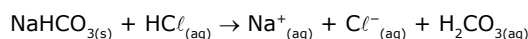
Exemplo:



Os sais de caráter básico apresentam

- um cátion que origina uma base forte (Na^+);
- um ânion que origina um ácido fraco (CN^-).

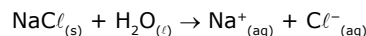
Os sais de comportamento básico reagem com ácidos formando sais e um ácido mais fraco do que o ácido reagente:



Caráter neutro de um sal

Alguns sais, ao serem dissolvidos em água, não aumentam a concentração de íons H_3O^+ nem de íons OH^- e, portanto, são denominados sais de caráter ou de comportamento neutro.

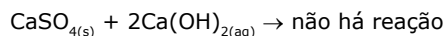
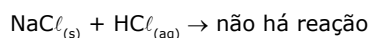
Exemplo:



Os sais de caráter neutro apresentam

- um cátion que origina uma base forte (Na^+);
- um ânion que origina um ácido forte ($\text{C}^{\ell-}$).

Os sais de comportamento neutro não reagem com ácidos ou bases:



PROPRIEDADES DOS SAIS

- Não contêm um radical funcional, pois seus cátions e ânions não são fixos.
- São compostos iônicos cristalinos, geralmente sólidos, com altas temperaturas de fusão e de ebulição.
- Sofrem dissociação quando interagem com um solvente polar.
- Possuem, normalmente, sabor salgado.
- A maioria dos sais é solúvel em água.

APLICAÇÕES DOS PRINCIPAIS SAIS



Cloreto de sódio (NaCl)

- Alimentação (sal de cozinha). Por lei, é obrigatória a adição de certa quantidade de iodeto (NaI, KI) ao NaCl destinado à alimentação, uma vez que a falta de iodo no organismo pode acarretar a doença chamada bócio (“papo”).
- Na conservação de carnes, de pescados e de peles.
- Na obtenção de misturas refrigerantes: a mistura gelo + NaCl_(s) pode atingir -22 °C.
- Na obtenção de Na, Cl₂, H₂ e compostos tanto de sódio como de cloro, tais como NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, HCl, etc.
- Na Medicina, é utilizado sob a forma de soro fisiológico (solução aquosa contendo 0,92% de NaCl), no combate à desidratação das pessoas.

Nitrato de sódio (NaNO₃)

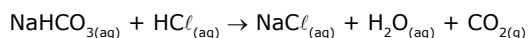
- É o salitre do Chile.
- Utilizado como fertilizante na agricultura.
- Utilizado na fabricação da pólvora (carvão, enxofre, salitre).

Carbonato de sódio (Na₂CO₃)

- O produto comercial (impuro) é vendido no comércio com o nome de barrilha ou soda.
- Sua maior aplicação é na fabricação do vidro comum.
Barrilha + calcário + areia $\xrightarrow{\text{fusão}}$ vidro comum
- Fabricação de sabões.

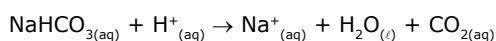
Bicarbonato de sódio (NaHCO₃)

- Antiácido estomacal. Neutraliza o excesso do HCl no suco gástrico.

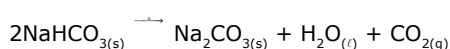


O CO₂ liberado é o responsável pelo “arrotto”.

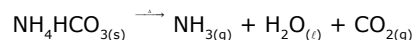
- Fabricação de “digestivos”, tais como Alka-Seltzer®, Sonrisal®, Sal de Frutas®, etc. Estes contêm NaHCO_{3(s)} e ácidos orgânicos sólidos (ácido tartárico, ácido cítrico e outros). Na presença de água, o NaHCO₃ reage com os ácidos, liberando CO_{2(g)}, que é o responsável pela efervescência.



- Fabricação de fermento. O crescimento da massa (pão, bolos, bolachas, etc.) é devido à liberação do CO₂ no aquecimento do NaHCO₃.



O NH₄HCO₃ é um fermento mais eficiente que o NaHCO₃ porque, no aquecimento, libera mais gases (CO₂, NH₃).



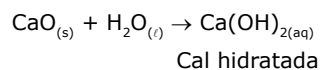
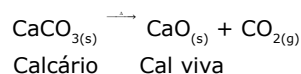
- Fabricação de extintores de incêndio (extintores de espuma). No extintor, há NaHCO_{3(s)} e H₂SO_{4(aq)} em compartimentos separados. Quando o extintor é acionado, o NaHCO₃ mistura-se com o H₂SO₄, com o qual reage, produzindo uma espuma, com liberação de CO_{2(g)}. Esses extintores não podem ser usados para apagar o fogo em instalações elétricas porque a espuma é eletrolítica (conduz a corrente elétrica).

Fluoreto de sódio (NaF)

- Usado na prevenção de cáries dentárias (anticárie).

Carbonato de cálcio (CaCO₃)

- É encontrado na natureza constituindo o calcário e o mármore.
- Fabricação de CO₂ e da cal viva (CaO), a partir da qual se obtém a cal hidratada.



- Fabricação do vidro comum (já mencionado).
- Fabricação do cimento *Portland*.
Calcário + argila + areia $\xrightarrow{\text{aquecimento}}$ cimento *Portland*
- Sob a forma de mármore, é usado em pias, pisos, escadarias, etc.

Sulfato de cálcio (CaSO₄)

- Fabricação do giz usado nas escolas.
- O gesso é uma variedade de CaSO₄ hidratado, muito usado em ortopedia e construção civil.

Sulfato de magnésio (MgSO₄)

- Emprego medicinal como purgativo (efeito laxativo).

Sulfato de bário (BaSO₄)

- Emprego medicinal como “meio opaco” para realização de radiografia gastrointestinal.

SOLUBILIDADE DOS SAIS EM ÁGUA

Substância	Regra geral	Exceção
Nitratos $\Rightarrow \text{NO}_3^-$	Solúveis	—
Acetatos $\Rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-$	Solúveis	$\text{Ag}^+ (*)$
Cloretos $\Rightarrow \text{Cl}^-$ Brometos $\Rightarrow \text{Br}^-$ Iodetos $\Rightarrow \text{I}^-$	Solúveis	Ag^+ , Hg_2^{2+} e Pb^{2+}
Fluoretos $\Rightarrow \text{F}^-$	Insolúveis	Ag^+ , NH_4^+ e alcalinos
Hidróxido $\Rightarrow \text{OH}^-$	Insolúveis	Alcalinos, NH_4^+ , $\text{Ca}^{2+} (*)$, $\text{Sr}^{2+} (*)$ e $\text{Ba}^{2+} (*)$
Sulfetos $\Rightarrow \text{S}^{2-}$	Insolúveis	NH_4^+ , alcalinos e alcalinoterrosos(*)
Sulfatos $\Rightarrow \text{SO}_4^{2-}$	Solúveis	$\text{Ca}^{2+} (*)$, $\text{Sr}^{2+} (*)$, $\text{Ba}^{2+} (*)$, Pb^{2+} , $\text{Ag}^+ (*)$ e Hg_2^{2+}
Fosfatos $\Rightarrow \text{PO}_4^{3-}$ Carbonatos $\Rightarrow \text{CO}_3^{2-}$ Sulfitos $\Rightarrow \text{SO}_3^{2-}$ Oxalatos $\Rightarrow \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Insolúveis	NH_4^+ e alcalinos
Compostos de metais alcalinos Compostos de amônio (NH_4^+)	Solúveis	KClO_4

(*) = Parcialmente solúvel.

NOMENCLATURA DOS ÂNIÕES

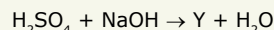
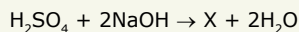
Halogênios		Nitrogênio		Enxofre		Outros			
F^-	Fluoreto	NO_2^-	Nitrito	S^{2-}	Sulfeto	H^-	Hidreto	SiO_3^{2-}	Metassilicato
Cl^-	Cloreto	NO_3^-	Nitrato	SO_3^{2-}	Sulfito	O^{2-}	Óxido	SiO_4^{2-}	(Orto)silicato
Br^-	Brometo	Carbono		SO_4^{2-}	Sulfato	O_2^{2-}	Peróxido	SnO_2^{2-}	Estanito
I^-	Iodeto	CN^-	Cianeto	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Tiosulfato	OH^-	Hidróxido	SnO_3^{2-}	Estanato
ClO^-	Hipoclorito	CNO^-	Cianato	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	Persulfato	CrO_4^{2-}	Cromato	PbO_2^{2-}	Plumbito
ClO_2^-	Clorito	CNS^-	Tiocianato	Fósforo		$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Dicromato	PbO_3^{2-}	Plumbato
ClO_3^-	Clorato	H_3CCOO^-	Acetato	H_2PO_2^-	Hipofosfito	MnO_4^-	Permanganato	AsO_3^{3-}	Arsenito
ClO_4^-	Perclorato	CO_3^{2-}	Carbonato	HPO_3^{2-}	Fosfito	MnO_4^{2-}	Manganato	AsO_4^{3-}	Arseniato
BrO^-	Hipobromito	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Oxalato	PO_4^{3-}	(Orto)fosfato	MnO_3^{2-}	Manganito	SbO_3^{3-}	Antimonito
BrO_3^-	Bromato	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	Ferricianeto	PO_3^-	Metafosfato	AlO_2^-	Aluminato	BO_3^{3-}	Borato
IO^-	Hipiodido	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	Ferrocianeto	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	Pirofosfato	ZnO_2^{2-}	Zincato	SiF_6^{2-}	Fluorsilicato
IO_3^-	Iodato								
IO_4^-	Periodato								

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UDESC) O leite de magnésia é uma suspensão de $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ em água. Esta suspensão dissolve-se com a adição de $\text{HCl}_{(aq)}$, gerando uma solução final aquosa incolor que contém cloreto de magnésio. As funções químicas das substâncias Mg(OH)_2 , HCl e cloreto de magnésio, respectivamente, são
- A) óxido, ácido e base. D) sal, ácido e óxido.
 B) óxido, ácido e sal. E) base, ácido e sal.
 C) base, ácido e óxido.

- 02.** (UERJ) Um caminhão transportando ácido sulfúrico capotou, derramando o ácido na estrada. O ácido foi totalmente neutralizado por uma solução aquosa de hidróxido de sódio. Essa neutralização pode ser corretamente representada pelas equações a seguir.



As substâncias X e Y são, respectivamente,

- A) Na_2SO_4 / NaHSO_4 D) Na_2SO_4 / NaHSO_3
 B) NaHSO_4 / Na_2SO_4 E) NaHSO_3 / Na_2SO_4
 C) Na_2SO_3 / Na_2SO_4
- 03.** (Vunesp) O solo do cerrado é ácido. Para diminuir a acidez, deve-se adicionar ao solo:
- A) CaSO_4 D) $(\text{H}_2\text{N})_2\text{CO}$
 B) KCl E) CaCO_3
 C) NH_4NO_3

- 04.** (IFPE-2016) Fertilizantes são substâncias ou misturas que repõem, no solo, os nutrientes removidos pelas plantas ou adicionam nutrientes indispensáveis ao solo para que ele se torne produtivo ou aumente sua capacidade de produção. Atualmente, são utilizadas centenas de substâncias químicas fundamentais, a partir de matérias-primas obtidas de várias fontes. Entre os compostos encontrados nos fertilizantes destacamos o cloreto de potássio, fosfato de cálcio e o nitrato de sódio.

Assinale a alternativa com as substâncias mencionadas, respectivamente, com as suas formulações corretas.

- A) KClO ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$; NaNO_2 D) KClO ; $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$; NaNO_3
 B) KCl ; $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$; NaNO_2 E) KCl ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$; NaNO_2
 C) KCl ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; NaNO_3
- 05.** (Unemat-MT) Uma prova de que a química está presente em nosso cotidiano é a presença de compostos químicos nos mais diversos produtos, que pensamos vê-los somente nos livros. Alguns exemplos são o leite de magnésia composto pelo Mg(OH)_2 ; a água de bateria, que contém o H_2SO_4 , e vitaminas compradas em farmácia que podem conter o FeSO_4 .

Marque a alternativa que apresenta corretamente a nomenclatura dos compostos citados, de acordo com a sequência mencionada no texto:

- A) Hidróxido de magnésio, ácido sulfúrico e sulfato de ferro II.
 B) Hidróxido de manganês, ácido sulfúrico e sulfato de ferro II.
 C) Hidróxido de magnésio, ácido sulfuroso e sulfato de ferro I.
 D) Hidróxido de manganês, ácido sulfuroso e sulfato de ferro II.
 E) Hidróxido de magnésio, ácido sulfúrico e sulfato de ferro III.

- 06.** (UniEVANGÉLICA-2015) No sal de cozinha há vários tipos de sais cujo principal componente é o cloreto de sódio, mas existem outros, como os iodetos de sódio e potássio, iodatos de sódio e potássio, cujas presenças são obrigatórias por lei, pois o sal iodado pode prevenir doenças como o bócio, mais conhecido como "papo".

Os sais citados no texto possuem as seguintes fórmulas:

- A) KCl ; KI ; KIO_2 ; NaI e SiO_3
 B) NaClO ; KIO_2 ; KIO_3 ; NaI e NaIO_3
 C) KClO_3 ; PI ; KPO_3 ; NaI e NaIO_3
 D) NaCl ; KI ; KIO_3 ; NaI e NaIO_3
- 07.** (Unemat-MT-2016) O cromo é um elemento raramente encontrado em águas naturais não poluídas. O Cr III presente nas águas decorre principalmente do lançamento de curtumes. A presença de Cr VI é atribuída a despejos industriais que utilizam processos de piquelagem e cromagem de metais, galvanoplastias, indústrias de corantes, explosivos, cerâmica, vidro, papel, etc., sendo este 100 vezes mais tóxico que o Cr III devido a sua solubilidade.

REV. BRAS. DE PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS,
 v. 11, n. 2, p. 171-180, 2009.

Assinale a alternativa que apresenta sais com o Cr III e Cr VI, respectivamente:

- A) Cr_3Cl e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 B) CrCl_3 e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 C) Cr_3Cl e Cr_6Cl
 D) Cr(OH)_3 e Cr(OH)_6
 E) CrO e CrO_3
- 08.** (Mackenzie-SP) O hipoclorito de sódio é um sal utilizado frequentemente em soluções aquosas como desinfetante e / ou agente alvejante. Esse sal pode ser preparado pela absorção do gás cloro em solução de hidróxido de sódio mantida sob resfriamento, de modo a prevenir a formação de clorato de sódio. As soluções comerciais de hipoclorito de sódio sempre contêm quantidade significativa de cloreto de sódio, obtido como subproduto durante a formação do hipoclorito.

Assim, é correto afirmar que as fórmulas químicas do hipoclorito de sódio, clorato de sódio e cloreto de sódio são, respectivamente,

- A) NaClO , NaClO_3 e NaCl .
- B) NaClO_2 , NaClO_4 e NaCl .
- C) NaClO , NaClO_2 e NaCl .
- D) NaClO , NaClO_4 e NaClO_2 .
- E) NaClO_2 , NaClO_3 e NaCl .

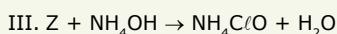
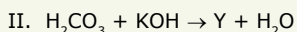
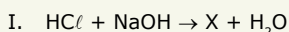
EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (FADI) Soda cáustica e ácido sulfúrico são substâncias utilizadas em diversos segmentos da indústria. A soda cáustica é utilizada na produção do alumínio a partir da bauxita, e o ácido sulfúrico é utilizado no processamento de minérios de urânio para a obtenção do elemento radioativo rádio. As fórmulas da soda cáustica e do ácido sulfúrico, assim como do produto da reação entre eles, são, respectivamente,

- A) NaOH , H_2SO_4 e Na_2SO_4 .
- B) KOH , H_2S e K_2S .
- C) NaOH , HSO_4 e NaSO_4 .
- D) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_2SO_3 e CaSO_3 .
- E) KOH , H_2SO_4 e K_2SO_4 .

02. (PUC Minas) Observe as reações de neutralização:



A nomenclatura correta para as substâncias X, Y e Z, respectivamente, é:

- A) Cloreto de sódio, bicarbonato de potássio, ácido hipocloroso.
- B) Cloreto de potássio, bicarbonato de potássio, ácido perclórico.
- C) Cloreto de sódio, carbonato de potássio, ácido clórico.
- D) Cloreto de potássio, carbonato de potássio, ácido hipocloroso.

03. (Mackenzie-SP-2015)

Explosão forma nuvem tóxica impressionante na Espanha

A nuvem de cor alaranjada foi produzida após duas substâncias químicas entrarem em contato em uma fábrica.

“Uma explosão em uma fábrica de produtos químicos em Igualada, região de Barcelona, na Espanha, produziu uma nuvem tóxica impressionante, de acordo com informações da Europa Press. A nuvem tóxica fez com que a Defesa Civil da cidade decretasse o nível 1 de emergência. A nuvem de cor alaranjada foi produzida quando ácido nítrico e cloreto de ferro (III) entraram em contato ao serem descarregados em um armazém da fábrica.

Duas pessoas que estavam manipulando o material no momento da explosão ficaram levemente feridas e acabaram inalando o produto. As vítimas foram levadas pelo sistema de emergência para o Hospital de Igualada, mas não correm riscos.

De acordo com o jornal El País, a Defesa Civil recomenda que crianças, idosos e pessoas com problemas respiratórios não saiam de casa”.

Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/mundo/europa>>.

As fórmulas químicas das substâncias envolvidas na reação de formação da nuvem tóxica são corretamente representadas por

- A) HNO_3 e FeCl_3 .
- B) HNO_3 e FeCl_2 .
- C) HNO_2 e FeCl_2 .
- D) HNO_4 e FeCl_3 .
- E) HNO_4 e FeCl_2 .

04. (FEPECS-DF) As estruturas mineralizadas de alguns animais são formadas principalmente por íons cálcio, magnésio, carbonatos, fosfatos e sulfatos. Os ossos e os dentes dos vertebrados, por exemplo, são constituídos principalmente por fosfato de cálcio. As conchas dos moluscos e os corais são principalmente de carbonato de cálcio. Os esqueletos dos invertebrados contêm um pouco de carbonato de magnésio e também já foi encontrado no material esquelético de um protozoário denominado Acantharia sulfato de estrôncio.

As substâncias citadas no texto são sais inorgânicos representados pelas fórmulas

- A) K_3PO_4 , K_2CO_3 , MgCO_3 e SnSO_4 .
- B) K_3PO_4 , K_2CO_3 , MnCO_3 e SrSO_4 .
- C) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 , MnCO_3 e SnSO_4 .
- D) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 , MgCO_3 e SrSO_3 .
- E) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 , MgCO_3 e SrSO_4 .

05. (FEPECS-DF) O sulfato de magnésio pode ser empregado na indústria como agente secante e na agricultura como nutriente nas soluções destinadas ao cultivo por hidroponia. Na área da saúde, o sulfato de magnésio pode ser utilizado em nebulizações para aliviar os sintomas da asma. Esse sal pode ser obtido a partir de três reações distintas: a reação do magnésio com ácido sulfúrico, a reação do óxido de magnésio com ácido sulfúrico e a reação do hidróxido de magnésio com ácido sulfúrico.

As substâncias compostas citadas no texto são representadas pelas fórmulas

- A) MgSO_3 , H_2SO_3 , MgO e $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
- B) MnSO_4 , H_2SO_4 , MnO e $\text{Mn}(\text{OH})_2$.
- C) MgSO_4 , H_2SO_4 , MgO e $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
- D) MgSO_4 , H_2SO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e MgO .
- E) MnSO_3 , H_2SO_4 , $\text{Mn}(\text{OH})_2$ e MnO .

- 06.** (PUC RS) Grande parte do interesse pelo sal, como os experimentos dos antigos chineses com o salitre, visava proporcionar aos militares métodos mais eficientes de detonar coisas e gente. No século XIX, descobriu-se que o clorato de potássio produzia uma explosão maior que a pólvora tradicional, o nitrato de potássio. E o magnésio tinha propriedades explosivas ainda mais impressionantes.

KURLANSKY, Mark. *Sal: uma história do mundo*. São Paulo: SENAC, 2004. p. 291.

O sal que produzia maior explosão provém da reação entre as substâncias de fórmulas

- A) HCl e KOH .
 B) $HClO$ e $Mg(OH)_2$.
 C) $HClO_2$ e $K(OH)_2$.
 D) $HClO_3$ e KOH .
 E) HNO_3 e KOH .

- 07.** (UFT-TO) Os compostos químicos iônicos estão presentes em diferentes produtos utilizados em nosso dia a dia. O hidrogeno carbonato de sódio pode ser utilizado em formulações de desodorantes, o hipoclorito de cálcio pode ser utilizado como alvejante, o hidróxido de magnésio pode ser utilizado como purgante e o fluoreto de estanho (II) vem sendo utilizado como aditivo em cremes dentais.

Marque a alternativa que apresenta respectivamente as fórmulas químicas corretas das substâncias mencionadas.

- A) $NaHCO_3$; $Ca(ClO)_2$; $Mg(OH)_2$; SnF_2
 B) $NaHCO_3$; $Ca(Cl_2O_2)_2$; $Mg(OH)_2$; SnF
 C) Na_2CO_3 ; $Ca(ClO)_2$; $MgOH$; SnF
 D) $NaHCO_3$; $CaClO$; $Mg(OH)_4$; Sn_2F_2
 E) Na_2CO_3 ; $CaClO$; $Mg(OH)_2$; SnF_2

- 08.** (UFMG) As fórmulas químicas corretas de sulfeto de potássio, nitrato de amônio, sulfato de cálcio, perclorato de alumínio e fosfato de magnésio são, nesta ordem,

- A) K_2S / NH_4NO_3 / $Ca(HSO_3)_2$ / $Al(ClO_4)_3$ / $Mg_3(PO_4)_2$
 B) K_2S / NH_4NO_3 / $Ca(HSO_4)_2$ / $Al(ClO_4)_3$ / $Mg_2(PO_4)_3$
 C) KS_2 / $NH_4(NO_3)_2$ / $CaHSO_3$ / $Al_2(ClO_4)_3$ / $Mg_3(PO_4)_2$
 D) KS / $(NH_4)_2NO_3$ / $Ca(HSO_4)_2$ / $Al(ClO_4)_2$ / Mg_3PO_4
 E) K_2S / NH_3NO_3 / $Ca(HSO_3)_2$ / $Al(ClO_4)_2$ / $MgPO_4$

- 09.** (UniEVANGÉLICA–2015) As plantas necessitam de nutrientes para se desenvolverem plenamente, sendo que a maioria desses nutrientes é extraída do solo. Devido ao fato de a agricultura usar demasiadamente o solo principalmente com a monocultura, torna-se o solo pobre dos mesmos, obrigando os agricultores a usarem fertilizantes indiscriminadamente. Esses fertilizantes contêm principalmente os seguintes ânions: Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Hidrogenofostato (HPO_4^{2-}), Diidrogenofostato ($H_2PO_4^-$), que são solúveis em água quando combinados com vários tipos de cátions, que são arrastados pelas chuvas contaminando rios, lagos e lençóis subterrâneos. Combinando-se esses ânions com cátions Fe^{2+} , Cu^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ e Al^{3+} , formam-se sais.

São exemplos de sais formados nessas condições:

- A) Nitrato férrico, $Fe(NO_3)_2$; nitrito de sódio, $Na(NO_2)_2$; Hidrogenofostato de alumínio, $Al_2(PO_4)_3$.
 B) Nitrato ferroso, $Fe(NO_3)_2$; nitrito de alumínio, $Al(NO_2)_2$; Hidrogenofostato de alumínio, $Al_2(PO_4)_3$.
 C) Nitrato ferroso, $Fe(NO_3)_2$; nitrito de cobre II, $Cu(NO_2)_2$; Hidrogenofostato de alumínio, $Al_2(HPO_4)_3$.
 D) Nitrato férrico, $Fe(NO_3)_2$; nitrato de cobre II, $Cu(NO_2)_2$; Diidrogenofostato de alumínio, $Al_2(PO_4)_3$.

- 10.** (IFG-GO) Enigma da Química: Sou o átomo "Y" de maior raio atômico do 3º período da classificação periódica e formo com o halogênio (W), também do 3º período sais do tipo YW.

Assinale a alternativa que aponta, respectivamente, o átomo Y, o átomo W, o sal YW e uma propriedade característica deste sal:

- A) Li; F; LiF; pouco solúvel em água.
 B) K; Cl; KCl; elevado ponto de fusão.
 C) Na; Cl; NaCl; alta solubilidade em água.
 D) Cl; Na; NaCl; baixo ponto de fusão.
 E) Ca; Cl; ClCa; pode ser usado como corante.

- 11.** (FCM-PB–2016) Foram fornecidas a um analista, quatro amostras sólidas designadas X, Y, Z e W. Relatarem que estes materiais podiam ser: cloreto de prata, sulfato de sódio, carbonato de cálcio e nitrato de potássio. Após os testes adequados em laboratório, o analista realizou uma série de observações.

- Observação (1): Os sólidos X e Z são insolúveis em água, à temperatura ambiente.
- Observação (2): Ao reagir com ácido clorídrico, o sólido Z produz efervescência.
- Observação (3): Os sólidos Y e W são eletrólitos fortes em solução aquosa.
- Observação (4): Uma solução do sólido Y reage com cloreto de bário formando um precipitado.

Após a análise das observações, é correto afirmar que os sólidos X, Y, Z e W são, respectivamente:

- A) Carbonato de cálcio, sulfato de sódio, cloreto de prata e nitrato de potássio.
 B) Cloreto de prata, sulfato de sódio, carbonato de cálcio e nitrato de potássio.
 C) Cloreto de prata, nitrato de potássio, carbonato de cálcio e sulfato de sódio.
 D) Carbonato de cálcio, cloreto de prata, nitrato de potássio e sulfato de sódio
 E) Sulfato de sódio, cloreto de prata, nitrato de potássio e carbonato de cálcio.

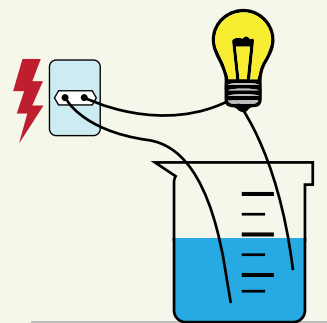
- 12.** Assinale a alternativa correta.
- A) Na reação de neutralização que dá origem ao sal $AlPO_4$, três mols de íons H^+ reagem com dois mols de íons OH^- .
- B) KNO_2 é o nitrato de potássio.
- C) $CaBrCl$ é um sal duplo de caráter ácido denominado cloreto-brometo de cálcio.
- D) NaF , $CaBr_2$ e KOH são sais neutros.
- E) NH_4Cl é um sal de grande caráter molecular.

- 13.** Com relação aos sais, assinale a alternativa incorreta.
- A) Um químico abriu um frasco de ácido clorídrico concentrado perto de uma colega que utilizava hidróxido de amônio. Depois de algum tempo, observou-se a formação de um material branco sobre a bancada. Esse material branco poderia ser cloreto de amônio.
- B) Quando 1 mol de hidróxido de potássio reage com 1 mol de ácido fosfórico, obtêm-se 1 mol de H_2O e 1 mol de di-hidrogeno fosfato de potássio.
- C) O giz e a cal são materiais bastante usados por professores e pintores. Ambos são materiais sólidos, com alto ponto de fusão.
- D) Soluções aquosas de ácido acético e amônia são, separadamente, más condutoras de corrente elétrica. No entanto, ao se juntarem, a solução resultante será constituída de um eletrólito solúvel capaz de conduzir corrente elétrica mais facilmente.
- E) Todos os sais se cristalizam na forma cúbica de corpo centrado.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem-2017) Realizou-se um experimento, utilizando-se o esquema mostrado na figura, para medir a condutibilidade elétrica das soluções. Foram montados cinco kits, contendo, cada um, três soluções de mesma concentração, sendo uma de ácido, uma de base e outra de sal. Os kits analisados pelos alunos foram:

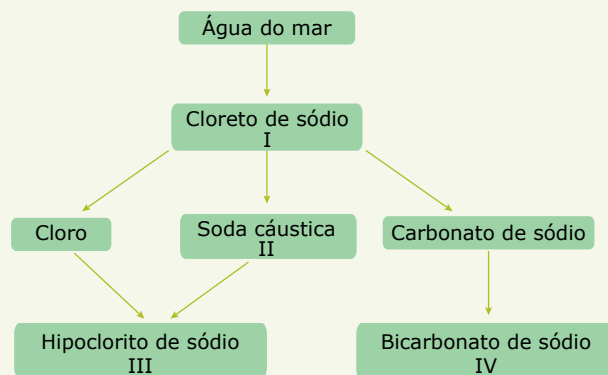
Kit	Solução 1	Solução 2	Solução 3
1	H_3BO_3	$Mg(OH)_2$	$AgBr$
2	H_3PO_4	$Ca(OH)_2$	KCl
3	H_2SO_4	$NH_3 \cdot H_2O$	$AgBr$
4	$HClO_4$	$NaOH$	$NaCl$
5	HNO_3	$Zn(OH)_2$	$CaSO_4$



Qual dos kits analisados provocou o acendimento da lâmpada com um brilho mais intenso nas três soluções?

- A) Kit 1.
B) Kit 2.
C) Kit 3.
D) Kit 4.
E) Kit 5.

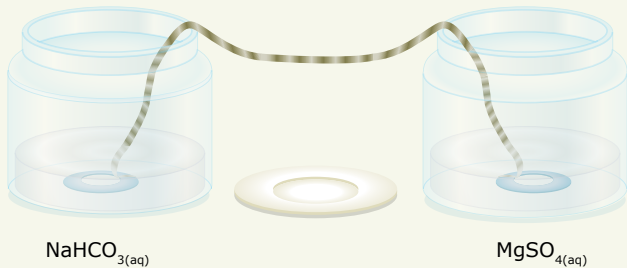
- 02.** (Enem) A água do mar pode ser fonte de materiais utilizados pelo ser humano, como os exemplificados no esquema a seguir:



Os materiais I, II, III e IV existem como principal constituinte ativo de produtos de uso rotineiro. A alternativa que associa corretamente água sanitária, fermento em pó e solução fisiológica com os materiais obtidos da água do mar é:

	Água sanitária	Fermento em pó	Solução fisiológica
A)	II	III	IV
B)	III	I	IV
C)	III	IV	I
D)	II	III	I
E)	I	IV	III

03. As estalactites e as estalagmites são formações constituídas de $\text{CaCO}_{3(s)}$ que levam milhares de anos para serem formadas no interior das cavernas. Podemos produzir estruturas semelhantes usando o NaHCO_3 (bicarbonato de sódio) e o MgSO_4 (sulfato de magnésio), como na montagem a seguir:



As soluções aquosas dos dois sais são absorvidas por um cordão de algodão preso a pesos que se encontram no fundo dos recipientes. Essas soluções difundem-se pelo cordão e acumulam-se na parte mais baixa, formando uma gota que cai no prato. Após dias do início do gotejamento, observam-se a formação e o crescimento de uma protuberância sólida esbranquiçada, semelhante a uma estalagmite.

No processo descrito,

- A) o sólido esbranquiçado corresponde ao sal carbonato de sódio, principal constituinte das estalagmites.
- B) ocorre apenas um processo físico de precipitação dos dois sais por evaporação do solvente, a água.
- C) ocorreria a formação de $\text{CaCO}_{3(s)}$ caso o $\text{MgSO}_{4(aq)}$ fosse substituído por uma solução de cloreto de cálcio.
- D) o bicarbonato de sódio sofre decomposição, formando gás carbônico, que originará o $\text{CaCO}_{3(s)}$.
- E) há a formação da protuberância esbranquiçada, pois os dois sais formados são insolúveis em água.

04. A água de mananciais existentes em certas regiões do país pode apresentar uma característica peculiar: a dureza. Como assim?

A dureza da água é propriedade decorrente da presença de metais alcalinos terrosos e resulta da dissolução de minerais do solo e das rochas ou do aporte de resíduos industriais. É definida como uma característica da água, a qual representa a concentração total de sais de cálcio e de magnésio expressa como carbonato de cálcio (mg.L^{-1}). Quando a concentração desses sais é alta, diz-se que a água é dura, quando baixa, que é mole.

Quando se retira, de mananciais de água dura, água que se destina ao abastecimento de água potável, um rigoroso tratamento deve ser feito para diminuir a concentração de íons cálcio e magnésio, pois esses íons podem provocar a formação de cristais de oxalato de cálcio (CaC_2O_4) pouco solúveis em água, responsáveis por graves problemas renais.

Geralmente, classifica-se uma água de acordo com sua concentração total de sais, como descrito no quadro a seguir proposto por Langelier (1946):

Classificação	Concentração como CaCO_3 (mg.L^{-1})
Águas moles	< 50
Águas moderadamente moles	50 a 100
Águas levemente duras	100 a 150
Águas moderadamente duras	150 a 250
Águas duras	250 a 350
Águas muito duras	> 350

Considere os números atômicos dos elementos químicos:

$\text{Mg} = 12$; $\text{Ca} = 20$.

A dureza da água afeta a saúde das pessoas porque

- A) a ingestão de água dura provoca a formação de cristais de oxalato de cálcio, conhecidos como cálculos renais, que possuem energia de rede iônica relativamente alta e, por isso, não são solúveis em água.
- B) os íons cálcio e íons magnésio, presentes na água dura, possuem carga igual a $1+$ e são facilmente absorvidos pelo intestino.
- C) os íons cálcio, se comparados aos íons magnésio, ambos presentes na água mole, são menores e facilmente excretados.
- D) a água dura interfere na absorção de nutrientes.
- E) a presença de íons cálcio e magnésio podem contribuir para formar sais solúveis em água.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. A
- 03. E
- 04. C
- 05. A
- 06. D
- 07. B
- 08. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. A
- 03. A
- 04. E
- 05. C
- 06. D
- 07. A
- 08. A
- 09. C
- 10. C
- 11. B
- 12. E
- 13. E

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. C
- 04. A



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Concentração das Soluções

A concentração de uma solução é a medida proporcional à quantidade de soluto presente nela. Essa proporção de soluto pode ser determinada em relação à quantidade da solução. As principais formas de se exprimir as concentrações de uma solução são:

- Concentração em gramas por litro ($C_{g,L^{-1}}$);
- Concentração em porcentagem em massa ($C_{m/m} \%$);
- Concentração em mol por litro ($C_{mol,L^{-1}}$);
- Concentração em partes por milhão ($C_{p.p.m.}$).

OBSERVAÇÃO

As unidades de concentração definidas em função do volume dependem da temperatura.

DENSIDADE

A densidade de uma solução é a relação entre a massa da solução (m) e o volume (V) ocupado por ela. A massa e o volume da solução são obtidos pela soma das massas e dos volumes, respectivamente, do soluto e do solvente.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

A massa da solução pode ser medida em gramas (g) ou quilogramas (kg), e o volume, em mililitros (mL), centímetros cúbicos (cm^3), litros (L), entre outras unidades. Sendo assim, a unidade de medida da densidade de uma solução pode assumir qualquer unidade de medida de massa e de volume. As mais comuns são $g.mL^{-1}$, $g.cm^{-3}$, $g.L^{-1}$ e $kg.L^{-1}$.

Exemplo:

O rótulo do frasco de uma solução aquosa de ácido nítrico, a ser utilizada para a fabricação do explosivo nitroglicerina, que foi utilizado na implosão do edifício Palace II, na Barra da Tijuca, em março de 1998, apresenta $\rho = 1,20 g.cm^{-3}$.

Significado físico: A massa de $1,0 cm^3$ de solução corresponde a $1,20$ grama.

¹ Antigamente, essa unidade de concentração era denominada concentração comum.

² Antigamente, essa unidade de concentração era denominada concentração título em massa.

³ Deve-se supor, para essa análise, que toda a massa de sal encontrada no mar seja de NaCl e que a água do mar seja um sistema homogêneo.

UNIDADES DE CONCENTRAÇÃO

Concentração em massa/volume¹

É a relação entre a massa de soluto, em gramas (m_1), e o volume (V) da solução, em litros.

$$C_{g,L^{-1}} = \frac{\text{massa de soluto (g)}}{\text{volume de solução (L)}}$$

$$C_{g,L^{-1}} = \frac{m_1}{V}$$

Exemplo:

O rótulo do frasco de Guaraná Antarctica diet apresenta a concentração, em gramas por litro, $C_{g,L^{-1}} = 0,358 g.L^{-1}$ do edulcorante artificial sacarina sódica.

Significado físico: Em cada $1,0 L$ do refrigerante, a massa de sacarina sódica dissolvida é de $0,358 g$.

Concentração em massa/massa²

É a relação entre a massa do soluto (m_1) e a massa da solução (m), em gramas.

$$C_{m/m} = \frac{m_1}{m}$$

A massa da solução (m) é obtida pela soma da massa do soluto (m_1) com a massa do solvente (m_2).

$$m = m_1 + m_2$$

Essa unidade de concentração é adimensional. Toda grandeza adimensional, em Química, expressa uma porcentagem; nesse caso, a porcentagem do soluto na massa da solução.

$$C_{m/m} \% = C_{m/m} \cdot 100$$

Exemplo:

A água do mar³ possui $3,5\%$ de salinidade, ou seja, $C_{m/m} = 0,035$.

Significado físico: Em uma amostra de $100 g$ da água do mar, $3,5 g$ são de sal (NaCl).

Concentração em partes por milhão (p.p.m.)

Quando uma solução é muito diluída, é mais conveniente determinar a sua concentração em p.p.m.

$$C_{\text{p.p.m.}} = \frac{\text{massa do soluto (mg)}}{\text{massa da solução (kg)}}$$

A concentração em p.p.m. também pode ser calculada utilizando-se os dados relativos aos volumes do soluto e da solução.

$$C_{\text{p.p.m.}} = \frac{\text{volume do soluto (cm}^3\text{)}}{\text{volume da solução (m}^3\text{)}}$$

Exemplo:

A concentração de CO_2 na atmosfera vem aumentando e, atualmente, atinge recordes de 335 p.p.m., ou seja, 0,0335% de todo o ar atmosférico.

Significado físico: Em cada 1 m^3 de ar atmosférico filtrado, 335 mL são de gás carbônico (CO_2).

Concentração em quantidade de matéria/volume

É a relação entre a quantidade de matéria do soluto (n_1), em mols, e o volume da solução (V), em litros:

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n_1}{V}$$

A quantidade de matéria do soluto pode ser calculada pela expressão:

$$n_1 = \frac{\text{massa do soluto (g)}}{\text{massa molar do soluto (g.mol}^{-1}\text{)}} = \frac{m_1}{M_1}$$

Assim,

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{m_1}{M_1 \cdot V}$$

Exemplo:

Os agricultores utilizam hormônios vegetais sintéticos, especialmente auxinas, para conseguir vários resultados na produção de pepinos e tomates. Quando a concentração das auxinas é superior a $0,3 \text{ mol.L}^{-1}$, o pepino e o tomate não desenvolvem sementes.

Significado físico: Em cada 1 L de solução, estão dissolvidos 0,3 mol de auxinas.



Concentração das soluções

No objeto de aprendizagem "Concentração das soluções", você poderá observar a ação do gás hilariante no organismo. Observe as concentrações do gás desde a inalação até atingir a corrente sanguínea e seus efeitos sobre o paciente. Boa atividade!



RELAÇÕES ENTRE AS UNIDADES DE CONCENTRAÇÃO

Algebricamente, pode-se manipular as equações das unidades de concentração e obter relações diretas e simples entre elas.

Relação entre densidade, $C_{\text{g.L}^{-1}}$ e $C_{\text{m/m}}$

Como

$$C_{\text{m/m}} = \frac{m_1}{m} \quad \text{e} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

isolando-se a massa do soluto e o volume da solução, tem-se:

$$m_1 = C_{\text{m/m}} \cdot m \quad \text{e} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

Substituindo-se esses valores na equação da concentração em g.L^{-1} , tem-se:

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = \frac{m_1}{V} \Rightarrow C_{\text{g.L}^{-1}} = \frac{C_{\text{m/m}} \cdot m}{\frac{m}{\rho}}$$

Logo,

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = \rho \cdot C_{\text{m/m}}$$

OBSERVAÇÃO

Essa equação só é válida para densidades expressas em g.L^{-1} .

Quando a densidade é expressa em g.mL^{-1} ou g.cm^{-3} , a equação anterior é multiplicada pelo fator 1 000 para se obter a concentração em g.L^{-1} . Assim,

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = 1\,000 \cdot \rho \cdot C_{\text{m/m}}$$

Relação entre $C_{\text{mol.L}^{-1}}$ e $C_{\text{g.L}^{-1}}$

Como

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{m_1}{M_1 \cdot V}$$

isolando-se a massa do soluto, tem-se:

$$m_1 = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_1 \cdot V$$

Substituindo-se esse valor na equação da concentração em g.L^{-1} , tem-se:

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = \frac{m_1}{V} \Rightarrow C_{\text{g.L}^{-1}} = \frac{C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_1 \cdot V}{V}$$

Logo,

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_1$$

Essa equação pode ser associada com a relação entre $C_{\text{g.L}^{-1}}$, densidade e $C_{\text{m/m}}$. Assim,

$$C_{\text{g.L}^{-1}} = 1\,000 \cdot \rho \cdot C_{\text{m/m}} = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot M_1$$

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (Fatec-SP) Compostos de cobre (II), entre eles o CuSO_4 , são empregados no tratamento de águas de piscinas como algicidas. Recomenda-se que a concentração de CuSO_4 não ultrapasse o valor de 1 mg/L nessas águas.

Sendo assim, considerando uma piscina de formato retangular que tenha 10 m de comprimento, 5 m de largura e 2 m de profundidade, quando cheia de água, a massa máxima de sulfato de cobre que poderá se dissolver é, em gramas, igual a:

Dado: $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$

- A) 100. C) 300. E) 500.
B) 200. D) 400.

- 02.** (Unicamp-SP-2015) Prazeres, benéficos, malefícios, lucros cercam o mundo dos refrigerantes. Recentemente, um grande fabricante nacional anunciou que havia reduzido em 13 mil toneladas o uso de açúcar na fabricação de seus refrigerantes, mas não informou em quanto tempo isso ocorreu. O rótulo atual de um de seus refrigerantes informa que 200 mL do produto contém 21 g de açúcar. Utilizando apenas o açúcar "economizado" pelo referido fabricante seria possível fabricar, aproximadamente,

- A) 124 milhões de litros de refrigerante.
B) 2,60 bilhões de litros de refrigerante.
C) 1 365 milhões de litros de refrigerante.
D) 273 milhões de litros de refrigerante.

- 03.** (Unicamp-SP-2017) É muito comum o uso de expressões no diminutivo para tentar "diminuir" a quantidade de algo prejudicial à saúde. Se uma pessoa diz que ingeriu 10 latinhas de cerveja (330 mL cada) e se compara a outra que ingeriu 6 doses de cachacinha (50 mL cada), pode-se afirmar corretamente que, apesar de em ambas as situações haver danos à saúde, a pessoa que apresenta maior quantidade de álcool no organismo foi a que ingeriu

Dados:

teor alcoólico na cerveja = 5% V/V

teor alcoólico na cachaça = 45% V/V

- A) as latinhas de cerveja, porque o volume ingerido é maior neste caso.
B) as cachacinhas, porque a relação entre o teor alcoólico e o volume ingerido é maior neste caso.
C) as latinhas de cerveja, porque o produto entre o teor alcoólico e o volume ingerido é maior neste caso.
D) as cachacinhas, porque o teor alcoólico é maior neste caso.

- 04.** (UFOP-MG) Durante uma festa, um convidado ingeriu 5 copos de cerveja e 3 doses de uísque. A cerveja contém 5% V/V de etanol e cada copo tem um volume de 0,3 L; o uísque contém 40% V/V de etanol e cada dose corresponde a 30 mL. O volume total de etanol ingerido pelo convidado durante a festa foi de

- A) 111 mL. C) 15,9 mL.
B) 1,11 L. D) 1,59 L.

- 05.** (UFJF-MG) O ozônio (O_3) é nosso aliado na estratosfera, protegendo contra a incidência de raios ultravioleta. No entanto, torna-se um inimigo perigoso no ar que respiramos, próximo à superfície da Terra. Concentrações iguais ou superiores a 0,12 L de O_3 em um milhão de litros de ar podem provocar irritação nos olhos e problemas pulmonares, como edema e hemorragia. Esta concentração limite de ozônio corresponde a

- A) 0,12 ppm. D) 12 ppm.
B) 1,2 ppm. E) 120 ppm.

- C) 0,012 ppm.

- 06.** (FGV-RJ) O rótulo da embalagem de uma marca de leite integral comercializada na cidade de São Paulo apresenta a seguinte informação nutricional:

1 copo (200 mL) contém 248 mg de cálcio.

A concentração de cálcio nesse leite integral, em mol/L, é:

- A) $3,1 \cdot 10^{-1}$ D) $8,2 \cdot 10^{-2}$
B) $3,1 \cdot 10^{-2}$ E) $8,2 \cdot 10^{-3}$
C) $3,1 \cdot 10^{-3}$

- 07.** (UFV-MG) Soluções fisiológicas aquosas de NaCl a 0,9% (m/V) são usadas na limpeza de lentes de contato, nebulização, limpeza de escoriações, etc. As concentrações aproximadas dessas soluções, expressas em mol/L e mg/L, são, respectivamente,

- A) $1,5 \cdot 10^{-2}$ e $9,0 \cdot 10^2$. D) $1,5 \cdot 10^{-1}$ e $9,0 \cdot 10^3$.
B) $1,5 \cdot 10^{-2}$ e $9,0 \cdot 10^3$. E) $1,5 \cdot 10^{-1}$ e $9,0 \cdot 10^2$.
C) $1,5 \cdot 10^{-1}$ e $9,0 \cdot 10^4$.

- 08.** (IFPE-2016) O ácido bórico (H_3BO_3) ou seus sais, como borato de sódio e borato de cálcio, são bastante usados como antissépticos, inseticidas e como retardantes de chamas. Na medicina oftalmológica, é usado como água boricada, que consiste em uma solução de ácido bórico em água destilada.

Sabendo-se que a concentração em quantidade de matéria (mol/L) do ácido bórico, nessa solução, é 0,5 mol/L, assinale a alternativa correta para massa de ácido bórico, em gramas, que deve ser pesada para preparar 200 litros desse medicamento.

Dados: Massas molares, em g/mol: H = 1; B = 11; O = 16

- A) 9 500 C) 6 200 E) 3 900
B) 1 200 D) 4 500

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (FGV-SP-2015) A cachaça é um produto genuinamente brasileiro reconhecido internacionalmente e registrado na Organização Mundial de Comércio. A produção artesanal, com a utilização de alambiques de cobre, atinge 300 milhões de litros por ano. Os apreciadores avaliam que o produto artesanal tem melhor qualidade e sabor do que o produzido em alambiques de aço inoxidável; entretanto a cachaça artesanal apresenta o teor de cobre residual que deve obedecer ao limite máximo de 5 mg/L.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n4/v32n4a04.pdf>> (Adaptação).

A quantidade máxima de cobre, em quilogramas, que pode ser encontrada no volume considerado de cachaça artesanal produzida durante um ano no Brasil e que respeita o limite máximo de cobre nessa bebida é:

- A) $1,5 \cdot 10^2$
 B) $1,5 \cdot 10^3$
 C) $1,5 \cdot 10^4$
 D) $1,5 \cdot 10^5$
 E) $1,5 \cdot 10^6$
- 02.** (UEG-GO-2016) Considere 5 L de uma solução aquosa contendo 146 g de cloreto de sódio que será utilizada como solução de partida para outras de mais baixa concentração. Uma quantidade de 2 mL dessa solução contém uma massa de soluto, em miligramas, de aproximadamente:
- A) 3.
 B) 29.
 C) 58.
 D) 73.
 E) 292.
- 03.** (UNIVAG) Devido à sua propriedade germicida, o permanganato de potássio (KMnO_4) pode ser empregado no tratamento de feridas.
- A massa necessária desse germicida para preparar 2,5 L de solução 0,02 mol/L é, em gramas, igual a:
- A) 1,3.
 B) 9,2.
 C) 22,4.
 D) 39,5.
 E) 7,9.



- 04.** (UECE-2016) O magnésio subministrado na forma de cloreto de magnésio tem papel importante para o fortalecimento dos músculos e nervos, função imunológica, reforça a estrutura óssea, regula os níveis de pressão arterial e o açúcar do sangue, etc. A título experimental, um estudante de bioquímica preparou uma solução de cloreto de magnésio utilizando 200 g de água e 20 g de cloreto de magnésio que passou a ter densidade de 1,10 g/mL. Para essa solução, a concentração em quantidade de matéria é, aproximadamente,

- A) 1,05 mol/L.
 B) 1,20 mol/L.
 C) 1,30 mol/L.
 D) 1,50 mol/L.

- 05.** (UFLA-MG) Preparou-se uma solução de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ de concentração $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Do frasco que continha a solução, foram retirados 25 mL. É incorreto afirmar que, nesses 25 mL, pode-se encontrar:

- A) 0,0025 mol de PO_4^{3-}
 B) 0,10 mol de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
 C) 0,03 mol de H
 D) 0,01 mol de O

- 06.** (UFJF-MG) A cada dia, mais pessoas são vítimas de acidentes de trânsito em função do uso de bebidas alcoólicas. Quando uma pessoa ingere bebidas alcoólicas, o álcool passa rapidamente para a corrente sanguínea e é levado para todas as partes do corpo. Como resultado, a capacidade da pessoa para conduzir veículos é altamente comprometida, tendo em vista que a intoxicação afeta a coordenação motora e a rapidez dos reflexos. De acordo com a legislação brasileira em vigor, uma pessoa está incapacitada para dirigir com segurança se tiver uma concentração de álcool no sangue superior a $0,8 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, 1997.

Pergunta-se: quantos copos de cerveja de 300 mL uma pessoa de porte médio, que tem um volume sanguíneo de aproximadamente 5 litros, pode tomar para ainda estar capacitada a dirigir?

Observação: O cálculo efetuado considera que todo o álcool ingerido passa para o sangue. Na realidade, pode-se ingerir um pouco mais que o calculado e ainda estar dentro do limite legal, tendo em vista que vários mecanismos no organismo se encarregam de eliminar a substância tóxica.

Dado: Teor alcoólico da cerveja = $32 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

- A) 1
 B) 2
 C) 3
 D) 4
 E) Nenhum

07. (UFRGS-RS-2015) O trióxido de arsênio, As_2O_3 , é utilizado como quimioterápico no tratamento de alguns tipos de leucemia mieloide aguda. O protocolo de um determinado paciente indica que ele deva receber uma infusão intravenosa com 4,95 mg de trióxido de arsênio, diluídos em soro fisiológico até o volume final de 250 mL.

A concentração em mol/L de trióxido de arsênio na solução utilizada nessa infusão é:

- A) $1,0 \cdot 10^{-1}$
- B) $2,5 \cdot 10^{-2}$
- C) $1,0 \cdot 10^{-4}$
- D) $2,5 \cdot 10^{-5}$
- E) $1,0 \cdot 10^{-6}$

08. (UFJF-MG) Em um curso de graduação em Química, um professor pede aos alunos que preparem uma solução de hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Assinale a alternativa que apresenta a massa, em gramas, desse composto necessária para preparar 250 mL dessa solução e a concentração dessa solução em $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ou ppm, respectivamente.

- A) 1 000, 40 000
- B) 1, 40 000
- C) 1 000, 4 000
- D) 1, 4 000
- E) 4, 10 000

09. (Unemat-MT-2015) Moradores do "arco do desflorestamento", onde estão concentrados os desmates na Amazônia, estão expostos a um índice de poluição até 17 vezes o limite estabelecido pela OMS (Organização Mundial da Saúde) devido às queimadas, o que resulta em aumento no número de consultas e internações hospitalares [...]. No período das chuvas, a concentração de poluentes produzidos pelas queimadas fica em torno de 15 microgramas por m^3 de ar atmosférico na região amazônica. Na seca (julho a outubro), quando têm início as queimadas, o mesmo indicador sobe para 300 e, em alguns municípios, até 600 microgramas por m^3 .

Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/saude/sd180320091.htm>>. Acesso em: 29 out 2013.

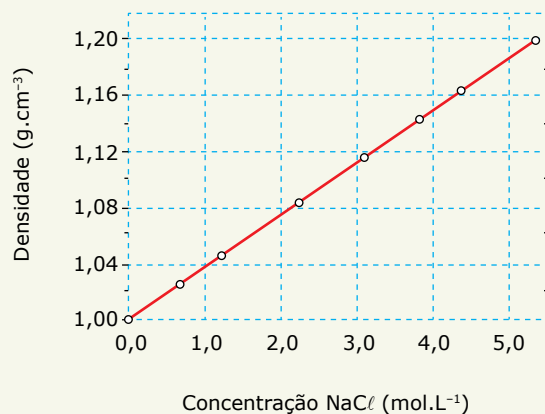
Com base nas concentrações de poluentes referidas no texto, assinale a alternativa que expressa corretamente as concentrações em $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

- A) $15 \cdot 10^{-6}$, $300 \cdot 10^{-5}$, $600 \cdot 10^{-5}$
- B) $1,5 \cdot 10^{-6}$, $3 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$
- C) $15 \cdot 10^{-5}$, $30 \cdot 10^{-5}$, $60 \cdot 10^{-5}$
- D) $15 \cdot 10^{-6}$, $30 \cdot 10^{-5}$, $60 \cdot 10^{-5}$
- E) 15, 300, 600

10. (Albert Einstein-2016) O náilon 6,6 e o poliestireno são polímeros que apresentam diversas aplicações na indústria. Um técnico misturou inadvertidamente amostras desses polímeros.

Dados:

- densidade do náilon 6,6 = $1,14 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- densidade do poliestireno = $1,05 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- massa molar do NaCl = $58,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

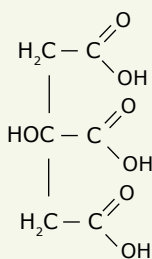


Conhecendo a densidade desses materiais, ele decidiu preparar uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) para separar as amostras. Para tanto, ele utilizou um balão volumétrico de 5,0 L. A massa de NaCl adequada para essa preparação é

- A) 120 g.
- B) 300 g.
- C) 600 g.
- D) 1 300 g.

11. (UNITAU-SP-2016) Indivíduos saudáveis, em jejum de 12 horas, apresentam glicemia de 70 a 99 mg/dL. Para caracterizar o diabetes mellitus, a glicemia em jejum deve ser superior a 125 mg/dL, em duas medidas sucessivas. Considerando-se uma glicemia, em jejum, de 130 mg/dL, e um volume sanguíneo total de 4 litros, quantos milimoles de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) em excesso estarão presentes nesse total de sangue? Considere o limite superior de referência, que corresponde a 99 mg/dL.

- A) 0,172
- B) 0,68
- C) 6,88
- D) 1,72
- E) 0,0068



Ácido cítrico

As concentrações molares de íons sódio e de íons citrato na solução são, respectivamente,

- A) 0,034 mol.L⁻¹ e 0,100 mol.L⁻¹.
- B) 0,394 mol.L⁻¹ e 0,066 mol.L⁻¹.
- C) 0,462 mol.L⁻¹ e 0,100 mol.L⁻¹.
- D) 0,034 mol.L⁻¹ e 0,066 mol.L⁻¹.
- E) 0,360 mol.L⁻¹ e 0,100 mol.L⁻¹.

SEÇÃO ENEM



01. (Enem–2017) A toxicidade de algumas substâncias é normalmente representada por um índice conhecido como DL₅₀ (dose letal mediana). Ele representa a dosagem aplicada a uma população de seres vivos que mata 50% desses indivíduos e é normalmente medido utilizando-se ratos como cobaias. Esse índice é muito importante para os seres humanos, pois, ao extrapolar os dados obtidos com o uso de cobaias, pode-se determinar o nível tolerável de contaminação de alimentos, para que possam ser consumidos de forma segura pelas pessoas. O quadro apresenta três pesticidas e suas toxicidades. A unidade mg/kg indica a massa da substância ingerida pela massa da cobaia.

Pesticidas	DL ₅₀ (mg/kg)
Diazinon	70
Malation	1 000
Atrazina	3 100

Sessenta ratos, com massa de 200 g cada, foram divididos em três grupos de vinte. Três amostras de ração, contaminadas, cada uma delas com um dos pesticidas indicados no quadro, na concentração de 3 mg por grama de ração, foram administradas para cada grupo de cobaias. Cada rato consumiu 100 g de ração.

Qual(ais) grupo(s) terá(ão) uma mortalidade mínima de 10 ratos?

- A) O grupo que se contaminou somente com atrazina.
- B) O grupo que se contaminou somente com diazinon.
- C) Os grupos que se contaminaram com atrazina e malation.
- D) Os grupos que se contaminaram com diazinon e malation.
- E) Nenhum dos grupos contaminados com atrazina, diazinon e malation.

02. (Enem–2017) Um pediatra prescreveu um medicamento, na forma de suspensão oral, para uma criança pesando 16 kg. De acordo com o receituário, a posologia seria de 2 gotas por kg da criança, em cada dose. Ao adquirir o medicamento em uma farmácia, o responsável pela criança foi informado que o medicamento disponível continha o princípio ativo em uma concentração diferente daquela prescrita pelo médico, conforme mostrado no quadro.

Medicamento	Concentração de princípio ativo (mg/gota)
Prescrito	5,0
Disponível comercialmente	4,0

Quantas gotas do medicamento adquirido a criança deve ingerir de modo que mantenha a quantidade de princípio ativo recebida?

- A) 13
- B) 26
- C) 32
- D) 40
- E) 128

03. (Enem–2016) Para cada litro de etanol produzido em uma indústria de cana-de-açúcar são gerados cerca de 18 L de vinhaça que é utilizada na irrigação das plantações de cana-de-açúcar, já que contém teores médios de nutrientes N, P e K iguais a 357 mg/L, 60 mg/L e 2 034 mg/L, respectivamente.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, n. 1, 2007 (Adaptação).

Na produção de 27 000 L de etanol, a quantidade total de fósforo, em kg, disponível na vinhaça será mais próxima de:

- A) 1.
- B) 29.
- C) 60.
- D) 170.
- E) 1 000.

04. (Enem) *Diesel* é uma mistura de hidrocarbonetos que também apresenta enxofre em sua composição. Esse enxofre é um componente indesejável, pois o trióxido de enxofre gerado é um dos grandes causadores da chuva ácida. Nos anos 1980, não havia regulamentação e era utilizado óleo *diesel* com 13 000 p.p.m. de enxofre. Em 2009, o *diesel* passou a ter 1 800 p.p.m. de enxofre (S1 800) e, em seguida, foi inserido no mercado o *diesel* S500 (500 p.p.m.). Em 2012, foi difundido o *diesel* S50, com 50 p.p.m. de enxofre em sua composição. Atualmente, é produzido um *diesel* com teores de enxofre ainda menores.

Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro.

Disponível em: <www.cnt.org.br>.

Acesso em: 20 dez. 2012 (Adaptação).

A substituição do *diesel* usado nos anos 1980 por aquele difundido em 2012 permitiu uma redução percentual de emissão de SO₃ de

- A) 86,2%.
- B) 96,2%.
- C) 97,2%.
- D) 99,6%.
- E) 99,9%.

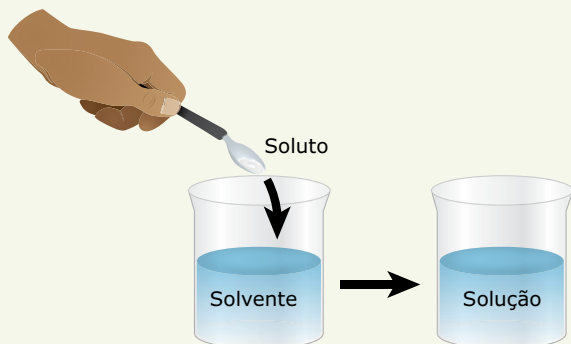
05. (Enem) Todos os organismos necessitam de água e grande parte deles vive em rios, lagos e oceanos. Os processos biológicos, como respiração e fotossíntese, exercem profunda influência na química das águas naturais em todo o planeta. O oxigênio é o elemento dominante na química e na bioquímica da hidrosfera. Devido à sua baixa solubilidade em água (9,0 mg/L a 20 °C) a disponibilidade de oxigênio nos ecossistemas aquáticos estabelece o limite entre a vida aeróbica e anaeróbica. Nesse contexto, um parâmetro chamado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi definido para medir a quantidade de matéria orgânica presente em um sistema hídrico. A DBO corresponde à massa de O_2 em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

BAIRD, C. *Química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2005 (Adaptação).

Dados: Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16.

Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima CH_2O e massa molar igual a 30 g/mol) são dissolvidos em um litro de água; em quanto a DBO será aumentada?

- A) 0,4 mg de O_2 /litro D) 9,4 mg de O_2 /litro
 B) 1,7 mg de O_2 /litro E) 10,7 mg de O_2 /litro
 C) 2,7 mg de O_2 /litro
06. (Enem) Ao colocar um pouco de açúcar na água e mexer até a obtenção de uma só fase, prepara-se uma solução. O mesmo acontece ao se adicionar um pouquinho de sal à água e misturar bem. Uma substância capaz de dissolver o soluto é denominada solvente; por exemplo, a água é um solvente para o açúcar, para o sal e para várias outras substâncias. A figura a seguir ilustra essa citação.



Disponível em: <www.sobiologia.com.br>.
 Acesso em: 27 abr. 2010.

Suponha que uma pessoa, para adoçar seu cafezinho, tenha utilizado 3,42 g de sacarose (massa molar igual a 342 g/mol) para uma xícara de 50 mL do líquido. Qual é a concentração final, em mol/L, de sacarose nesse cafezinho?

- A) 0,02 C) 2 E) 2 000
 B) 0,2 D) 200

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. A
 02. A
 03. C
 04. A
 05. A
 06. B
 07. D
 08. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. B
 02. C
 03. E
 04. A
 05. B
 06. E
 07. C
 08. D
 09. D
 10. C
 11. C
 12. C
 13. A
 14. C
 15. D
 16. E
 17. $[HCl] = 12 \text{ mol.L}^{-1}$.

A força intermolecular existente entre o HCl e a água é denominada dipolo-dipolo ou dipolo-permanente.

18. C

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. D
 02. D
 03. B
 04. D
 05. E
 06. B



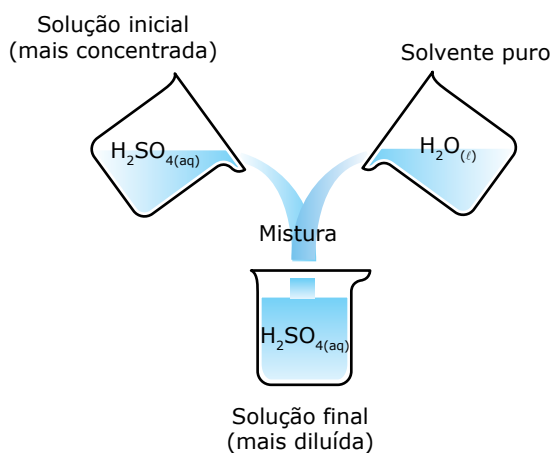
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Diluição e Mistura de Soluções

DILUIÇÃO DE SOLUÇÕES

Diluir uma solução consiste em diminuir a sua concentração, por retirada de soluto ou por adição de solvente puro.

Experimentalmente, adicionar solvente puro é o processo mais utilizado. Assim, a concentração da solução após a diluição (solução final) será sempre menor que a concentração da solução antes da diluição (solução inicial) porque o aumento da massa de solvente leva ao aumento do volume da solução, permanecendo constante a quantidade de soluto.



Equações de diluição

Em um processo de diluição por adição de solvente à solução, a quantidade de soluto (massa, quantidade de matéria, etc.) é sempre constante; logo,

$$m_{1 \text{ inicial}} = m_{1 \text{ final}}$$

Como

$$C_{g,L^{-1}} = \frac{m_1}{V} \therefore m_1 = C_{g,L^{-1}} \cdot V$$

portanto,

$$C_{g,L^{-1} i} \cdot V_i = C_{g,L^{-1} f} \cdot V_f$$

e, ainda,

$$n_{1 \text{ inicial}} = n_{1 \text{ final}}$$

Como

$$C_{mol,L^{-1}} = \frac{n_1}{V} \therefore n_1 = C_{mol,L^{-1}} \cdot V$$

portanto,

$$C_{mol,L^{-1} i} \cdot V_i = C_{mol,L^{-1} f} \cdot V_f$$

lembrando que

$$V_f = V_i + V_{\text{adicionado}}$$

Com base no raciocínio apresentado, pode-se deduzir todas as equações para a diluição, utilizando-se qualquer tipo de unidade de concentração.



Diluição das soluções

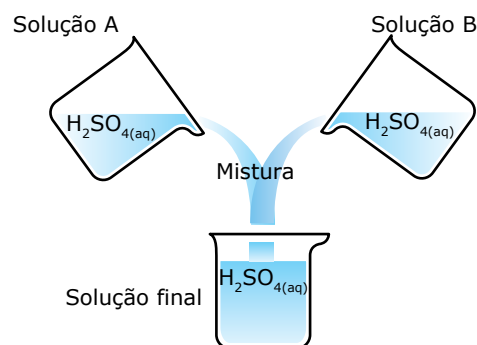
Esse simulador permite que você possa conhecer as vidrarias de um laboratório e entender como é o processo de preparação de uma solução pelo processo de diluição. Bons estudos!



MISTURA DE SOLUÇÕES DE MESMO SOLUTO E MESMO SOLVENTE

A adição pura e simples de uma solução a outra é denominada mistura de soluções.

Quando se misturam duas soluções, contendo o mesmo soluto e o mesmo solvente, na solução final, a quantidade do soluto será igual à soma dessas quantidades do soluto das soluções misturadas, enquanto o volume final resulta da soma dos volumes dessas soluções.



$$C_{g,L^{-1} f} = \text{valor entre } C_{g,L^{-1} A} \text{ e } C_{g,L^{-1} B}$$

$$C_{mol,L^{-1} f} = \text{valor entre } C_{mol,L^{-1} A} \text{ e } C_{mol,L^{-1} B}$$

Equações de uma mistura de soluções

Ao se misturarem duas soluções, a concentração da solução final é dada por uma média ponderada das concentrações das soluções originais.

Significado físico: A concentração da solução final é um valor intermediário à concentração das soluções originais.

Em uma mistura de soluções, as massas e as quantidades de matéria dos solutos se somam, logo,

$$m_{1f} = m_{1A} + m_{1B}$$

$$C_{g,L^{-1}} = \frac{m_1}{V} \quad \therefore m_1 = C_{g,L^{-1}} \cdot V$$

$$C_{g,L^{-1}f} \cdot V_f = C_{g,L^{-1}A} \cdot V_A + C_{g,L^{-1}B} \cdot V_B$$

e, ainda,

$$n_{1f} = n_{1A} + n_{1B}$$

$$C_{mol,L^{-1}} = \frac{n_1}{V} \quad \therefore n_1 = C_{mol,L^{-1}} \cdot V$$

$$C_{mol,L^{-1}f} \cdot V_f = C_{mol,L^{-1}A} \cdot V_A + C_{mol,L^{-1}B} \cdot V_B$$

OBSERVAÇÃO

Para essas equações, os volumes devem estar, obrigatoriamente, na mesma unidade.

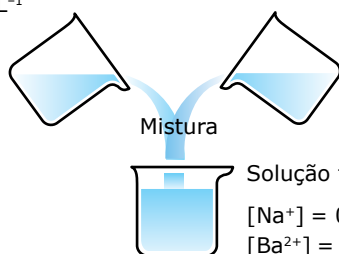
MISTURA DE SOLUÇÕES DE SOLUTOS DIFERENTES

Quando se misturam duas soluções com solutos diferentes, duas situações podem ocorrer. Esses solutos podem ou não reagir entre si.

Sem reação química

Solução A
20 mL de $NaCl_{(aq)}$
0,1 mol.L⁻¹

Solução B
20 mL de $BaCl_{2(aq)}$
0,05 mol.L⁻¹

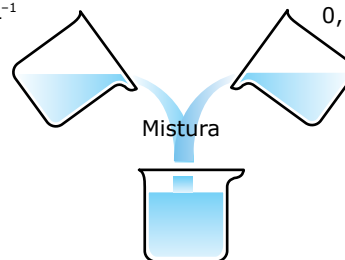


Solução final
[Na⁺] = 0,05 mol.L⁻¹
[Ba²⁺] = 0,025 mol.L⁻¹
[Cl⁻] = 0,1 mol.L⁻¹

Com reação química

Solução A
20 mL de $NaOH_{(aq)}$
0,1 mol.L⁻¹

Solução B
20 mL de $H_2SO_{4(aq)}$
0,1 mol.L⁻¹



Solução final
[Na₂SO₄] = 0,025 mol.L⁻¹ (formou)
[H₂SO₄] = 0,025 mol.L⁻¹ (excesso)

TITULAÇÃO

A titulação é um procedimento que visa determinar a concentração de uma solução, fazendo-a reagir com outra solução de concentração conhecida. Dessa forma, a titulação é uma aplicação importante de misturas de soluções cujos solutos reagem entre si.

Classificação das titulações

As titulações ácido-base dividem-se em:

- A. **Acidimetria:** Determinação da concentração de uma solução ácida.
- B. **Alcalimetria:** Determinação da concentração de uma solução básica.

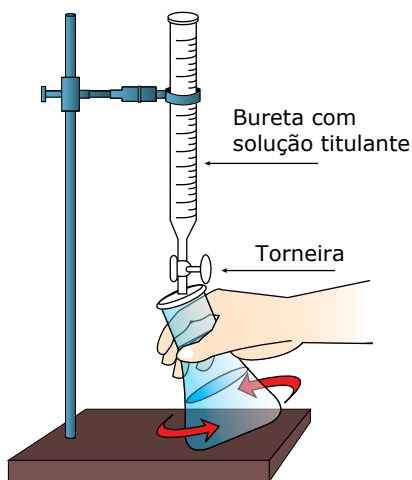
Quando se deseja descobrir a porcentagem de pureza de uma substância em uma mistura, também se realizam titulações.

Realização de uma titulação

A solução ácida ou básica, cuja concentração deve ser definida, é denominada solução-problema ou titulada. Ela é colocada em um erlenmeyer, no qual é adicionada uma substância indicadora¹, fenolftaleína, por exemplo.

Em uma bureta, é colocada a solução de concentração conhecida, solução-padrão ou titulante.

¹ Substância indicadora: Substância química que possui cores específicas em função da constituição do meio. Os indicadores ácido-base possuem coloração diferente para os meios ácido, básico e, algumas vezes, neutro.



Deixa-se escorrer, cuidadosamente, a solução-padrão, observando-se o término da titulação pela mudança de coloração da solução-problema.

O ponto em que há essa mudança de coloração é denominado ponto de viragem. Quando se utiliza fenolftaleína como indicador, e a solução-problema é básica, esse ponto é, exatamente, o ponto em que a neutralização foi completada (o meio se encontra neutro). Entretanto, se a solução-problema for ácida, para se verificar a viragem, é necessário acrescentar uma gota adicional de base, pois a fenolftaleína é incolor em meio ácido e neutro. Na prática, esse excesso é desprezado, pois o volume de uma gota é 0,05 mL.



Titulação



Esse vídeo permitirá que você compreenda como é um processo de titulação ácido-base e o que ocorre microscopicamente durante a reação de neutralização. Boa atividade!

Princípio da equivalência

Toda titulação segue o princípio da equivalência: a neutralização só se completa quando o número de hidrogênios ionizáveis é igual ao número de hidroxilas dissociáveis.

$$\text{Quantidade em mol de } H^+ = \text{Quantidade em mol de } OH^-$$

Como

$$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V} \therefore n = C_{\text{mol.L}^{-1}} \cdot V$$

Quando o número de íons H^+ (ionizáveis) e OH^- (dissociáveis), por fórmula, são iguais, tem-se:

$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot V_{\text{ácido}} = C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} \cdot V_{\text{base}}$$

Quando o número de íons H^+ e OH^- , por fórmula, são diferentes, tem-se, genericamente,

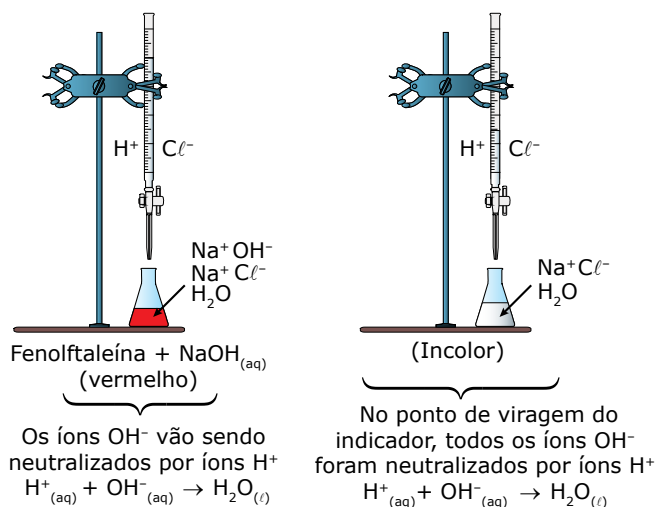
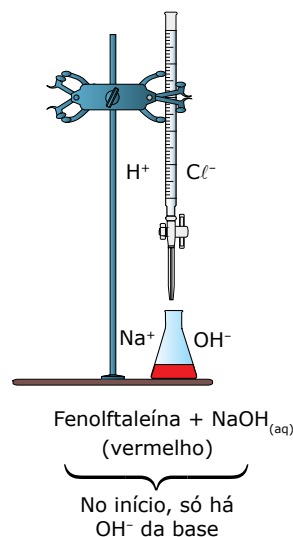
$$x \cdot C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot V_{\text{ácido}} = y \cdot C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} \cdot V_{\text{base}}$$

em que

- x = número de hidrogênios ionizáveis por fórmula.
- y = número de hidroxilas dissociáveis por fórmula.

Análise microscópica da titulação

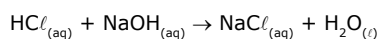
O esquema a seguir mostra a titulação alcalimétrica, em que a solução de ácido clorídrico é a solução-padrão, ao passo que a solução de hidróxido de sódio é a solução-problema. O ponto de viragem da fenolftaleína está na faixa de pH entre 8,3 e 10,0, e é verificado, nesse caso, quando a solução-problema torna-se incolor.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01. Foram gastos 40 mL de solução 0,1 mol.L⁻¹ de NaOH para neutralizar 20 mL de solução de ácido clorídrico. Calcular a concentração da solução de HCl, em mol.L⁻¹.

Resolução:



1 mol de ácido reage com 1 mol de base

$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot V_{\text{ácido}} = C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} \cdot V_{\text{base}}$$

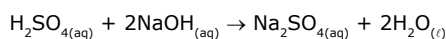
$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot 20 = 0,1 \cdot 40$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$$

02. Um supermercado estava vendendo soda cáustica – NaOH impuro – fora dos padrões estabelecidos no rótulo do produto. Em um teste no Inmetro, foram gastos 10 mL de solução 0,2 mol.L⁻¹ de H₂SO₄ para neutralizar 20 mL de solução aquosa da base. Determinar a massa de NaOH contida nessa amostra.

Dado: M(NaOH) = 40 g.mol⁻¹.

Resolução:



1 mol de ácido reage com 2 mol de base

$$2 \cdot n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

$$2 \cdot C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot V_{\text{ácido}} = C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} \cdot V_{\text{base}}$$

$$2 \cdot 0,2 \cdot 10 = C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} \cdot 20$$

$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$$

Como

$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} = \frac{m_{\text{base}}}{M_{\text{base}} \cdot V_{\text{base}}}$$

$$m_{\text{base}} = 0,2 \text{ mol.L}^{-1} \cdot 0,02 \text{ L} \cdot 40 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m_{\text{base}} = 0,16 \text{ g de NaOH}$$

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFMG) Uma mineradora de ouro, na Romênia, lançou 100 000 m³ de água e lama contaminadas com cianeto, CN⁻_(aq), nas águas de um afluente do segundo maior rio da Hungria.

A concentração de cianeto na água atingiu, então, o valor de 0,0012 mol.L⁻¹. Essa concentração é muito mais alta que a concentração máxima de cianeto que ainda permite o consumo doméstico da água, igual a 0,01 mg.L⁻¹.

Considerando-se essas informações, para que essa água pudesse servir ao consumo doméstico, ela deveria ser diluída, aproximadamente,

- A) 32 000 vezes.
B) 3 200 vezes.
C) 320 vezes.
D) 32 vezes.

02. (UDESC) Assinale a alternativa que corresponde ao volume de solução aquosa de sulfato de sódio, a 0,35 mol/L, que deve ser diluída por adição de água, para se obter um volume de 650 mL de solução a 0,21 mol/L.



- A) 500 mL. D) 600 mL.
B) 136 mL. E) 390 mL.
C) 227 mL.

03. (PUC-Campinas-SP) Cada um dos bastõezinhos espiralados da *Campylobacter jejuni* tem de 0,5 a 5 micrômetros de comprimento. Eles são uma das principais causas de diarreia do mundo, via consumo de água ou de leite contaminados, em geral. Um levantamento feito no Reino Unido em 2000, por exemplo, concluiu que a *C. jejuni* estava por trás de 77% das intoxicações alimentares causadas por bactérias.

REVISTA GALILEU, agosto de 2012. p. 81

Além de estar isenta de micro-organismos, a água potável também deve ter o nível controlado de vários constituintes. Por exemplo, o cloro total livre, usado na desinfecção, tem um limite de 5 mg.L⁻¹ (Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde). Cada litro de água potável que tenha 8 mg.L⁻¹ de cloro total livre, para chegar no limite estabelecido pela legislação, deve ser diluído para um volume, em L, igual a:

- A) 1,2.
B) 1,6.
C) 1,9.
D) 2,2.
E) 2,5.

04. A 100 mL de uma solução 2 mol.L⁻¹ de HCl são misturados 300 mL de outra solução, também, 2 mol.L⁻¹ desse ácido. Metade da solução obtida é diluída ao dobro pela adição de água. A concentração em quantidade de matéria da solução resultante será de

- A) 0,5 mol.L⁻¹.
 B) 1 mol.L⁻¹.
 C) 1,5 mol.L⁻¹.
 D) 2 mol.L⁻¹.
 E) 4 mol.L⁻¹.

05. (OBQ) Quando se mistura 200 mL de uma solução a 5,85% (m/V) de cloreto de sódio com 200 mL de uma solução de cloreto de cálcio que contém 22,2 g do soluto e se adiciona 200 mL de água, obtém-se uma nova solução cuja concentração de íons cloreto é de

- A) 0,1 mol.L⁻¹.
 B) 0,2 mol.L⁻¹.
 C) 1,0 mol.L⁻¹.
 D) 2,0 mol.L⁻¹.
 E) 3,0 mol.L⁻¹.

06. (UFJF-MG) O controle de qualidade para amostras de vinagre, que contém ácido acético (H₃CCOOH), é feito a partir da reação deste com hidróxido de sódio. Sabendo-se que, de modo geral, os vinagres comercializados possuem 3 g de ácido acético a cada 100,0 mL de vinagre, qual seria o volume, em litros, de NaOH 0,5 mol/L gasto para neutralizar 100,0 mL desse vinagre?

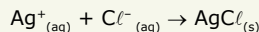
- A) 1,0
 B) 0,5
 C) 0,1
 D) 0,2
 E) 0,25

07. (PUC SP) Na neutralização total de 20 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) foram utilizados 40 mL de uma solução aquosa de ácido fosfórico (H₃PO₄) de concentração 0,10 mol/L. A concentração da solução aquosa de hidróxido de sódio é igual a

- A) 0,012 mol/L.
 B) 0,10 mol/L.
 C) 0,20 mol/L.
 D) 0,30 mol/L.
 E) 0,60 mol/L.

08. (PUC Rio-2016) Uma solução aquosa de nitrato de prata (0,050 mol.L⁻¹) é usada para se determinar, por titulação, a concentração de cloreto em uma amostra aquosa. Exatos 10,00 mL da solução titulante foram requeridos para reagir com os íons Cl⁻ presentes em 50,00 mL de amostra. Assinale a concentração, em mol.L⁻¹ de cloreto, considerando que nenhum outro íon na solução da amostra reagiria com o titulante.

Dado:



- A) 0,005
 B) 0,010
 C) 0,025
 D) 0,050
 E) 0,100

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Fatec-SP-2016) Experiência – Escrever uma mensagem secreta no laboratório

Materiais e Reagentes Necessários

- Folha de papel
- Pincel fino
- Difusor
- Solução de fenolftaleína
- Solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L ou solução saturada de hidróxido de cálcio

Procedimento Experimental

Utilizando uma solução incolor de fenolftaleína, escreva com um pincel fino uma mensagem numa folha de papel.

A mensagem permanecerá invisível.

Para revelar essa mensagem, borrife a folha de papel com uma solução de hidróxido de sódio ou de cálcio, com o auxílio de um difusor.

A mensagem aparecerá magicamente com a cor vermelha.

Explicação

A fenolftaleína é um indicador que fica vermelho na presença de soluções básicas, nesse caso, uma solução de hidróxido de sódio ou de cálcio.

Disponível em: <<http://tinyurl.com/o2vav8v>>

Acesso em: 31 ago. 2015 (Adaptação).

Um aluno da Fatec foi ao laboratório de Química para realizar esse experimento. Lá ele encontrou apenas uma solução aquosa de NaOH de concentração 0,5 mol/L.

Para realizar a experiência na concentração descrita no texto, a partir da solução que ele encontrou, deverá realizar uma

- A) diluição com água.
 B) evaporação de água.
 C) dissolução de NaOH sólido.
 D) titulação de precipitação de NaOH.
 E) mistura com uma solução de NaCl.

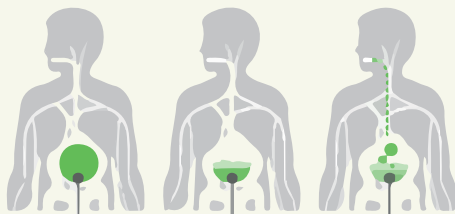
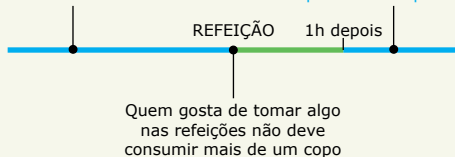
02. (UFU-MG)

Beber durante as refeições

As nutricionistas Marie Alvarenga e Beatriz Botêquiu dizem o que se deve ou não fazer

O ideal é beber antes de comer

Após se alimentar, a pessoa deve esperar cerca de uma hora para beber líquidos



O estômago tem capacidade para 2 litros de sólidos e líquidos

Quanto mais uma pessoa bebe, mais as enzimas da digestão ficam diluídas

Bebidas com gás também podem causar azia, queimação e gastrite



Alimentos em geral, legumes e frutas já concentram água, então é impossível comer sem ingerir líquidos



Água é sempre melhor que suco, porque, além de ele ser calórico, atrasa a digestão



Refrigerante engorda, dilata o estômago, contém muito sódio e favorece a formação de gases – o que ocorre também com a água com gás

Disponível em: <<http://g1.globo.com>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

De acordo com a figura, o consumo de líquidos durante as refeições deve ser evitado, porque

- dilui o suco gástrico, diminuindo sua concentração e dificultando a digestão.
- causa azia e, após diluir o suco gástrico, aumenta sua concentração.
- dilata o estômago, favorecendo a digestão e aumentando a concentração de ácido.
- engorda, uma vez que melhora o processo digestivo e a liberação dos nutrientes.

03. (UNIFICADO-RJ) Erros de medicação têm sido apontados como a causa de cerca de 8 mil mortes por ano no Brasil. Um exemplo dessa situação está apontado no fragmento de notícia a seguir: "Uma mulher morreu depois de ficar dez dias internada para tratar de uma pneumonia num hospital da zona oeste de São Paulo. Segundo familiares, a paciente de 28 anos teria recebido direto na veia uma medicação que deveria ser diluída em soro. Depois de uma parada respiratória, ela ficou na UTI (Unidade de Tratamento Intensivo) e morreu após voltar para o quarto, 24 horas depois."

Disponível em: <<http://noticias.r7.com/sao-paulo/noticias/apos-morte-de-paciente-familia-acusa-hospital-de-aplicar-medicao-errada-20110905.html>>. Acesso em: 05 out. 2012.

Segundo a família, a diluição do medicamento poderia ter evitado a morte da paciente. Assim, deveria ter sido realizada a

- adição de um soluto sólido a um solvente líquido.
- adição de mais solvente a uma solução, diminuindo a concentração do soluto.
- adição de um reagente padrão a uma solução de analito até que a reação entre os dois se complete.
- separação de dois componentes de uma mistura heterogênea pela diferença de densidade.
- separação de uma mistura heterogênea composta por uma fase sólida e uma fase fluida através da passagem por um material poroso semipermeável.

04. (Mackenzie-SP-2016) 200 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico de concentração igual a 1 mol.L^{-1} foram misturados a 300 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração igual a 2 mol.L^{-1} . Após o final do processo químico ocorrido, é correto afirmar que

- a concentração do ácido excedente, na solução final, é de $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$.
- a concentração da base excedente, na solução final, é de $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$.
- a concentração do sal formado, na solução final, é de $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$.
- a concentração do sal formado, na solução final, é de $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
- todo ácido e toda base foram consumidos.

05. (UnirG-TO) O hipoclorito de sódio NaClO é utilizado como agente de limpeza, popularmente conhecido em solução como "água sanitária", é usualmente vendido numa concentração de 2,5%. Entre as várias propriedades químicas tem como característica principal a decomposição da gordura. Qual o volume que você necessitaria para produzir 5 L de água sanitária a 2,0%, a partir de uma solução de concentração 10%?

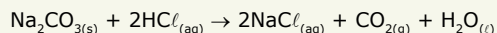
- 1 000 mL.
- 500 mL.
- 2 500 mL.
- 2 000 mL.

06. (UEG-GO-2016) Uma solução estoque de hidróxido de sódio foi preparada pela dissolução de 4 g do soluto em água, obtendo-se ao final 100 mL e, posteriormente, determinado volume foi diluído para 250 mL obtendo-se uma nova solução de concentração igual a $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$. O volume diluído, em mL da solução estoque, é aproximadamente:

- 26.
- 37.
- 50.
- 75.

07. (PUC-SP-2016) Após determinado processo industrial, obtém-se uma mistura contendo sulfato de sódio (Na_2SO_4) e carbonato de sódio (Na_2CO_3). Uma amostra contendo 10,0 g dessa mistura foi completamente neutralizada com 100 mL de uma solução $1,00 \text{ mol.L}^{-1}$ de HCl .

O sulfato de sódio não reage com ácido clorídrico e o carbonato de sódio reage segundo a reação representada a seguir.



O teor de carbonato de sódio na mistura é de

- A) 44%. B) 53%. C) 70%. D) 90%.

- 08.** (UEMG-2015) Um desodorante vendido comercialmente nas farmácias traz a seguinte descrição do produto:

Lysoform Primo Plus - desodorante corporal que previne e reduz os maus odores, deixando uma agradável sensação de limpeza e frescor. Insostituível na higiene diária, garante o bem-estar e a tranquilidade para o convívio social.

Finalidade: Desodorizar e higienizar o corpo.

Modo de Usar: Usar uma solução contendo 8 tampas (32 mL) de Lysoform Primo Plus para cada 1 litro de água.

Seguindo as orientações do fabricante, uma pessoa que preparar uma solução do produto com 250 mL de água terá que adicionar quantas tampas da solução de Lysoform?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

- 09.** (CMMG) A 10,0 mL de uma solução de AgNO_3 , de concentração 0,200 mol/L, são adicionados 15,0 mL de uma solução de CaCl_2 , de concentração 0,100 mol/L, formando-se, na mistura resultante, um precipitado de cloreto de prata. Considerando as informações dadas e supondo que o precipitado que se forma seja completamente insolúvel, é correto afirmar que, na solução em contato com o precipitado, a concentração dos íons é

- A) Cl^- igual a 0,0400 mol/L.
 B) Ag^+ igual a 0,00200 mol/L.
 C) NO_3^- igual a dos íons Cl^- .
 D) Ca^{2+} menor do que a dos íons Ag^+ .

- 10.** (CMMG) A 50 mL de uma solução aquosa 0,20 mol/L em BaCl_2 acrescentou-se 150 mL de uma solução aquosa 0,10 mol/L em Na_2SO_4 . Supondo que a precipitação de BaSO_4 tenha sido completa, quais serão as concentrações, em mol/L, de Cl^- e SO_4^{2-} , respectivamente, na mistura final?

- A) 0,05 e 0,00. C) 0,40 e 0,05.
 B) 0,05 e 0,25. D) 0,10 e 0,025.

- 11.** (UEM-PR) A aplicação de fertilizantes líquidos em lavouras depende fundamentalmente da formulação do fertilizante e do tipo de lavoura. A tabela a seguir apresenta as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) que devem estar presentes no fertilizante de uma determinada lavoura. Sabendo-se que um agricultor possui três formulações aquosas estoque de fertilizante: a primeira (1) contendo 0 g/L de nitrogênio, 60 g/L de fósforo e 40 g/L de potássio; a segunda (2) contendo 50 g/L e nitrogênio, 50 g/L de fósforo e 0 g/L de potássio; e a terceira (3) 40 g/L de nitrogênio, 0 g/L de fósforo e 60 g/L de potássio, assinale a(s) alternativa(s) correta(s) a respeito das formulações de fertilizante ótimas para cada lavoura.

Concentração de fertilizante (g/L)

Lavoura	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
A	0,40	0,60	1,00
B	1,00	2,20	0,80
C	0,45	0,25	0,3

01. Para a lavoura A, deve ser feita uma solução contendo 50 mL da formulação (1) e 50 mL da formulação (3), diluindo-se em seguida para um volume final de 5 litros.

02. As formulações estoque podem ser preparadas a partir dos sais nitrato de amônia, fosfato monoácido de cálcio e cloreto de potássio.

04. Para se preparar a primeira solução estoque (1), em relação ao K, pode-se usar, aproximadamente, 1,025 mol de KCl dissolvido em 1 litro de água.

08. Além de NPK, fertilizantes podem conter outros compostos em menor proporção, fontes de micronutrientes, como Fe, Zn, Mn e Cu.

16. Para a lavoura C, deve ser feita uma solução contendo 150 mL da formulação (2) e 150 mL da formulação (3), diluindo-se em seguida a um volume final de 15 litros.

Soma ()

- 12.** (UEMA) No laboratório de química da UEMA, um aluno encontrou 100 mL de uma solução de HNO_3 0,25 mol/L e procedeu com a seguinte rotina de trabalho:

- I. Adicionou 150 mL de água a essa solução;
 II. Mediu 50 mL da solução diluída e misturou com 100 mL de solução de KOH à 0,5 mol/L.

Em relação à solução resultante da mistura, pode-se afirmar que o seu caráter e a sua concentração molar são, respectivamente,

- A) ácido e 0,1. D) alcalino e 0,1.
 B) ácido e 0,033. E) alcalino e 0,36.
 C) alcalino e 0,033.

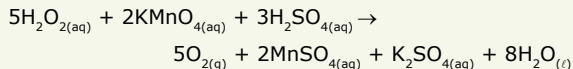
SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem-2015) A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5 000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- A) 26 C) 45 E) 82
 B) 41 D) 51

- 02.** (Enem) O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:



ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. *Introdução aos cálculos da Química*. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- A) $2,0 \cdot 10^0$ mol. D) $8,0 \cdot 10^{-4}$ mol.
 B) $2,0 \cdot 10^{-3}$ mol. E) $5,0 \cdot 10^{-3}$ mol.
 C) $8,0 \cdot 10^{-1}$ mol.
- 03.** Um dos problemas correntes do vinagre brasileiro é a designação de vinagre de vinho a produtos elaborados com álcool de cana-de-açúcar e pequena quantidade de vinho. Isso acontece devido ao menor preço do álcool de cana-de-açúcar em relação ao vinho. Considera-se, ainda, que com um litro de vinho obtêm-se entre dois e dois e meio litros de vinagre, enquanto que um litro de álcool produz entre 18 L e 20 L de vinagre, com 4% de ácido acético. Esse procedimento deixou de utilizar um volume considerável de vinho, com prejuízo para as regiões produtoras, para a tipicidade e a qualidade do vinagre de vinho.

RIZZON, L. A. *Sistema de produção de vinagre*. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/legislacao.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2019. [Fragmento]

Com o objetivo de determinar se um certo vinagre corresponde ao padronizado, um técnico recolheu uma amostra de 50 mL desse vinagre que, em seguida, foi titulada com 25 mL de uma solução 0,1 mol.L⁻¹ de NaOH.

Dado de massa molecular: CH₃COOH (60 u).

Dessa forma, pode-se dizer que o vinagre analisado, se comparado ao vinagre padronizado, apresenta um teor de ácido acético

- A) 10 vezes menor. D) 50 vezes menor.
 B) 20 vezes menor. E) 100 vezes menor.
 C) 40 vezes menor.
- 04.** Frutas e verduras devem ser corretamente higienizadas antes de consumidas, a fim de evitar a contaminação por diversos microrganismos patogênicos. O primeiro passo é deixá-los de molho por 30 minutos em uma solução de água e cloro. O recomendado é que se utilize uma colher de sopa (cerca de 2 mL) de hipoclorito de sódio a 2,5% m/V para cada litro de água. Em seguida, os alimentos devem ser lavados em água corrente para garantir a eliminação de todo o cloro restante.

A partir dessas informações, a massa de hipoclorito de sódio, em gramas, presente em 500 mL da água clorada, utilizada na lavagem de frutas e verduras, é de

- A) 0,025. D) 0,5.
 B) 0,05. E) 2,5.
 C) 0,25.
- 05.** Os alvejantes são produtos muito utilizados para o branqueamento de tecidos e limpeza de pisos, paredes e sanitários. São popularmente conhecidos como água sanitária. O quadro a seguir apresenta algumas informações retiradas do rótulo de um desses produtos.

INSTRUÇÕES DE USO

LAVAGEM DE ROUPAS: Para alvejar, adicione 1 copo (200 mL) de alvejante para cada 20 litros de água, deixando de molho por 1 hora. Para a remoção de manchas difíceis, adicione 1 copo (200 mL) de alvejante para cada 5 litros de água e deixe de molho por 15 minutos.

COMPOSIÇÃO: Hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio, cloreto de sódio, água e perfume.

TEOR DE CLORO ATIVO: Entre 2,0% e 2,5%.

Uma dona de casa preparou, seguindo as instruções do rótulo, uma solução para a remoção de manchas difíceis. Nesse preparo, a solução original foi diluída

- A) 5 vezes. D) 26 vezes.
 B) 20 vezes. E) 101 vezes.
 C) 25 vezes.

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. B 03. B 05. C 07. E
 02. E 04. B 06. C 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. A 07. B
 02. A 08. B
 03. B 09. A
 04. B 10. D
 05. A 11. Soma = 15
 06. B 12. C

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. B 03. A 05. D
 02. D 04. A



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Introdução à Cinética Química

Existem milhares de reações químicas conhecidas atualmente e outras milhares que ainda estão por ser descobertas. Algumas dessas reações se processam com uma rapidez espantosa, outras, porém, são muito lentas. Com a finalidade de caracterizar a rapidez ou a lentidão com que as reações químicas ocorrem, foi introduzida a grandeza velocidade de reação. A parte da Química que estuda a velocidade de reação e os fatores que nela interferem é denominada Cinética Química.

VELOCIDADE MÉDIA

A velocidade média de uma reação é definida como:

$$v = \frac{\Delta \text{ quantidade}}{\Delta \text{ tempo}}$$

A quantidade poderá ser medida em

- quantidade de matéria (número de mols);
- volume;
- concentração molar, mol.L⁻¹, ou [].

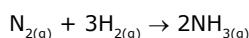
Normalmente, utilizamos

$$v = \frac{\Delta [\text{reagentes ou produtos}]}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad v = \frac{[]_f - []_i}{\Delta t}$$

Tipos de velocidade média

Vamos agora analisar as velocidades das reações em função da variação da concentração de reagente e / ou produtos.

Tomemos como exemplo a reação de síntese da amônia:



N₂ e H₂ são reagentes e com o decorrer da reação deverão ser consumidos.

O NH₃ é o produto; inicialmente, sua concentração é zero e, com o decorrer do tempo, à medida que o composto é formado, sua concentração aumentará.

OBSERVAÇÃO

1, 3 e 2 são os coeficientes estequiométricos que indicam as proporções (em quantidade de matéria) em que a reação se processa.

Velocidade média de consumo dos reagentes

A velocidade de consumo é definida para medir a rapidez ou a lentidão com que os reagentes são consumidos.

A velocidade de consumo é negativa, pois []_f < []_i.

Para a reação em questão, temos:

Velocidade de consumo de N₂:

$$V_{c_{N_2}} = \frac{\Delta [N_2]}{\Delta t}$$

OBSERVAÇÃO

Alguns vestibulares desconsideram o sinal negativo da velocidade média de consumo dos reagentes, pois o único significado desse sinal é que a quantidade de reagente em análise diminui com o passar do tempo.

Velocidade média de formação dos produtos

A velocidade de formação é medida em função da rapidez ou da lentidão com que os produtos são formados.

A velocidade de formação é sempre positiva, pois []_f > []_i.

Para a reação em questão, temos:

Velocidade de formação do NH₃:

$$V_{f_{NH_3}} = \frac{\Delta [NH_3]}{\Delta t}$$

Velocidade média do processo

A velocidade média poderá ser definida em função da quantidade de reagentes e / ou produtos, levando-se em consideração os coeficientes estequiométricos em questão. Estamos garantindo que a velocidade da reação será calculada por mol de reagente ou produto.

Para a reação em questão, temos:

$$v_m = \frac{|\Delta N_2|}{\Delta t} = \frac{|\Delta H_2|}{3\Delta t} = \frac{|\Delta NH_3|}{2\Delta t}$$

em que 1, 3 e 2 são os coeficientes estequiométricos.

A velocidade média é determinada em módulo.

A partir da velocidade média, vamos fazer algumas considerações.

$$v_m = \frac{|\Delta[N_2]|}{1 \cdot \Delta t} = \frac{|\Delta[H_2]|}{3 \cdot \Delta t} = \frac{|\Delta[NH_3]|}{2 \cdot \Delta t}$$

Logo,

$$v_m = \frac{|v_{C_{N_2}}|}{1} = \frac{|v_{C_{H_2}}|}{3} = \frac{|v_{f_{NH_3}}|}{2}$$

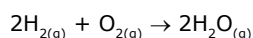
ou

$$v_{C_{N_2}} = \frac{v_{C_{H_2}}}{3} \text{ e } v_{C_{N_2}} = \frac{v_{f_{NH_3}}}{2}$$

e ainda

$$v_{C_{H_2}} = \frac{v_{f_{NH_3}}}{2}$$

Vamos admitir que tenhamos os seguintes dados experimentais tabelados para a reação de síntese da água:



[H ₂]/ mol.L ⁻¹	[O ₂]/ mol.L ⁻¹	[H ₂ O]/ mol.L ⁻¹	Tempo/ min
12,00	10,00	0,00	0,00
8,00	8,00	4,00	50,00
6,00	7,00	6,00	100,00
5,00	6,50	7,00	150,00
4,50	6,25	7,50	200,00

A velocidade de consumo de O₂ no intervalo de 0 a 50 minutos é:

$$v_{CO_2} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{8 - 10}{50 - 0} = -\frac{2}{50} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

VELOCIDADE INSTANTÂNEA

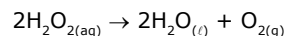
A velocidade da reação em um determinado instante t é denominada velocidade instantânea. Um instante corresponde a um intervalo de tempo (Δt) que tende a zero.

Podemos determinar a velocidade instantânea baseando-se na Lei da Ação das Massas (assunto a ser abordado em um módulo posterior) ou por meio da análise das curvas que representam as variações das quantidades de reagentes ou produtos em função do tempo da reação. Tais curvas podem ser obtidas experimentalmente.

A velocidade de uma reação, em um dado instante t, é dada pelo módulo da inclinação da reta tangente à curva de variação da concentração de reagentes ou de produtos em função do tempo.

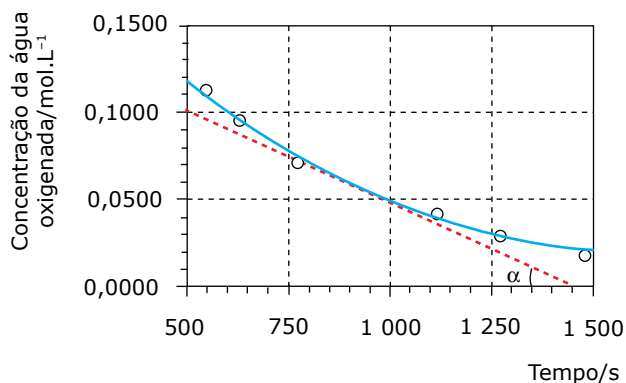
O ângulo da inclinação da reta tangente a cada ponto da curva irá indicar a velocidade instantânea da reação nesse ponto. Quanto menor for o ângulo de inclinação, menor será a velocidade instantânea.

Tomemos, como exemplo, a reação de decomposição da água oxigenada:



O gráfico a seguir representa a variação da concentração de H₂O_{2(aq)} em função do tempo. A linha cheia foi obtida com base em dados experimentais.

Cinética de decomposição da água oxigenada catalisada por cloreto férrico



Vestibular UFMG, 2006 (segunda etapa).

A linha tracejada no gráfico mostra a reta tangente para o tempo de 950 s. Portanto, a velocidade instantânea será igual à tangente do ângulo α, ângulo estabelecido entre a reta tracejada e o eixo do tempo.

tg α = cateto oposto / cateto adjacente










$$\text{tg } \alpha = \frac{|\Delta[H_2O_{2(aq)}]|}{\Delta [t]}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{|[H_2O_{2(aq)}]_{1450 \text{ s}} - [H_2O_{2(aq)}]_{500 \text{ s}}|}{1450 - 500}$$

ANÁLISE GRÁFICA DA VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO QUÍMICA



As linhas que descrevem a evolução de uma reação podem ser dos seguintes tipos:

	Linha	Significado
Reta	 com inclinação positiva ou  com inclinação negativa	Velocidade constante e diferente de zero
Reta	 com inclinação igual a zero e paralela ao eixo do tempo	Velocidade constante e igual a zero (a reação pode ter se completado ou atingido o estado de equilíbrio)
Curva	 ou 	Velocidade variável e diferente de zero, diminuindo com o passar do tempo
Descendente	 ou 	Velocidade de consumo dos reagentes
Ascendente	 ou 	Velocidade de formação dos produtos

Reações com velocidades constantes

As reações químicas que apresentam velocidade constante são aquelas em que a inclinação da reta tangente, em um determinado instante (velocidade instantânea), é constante e as linhas que descrevem a evolução desse tipo de reação são sempre uma linha reta.

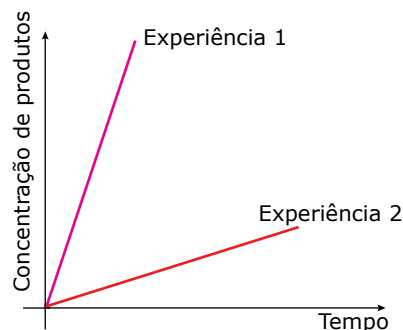


Gráfico 1.

O gráfico 1 contém informações sobre a evolução de uma mesma reação em condições experimentais diferentes. Ambas as experiências ocorrem com velocidade constante. Contudo, a velocidade de formação do produto na experiência 1 é maior, pois a inclinação da reta que descreve a sua evolução é maior do que a inclinação da reta que descreve a evolução da reação 2.

Quando a reta apresenta inclinação igual a zero, ou seja, a reta é paralela ao eixo do tempo, a reação se completou ou atingiu o estado de equilíbrio.

Reações com velocidades variáveis

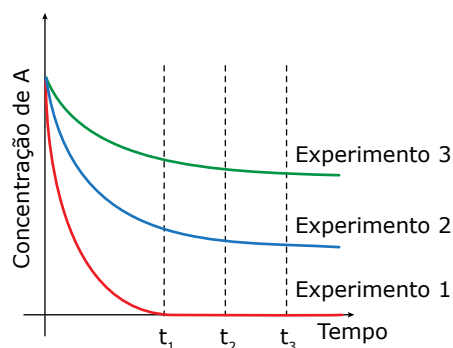


Gráfico 2.

O gráfico 2 contém informações sobre a evolução de três reações nas mesmas condições experimentais. As experiências ocorrem a velocidades variáveis com o tempo. Contudo, a velocidade de consumo do reagente no experimento 1 é a maior de todas, pois a inclinação da reta tangente à curva que descreve o consumo do reagente, em módulo, é maior do que a das demais.

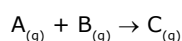
A velocidade de consumo do reagente no experimento 3 é a menor de todas, pois a inclinação da reta tangente à curva que descreve o consumo do reagente, em módulo, é menor do que nos demais experimentos.

Reações irreversíveis

As reações irreversíveis são aquelas em que há o consumo total de pelo menos um dos reagentes, ou seja, não há conversão de produto novamente em reagente.

No gráfico 2, temos certeza de que a única reação que é irreversível é a reação que ocorreu no experimento 1, pois, a partir do tempo t_1 , a quantidade de reagente é igual a zero.

A tabela 1 descreve a evolução de uma reação irreversível entre os reagentes A e B, originando o produto C, no experimento 1:

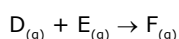


Tempo	[A]/mol.L ⁻¹	[B]/mol.L ⁻¹	[C]/mol.L ⁻¹
t_0	10	10	0
t_1	5	5	5
t_2	2	2	8
t_3	1	1	9
t_4	0	0	10
t_5	0	0	10

Tabela 1.

Observe que, a partir do tempo t_4 , a concentração de reagentes e produtos não mais se altera e os reagentes foram totalmente consumidos, ou seja, a reação não apresenta reagentes em excesso.

A tabela 2 descreve a evolução de uma reação irreversível entre os reagentes D e E, originando o produto F no experimento 2, e possui um reagente em excesso:



Tempo	[D]/mol.L ⁻¹	[E]/mol.L ⁻¹	[F]/mol.L ⁻¹
t_0	10	12	0
t_1	5	7	5
t_2	2	4	8
t_3	1	3	9
t_4	0	2	10
t_5	0	2	10

Tabela 2.

Observe que, a partir do tempo t_4 , a concentração de reagentes e produtos não mais se altera e o reagente D foi totalmente consumido, mas o reagente E ainda apresenta concentração diferente de zero, ou seja, a reação apresenta reagente E em excesso.

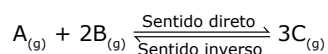
Reações reversíveis

As reações reversíveis são reações em que não há o consumo total dos reagentes, ou seja, há conversão de parte do produto novamente em reagente.

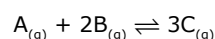
O sentido da reação em que os reagentes se convertem em produtos é denominado sentido direto.

O sentido da reação em que os produtos se convertem em reagentes é denominado sentido inverso.

Uma reação reversível é representada por duas setas de sentido contrário.



Toda reação reversível atinge o estado de equilíbrio. O estado de equilíbrio é obtido quando a velocidade com a qual o reagente se converte em produto é igual à velocidade com a qual o produto se converte em reagente.



Tempo	[A]/mol.L ⁻¹	[B]/mol.L ⁻¹	[C]/mol.L ⁻¹
t_0	10	14	0
t_1	8	10	6
t_2	6	6	12
t_3	4	2	18
t_4	4	2	18
t_5	4	2	18

Tabela 3.

Observe que nenhum dos reagentes é completamente consumido, mas, a partir do tempo t_3 , a variação da concentração dos reagentes e produtos é igual a zero. Isso ocorre porque as velocidades instantâneas de consumo dos reagentes é igual à velocidade instantânea de formação desses reagentes. A velocidade média da reação, porém, é igual a zero, pois a variação da concentração da espécie química monitorada também é igual a zero.

Análise gráfica de reações irreversíveis e reversíveis

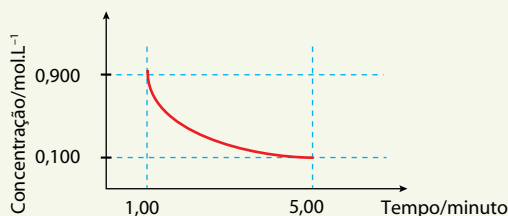
No gráfico 2, temos a certeza de que a única experiência cuja reação é irreversível é a reação que ocorre no experimento 1, pois, a partir do tempo t_1 , a quantidade de reagente é igual a zero.

As reações que ocorrem nos experimentos 2 e 3 se completaram, com o reagente A em excesso (o reagente não foi totalmente consumido), ou atingiram o estado de equilíbrio, a partir dos tempos t_2 e t_3 , respectivamente.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



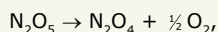
01. (UFMG) Analise este gráfico, em que está representada a variação da concentração de um reagente em função do tempo em uma reação química:



Considerando-se as informações desse gráfico, é correto afirmar que, no intervalo entre 1 e 5 minutos, a velocidade média de consumo desse reagente é de

- A) 0,200 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- B) 0,167 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- C) 0,225 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- D) 0,180 mol.L⁻¹.min⁻¹.

02. (UFMG) A rapidez de decomposição do óxido de nitrogênio (V),



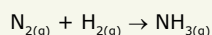
foi estudada a 35 °C, sendo obtidos os seguintes dados:

Tempo (s)	Concentração de N ₂ O ₅ em mol.L ⁻¹
0	2,35
180	2,05
360	1,90
540	1,72

A rapidez média da reação no intervalo de tempo correspondente a 360 para 540 segundos é igual a

- A) 2,2 . 10⁻⁴ mol.L⁻¹.s⁻¹.
- B) 1,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹.s⁻¹.
- C) 3,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹.s⁻¹.
- D) 6,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹.s⁻¹.
- E) 1,8 . 10⁻¹ mol.L⁻¹.s⁻¹.

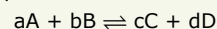
03. (UniCEUB-DF) Num recipiente fechado, ocorre a reação de síntese da amônia:



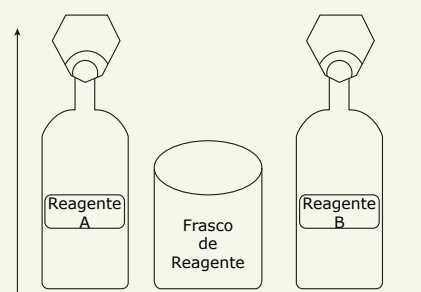
Verifica-se que 0,20 mol de N_{2(g)} são consumidos num intervalo de 5 minutos. As velocidades médias (mol.min⁻¹) da reação de consumo do N_{2(g)} e do H_{2(g)} são, respectivamente,

- A) 0,02 e 0,04.
- B) 0,04 e 0,12.
- C) 0,02 e 0,06.
- D) 0,40 e 1,2.
- E) 2 e 3.

04. (UNAERP-SP) A relação a seguir mostra a variação da concentração de uma substância A, em função do tempo em uma reação química:



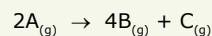
Tempo (min)	[A] mol/L
0,0	11,0
2,0	7,0
4,0	4,3
6,0	3,0
8,0	2,0
10,0	1,0
12,0	0,5
14,0	0,3
16,0	0,2
18,0	0,2



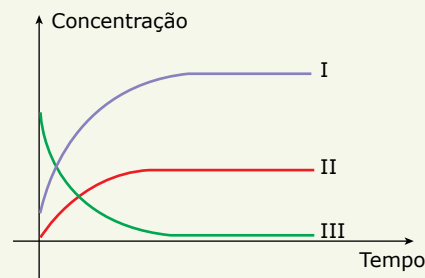
Qual será o valor da velocidade média da reação de A correspondente ao intervalo entre 4 e 14 minutos?

- A) 4,0 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- B) 0,40 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- C) 1,4 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- D) 25 mol.L⁻¹.min⁻¹.
- E) 2,5 mol.L⁻¹.min⁻¹.

05. (UFPA-MG) Considere a reação de decomposição:

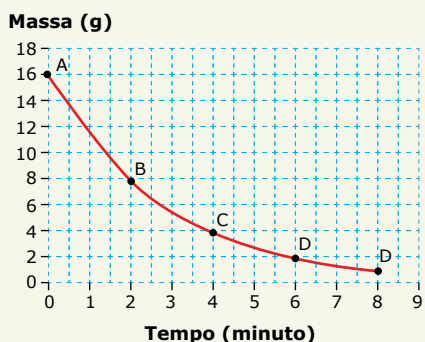


Representando em um gráfico a variação das concentrações de reagente e produtos em função do tempo, é correto afirmar que as curvas I, II e III representam, respectivamente:



- A) B, A, C
- B) B, C, A
- C) C, B, A
- D) A, B, C

- 06.** (UFCG-PB) Durante muitos anos, a gordura saturada foi considerada a grande vilã das doenças cardiovasculares. Agora, o olhar vigilante de médicos e nutricionistas volta-se contra a prima dela, cujos efeitos são ainda piores: a gordura *trans* (que é um composto com ligação dupla). Durante a hidrogenação catalítica que transforma o óleo de soja em margarina, ligações duplas tornam-se ligações simples. O gráfico a seguir representa a variação da massa da gordura *trans* em função do tempo.



Interprete o gráfico e assinale a alternativa incorreta.

- A) A velocidade média entre os pontos B e C é de 2 g/min.
 - B) A velocidade média da reação, para um mesmo intervalo de tempo, aumenta com a passagem do tempo.
 - C) A velocidade média entre os pontos A e B é maior do que a entre os pontos D e E.
 - D) A velocidade média entre os pontos B e C é diferente da velocidade média entre os pontos B e D.
 - E) A velocidade no início da reação é diferente de zero.
- 07.** (UFG-GO) O diagnóstico de doenças tropicais pode ser realizado por meio do uso de biossensores. Esses dispositivos monitoram a reação entre antígenos e anticorpos, que normalmente resultam na formação de um complexo colorido. A tabela a seguir apresenta as concentrações do complexo AB formado em função do tempo em uma reação entre um antígeno A e um anticorpo B na proporção estequiométrica de 1:1.

Tempo (s)	0	5	10	15	20
[AB] ($\cdot 10^{-6}$ mol/L)	0	40	65	80	87

A partir dos dados apresentados,

- A) esboce o gráfico que represente a cinética de formação do complexo AB colorido.
- B) calcule a velocidade média da reação.

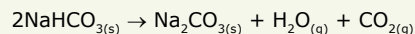
- 08.** (FUVEST-SP) Para uma dada reação química, expressa como $A \rightarrow B$, sabe-se que a concentração de A reduz-se à metade em cada intervalo de 30 minutos.

- A) Se a concentração inicial de A for de $1,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, após quanto tempo ela atingirá o valor de $0,125 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
- B) A velocidade dessa reação é constante, aumenta ou diminui com o tempo? Justifique sua resposta.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

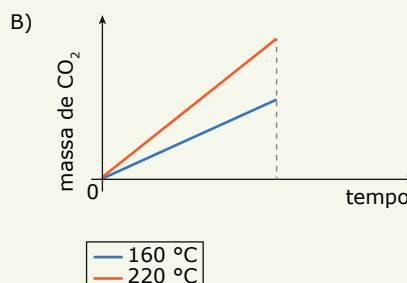
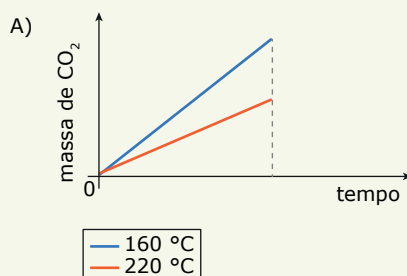


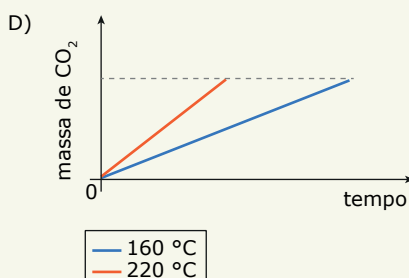
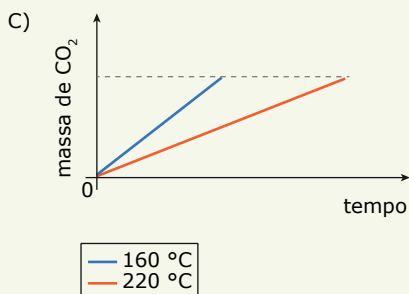
- 01.** (UERJ-2016) No preparo de pães e bolos, é comum o emprego de fermentos químicos, que agem liberando gás carbônico, responsável pelo crescimento da massa. Um dos principais compostos desses fermentos é o bicarbonato de sódio, que se decompõe sob a ação do calor, de acordo com a seguinte equação química:



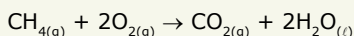
Considere o preparo de dois bolos com as mesmas quantidades de ingredientes e sob as mesmas condições, diferindo apenas na temperatura do forno: um foi cozido a $160 \text{ }^\circ\text{C}$ e o outro a $220 \text{ }^\circ\text{C}$. Em ambos, todo o fermento foi consumido.

O gráfico que relaciona a massa de CO_2 formada em função do tempo de cozimento, em cada uma dessas temperaturas de preparo, está apresentado em:

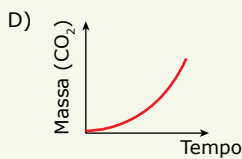
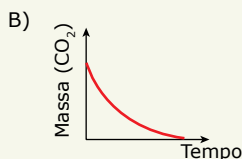
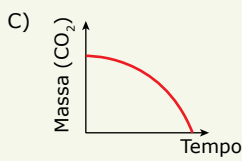
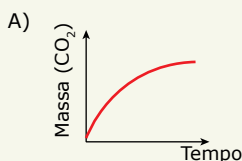




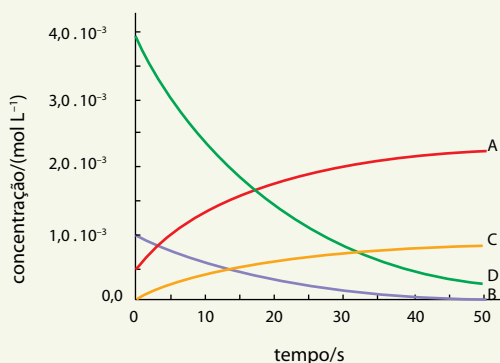
02. (UEG-GO) O metano reage com o oxigênio gasoso segundo a equação química que está descrita a seguir.



De acordo com essa reação, o gráfico que melhor representa a formação de gás carbônico em função do tempo é a figura



03. (IFG-GO) No gráfico a seguir, estão representadas as variações das concentrações, durante os primeiros 50 segundos, das substâncias A, B, C e D, que participam de uma reação hipotética.



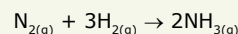
A partir da análise do gráfico, é correto afirmar que:

- A) As substâncias A e C são reagentes da reação.
- B) No intervalo de 40 a 50 segundos de reação, a velocidade de formação de C é maior que a velocidade de consumo de D.
- C) Nenhum produto se encontra presente no início da reação.
- D) A mistura das substâncias A e D resulta na produção de B.
- E) As substâncias A, B e D estão presentes no início da reação.

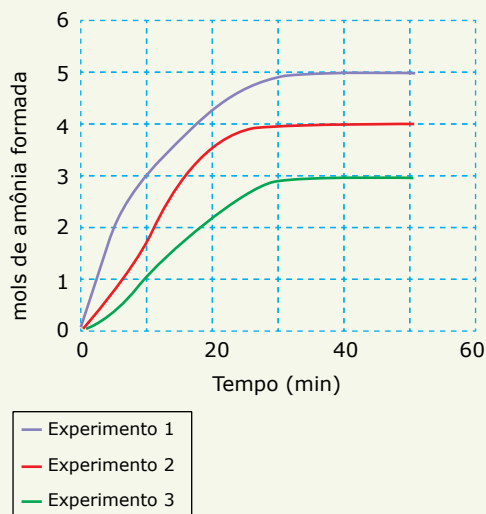
04.



(Unifor-CE) A amônia é um produto básico para a produção de fertilizantes produzida cataliticamente, em altas pressões, conforme a reação:



Realizou-se esta reação sob três diferentes condições experimentais, todas partindo da mesma concentração de gás nitrogênio e hidrogênio. A variação da concentração de amônia formada foi registrada em função do tempo conforme o gráfico a seguir.



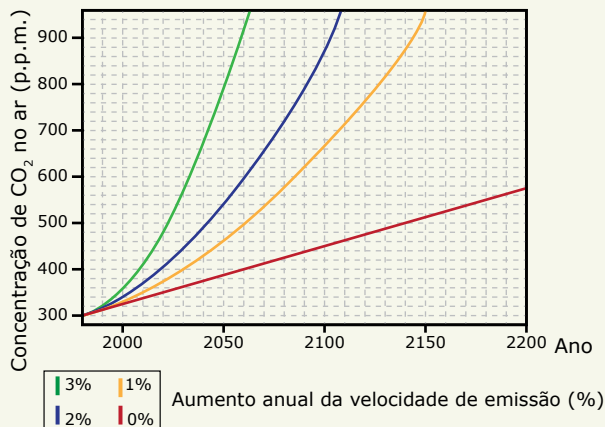
Com base no gráfico, é correto afirmar que:

- A) No experimento 1, a velocidade média de reação nos primeiros 10 minutos foi de 1,5 mol/min.
- B) No experimento 2, foi utilizado um catalisador, pois aumentou significativamente a velocidade de reação em relação aos demais experimentos.
- C) No experimento 3, a temperatura da reação foi superior, pois diminuiu a velocidade média da reação.
- D) O experimento que obteve a maior velocidade média de reação nos primeiros 5 minutos foi o que obteve um maior rendimento.
- E) Nos três experimentos após o término da reação, foi obtida a mesma quantidade de amônia.

05. (UFRJ) A figura a seguir apresenta projeções resultantes de simulações computacionais, da concentração de dióxido de carbono, em p.p.m., na atmosfera terrestre até o ano de 2200.



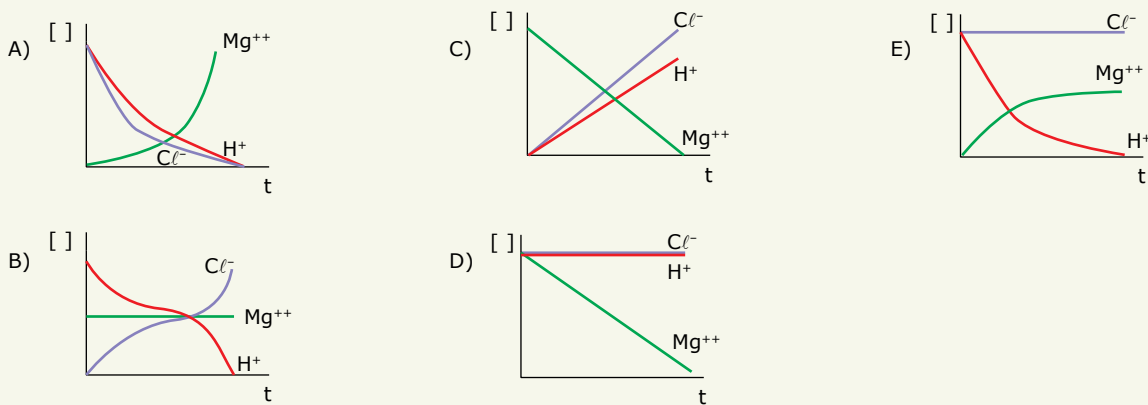
As projeções dependem do aumento anual da velocidade de emissão de dióxido de carbono.



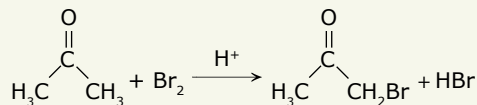
- A) Determine a velocidade média de emissão do dióxido de carbono entre os anos de 2 020 e 2 050 para o pior cenário de emissão apresentado no gráfico.
- B) Sabe-se que a massa total de ar na atmosfera é de $5 \cdot 10^{21}$ g.
 Calcule a quantidade (em kg) de dióxido de carbono que estaria presente na atmosfera terrestre no ano de 2 060 usando a projeção em que a velocidade de emissão é constante.

06. (UFT-TO) Em experimento para obtenção do gás hidrogênio, o aluno adicionou um pedaço de fita de magnésio a uma solução aquosa de ácido clorídrico, e observou o consumo da fita e a formação do gás hidrogênio.

Para este experimento, qual dos gráficos seguintes melhor representa o comportamento dos íons na solução durante o processo. Considere t = tempo em minuto e concentração $[]$ = mol/L



07. (FUVEST-SP) Ao misturar acetona com bromo, na presença de ácido, ocorre a transformação representada pela equação química:



Entre as substâncias presentes nessa mistura, apenas o bromo possui cor e, quando esse reagente for totalmente consumido, a solução ficará incolor. Assim sendo, a velocidade da reação pode ser determinada medindo-se o tempo decorrido até o desaparecimento da cor, após misturar volumes definidos de soluções aquosas de acetona, ácido e bromo, de concentrações iniciais conhecidas.

- A) Considerando que a velocidade da reação é dada por

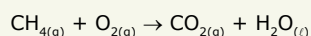
$$\frac{\text{concentração inicial de Br}_2}{\text{tempo para desaparecimento da cor}}$$

complete a tabela apresentada a seguir:

Experimento	Concentração inicial de acetona (mol.L ⁻¹)	Concentração inicial de H ⁺ (mol.L ⁻¹)	Concentração inicial de Br ₂ (mol.L ⁻¹)	Tempo decorrido até o desaparecimento da cor (s)	Velocidade da reação (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
1	0,8	0,2	6,6 . 10 ⁻³	132	
2	1,6	0,2	6,6 . 10 ⁻³	66	
3	0,8	0,4	6,6 . 10 ⁻³	66	
4	0,8	0,2	3,3 . 10 ⁻³	66	

B) A velocidade da reação é independente da concentração de uma das substâncias presentes na mistura. Qual é essa substância? Justifique sua resposta.

08. (UFRR-2015) Considere a reação de combustão completa do metano (não balanceada):

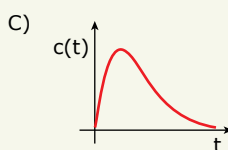
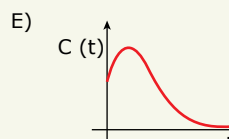
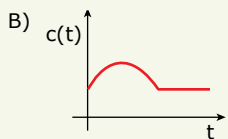
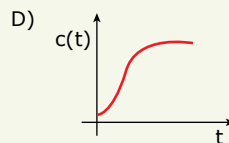
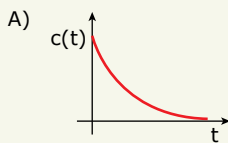


Se admitirmos que a velocidade média constante de consumo de metano é de 0,25 mol/min, a massa de gás carbônico, em gramas, produzida em 1 hora será de:

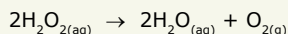
- A) 111
- B) 1 320
- C) 540
- D) 132
- E) 660

09. (UCS-RS) Uma pessoa que desenvolveu certa doença do fígado começa a exibir concentrações cada vez maiores de determinadas enzimas existentes no sangue. Com o progresso da doença, a concentração dessas enzimas cai primeiro ao nível anterior à doença e, após, se aproxima de zero (quando quase todas as células do fígado já morreram). O monitoramento dos níveis dessas enzimas permite aos médicos acompanharem o quadro de saúde do paciente com essa doença.

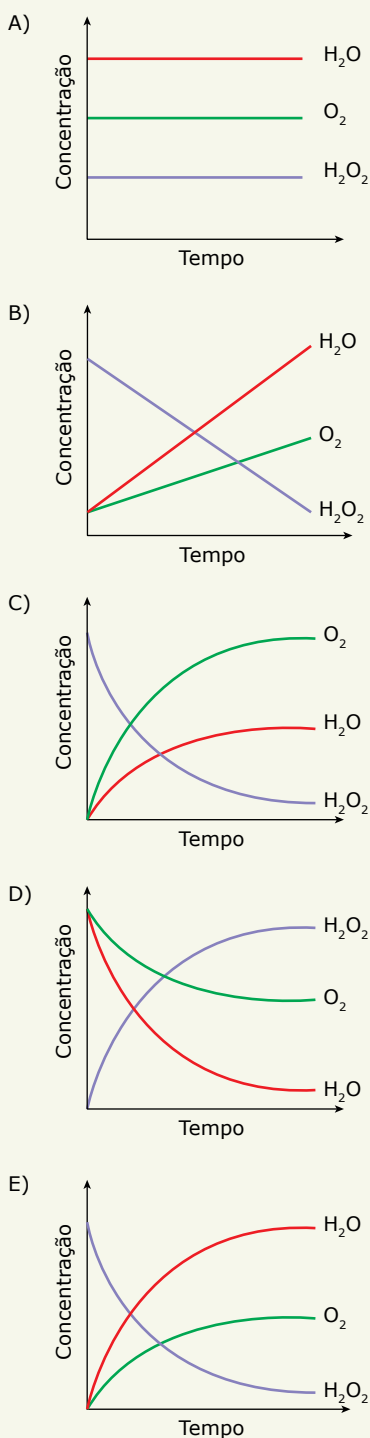
Se $c(t)$ é a concentração das enzimas no sangue de um paciente como função do tempo decorrido a partir do início da doença, conforme descrito anteriormente, o gráfico que pode representar essa função é:



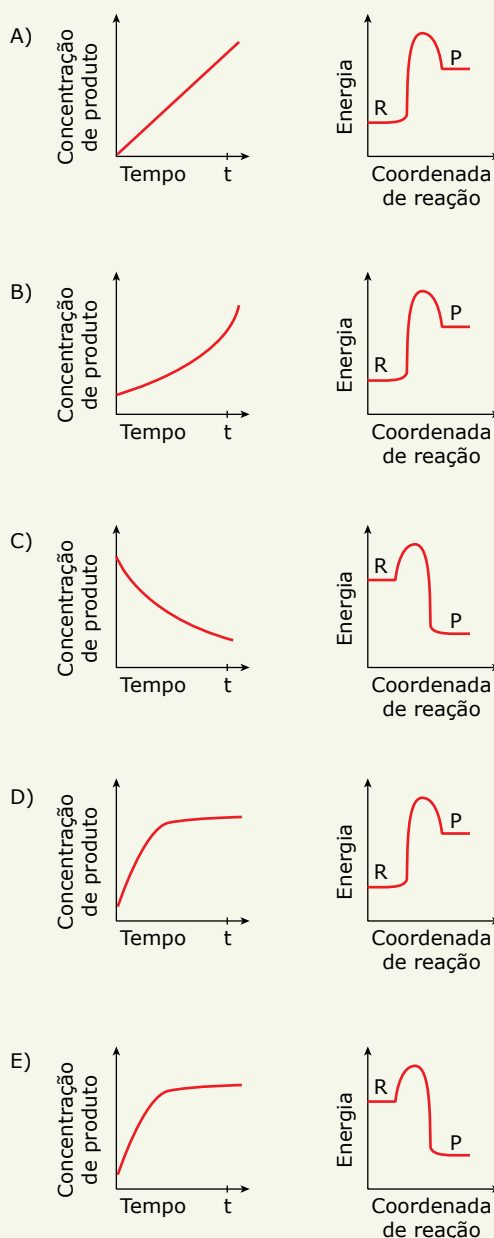
10. (UFG-GO) A água oxigenada comercial é uma solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que pode ser encontrada nas concentrações de 3, 6 ou 9% (m/v). Essas concentrações correspondem a 10, 20 e 30 volumes de oxigênio liberado por litro de H_2O_2 decomposto. Considere a reação de decomposição do H_2O_2 apresentada a seguir:



Qual gráfico representa a cinética de distribuição das concentrações das espécies presentes nessa reação?



11. (UFSCar-SP) Diversos processos industriais envolvem reações químicas, que devem ocorrer de forma controlada e otimizada para gerar lucros. O processo ideal deveria ser o mais rápido possível, com rendimento máximo, consumo energético mínimo e com a menor geração de resíduos tóxicos para a obtenção de um produto estável. Reações hipotéticas para obtenção de um mesmo produto (P) de interesse industrial estão representadas nos gráficos seguintes, que estão em escalas iguais para as grandezas correspondentes. Identifique a alternativa que corresponde à reação que no tempo t atinge a concentração máxima de um produto estável, a partir dos reagentes R.



Com base no gráfico, pode-se concluir que a espessura da camada hidratada de uma obsidiana

- A) é diretamente proporcional à sua idade.
- B) dobra a cada 10 000 anos.
- C) aumenta mais rapidamente quando a pedra é mais jovem.
- D) aumenta mais rapidamente quando a pedra é mais velha.
- E) a partir de 100 000 anos não aumenta mais.

03. A constante de velocidade de uma reação química depende de alguns fatores, tais como temperatura (T), frequência de colisões (A) e energia cinética das moléculas quando colidem (E_{at}). Esses fatores são relacionados qualitativamente pela equação de Arrhenius

$$K = A \cdot e^{-E_{at} / RT}$$

em que o valor da constante **e**, denominado número de euler, é, aproximadamente, igual a 2,71.

Com base nessas informações, o valor da constante K deve aumentar quando

- A) a superfície de contato entre as espécies reagentes em fase sólida for menor.
- B) o sistema sofrer a adição de um catalisador apropriado.
- C) o volume disponível para um sistema com espécies reagentes gasosas for maior.
- D) a energia cinética média das espécies reagentes for diminuída.
- E) uma reação em fase gasosa passa a ocorrer em fase líquida.

GABARITO

Meu aproveitamento

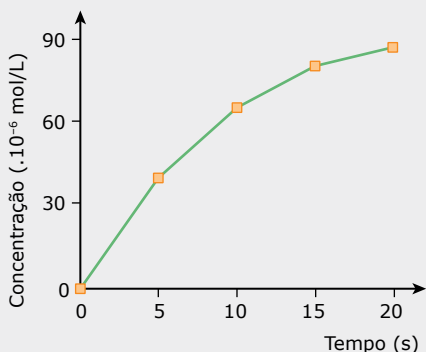
Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A 03. B 05. B
- 02. B 04. B 06. B

07.

- A) O gráfico que representa a cinética de formação do complexo AB colorido é:



- B) $v_m = 4,35 \cdot 10^{-6}$ (mol/L.s)

08.

- A) 90 minutos
- B) Ao calcularmos a velocidade média de consumo do reagente A em intervalos de tempo de 30 minutos, percebe-se que a mesma é menor, ou seja, a velocidade instantânea de consumo de A diminui com o passar do tempo.

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. A
- 03. E
- 04. D
- 05.
 - A) $v_m(\text{CO}_2) = 10$ p.p.m./ano
 - B) $m(\text{CO}_2) = 2 \cdot 10^{15}$ kg
- 06. E
- 07.
 - A)

Experimento	Velocidade da reação ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	$5,0 \cdot 10^{-5}$
2	$1,0 \cdot 10^{-4}$
3	$1,0 \cdot 10^{-4}$
4	$5,0 \cdot 10^{-5}$

- B) A velocidade dessa reação não depende da concentração do bromo (Br_2).

Nos experimentos 1 e 4, as concentrações para a acetona e para o H^+ permaneceram constantes, variando apenas a concentração do Br_2 . Como a velocidade da reação é a mesma nesses dois experimentos, conclui-se que ela não depende da concentração do bromo.

- 08. E
- 09. E
- 10. E
- 11. E
- 12. $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_{2(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 $v_m = 0,003 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$
- 13. Tempo de meia-vida = 10 h
 $v_m = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Teoria das Colisões e do Complexo Ativado

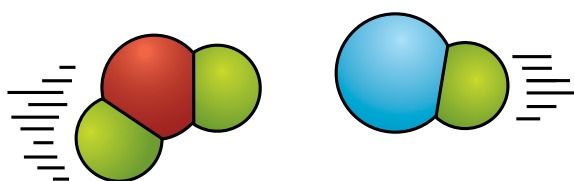
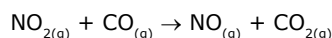
ETAPAS DE UMA REAÇÃO

Reação química é o processo em que substâncias iniciais (reagentes) entram em contato. Devido à afinidade química entre elas, há a formação dos produtos (substâncias finais).

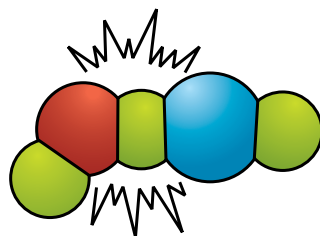
Podemos dividir uma reação química em 3 etapas:

- 1ª Quebra de ligações devido ao contato entre as partículas reagentes;
- 2ª Rearranjo atômico (mudança dos átomos de lugar);
- 3ª Formação de novas ligações.

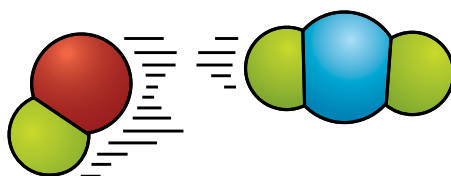
Exemplo:



Choque efetivo entre os reagentes



Complexo ativado



Produtos

TEORIA DAS COLISÕES

A Teoria das Colisões é aplicável aos gases e faz uso do modelo de esfera rígida para as partículas reagentes. Ela não prevê a existência de interações atrativas e repulsivas entre as partículas que colidem e considera apenas o movimento de translação dessas partículas.

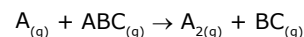
Segundo essa teoria, para que duas partículas reajam, é necessário que ocorra uma colisão inelástica entre elas. Somente aquelas colisões frontais em que a energia cinética relativa das partículas é superior a um determinado valor crítico, denominado **energia de ativação**, resultam em reação química.

Colisões efetivas na Teoria das Colisões

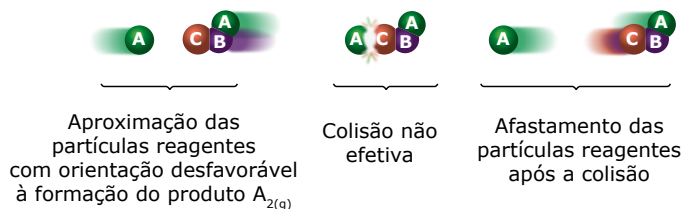
As colisões que resultam em reação química são denominadas **colisões efetivas** e apresentam as seguintes características:

- A energia cinética das partículas que colidem deve ser maior ou igual à energia de ativação.
- Apresentam orientação favorável. Existem determinadas direções que favorecem a quebra e a formação de ligações químicas. Essa orientação depende do tamanho e da geometria das partículas reagentes.

Tomemos como exemplo a reação hipotética:



As colisões entre as partículas reagentes $\text{A}_{(g)} + \text{ABC}_{(g)}$ podem ocorrer de forma efetiva (eficaz) ou não efetiva (não eficaz):

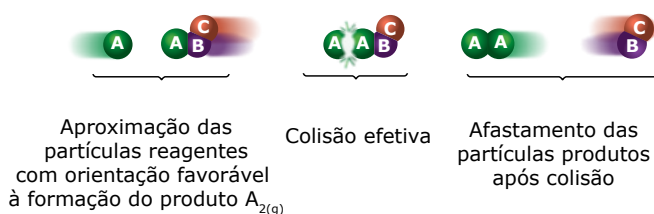


Toda reação ocorre a partir de colisões entre as partículas reagentes, mas nem toda colisão resultará em uma reação química.

A colisão anterior não foi efetiva para a formação

- do produto $A_{2(g)}$, pois a orientação ou a geometria da colisão não foi favorável;
- dos produtos $AC_{(g)}$ e $AB_{(g)}$, pois não apresentava energia cinética maior ou igual à energia de ativação, ou seja, a colisão não foi suficientemente intensa para quebrar a ligação C—B e formar a ligação A—C.

A orientação favorável para originar o produto $A_{2(g)}$ corresponde à direção da linha que une os centros das esferas A.



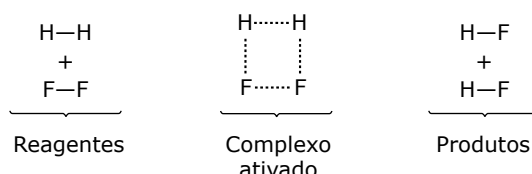
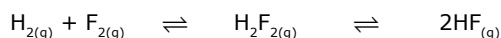
O COMPLEXO ATIVADO (CA)

Quando duas partículas reagentes se aproximam, ocorre um aumento da repulsão existente entre elas. Caso essas partículas possuam uma energia cinética suficientemente grande, elas serão desaceleradas, mas não o suficiente para evitar uma colisão. Essa colisão promove a fusão das nuvens eletrônicas das partículas reagentes, originando uma espécie química denominada **complexo ativado**.

A energia cinética mínima necessária para permitir a colisão entre as partículas reagentes, originando o complexo ativado, é denominada **energia de ativação**.

O complexo ativado é uma espécie química instável e transitória (intermediária), na qual todos os átomos que formam os reagentes se encontram em uma mesma nuvem eletrônica. Nesse momento, algumas de suas ligações começam a ser rompidas e as ligações que originarão os produtos começam a ser formadas.

A reação de síntese do $HF_{(g)}$ pode ser representada pelas seguintes equações:



A energia potencial do complexo ativado é superior às energias potenciais dos reagentes e dos produtos. Portanto, ele é mais instável do que os reagentes e os produtos. Sua instabilidade é tão alta que seu tempo médio de vida é da ordem de 10^{-6} segundos.

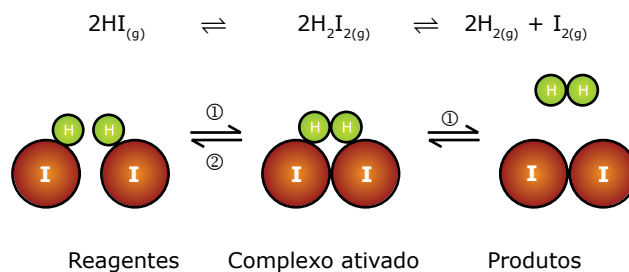
No complexo ativado, as partículas reagentes atingiram um ponto de aproximação e de deformação tão grande que uma pequena deformação extra origina os produtos. Contudo, existe também a probabilidade de o complexo ativado retornar à condição inicial de reagentes.

Colisões efetivas na Teoria do Complexo Ativado

Na Teoria do Complexo Ativado, as colisões são efetivas quando, a partir da decomposição do complexo ativado, há a formação de produtos. As colisões com orientação favorável podem ser efetivas ou não efetivas.

Tomemos, como exemplo, a reação de decomposição do $HI_{(g)}$.

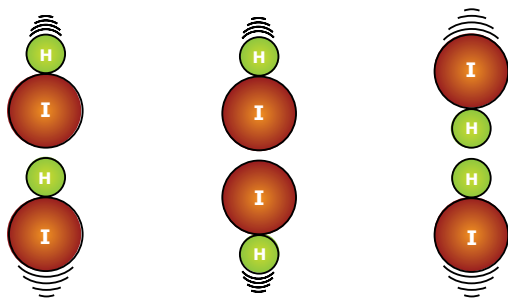
Colisão com orientação favorável



No sentido ①, os reagentes formam o complexo ativado, que sofre decomposição e origina os produtos. Dessa forma, a colisão entre os reagentes é uma colisão efetiva. No sentido ②, os reagentes formam o complexo ativado, que sofre decomposição e volta a originar os reagentes. Dessa forma, a colisão entre os reagentes é uma colisão não efetiva.

As colisões com orientação desfavorável não são efetivas.

Colisões com orientações desfavoráveis



FATORES QUE INFLUENCIAM A VELOCIDADE DE REAÇÃO

Tanto na Teoria das Colisões quanto na Teoria do Complexo Ativado, a velocidade de uma reação química será tanto maior quanto maior for a frequência das colisões efetivas, ou seja, quanto maior for o número de colisões efetivas por unidade de tempo. Assim, os fatores que aumentam a velocidade de uma reação química são aqueles que aumentam a frequência das colisões efetivas.

Concentração dos reagentes

Quanto maior a quantidade de reagentes, maior é o número de espécies químicas que podem realizar os choques efetivos e, conseqüentemente, maior será a velocidade de reação.

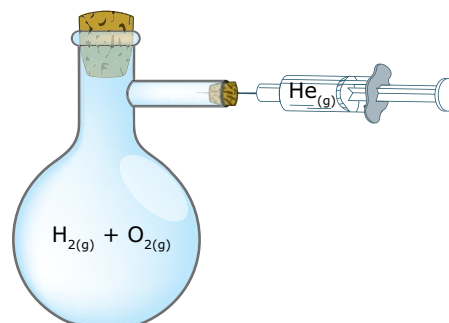
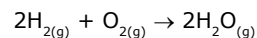
Pressão

Para sistemas gasosos, quanto maior for a pressão, menor será o volume do sistema (à temperatura constante), o que aumentará a probabilidade da existência de um choque efetivo devido à diminuição da distância média entre as espécies reagentes.

O aumento da pressão em um sistema gasoso pela adição de um gás inerte aos reagentes (hélio, por exemplo) aumenta a frequência de colisões no sistema, mas não aumenta a frequência de colisões efetivas e, portanto, não altera a velocidade da reação química.

A velocidade de uma reação química só é aumentada quando ocorre um aumento da pressão parcial dos reagentes gasosos, pois esse é o único aumento de pressão que eleva a frequência de colisões efetivas. A adição de gás inerte a um sistema reacional aumenta a pressão total do sistema, mas não altera a pressão parcial dos gases reagentes.

Por exemplo, o sistema reacional a seguir, formado pela mistura de hidrogênio e oxigênio com pressões parciais iguais a 0,8 atm e 0,4 atm, respectivamente, em um balão conectado a uma seringa com gás inerte.



Pressão total antes da adição de gás hélio inerte:

$$P_{\text{total antes da adição de gás inerte}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{O}_2}$$

$$P_{\text{total antes da adição de gás inerte}} = 0,8 \text{ atm} + 0,4 \text{ atm}$$

$$P_{\text{total antes da adição de gás inerte}} = 1,2 \text{ atm}$$

Pressão total após a adição de gás hélio inerte com 0,2 atm de pressão parcial:

$$P_{\text{total após a adição de gás inerte}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{O}_2} + P_{\text{He}}$$

$$P_{\text{total após a adição de gás inerte}} = 0,8 \text{ atm} + 0,4 \text{ atm} + 0,2 \text{ atm}$$

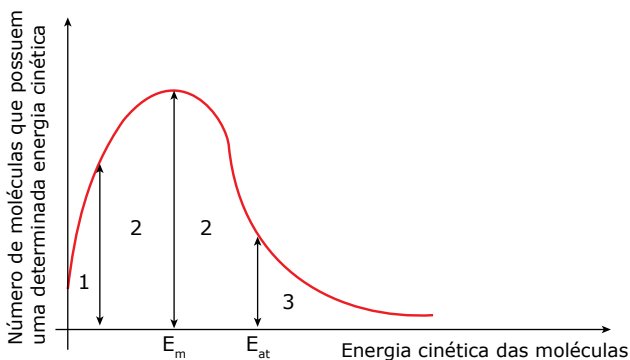
$$P_{\text{total após a adição de gás inerte}} = 1,4 \text{ atm}$$

Portanto, a adição de gás He aumentou a pressão total do sistema, mas não aumentou as pressões parciais dos reagentes. Sendo assim, a frequência de colisões efetivas continua a mesma.

Temperatura

Quando aumentamos a temperatura, estamos aumentando o número de moléculas com energia mínima necessária para atingir o estado de complexo ativado (E_{at}).

Em uma amostra de reagentes, nem todas as espécies apresentam a mesma energia em um dado instante. A distribuição de energia entre as espécies reagentes é dada pela curva que se segue.



E_m : Energia média

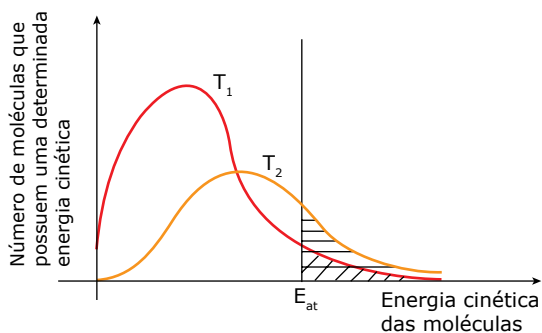
E_{at} : Energia de ativação

Região 1: Uma pequena parte das espécies da amostra possui baixa energia.

Região 2: A maioria das espécies da amostra possui energia mediana.

Região 3: Uma pequena parte das espécies da amostra possui energia superior à energia de ativação.

Com o aumento da temperatura, há uma nova distribuição de energia entre as espécies reagentes.



Note que o aumento da temperatura ($T_1 < T_2$) aumenta a fração de moléculas com energia maior ou igual à energia de ativação. Sendo assim, haverá um aumento da velocidade de reação.

Regra de Van't Hoff

Para algumas reações, a cada aumento de 10 °C na temperatura, há a duplicação da velocidade de reação.

$$v_2 = 2^{\frac{T_2 - T_1}{10\text{ }^\circ\text{C}}} \cdot v_1$$

em que

v_2 = velocidade na temperatura T_2

v_1 = velocidade na temperatura T_1

OBSERVAÇÃO

Note que um aumento de 10 °C não necessariamente dobra a energia das moléculas. Entretanto, aumenta a quantidade de moléculas com energia maior ou igual à de ativação, aumentando (dobrando) a quantidade de choques efetivos.

Estado físico dos reagentes

Ordem de velocidades:

$$v_{\text{sólido}} < v_{\text{líquido}} < v_{\text{gasoso}}$$

Está relacionada a esse fator a energia com qual cada uma das moléculas reagentes promove o choque e o contato entre as mesmas. No estado gasoso, o contato é máximo. Duas substâncias gasosas se dispersam totalmente, formando uma solução, e suas partículas são as mais energéticas, entre todos os estados físicos; logo, sua velocidade de reação será maior.

Superfície de contato

No estado sólido, o contato entre dois reagentes só se dá na superfície externa do sólido. Com a finalidade de aumentar a superfície de contato e, conseqüentemente, a velocidade da reação, trituramos o sólido, ou seja, o pulverizamos, transformando-o em pó.

$$v_{\text{grãos}} < v_{\text{pó}}$$

Catalisadores

Os catalisadores são substâncias químicas que, ao serem adicionadas à reação, alteram sua velocidade. Os catalisadores diminuem a energia de ativação, formando um novo complexo ativado, com energia mais baixa, aumentando a velocidade da reação.



Reações reversíveis

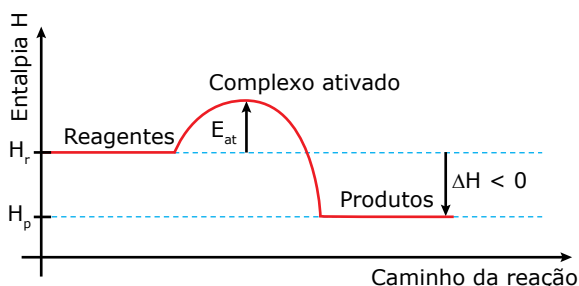
Esse simulador permite que você possa manipular os fatores que alteram a velocidade das reações reversíveis, alterando também as condições reacionais. Bons estudos!



GRÁFICOS TERMOCINÉTICOS

Gráficos que mostram a variação da entalpia, ΔH (energia térmica trocada à pressão constante), em função do andamento da reação, são conhecidos como gráficos termocinéticos.

Reação exotérmica



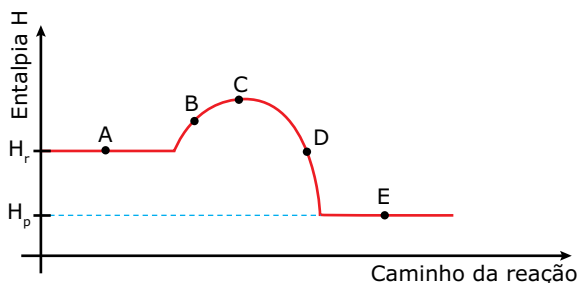
H_r : Entalpia dos reagentes

H_p : Entalpia dos produtos

$\Delta H < 0$, pois a reação é exotérmica (libera calor)

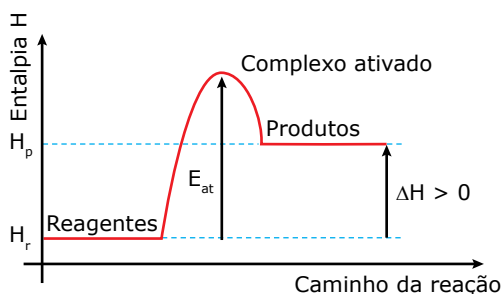
$H_p < H_r$

Observe a interpretação feita para esse gráfico.



- Os reagentes não possuem energia suficiente para realizar choques efetivos.
- Os reagentes estão absorvendo energia para formar o complexo ativado.
- Estado de transição ou complexo ativado em que está ocorrendo, simultaneamente, a quebra de ligações existentes nos reagentes e a formação das novas ligações dos produtos.
- As moléculas dos produtos já estão quase formadas. Corresponde a um trecho em que há a liberação de energia.
- As moléculas de produto estão definitivamente formadas.

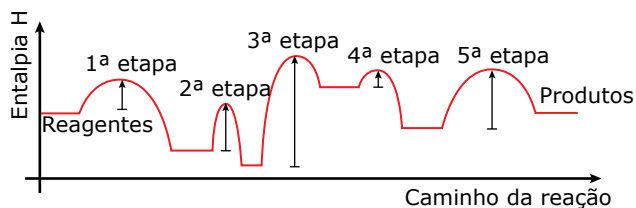
Reação endotérmica



$\Delta H > 0$, pois a reação é endotérmica (absorve calor) e $H_p > H_r$.

Reações não elementares

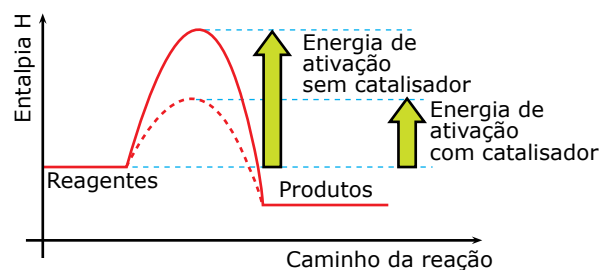
Uma reação que ocorre em etapas deverá possuir o número de complexos ativados igual ao número de etapas existentes.



Quanto menor a energia de ativação, mais rápida será a reação. Para que isso seja verdade, as reações em análise devem estar nas mesmas condições de temperatura, de pressão e de concentração molar. Sendo assim, no gráfico anterior, a etapa mais rápida é a 4ª e a mais lenta é a 3ª.

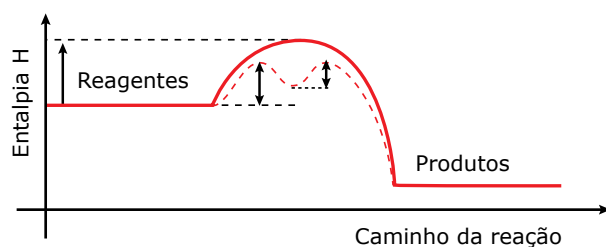
Ação de um catalisador

Sob a ação de um catalisador, a reação ocorre por um outro caminho com menor energia de ativação.



Observe que o catalisador não altera H_p , H_r e ΔH .

A reação catalisada pode ocorrer por um caminho com várias etapas, em que cada uma delas possui uma energia de ativação menor que na reação não catalisada.



Reação catalisada processando-se em duas etapas.



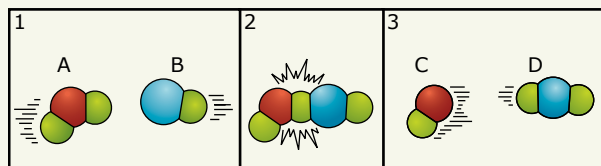
Introdução à cinética química

Sabe-se que, para reações não elementares, determina-se a velocidade do processo por meio da etapa lenta. Com essa animação, você entenderá por que essa etapa é a determinante da velocidade da reação. Bons estudos!



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

01. (UEPG-PR) Considere o esquema (em nível microscópico) a seguir, referente a uma determinada reação elementar entre as moléculas A e B. De acordo com esse esquema, assinale o que for correto.



01. Se as concentrações de ambos os reagentes no item 1 forem duplicadas a uma temperatura constante, a velocidade da reação também será duplicada.
02. O esquema representa uma colisão eficaz, pois as moléculas mostradas no item 3 são diferentes das do item 1.
04. A equação da velocidade para essa reação depende da concentração de apenas um dos reagentes.
08. No item 2, é mostrado o complexo ativado da reação.

Soma ()

02. (UFU-MG) Na natureza, algumas reações químicas ocorrem lentamente. A degradação de celulose vegetal, por exemplo, que origina carvão, demora milhões de anos, outras, como a oxidação de um pedaço de ferro exposto ao ar, demoram apenas alguns dias. Indique a alternativa falsa.

- A) Em geral, o aumento da temperatura faz com que as moléculas sejam mais rápidas, tendo colisões mais energéticas e em maior número, aumentando a rapidez da reação.
- B) Colisões efetivas são aquelas em que as moléculas possuem energia suficiente e orientação favorável para a quebra e a consequente formação de ligações.
- C) Quando algum dos reagentes é sólido, sua trituração aumenta a rapidez da reação, porque a superfície de contato aumenta.
- D) Catalisadores são reagentes que aceleram uma reação, alterando seu mecanismo por meio do aumento da energia de ativação, regenerando-se ao final do processo.
- E) Quanto maior o número de colisões efetivas, maior é a rapidez da reação.

03. (UEPG-PR) A respeito dos fatores que influenciam a cinética de reações químicas, considere o que for correto.

01. A energia de ativação de uma reação é independente da ação de um catalisador.
02. A velocidade da reação aumenta com o aumento da superfície de contato entre os reagentes.
04. A velocidade da reação aumenta com o aumento da temperatura, devido à maior frequência de colisões efetivas entre as moléculas dos reagentes.
08. Toda colisão com orientação adequada produz uma reação química.

Soma ()

04. (UFMG) A tabela mostra resultados de experiências em que comprimidos de antiácido efervescente foram dissolvidos em água.

Estado do comprimido	Temperatura da água, em °C	Tempo para completar a dissolução, em minutos
Inteiro	20	1
Inteiro	30	0,5
Pulverizado	20	0,7
Pulverizado	40	0,2

Considerando-se os resultados da tabela e os fatores que, em geral, influenciam a rapidez da reação, todas as alternativas estão corretas, exceto

- A) A pulverização aumenta a energia cinética das partículas.
- B) A pulverização aumenta a frequência de colisões das partículas do comprimido com moléculas de água.
- C) A rapidez de dissolução depende de mais de um fator.
- D) O aquecimento aumenta a energia média das colisões.
- E) O aumento da superfície de contato favorece a dissolução.

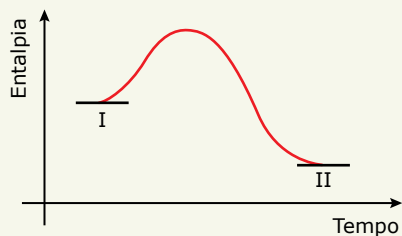
- 05.** (UFRN) Para reciclar sucata de alumínio, basta aquecê-la até a temperatura de fusão do alumínio, que é de 660 °C. O alumínio derretido é transformado em lingotes, que são vendidos às indústrias que o usam. Às vezes, vem ferro junto com o alumínio. Para separá-lo, usa-se um ímã, antes de jogar a sucata de alumínio no forno de fusão. Quando a sucata de alumínio é de latas de refrigerante, a gente precisa pensar um monte de latas para formar um pacote menor. É que as latas são de alumínio muito fino e na temperatura do forno de fusão seriam atacadas pelo oxigênio do ar. O alumínio formaria óxido de alumínio e perderíamos todo o alumínio. Quando as latas estão prensadas, o oxigênio não chega lá tão facilmente e o alumínio derrete antes de ser atacado pelo oxigênio.

TELECURSO 2000, Química, Aula 24 (Adaptação).

Do ponto de vista da Cinética, pensar as latas de alumínio diminui a velocidade da reação porque diminui

- a energia de ativação do complexo ativado da etapa lenta, no mecanismo da reação.
- a concentração do alumínio na etapa lenta, no mecanismo da reação.
- a superfície de contato entre o metal e o oxigênio.
- a concentração de oxigênio.

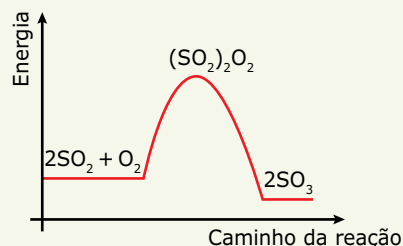
- 06.** (UFMG) Observe o diagrama.



Ele mostra a variação de entalpia no decorrer de uma reação química, à pressão constante, em que as espécies representadas por I se transformam naquelas representadas por II.

Com relação a essa reação, todas as alternativas estão corretas, exceto

- A conversão de I em II é exotérmica.
 - A conversão de I em II ocorre com diminuição da entalpia do sistema.
 - A energia de ativação de I → II é menor do que a de II → I.
 - A equação termoquímica pode ser escrita $I + \text{calor} \rightarrow II$.
 - A formação de II é acompanhada por aumento de temperatura da vizinhança.
- 07.** (UFU-MG) Em condições adequadas, o dióxido de enxofre (SO_2) leva à formação de trióxido de enxofre (SO_3), poluente muito irritante para as vias respiratórias. Analise o diagrama e responda às perguntas.

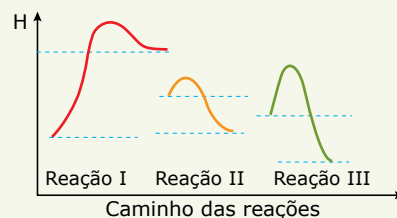


- Escreva a equação química balanceada representativa da reação.
- Como é denominado o $(\text{SO}_2)_2\text{O}_2$?
- O processo é endotérmico ou exotérmico? Justifique sua resposta.

- 08.**



(UFMG) Considere os diagramas a seguir, que mostram a variação de energia potencial em função do caminho de três reações diferentes, realizadas na mesma temperatura.



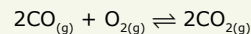
Com relação às reações anteriores, a afirmativa errada é:

- A energia de ativação da reação I é maior do que a da reação II.
- A reação I libera mais calor do que a reação II.
- A reação I é a que apresenta a maior variação de entalpia.
- As reações II e III são exotérmicas.
- A reação III deve ser mais lenta do que a reação II.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (CEFET-MG) Os conversores catalíticos automotivos fazem os gases passarem por um dispositivo com catalisador. O mesmo acelera a oxidação de hidrocarbonetos, transformando o monóxido de carbono em dióxido de carbono e, portanto, diminuindo a poluição ambiental. O processo pode ser representado pela seguinte equação:

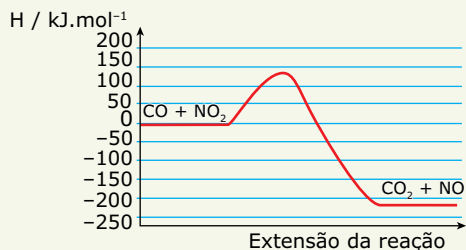
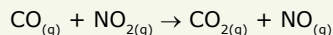


A respeito do catalisador utilizado na reação anterior, é correto afirmar que ele

- resfria o sistema reagente.
- altera a constante de equilíbrio.
- diminui a energia de ativação do complexo ativado.
- é consumido na reação de oxidação dos hidrocarbonetos.

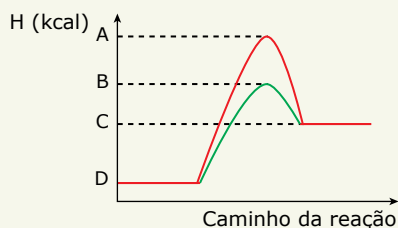


- 02.** (UFMG) O gráfico a seguir representa a variação de energia potencial quando o monóxido de carbono, CO, é oxidado a CO₂ pela ação do NO₂, de acordo com a equação



Com relação a esse gráfico e à reação anterior, a afirmativa falsa é:

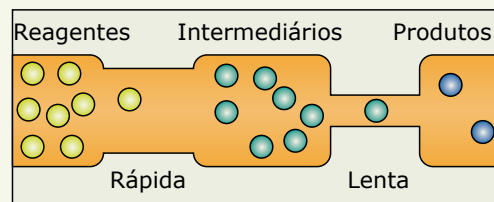
- A) A energia de ativação para a reação direta é cerca de 135 kJ.mol⁻¹.
 B) A reação inversa é endotérmica.
 C) Em valor absoluto, o ΔH da reação direta é cerca de 225 kJ.mol⁻¹.
 D) Em valor absoluto, o ΔH da reação inversa é cerca de 360 kJ.mol⁻¹.
 E) O ΔH da reação direta é negativo.
- 03.** (Mackenzie-SP) O diagrama a seguir se refere a um processo químico representado pela equação química $\text{X}_{2(g)} + \text{Y}_{2(g)} \rightarrow 2\text{XY}_{(g)}$, realizado por meio de dois caminhos reacionais diferentes, ambos nas mesmas condições de temperatura e de pressão.



A respeito desse diagrama, é incorreto afirmar que

- A) a diferença entre os valores de energia, representados pelas letras A e B, corresponde à diminuição da energia de ativação do processo, provocada pelo uso de um catalisador.
 B) o valor de energia representado pela letra C identifica a entalpia do produto.
 C) o valor de energia representado pela letra D se refere à entalpia dos reagentes.
 D) a diferença entre os valores de energia, representados pelas letras A e D, corresponde à energia de ativação do processo catalisado.
 E) a diferença entre os valores de energia, representados pelas letras C e D, corresponde à variação da entalpia do processo.

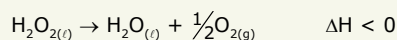
- 04.** (Unesp) Um professor de química apresentou a figura a seguir como sendo a representação de um sistema reacional espontâneo.



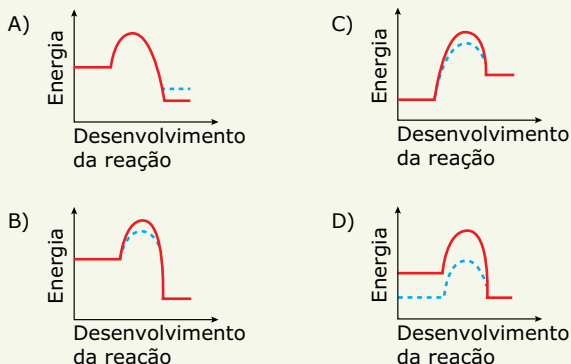
Em seguida, solicitou aos estudantes que traçassem um gráfico da energia em função do caminho da reação para o sistema representado. Para atender corretamente à solicitação do professor, os estudantes devem apresentar um gráfico como o que está representado em:

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

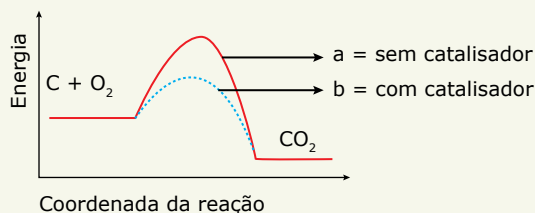
- 05.** (UFV-MG) A decomposição da água oxigenada (H₂O₂) em água e oxigênio, conforme representada a seguir, é lenta à temperatura ambiente.



O gráfico que representa a variação da energia em função do caminho da reação de decomposição da água oxigenada pura (—) e na presença do catalisador (---), é:



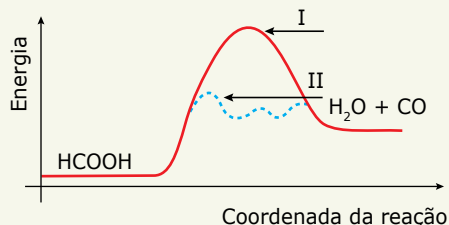
- 06.** (UFU-MG) O aumento da produção de gases, através da queima de combustíveis fósseis, vem contribuindo para o aquecimento do planeta. Considerando o diagrama que representa a reação de combustão,



pode-se afirmar que a energia de ativação

- A) é maior, quando a reação se processa no sentido da formação de CO_2 , sem catalisador.
 B) é maior, quando a reação se processa no sentido inverso à formação de CO_2 , sem catalisador.
 C) é maior, quando a reação se processa no sentido da formação de CO_2 , com catalisador.
 D) é maior, quando a reação se processa no sentido inverso à formação de CO_2 , com catalisador.
 E) tem mesmo valor tanto no sentido de formação, quanto no sentido inverso da formação de CO_2 , com catalisador.

- 07.** (FMTM-MG) O gráfico refere-se ao diagrama energético da reação de decomposição do ácido fórmico, no qual se veem destacados dois caminhos de reação:

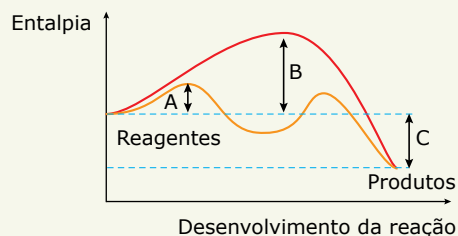


Analisando-se o gráfico, pode-se afirmar que

- A) a curva II representa a reação não catalisada.
 B) a reação de decomposição do ácido fórmico é exotérmica.

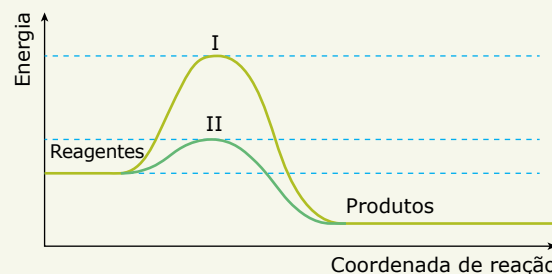
- C) a rapidez da reação catalisada, curva I, é maior porque apresenta maior energia de ativação.
 D) a rapidez da reação catalisada, curva II, é maior, apesar de ocorrer em várias etapas.
 E) a presença de catalisador diminui o ΔH da reação de decomposição do ácido fórmico.

- 08.** (UNIRIO-RJ) A figura a seguir representa a ação de um catalisador na entalpia de uma reação química e, conseqüentemente, na velocidade da reação.



Dê o significado de cada uma das três variações de entalpia indicadas na figura.

- 09.** (Unesp) O esquema apresentado descreve os diagramas energéticos para uma mesma reação química, realizada na ausência e na presença de um agente catalisador.



Com base no esquema, responda qual a curva que representa a reação na presença de catalisador. Explique sua resposta e faça uma previsão sobre a variação da entalpia dessa reação na ausência e na presença do catalisador.

- 10.** (ITA-SP) Entre as afirmações a seguir, todas relativas à ação de catalisadores, assinale a errada.

- A) Um bom catalisador para uma certa polimerização também é um bom catalisador para a respectiva despolimerização.
 B) Enzimas são catalisadores, via de regra, muito específicos.
 C) Às vezes, as próprias paredes de um recipiente podem catalisar uma reação numa solução contida no mesmo.
 D) A velocidade de uma reação catalisada depende da natureza do catalisador, mas não de sua concentração na fase reagente.
 E) Fixadas as quantidades iniciais dos reagentes postos em contato, as concentrações no equilíbrio final independem da concentração do catalisador adicionado.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem–2018) O sulfeto de mercúrio (II) foi usado como pigmento vermelho para pinturas de quadros e murais. Esse pigmento, conhecido como *vermilion*, escurece com o passar dos anos, fenômeno cuja origem é alvo de pesquisas. Aventou-se a hipótese de que o *vermilion* seja decomposto sob a ação da luz, produzindo uma fina camada de mercúrio metálico na superfície. Essa reação seria catalisada por íon cloreto presente na umidade do ar.

WOGAN, T. *Mercury's Dark Influence on Art*. Disponível em: <www.chemistryworld.com>. Acesso em: 26 abr. 2018 (Adaptação).

Segundo a hipótese proposta, o íon cloreto atua na decomposição fotoquímica do *vermilion*

- A) reagindo como agente oxidante.
 B) deslocando o equilíbrio químico.
 C) diminuindo a energia de ativação.
 D) precipitando cloreto de mercúrio.
 E) absorvendo a energia da luz visível.
- 02.** (Enem) A hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), além de ser utilizada para obtenção do aço, também é utilizada como um catalisador de processos químicos, como na síntese da amônia, importante matéria-prima da indústria agroquímica.

MEDEIROS, M. A. F. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 3, ago. 2010 (Adaptação).

O uso da hematita viabiliza economicamente a produção da amônia, porque

- A) diminui a rapidez da reação.
 B) diminui a energia de ativação da reação.
 C) aumenta a variação da entalpia da reação.
 D) aumenta a quantidade de produtos formados.
 E) aumenta o tempo do processamento da reação.
- 03.** (Enem) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos.
1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
 2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
 3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

- A) Temperatura, superfície de contato e concentração.
 B) Concentração, superfície de contato e catalisadores.
 C) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
 D) Superfície de contato, temperatura e concentração.
 E) Temperatura, concentração e catalisadores.

- 04.** (Enem) A deterioração de um alimento é resultado de transformações químicas que decorrem, na maioria dos casos, da interação do alimento com micro-organismos ou, ainda, da interação com o oxigênio do ar, como é o caso da rancificação de gorduras. Para conservar por mais tempo um alimento, deve-se, portanto, procurar impedir ou retardar ao máximo a ocorrência dessas transformações.

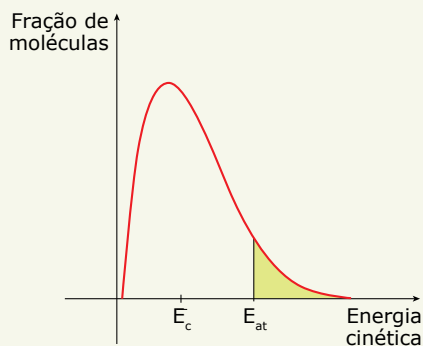
Os processos comumente utilizados para conservar alimentos levam em conta os seguintes fatores:

- I. Micro-organismos dependem da água líquida para sua sobrevivência.
- II. Micro-organismos necessitam de temperaturas adequadas para crescerem e se multiplicarem. A multiplicação de micro-organismos, em geral, é mais rápida entre 25 °C e 45 °C, aproximadamente.
- III. Transformações químicas têm maior rapidez quanto maiores forem a temperatura e a superfície de contato das substâncias que interagem.
- IV. Há substâncias que, acrescentadas ao alimento, dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de micro-organismos.
- V. No ar há micro-organismos que, encontrando alimento, água líquida e temperaturas adequadas, crescem e se multiplicam.

Em uma embalagem de leite “longa vida”, lê-se: “Após aberto, é preciso guardá-lo em geladeira”

Caso uma pessoa não siga tal instrução, principalmente no verão tropical, o leite se deteriorará rapidamente, devido a razões relacionadas com

- A) o fator I, apenas.
 B) o fator II, apenas.
 C) os fatores II, III e V, apenas.
 D) os fatores I, II e III, apenas.
 E) os fatores I, II, III, IV e V.
- 05.** Para que ocorra uma reação química, as moléculas reagentes devem sofrer colisões bem orientadas e com energia mínima para formar o complexo ativado, sendo essa energia denominada energia de ativação (E_{at}). O gráfico a seguir representa a distribuição de moléculas reagentes em função da energia cinética, submetidas a uma temperatura em que a maioria das moléculas apresenta uma energia cinética média (\bar{E}_c).



As moléculas reagentes que podem formar o complexo ativado correspondem à área abaixo da curva em destaque, ou seja, as moléculas com energia cinética maior ou igual à energia de ativação. Dessa forma, a adição de um catalisador ao sistema reacional aumenta a velocidade da reação, pois

- aumenta a energia cinética média das moléculas dos reagentes, o que eleva o número de moléculas com energia cinética maior ou igual à energia de ativação.
- diminui a energia de ativação da reação, o que aumenta o número de moléculas reagentes com energia cinética maior ou igual à energia de ativação.
- aumenta a energia de ativação da reação, o que aumenta o número de colisões bem orientadas entre as moléculas reagentes.
- diminui tanto a energia cinética das moléculas reagentes quanto a energia de ativação da reação, o que aumenta o número de colisões entre as moléculas desses reagentes.
- aumenta tanto a energia de ativação da reação quanto a energia cinética das moléculas reagentes, o que eleva o número de colisões efetivas no sistema.

06. O pavio de uma vela tem várias funções. Como ele é constituído por fios de algodão enrolados em cera (geralmente parafina), sendo assim combustível, ele pega fogo ao ser acendido com uma chama. A energia absorvida pela cera, vinda da chama por radiação, provoca seu derretimento, possibilitando que o líquido suba pelo pavio por capilaridade. Ao se aproximar da chama, a temperatura sobe ainda mais e há a vaporização da cera, formando o vapor / gás que é de fato o combustível para a chama. O vapor possui partículas de carbono que nas altas temperaturas alcançadas (entre 1 000 e 1 400 °C) brilham e fornecem a luz que conhecemos.

À medida que o cilindro de cera vai derretendo, o líquido não mais consegue chegar ao topo do pavio, que seca e é queimado na ponta, reduzindo seu tamanho. À medida que isso vai acontecendo (o cilindro de cera derretendo e o topo do pavio sendo queimado), a vela vai sendo consumida, diminuindo de tamanho.

O gráfico que melhor representa a queima de uma vela é:

- Energia

complexo ativado

parafina + barbante + ar

fuligem + CO₂ + CO
- Energia

fuligem + CO₂ + CO

parafina + barbante + ar

complexo ativado
- Energia

complexo ativado

fuligem + CO₂ + CO

parafina + barbante + ar
- Energia

parafina + barbante + ar

fuligem + CO₂ + CO

complexo ativado
- Energia

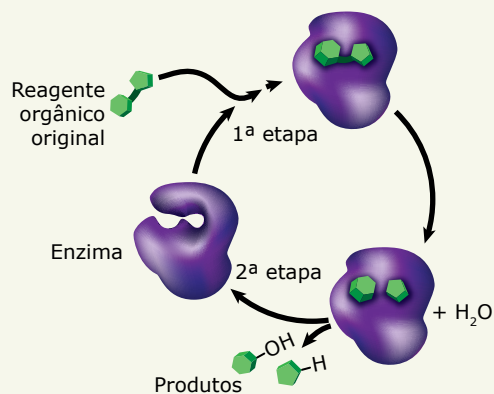
parafina + barbante + ar

complexo ativado

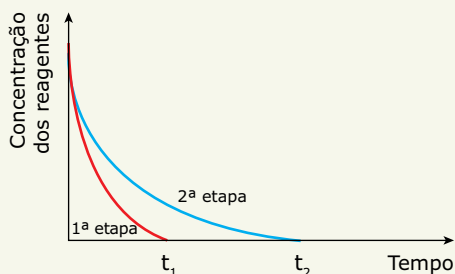
fuligem + CO₂ + CO

07. Um determinado composto orgânico pode sofrer hidrólise por meio de dois caminhos, um catalisado pela ação de enzimas (não elementar) e outro não catalisado (elementar).

A reação de hidrólise enzimática é um processo exotérmico e pode ser representada pelo seguinte esquema:

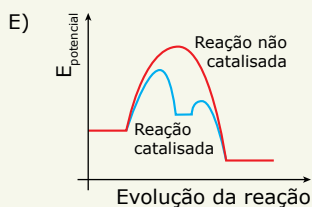
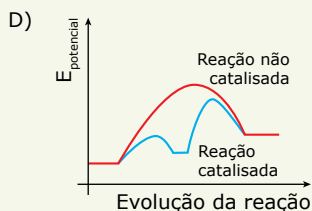
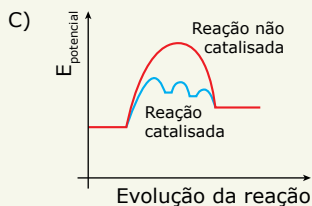
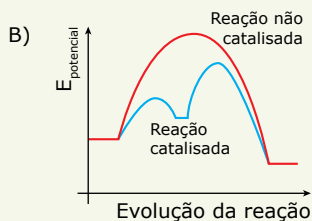
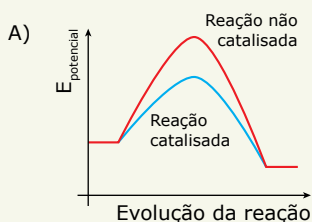


O seguinte gráfico representa a evolução das duas etapas da reação sob as mesmas condições reacionais:



Sob as mesmas condições reacionais, a etapa mais rápida da reação é a que apresenta menor energia de ativação.

O gráfico termocinético que representa corretamente as reações catalisada e não catalisada está representado em:



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

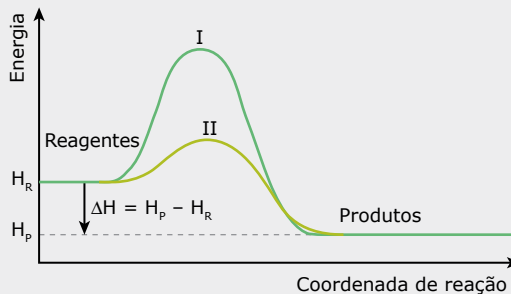
Acertei _____ Errei _____

- 01. Soma = 10
- 02. D
- 03. Soma = 06
- 04. A
- 05. C
- 06. D
- 07.
 - A) $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
 - B) Complexo ativado.
 - C) Exotérmico, porque para a reação direta, $\Delta H < 0$.
- 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. D
- 03. D
- 04. D
- 05. B
- 06. B
- 07. D
- 08.
 - A – Energia de ativação da reação com catalisador.
 - B – Energia de ativação da reação sem catalisador.
 - C – ΔH da reação.
- 09. Os catalisadores criam, para a reação, um novo caminho para formação dos produtos, com energia de ativação menor. Assim, a curva 2 representa a reação que ocorre na presença de catalisador. A variação de entalpia da reação é a mesma nas duas situações, pois os catalisadores não alteram os valores de entalpia dos reagentes (H_r) e dos produtos (H_p).



- 10. D

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. B
- 03. C
- 04. C
- 05. B
- 06. A
- 07. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos

As manchas de graxa não são removidas pela água, mas são com querosene; o álcool e o éter em contato com a pele se vaporizam rapidamente; nada gruda no *teflon*, mas ele se encontra grudado na panela; o *kevlar* reveste os coletes e os vidros à prova de balas, absorvendo o impacto de projéteis; os perfumes, devido ao aroma agradável, “conquistam corações”; as fibras de carbono se apresentam muito leves, porém bastante resistentes; os sabões e os detergentes retiram a gordura de pratos, copos e corpos; as ceras se aderem às superfícies e tonificam o brilho de assoalhos e de rochas. Todos esses fenômenos e muitos outros se relacionam com propriedades físicas dos compostos orgânicos.

As substâncias orgânicas, em sua maioria, são formadas por moléculas. Estas interagem entre si por interações intermoleculares, principalmente as dos tipos dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente e ligações de hidrogênio. Alguns compostos, tais como os sabões, também apresentam íons e, entre estes, existem também atrações eletrostáticas.

A estrutura espacial, o tamanho, a polaridade e a polarizabilidade (capacidade de sofrer polarização instantânea) de uma molécula são fatores que determinam a intensidade das interações intermoleculares e, portanto, as propriedades físicas desses compostos. Estas permitem identificar e isolar um composto orgânico.

As principais propriedades físicas dos compostos orgânicos são temperaturas de fusão e de ebulição, volatilidade e solubilidade. Estudá-las será nosso objetivo a partir de agora.

ESTADOS FÍSICOS E TEMPERATURAS DE FUSÃO E DE EBULIÇÃO

A teoria cinética molecular dos gases admite que as moléculas se encontram em movimento constante e aleatório. As distâncias entre elas são tão grandes que, sob as temperaturas e pressões usuais, não há interações apreciáveis, o que faz com que o percentual de espaços vazios seja muito grande. Já em um líquido, as moléculas estão tão próximas umas das outras que há poucos espaços vazios, e elas interagem por meio de um ou mais tipos de forças atrativas.

No estado sólido, as moléculas, átomos ou íons constituintes se encontram em posições mais ou menos rígidas, apresentando, portanto, baixo grau de liberdade, de forma que as interações existentes são ainda mais intensas.

Quando aquecemos uma substância, inicialmente no estado sólido, aumentamos sua energia cinética média até que a tensão reticular seja alta o suficiente para impedir a estabilidade da fase sólida. Dizemos, então, que o material atingiu a temperatura de fusão, e a energia adicional fornecida foi usada para enfraquecer as interações existentes entre as unidades estruturais, ou seja, aumentar a energia potencial dos constituintes da substância em questão. Após a fusão, o material se encontra completamente no estado líquido, e o fornecimento adicional de energia, novamente, aumenta a energia cinética média até que o sistema atinja a temperatura de ebulição. Nessas condições, mais uma vez, ocorre a mudança de fase, e a energia fornecida ao sistema é usada para romper interações, ou seja, aumentar a energia potencial. Em outras palavras, dizemos que a mudança de fase (sólido → líquido ou líquido → gás) aumenta a desordem do sistema, pois há afastamento dessas unidades estruturais, o que diminui as interações coesivas entre elas, destruindo o retículo cristalino, no caso de um sólido cristalino.

As temperaturas de fusão e de ebulição podem ser medidas em qualquer parte do sistema, e são propriedades físicas intensivas (independem da quantidade de amostra) específicas para cada substância, determinadas a uma pressão característica, sendo que, geralmente, utilizamos a pressão atmosférica ao nível do mar.

Quanto mais intensas forem as interações intermoleculares, maiores deverão ser as energias necessárias para promover as transições de fase e, portanto, mais elevadas serão as temperaturas de fusão e de ebulição.

Como os compostos orgânicos, em sua maioria, são moleculares, nossas atenções estarão voltadas para as interações intermoleculares. Ainda assim, é importante lembrar que compostos iônicos, em geral, apresentam temperaturas de fusão e de ebulição mais elevadas, pois a atração eletrostática existente entre os íons que os constituem costuma ser mais intensa que as interações intermoleculares presentes nas substâncias moleculares. A tabela a seguir relaciona alguns compostos orgânicos e inorgânicos, bem como suas temperaturas de fusão e de ebulição.

Substância	Polaridade	Tipo de interação predominante	Massa molar/g.mol ⁻¹	T.F./°C	T.E./°C
CH ₄	Apolar	Dipolo instantâneo-dipolo induzido	16,0	-183	-162
H ₂ O	Polar	Ligação de hidrogênio	18,0	0	100
NaCl	Polar	Atração eletrostática	58,5	801	1 413
HCOOCH ₃	Polar	Dipolo permanente-dipolo permanente	60,0	-100	34
CH ₃ COOH	Polar	Ligação de hidrogênio	60,0	17	118
CH ₃ COONa	Polar	Atração eletrostática	82,0	324	--
CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	Apolar	Dipolo instantâneo-dipolo induzido	114,0	-57	126

Embora a massa molar não seja o fator analisado, ela auxilia na determinação do volume da molécula, e isso, aliado à polaridade, nos permite comparar a intensidade das interações intermoleculares presentes em algumas substâncias.

Hidrocarbonetos

Os hidrocarbonetos apresentam polaridade muito baixa, podendo, para fins práticos, serem considerados apolares.

Moléculas apolares, ou seja, que têm momento de dipolo resultante nulo, apresentam distribuição média de carga uniforme. Porém, em virtude do movimento dos elétrons e, portanto, da carga, é possível que os elétrons se concentrem, momentaneamente, em uma parte da molécula, o que causa a formação de um dipolo momentâneo. Este pode induzir, em uma molécula vizinha, um dipolo oposto, de forma que surjam entre essas moléculas forças atrativas, denominadas dipolo induzido-dipolo momentâneo ou dipolo instantâneo-dipolo induzido.

A facilidade com que a nuvem eletrônica de uma molécula pode ser distorcida é denominada polarizabilidade, e quanto mais afastados os elétrons de valência estiverem do núcleo, mais intensa será a polaridade. Caso as moléculas sejam formadas por átomos de mesmos elementos, quanto maior for o número de átomos, maior também será o de elétrons e, assim, menor será a influência dos núcleos sobre eles, tornando a nuvem eletrônica mais polarizável. A presença de elétrons desemparelhados, tal como ocorre nos halogênios, também torna suas nuvens eletrônicas mais polarizáveis. Dessa forma, entre um conjunto de moléculas apolares, aquelas que apresentarem nuvens eletrônicas maiores apresentarão, também, dipolos induzidos mais intensos, aumentando as forças atrativas e, portanto, as temperaturas de fusão e de ebulição.

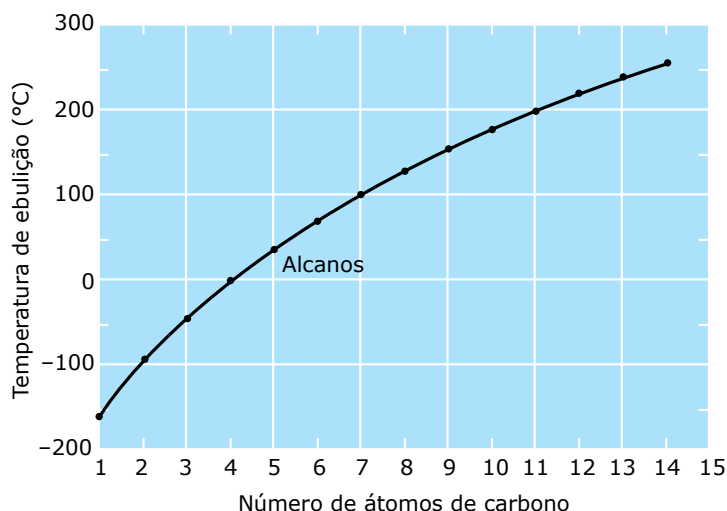
Observe as moléculas de CH₄ e CH₃(CH₂)₆CH₃. A cadeia carbônica do octano é maior. Isso possibilita interações mais intensas entre suas moléculas. É por isso que o principal constituinte do gás natural, o metano, CH₄, encontra-se na fase gasosa nas condições ambiente, e o octano, C₈H₁₈, principal constituinte da gasolina, é líquido.

CH₄ - Metano ————— T.E. = -161 °C

CH₃CH₂CH₂CH₃ - Butano ————— T.E. = 0,5 °C

CH₃CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₃ - Octano — T.E. = 126 °C

O gráfico a seguir descreve a temperatura de ebulição em função do número de átomos de carbono para alcanos não ramificados.



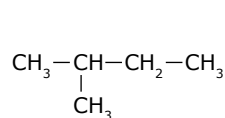
Embora o gráfico seja para alcanos, outros hidrocarbonetos, tais como alquenos e alquinos, apresentam comportamentos similares.

Devemos lembrar, ainda, que os compostos orgânicos podem formar isômeros. Analisando-se os alcanos de fórmula C₅H₁₂, representados a seguir, nota-se que os três possuem a mesma fórmula e, conseqüentemente, o mesmo número de elétrons de valência. No entanto, suas temperaturas de ebulição são diferentes.



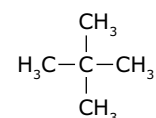
Pentano

T.E. = 36 °C



2-metilbutano

T.E. = 28 °C

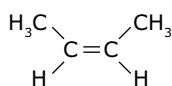


2,2-dimetilpropano

T.E. = 9,5 °C

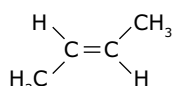
A justificativa se encontra no número de átomos de carbono da cadeia principal. À medida que o composto fica mais ramificado, ele se torna mais esférico e, assim, a superfície de interação entre suas moléculas diminui, causando também um decréscimo na intensidade das interações intermoleculares e, portanto, na temperatura de ebulição.

A temperatura de fusão também é influenciada pelo empacotamento das moléculas, ou seja, a forma na qual a molécula individual é bem acomodada na rede cristalina. Quanto melhor for esse empacotamento, maior será a energia necessária para desestabilizar a estrutura cristalina e, assim, maior será a temperatura de fusão. Isso pode ser facilmente percebido em isômeros geométricos, como no exemplo a seguir:



cis-but-2-eno

T.F. = -139 °C



trans-but-2-eno

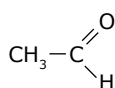
T.F. = -106 °C

As moléculas do isômero *trans* são mais simétricas e suas nuvens eletrônicas são tais que possibilitam um melhor empacotamento, gerando uma estrutura cristalina mais estável, o que é refletido na sua maior temperatura de fusão.

Compostos oxigenados

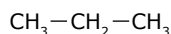
A maioria dos compostos orgânicos oxigenados é polar. Em outras palavras, a distribuição dos elétrons na maioria das moléculas não é uniforme. Logo, as moléculas apresentam dipolos elétricos permanentes, fazendo com que as forças atrativas entre elas sejam mais intensas quando comparadas àquelas existentes entre moléculas de volumes similares, mas que apresentam apenas dipolos momentâneos. Quanto mais intensos forem os dipolos elétricos, maior será a atração entre as moléculas e, portanto, mais intensas serão as interações entre elas.

Observe os dois compostos representados a seguir:



Etanal

T.E. = 21 °C



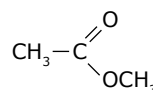
Propano

T.E. = -42 °C

Embora eles apresentem volumes moleculares e, portanto, nuvens eletrônicas de tamanhos similares, suas temperaturas de ebulição são significativamente diferentes. Entre as moléculas do etanal, existem interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, assim como entre as moléculas do propano. Além dessas, há, também, interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente, que intensificam as interações do etanal e, assim, sua temperatura de ebulição aumenta.

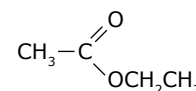
Caso as moléculas tenham estruturas semelhantes, mas polarizabilidades diferentes, as interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente terão intensidades também similares. No entanto, a substância cujas moléculas apresentarem maior cadeia carbônica apresentará interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido mais intensas e, portanto, sua temperatura de ebulição também será maior.

Exemplos:



Acetato de metila

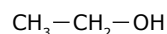
T.E. = 57 °C



Acetato de etila

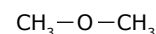
T.E. = 77 °C

Considere agora o etanol e o éter metílico representados a seguir:



Etanol

T.E. = 78 °C

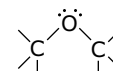


Éter metílico

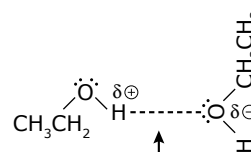
T.E. = -24 °C

As duas substâncias são formadas por moléculas polares, além de serem isômeros. No entanto, a temperatura de ebulição do etanol é anormalmente alta em relação ao éter metílico.

Nos éteres, o oxigênio, que apresenta dois pares de elétrons não ligantes, encontra-se ligado a dois átomos de carbono, e o ângulo de ligação COC possui valor próximo a 109°. Mesmo havendo momento de dipolo resultante diferente de zero, a polaridade é muito baixa e não influencia significativamente as interações intermoleculares (são apenas um pouco mais intensas que as existentes entre as moléculas de alcanos de tamanhos similares).

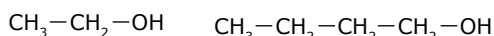


Já nos álcoois, o oxigênio, ligado diretamente ao hidrogênio, atrai a densidade eletrônica do H de tal forma que o núcleo deste fica "desprotegido", ou seja, forma-se um polo positivo que possibilita grande aproximação de outro átomo suficientemente pequeno e muito eletronegativo, tal como F, O ou N de outra molécula. Essas interações intermoleculares razoavelmente intensas são denominadas ligações de hidrogênio e são responsáveis pela temperatura de ebulição razoavelmente alta do álcool.



Ligação de hidrogênio

Cuidado: as interações do tipo ligações de hidrogênio são responsáveis por elevar a temperatura de ebulição quando as substâncias a serem comparadas apresentarem moléculas de volumes similares, mas polaridades diferentes. Note, a seguir, que a maior temperatura de ebulição do butanol em relação ao etanol se deve à maior intensidade das interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido no primeiro, pois as ligações de hidrogênio apresentam intensidades similares nos dois compostos.



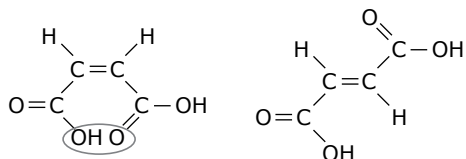
Etanol

T.E. = 78 °C

Butanol

T.E. = 118 °C

Observe também os ácidos maleico e fumárico e suas temperaturas de ebulição:



Ácido maleico

T.E. = 130 °C

Ácido fumárico

T.E. = 286 °C

Embora o momento de dipolo resultante do ácido maleico seja maior e, portanto, este seja mais polar, suas interações intermoleculares são menos intensas, pois ele apresenta menor temperatura de ebulição. A justificativa para isso se encontra nas interações intramoleculares (dentro de uma mesma molécula) estabelecidas entre os grupos assinalados. Como estas são ainda mais intensas que as intermoleculares, as primeiras são favorecidas. Logo, as moléculas de ácido maleico fazem menos ligações de hidrogênio intermoleculares que as moléculas de ácido fumárico.

Concluímos que, para compostos orgânicos pertencentes à mesma função, as interações intermoleculares e, portanto, as temperaturas de fusão e de ebulição se intensificam com o aumento da cadeia carbônica.

Para compostos orgânicos de cadeias similares, os formados por moléculas mais polares apresentarão interações mais intensas, o que é ainda mais pronunciado se houver grupos que estabeleçam ligações de hidrogênio.

A tabela a seguir apresenta as principais funções oxigenadas e os tipos de interações que podem existir entre suas moléculas:

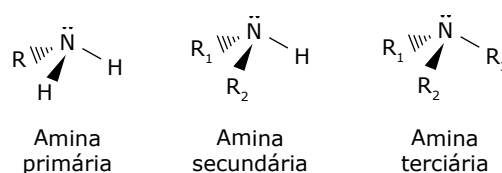
Função oxigenada	Principais interações intermoleculares
Álcool e fenol	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente; Ligações de hidrogênio
Éter	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente
Aldeído e cetona	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente
Ácido carboxílico	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente; Ligações de hidrogênio
Éster	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente

Compostos nitrogenados

Nesse grupo, as funções orgânicas mais importantes a serem analisadas são aminas e amidas.

As aminas são moderadamente polares e a intensidade de suas interações intermoleculares se encontra entre a dos álcoois e a dos alcanos de massas molares similares.

As moléculas das aminas primárias e secundárias podem formar ligações de hidrogênio entre si, sendo estas mais significativas nas primeiras. Isso não ocorre com as aminas terciárias. Porém, a menor eletronegatividade do nitrogênio faz com que as ligações de hidrogênio sejam mais fracas quando comparadas aos álcoois de volumes moleculares similares.

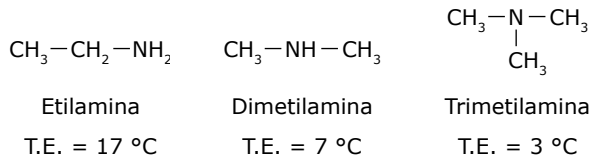


Amina primária

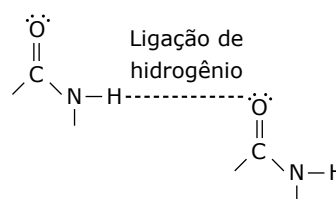
Amina secundária

Amina terciária

Logo, de uma maneira geral, as temperaturas de fusão e de ebulição serão mais intensas nas aminas primárias, seguidas das secundárias, e menores nas terciárias, cujas interações são apenas dipolo instantâneo-dipolo induzido e dipolo permanente-dipolo permanente.



As amidas também podem estabelecer ligações de hidrogênio intermoleculares desde que o nitrogênio apresente pelo menos um átomo de hidrogênio diretamente ligado. Tais interações podem ser ainda mais intensas em virtude da maior eletronegatividade no oxigênio.



Compostos halogenados

A ligação carbono-halogênio é polar; no entanto, para sabermos a polaridade de uma molécula, é necessário analisar o momento de dipolo resultante. De modo geral, podemos dizer que hidrocarbonetos monossustituídos de interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido apresentam também dipolo permanente-dipolo permanente.

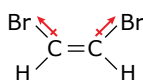
Quando o halogênio presente for o iodo, a polarizabilidade da molécula aumentará sensivelmente, assim como a intensidade das interações intermoleculares.

CH_3-Cl	CH_3-Br	CH_3-I
Clorometano	Bromometano	Iodometano
T.E. = $-24\text{ }^\circ\text{C}$	T.E. = $5\text{ }^\circ\text{C}$	T.E. = $43\text{ }^\circ\text{C}$

A polarizabilidade também aumenta com o acréscimo no número de halogênios e isso é significativo de tal forma que, mesmo diminuindo a polaridade, as interações dipolo instantâneo-dipolo induzido se intensificam o suficiente para elevar a temperatura de ebulição.

CH_3Cl	CH_2Cl_2
Clorometano	Diclorometano
T.E. = $-24\text{ }^\circ\text{C}$	T.E. = $40\text{ }^\circ\text{C}$
CHCl_3	CCl_4
Triclorometano	Tetraclorometano
T.E. = $61\text{ }^\circ\text{C}$	T.E. = $77\text{ }^\circ\text{C}$

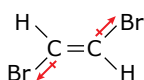
Finalmente, o empacotamento das moléculas também deve ser analisado, pois, algumas vezes, a sua influência é mais significativa que o acréscimo da polaridade. Mas lembre-se: o empacotamento é analisado apenas para a temperatura de fusão.



cis

 T.F. = $-53\text{ }^\circ\text{C}$ T.E. = $110\text{ }^\circ\text{C}$

Momento de dipolo
resultante diferente
de zero – polar



trans

 T.F. = $-6\text{ }^\circ\text{C}$ T.E. = $108\text{ }^\circ\text{C}$

Momento de dipolo
resultante igual
a zero – apolar

A temperatura de fusão do isômero *trans* é maior, pois a maior simetria da molécula possibilita um melhor empacotamento das moléculas, formando uma rede cristalina mais estável. No entanto, a maior polaridade do isômero *cis* faz com que sua temperatura de ebulição (que independe de empacotamento) seja ligeiramente maior.

VOLATILIDADE

A volatilidade se relaciona com a tendência de as moléculas escaparem da fase líquida e entrarem na fase de vapor, numa dada temperatura. Assim, dizemos que um líquido é volátil quando ele vaporiza com grande facilidade.

A ebulição, assim como a volatilidade, envolve afastamento das moléculas presentes na fase líquida. Logo, podemos relacionar diretamente essas duas propriedades. Quanto mais fracas forem as interações intermoleculares em um líquido, maior será a tendência de escape de suas moléculas (a volatilidade) e menor será a temperatura de ebulição.

Hidrocarbonetos, cujas moléculas contêm pequenas cadeias carbônicas, apresentam interações intermoleculares de baixa intensidade. Logo, são muito voláteis e possuem baixas temperaturas de ebulição. À medida que a cadeia carbônica aumenta, intensificam-se as interações intermoleculares e, assim, diminui-se a volatilidade. Esta também diminui com o aumento da polaridade e será ainda menos intensa caso os grupos polares estabeleçam ligações de hidrogênio intermoleculares.

Algumas vezes, percebemos a presença de determinadas substâncias pelo seu cheiro. Isso ocorre porque algumas moléculas são capazes de estimular os nervos olfativos, e existe uma estreita relação entre esse sistema e o das emoções. Assim, aquele perfume – que é formado por constituintes voláteis – nos traz tantas emoções. Ou ainda, uma comida específica, cujo aroma é provocado por ésteres, aldeídos, entre outros, relembra a nossa casa ou até a da nossa avó.

SOLUBILIDADE

Quando adicionarmos um soluto, sólido ou líquido, a um determinado solvente, é possível que ocorra um processo de dissolução. Nesse caso, as moléculas do solvente envolverão as unidades estruturais do soluto de forma a dispersá-las. A facilidade com que tudo isso ocorre depende das interações atrativas presentes em:

- I. moléculas de solvente-moléculas de solvente;
- II. unidades estruturais de soluto-unidades estruturais de soluto;
- III. moléculas de solvente-unidades estruturais de soluto.

A razão é que, na realização do processo, as interações soluto-soluto e parte das solvente-solvente são substituídas por interações soluto-solvente. Para que esse fenômeno seja termodinamicamente favorável, é necessário que a energia livre do sistema diminua.

A variação da energia livre, ΔG , é dada por:

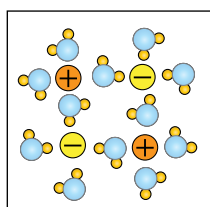
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Em que

- ΔH é a variação da entalpia,
- T é a temperatura do sistema, em Kelvin, e
- ΔS é a variação da entropia.

Como a dissolução é acompanhada de dispersão das unidades estruturais do soluto, ela irá promover um aumento da entropia, de forma que “ $-T\Delta S$ ” assumirá valor negativo, o que contribuirá para a diminuição da energia livre. No entanto, a dispersão só irá ocorrer se as interações soluto-soluto e solvente-solvente forem energeticamente compensadas por aquelas formadas entre soluto-solvente.

Consideremos, como exemplo, o processo de dissolução de compostos iônicos. Como eles são mantidos por atrações eletrostáticas muito intensas, somente solventes fortemente polares serão capazes de dissolvê-los. A água, substância formada por moléculas muito pequenas e fortemente polarizadas, pode rodear eficientemente os íons individuais de forma a libertá-los da superfície do cristal. Os íons positivos são envolvidos pelo polo negativo do momento de dipolo resultante da água, enquanto os íons negativos são envolvidos pelo polo positivo.



LEGENDA
 ● Átomo de hidrogênio ⊕ Cátion
 ● Átomo de oxigênio ⊖ Ânion

A antiga generalização que diz *semelhante dissolve semelhante* é útil. Os compostos polares e iônicos tendem a se dissolver nos solventes polares, enquanto os compostos apolares tendem a se dissolver em compostos apolares.

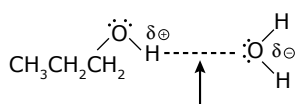
O metanol, o etanol e o propanol são infinitamente miscíveis em água. Nos três casos, os grupos alquila são relativamente pequenos e apresentam um grupo hidroxila capaz de estabelecer ligações de hidrogênio com a água.



Ligação de hidrogênio



Ligação de hidrogênio



Ligação de hidrogênio

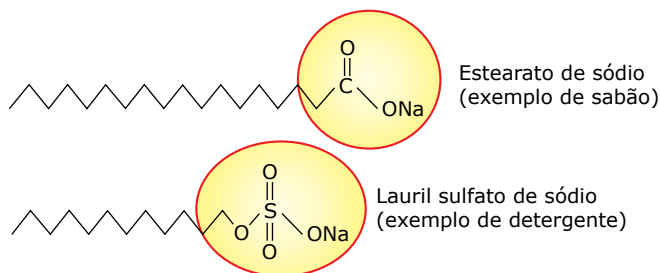
Um teste bastante simples ilustra a miscibilidade do etanol e da água. Ele consiste em misturar 50,0 mL de água com 50,0 mL de álcool. Como resultado, encontramos um volume menor que 100,0 mL. Essa contração de volume evidencia que as ligações de hidrogênio estabelecidas entre água e álcool são intensas o suficiente para causar a aproximação entre as moléculas das duas substâncias.

À medida que a cadeia carbônica aumenta, as interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido presentes na substância também se intensificam. Como consequência, as moléculas de água, embora ainda sejam passíveis de estabelecer ligações de hidrogênio com o álcool, não são capazes de envolver as moléculas do composto. Dessa forma, a solubilidade diminui.

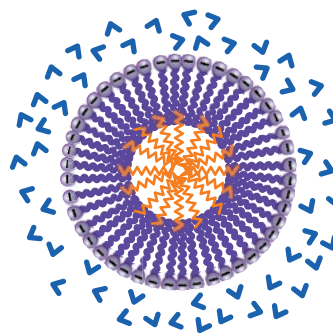
	Solubilidade/(g/100 mL de água)
CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH	7,9
CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH	2,3
CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₂ OH	Praticamente nula

Ao analisarmos a solubilidade dos compostos citados anteriormente em um solvente apolar, tal como hexano ou benzeno, o efeito seria o inverso. Isso se deve ao aumento da nuvem eletrônica, que intensifica as interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido entre as moléculas de soluto-solvente.

Como explicar então a ação de sabões e detergentes que dissolvem tanto em água (polar) como em gordura (apolar)? A resposta se inicia pelo conhecimento da estrutura dos sabões e dos detergentes.



Note que, no sabão e no detergente, as moléculas são constituídas por uma longa cadeia carbônica (apolar) e por uma extremidade polar. Essa extremidade é um grupo iônico e, portanto, mais polar que o ácido carboxílico correspondente. Quando o sabão é posto em contato com um sistema contendo água e óleo, forma-se uma dispersão coloidal constituída por espécies denominadas micelas. Em geral, elas se assemelham a esferas, cujo interior é pouco polar e o exterior apresenta grupos iônicos. Logo, na parte interna, gordura e cadeia carbônica interagem entre si por interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido. Já na parte externa, o grupo iônico interage com a água, seja por ligações de hidrogênio, seja por interações do tipo íon-dipolo.



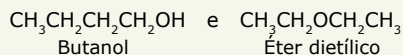
LEGENDA
 Partícula de sabão Molécula de gordura Molécula de água

Existem algumas peças de roupas que não podem ser lavadas com água e sabão. Utiliza-se então a lavagem a seco. Isso não quer dizer que não se usam líquidos, apenas não se usa água. O processo de limpeza ocorre com um solvente orgânico (atualmente solventes clorados) de polaridade muito baixa e, assim, capaz de estabelecer interações com a gordura.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (FUVEST-SP) Considere os seguintes compostos isoméricos:



Certas propriedades de cada uma dessas substâncias dependem das interações entre as moléculas que a compõem (como, por exemplo, as ligações de hidrogênio). Assim, pode-se concluir que,

- a uma mesma pressão, o éter dietílico sólido funde a uma temperatura mais alta do que o butanol sólido.
- a uma mesma temperatura, a viscosidade do éter dietílico líquido é maior do que a do butanol líquido.
- a uma mesma pressão, o butanol líquido entra em ebulição a uma temperatura mais alta do que o éter dietílico líquido.
- a uma mesma pressão, massas iguais de butanol e éter dietílico liberam, na combustão, a mesma quantidade de calor.
- nas mesmas condições, o processo de evaporação do butanol líquido é mais rápido do que o do éter dietílico líquido.

02. (UECE–2016) O ponto de ebulição do álcool etílico é 78,15 °C e o do éter metílico é –24,8 °C. Isso ocorre quando as forças intermoleculares do álcool etílico são maiores porque

- ele apresenta ligações de hidrogênio.
- é um composto covalente polar.
- sua massa molecular é maior do que a do éter metílico.
- ele apresenta moléculas de maior simetria.

03. (Mackenzie-SP) A tabela contém os valores dos pontos de ebulição (P.E.) e a massa molar de alguns compostos orgânicos, todos sob a mesma pressão.

Composto	Nomenclatura	P.E./°C	Massa Molar (g/mol)
A	propano	–42,0	44,0
B	metil-propano	–12,0	58,0
C	dimetil-propano	9,5	72,0
D	n-butano	0,0	58,0
E	metil-butano	30,0	72,0
F	pentano	36,0	72,0

Observando a tabela, considere I, II, III e IV a seguir.

- A –45 °C, o composto A apresenta maior pressão de vapor em relação ao composto B.
- Quanto maior a massa molar de um alcano não ramificado, maior será o seu ponto de ebulição.
- São isômeros de cadeia os compostos B, C e D.
- A presença de ramificações diminui o ponto de ebulição dos compostos orgânicos que são isômeros de cadeia.

Estão corretas somente

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

04. (UFRGS-RS–2016) Na tabela a seguir, são mostradas a densidade e a solubilidade em água de 3 solventes orgânicos.

Solvente	Densidade (g.mL ⁻¹)	Solubilidade em água
Acetona	0,78	Miscível
Clorofórmio	1,48	Imiscível
Pentano	0,63	Imiscível

Considerando a adição de cada um desses solventes à água (densidade = 1 g.mL⁻¹), é correto afirmar que

- a adição de clorofórmio levará à formação de uma solução homogênea.
- a adição de clorofórmio levará a uma mistura heterogênea com clorofórmio na fase inferior.
- a adição de acetona levará a uma mistura heterogênea com a acetona na fase superior.
- a adição de pentano levará à formação de uma solução homogênea.
- a adição de pentano levará a uma mistura heterogênea com pentano na fase inferior.

05. (UFMG) Segundo os perfumistas, a fragrância de um bom perfume deve-se à presença de três frações de volatilidades diferentes: uma mais volátil, uma de volatilidade intermediária e uma menos volátil, que é o fixador. O quadro mostra três substâncias presentes em um determinado perfume, em que se usa etanol como solvente.

Substância	Linalol (óleo de flor de laranja)	Neral (essência de limão)	Civetona (óleo de gato de algália)
Massa molar / (g/mol)	154	152	250
T. ebulição / °C	198	92	Acima de 350
Estrutura			

Considerando-se a relação entre a volatilidade e a estrutura dessas substâncias, bem como suas interações intermoleculares com o etanol, é incorreto afirmar que

- a civetona apresenta interações entre dipolos induzidos mais intensas.
- as três substâncias são constituídas de moléculas polares.
- o linalol forma ligações de hidrogênio com o etanol.
- o neral deve sua maior volatilidade a, principalmente, sua massa molar baixa.

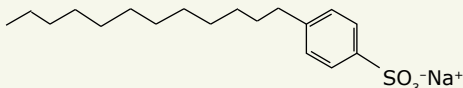
06. (UERJ) Considere uma mistura homogênea que contém quantidades iguais de quatro substâncias orgânicas: hexano, pentano, ácido etanoico e metilbenzeno. Com a adição de uma determinada quantidade de água, obtve-se uma mistura heterogênea, como ilustra o esquema a seguir:



Na fase aquosa da mistura heterogênea, apenas a substância orgânica de maior solubilidade em água está presente.

Essa substância é denominada:

- A) Hexano
B) Pentano
C) Ácido etanoico
D) Metilbenzeno
07. (Unioeste-PR) Um dos grandes problemas de poluição mundial é o descarte de detergentes não biodegradáveis nos rios, lagos e mananciais. Os detergentes não biodegradáveis formam densas espumas que impedem a entrada de gás oxigênio na água e com isso afeta a vida das espécies aeróbicas aquáticas. Para resolver ou amenizar este problema surgiu o detergente biodegradável, a qual sua estrutura pode ser observada a seguir:



Com relação aos detergentes biodegradáveis, pode-se afirmar que

- A) sua cadeia carbônica saturada apresenta somente uma ramificação.
B) sua estrutura apresenta uma porção polar e uma apolar.
C) o anel aromático é monossustituído.
D) a parte apolar apresenta uma cadeia insaturada.
E) a porção sulfônica apresenta ligação metálica.
08. (ACAFE-SC-2016) No jornal Folha de São Paulo, de 23 de junho de 2015, foi publicada uma reportagem sobre a formação de espuma branca no rio Tietê "[...] a formação de espuma está associada à baixa vazão da água e a presença de esgoto doméstico não tratado. A falta de oxigênio na água dificulta a degradação de detergente doméstico [...]". Baseado nas informações fornecidas e nos conceitos químicos analise as afirmações a seguir.
- I. O detergente é uma substância anfipática.
II. O complexo formado entre detergente, óleo e água pode ser chamado de micela.
III. O oxigênio é uma molécula apolar formada por uma ligação covalente do tipo sigma (σ) e outro do tipo pi (π).

IV. A espuma branca formada pode ser classificada de coloide.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas I, II e III estão corretas.
B) Apenas II, III e IV estão corretas.
C) Todas as afirmações estão corretas.
D) Apenas a afirmação IV está correta.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UECE) Com relação às propriedades dos compostos orgânicos, assinale a afirmação verdadeira.
- A) Os alcanos apresentam pontos de fusão e ebulição baixos e o ponto de ebulição de seus isômeros, em geral, aumenta com o aumento de ramificações.
B) Os álcoois apresentam pontos de fusão e de ebulição bem inferiores aos dos alcanos correspondentes.
C) Os pontos de ebulição dos ácidos carboxílicos são mais altos do que os dos álcoois correspondentes.
D) Os alcanos líquidos são mais densos do que a água.
02. (UFOP-MG) Um produto comercial chamado *Scotch Gard* é utilizado, sob a forma de *spray*, em superfícies como as de estofados e tecidos, para torná-las à prova d'água. O princípio de atuação do *Scotch Gard* é que ele torna a superfície
- A) hidrofílica, impedindo que a água seja absorvida por ela.
B) hidrofóbica, impedindo que a água seja absorvida por ela.
C) hidrofílica, permitindo que a água seja absorvida por ela.
D) hidrofóbica, permitindo que a água seja absorvida por ela.
03. (UFT-TO) Ao entrar no ônibus para chegar à escola, um estudante sujou de graxa seu uniforme ao encostar-se na porta que tinha sido recém lubrificada. Na aula de Química, procurou saber como limpar aquela mancha. O professor respondeu com a seguinte informação: a graxa lubrificante é uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, cuja solubilidade diminui com o aumento da polaridade do solvente. Dispondo de acetona (CH_3COCH_3), álcool comum ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) e hexano (C_6H_{14}), o aluno verificou que a solubilidade da graxa nessas substâncias crescia na seguinte ordem:
- A) Acetona, hexano e álcool.
B) Hexano, álcool e acetona.
C) Álcool, acetona e hexano.
D) Álcool, hexano e acetona.
E) Hexano, acetona e álcool.
04. (Mackenzie-SP) Um técnico químico recebeu 4 frascos contendo, respectivamente, as substâncias químicas A, B, C e D, com um laudo de suas propriedades físico-químicas mostradas na tabela a seguir.

Substância	PF (°C)	PE (°C)	Solubilidade em H ₂ O pura (25 °C)
A	334	400 (decomposição)	Muito solúvel
B	-116	35	Insolúvel
C	-89	118	Pouco solúvel
D	122	250	Pouco solúvel

De acordo com essas informações, pode-se afirmar que os compostos A, B, C e D são, respectivamente,

- ácido benzoico, éter etílico, butan-1-ol e nitrato de potássio.
- nitrato de potássio, éter etílico, butan-1-ol e ácido benzoico.
- butan-1-ol, ácido benzoico, éter etílico e nitrato de potássio.
- butan-1-ol, éter etílico, ácido benzoico e nitrato de potássio.
- nitrato de potássio, éter etílico, ácido benzoico e butan-1-ol.

05. (FUVEST-SP) A tabela a seguir contém dados sobre alguns ácidos carboxílicos.

Nome	Fórmula	Ponto de ebulição a 1 atm (°C)	Densidade a 20 °C (g/mL)
Ácido etanoico	H ₃ CCO ₂ H	118	1,04
Ácido n-butanoico	H ₃ C(CH ₂) ₂ CO ₂ H	164	0,96
Ácido n-pentanoico	H ₃ C(CH ₂) ₃ CO ₂ H	186	0,94
Ácido n-hexanoico	H ₃ C(CH ₂) ₄ CO ₂ H	205	0,93

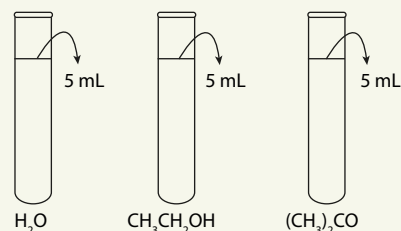
Assinale a alternativa que apresenta uma afirmação coerente com as informações fornecidas na tabela.

- A 20 °C, 1 mL de ácido etanoico tem massa maior do que 1 mL de ácido n-pentanoico.
- O ácido propanoico (H₃CCH₂CO₂H) deve ter ponto de ebulição (a 1 atm) acima de 200 °C.
- O acréscimo de um grupo -CH₂- à cadeia carbônica provoca o aumento da densidade dos ácidos carboxílicos.
- O aumento da massa molar dos ácidos carboxílicos facilita a passagem de suas moléculas do estado líquido para o gasoso.
- O ácido n-butanoico deve ter pressão de vapor menor que o ácido n-hexanoico, a uma mesma temperatura.

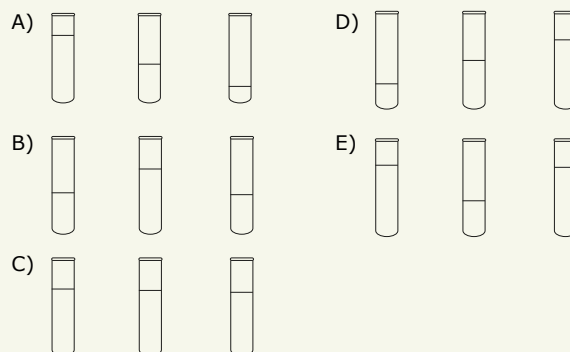
06. (UEG-GO-2016) A característica que os átomos de carbono possuem de ligar-se entre si leva a uma formação de grande variedade de moléculas orgânicas com diferentes cadeias carbônicas, o que influencia diretamente suas propriedades físicas. Dentre os isômeros da molécula do heptano, aquele que apresentará a menor temperatura de ebulição é o

- 2-metilexano.
- 2,2-dimetilpentano.
- 2,3-dimetilpentano.
- 2,2,3-trimetilbutano.

07. (UFG-GO) Três substâncias, água (H₂O), etanol (CH₃CH₂OH) e acetona ((CH₃)₂CO) foram adicionadas em três tubos de ensaio, na mesma quantidade em volume, conforme figura apresentada a seguir.



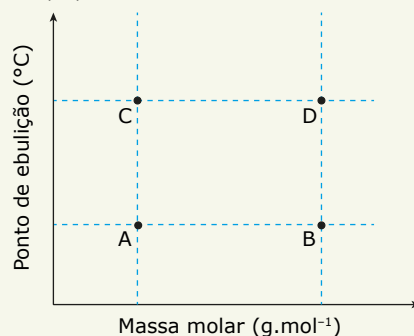
Considerando-se a volatilidade das substâncias presentes nos tubos, após um determinado tempo, a figura que representa as quantidades em volume das substâncias à temperatura ambiente é:



08. (UERJ-2015) Uma indústria fabrica um produto formado pela mistura das quatro aminas de fórmula molecular C₃H₉N. Com o intuito de separar esses componentes, empregou-se o processo de destilação fracionada, no qual o primeiro componente a ser separado é o de menor ponto de ebulição. Nesse processo, a primeira amina a ser separada é denominada:

- Propilamina
- Trimetilamina
- Etilmetilamina
- Isopropilamina

09. (UFRGS-RS-2016) O gráfico a seguir mostra a relação entre a massa molar e o ponto de ebulição dos compostos orgânicos A, B, C e D.



Considere as afirmações a seguir, a respeito dos compostos A, B, C e D.

- I. Se A e C forem isômeros de posição, então o composto A é mais ramificado que o composto C.
- II. Se B e D forem isômeros de função, um sendo um álcool e o outro um éter, então D é o álcool e B é o éter.
- III. Se C e D forem isômeros geométricos, então D é o isômero trans.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) I, II e III.

10. (UNIUBE-MG-2016) As substâncias orgânicas que apresentam propriedades físico-químicas diferentes, tais como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade, viscosidade, solubilidade, apresentam diferentes fórmulas estruturais e até diferentes funções orgânicas em suas estruturas químicas. Isso faz com que exista uma diferença nas interações intermoleculares e leva a diferentes propriedades. Sobre as substâncias orgânicas propano, propan-1-ol e ácido propanoico, são feitas algumas afirmações:

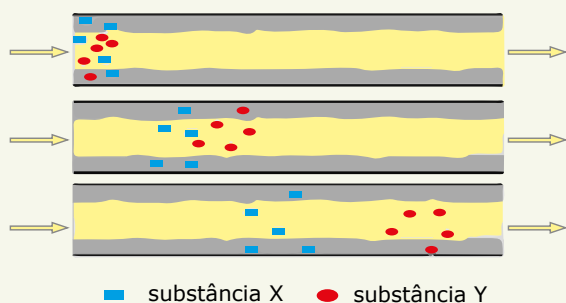
- I. Apresentam, respectivamente, fórmulas moleculares C_3H_8 ; C_3H_8O e $C_3H_6O_2$.
- II. A solubilidade em água do propano é maior que a do propan-1-ol.
- III. O ponto de ebulição do ácido propanoico é maior que o propano-1-ol.
- IV. O ponto de fusão do propano é maior que o do ácido propanoico.

Estão corretas as afirmações contidas em

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

11. (FAMECA-SP) Uma técnica de separação de compostos chamada cromatografia utiliza a afinidade entre substâncias como princípio de separação. Uma coluna preenchida com uma resina é atravessada pela mistura, e quanto maior a afinidade de uma substância pelo material da resina, maior o tempo para que essa substância atravesse a coluna. Se, no entanto, a afinidade for semelhante, a corrida será vencida pela substância de menor massa molar.

O esquema a seguir representa três estágios distintos de uma separação de dois componentes por cromatografia.

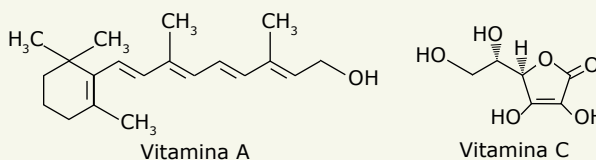


A figura representa a passagem de uma mistura por uma coluna preenchida por uma resina de caráter _____, sendo que a substância X é _____ e a Y é _____.

As lacunas do texto são, correta e respectivamente, preenchidas por

- A) polar – butano – amônia.
- B) apolar – ácido acético – benzeno.
- C) apolar – metano – amônia.
- D) polar – etanol – propano-1-ol.
- E) polar – tolueno – fenol.

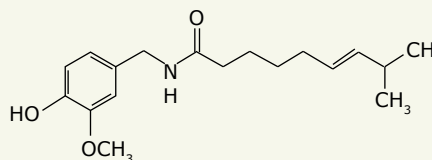
12. (UFT-TO) As vitaminas são substâncias essenciais para o funcionamento normal do metabolismo. A vitamina A é responsável, entre outras funções, pela transmissão química de imagens do olho para o cérebro. A vitamina C é responsável, também, pelo aumento da resistência imunológica do nosso organismo.



Com base nas estruturas apresentadas, não é correto o que se afirma em:

- A) A vitamina C faz mais ligações de hidrogênio que a vitamina A.
- B) A vitamina A apresenta mais carbonos com hibridização tipo sp^3 que a vitamina C.
- C) A vitamina A é eliminada mais facilmente pela urina que a vitamina C.
- D) A vitamina A é mais solúvel em óleo que a vitamina C.
- E) A vitamina A apresenta menor polaridade quando comparada à vitamina C.

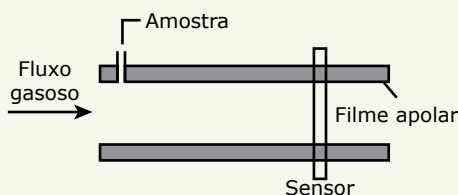
13. (Unicamp-SP-2016) Já faz parte do folclore brasileiro alguém pedir um "prato quente" na Bahia e se dar mal. Se você come algo muito picante, sensação provocada pela presença da capsaicina (fórmula estrutural mostrada a seguir) no alimento, logo toma algum líquido para diminuir essa sensação. No entanto, nem sempre isso adianta, pois logo em seguida você passa a sentir o mesmo ardor.



A) Existem dois tipos de pimenta em conserva, um em que se usa vinagre e sal, e outro em que se utiliza óleo comestível. Comparando-se os dois tipos, observa-se que o óleo comestível se torna muito mais picante que o vinagre. Em vista disso, o que seria mais eficiente para eliminar o ardor na boca provocado pela ingestão de pimenta: vinagre ou óleo? Justifique sua escolha baseando-se apenas nas informações dadas.

- B) Durante uma refeição, a ingestão de determinados líquidos nem sempre é palatável; assim, se o “prato quente” também estiver muito salgado, a ingestão de leite faz desaparecer imediatamente as duas sensações. Baseando-se nas interações químicas entre os componentes do leite e os condimentos, explique por que ambas as sensações desaparecem após a ingestão do leite. Lembre-se que o leite é uma suspensão constituída de água, sais minerais, proteínas, gorduras e açúcares.

14. (UFG-GO) O sistema a seguir representa uma coluna de separação analítica, em que a parede interna da coluna é revestida com um filme polimérico apolar. Este filme interagirá, por afinidade química, com as substâncias presentes na amostra, dificultando a sua chegada ao sensor.



Substâncias	
A	3-metil-pentano
B	Etano
C	<i>n</i> -butano
D	Propano
E	<i>i</i> -butano
F	Metano

Quando a amostra é introduzida na coluna, o fluxo gasoso transportará as substâncias na direção de um sensor que registra o sinal elétrico em função do tempo. Uma amostra constituída de seis substâncias – listadas na tabela apresentada – foi introduzida na coluna de separação.

Com base nestas informações,

- A) Esboce um gráfico (sinal do sensor *versus* tempo) que ilustre a ordem de detecção das substâncias;
 B) Cite a propriedade responsável pela ordem sequencial de chegada das substâncias ao sensor.

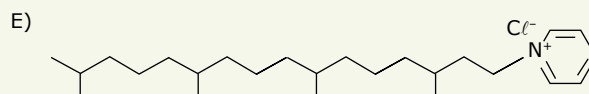
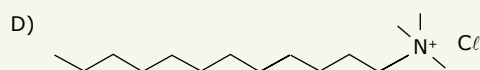
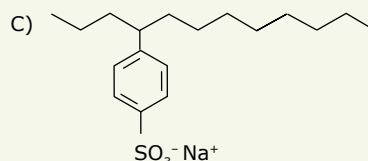
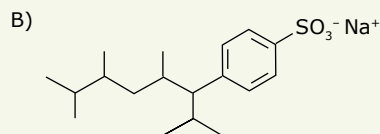
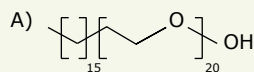
SEÇÃO ENEM



01. (Enem–2018) Tensoativos são compostos orgânicos que possuem comportamento anfílico, isto é, possuem duas regiões, uma hidrofóbica e outra hidrofílica. O principal tensoativo aniônico sintético surgiu na década de 1940 e teve grande aceitação no mercado de detergentes em razão do melhor desempenho comparado ao do sabão. No entanto, o uso desse produto provocou grandes problemas ambientais, dentre eles a resistência à degradação biológica, por causa dos diversos carbonos terciários na cadeia que compõe a porção hidrofóbica desse tensoativo aniônico. As ramificações na cadeia dificultam sua degradação, levando à persistência no meio ambiente por longos períodos. Isso levou a sua substituição na maioria dos países por tensoativos biodegradáveis, ou seja, com cadeias alquílicas lineares.

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

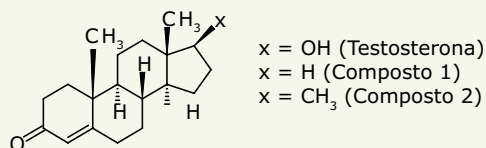
Qual a fórmula estrutural do tensoativo persistente no ambiente mencionado no texto?



02. (Enem–2017) Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- A) volatilização das substâncias de interesse.
 B) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
 C) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
 D) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
 E) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.
03. (Enem–2016) A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de partição.



NOGUEIRA, L. J.; MONTANARI, C. A.; DONNICI, C. L. Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Híocrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2009 (Adaptação).

Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

- A) menor e menor que a lipofilia da testosterona.
- B) menor e maior que a lipofilia da testosterona.
- C) maior e menor que a lipofilia da testosterona.
- D) maior e maior que a lipofilia da testosterona.
- E) menor e igual à lipofilia da testosterona.

- 04.** (Enem–2016) Em sua formulação, o *spray* de pimenta contém porcentagens variadas de oleoresina de Capsicum, cujo princípio ativo é a capsaicina, e um solvente (um álcool como etanol ou isopropanol). Em contato com os olhos, pele ou vias respiratórias, a capsaicina causa um efeito inflamatório que gera uma sensação de dor e ardor, levando à cegueira temporária. O processo é desencadeado pela liberação de neuropeptídeos das terminações nervosas. Como funciona o gás de pimenta.

Disponível em: <<http://pessoas.hsw.uol.com.br>>. Acesso em: 01 mar. 2012 (Adaptação).

Quando uma pessoa é atingida com o *spray* de pimenta nos olhos ou na pele, a lavagem da região atingida com água é ineficaz porque a

- A) reação entre etanol e água libera calor, intensificando o ardor.
- B) solubilidade do princípio ativo em água é muito baixa, dificultando a sua remoção.
- C) permeabilidade da água na pele é muito alta, não permitindo a remoção do princípio ativo.
- D) solubilização do óleo em água causa um maior espalhamento além das áreas atingidas.
- E) ardência faz evaporar rapidamente a água, não permitindo que haja contato entre o óleo e o solvente.

- 05.** (Enem–2015) Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

- A) baixa polaridade.
- B) baixa massa molecular.
- C) ocorrência de halogênios.
- D) tamanho pequeno das moléculas.
- E) presença de hidroxilas nas cadeias.

- 06.** (Enem) No processo de industrialização da mamona, além do óleo que contém vários ácidos graxos, é obtida uma massa orgânica, conhecida como torta de mamona. Esta massa tem potencial para ser utilizada como fertilizante para o solo e como complemento em rações animais devido a seu elevado valor proteico. No entanto, a torta apresenta compostos tóxicos e alergênicos diferentemente do óleo da mamona. Para que a torta possa ser utilizada na alimentação animal, é necessário um processo de descontaminação.

REVISTA QUÍMICA NOVA ESCOLA. v. 32, n. 1, 2010 (Adaptação).

A característica presente nas substâncias tóxicas e alergênicas, que inviabiliza sua solubilização no óleo de mamona, é a

- A) lipofilia.
- B) hidrofilia.
- C) hipocromia.
- D) cromatofilia.
- E) hiperpolarização.

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. A
- 03. C
- 04. B
- 05. D
- 06. C
- 07. B
- 08. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

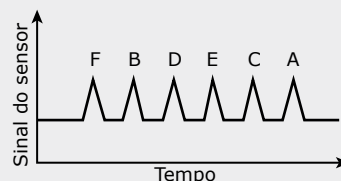
- 01. C
- 02. B
- 03. C
- 04. B
- 05. A
- 06. D
- 07. A
- 08. B
- 09. B
- 10. D
- 11. C
- 12. C

13.

- A) De acordo com as informações dadas, o óleo, em contato com a capsaicina, tornou-se mais picante que o vinagre, indicando que havia mais capsaicina dissolvida no óleo do que no vinagre.
- B) Ambas as sensações (salgado e picante) desaparecem porque os íons do sal interagem com a água do leite por interações do tipo íon-dipolo e a capsaicina interage com as gorduras por interações de Van der Waals.

14.

- A)



- B) A propriedade responsável pela ordem sequencial é a solubilidade, pois a interação intermolecular do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido aumenta com o aumento da massa molecular e diminui com a presença de ramificações na cadeia carbônica.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. A
- 03. D
- 04. B
- 05. A
- 06. B

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Teorias Ácido-Base Modernas

O uso das expressões ácido e base é antigo na Química. Remonta há séculos e traduz, no que se refere a comportamento das substâncias ácidas ou básicas, a oposição como positivo e negativo para as cargas elétricas. Entretanto, esses termos sofreram várias modificações conceituais com o passar do tempo, apresentando teorias de natureza diversa que procuram abarcar o maior número de substâncias.

Desde 1680, com Robert Boyle, passando por A. Lavoisier (1787), H. Davy (1811), Gay-Lussac (1814), J. Liebig (1838), S. Arrhenius (1884), E. C. Franklin (1905), J. N. Brønsted e T. M. Lowry (1923), G. N. Lewis (1923) até M. Usanovich (1939), entre outros, apareceram teorias intrinsecamente lógicas, mas cada uma com sua peculiaridade, seu próprio campo de aplicabilidade especial. Apesar dessa variedade de teorias, ficaremos no estudo das mais familiares: a de Arrhenius, a de Brønsted-Lowry e a de Lewis.

PROPRIEDADES GERAIS DE ÁCIDOS E DE BASES

Veja o quadro comparativo das principais propriedades de ácidos e de bases.

	Ácidos	Bases
1	Apresentam sabor azedo.	Apresentam sabor cáustico (adstringente).
2	Sofrem ionização em solução aquosa.	Sofrem dissociação iônica em solução aquosa.
3	São compostos moleculares (geralmente).	São compostos iônicos (geralmente).
4	Mantêm a fenolftaleína incolor.	Tornam a fenolftaleína vermelha.
5	Tornam rosa (vermelho) o papel de tornassol azul.	Tornam azul o papel de tornassol rosa (vermelho).
6	Reagem com as bases, produzindo sal e água.	Reagem com os ácidos, produzindo sal e água.
7	Reagem com óxidos básicos, anfóteros, peróxidos e superóxidos.	Reagem com óxidos ácidos, anfóteros, produzindo sal e água.
8	Reagem com os metais menos nobres que o hidrogênio, liberando H_2 .	Não reagem com os metais.
9	Reagem com os carbonatos, produzindo sal, água e gás carbônico (observa-se uma efervescência).	Não reagem com os carbonatos.

TEORIAS MODERNAS DE ÁCIDOS E DE BASES

A Teoria Ácido-Base de Arrhenius não consegue explicar o comportamento de substâncias ácidas e básicas em meio não aquoso, e também está restrita a substâncias que possuem hidrogênio na sua constituição.

Duas teorias, denominadas teorias modernas, foram desenvolvidas na tentativa de explicar o comportamento ácido-base das substâncias que não são contempladas pelas definições de Arrhenius.

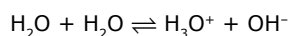
Teoria de Brønsted-Lowry

Essa teoria também é chamada de Teoria Protônica e foi proposta, em 1923, por T. M. Lowry e por J. N. Brønsted. De acordo com tal teoria, ácido é uma substância capaz de doar prótons, e base é a substância receptora de prótons.

Exemplos:

- A.** $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
Ácido Base
- B.** $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
Base Ácido
- C.** $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
Base Ácido
- D.** $\text{HCl} + \text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{NO}_2^+ + \text{Cl}^-$
Ácido Base

Observe que, nos exemplos A e B, a água apresentou um comportamento duplo, de ácido e de base. Na verdade, a água é uma substância anfótera, e pode apresentar o seguinte equilíbrio:



A Teoria de Brønsted-Lowry nos permite determinar, no caso das reações reversíveis, os pares ácido-base conjugados, analisando o ácido e a base no sentido indireto da reação.

Exemplos:

- A.** $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CN}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Ácido Base Base Ácido
- B.** $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
Base Ácido Ácido Base
- C.** $\text{NH}_3 + \text{HCN} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{CN}^-$
Base Ácido Ácido Base

HCN e CN^- ; NH_4^+ e NH_3 ; H_3O^+ e H_2O são pares conjugados ácido-base. Eles diferem entre si por um próton.

A neutralização, segundo essa teoria, não se restringe à formação de sais, mas à transferência de prótons de um ácido para uma base.

Em relação à capacidade de doar ou de receber prótons, os solventes podem ser divididos em quatro tipos: os ácidos, ou protogênicos, que possuem capacidade de doar prótons (HF , H_2SO_4 , HCN , CH_3COOH , HCOOH , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$); os básicos, ou protofilicos, que são capazes de receber prótons (NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH , aminas);

os anfipróticos, com capacidade tanto de doar como de receber prótons (H_2O , álcoois); e os apróticos, incapazes de atuar tanto como doadores quanto como fixadores de prótons (C_6H_6 , CHCl_3 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$).

Essa teoria é mais ampla do que a de Arrhenius, pois não depende do solvente, mas se restringe ao âmbito da transferência de prótons.

Teoria de Lewis

É chamada de Teoria Eletrônica dos Ácidos e Bases, tendo sido proposta em 1923 por G. N. Lewis. Segundo essa teoria, ácidos são substâncias "ceptoras" de pares eletrônicos em uma ligação coordenada, ao passo que bases são substâncias "doadoras" de pares eletrônicos em uma ligação coordenada.

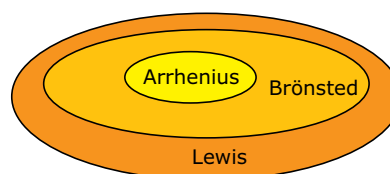
Exemplos:

- A.** $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
Base Ácido
- B.** $\text{BF}_3 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{NBF}_3$
Ácido Base
- C.** $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$
Base Ácido

As bases de Lewis são nucleófilas e podem ser moléculas desde que possuam um átomo que apresente ao menos um par de elétrons não compartilhado (NH_3 , H_2O , PH_3), ou ânions, que sempre possuem ao menos um par de elétrons não compartilhado, o que lhes permite funcionar sempre como um "doador" de pares de elétrons (Cl^- , CN^- , OH^-).

Os ácidos de Lewis são substâncias carentes de elétrons, eletrofílicas, que podem receber pares eletrônicos em ligações coordenativas. Eles podem ser moléculas, quando possuem um átomo com o octeto incompleto (BF_3 , AlCl_3), ou cátions simples, nos quais a presença de carga iônica positiva nos leva a concluir que um cátion é uma estrutura eletrofílica (Ag^+ , Cu^{2+} , Co^{2+}).

A teoria eletrônica de Lewis para ácidos e bases é mais ampla do que as anteriores. Não depende do meio, da presença de íons, da transferência de prótons ou da presença ou ausência de um solvente. No entanto, reduz a reação de neutralização a um fenômeno de coordenação (ligação coordenada).



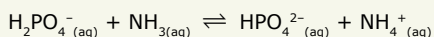
08. (Uncisal) Ácidos e bases são os grandes pilares de toda a vida de nosso planeta, bem como da maioria das propriedades do reino mineral, sendo costumeiramente lembrados como substâncias químicas perigosas, corrosivos capazes de dissolver metais como se fossem comprimidos efervescentes; no entanto, a presença destas substâncias na nossa vida cotidiana é bem mais ampla e menos agressiva do que se imagina. O conceito de ácido e de base foi evoluindo ao longo do tempo, de acordo com os conhecimentos da época e também com a necessidade crescente de explicar fenômenos associados à acidez e à basicidade. Com respeito às propriedades de ácidos e bases, indique a opção correta.

- A) De acordo com a definição de Arrhenius, ácido é uma substância capaz de receber um par de elétrons.
 B) Segundo Brønsted-Lowry, um ácido e uma base conjugados diferem por um próton.
 C) Segundo Lewis, uma base é uma substância capaz de doar prótons.
 D) De acordo com a definição de Arrhenius, ácido é uma substância capaz de doar um par de elétrons.
 E) Segundo Brønsted-Lowry, um ácido e uma base conjugados diferem por um par de elétrons.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



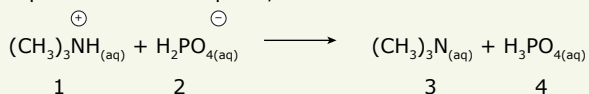
01. (PUC Rio) Considere o equilíbrio químico a seguir:



De acordo com o conceito de Brønsted-Lowry que define, num equilíbrio, o ácido e a base levando em conta a espécie que doa e a espécie que recebe prótons (H^+), é correto afirmar que:

- A) NH_3 é a base conjugada do ácido NH_4^+
 B) NH_4^+ é a base conjugada do ácido HPO_4^{2-}
 C) H_2PO_4^- é o ácido conjugado da base NH_3
 D) HPO_4^{2-} é o ácido conjugado da base NH_4^+
 E) HPO_4^{2-} é o ácido conjugado da base H_2PO_4^-

02. (UDESC-SC-2016) Em relação à equação a seguir, assinale a alternativa que contém a classificação da função química de cada espécie,



- A) 1 e 4 são ácidos, 2 e 3 são bases.
 B) 1 é base, 2 é ácido e 3 e 4 são sais.
 C) 1 e 3 são ácidos, 2 e 4 são bases.
 D) 1 é ácido, 2 é base e 3 e 4 são sais.
 E) 1 e 3 são bases, 2 e 4 são ácidos.

03. (UECE-2016) Johanes Nicolaus Brønsted (1879-1947), físico-químico dinamarquês, e Thomas Martin Lowry (1874-1936), físico-químico britânico, trabalhando independentemente, lançaram uma teoria que ampliou o conceito acidobásico de Arrhenius Svant (1859-1927). Equacione a reação que ocorre entre a amônia e a água, e assinale a opção que apresenta um par conjugado ácido-base, de acordo com a teoria de Brønsted-Lowry.

- A) $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ e $\text{NH}_3{}_{(\text{aq})}$ C) $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ e $\text{NH}_4^+{}_{(\text{aq})}$
 B) $\text{NH}_3{}_{(\text{aq})}$ e $\text{OH}^-{}_{(\text{aq})}$ D) $\text{NH}_3{}_{(\text{aq})}$ e $\text{NH}_4^+{}_{(\text{aq})}$

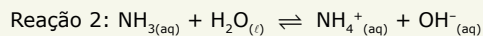
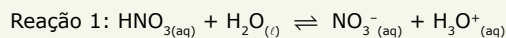
04. (UFLA) Observe o quadro a seguir e assinale, de acordo com a definição de Brønsted-Lowry para ácidos e bases, a alternativa correta.

	Ácido	Base	
	HCl	Cl^-	
	H_2SO_4	HSO_4^-	
	$\text{H}_3\text{O}^+{}_{(\text{aq})}$	H_2O	
	H_3PO_4	H_2PO_4^-	
	H_2CO_3	HCO_3^-	
	NH_4^+	NH_3	
	H_2O	OH^-	
	OH^-	O^{2-}	
	H_2	H^- (hidreto)	

Força ácida aumentada (seta para cima)
 Força básica aumentada (seta para baixo)

- A) A água não é uma substância anfótera, pois pode se comportar tanto como ácido quanto como base.
 B) Em uma reação química entre NH_3 e H_2O , a base liberará H^+ .
 C) Os pares ácido-base conjugados diferem entre si apenas em um próton.
 D) O HSO_4^- , em solução aquosa, é capaz de fornecer íons OH^- em quantidades significativas.

05. (UFJF-MG) Considerando a teoria ácido-base de Brønsted-Lowry, sabe-se que um par conjugado ácido-base é aquele par formado por espécies químicas que diferem entre si por um íon H^+ . Observando as reações a seguir, avalie as afirmações de I a IV.

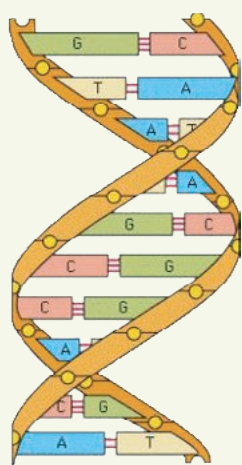


- I. Na reação 1, a água atua como uma base de Brønsted-Lowry, enquanto que na reação 2 a água atua como um ácido de Brønsted-Lowry.
 II. NH_3 é uma base de Brønsted-Lowry.
 III. NH_3 e NH_4^+ formam um par de conjugado.
 IV. O íon NO_3^- é uma base de Brønsted-Lowry e forma um par conjugado com o HNO_3 .

Marque a alternativa correta.

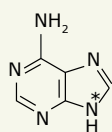
- A) Nenhuma afirmação está correta.
 B) Todas as afirmações estão corretas.
 C) As afirmações I e III estão corretas.
 D) As afirmações I, II e III estão corretas.
 E) As afirmações II, III e IV estão corretas.

- 06.** (ESCS-DF-2015) O DNA apresenta uma estrutura primária semelhante à do RNA, com algumas modificações. Por exemplo, no RNA as bases nitrogenadas são a adenina, a guanina, a citosina e a uracila; no DNA, tem-se a ocorrência da timina em vez da uracila. Além disso, o DNA possui uma estrutura secundária em forma de dupla hélice de cordões de ácido nucleico. Nessa estrutura, conforme figura I, a seguir, cada porção das moléculas de adenina (A) e de guanina (G) de um cordão liga-se, por meio de ligações de hidrogênio, à porção de uma molécula de timina (T) e de citosina (C), respectivamente, do outro cordão. Na figura II, são apresentadas as moléculas de adenina e de timina.

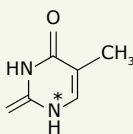


estrutura em dupla hélice do DNA

Figura I



adenina



timina

(*) átomo de nitrogênio que se liga no anel derivado de açúcar.

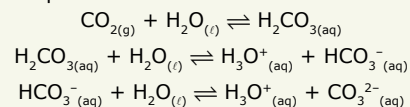
Figura II

A adenina e a timina podem ser classificadas como

- A) bases de Lewis, porque possuem orbitais vazios capazes de aceitar um par de elétrons.
 B) bases de Lewis e bases de Brønsted-Lowry, porque apresentam hidroxilas em suas estruturas.
 C) bases de Brønsted-Lowry, porque são capazes de receber prótons; e como bases de Lewis, porque podem doar um par de elétrons.
 D) bases de Brønsted-Lowry, porque são capazes de doar prótons.

- 07.** (UNIUBE-MG) Uma maneira de extração do petróleo atualmente é através do pré-sal, mesmo sendo um método que produz grande poluição devido aos seus muitos derivados, como, por exemplo, o enxofre, o dióxido de carbono e outros gases poluentes. Acredita-se que esses fatores devem ser considerados na decisão de exploração desse tipo de petróleo, pois os benefícios podem significar a contramão do processo de evolução do homem.

Outro fator importante é que os oceanos, além das plantas, atuam na retirada do excesso de dióxido de carbono da atmosfera em aproximadamente 30% do que é emitido no mundo anualmente, e podendo interferir na formação de corais, conchas, podendo comprometer a cadeia alimentar dos animais marinhos. O gás carbônico, quando reage com a água, pode formar os seguintes equilíbrios químicos:



Observando essas reações, é possível afirmar que:

- I. A água é considerada um ácido de Arrhenius ao interagir com o dióxido de carbono.
 II. O H_2CO_3 é um ácido de Brønsted e Lowry.
 III. O íon H_3O^+ é um ácido conjugado, segundo Brønsted e Lowry.
 IV. As espécies na equação química H_2CO_3 e HCO_3^- são consideradas, respectivamente, ácido e base conjugada, segundo Brønsted e Lowry.
 V. As espécies HCO_3^- e CO_3^{2-} podem ser consideradas, respectivamente, ácido e base conjugada, segundo Brønsted e Lowry.

Estão corretas as afirmativas contidas em:

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

- 08.** (Unioeste-PR-2016) Para cada uma das reações mostradas a seguir indique, respectivamente, o ácido e a base de Brønsted-Lowry do lado dos reagentes.

- $\text{HCO}_2^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HCO}_2\text{H}_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$
- $\text{HSO}_4^-_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$
- $\text{HSO}_3^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

- A) $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$ / $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$, $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ / $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$
 B) $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ / $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$, $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ / $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
 C) $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ / $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$, $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ / $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
 D) $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$ / $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$, $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ / $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$
 E) $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ / $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$, $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ / $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$

- 09.** (PUC Rio) Na molécula da amônia, cada átomo de hidrogênio tem seu elétron comprometido na formação de uma ligação covalente com o nitrogênio. Por outro lado, o nitrogênio possui um par de elétrons não ligantes, representado por dois pontos (:). Existem várias teorias que definem substâncias como ácido e base. Uma delas é a teoria de Lewis que pode classificar o $:\text{NH}_3$ como base por causa da

- A) liberação de três íons H^+ quando é dissolvido em água.
 B) doação do par de elétrons não ligantes a se combinar.
 C) aceitação de íons F^- ao reagir com BF_3 .
 D) liberação de íons OH^- quando na forma gasosa reagir com gás O_2 .
 E) formação de íons: NH_2^- quando solubilizado e água ao aceitar um elétron não ligante a mais.

10. (CMMG) A respeito dos conceitos de ácido e base realizados por Arrhenius, Lewis e Brønsted-Lowry, assinale a alternativa incorreta em relação às suas teorias.

- A) Um ácido de Lewis deve ter elevada densidade eletrônica.
- B) Um ácido ou base de Arrhenius será também de Brønsted-Lowry e de Lewis.
- C) Um ácido ou base de Brønsted-Lowry será também de Lewis, mas não poderá ser de Arrhenius.
- D) Ácido, segundo Arrhenius, é uma substância de caráter molecular que, em meio aquoso, sofre ionização e libera exclusivamente o cátion H⁺.

11. (UEM-PR) Comparando-se os conceitos ácido-base de Arrhenius (A), Brønsted-Lowry (BL) e Lewis (L), pode-se dizer, por exemplo, que uma substância que é um ácido de Arrhenius será obrigatoriamente um ácido de Brønsted-Lowry e também de Lewis. Por outro lado, um ácido de Brønsted-Lowry não será necessariamente um ácido de Arrhenius. Arranjando esses conceitos em um diagrama de conjuntos, assinale o que for correto.

- 01. L ⊂ BL e BL ⊃ A.
- 02. A ⊂ L e BL ⊂ A.
- 03. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 04. BL ⊂ L e L ⊃ A.
- 05. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 06. A ⊂ L e BL ⊂ A.
- 07. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 08. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 09. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 10. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 11. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 12. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 13. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 14. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 15. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
- 16. A ⊂ L e BL ⊂ A.

Soma ()

SEÇÃO ENEM

01.

Quais os fatores que podem causar uma DCV?

[...]

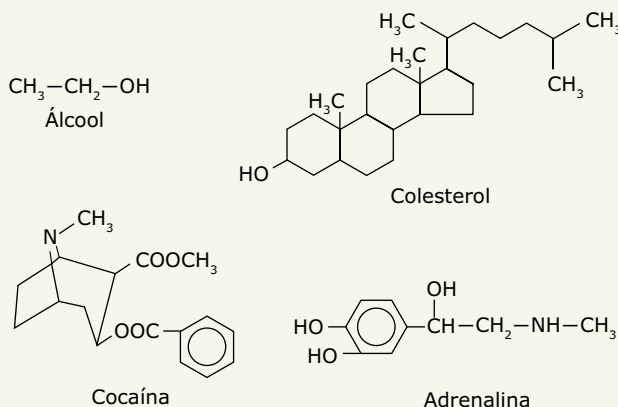
Não há uma única causa para as Doenças Cardiovasculares, pois existem vários fatores que podem aumentar a probabilidade de sua ocorrência, chamados fatores de risco cardiovasculares.

Muitos desses fatores são próprios da pessoa, como a herança genética e a idade. Porém, vários fatores de risco cardiovasculares estão relacionados ao estilo de vida adotado pelo indivíduo, como a alimentação rica em gorduras, a obesidade, o sedentarismo, o tabagismo e o estresse.

[...]

MEN, M. J. *Doenças cardiovasculares: prevenir é fundamental!* Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2342-6.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2019. [Fragmento]

As fórmulas estruturais das principais substâncias que contribuem para doenças cardiovasculares estão representadas a seguir:



Considerando as propriedades ácidas e básicas dessas substâncias, pode-se afirmar que

- A) a cocaína não apresenta caráter básico, pois não apresenta grupos aceptores de pares eletrônicos.
- B) o álcool apresenta caráter ácido, pois é uma espécie doadora de prótons e acceptora de pares eletrônicos.
- C) a adrenalina apresenta caráter básico devido à presença dos três grupos hidroxila e do grupo amino (NH).
- D) o colesterol apresenta caráter neutro, pois não apresenta grupos doadores de prótons nem de pares eletrônicos.
- E) todas as substâncias apresentadas em meio aquoso aceitam prótons da água, apresentando caráter básico.

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01.

- A) Básico → recebe próton H⁺
- B) Ácido → doa próton H⁺
- 02. B
- 03. C
- 04. B
- 05. V V V V F

- 06. E
- 07. D
- 08. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. A
- 03. D
- 04. C
- 05. B
- 06. C
- 07. E
- 08. A
- 09. B
- 10. A
- 11. Soma = 28

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Ácidos e Bases Orgânicos

O caráter ácido ou básico dos compostos orgânicos (propriedades químicas), apesar de em menor grau de intensidade que o dos compostos inorgânicos, é influenciado pela estrutura do composto.

CARÁTER ÁCIDO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS



A força de um ácido é expressa em função da sua constante de acidez (K_a): quanto maior for K_a , mais forte será o ácido. De um modo geral, pode-se dizer que a ordem decrescente de acidez dos compostos orgânicos é a seguinte:

Ácidos carboxílicos	Fenóis	Álcoois	Alquinos verdadeiros
$K_a \cong 10^{-5}$	$K_a \cong 10^{-10}$	$K_a \cong 10^{-18}$	$K_a \cong 10^{-23}$

Os álcoois são substâncias quase neutras, já os ácidos carboxílicos são ácidos fracos. Portanto, o caráter de um grupo $-\text{OH}$ é influenciado pela estrutura circundante.

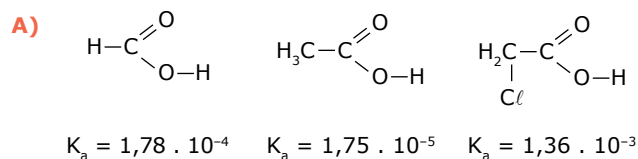
O hidrogênio da hidroxila ($-\text{OH}$) poderia se ionizar, mas isso não acontece facilmente no álcool. Porém, a substituição de dois hidrogênios do carbono ligado à hidroxila por um átomo de oxigênio (formação do ácido carboxílico) provoca um deslocamento da nuvem eletrônica da hidroxila em direção à carbonila, aumentando a polarização da ligação $\text{O}-\text{H}$ e tornando mais fácil a ionização do hidrogênio.

No caso dos ácidos carboxílicos, considere o ácido $\text{A}-\text{COOH}$, em que A é um grupo que atrai elétrons. O deslocamento indutivo em direção a A do par de elétrons compartilhado entre esse grupo e o átomo de carbono produz um deslocamento secundário dos elétrons das ligações, facilitando a separação do hidrogênio como próton. Se for considerado um ácido $\text{B}-\text{COOH}$, sendo B um grupo que repele elétrons, haverá um deslocamento dos elétrons em sentido oposto, diminuindo o grau de ionização. O grupo A seria um grupo elétron-atraente, e B, um grupo elétron-repelente.

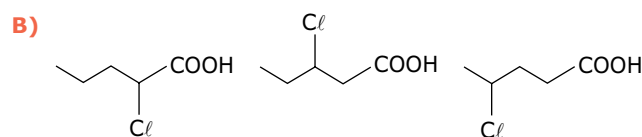
Grupos	
Elétron-atraente (A)	Elétron-repelente (B)
$-\text{Cl}$, $-\text{F}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{COCH}_3$,  ou  , etc.	$-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$, etc.

Quando a cadeia carbônica apresenta grupos elétron-atraente, ocorre um efeito indutivo negativo (I^-) que facilita a ionização do hidrogênio. Se o grupo for elétron-repelente, responsável pelo efeito indutivo positivo (I^+), o ácido se torna mais fraco.

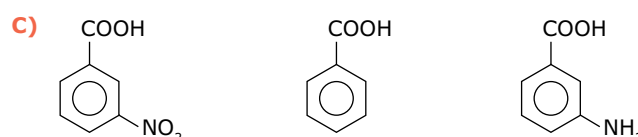
Exemplos:



O grupo $-\text{CH}_3$ torna o ácido mais fraco, ao passo que o cloro torna-o mais forte.

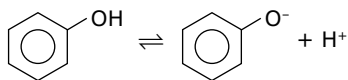


Da esquerda para a direita, diminui o caráter ácido, em virtude do distanciamento do Cl (elétron-atraente) da carboxila, diminuindo o efeito I^- provocado por ele.

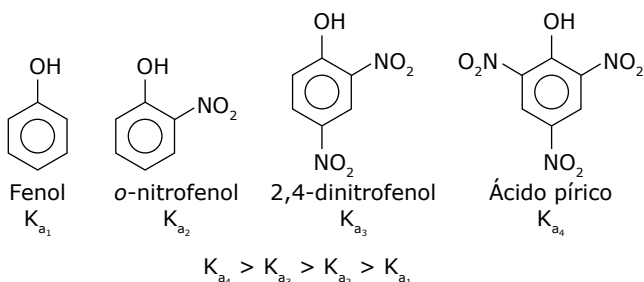


Compostos em ordem decrescente de acidez.

O fenol ou ácido fênico apresenta a hidroxila polarizada por se ligar diretamente a um grupo elétron-atraente (fenil). Tem, portanto, caráter ácido ($K_a = 1,1 \cdot 10^{-10}$).



Se o hidroxibenzeno (fenol) recebe grupos elétron-atraentes, como o $-\text{NO}_2$, sua força ácida aumenta. Veja o exemplo a seguir:



Apesar de os álcoois e alquinos verdadeiros apresentarem caráter ácido, eles possuem K_a menor do que a água ($K_w = 10^{-14}$), sendo, portanto, ácidos mais fracos que ela. Tal força de acidez se deve ao fato de os álcoois apresentarem grupos elétron-repelentes ligados à hidroxila, o que torna a ligação O—H menos polarizada, diminuindo, assim, o grau de ionização desses compostos. Já os alquinos verdadeiros possuem o grupo $\equiv\text{C}-\text{H}$ com a ligação C—H mais polarizada do que em alquenos e em alcanos (devido ao maior caráter s do orbital híbrido sp do carbono, o que lhe garante uma maior eletronegatividade), tornando o hidrogênio mais ionizável. Contudo, devido à polaridade dessa ligação ser menor do que a polaridade da ligação O—H, o grau de ionização dos alquinos é menor que o dos álcoois e, conseqüentemente, menor do que o da água.

CONTEÚDO NO
Bernoulli Play

Força ácida dos ácidos carboxílicos

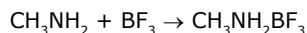
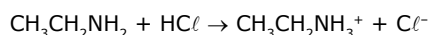
Assista a esse vídeo, observando atentamente a influência de grupos indutivos nas estruturas de cada composto e quais as conseqüências nos valores de K_a .

CARÁTER BÁSICO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

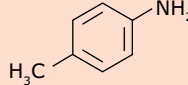
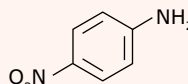


As bases orgânicas mais importantes são as aminas, tendo as aminas não aromáticas (alifáticas) um caráter básico mais acentuado do que a amônia; o contrário ocorre com as aminas aromáticas.

Exemplos:



Os grupos elétron-repelentes aumentam a força básica da amina e os grupos elétron-atraentes diminuem o seu caráter básico.

Composto	K_b	$\text{p}K_b$
NH_3	$1,82 \cdot 10^{-5}$	4,74
CH_3NH_2	$4,36 \cdot 10^{-4}$	3,36
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	$5,62 \cdot 10^{-4}$	3,25
CH_3NHCH_3	$5,13 \cdot 10^{-4}$	3,29
$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$5,25 \cdot 10^{-5}$	4,28
	$4,17 \cdot 10^{-10}$	9,38
	$1,23 \cdot 10^{-9}$	8,91
	$1,00 \cdot 10^{-13}$	13,0

Quanto menor o $\text{p}K_b$, maior a K_b e maior a basicidade do composto.

As aminas alifáticas são bases mais fortes que a amônia, pois a afinidade do nitrogênio por próton aumenta devido ao efeito elétron-repelente dos grupos alquila. A densidade eletrônica no nitrogênio aumenta, atraindo o próton com maior intensidade.

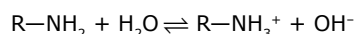
Exceção: A trimetilamina é mais fraca que a metilamina e a dimetilamina, apesar de ter 3 grupos $-\text{CH}_3$ elétron-repelente.

Quando se introduz um grupo $-\text{CH}_3$ na amônia ($\text{p}K_b = 4,74$), verifica-se que ocorre um aumento da força básica na geração da metilamina ($\text{p}K_b = 3,36$) em uma determinação feita em solução aquosa. O grupo metila é um grupo elétron-repelente, ou seja, doa densidade eletrônica para o átomo de nitrogênio, fazendo com que seus elétrons não ligantes fiquem mais afastados do núcleo. Dessa forma, os elétrons não ligantes se tornam mais disponíveis para se coordenarem a um próton, minimizando a repulsão núcleo-núcleo entre o nitrogênio e o hidrogênio coordenado, estabilizando o ácido conjugado formado.

A introdução de um segundo grupo metila aumenta ainda mais a força básica da amina, porém essa segunda introdução, gerando a dimetilamina ($pK_b = 3,29$), tem um efeito bem menos acentuado que a introdução do primeiro grupo. Já a introdução de um terceiro grupo metila, gerando a trimetilamina ($pK_b = 4,28$), diminui a força básica da amina em água de forma inesperada.

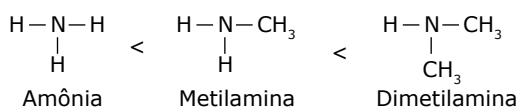
Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de a força básica de uma amina em água não ser determinada somente pela disponibilidade do par eletrônico não ligante no átomo de nitrogênio, mas também pela extensão em que o cátion, formado pela aceitação do próton, pode sofrer solvatação e, assim, ficar mais estabilizado.

O ácido conjugado de uma amina é gerado por meio da coordenação entre um próton e o átomo de nitrogênio, gerando um cátion. Quanto mais estável for esse cátion, mais básica será a amina correspondente, pois o equilíbrio ácido-base estará mais favorecido para a produção do cátion, aumentando também a concentração de OH^- no meio, conforme a equação a seguir:



A estabilização do ácido conjugado por solvatação (hidratação) é feita via interação intermolecular do tipo ligação de hidrogênio e, quanto mais numerosas e mais intensas forem essas interações, mais estabilizado estará o ácido conjugado. Quanto mais hidrogênios ligados ao nitrogênio do ácido conjugado, maior será a estabilização via ligação de hidrogênio por efeito de solvatação.

A basicidade aumenta na série

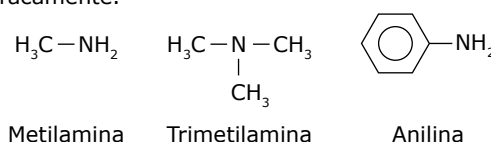


Nesse caso, o efeito elétron-repelente provocado pela introdução de grupos metila, que aumenta a disponibilidade eletrônica no nitrogênio, prepondera sobre o efeito de solvatação do ácido conjugado. Mesmo que o aumento de grupos metila na amina diminua a quantidade e a intensidade de ligações de hidrogênio, o efeito elétron-repelente garante que ocorra o aumento da basicidade na série apresentada. No entanto, quando se introduz um terceiro grupo metila, o efeito da hidratação se torna mais importante e faz com que a trimetilamina fique menos básica que a metilamina e a dimetilamina.

A trimetilamina protonada é solvatada com a formação de ligação de hidrogênio por meio de apenas um hidrogênio, o que a torna menos estável em meio aquoso que a dimetilamina protonada, que interage por meio de dois hidrogênios.

O efeito final do aumento da basicidade pela introdução de sucessivos grupos alquila em uma amina torna-se progressivamente menos acentuado, ocorrendo uma inversão ao passar de uma amina secundária para uma amina terciária em solventes que podem interagir com o soluto por ligações de hidrogênio.

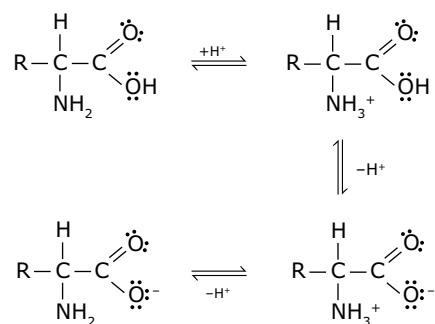
A anilina, representada a seguir, é mais fraca que a amônia, pois o anel benzênico é elétron-atraente, diminuindo a densidade eletrônica no nitrogênio. O próton será atraído mais fracamente.



Ordem decrescente de basicidade.

Os éteres também apresentam certo caráter básico, porém menos intenso do que as aminas.

Os aminoácidos, por apresentarem os grupos amina e carboxila, sofrem uma reação de neutralização ácido-base intramolecular e, por isso, existem predominantemente na forma dipolar conhecida como **zwitterion** (do alemão *zwitter* = híbrido + íon), formando um sal interno, e possuem, portanto, propriedades de sais. Além disso, esses compostos apresentam caráter anfótero, ou seja, quando em solução, podem funcionar como ácidos ou como bases conforme representado na equação a seguir:



Força básica das aminas

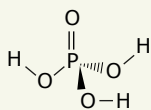


Assista a esse vídeo, observando atentamente a influência de grupos indutivos nas estruturas de cada composto e quais as consequências nos valores de K_b .

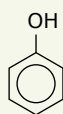
EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



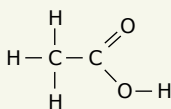
- 01.** (Mackenzie-SP) Uma substância química é considerada ácida devido a sua tendência em doar íons H^+ em solução aquosa. A constante de ionização K_a é a grandeza utilizada para avaliar essa tendência. Assim, são fornecidas as fórmulas estruturais de algumas substâncias químicas, com os seus respectivos valores de K_a , a 25 °C.



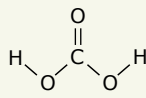
$$K_a = 7,6 \cdot 10^{-3}$$



$$K_a = 1,0 \cdot 10^{-10}$$



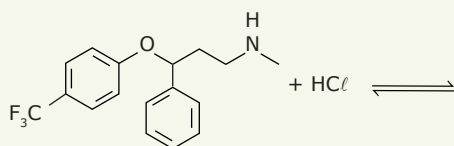
$$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$$



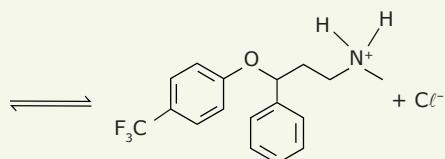
$$K_a = 4,3 \cdot 10^{-7}$$

A ordem crescente de acidez das substâncias químicas citadas é

- A) ácido fosfórico < ácido etanoico < ácido carbônico < ácido fênico.
 B) ácido fênico < ácido carbônico < ácido etanoico < ácido fosfórico.
 C) ácido fosfórico < ácido carbônico < ácido etanoico < ácido fênico.
 D) ácido fênico < ácido etanoico < ácido carbônico < ácido fosfórico.
 E) ácido etanoico < ácido carbônico < ácido fênico < ácido fosfórico.
- 02.** (FCM-PB-2015) Qualquer substância que atue no organismo vivo pode ser absorvida por este e distribuída pelos diferentes órgãos, sistemas ou espaços corporais. A Fluoxetina (Prozac®), fármaco usado no tratamento de pacientes depressivos, é administrada por via oral, podendo entrar em equilíbrio com o ácido clorídrico estomacal.



Fluoxetina



De acordo com o equilíbrio, analise as afirmativas.

- I. A molécula de fluoxetina está se comportando como uma base de Brønsted-Lowry.
 II. No estômago, devido ao pH ácido, a forma não ionizada da fluoxetina é predominante no sistema.
 III. Um dos produtos da reação apresenta um grupo amino secundário.

É correto o que se afirma:

- A) apenas em I e II.
 B) apenas em I.
 C) apenas em II e III.
 D) apenas em I e III.
 E) apenas em I, II e III.

- 03.** (FASM-SP) A tabela fornece valores das constantes de dissociação, K_a , de três ácidos a 25 °C.

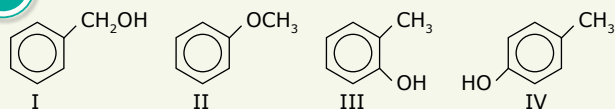


ácido	K_a
acético	$1,78 \cdot 10^{-5}$
monocloroacético	$1,35 \cdot 10^{-3}$
tricloroacético	$1,47 \cdot 10^{-3}$

Comparando-se amostras de igual volume de soluções aquosas de mesma concentração em mol/L desses mesmos ácidos, pode-se concluir que

- A) o pH das soluções aumenta à medida em que aumenta a cloração da cadeia carbônica.
 B) a substituição de H por Cl aumenta a força de atração entre O e H no grupo OH.
 C) a quantidade em mol de NaOH necessária para sua neutralização é a mesma.
 D) a concentração de íons cloreto é maior na solução de ácido tricloroacético.

- 04.** (CMMG) Considere as substâncias representadas pelas seguintes fórmulas estruturais



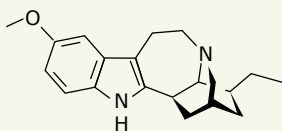
Em relação a essas substâncias, a alternativa errada é:

- A) As substâncias I, II, III e IV têm a mesma fórmula molecular.
 B) As substâncias III e IV são ácidos mais fortes do que I e II.
 C) A temperatura de ebulição da substância I é maior do que a da II.
 D) As substâncias III e IV são isômeros funcionais.

05. (UFU-MG-2016) A iboga é uma misteriosa raiz africana à qual se atribuem fortes propriedades terapêuticas. Trata-se de uma raiz subterrânea que chega a atingir 1,50 m de altura, pertencente ao gênero *Tabernanthe*, composto por várias espécies. A que tem mais interessado a medicina ocidental é a *Tabernanthe iboga*, encontrada sobretudo na região dos Camarões, Gabão, República Central Africana, Congo, República Democrática do Congo, Angola e Guiné Equatorial.

Disponível em: <<http://www.jornalgrandebahia.com.br/2013/10/tratamento-de-toxicodependencia-a-ibogaina.html>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

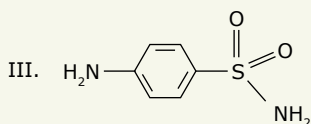
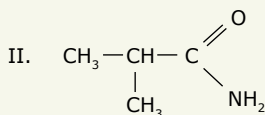
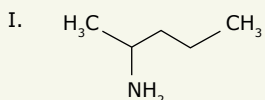
A ibogaína é extraída dessa raiz e tem fórmula estrutural



A partir da análise de sua estrutura, verifica-se que a ibogaína possui fórmula molecular

- A) $C_{19}H_{24}N_2O$ e possui caráter básico.
 B) $C_{19}H_{23}N_2O$ e possui caráter ácido.
 C) $C_{20}H_{26}N_2O$ e possui caráter alcalino.
 D) $C_{20}H_{24}N_2O$ e possui caráter adstringente.
06. (UECE) Para aumentar o número de terrenos onde se cultivam produtos agrícolas para a produção de biocombustíveis, é preciso aplicar pesticidas e adubos nitrogenados que podem causar uma rápida erosão do solo, ocasionando danos ao meio ambiente.

Atente para os seguintes compostos nitrogenados.



Com relação aos compostos nitrogenados apresentados, assinale a afirmação verdadeira.

- A) O composto I é uma amina secundária, porque possui dois hidrogênios ligados ao nitrogênio.
 B) O composto II é uma amina primária.
 C) O composto III é uma amida aromática.
 D) A basicidade do composto III é menor do que a do composto I.

07. (UFF-RJ) O nitrogênio ocorre em diversas classes de compostos orgânicos, entre as quais uma das mais importantes é a classe das aminas, substâncias orgânicas que reagem com ácidos, formando sais.

- A) Explique, com base em efeitos eletrônicos, por que a dimetilamina é mais básica do que a etilamina.
 B) Dê as fórmulas estruturais das aminas trifenilamina, difenilamina e fenilamina, colocando-as em ordem decrescente de basicidade.

08. (ACAFE-SC-2015) Considere as fórmulas estruturais e suas respectivas constantes de basicidades de quatro aminas cíclicas fornecidas a seguir.



Piridina



Pirrolidina



Piperidina



Pirrol

Dados:

Piridina: $K_b = 1,8 \cdot 10^{-9}$, Pirrolidina: $K_b = 1,9 \cdot 10^{-3}$,

Piperidina: $K_b = 1,3 \cdot 10^{-3}$ e Pirrol: $K_b < 10^{-10}$.

Assinale a alternativa que contém a ordem crescente de basicidade das aminas cíclicas citadas anteriormente:

- A) pirrolidina < piperidina < piridina < pirrol
 B) pirrol > piridina > piperidina > pirrolidina
 C) pirrolidina > piperidina > piridina > pirrol
 D) pirrol < piridina < piperidina < pirrolidina

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

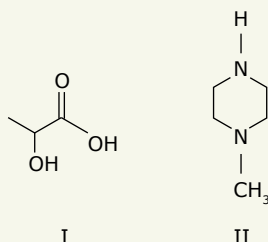


01. (UEPG-PR-2016) Com relação à acidez e basicidade de compostos orgânicos, assinale o que for correto.



01. A amônia é uma base mais forte que a metilamina.
 02. A dimetilamina é uma base mais forte que a metilamina.
 04. Alcinos são ácidos mais fortes que fenóis.
 08. O ácido etanoico é um ácido mais forte que o ácido cloro-etanoico.
 16. Ácidos carboxílicos são ácidos mais fortes que álcoois.
 Soma ()

02. (Unicamp-SP-2016) Com a crescente crise mundial de dengue, as pesquisas pela busca tanto de vacinas quanto de repelentes de insetos têm se intensificado. Nesse contexto, os compostos I e II a seguir representados têm propriedades muito distintas: enquanto um deles tem caráter ácido e atrai os insetos, o outro tem caráter básico e não os atrai.



Baseado nessas informações, pode-se afirmar corretamente que o composto

- A) I não atrai os insetos e tem caráter básico.
 B) II atrai os insetos e tem caráter ácido.
 C) II não atrai os insetos e tem caráter básico.
 D) I não atrai os insetos e tem caráter ácido e básico.

03. (UESPI) A força de ácidos e bases pode ser estimada pela análise das constantes de ionização K_a e K_b , respectivamente. Observando a tabela a seguir (primeira constante de ionização a 25 °C), podemos afirmar que o ácido mais fraco e a base mais forte são, respectivamente,

Composto	Constante de ionização
HCN	$K_a = 4,9 \cdot 10^{-10}$
H_2CO_3	$K_a = 4,6 \cdot 10^{-7}$
H_3CNH_2	$K_b = 3,9 \cdot 10^{-4}$
CH_3COOH	$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$
H_3PO_4	$K_a = 7,5 \cdot 10^{-3}$
NH_4OH	$K_b = 2,0 \cdot 10^{-5}$

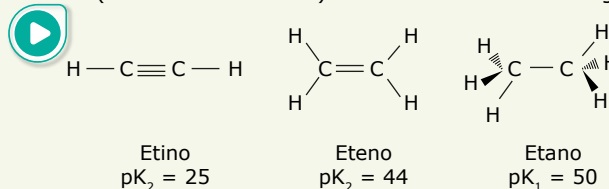
- A) HCN e H_3CNH_2 .
 B) H_2CO_3 e NH_4OH .
 C) H_2CO_3 e H_3CNH_2 .
 D) CH_3COOH e NH_4OH .
 E) H_3PO_4 e NH_4OH .

04. (UEM-PR) A respeito das características ácidas ou básicas de compostos orgânicos, é correto afirmar que

01. vinagre, leite de magnésia, fenol e amônia são exemplos de substâncias ácidas e básicas orgânicas.
 02. os álcoois possuem caráter ácido frente a reações com bases fortes, como o sódio metálico.
 04. as aminas aromáticas são bases fracas, enquanto que as amidas são consideradas substâncias neutras.
 08. a acidez do ácido tricloroacético é maior que a do ácido acético, devido ao efeito indutivo receptor de elétrons dos átomos de cloro.
 16. os éteres são considerados ácidos de Lewis.

Soma ()

05. (Unimontes-MG-2015) Considere as estruturas seguir:

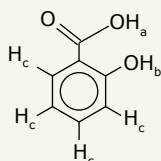
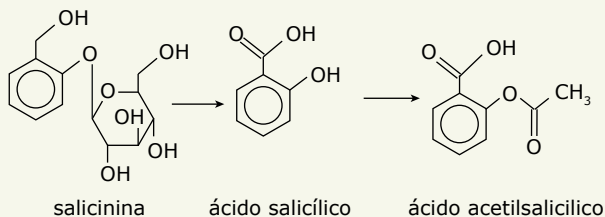


A ordem de acidez desses compostos pode ser corretamente explicada na alternativa:

- A) Os orbitais sp^3 das ligações C—H do etino têm menor caráter s que as ligações no etano e eteno e, portanto, é o menos ácido.
 B) O átomo de carbono hibridizado sp do etano polariza as ligações C—H, fazendo com que os hidrogênios sejam mais positivos e ácidos.
 C) Os elétrons dos orbitais 2s têm energia mais alta do que os orbitais 2p, mais próximos do núcleo, tornando o etino o composto menos ácido.
 D) Os átomos de carbono sp do etino são mais ácidos quando comparados aos átomos de carbono sp^2 do eteno e sp^3 do etano.

06. (ESCS-DF) Há muitos séculos, a humanidade aprendeu a utilizar as propriedades biológicas de substâncias presentes nas plantas. Por exemplo, no século V a.C., o médico grego Hipócrates relatou que a casca do salgueiro branco (*Salix alba*) aliviava dores e diminuía a febre. O responsável por essas atividades terapêuticas é o ácido salicílico, gerado pela metabolização, pelas enzimas do fígado, da salicilina presente no salgueiro. O ácido salicílico, apesar de suas propriedades terapêuticas, provoca lesões nas paredes do estômago. Para solucionar esse problema, a molécula foi modificada pelo laboratório alemão Bayer, em 1897, por meio da inserção de um grupo acetil. Assim surgiu o ácido acetilsalicílico, primeiro fármaco sintético empregado na terapêutica e que é hoje o analgésico mais consumido e vendido no mundo.

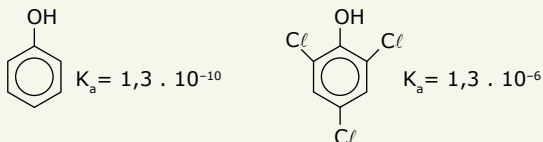
A seguir, são apresentadas as estruturas moleculares da salicilina, do ácido salicílico e do ácido acetilsalicílico.



Na figura, os hidrogênios presentes na molécula de ácido salicílico são divididos em três tipos, de acordo com a acidez. Assinale a opção em que se apresenta a acidez desses hidrogênios em ordem crescente.

- A) $H_b < H_a < H_c$ C) $H_c < H_b < H_a$
 B) $H_a < H_b < H_c$ D) $H_a < H_c < H_b$

07. (CMMG) Considere as estruturas das substâncias e suas constantes de dissociação.



Em relação a essas substâncias, a alternativa errada é:

- A) Tanto o fenol como o 2,4,6-triclorofenol são ácidos suficientemente fortes para reagirem com o bicarbonato de sódio.
 B) Por melhor acomodar a carga negativa, a base 2,4,6-triclorofenolato é mais estável do que a base fenolato.
 C) Embora tenham a mesma carga negativa, a base fenolato é mais forte do que a base 2,4,6-triclorofenolato.
 D) Devido ao efeito indutivo, o 2,4,6-triclorofenol é ácido mais forte do que o fenol.

08. (UFSM-RS) Relacione as substâncias da coluna A com os valores de K_a na coluna B.

Coluna A	Coluna B
1. Ácido 4-nitrobenzoico	a. $1,3 \cdot 10^{-10}$
2. Ácido benzoico	b. $6,5 \cdot 10^{-11}$
3. 4-nitrotolueno	c. $6,3 \cdot 10^{-5}$
4. Fenol	d. $3,8 \cdot 10^{-4}$
5. 4-metilfenol	
6. 4-metiltolueno	

A relação correta é

- A) 1d, 2c, 4a, 5b. D) 1c, 2d, 3a, 6b.
 B) 2b, 1a, 3c, 6d. E) 2b, 1d, 4c, 3a.
 C) 4a, 6b, 1c, 5d.

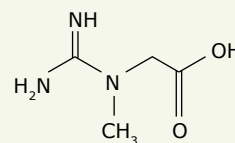
09. (Unibe-MG-2016) Os ácidos carboxílicos são substâncias orgânicas que, quando dissolvidos em água, dão origem a soluções aquosas ácidas. Isso decorre da ionização dessas substâncias em meio aquoso, levando à formação de íons H^+ ou íons H_3O^+ , conhecidos como íons hidrônio ou hidroxônio. Os fenóis também são compostos que apresentam essa mesma propriedade. A seguir, estão representadas as fórmulas moleculares de cinco substâncias,

- I. C_2H_6O
 II. $C_2H_4O_2$
 III. CH_2O
 IV. C_6H_6O
 V. $C_6H_{12}O_6$

Analisando as fórmulas moleculares e montando as fórmulas estruturais para essas substâncias, as que fornecem soluções com $pH < 7,0$, quando dissolvidas em água, são

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

10. (Mackenzie-SP-2015)



A creatina é um composto orgânico produzido pelo corpo dos vertebrados e é utilizada no interior das células musculares esqueléticas como fonte de energia. Ela é degradada em fosfocreatina e posteriormente em creatinina, após a realização de exercícios físicos. O seu nível é equilibrado pelos rins, assim a dosagem sorológica de creatinina visa medir a função renal de um indivíduo. De acordo com a fórmula estrutural da creatina, representada anteriormente, são realizadas as seguintes afirmações:

- I. Possui em sua estrutura ácido e base segundo a teoria de Brønsted-Lowry.
 II. Apresenta os grupos funcionais amina primária, secundária e ácido carboxílico.
 III. Possui dois carbonos que apresentam geometria trigonal plana.

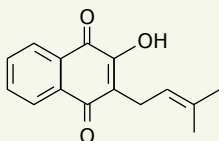
Está correto o que se afirma em

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

SEÇÃO ENEM



- 01.** (Enem-2017) Diversos produtos naturais podem ser obtidos de plantas por processo de extração. O lapachol é da classe das naftoquinonas. Sua estrutura apresenta uma hidroxila enólica ($pK_a = 6,0$) que permite que este composto seja isolado da serragem dos ipês por extração com solução adequada, seguida de filtração simples. Considere que $pK_a = -\log K_a$, em que K_a é a constante ácida da reação de ionização do lapachol.



Lapachol

COSTA, P. R. R. et al. *Ácidos e bases em química orgânica*. Porto Alegre: Bookman, 2005 (Adaptação).

Qual solução deve ser usada para extração do lapachol da seragem do ipê com maior eficiência?

- A) Solução de Na_2CO_3 para formar um sal de lapachol.
 B) Solução-tampão ácido acético / acetato de sódio ($pH = 4,5$).
 C) Solução de $NaCl$ a fim de aumentar a força iônica do meio.
 D) Solução de Na_2SO_4 para formar um par iônico com lapachol.
 E) Solução de HCl a fim de extraí-lo por meio de reação ácido-base.

- 02.** (Enem) Grande quantidade dos maus odores do nosso dia a dia está relacionada a compostos alcalinos. Assim, em vários desses casos, pode-se utilizar o vinagre, que contém entre 3,5% e 5% de ácido acético, para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Por exemplo, lavar as mãos com vinagre e depois enxaguá-las com água elimina o odor de peixe, já que a molécula de piridina (C_5H_5N) é uma das substâncias responsáveis pelo odor característico de peixe podre.

SILVA, V. A.; BENITE, A. M. O.; SOARES, M. H. F. B.

Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, fev. 2011 (Adaptação).

A eficiência do uso do vinagre nesse caso se explica pela

- A) sobreposição de odor, propiciada pelo cheiro característico do vinagre.
 B) solubilidade da piridina, de caráter ácido, na solução ácida empregada.
 C) inibição da proliferação das bactérias presentes, devido à ação do ácido acético.
 D) degradação enzimática da molécula de piridina, acelerada pela presença de ácido acético.
 E) reação de neutralização entre o ácido acético e a piridina, que resulta em compostos sem mau odor.

GABARITO

Meu aproveitamento

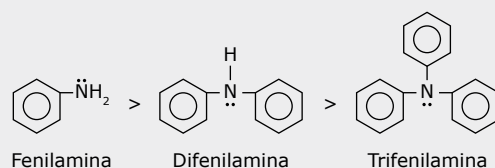
Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. B
 02. B
 03. A
 04. D
 05. C
 06. D
 07.

- A) A dimetilamina é mais básica, uma vez que os grupos metilas estão adjacentes ao nitrogênio e, assim, o efeito indutivo positivo é mais acentuado.

- B)



08. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. Soma = 18
 02. C
 03. A
 04. Soma = 14
 05. D
 06. C
 07. A
 08. A
 09. D
 10. B

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. A
 02. E



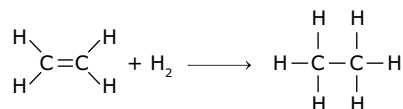
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Reações de Adição

A quantidade de compostos orgânicos conhecida é muitas vezes maior do que a de compostos inorgânicos. Assim, bem maiores também são as possibilidades de reações orgânicas. No entanto, estas seguem padrões mais ou menos bem definidos, sendo possível agrupá-las, o que torna o seu estudo uma tarefa menos árdua.

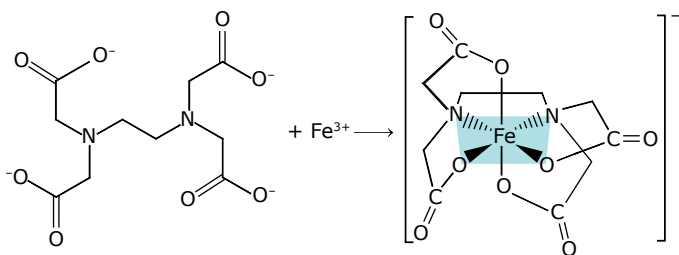
As reações orgânicas se dividem principalmente em:

- 1. Reações de adição:** As mais comuns envolvem ruptura de ligação π .



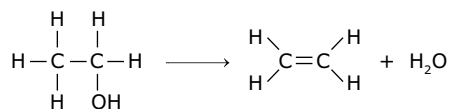
Algumas reações, especialmente as de ácido-base de Lewis, envolvem apenas a formação de ligações coordenadas e também são classificadas como reações de adição.

Exemplo:

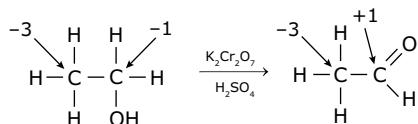


Observe que nenhuma ligação foi rompida, apenas se formaram ligações coordenadas entre o íon ferro e os pares de elétrons não ligantes do oxigênio e do nitrogênio.

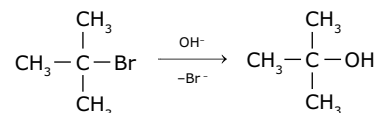
- 2. Reações de eliminação:** Envolvem eliminação de moléculas menores.



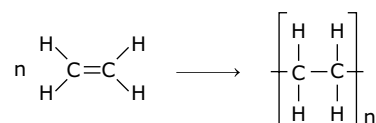
- 3. Reações de oxidação:** Envolvem aumento no estado de oxidação de pelo menos um átomo da molécula orgânica reagente.



- 4. Reações de substituição:** Envolvem substituição de um átomo ou grupo de átomos.

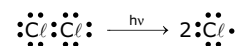


- 5. Reações de polimerização:** Envolvem a formação de polímeros.



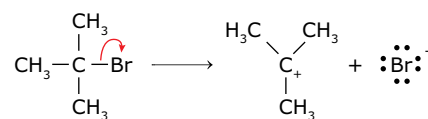
Em quase todos os casos (exceto nas reações ácido-base de Lewis, em que há apenas formação de ligações), ocorre quebra de ligações dos reagentes e formação de ligações dos produtos. A quebra pode ocorrer de duas formas:

- Homolítica – os elétrons envolvidos na ligação se distribuem uniformemente entre os átomos durante a ruptura da ligação, levando à formação de duas espécies eletricamente neutras, denominadas radicais.



Reações envolvendo espécies radiculares são favorecidas em fase gasosa, mas também podem ocorrer em solução com solventes de baixa polaridade.

- Heterolítica – o(s) par(es) de elétrons da ligação fica(m) apenas com um dos grupos, levando à formação de espécies iônicas:



Reações envolvendo espécies iônicas são favorecidas em solução, principalmente em solventes polares.

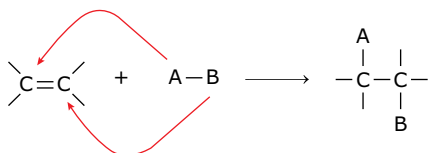
Observe que a cisão representada pela equação anterior envolveu a produção de um cátion, com carga positiva no carbono. Essas espécies são denominadas carbocátions e são razoavelmente instáveis. Devido à sua deficiência de elétrons, os carbocátions reagem rapidamente com bases de Lewis. Em outras palavras, eles buscam centros ricos em elétrons, sendo, por isso, denominados eletrófilos.

Os eletrófilos são reagentes que, nas respectivas reações, buscam elétrons extras para formar espécies com maior estabilidade. Todos os ácidos de Lewis são exemplos de eletrófilos.

Ainda no exemplo anterior, o íon brometo (Br^-) é capaz de doar par de elétrons, sendo, dessa forma, uma base de Lewis. Espécies que, nas respectivas reações, buscam próton(s) ou outro(s) centro(s) positivo(s) ao(s) qual(uais) possam doar par(es) de elétrons são denominadas nucleófilos.

REAÇÕES DE ADIÇÃO

As reações de adição são características de compostos insaturados. Ocorrem pela quebra de ligações pi (π), sendo adicionadas duas espécies à molécula para cada ligação pi (π) quebrada.

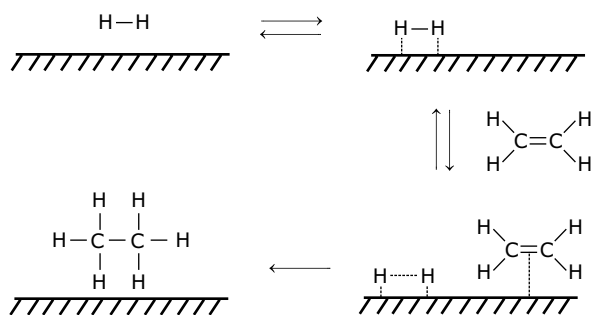


Essas reações são muito importantes do ponto de vista industrial, destacando-se a hidrogenação catalítica de óleos vegetais para a fabricação da margarina.

Hidrogenação catalítica

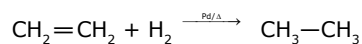
A reação de adição de hidrogênio a alquenos e alquinos é denominada hidrogenação.

Embora seja um processo altamente exotérmico, não ocorre com velocidade apreciável na ausência de um catalisador. Os catalisadores mais comumente usados são platina, níquel, paládio, ródio e rutênio, finamente divididos. Estes adsorvem as moléculas de hidrogênio em sua superfície, enfraquecendo as ligações entre os átomos no H_2 e, assim, favorecendo a reação de hidrogênio com o alqueno (ou alquino, quando for o caso).



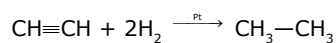
Mecanismo da atuação de um catalisador na hidrogenação do eteno.

Os alquenos serão hidrogenados, levando à formação do alcano correspondente:



Como cada 1,0 mol de alqueno monoinsaturado apresenta 1,0 mol de ligação pi (π), haverá consumo de 1,0 mol de H_2 para cada mol do alqueno em questão.

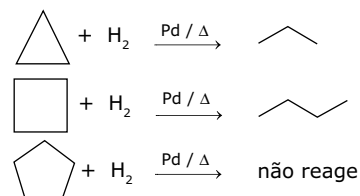
Já os alquinos monoinsaturados apresentam 2,0 mol de ligações pi (π) por mol do composto, o que torna necessário o consumo de 2,0 mol de H_2 para cada mol do alquino correspondente:



No entanto, os alquinos também podem ser parcialmente hidrogenados, desde que se escolha um catalisador especial, levando à produção do alqueno correspondente. Nesse caso, será rompido apenas 1,0 mol de ligação pi (π) por mol de alquino monoinsaturado.



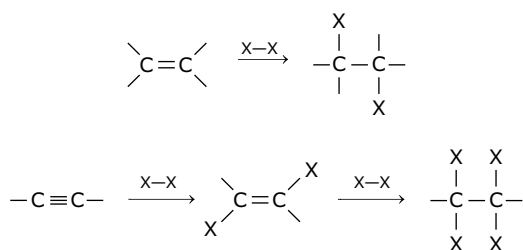
Embora as reações de hidrogenação sejam características de alquenos e alquinos, os cicloalcanos que apresentam anéis com 3 e 4 átomos de carbono (ciclopropano e ciclobutano) também podem ser hidrogenados. Estes não apresentam ligações pi (π), mas seus anéis são muito tensionados. Isso gera instabilidade nos compostos, o que favorece a ruptura dos anéis e sua hidrogenação.



Cicloalcanos maiores, tais como ciclopentano ou ciclohexano, apresentam conformações que lhes garantem maior estabilidade; logo, eles não são facilmente hidrogenados.

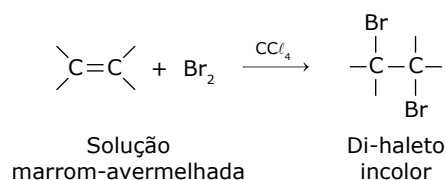
Halogenação

Os alquenos, assim como os alquinos, podem ser convertidos em haletos orgânicos por adição de halogênio (X_2) à ligação dupla ou tripla. Nesse processo, a ligação pi (π) entre os átomos de carbono é rompida, e cada um dos átomos da molécula de X_2 se liga a um carbono que continha a ligação pi (π).



Entre os halogênios, os mais utilizados nesse processo são Cl_2 e Br_2 . A reação ocorre rapidamente na ausência de luz e misturando-se os reagentes em um solvente inerte, tal como o tetracloreto de carbono (CCl_4).

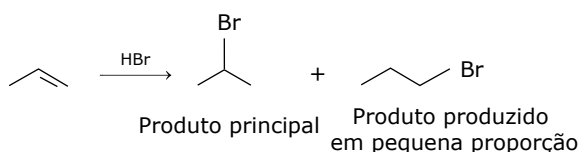
A adição de bromo, na qual se utiliza bromo dissolvido em CCl_4 , constitui um teste extremamente útil e simples para identificar ligações múltiplas carbono-carbono. Isso porque a solução de bromo, que inicialmente é marrom-avermelhada, se descolore, pois o di-haleto formado é incolor.



Adição de haletos de hidrogênio

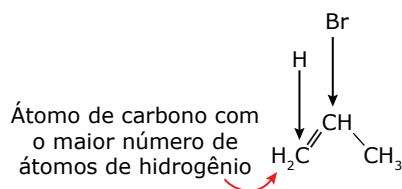
Os haletos de hidrogênio apresentam ligações H-X (sendo X, principalmente, Cl , Br e I) muito polarizadas e podem reagir facilmente com compostos que apresentam ligações múltiplas carbono-carbono.

A adição de H-X a um alqueno pode levar à formação de dois produtos. No entanto, um predomina sobre o outro.

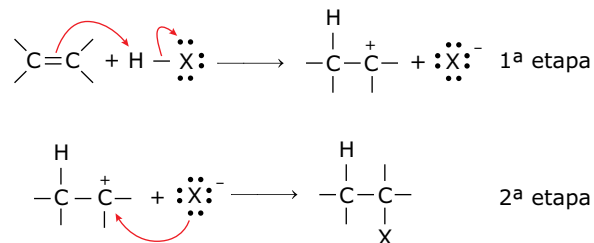


A análise de muitos outros exemplos semelhantes levou o químico Vladimir Vasilyevich Markovnikov, por volta de 1870, a propor a regra conhecida como Regra de Markovnikov, cujo princípio é:

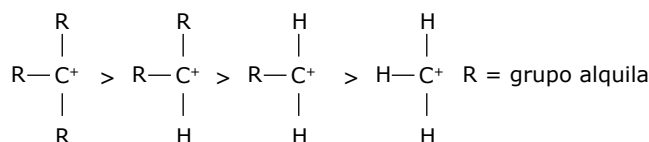
Na adição de H-X a um alqueno, o átomo de hidrogênio se liga ao átomo de carbono da dupla-ligação que tem o maior número de átomos de hidrogênio.



Observe que a Regra de Markovnikov não explica o porquê de o 2-bromopropano ser o produto principal. Tal explicação é possível ao se analisar o mecanismo a seguir:



Na primeira etapa do mecanismo, há formação de um cátion com carga positiva no carbono (carbocátion). A formação do produto principal será tanto mais favorecida quanto maior for a estabilidade relativa desse carbocátion. Esta, por sua vez, será tanto maior quanto maior for a sua capacidade de acomodar a carga positiva. Assim, grupos que doam densidade eletrônica ao carbono (como fazem os grupos alquila) dispersam sua carga, estabilizando o carbocátion. Logo, quanto maior for o número de grupos alquila diretamente ligados ao carbono que contém a carga positiva, maior será sua estabilidade relativa e, portanto, mais favorável será a formação do produto principal. Dessa forma:

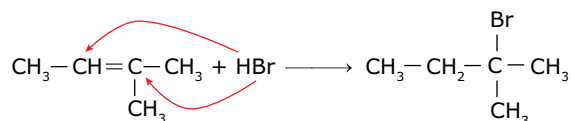


Estabilidade relativa dos carbocátions

Entendido então o mecanismo de adição de haletos de hidrogênio, a Regra de Markovnikov pode ser, então, enunciada da seguinte maneira:

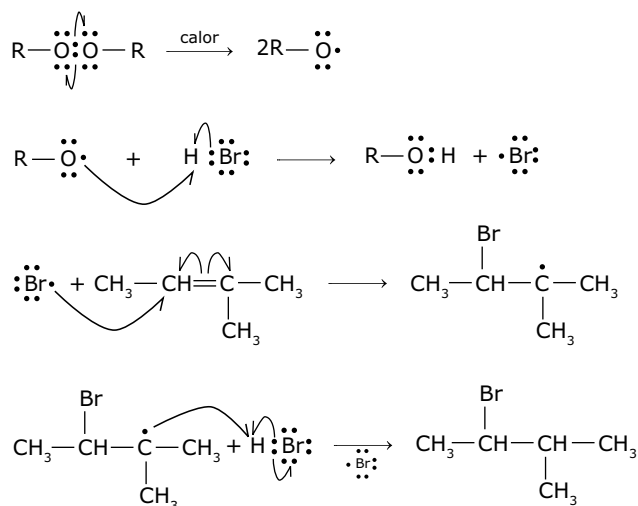
Na adição de um reagente assimétrico a uma dupla-ligação, a parte positiva do reagente adicionado se liga ao átomo de carbono da dupla-ligação, de modo a formar, como intermediário, o carbocátion mais estável.

No exemplo seguinte, como esperado, ocorre a formação do 2-bromo-2-metilbutano.



Mas cuidado: Se a adição de HBr ocorrer na presença de peróxidos (seja ele inorgânico tal como H_2O_2 ou orgânico tal como $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{O}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$), ela será anti-Markovnikov, ou seja, o hidrogênio se liga ao carbono menos hidrogenado.

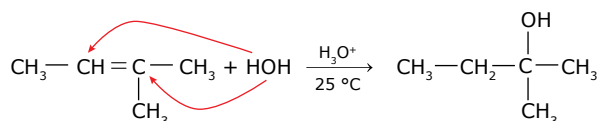
De acordo com Kharasch e Mayo, a reação ocorre segundo o mecanismo a seguir:



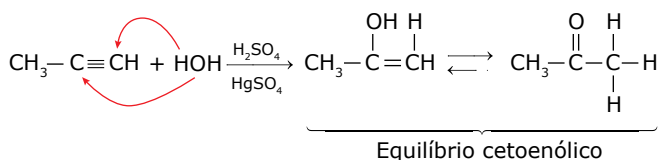
Observe que não há formação de carbocátion, e sim de um radical com um elétron desemparelhado no carbono. A estabilidade relativa deste segue a mesma ordem dos carbocátions. Sem peróxidos, é o hidrogênio a primeira espécie a ser adicionada, e, com peróxidos, é o bromo.

Adição de água – hidratação

A adição de água, catalisada por ácidos (usualmente ácido sulfúrico ou fosfórico diluído), à dupla-ligação de um alqueno constitui um importante método industrial para preparação de álcoois de baixa massa molar. A reação segue a Regra de Markovnikov, logo, não possibilita a obtenção de álcoois primários.



Para alquinos, é possível adicionar apenas uma molécula de água por ligação tripla. A reação é catalisada por sais de mercúrio e se deve ao equilíbrio cetoenólico ou aldolenólico. Como a presença da carbonila, seja da cetona, ou do aldeído, permite ao composto maior estabilidade em relação ao enol equivalente, o enol se converte.



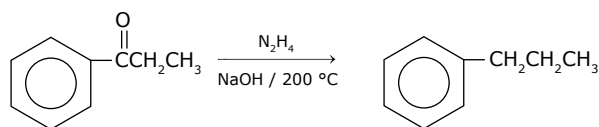
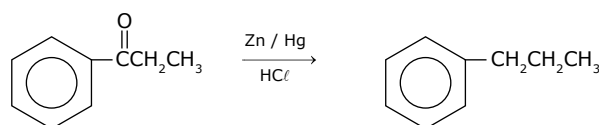
REAÇÕES ENVOLVENDO A CARBONILA



Aldeídos e cetonas podem ser convertidos em uma grande variedade de classes de compostos. A reação mais característica é a adição à dupla-ligação carbono-oxigênio. No entanto, algumas reações que envolvem a redução do carbono da carbonila também são de grande importância.

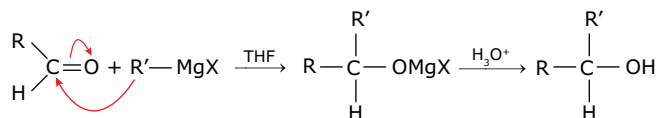
Redução de Wolff-Kishner e Clemmensen

O grupo carbonila pode ser completamente convertido em CH_2 . De forma simplificada, os métodos consistem em tratar o composto com zinco em mercúrio (método de Clemmensen) ou com hidrazina em meio básico (método de Wolff-Kishner).



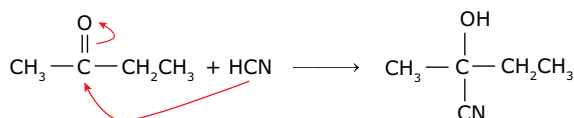
Preparação de álcoois por adição de reagentes de Grignard

O reagente ($\text{R}-\text{MgX}$) é preparado tratando-se um haleto de alquila ($\text{R}-\text{X}$) com magnésio em solvente anidro. Os solventes mais usuais são éter dietílico e tetraidrofurano (THF). O radical alquila do reagente de Grignard que apresenta carga parcialmente negativa – pois está ligado ao magnésio, que é mais eletropositivo – se liga ao carbono da carbonila:



Adição de cianeto de hidrogênio

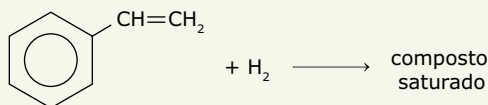
A adição de cianeto de hidrogênio possibilita a introdução de um átomo de carbono à molécula orgânica. O produto formado pode reagir em etapas posteriores, formando compostos de grande interesse químico. No entanto, essas etapas subsequentes fogem do objetivo desse estudo.



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



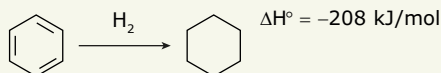
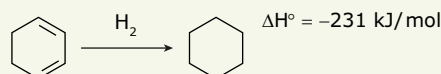
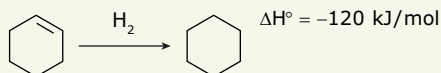
01. (Unimontes-MG) Os alquenos reagem com o gás hidrogênio (H_2) para formar compostos saturados. Os compostos aromáticos também podem sofrer tal transformação, porém em condições mais drásticas, como mostra a equação a seguir:



De acordo com a equação, o composto saturado formado nessa reação é o

- A) etilbenzeno. C) vinilbenzeno.
B) etilcicloexano. D) vinilcicloexano.

02. (UFU-MG-2016) A química dos compostos aromáticos é de grande importância para a produção de corantes, de inseticidas, de detergentes, de explosivos etc. Vários desses materiais são produzidos por meio de reações de adição ao benzeno. Dadas as entalpias de hidrogenação das reações representadas pelas equações químicas a seguir.



A diferença nas entalpias de hidrogenação das reações apresentadas pode ser explicada pela

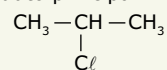
- A) ausência de catalisadores para acelerar o processo.
B) liberação de calor das reações exotérmicas.
C) estabilidade do benzeno devido a sua ressonância.
D) energia de ressonância presente nos compostos alifáticos.

03. (UFMG) Óleos vegetais apresentam insaturações, as quais podem ser detectadas pela adição de Br_2 ou I_2 . Utilizando-se I_2 dissolvido em CCl_4 , a reação é evidenciada por
- A) aparecimento de precipitado.
B) desaparecimento de cor.
C) desprendimento de gás.
D) dissolução do produto em água.
E) formação de mistura heterogênea.

04. (UFLA-MG) A presença de ligações carbono-carbono duplas ou triplas nos hidrocarbonetos aumenta consideravelmente a reatividade deles. As reações mais características de alcenos e alcinos são as reações de adição. A adição de HCl ao composto X forma o 2-cloropropano. Qual é o composto X?

- A) Propano C) Ciclopropano
B) Propino D) Propeno

05. (UFRN) Numa reação de adição de HCl ao $CH_3-CH=CH_2$, obtém-se como produto principal:



A explicação para esse resultado é que o átomo de carbono secundário é

- A) menos hidrogenado e mais positivo.
B) menos hidrogenado e mais negativo.
C) mais hidrogenado e mais positivo.
D) mais hidrogenado e mais negativo.

06. (PUC-Campinas-SP)

Etanol de capim transgênico

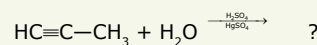
Uma variedade transgênica de capim switchgrass poderá aumentar em até um terço a produção de etanol a partir dessa planta muito comum nos Estados Unidos. Ela é objeto de estudos para a produção de biocombustíveis por meio de enzimas que quebram e transformam as moléculas do vegetal. Pesquisadores do The Samuel Roberts Foundation e do Oak Ridge National Laboratory mostraram o desenvolvimento de uma variedade transgênica com uma alteração genética que reduziu drasticamente a lignina na estrutura da planta. A lignina é uma macromolécula da parede celular que confere rigidez ao vegetal, mas interfere no processo de produção. Com menos lignina, a fabricação de etanol se tornará mais barata porque será feita numa temperatura mais baixa e com um terço das enzimas usadas com o capim convencional.

Revista Pesquisa FAPESP, março de 2011, p. 63 (Adaptação).

A obtenção do etanol pela hidratação do eteno é um exemplo de reação orgânica de

- A) substituição. D) adição.
B) dupla-troca. E) pirólise.
C) polimerização.

07. (Mackenzie-SP) A respeito da reação orgânica e do(s) produto(s) obtido(s), são feitas as seguintes afirmações:



- I. Trata-se de uma reação de adição, com a formação de um álcool.
II. Há ocorrência de tautomeria no produto formado.
III. O produto possui isômeros ópticos.
IV. Essa reação pode ser utilizada para obtenção da propanona.

Estão corretas as afirmações

- A) I e IV, somente. D) II, III e IV, somente.
B) I e II, somente. E) I, II e III, somente.
C) II e IV, somente.

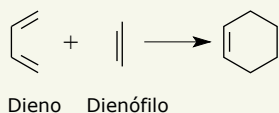
06. (UEG-GO-2016) Um mol de uma molécula orgânica foi submetido a uma reação de hidrogenação, obtendo-se ao final um mol do cicloalcano correspondente, sendo consumidos 2 g de $H_{2(g)}$ nesse processo. O composto orgânico submetido à reação de hidrogenação pode ser o

- A) cicloexeno.
- B) 1,3-cicloexadieno.
- C) benzeno.
- D) 1,4-cicloexadieno.
- E) naftaleno.

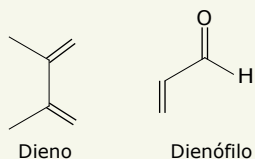
07. (UEA-AM) Um exemplo de reação orgânica classificada como adição é a que ocorre entre

- A) ácido oleico e soda cáustica, produzindo água e oleato de sódio.
- B) ácido acético e etanol, produzindo acetato de etila e água.
- C) metano e oxigênio, produzindo dióxido de carbono e água.
- D) benzeno e cloro, produzindo monoclorobenzeno.
- E) etileno e água, produzindo etanol.

08. (UFG-GO) A reação de Diels-Alder é uma reação de adição 1,4 entre um dieno e um dienófilo, conforme equação química a seguir:

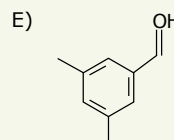
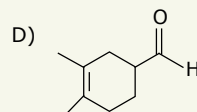


Considerando-se como dieno e dienófilo as substâncias apresentadas a seguir

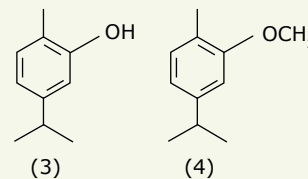
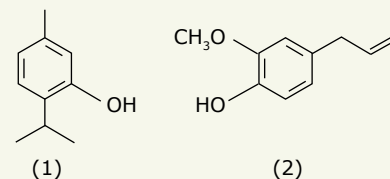


o produto final da reação entre eles é o seguinte:

- A)
- B)
- C)



09. (FPS-PE) Bioensaios com óleos essenciais de duas espécies de *Monorda* indicam que compostos presentes nesses óleos têm atividade repelente para o mosquito da febre amarela. Dentre os compostos isolados desses óleos temos os apresentados a seguir:



Assinale a alternativa correta.

- A) Todos os compostos são fenóis.
- B) Os compostos 1, 3 e 4 devem apresentar pontos de ebulição e solubilidade em água muito similares.
- C) O composto 2 apresenta uma ligação dupla com configuração trans.
- D) Apenas o composto 2 sofre reação de adição com HBr.
- E) Os compostos 1, 3 e 4 são isômeros.

10. (FPS-PE) Álcoois, haletos de alquila e dihaletos de alquila podem ser preparados a partir de alcenos, através de reações de adição à ligação dupla. Com base nessa informação, assinale a alternativa correta.

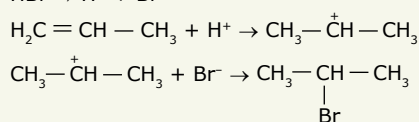
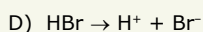
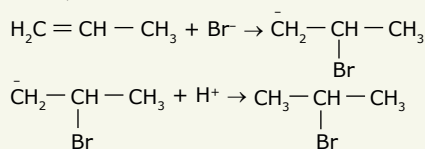
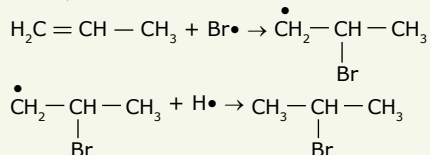
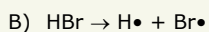
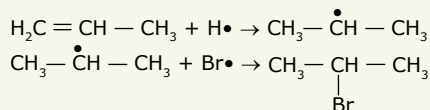
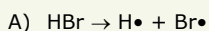
- A) A reação de hidratação catalisada por ácido do 1-penteno gera como produto o 1-pentanol.
- B) A adição de HBr ao 1-metil-cicloex-1-eno segue a regra de Markovnikov, gerando 1-bromo-1-metilcicloexano.
- C) A reação 1-hexeno com bromo (Br_2), em um solvente apolar, como o tetracloreto de carbono, gera como produto o 2,2-dibromohexano.
- D) A reação de hidrogenação catalítica do 1-hexeno não é um exemplo de reação de adição à ligação dupla.
- E) Alcinos não sofrem reação de hidrogenação catalítica.



11. (UFRN) Os mecanismos de reações são modelos criados pelos químicos, baseados em evidências experimentais, para explicar as etapas pelas quais se supõe que uma reação química ocorra. O mecanismo normal de adição do HBr à dupla ligação do propeno, na ausência de peróxido, quando se obtém o produto mais abundante, é descrito a seguir:

- Na primeira etapa, produz-se a ruptura heterolítica da molécula de HBr, formando os íons correspondentes.
- Na segunda etapa, o ataque eletrofílico do cátion hidrogênio ao propeno produz um carbocátion (íon de carbônio) instável, muito reativo.
- Na terceira etapa, o ânion brometo se adiciona ao carbocátion formando o 2-bromopropano.

O processo descrito está corretamente representado por:



12. (UEM-PR) Os dados termoquímicos apresentados na tabela seguinte demonstram a variação de entalpia padrão de formação com o aumento do número de átomos de carbono. De acordo com as informações, assinale o que for correto.

cicloalcano	ângulo de ligação C-C	H_f (kJ/mol)
ciclopropano	60°	+53
ciclobutano	90°	+29
ciclopentano	108°	-7
ciclo-hexano	109°	-123

01. A estabilidade dos cicloalcanos aumenta com o número de átomos de carbono no ciclo.
02. O ciclopropano e o ciclobutano apresentam uma alta tensão angular.
04. O ciclopropano sofre preferencialmente reação de substituição.
08. O ciclo-hexano não é planar e apresenta duas conformações diferentes, chamadas cadeira e barco.
16. O produto orgânico monoclorado obtido da reação do ciclohexano com Cl_2 é o cloro-hexano.

Soma ()

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. C
- 03. B
- 04. D
- 05. A
- 06. D
- 07. C
- 08. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. A
- 03. B
- 04. C
- 05. C
- 06. A
- 07. E
- 08. D
- 09. D
- 10. B
- 11. D
- 12. Soma = 11



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %