

Separação de Misturas

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

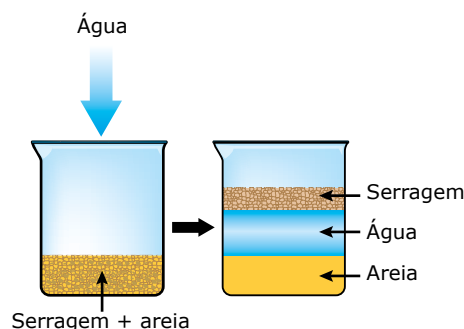
A fase mais leve é separada e arrastada por uma corrente de água.

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.

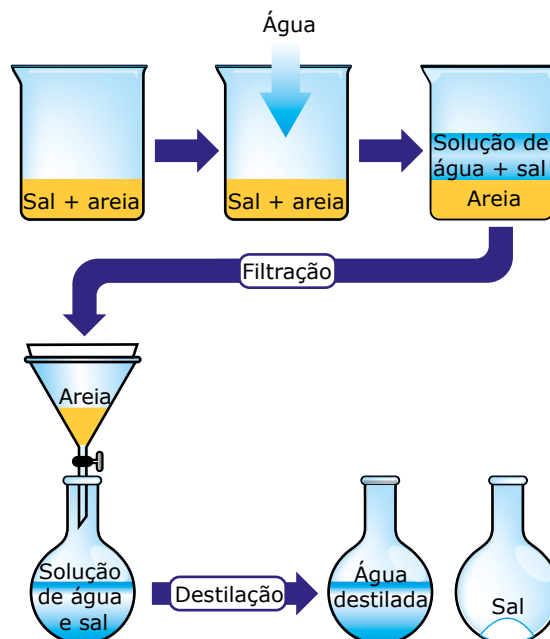


Separação de sólidos por flutuação.

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.

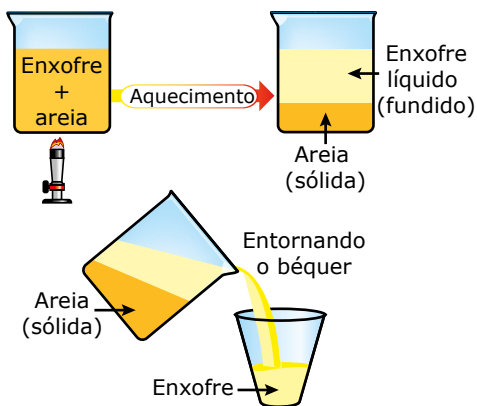


Separação de sólidos por dissolução fracionada.

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

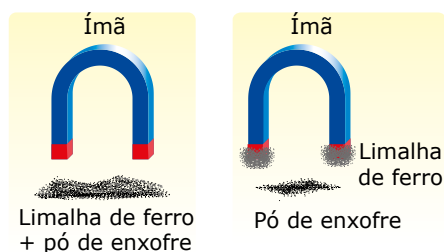
É o método utilizado para separar misturas de sólidos em que o tamanho dos grãos é diferente.

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.

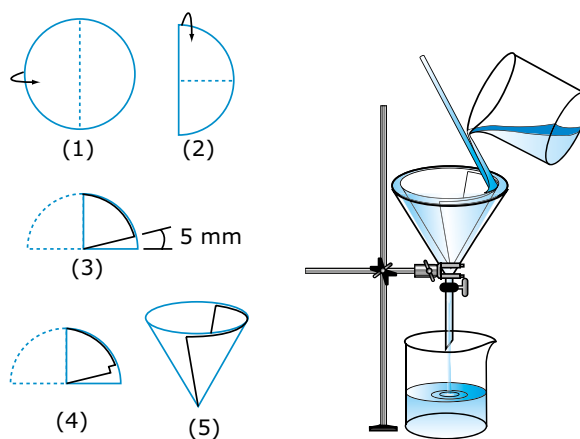
Exemplos: Filtração da mistura água e areia e do ar no aspirador de pó.

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.



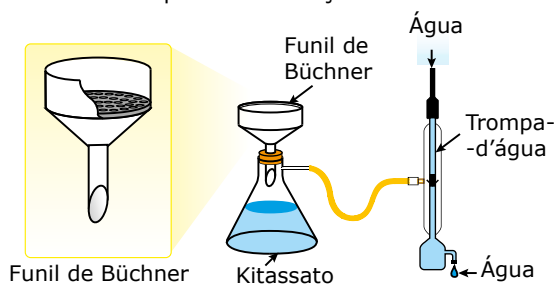
Filtração comum com papel de filtro.

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.

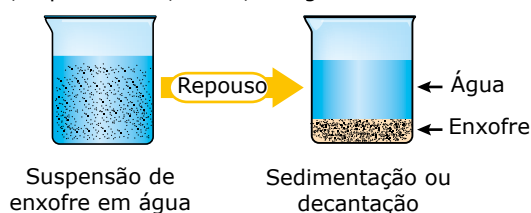


Filtração a vácuo.

Decantação

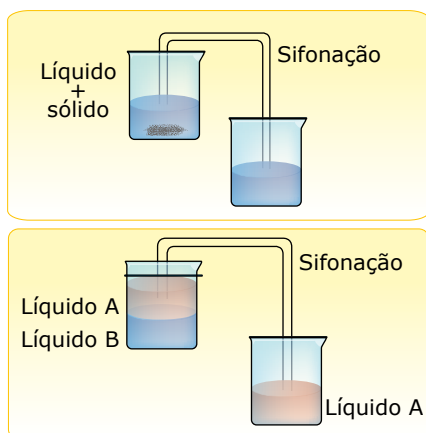
Baseia-se no repouso de uma mistura heterogênea em que a substância menos densa se localiza sobre a substância mais densa.

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**.

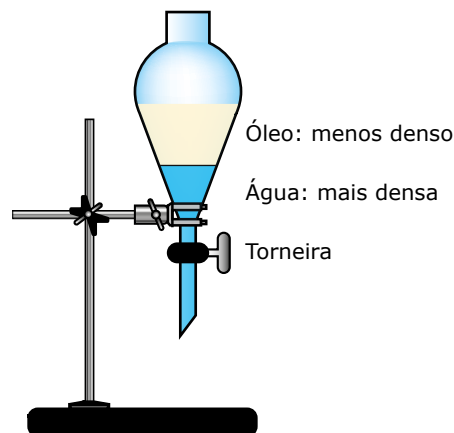


Sifonação.

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**.

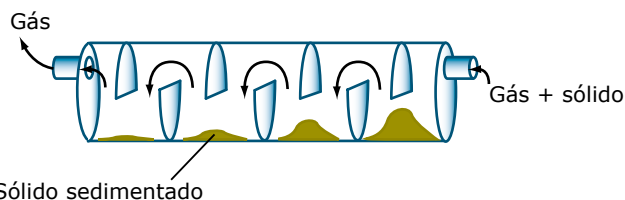
Consiste em um balão com uma torneira na sua parte inferior, que permite o escoamento do líquido que constitui a fase mais densa.

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.

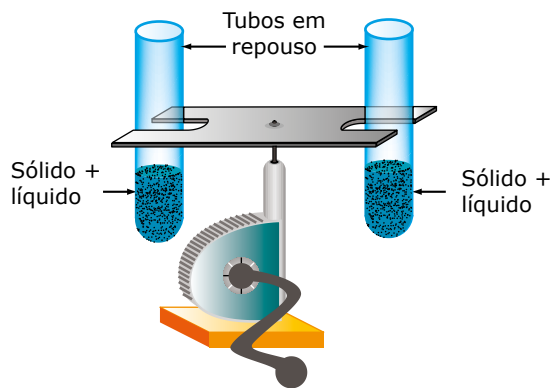
Flotação

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.

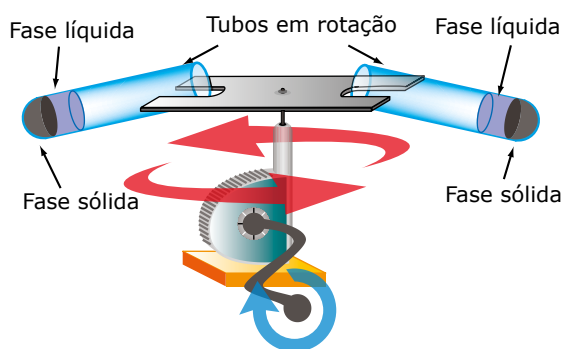
Exemplos: No tratamento de esgoto e na mineração, para separar os minérios de suas impurezas.

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.



Separação de Misturas – 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 possui 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.

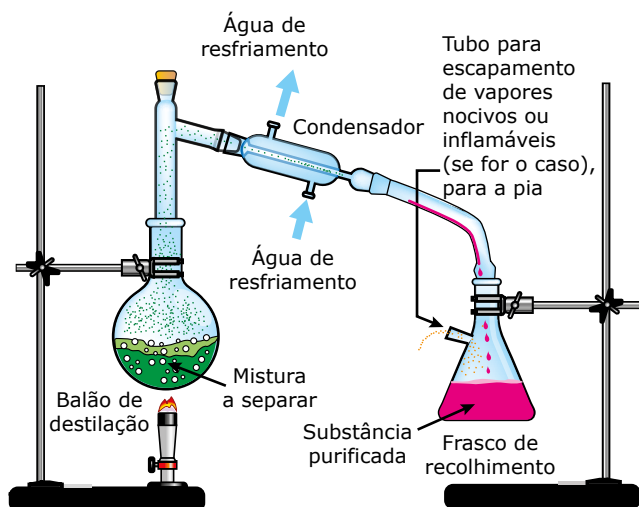
Gás + sólido

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.

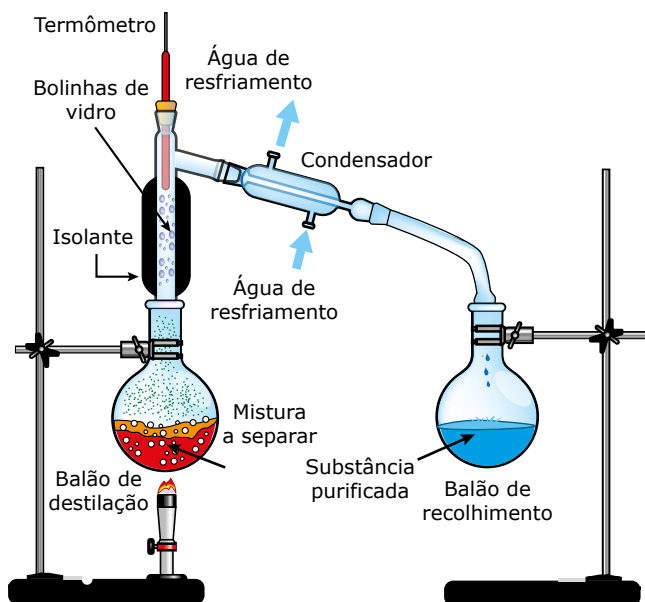
Líquido + líquido

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.

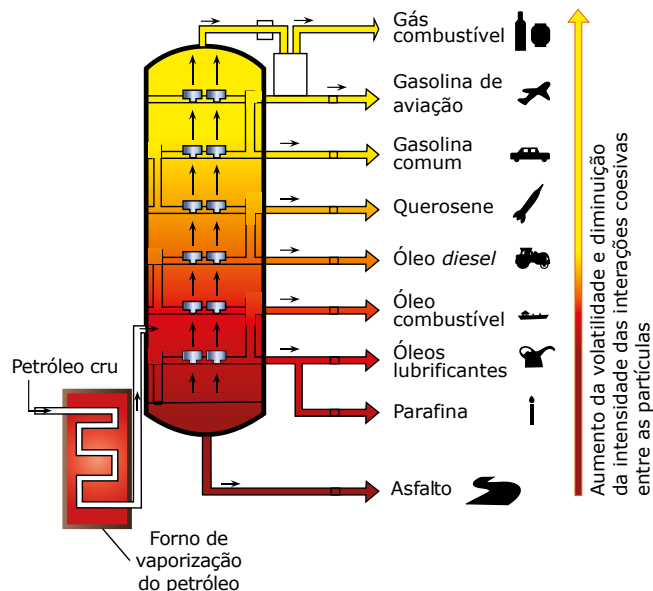
Exemplos: Fabricação de cachaça, refino do petróleo (para obtenção de gasolina e óleo diesel), etc.



Separação de Misturas – 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 (C₆H₅COOH) do benzeno (C₆H₆), pode-se utilizar solução aquosa de NaOH, o que leva à formação de benzoato de sódio (C₆H₅COO⁻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. (UFRGS-RS-2022) Microplásticos são partículas de polímeros que apresentam menos de cinco milímetros de comprimento e causam grande impacto ao meio ambiente, principalmente em sistemas aquáticos.

Para isolar microplásticos de comprimento entre 1 e 3 mm e densidade entre 0,8 e 1,3 g.cm⁻³ de um leito de rio, o processo de separação mais adequado é a

- A) Decantação.
- B) Filtração.
- C) Flotação.
- D) Dissolução fracionada.
- E) Levigação.

02. (UFRGS-RS-2019) O chimarrão, ou mate, é uma bebida característica da cultura gaúcha e compreende uma cuia, uma bomba, erva-mate moída e água a aproximadamente 70 °C. A obtenção da bebida, ao colocar água quente na erva-mate, consiste em um processo de

- A) extração.
- B) decantação.
- C) filtração.
- D) purificação.
- E) absorção.

03. (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.

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

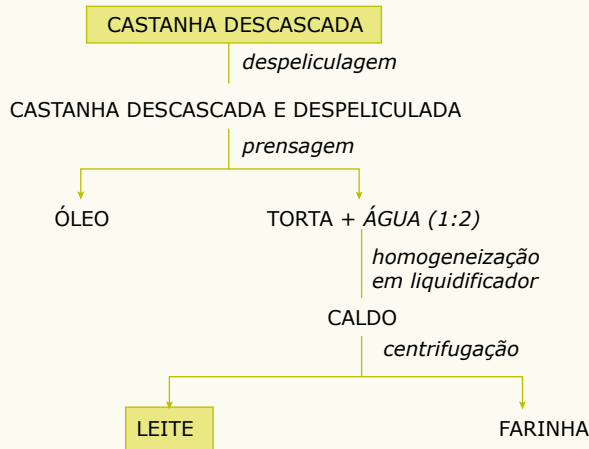
- A) decantação, destilação e destilação.
- B) filtração, sifonação e precipitação.
- C) decantação, destilação e filtração.
- D) destilação, decantação e decantação.
- E) destilação, sifonação e filtração.

07. (UEPG-PR) 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) 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



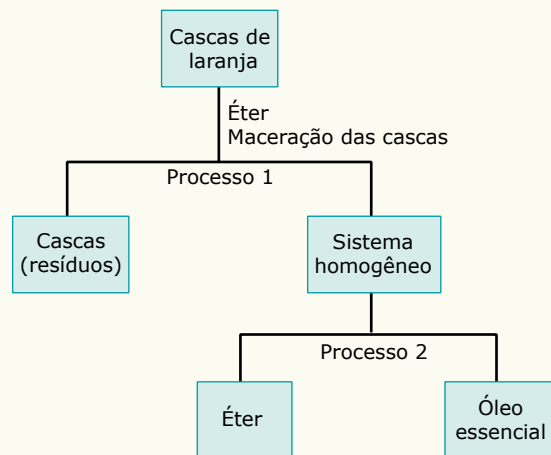
01. (Unemat-MT-2019) A produção de etanol (C_2H_6O) de milho vem aumentando em Mato Grosso devido ao investimento na construção de novas usinas na região norte do Estado. Para obter esse biocombustível, a partir do milho, é preciso que o grão, que contém grandes moléculas de polissacarídeos (amido), seja triturado para expor o carboidrato. Em seguida ocorre a sacarificação, que é o processo de hidrólise no qual o amido é convertido em açúcares fermentáveis. Para iniciar a fermentação, é necessário misturar um inóculo de leveduras, que são micro-organismos capazes de produzir álcool. O mosto fermentado contém de 7% a 10% em volume de álcool. A purificação é obtida através da destilação, que é o processo de separação dos componentes de uma mistura.

Disponível em: <https://g1.globo.com/mt/matogrosso/noticia/2018/11/11/producao-de-etanol-de-milho-aumenta-em-mt-com-instalacao-de-usinas-perto-delavouras-e-estimativa-e-de-740-milhoes-de-litros-em-2018.ghtml>. Acesso em: abr. 2019 (Adaptação).

O processo de destilação está baseado em qual propriedade do etanol?

- A) Solubilidade
- B) Viscosidade
- C) Densidade
- D) Temperatura de ebulição
- E) Temperatura de fusão

02. (FAMERP-SP-2019) O esquema a seguir representa o processo de extração do óleo essencial de cascas de laranja.



Os números 1 e 2 correspondem a processos de separação de misturas denominados, respectivamente,

- A) dissolução fracionada e filtração.
- B) decantação e centrifugação.
- C) centrifugação e filtração.
- D) destilação e decantação.
- E) filtração e destilação.

03. (CN-RJ-2021) Certa quantidade de areia foi adicionada, acidentalmente, em uma amostra de sal. A melhor sequência para separar os compostos dessa mistura é:

- A) filtração, dissolução e destilação simples.
- B) dissolução, decantação e filtração.
- C) dissolução, filtração e destilação simples.
- D) filtração, destilação simples e centrifugação.
- E) dissolução, centrifugação e destilação simples.

04. (UEM-PR) 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

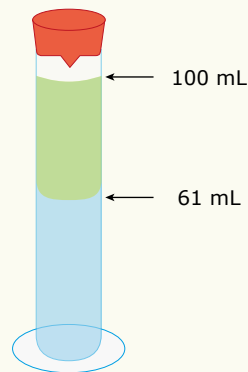
- A) a mistura ouro-areia é heterogênea e pode ser separada por levigação.
- B) a mistura ouro-mercúrio é heterogênea e pode ser separada por destilação.
- C) a adição de mercúrio à mistura ouro-areia promove a dissolução fracionada da areia.
- D) a mistura de mercúrio, ouro e areia apresenta três fases: 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
 - B) 1c, 2c, 3a, 4b, 5a
 - C) 1a, 2a, 3a, 4d, 5c
 - D) 1c, 2a, 3b, 4b, 5c
 - E) 1a, 2a, 3c, 4d, 5c

09. (FCM-PB) 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.
- B) I, II e III.
- C) apenas II e III.
- D) apenas III.
- E) apenas I.

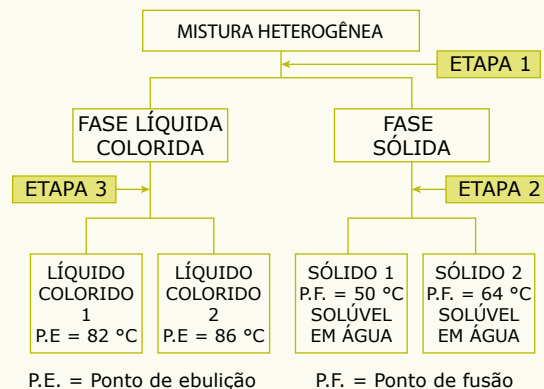
10. (UEPG-PR) Identifique as alternativas que apresentam os métodos adequados para a separação dos componentes das misturas propostas e assinale o que for correto.

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 ()

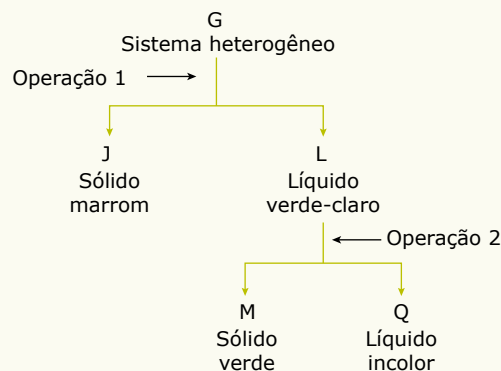
11. (CEFET-PR) O diagrama a seguir representa as etapas de separação de uma mistura heterogênea, em seus componentes finais.



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

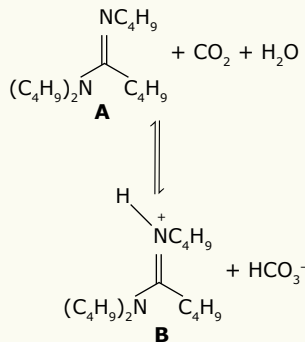


Ao destilar-se o líquido Q sob pressão constante de 1 atmosfera, verifica-se que sua temperatura de ebulição variou entre 115 °C e 130 °C.

Considerando o esquema anterior, assinale a afirmação verdadeira.

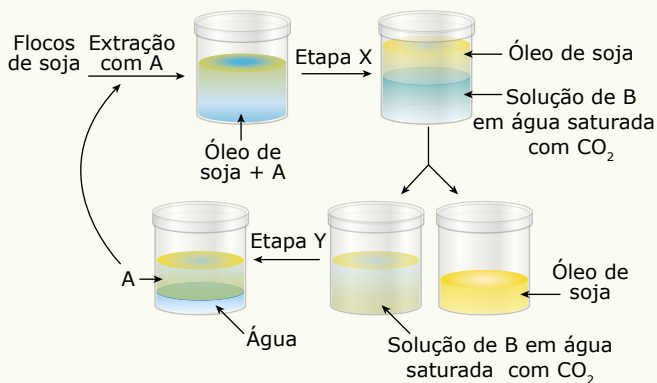
- A) A operação 1 é uma destilação simples.
- B) O sistema heterogêneo G tem, no mínimo, 4 componentes.
- C) A operação 2 é uma decantação.
- D) O líquido incolor Q é uma substância pura.

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:



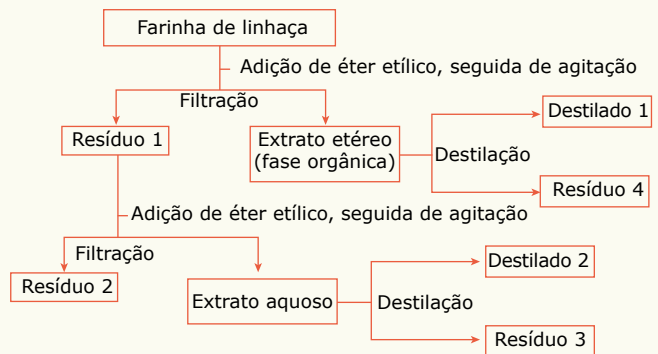
- A) Descreva o que deve ser feito nas etapas X e Y para se obter o resultado mostrado no esquema.
- B) Explique por que, no processo de extração do óleo de soja, é vantajoso evitar a destilação do solvente hexano.

Qual é a etapa de retirada de grande parte desses sólidos?

- A) Coagulação.
- B) Decantação.
- C) Filtração.
- D) Desinfecção.
- E) Fluoretação.

02. (Enem) 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.

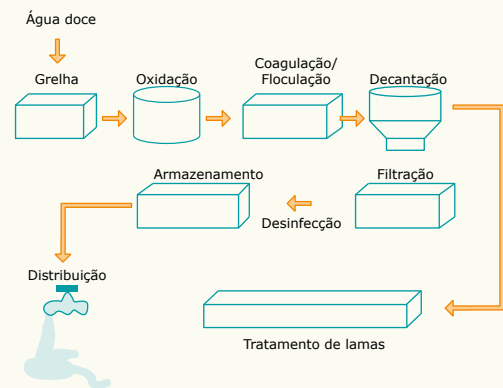
Considere o esquema, que resume um processo de separação dos componentes principais da farinha de linhaça dourada.



O óleo de linhaça será obtido na fração

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

03. (Enem) A figura representa a sequência de etapas em uma estação de tratamento de água.



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

SEÇÃO ENEM



01. (Enem-2022) A água bruta coletada de mananciais apresenta alto índice de sólidos suspensos, o que a deixa com um aspecto turvo. Para se obter uma água limpa e potável, ela deve passar por um processo de purificação numa estação de tratamento de água. Nesse processo, as principais etapas são, nesta ordem: coagulação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

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

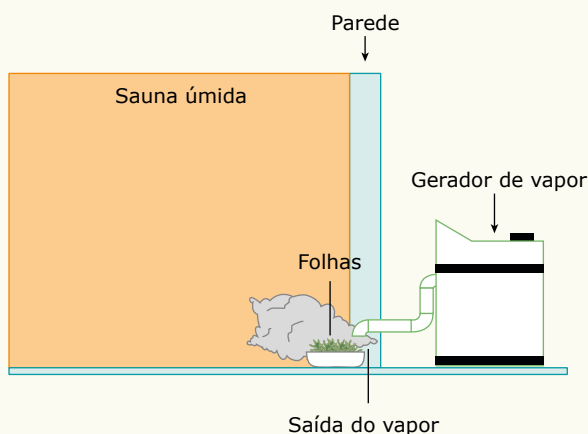
- A) Oxidação
- B) Floculação
- C) Decantação
- D) Filtração
- E) Armazenamento

04. (Enem) 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.

05. (Enem) 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

06. (Enem) 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.

07. (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 (HC/O), 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 (CHCl₃) 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.

08. (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.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Aprendizagem

01. B 03. B 05. A
 02. A 04. A 06. A

Propostos

01. D
 02. E
 03. C
 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.

Seção Enem

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

Meu aproveitamento 

Acertei _____ Errei _____

 07. Soma = 07 08. B

Acertei _____ Errei _____

Acertei _____ Errei _____



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.

Estudaremos agora 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.

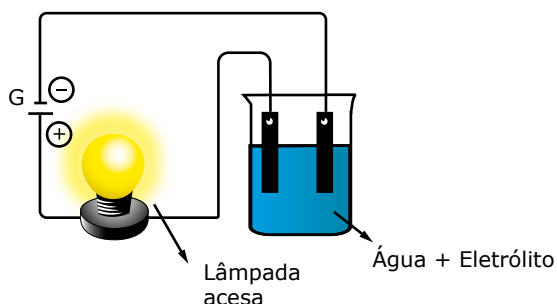
Tabela de NOx			
Elementos	NOx	Ocorrência	Exemplos
IA (1) ⇒ Metais alcalinos: Li, Na, K, Rb, Cs e Fr	+1	Substâncias compostas	$K_2Cr_2O_7$, NaCl, LiF
IIA (2) ⇒ Metais alcalinoterrosos: Be, Mg, Ca, Sr, Ba e Ra	+2	Substâncias compostas	CaO, BeCl ₂ , BaSO ₄
VIA (16) ⇒ Calcogênios: S, Se e Te	-2	Substâncias binárias em que o calcogênio é o elemento mais eletronegativo	H ₂ S, 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 ₂ S ₃ , AlCl ₃ , Al ₂ (SO ₄) ₃
H ⇒ Hidrogênio	+1	Substâncias compostas em que o hidrogênio é o elemento menos eletronegativo	H ₂ O, NH ₃ , H ₂ SO 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 ₂ F ₂
	-1	Em peróxidos (compostos binários)	H ₂ O ₂ , Na ₂ O ₂
	-1/2	Em superóxidos (compostos binários)	CaO ₂ , Na ₂ O ₂
	-2	Em óxidos (compostos binários)	H ₂ O, Na ₂ O
	-2	Excetuando-se os casos anteriores	K ₂ Cr ₂ O ₇ , KMnO ₄ , H ₂ SO 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.

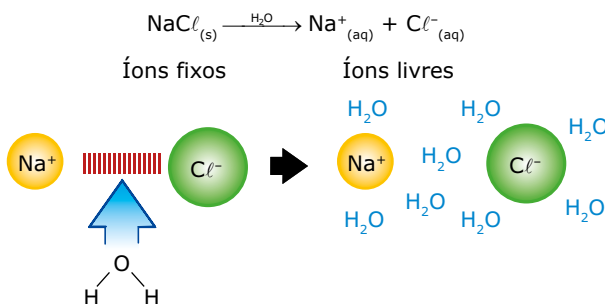
Dissociação

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.

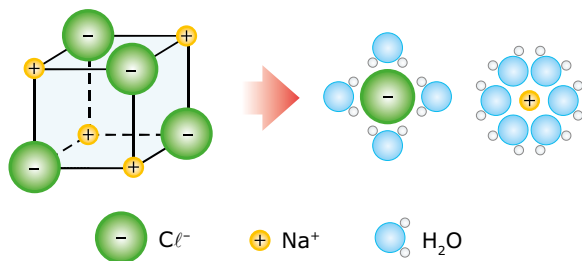
Dissociação ⇒ separação de íons preexistentes

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).



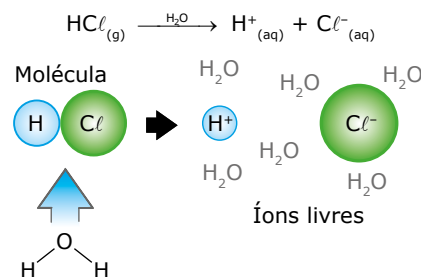
No estado líquido, os compostos iônicos também se encontram dissociados, uma vez que o aquecimento afasta os íons, rompendo o retículo cristalino.

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, 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
Númérico	0	1
Percentual	0%	100%

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

Fortes: α% > 50%

Moderados: 5% < α% < 50%

Fracos: α% < 5%

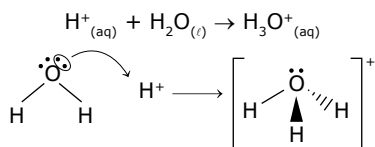
O critério utilizado para classificar um eletrólito, quanto à sua força, é a condutividade elétrica de sua solução aquosa. Eletrólitos fortes apresentam soluções aquosas com grande quantidade de íons dissolvidos, portanto, apresentam alta condutividade elétrica.

ÁCIDOS

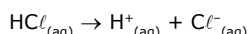
A Teoria de Arrhenius para as funções inorgânicas se baseia nos processos de ionização ou dissociação dos compostos em meio aquoso.

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.

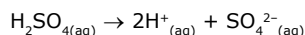
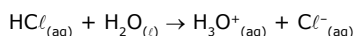
Em meio aquoso, o íon H⁺ é capturado pela água, dando origem ao íon hidrônio ou hidroxônio.



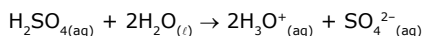
Exemplos:



ou

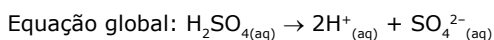
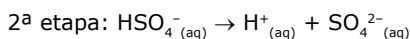
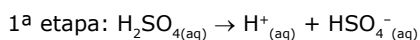


ou



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): H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄.

Quanto ao número de hidrogênios ionizáveis

- Monoácidos (1 H⁺): HCl, HNO₃, HCN
- Diácidos (2 H⁺): H₂SO₄, H₂CO₃, H₂S
- Triácidos (3 H⁺): H₃PO₄, H₃BO₃
- Tetrácidos (4 H⁺): H₄P₂O₇, H₄SiO₄

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

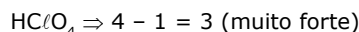
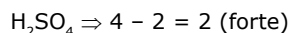
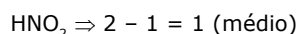
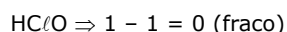
Para comparar a força entre os hidrácidos de uma série, formados por elementos de uma mesma família, é necessário levar em consideração o raio atômico desses elementos. No caso da série HF, HCl, HBr e HI, os átomos de flúor, cloro, bromo e iodo apresentam raios atômicos diferentes. A ligação H—I é mais 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

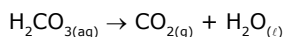
Exemplos:



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:

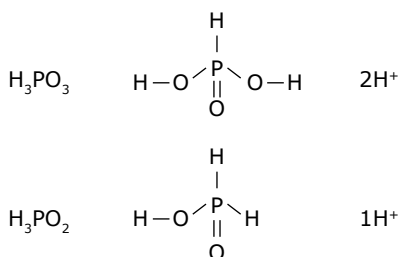


Cuidado!

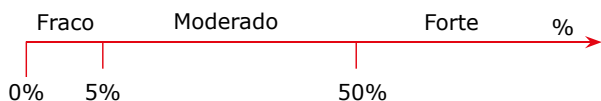
$H_3PO_3 \Rightarrow$ apesar de possuir 3 hidrogênios, somente 2 são ionizáveis (diácido $\Rightarrow 2 H^+$).

$H_3PO_2 \Rightarrow$ possui somente 1 hidrogênio ionizável (monoácido $\Rightarrow 1 H^+$).

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 ₂ SO ₄	61%	
H ₂ SO ₃	30%	Moderados
H ₃ PO ₄	27%	
HF	8,5%	
H ₂ S	0,08%	Fracos
H ₃ BO 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 HIO < HBrO < 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 HClO < HClO₂ < HClO₃ < HClO₄.

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): H₃PO₄, H₃BO₃ e o mais fixo de todos, H₂SO₄.
- Ácidos voláteis (são gases ou líquidos voláteis): HCl, H₂S, HCN (gases) e HNO₃ (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**

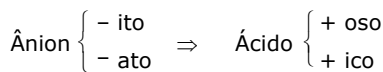
Ânion	Ácido
Cl ⁻ ⇒ cloreto	HCl ⇒ ácido clor ídrico
F ⁻ ⇒ fluoreto	HF ⇒ ácido fluor ídrico
Br ⁻ ⇒ brometo	HBr ⇒ ácido brom ídrico
I ⁻ ⇒ iodeto	HI ⇒ ácido iod ídrico
CN ⁻ ⇒ cianeto	HCN ⇒ ácido cian ídrico
S ²⁻ ⇒ sulfeto	H ₂ S ⇒ ácido sulf ídrico

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⁻ ⇒ carbonato	H ₂ CO ₃ ⇒ ácido carbôn ico
BO ₃ ³⁻ ⇒ borato	H ₃ BO ₃ ⇒ ácido bóric o

- Quando o elemento forma dois oxiácidos:

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

Ânion	Ácido
NO ₂ ⁻ ⇒ nitrito	HNO ₂ ⇒ ácido nitros o (NOx = +3)
NO ₃ ⁻ ⇒ nitrato	HNO ₃ ⇒ ácido nítr ico (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**
hipo _____ **oso**
Nome do ânion - **ito**

Ácido { per ico (NOx = 7+)
ico (NOx = 5+)
oso (NOx = 3+)
hipo oso (NOx = 1+) } o NOx do elemento central diminui

Ânion	Ácido
BrO ₄ ⁻ ⇒ perbromato	HBrO ₄ ⇒ ácido perbrômico (NOx = +7)
BrO ₃ ⁻ ⇒ bromato	HBrO ₃ ⇒ ácido brôm ico (NOx = +5)
BrO ₂ ⁻ ⇒ bromito	HBrO ₂ ⇒ ácido brom oso (NOx = +3)
BrO ⁻ ⇒ hipobromito	HBrO ⇒ 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.

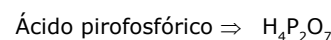
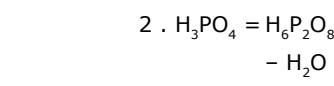
Exemplo:

O P₂O₅ pode dar origem a 3 oxiácidos do fósforo.

P ₂ O ₅ + 1H ₂ O → 2HPO ₃	Ácido meta fosfórico (menos hidratado)
P ₂ O ₅ + 2H ₂ O → H ₄ P ₂ O ₇	Ácido piro fosfórico
P ₂ O ₅ + 3H ₂ O → 2H ₃ PO 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 (H_3PO_4)

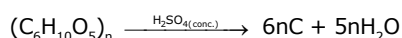
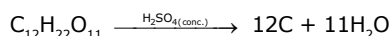
- É utilizado como acidulante em produtos alimentícios.
- É utilizado como matéria-prima para a fabricação de fertilizantes.

Ácido clorídrico (HCl)

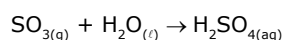
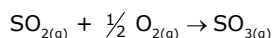
- O ácido impuro é vendido no comércio com o nome ácido muriático.
- É encontrado no suco gástrico do estômago.
- É um reagente muito usado na indústria e em laboratório.
- É usado na limpeza de edifícios, após a sua caiação (pintura a cal), para remover os respingos de cal.
- É usado na limpeza de superfícies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

Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

- 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.

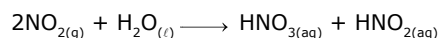
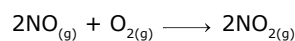
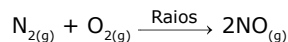


- O ácido sulfúrico “destrói” o papel, o tecido de algodão, a madeira, o açúcar e outros materiais devido à sua enérgica ação desidratante.
- O ácido sulfúrico concentrado tem ação corrosiva sobre os tecidos dos organismos vivos também devido à sua ação desidratante. Produz sérias queimaduras na pele, 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 $H_2O_{(l)}$ na atmosfera.



Ácido nítrico (HNO_3)

- 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: $NaNO_3$ e KNO_3 .
- 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)

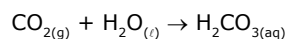
- Tem a característica de corroer o vidro e, por isso, não pode ser guardado em frascos desse material. Geralmente, usam-se frascos de polietileno.
- É usado para gravação em vidro.

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 (H_2CO_3)

- 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. (UEPG-PR-2019) Com base no número de hidrogênios ionizáveis em cada ácido apresentado, assinale o que for correto.

01. H_2SO_4 é um diácido.
02. HClO_4 é um monoácido.
04. H_2CO_3 é um monoácido.
08. H_3PO_3 é um triácido.
16. H_3PO_2 é um monoácido.

Soma ()

03. (UEPG-PR-2022) Identifique as alternativas que trazem exemplos de um hidrácido e de um oxiácido, respectivamente, e assinale o que for correto.

01. H_2S e H_3PO_4
02. HClO e H_2CO_3
04. H_2SO_3 e HCN
08. HCl e HNO_2

Soma ()

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



H_2SO_3 HClO_4 H_2S H_3PO_4

- 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) 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) $\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{S}}}-\text{H}$ 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:

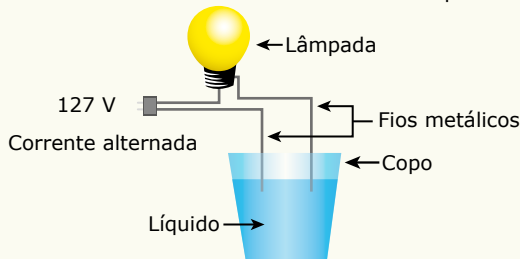
- A) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- B) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{l})}$
- C) $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{l})}$
- 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) Assinale o que for correto.
 123B
 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:

<p>A)</p>	<p>D)</p>
<p>B)</p>	<p>E)</p>
<p>C)</p>	

- 04.** (IFSul) 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.
 4J7F

 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.** (UEPG-PR-2019) Sobre os ácidos apresentados, assinale o que for correto.
 01. O $HClO$ é o ácido hipocloroso.
 02. O H_2SO_3 é o ácido sulfúrico.
 04. O HNO_2 é o ácido nítrico.
 08. O H_2S é o ácido sulfídrico.
 16. O H_3BO_3 é o ácido bórico.
 Soma ()

- 07.** (UPF-RS-2021) De acordo com imagens do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a fumaça das queimadas que devastam a Amazônia e o Pantanal começou a chegar em meados de setembro de 2021 às regiões Sul e Sudeste do país. Dados do instituto indicam que entre janeiro e agosto deste ano foram registrados 10 153 focos de incêndio no Pantanal – número superior ao total registrado entre 2014 e 2019 (10 048). O fenômeno da chuva com comportamento ácido é causado por reações químicas que ocorrem entre alguns gases liberados na atmosfera de forma antrópica ou natural e o vapor d'água. Como consequência, há a formação de algumas substâncias de comportamento ácido, como por exemplo: ácido carbônico, ácido sulfúrico, ácido sulfuroso, dentre outros, que conferem pH abaixo de 7,0 à água da chuva.

Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/chuva-escura-chamaatencao-no-rs-queimada-no-pantanal-pode-ter-causado-fenomeno>.

As fórmulas moleculares dos ácidos citados no texto são, respectivamente:

- A) HCO_3 ; H_2SO_3 ; HSO_2
 B) H_2CO_4 ; H_2SO_3 ; H_2SO_3
 C) H_2CO_3 ; H_2SO_3 ; H_2SO_4
 D) H_2CO_3 ; H_2SO_4 ; H_2SO_3
 E) H_2CO_4 ; H_2SO_4 ; H_2S

08.
YS9Y

(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 .

09.
LTU1

(UPE) 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

10.
YM07

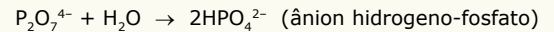
(Unesp) Sobre os compostos HCl , H_2SO_4 , H_3BO_3 e H_2CO_3 são feitas as afirmações:

- 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.

11. (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.

12.
440L

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

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1 - $H_4P_2O_7$ | 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 |
| | k - sulfúrico |

A sequência das combinações corretas é:

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

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem) 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.

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

GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. A 05. C
 02. Soma = 19 06. A
 03. Soma = 09 07. A
 04. A 08. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. Soma = 20 08. D
 02. A 09. D
 03. C 10. E
 04. C 11. A
 05. A 12. E
 06. Soma = 25
 07. D

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. D 02. E 03. D



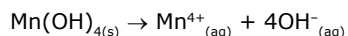
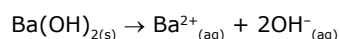
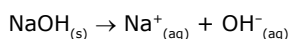
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

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.

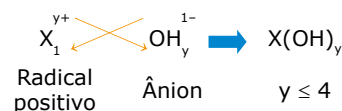


Força das bases

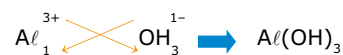
Nesse vídeo, você será capaz de observar como as bases interagem com a água, liberando cátions e ânions. Boa atividade!

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

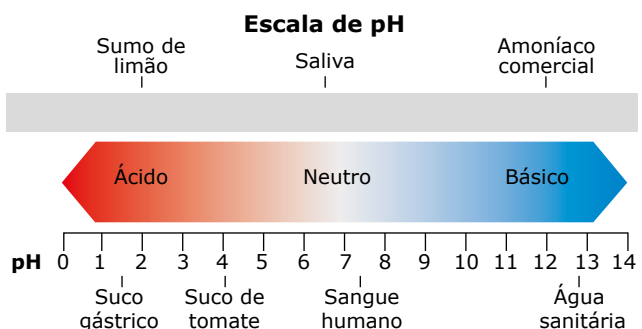
Os ácidos e bases ainda têm a propriedade de mudar a cor de determinadas substâncias chamadas de indicadores ácido-base. Veja os três indicadores ácido-base mais importantes e suas respectivas colorações no meio ácido e básico.

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.

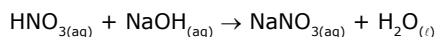
PRINCIPAIS BASES DO COTIDIANO



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.



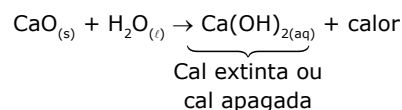
- É usado em inúmeros processos industriais, como processos da indústria petroquímica, fabricação de papel, celulose, corantes, etc.
- É usado na limpeza doméstica. É muito corrosivo e exige muito cuidado ao ser manuseado.
- O NaOH não existe na natureza. É obtido por eletrólise de solução aquosa de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

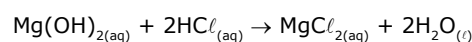
Água de cal ⇒ solução aquosa de Ca(OH)_2

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.

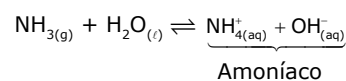
Hidróxido de magnésio (Mg(OH)_2)

- 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. (UPE-2019) Em 2011, alguns lotes de um famoso achocolatado foram recolhidos em razão de problemas de contaminação. Segundo a imprensa, os consumidores apresentaram lesões na boca e fortes dores no estômago. A análise determinou que o produto estava impróprio para o consumo, apresentando pH maior que 13, ou seja, bastante alcalino. Provavelmente os lotes foram contaminados por:

- A) AgCl
- B) NaOH
- C) CaCO_3
- D) H_2SO_4
- E) $\text{Al}(\text{OH})_3$

(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.
- B) II é básica.
- C) III é ácida.
- D) I é básica.
- E) II é ácida.



(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) $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
- B) NaOH .
- C) NH_4OH .
- D) $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- E) $\text{Pb}(\text{OH})_4$.

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



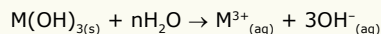
08. Faça a associação seguinte.

- (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.
- () $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - () NH_3
 - () $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - () $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - () NaOH

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

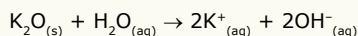


- 01.** (PUC Minas) A dissolução de uma certa substância em água é representada pela equação:



Que pode representar a dissolução de

- A) amônia.
 B) hidróxido de cálcio.
 C) hidróxido de sódio.
 D) hidróxido de alumínio.
 E) brometo de hidrogênio.
- 02.** (Unicamp-SP-2022) A dequada é um fenômeno que ocorre comumente na região do Pantanal, quando as cinzas de queimadas caem nos rios e lagos da região. Uma das consequências desse fenômeno é a alteração do pH da água desses rios e lagos. Isso se deve à concomitante dissolução e reação do óxido de potássio (K_2O) presente nas cinzas do material queimado. A dissolução e reação do óxido de potássio na água pode ser representada pela equação



Pode-se afirmar que, nesse fenômeno, o pH da água desses ambientes tende a se

- A) abaixar, tornando a água mais alcalina.
 B) aumentar, tornando a água mais ácida.
 C) elevar, tornando a água mais alcalina.
 D) abaixar, tornando a água mais ácida.
- 03.** (UNICAP-PE-2019) Marque com V ou F, conforme sejam verdadeiras ou falsas as afirmativas.
- () Indicador ácido-base é uma substância que apresenta a mesma coloração em meio ácido ou em meio básico.
 () O conceito de ácido proposto pelo químico sueco Svante Arrhenius é o de todo composto que, dissolvido em água, origina H^+ como único ânion, e o cátion varia de ácido para ácido.
 () O conceito de base proposto pelo químico sueco Svante Arrhenius é o de todo composto que, dissolvido em água, origina OH^- como único cátion, e o ânion varia de base para base.
 () Dissociação iônica é a separação dos íons que ocorre quando uma substância iônica se dissolve em água.
 () Ionização é o processo em que íons são criados quando certas substâncias moleculares dissolvem-se em água.



Entre as bases listadas a seguir, indique qual(uais) é(são) praticamente insolúvel(insolúveis) em água.

- I. KOH
 II. $Mg(OH)_2$
 III. NaOH
 IV. $Al(OH)_3$
 V. LiOH
 A) IV e V
 B) III e IV
 C) II, III e IV
 D) I, II, IV e V
 E) IV



(UFJF-2019) As reações ácido-base são reações importantes pelas suas inúmeras aplicações. Por exemplo, pessoas que sofrem com acidez estomacal são beneficiadas diariamente por este tipo de reação química. Evidentemente, excessos podem ser prejudiciais. Várias preparações farmacêuticas de antiácidos incluem as bases hidróxido de magnésio e hidróxido de alumínio para diminuir o excesso de ácido clorídrico do estômago. Baseado neste texto, responda:

- A) Dê a fórmula química de todos os compostos inorgânicos citados no texto.
 B) Soluções aquosas destes compostos conduzem eletricidade? Justifique.



(PUC RS) A soda cáustica se comporta diante da fenolftaleína da mesma forma que

- A) o amoníaco.
 B) a água da chuva.
 C) a urina.
 D) os refrigerantes gaseificados.
 E) o suco de laranja.



(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,

- A) cal hidratada.
 B) sal de cozinha.
 C) vinagre de vinho.
 D) azeite de oliva.
 E) 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 .

01. Por apresentar apenas dois hidrogênios ionizáveis, o H_3PO_4 é denominado de diácido.
02. Em solução aquosa o H_3PO_4 apresenta um grau de ionização de 27%, sendo assim considerado um ácido fraco.
04. Os compostos das fórmulas apresentadas correspondem ao ácido fosfórico e à base hidróxido de amônio.
08. 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 caiçação, no qual, reagindo com um dos constituintes minoritários do ar, forma carbonato de cálcio de cor branca.

- A) Dê o nome comum (comercial) ou o nome científico do $Ca(OH)_2$.
- B) 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.
- C) Escreva a equação que representa a reação entre o $Ca(OH)_2$ e um dos constituintes minoritários do ar, formando carbonato de cálcio.

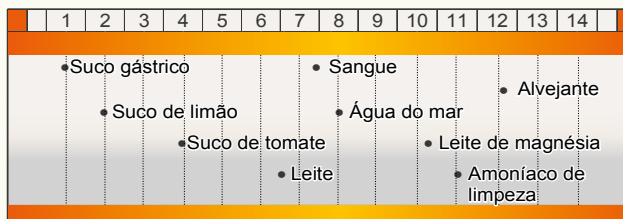


10. (Cesgranrio) Entre os antiácidos caseiros, destacam-se o leite de magnésia e o bicarbonato de sódio. Quantas vezes o leite de magnésia ($pH = 11$) é mais básico do que uma solução de bicarbonato de sódio ($pH = 8$)?

- A) 3
- B) 19
- C) 88
- D) 100
- E) 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

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

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) 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) 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.

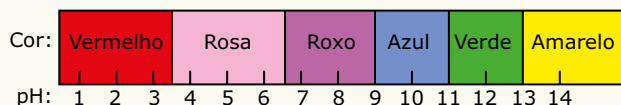
03. (Enem) Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se $\text{HCl}_{(g)}$, cloreto de hidrogênio, entre outras substâncias. 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:



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. B
- 05. D
- 06. A
- 07. D
- 08. D A E B C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. F F F V V
- 04. E
- 05.
 - A) $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, HCl
 - B) Na presença de água, os compostos citados conduzirão eletricidade, já que irão se solubilizar e liberar íons em solução.
- 06. A
- 07. A
- 08. Soma = 12
- 09.
 - A) Nome científico: Hidróxido de cálcio.
Nomes comerciais: Cal hidratada, cal extinta e cal apagada.
 - B) O $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é uma base de Arrhenius e, nas condições padrão (25 °C e 1 atm), sua solução aquosa apresenta pH entre 7 e 14.
 - C) $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})} + \text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CaCO}_{3(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- 10. E
- 11. B

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

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

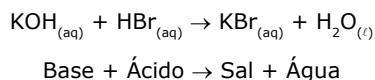


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Sais

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

Exemplo:

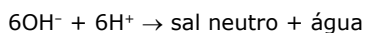
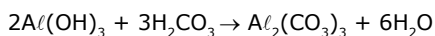
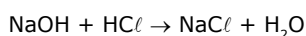


CLASSIFICAÇÃO DOS SAIS

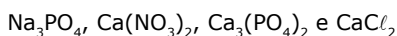
De acordo com o tipo de reação de neutralização, podemos classificar os sais em sais normais ou neutros, sais ácidos ou hidrogenossais e sais básicos ou hidroxissais.

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.

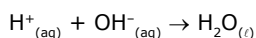


Exemplos:



OBSERVAÇÃO

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



Formulação dos sais neutros

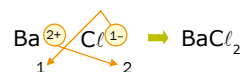
Os sais neutros são formados por cátions e ânions, sendo o cátion proveniente de uma base e o ânion de um ácido.

Na formulação de um sal neutro, temos:



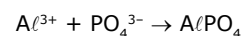
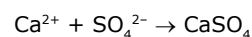
Quando as cargas x e y são diferentes, basta fazermos a sua inversão para obter a fórmula do sal.

Exemplos:



Caso as cargas sejam iguais, elas simplesmente se anulam.

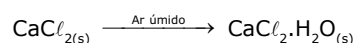
Exemplos:



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.

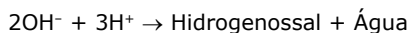
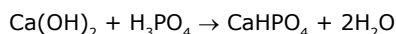
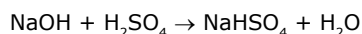
Exemplos:

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

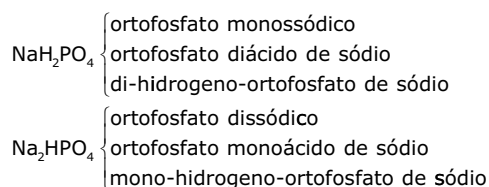
$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$ cloreto de cálcio **tetra**hidratado.

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:

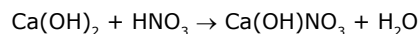
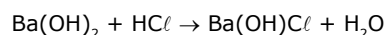
$\text{NaHCO}_3 \Rightarrow$ bicarbonato de sódio.

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

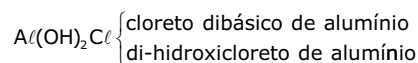
$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 \Rightarrow$ bissulfito de cálcio.

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.

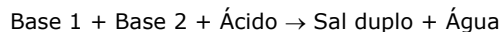
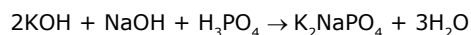
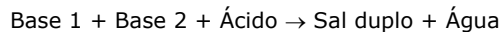
Exemplos:**Nomenclatura de sais básicos**

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

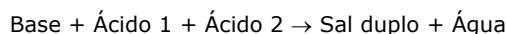
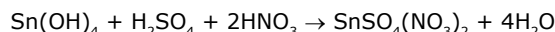
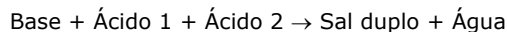
**Sais duplos ou mistos**

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.

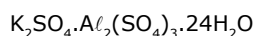
$\text{K}_2\text{NaPO}_4 \rightarrow$ ortofosfato de dipotássio e sódio.

$\text{BaC}(\text{CN}) \rightarrow$ 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.

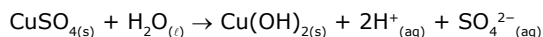
Exemplo:



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:

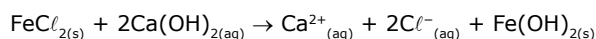
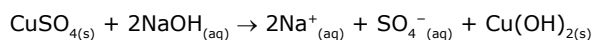


Os sais de caráter ácido apresentam

- 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.

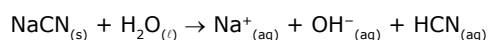
Os sais de comportamento ácido reagem com bases formando sais e uma base mais fraca do que a base reagente:



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.

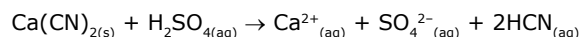
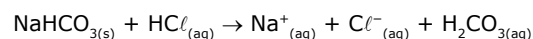
Exemplo:



Os sais de caráter básico apresentam

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

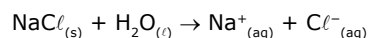
Os sais de comportamento básico reagem com ácidos formando sais e um ácido mais fraco do que o ácido reagente:



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.

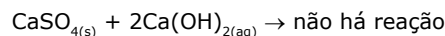
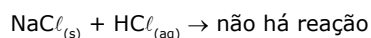
Exemplo:



Os sais de caráter neutro apresentam

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

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)

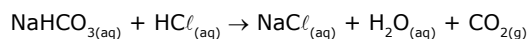
- É o salitre do Chile.
- Utilizado como fertilizante na agricultura.
- Utilizado na fabricação da pólvora (carvão, enxofre, salitre).

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.

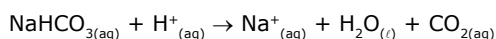
Bicarbonato de sódio (NaHCO₃)

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

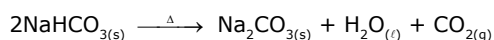


O CO₂ liberado é o responsável pelo "arrotto".

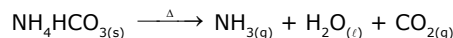
- Fabricação de "digestivos", tais como Alka-Seltzer®, Sonrisal®, Sal de Frutas®, etc. Estes contêm NaHCO_{3(s)} e ácidos orgânicos sólidos (ácido tartárico, ácido cítrico e outros). Na presença de água, o NaHCO₃ reage com os ácidos, liberando CO_{2(g)}, que é o responsável pela efervescência.



- 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).



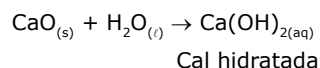
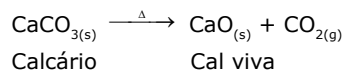
- Fabricação de extintores de incêndio (extintores de espuma). No extintor, há NaHCO_{3(s)} e H₂SO_{4(aq)} em compartimentos separados. Quando o extintor é acionado, o NaHCO₃ mistura-se com o H₂SO₄, com o qual reage, produzindo uma espuma, com liberação de CO_{2(g)}. Esses extintores não podem ser usados 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 $\xrightarrow{\Delta}$ 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	$\text{Ag}^+, \text{Hg}_2^{2+}$ e Pb^{2+}
Fluoretos $\Rightarrow \text{F}^-$	Insolúveis	$\text{Ag}^+, \text{NH}_4^+$ 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^-	Hipoiodito	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	Ferrocianeto	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	Pirofosfato	ZnO_2^{2-}	Zincato	SiF_6^{2-}	Fluorsilicato
IO_3^-	Iodato								
IO_4^-	Periodato								

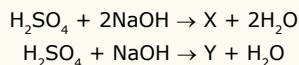
EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UNISC-RS-2022) Os sais são compostos inorgânicos, obtidos pela reação de neutralização e um ácido através de uma base. A reação entre o ácido sulfúrico e o hidróxido de alumínio produz um sal. Indique em qual das alternativas a seguir está a sua fórmula correta do sal obtido nessa reação.

- A) $AlSO_4$ C) $Al_3(SO_4)_2$ E) $AlSO_3$
 B) Al_2SO_4 D) $Al_2(SO_4)_3$

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. (PUC Minas-2019) A acidez, basicidade ou neutralidade de uma solução aquosa são informadas pelo valor do seu pH. Considerando-se uma solução aquosa de cloreto de sódio de concentração $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, é correto afirmar que seu pH será próximo de

- A) 1. B) 0,1. C) 13. D) 7.

04. (IFPE) 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) $KClO$; $Ca_3(PO_3)_2$; $NaNO_2$
 B) KCl ; $Ca_2(PO_4)_3$; $NaNO_2$
 C) KCl ; $Ca_3(PO_4)_2$; $NaNO_3$
 D) $KClO$; $Ca(PO_4)_2$; $NaNO_3$
 E) KCl ; $Ca_3(PO_3)_2$; $NaNO_2$

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) No sal de cozinha há vários tipos de sais cujo principal componente é o cloreto de sódio, mas existem outros, como os iodatos 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) 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 $K_2Cr_2O_7$ D) $Cr(OH)_3$ e $Cr(OH)_6$
 B) $CrCl_3$ e $K_2Cr_2O_7$ E) CrO e CrO_3
 C) Cr_3Cl e Cr_6Cl

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,

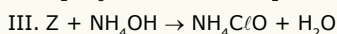
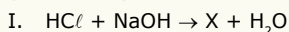
- A) $NaClO$, $NaClO_3$ e $NaCl$.
 B) $NaClO_2$, $NaClO_4$ e $NaCl$.
 C) $NaClO$, $NaClO_2$ e $NaCl$.
 D) $NaClO$, $NaClO_4$ e $NaClO_2$.
 E) $NaClO_2$, $NaClO_3$ e $NaCl$.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UERJ-2019) No tratamento dos sintomas da acidez estomacal, emprega-se o hidróxido de alumínio, que neutraliza o excesso do ácido clorídrico produzido no estômago. Na neutralização total, a quantidade de mols de ácido clorídrico que reage com um mol de hidróxido de alumínio para formação do sal neutro corresponde a
- A) 2. B) 3. C) 4. D) 5.

- 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)

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 , D) HNO_4 e FeCl_3 ,
 B) HNO_3 e FeCl_2 , E) HNO_4 e FeCl_2 ,
 C) HNO_2 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_3 .
 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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
 C) HClO_2 e $\text{K}(\text{OH})_2$.
 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 hidrogênio 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 ; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$; SnF_2
- B) NaHCO_3 ; $\text{Ca}(\text{Cl}_2\text{O}_2)_2$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$; SnF
- C) Na_2CO_3 ; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$; MgOH ; SnF
- D) NaHCO_3 ; CaClO ; $\text{Mg}(\text{OH})_4$; Sn_2F_2
- E) Na_2CO_3 ; CaClO ; $\text{Mg}(\text{OH})_2$; SnF_2

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

- A) K_2S / NH_4NO_3 / $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ / $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$ / $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
- B) K_2S / NH_4NO_3 / $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ / $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$ / $\text{Mg}_2(\text{PO}_4)_3$
- C) KS_2 / $\text{NH}_4(\text{NO}_3)_2$ / CaHSO_3 / $\text{Al}_2(\text{ClO}_4)_3$ / $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
- D) KS / $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3$ / $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ / $\text{Al}(\text{ClO}_4)_2$ / Mg_3PO_4
- E) K_2S / NH_3NO_3 / $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ / $\text{Al}(\text{ClO}_4)_2$ / MgPO_4

09. (UniEVANGÉLICA) 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^-), Hidrogenofosfato (HPO_4^{2-}), Diidrogenofosfato (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, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; nitrito de sódio, $\text{Na}(\text{NO}_2)_2$; Hidrogenofosfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$.
- B) Nitrato ferroso, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; nitrito de alumínio, $\text{Al}(\text{NO}_2)_2$; Hidrogenofosfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$.
- C) Nitrato ferroso, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; nitrito de cobre II, $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$; Hidrogenofosfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$.
- D) Nitrato férrico, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; nitrato de cobre II, $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$; Diidrogenofosfato de alumínio, $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$.



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. (Unit-AL-2019) Uma aluna recebeu em laboratório quatro diferentes amostras (I, II, III e IV) de soluções aquosas incolores, que não continham identificação. No dia anterior ao recebimento, ela ficou sabendo que as amostras apresentavam a mesma concentração e que cada uma delas havia sido preparada com um dos seguintes solutos: ácido nítrico, HNO_3 , ácido fluorídrico, HF, cloreto de sódio, NaCl , e hidróxido de potássio, KOH. De modo a tentar identificar cada amostra desconhecida, ela realizou os seguintes testes: primeiro realizou um teste de condutividade elétrica e depois verificou o pH das soluções. Com o teste de condutividade elétrica, ela verificou que a solução I era a que tinha a menor condutividade elétrica e que todas as soluções conduziam corrente elétrica.

Em seguida, ela verificou que o pH das soluções I e III era abaixo de 7, o da II era acima de 7, enquanto o da IV era igual a sete.

A partir dos dados obtidos nos experimentos, as soluções I, II, III e IV são, respectivamente,

- A) ácido fluorídrico, hidróxido de potássio, ácido nítrico e cloreto de sódio.
- B) ácido fluorídrico, cloreto de sódio, ácido nítrico, hidróxido de potássio.
- C) ácido nítrico, hidróxido de potássio, ácido fluorídrico e cloreto de sódio.
- D) ácido nítrico, cloreto de sódio, ácido fluorídrico e hidróxido de potássio.
- E) hidróxido de potássio, ácido nítrico, cloreto de sódio e ácido fluorídrico.

12. Assinale a alternativa correta.

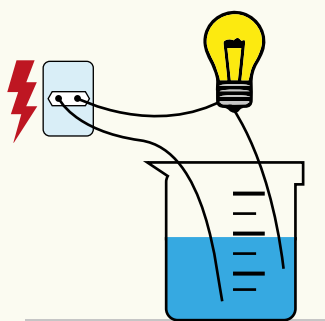
- A) Na reação de neutralização que dá origem ao sal AlPO_4 , três mols de íons H^+ reagem com dois mols de íons OH^- .
- B) KNO_2 é o nitrato de potássio.
- C) CaBrCl é um sal duplo de caráter ácido denominado cloreto-brometo de cálcio.
- D) NaF , CaBr_2 e KOH são sais neutros.
- E) NH_4Cl é um sal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

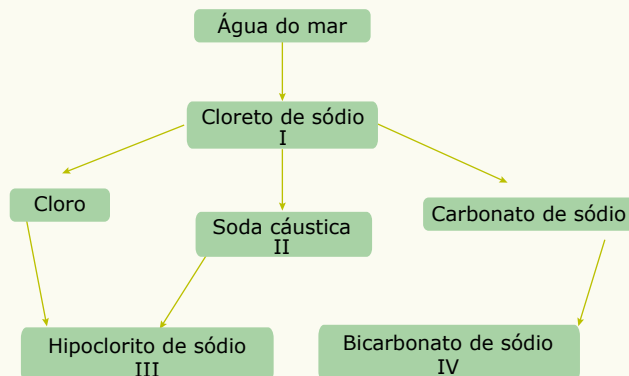
Kit	Solução 1	Solução 2	Solução 3
1	H_3BO_3	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	AgBr
2	H_3PO_4	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KCl
3	H_2SO_4	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	AgBr
4	HClO_4	NaOH	NaCl
5	HNO_3	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	CaSO_4



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

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

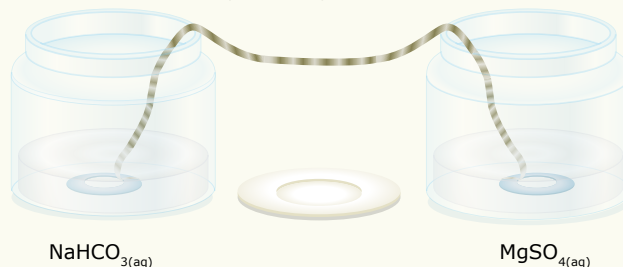
- 02.** (Enem) A água do mar pode ser fonte de materiais utilizados pelo ser humano, como os exemplificados no esquema a seguir:



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 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). 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 (Ca_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 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
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: Mg = 12; 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.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. B 05. C 09. C 13. E
- 02. A 06. D 10. C
- 03. A 07. A 11. A
- 04. E 08. A 12. 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 (m_1), em gramas, 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.

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

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

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

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.

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. (Unesp-2022) Certo spray antisséptico contém como princípio ativo o digliconato de clorexidina, na concentração de 10 mg/mL. Sabendo que a massa molar desse princípio ativo é, aproximadamente, $5,0 \cdot 10^2 \text{ g/mol}$ e que a constante de Avogadro é igual a $6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, o número de moléculas de digliconato de clorexidina presentes em um frasco contendo 50 mL desse antisséptico é

- A) $6,0 \cdot 10^{20}$. D) $6,0 \cdot 10^{23}$.
B) $6,0 \cdot 10^{17}$. E) $6,0 \cdot 10^{26}$.
C) $6,0 \cdot 10^{14}$.

03. (Unicamp-SP) Prazeres, benefícios, 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 contêm 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.

04. (Unicamp-SP) 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.

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.
B) 1,2 ppm.
C) 0,012 ppm.
D) 12 ppm.
E) 120 ppm.

06. (PUC Minas-2019) A tabela a seguir informa a composição química de uma água mineral.

Substância	mg/L
Bicarbonato	8,000
Cálcio	1,603
Nitrato	0,740
Cloreto	0,140
Sulfato	0,100
Potássio	0,100
Magnésio	0,738

É incorreto afirmar que um litro dessa água contém aproximadamente:

- A) $4 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ de Cl^-
B) $12 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ de NO_3^-
C) $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ de K^+
D) $3 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ de Mg^+

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

08. (IFPE) 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) 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) $1,5 \cdot 10^2$ C) $1,5 \cdot 10^4$ E) $1,5 \cdot 10^6$
B) $1,5 \cdot 10^3$ D) $1,5 \cdot 10^5$

02. (UEG-GO) 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. C) 58. E) 292.
B) 29. D) 73.

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. C) 22,4. E) 7,9.
B) 9,2. D) 39,5.

04. (UECE)

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

05. (UERJ-2022) Em testes de perfuração realizados em plataformas de petróleo, pode ser utilizado o brometo de cálcio. Considere um teste para o qual foi preparada uma solução aquosa desse sal na concentração de 3000 g/L.

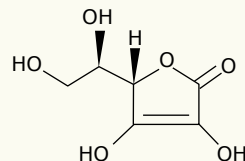
Admitindo a completa dissociação do sal, a concentração de íons brometo, em mol/L, nessa solução, é igual a:

Dados: Ca = 40; Br = 80

- A) 15 B) 30 C) 45 D) 60

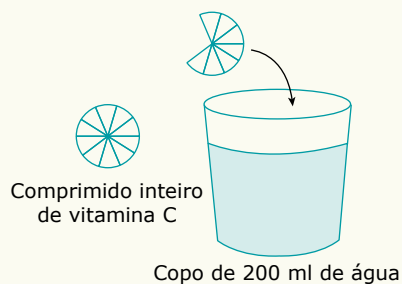
06. (CEFET-MG)

O ácido ascórbico, conhecido como vitamina C, é comercializado em farmácias na forma de comprimidos efervescentes, contendo 500 mg dessa substância.



Ácido Ascórbico

Considere que uma pessoa consumiu vitamina C, procedendo de acordo com a figura seguinte.



A concentração de ácido ascórbico no copo, em mol.L⁻¹, é, aproximadamente,

- A) 0,0020.
B) 0,0028.
C) 0,0090.
D) 0,0100.
E) 0,0142.

07. V5Z4



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

08.

(UFRGS-2022) Para higienização de superfícies, pode-se utilizar uma solução de hipoclorito de sódio, NaClO , a 0,5%, deixando-a agir por 1 minuto. Para preparar essa solução, deve-se utilizar 230 mL de solução de água sanitária a 2,0% e diluir com água filtrada para preparar 1 L de solução. Após, colocar em um borrifador e deixar em local sem incidência de luz para evitar a diminuição da concentração de cloro ativo na solução.

O valor aproximado da concentração, em mol.L⁻¹, da solução de água sanitária a 2,0% é de

Dados: Na = 23; Cl = 35,5; O = 16

- A) $2,0 \times 10^{-2}$. D) $5,4 \times 10^0$.
 B) $7,0 \times 10^{-2}$. E) $3,0 \times 10^2$.
 C) $2,7 \times 10^{-1}$.

09. K991



(UFJF-MG) Em um curso de graduação em Química, um professor pede aos alunos que preparem uma solução de hidróxido de sódio 0,1 mol.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 mg.L⁻¹ ou ppm, respectivamente.

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

10. FKET



(Unemat-MT) 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 m³ 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 m³.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/bsp/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 mg.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

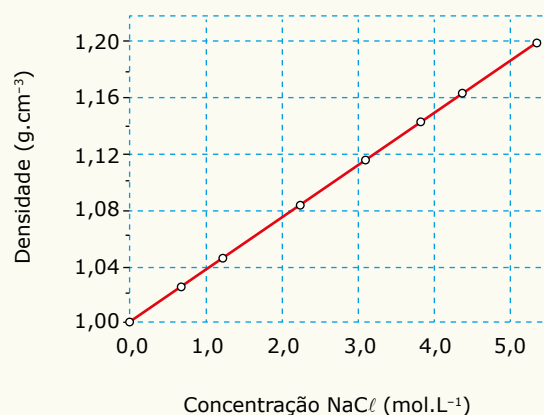
11. NYTM



(Albert Einstein) 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 = $1,14 \text{ g.cm}^{-3}$
- densidade do poliestireno = $1,05 \text{ g.cm}^{-3}$
- massa molar do NaCl = $58,5 \text{ g.mol}^{-1}$



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. C) 600 g.
 B) 300 g. D) 1 300 g.

12. DCD0



(UNITAU-SP) 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 D) 1,72
 B) 0,68 E) 0,0068
 C) 6,88

13. (UERJ) Na análise de uma amostra da água de um reservatório, verificou-se a presença de dois contaminantes, nas seguintes concentrações:

Contaminante	Concentração (mg/L)
benzeno	0,39
metanal	0,40

Em análises químicas, o carbono orgânico total é uma grandeza que expressa a concentração de carbono de origem orgânica em uma amostra.

Assim, com base nos dados da tabela, a concentração de carbono orgânico total na amostra de água examinada, em mg/L, é igual a

- A) 0,16. C) 0,52.
B) 0,36. D) 0,72.

14. (FPS-PE) O carbonato de sódio, Na_2CO_3 , é um composto sólido, de cor branca, também conhecido como soda ou barrilha que pode ser utilizado na produção de vidro, na fabricação de sabões, detergentes, corantes, papéis, etc. Se 21,2 g de Na_2CO_3 forem dissolvidos em água suficiente para dar 1 000 mL de solução, quais serão as concentrações, em mol L^{-1} , de Na_2CO_3 e dos íons sódio e carbonato em solução, respectivamente?

Considere as seguintes massas atômicas molares (g.mol^{-1}): Na = 23; O = 16; H = 1 e C = 12.

- A) 0,20; 0,40; 0,20 D) 0,25; 0,25; 0,25
B) 0,40; 0,20; 0,20 E) 0,35; 0,35; 0,175
C) 0,25; 0,125; 0,125

15. (UNITAU-SP) A água potável consumida em vários municípios brasileiros é tratada com fluoreto 1 p.p.m. Isso significa que a concentração molar aproximada desse fluoreto na água é

Dados: massa atômica do flúor = 19.

- A) 100 mmol.L^{-1} . D) 100 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.
B) 50 mmol.L^{-1} . E) 150 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.
C) 50 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

16. (IFPE) O sulfato ferroso faz parte da composição de remédios indicados para combater a anemia (deficiência de ferro). Esses remédios são usados para combater a deficiência alimentar de ferro, prevenção de anemia e reposição das perdas de ferro por dificuldades na absorção. Considere um vidro de remédio de 200 mL que contém 3,04 g de sulfato ferroso (FeSO_4) dissolvido na solução. Assinale a alternativa que indica corretamente a concentração, em quantidade de matéria por litro (mol/L), do ferro (II) no sulfato ferroso, presente neste remédio.

Dado: massa molar do sulfato ferroso = 152 g/mol.

- A) 0,05 C) 0,60 E) 0,40
B) 0,20 D) 0,10

17. (FEPECS-DF) Um aditivo conhecido como MTBE (éter metil t-butílico ou 2-metóxi-metil-propano) é adicionado a alguns tipos de gasolina para aumentar a octanagem e reduzir a poluição do ar causada por hidrocarbonetos não queimados e pelo monóxido de carbono que sai do escapamento. O composto é mais solúvel em água do que os hidrocarbonetos; se ocorrer um vazamento de gasolina com este aditivo no subsolo de um posto, pode ocorrer contaminação do lençol freático.

Sabemos que concentrações acima de $15 \mu\text{g.L}^{-1}$ desse composto na água podem ocasionar sabor e odor. Em um município, foram analisadas as concentrações de MTBE em cinco amostras de água recolhidas em diferentes regiões, com os resultados mostrados na tabela a seguir:

Amostra	I	II	III	IV	V
[MTBE] mol.L^{-1}	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$

Dados: Massas molares (g.mol^{-1}): H = 1; C = 12 e O = 16

$$1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$$

As amostras que apresentaram sabor e odor foram apenas

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

18. (UERJ) Em condições ambientes, o cloreto de hidrogênio é uma substância molecular gasosa de fórmula HCl . Quando dissolvida em água, ioniza-se e passa a apresentar caráter ácido. Admita uma solução aquosa saturada de HCl com concentração percentual mássica de 36,5% e densidade igual a $1,2 \text{ kg.L}^{-1}$. Calcule a concentração dessa solução, em mol.L^{-1} , e nomeie a força intermolecular existente entre o HCl e a água.

SEÇÃO ENEM



01. (Enem-2022) O etanol é um combustível produzido a partir da fermentação da sacarose presente no caldo de cana-de-açúcar. Um dos fatores que afeta a produção desse álcool é o grau de deterioração da sacarose, que se inicia após o corte, por causa da ação de microrganismos. Foram analisadas cinco amostras de diferentes tipos de cana-de-açúcar e cada uma recebeu um código de identificação. No quadro são apresentados os dados de concentração de sacarose e de microrganismos presentes nessas amostras.

	Amostra de cana-de-açúcar				
	RB72	RB84	RB92	SP79	SP80
Concentração inicial de sacarose (g.L^{-1})	13,0	18,0	16,0	14,0	17,0
Concentração de microrganismos (g.L^{-1})	0,7	0,8	0,6	0,5	0,9

Pretende-se escolher o tipo de cana-de-açúcar que conterà o maior teor de sacarose 10 horas após o corte e que, conseqüentemente, produzirá a maior quantidade de etanol por fermentação. Considere que existe uma redução de aproximadamente 50% da concentração de sacarose nesse tempo, para cada 1,0 mg L⁻¹ de microrganismos presentes na cana-de-açúcar.

Disponível em: www.inovacao.unicamp.br. Acesso em: 11 ago. 2012 (Adaptação).

Qual tipo de cana-de-açúcar deve ser escolhido?

- A) RB72
- B) RB84
- C) RB92
- D) SP79
- E) SP80

- 02.** (Enem-2021) O alcoolômetro Gay Lussac é um instrumento destinado a medir o teor de álcool, em porcentagem de volume (v/v), de soluções de água e álcool na faixa de 0 °GL a 100 °GL, com divisões de 0,1 °GL. A concepção do alcoolômetro se baseia no princípio de flutuabilidade de Arquimedes, semelhante ao funcionamento de um densímetro. A escala do instrumento é aferida a 20 °C, sendo necessária a correção da medida, caso a temperatura da solução não esteja na temperatura de aferição. É apresentada parte da tabela de correção de um alcoolômetro, com a temperatura.

Tabela de correção do alcoolômetro com temperatura 20 °C						
°GL	Leitura da temperatura (°C)					
	20	21	22	23	24	25
35	35,0	34,6	34,2	33,8	33,4	33,0
36	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0

Manual alcoolômetro Gay Lussac. Disponível em: www.incoterm.com.br. Acesso em: 4 dez. 2018 (Adaptação).

É necessária a correção da medida do instrumento, pois um aumento na temperatura promove o(a)

- A) aumento da dissociação da água.
- B) aumento da densidade da água e do álcool.
- C) mudança do volume dos materiais por dilatação.
- D) aumento da concentração de álcool durante a medida.
- E) alteração das propriedades químicas da mistura álcool e água.

- 03.** (Enem) 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.

- 04.** (Enem) 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 receitada?

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



05. PGFX



(Enem) 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.

06. (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 SO_3 de

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

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

A força intermolecular existente entre o HC^{δ} e a água é denominada dipolo-dipolo ou dipolo-permanente.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C
- 03. D
- 04. D
- 05. B
- 06. D



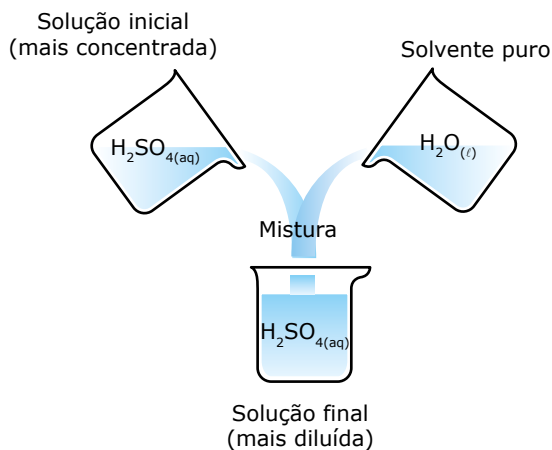
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

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

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

portanto,

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

lembrando que

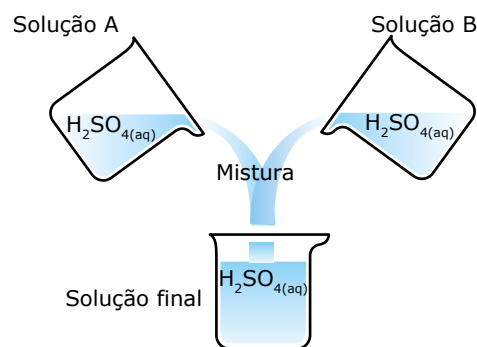
$$V_f = V_i + V_{\text{adicionado}}$$

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

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.



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

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

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.

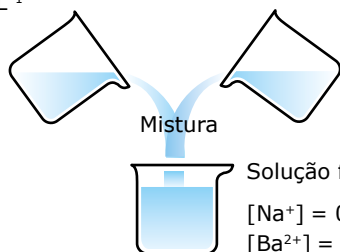
MISTURA DE SOLUÇÕES DE SOLUTOS DIFERENTES

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

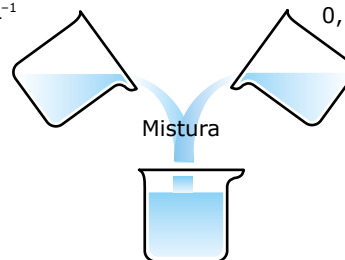


Solução final
[Na⁺] = 0,05 mol.L⁻¹
[Ba²⁺] = 0,025 mol.L⁻¹
[Cl⁻] = 0,1 mol.L⁻¹

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.

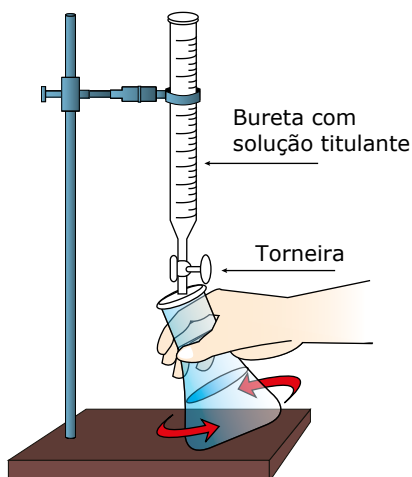
Quando se deseja descobrir a porcentagem de pureza de uma substância em uma mistura, também se realizam titulações.

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.

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

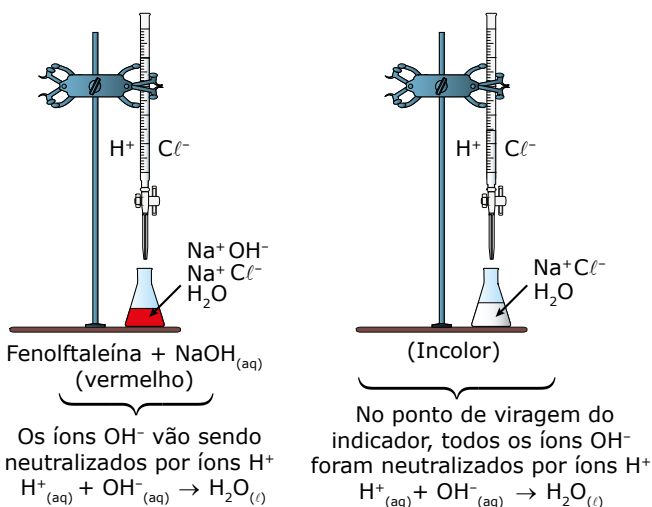
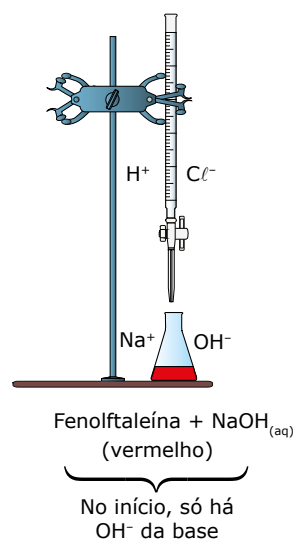
$$x \cdot C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot V_{\text{ácido}} = y \cdot C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ base}} \cdot V_{\text{base}}$$

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.



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:

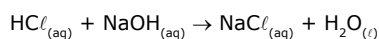
$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

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

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 $\xrightarrow{\text{reage com}}$ 1 mol de base

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

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

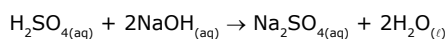
$$C_{\text{mol.L}^{-1} \text{ ácido}} \cdot 20 = 0,1 \cdot 40$$

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

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 $\xrightarrow{\text{reage com}}$ 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. (FAMERP-SP-2022) Acefato é o nome de um inseticida de fórmula molecular C₄H₁₀NO₃PS (M = 183 g/mol) indicado para aplicação em culturas de algodão, soja e feijão. A formulação recomendada para uso é de 0,75 a 1 kg dissolvido em 300 a 400 L de água. Assim, a concentração em mol/L da solução mais diluída desse inseticida é igual a
- A) 1,8 x 10⁻². D) 1,0 x 10⁻².
 B) 1,3 x 10⁻². E) 7,3 x 10⁻³.
 C) 4,5 x 10⁻³.

02. (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. C) 320 vezes.
 B) 3 200 vezes. D) 32 vezes.
03. (EsPCEX-SP) Em uma aula prática, o professor forneceu a um grupo de alunos 100 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração 1,25 mol.L⁻¹. Em seguida solicitou que os alunos realizassem um procedimento de diluição e transformassem essa solução inicial em uma solução final de concentração 0,05 mol.L⁻¹. Para obtenção da concentração final nessa diluição, o volume de água destilada que deve ser adicionado é de
- A) 2 400 mL. C) 1 200 mL. E) 200 mL.
 B) 2 000 mL. D) 700 mL.

04.
P0E2



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

05. 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) $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$. D) 2 mol.L^{-1} .
B) 1 mol.L^{-1} . E) 4 mol.L^{-1} .
C) $1,5 \text{ mol.L}^{-1}$.

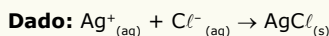
06. (OBQ) Quando se mistura 200 mL de uma solução a 5,85% (m/V) de cloreto de sódio com 200 mL de uma solução de cloreto de cálcio que contém 22,2 g do soluto e se adiciona 200 mL de água, obtém-se uma nova solução cuja concentração de íons cloreto é de

- A) $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. D) $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$.
B) $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. E) $3,0 \text{ mol.L}^{-1}$.
C) $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

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 (H_3PO_4) de concentração $0,10 \text{ mol/L}$. A concentração da solução aquosa de hidróxido de sódio é igual a

- A) $0,012 \text{ mol/L}$. D) $0,30 \text{ mol/L}$.
B) $0,10 \text{ mol/L}$. E) $0,60 \text{ mol/L}$.
C) $0,20 \text{ mol/L}$.

08. (PUC Rio) Uma solução aquosa de nitrato de prata ($0,050 \text{ mol.L}^{-1}$) 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.



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

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Fatec-SP) 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 $0,1 \text{ mol/L}$ 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 $0,5 \text{ mol/L}$.

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

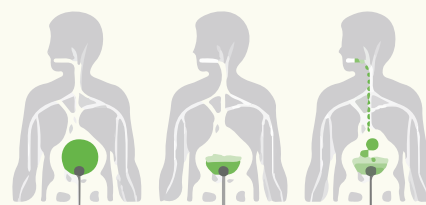
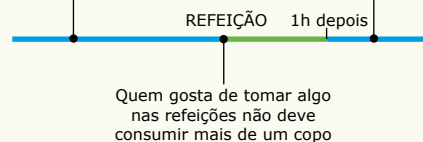
- A) diluição com água.
B) evaporação de água.
C) dissolução de NaOH sólido.
D) titulação de precipitação de NaOH .
E) mistura com uma solução de NaCl .

02. (UFU-MG)

Beber durante as refeições

As nutricionistas Marie Alvarenga e Beatriz Botéquio 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

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

03.

DSF0



(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-medicacao-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

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

04. (FMP-2022) Em um experimento, uma amostra de 200 mL de uma solução, que contém sulfato de sódio (Na_2SO_4) $0,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, foi misturada a 300 mL de outra solução de sulfato de cálcio (CaSO_4) $0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ e, em seguida, foram adicionados 500 mL de água destilada à mistura. Observou-se que não houve reação química.

Nesse contexto, a partir dessas informações, conclui-se que a concentração em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ dos íons sulfato será

- A) 0,08
- B) 0,16
- C) 0,23
- D) 0,32
- E) 0,46

05.

MMWO



(UFRGS-RS-2020) Uma solução é preparada misturando-se 40,00 mL de NaOH de concentração $0,30 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ e 60,00 mL de KOH $0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

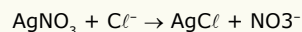
As concentrações molares de íons Na^+ , K^+ e OH^- na solução resultante serão, em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente,

- A) 0,012; 0,012 e 0,024.
- B) 0,04; 0,06 e 0,10.
- C) 0,12; 0,12 e 0,12.
- D) 0,12; 0,12 e 0,24.
- E) 0,30; 0,20 e 0,50.

06. (UPE/SSA-2021) As especificações contidas num rótulo de água mineral apresentam, entre outras informações, o teor de alguns íons presentes na solução, indicando os limites superior e inferior para cada espécie química. A seguir, temos uma tabela com o resultado da análise química para uma marca de água mineral.

Água Mineral - Análise Química	
Íons	Concentração (mg/L)
Bicarbonato	$11,2 \pm 0,9$
Cálcio	$0,75 \pm 0,09$
Cloreto	$9,1 \pm 0,3$
Sódio	$7,0 \pm 0,4$
Sulfato	$1,5 \pm 0,1$
Nitrato	$1,6 \pm 0,1$

Considere que uma analista foi verificar o teor de cloretos na amostra. Para isso, a determinação de cloretos é realizada a partir da titulação de 100 mL da amostra com solução $0,01 \text{ M}$ de nitrato de prata (AgNO_3), segundo a equação apresentada a seguir:

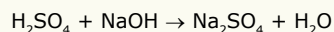


Sabendo que o resultado da análise mostrou que o teor de cloretos é 51% maior que o limite superior indicado no rótulo, assinale a alternativa que apresenta o volume de solução de nitrato de prata utilizado na titulação.

- A) 1,8 mL
- B) 2,0 mL
- C) 2,6 mL
- D) 3,5 mL
- E) 4,0 mL

07. (UFGD-MS-2021) Para o descarte adequado de 5,00 litros de uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) de concentração desconhecida, um técnico de laboratório procedeu seguindo as orientações técnicas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Para a neutralização do resíduo, foram utilizados 4,90 litros de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) com concentração exata de $1,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Dados: massa molecular do NaOH = $40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; massa molecular do ácido sulfúrico = $98,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; equação da reação: (não balanceada)



Com base nessas informações, assinale a alternativa correta quanto à quantidade em mol e $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ de H_2SO_4 presente nos 5,00 litros de solução.

- A) 1,00 mol e $4,90 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- B) 2,45 mols e $4,90 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- C) 4,90 mols e $5,00 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D) 5,00 mols e $4,90 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- E) 5,50 mols e $9,80 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

08.
HSVS

(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%?

- A) 1 000 mL C) 2 500 mL
B) 500 mL D) 2 000 mL

09.
FT3Z

(UEG-GO) 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 $0,15 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

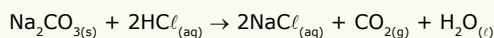
O volume diluído, em mL, da solução estoque é, aproximadamente,

- A) 26. B) 37. C) 50. D) 75.

10.
MWQI

(PUC-SP) 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 $1,00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 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%.

11. (UEMG) 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

12.
FVDX

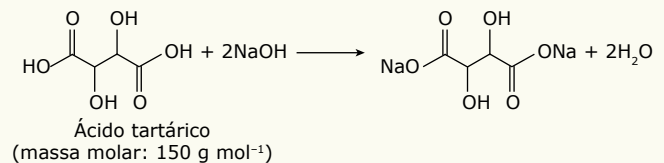
(CMMG) A 10,0 mL de uma solução de AgNO_3 , de concentração $0,200 \text{ mol/L}$, são adicionados 15,0 mL de uma solução de CaCl_2 , de concentração $0,100 \text{ mol/L}$, formando-se, na mistura resultante, um precipitado de cloreto de prata.

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

SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2022) O ácido tartárico é o principal ácido do vinho e está diretamente relacionado com sua qualidade. Na avaliação de um vinho branco em produção, uma analista neutralizou uma alíquota de 25,0 mL do vinho com NaOH a $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, consumindo um volume igual a 8,0 mL dessa base. A reação para esse processo de titulação representada pela equação química:



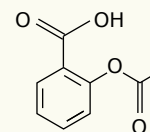
A concentração de ácido tartárico no vinho analisado é mais próxima de:

- A) $1,8 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ C) $3,6 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ E) $9,6 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
B) $2,4 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ D) $4,8 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

02. (Enem-2021) Um técnico analisou um lote de analgésicos que supostamente estava fora das especificações. A composição prevista era 100 mg de ácido acetilsalicílico por comprimido (princípio ativo, cuja estrutura está apresentada na figura), além do amido e da celulose (componentes inertes). O técnico realizou os seguintes testes:

- 1) obtenção da massa do comprimido;
- 2) medição da densidade do comprimido;
- 3) verificação do pH com papel indicador;
- 4) determinação da temperatura de fusão do comprimido;
- 5) titulação com solução aquosa de NaOH .

Após a realização dos testes, o lote do medicamento foi reprovado porque a quantidade de ácido acetilsalicílico por comprimido foi de apenas 40% da esperada.



Ácido acetilsalicílico

O teste que permitiu reprovar o lote de analgésicos foi o de número

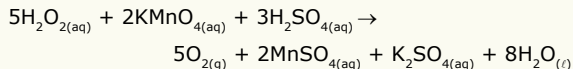
- A) 1. C) 3. E) 5.
B) 2. D) 4.

- 03.** (Enem) 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 $0,009 \text{ mol/L}$ 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

- 04.** (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 $20,0 \text{ mL}$ de uma solução $0,1 \text{ mol/L}$ de peróxido de hidrogênio é igual a:

- A) $2,0 \cdot 10^0 \text{ mol}$ D) $8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
B) $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ E) $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
C) $8,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$

- 05.** 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 $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaOH .

Dado de massa molecular: CH_3COOH (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.
B) 20 vezes menor.
C) 40 vezes menor.
D) 50 vezes menor.
E) 100 vezes menor.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

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



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:

$$v_{\text{CO}_2} = \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{8 - 10}{50 - 0} = -\frac{2}{50}$$

A quantidade poderá ser medida em

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

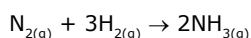
Normalmente, utilizamos

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

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:

$$v_{\text{N}_2} = \frac{\Delta [\text{N}_2]}{\Delta t}$$

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:

$$v_{\text{NH}_3} = \frac{\Delta [\text{NH}_3]}{\Delta t}$$

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,

$$v_m = \frac{|v_{C_{N_2}}|}{1} = \frac{|v_{C_{H_2}}|}{3} = \frac{|v_{f_{NH_3}}|}{2}$$

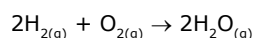
ou

$$v_{C_{N_2}} = \frac{v_{C_{H_2}}}{3} \text{ e } v_{C_{H_2}} = \frac{v_{f_{NH_3}}}{2}$$

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:



$[H_2]/$ $mol.L^{-1}$	$[O_2]/$ $mol.L^{-1}$	$[H_2O]/$ $mol.L^{-1}$	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 O_2 no intervalo de 0 a 50 minutos é:

$$v_{co_2} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{8 - 10}{50 - 0} = -\frac{2}{50} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

VELOCIDADE INSTANTÂNEA

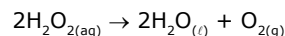
A velocidade da reação em um determinado instante t é denominada velocidade instantânea. Um instante corresponde a um intervalo de tempo (Δt) que tende a zero.

Pode-se 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.

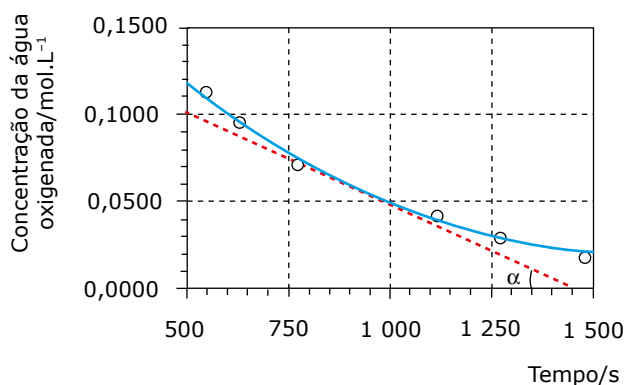
O ângulo da inclinação da reta tangente a cada ponto da curva irá indicar a velocidade instantânea da reação nesse ponto. Quanto menor for o ângulo de inclinação, menor será a velocidade instantânea.

Tomemos, como exemplo, a reação de decomposição da água oxigenada:



O gráfico a seguir representa a variação da concentração de $H_2O_{2(aq)}$ 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.

$\text{tg } \alpha = \text{cateto oposto} / \text{cateto adjacente}$









$$\text{tg } \alpha = \frac{|\Delta[H_2O_{2(aq)}]|}{\Delta [t]}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{|[H_2O_{2(aq)}]_{1450 \text{ s}} - [H_2O_{2(aq)}]_{500 \text{ s}}|}{1450 - 500}$$

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.

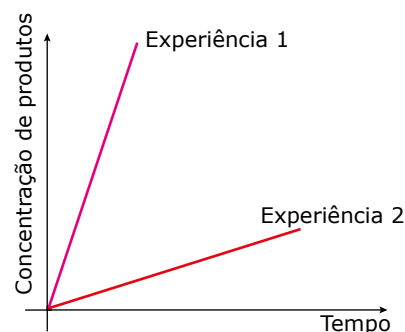


Gráfico 1.

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

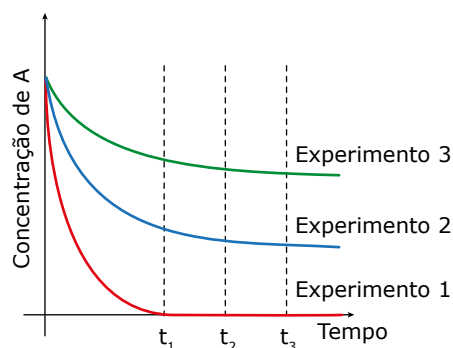


Gráfico 2.

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.

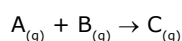
A velocidade de consumo do reagente no experimento 3 é a menor de todas, pois a inclinação da reta tangente à curva que descreve o consumo do reagente, em módulo, é menor do que nos demais experimentos.

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:

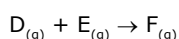


Tempo	[A]/mol.L ⁻¹	[B]/mol.L ⁻¹	[C]/mol.L ⁻¹
t_0	10	10	0
t_1	5	5	5
t_2	2	2	8
t_3	1	1	9
t_4	0	0	10
t_5	0	0	10

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.

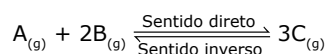
Reações reversíveis

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.

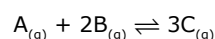
O sentido da reação em que os reagentes se convertem em produtos é denominado sentido direto.

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

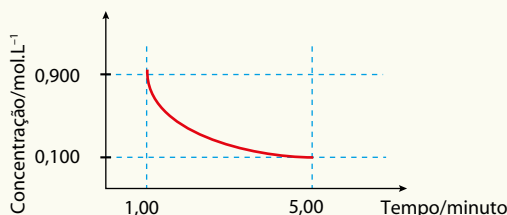
No gráfico 2, temos a certeza de que a única experiência cuja reação é irreversível é a reação que ocorre no experimento 1, pois, a partir do tempo t_1 , a quantidade de reagente é igual a zero.

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



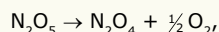
- 01.** (UFMG) Analise este gráfico, em que está representada a variação da concentração de um reagente em função do tempo em uma reação química:



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. C) 0,225 mol.L⁻¹.min⁻¹.
 B) 0,167 mol.L⁻¹.min⁻¹. D) 0,180 mol.L⁻¹.min⁻¹.

- 02.** (UFMG) A rapidez de decomposição do óxido de nitrogênio (V),



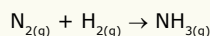
foi estudada a 35 °C, sendo obtidos os seguintes dados:

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 D) 6,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹.s⁻¹
 B) 1,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹.s⁻¹ E) 1,8 . 10⁻¹ mol.L⁻¹.s⁻¹
 C) 3,0 . 10⁻³ mol.L⁻¹.s⁻¹

- 03.** (UniCEUB-DF) Num recipiente fechado, ocorre a reação de síntese da amônia:

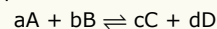


Verifica-se que 0,20 mol de N_{2(g)} são consumidos num intervalo de 5 minutos. As velocidades médias (mol.min⁻¹) da reação de consumo do N_{2(g)} e do H_{2(g)} são, respectivamente,

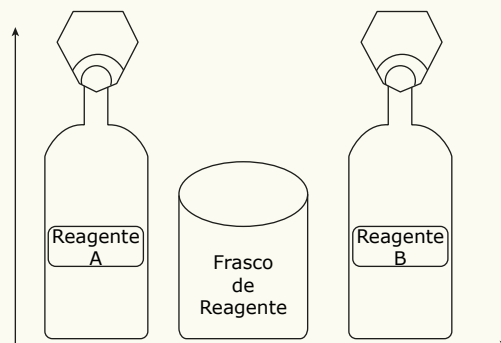
- A) 0,02 e 0,04. D) 0,40 e 1,2.
 B) 0,04 e 0,12. E) 2 e 3.
 C) 0,02 e 0,06.



- (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 D) 25 mol.L⁻¹.min⁻¹
 B) 0,40 mol.L⁻¹.min⁻¹ E) 2,5 mol.L⁻¹.min⁻¹
 C) 1,4 mol.L⁻¹.min⁻¹

- 05.** (UPF-RS) A variação da concentração das substâncias envolvidas em uma reação (reagentes e produtos) pode ser representada em um gráfico concentração x tempo. A seguir, estão representados a equação de uma reação química genérica e seu gráfico de concentração x tempo para as substâncias A, B e C.

Equação da reação:

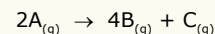
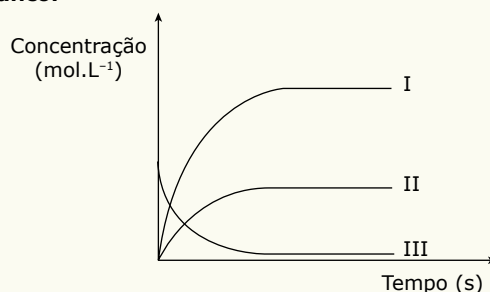


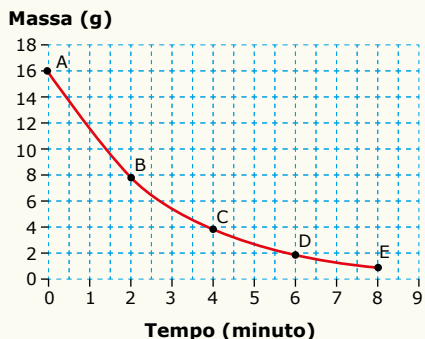
Gráfico:



Considerando as informações apresentadas, é correto afirmar:

- A) A curva I deve representar o consumo da substância A, na reação.
- B) As curvas I e II correspondem à variação da concentração dos produtos.
- C) A curva III corresponde à formação de C, que está em menor proporção.
- D) A correspondência correta entre curva e substância é: I = B; II = A; III = C.
- E) Nenhuma curva representa diminuição de concentração para alguma substância.

- 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.
FC79



- (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

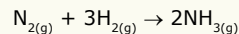
A partir dos dados apresentados,

- 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

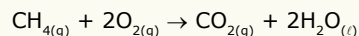


- 01.** (PUC-SP-2019) Analise a reação de formação do gás amônia e assinale a alternativa correta.

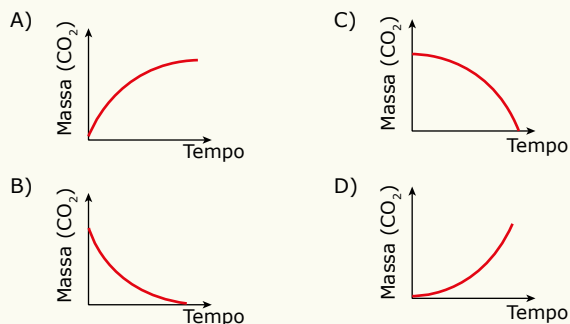


- A) A velocidade de consumo do nitrogênio é a mesma que a velocidade de consumo do hidrogênio.
- B) A velocidade de consumo do nitrogênio é o dobro da velocidade de produção da amônia.
- C) A velocidade de consumo de hidrogênio é 1,5 vez a velocidade de produção de amônia.
- D) A velocidade de produção de amônia é metade da velocidade de consumo de hidrogênio.

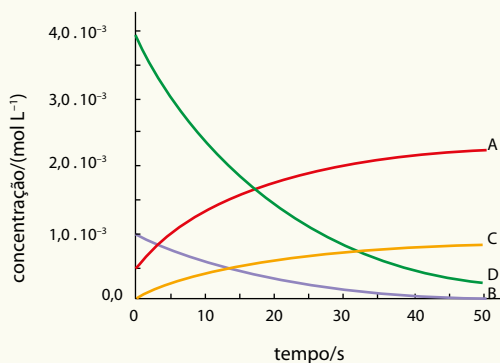
- 02.** (UEG-GO) O metano reage com o oxigênio gasoso segundo a equação química que está descrita a seguir.



De acordo com essa reação, o gráfico que melhor representa a formação de gás carbônico em função do tempo é a figura:



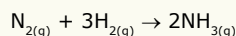
03. (IFG-GO) No gráfico a seguir, estão representadas as variações das concentrações, durante os primeiros 50 segundos, das substâncias A, B, C e D, que participam de uma reação hipotética.



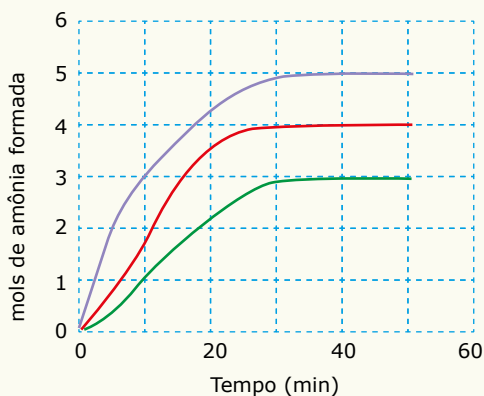
A partir da análise do gráfico, é correto afirmar que

- 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:



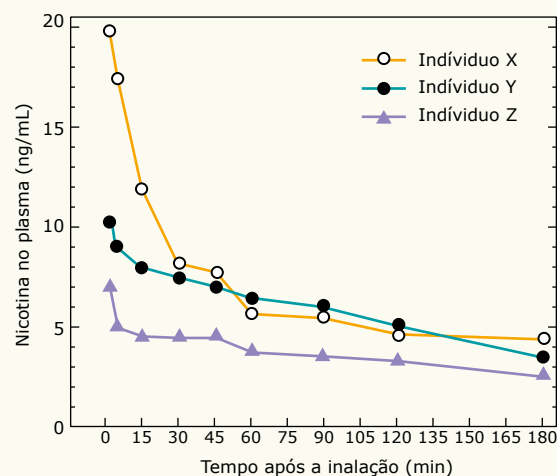
Realizou-se esta reação sob três diferentes condições experimentais, todas partindo da mesma concentração de gás nitrogênio e hidrogênio. A variação da concentração de amônia formada foi registrada em função do tempo conforme o gráfico a seguir.



- Experimento 1
- Experimento 2
- Experimento 3

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. (Unicamp-SP-2023) Os cigarros eletrônicos, de modo geral, contêm uma cápsula com uma solução líquida de nicotina e aromatizantes que são vaporizados e posteriormente inalados pelo usuário. Apesar de as propagandas afirmarem que a concentração de substâncias tóxicas nos cigarros eletrônicos é menor, a principal substância causadora da dependência, a nicotina, está presente em grande parte desses produtos. A nicotina é inicialmente absorvida e, em seguida, metabolizada no organismo. Após um período, a diminuição de sua concentração no plasma sanguíneo faz com que o usuário sinta a necessidade da inalação de uma nova dose. O gráfico a seguir mostra a concentração de nicotina no plasma sanguíneo de três indivíduos, em função do tempo, após utilização de um cigarro eletrônico, aspirando a mesma dosagem da substância.



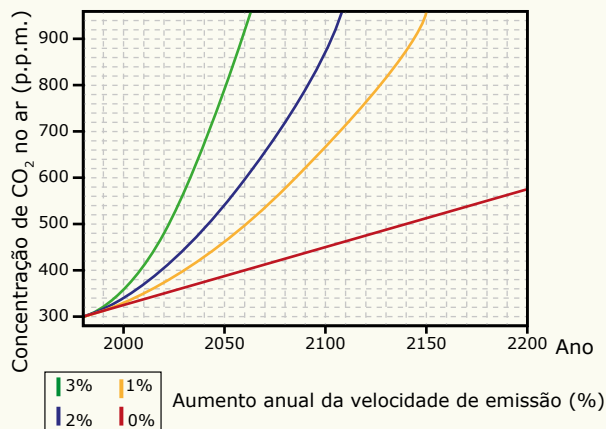
Com base nessas informações, pode-se inferir que, para o período de estudo, a velocidade de absorção da nicotina é

- A) maior para o indivíduo X e a velocidade média de metabolização é menor para o indivíduo Y.
- B) maior para o indivíduo X e a velocidade média de metabolização é menor para o indivíduo Z.
- C) menor para o indivíduo Z e a velocidade média de metabolização é maior para o indivíduo Y.
- D) menor para o indivíduo Z e a velocidade média de metabolização é menor para o indivíduo X.



06. (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 2020 e 2050 para o pior cenário de emissão apresentado no gráfico.

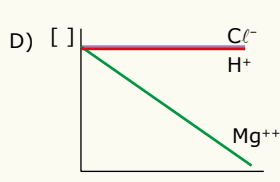
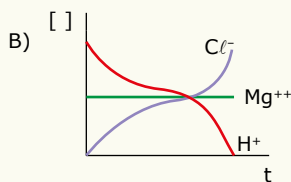
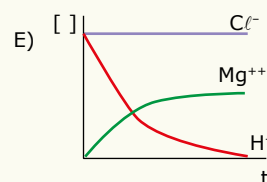
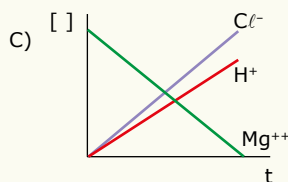
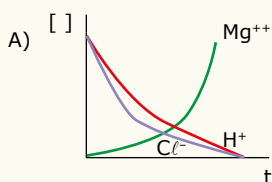
B) Sabe-se que a massa total de ar na atmosfera é de $5 \cdot 10^{21}$ g.

Calcule a quantidade (em kg) de dióxido de carbono que estaria presente na atmosfera terrestre no ano de 2060 usando a projeção em que a velocidade de emissão é constante.

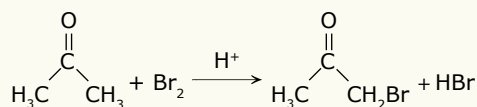


07. (UFT-TO) Em experimento para obtenção do gás hidrogênio, o aluno adicionou um pedaço de fita de magnésio a uma solução aquosa de ácido clorídrico, e observou o consumo da fita e a formação do gás hidrogênio.

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



08. (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

$$\frac{\text{concentração inicial de Br}_2}{\text{tempo para desaparecimento da cor}}$$

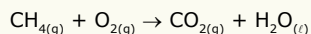
complete a tabela apresentada a seguir:

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.



09. (UFRR) Considere a reação de combustão completa do metano (não balanceada):

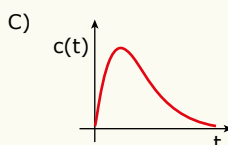
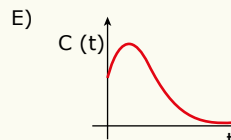
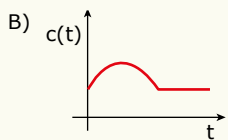
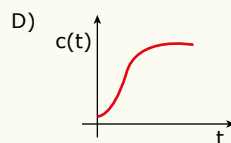
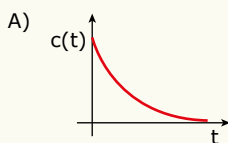


Se admitirmos que a velocidade média constante de consumo de metano é de 0,25 mol/min, a massa de gás carbônico, em gramas, produzida em 1 hora será de

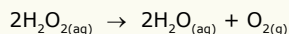
- A) 111.
- B) 1 320.
- C) 540.
- D) 132.
- E) 660.

10. (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.

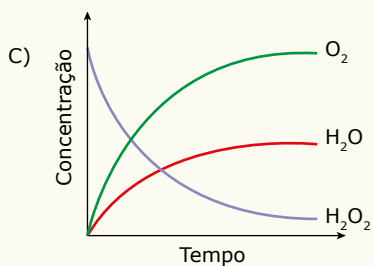
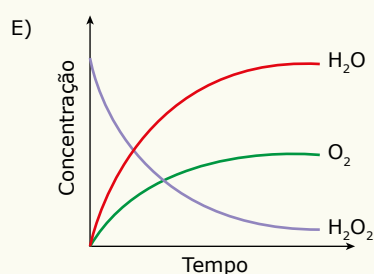
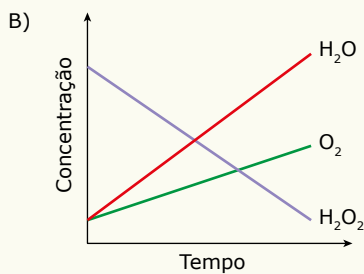
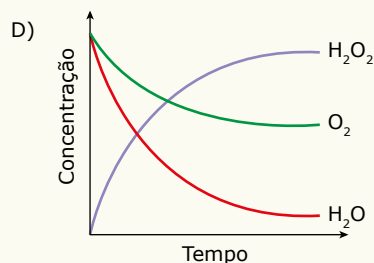
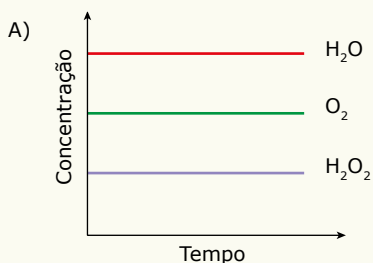
Se c(t) é a concentração das enzimas no sangue de um paciente como função do tempo decorrido a partir do início da doença, conforme descrito anteriormente, o gráfico que pode representar essa função é:



11. (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?



12. (Unesp) Em um laboratório, nas condições ambientes, uma determinada massa de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) foi colocada para reagir com excesso de ácido nítrico diluído. Os valores do volume de gás liberado pela reação com o transcorrer do tempo estão apresentados na tabela.



Tempo (min)	Volume de gás (cm ³)
1	150
2	240
3	300

Escreva a equação balanceada da reação e calcule a velocidade média da reação, em $mol \cdot min^{-1}$, no intervalo entre 1 minuto e 3 minutos.

Dado:

- Volume molar do CO_2 nas condições ambientes = $25,0 L \cdot mol^{-1}$



(Unesp) A indústria de doces utiliza grande quantidade de açúcar invertido para a produção de biscoitos, bolos, bombons, dentre outros produtos. O açúcar invertido consiste em um xarope transparente, isento de odores, com poder edulcorante maior que o da sacarose e é obtido a partir da reação de hidrólise ácida ou enzimática, de acordo com a equação:



Em uma reação de hidrólise enzimática, inicialmente, a concentração de sacarose era de 0,12 mol.L⁻¹. Após 10 h de reação, a concentração caiu para 0,06 mol.L⁻¹ e, após 20 h de reação, a concentração caiu para 0,03 mol.L⁻¹. Determine a meia-vida da reação e a velocidade média de consumo da sacarose, em mol.L⁻¹.min⁻¹, no intervalo entre 600 e 1 200 min.

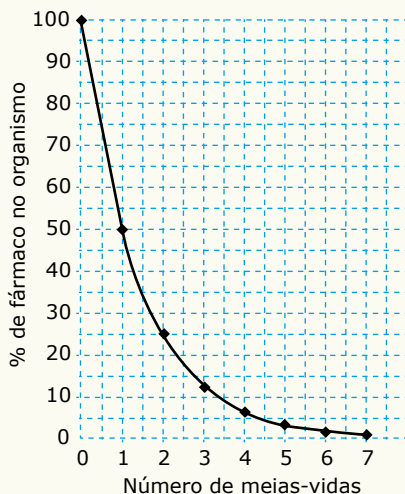
SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2021) Os pesticidas organoclorados foram amplamente empregados na agricultura, contudo, em razão das suas elevadas toxicidades e persistências no meio ambiente, eles foram banidos. Considere a aplicação de 500 g de um pesticida organoclorado em uma cultura e que, em certas condições, o tempo de meia-vida do pesticida no solo seja de 5 anos.

A massa do pesticida no decorrer de 35 anos será mais próxima de:

- A) 3,9 g
- B) 31,2 g
- C) 62,5 g
- D) 125,0 g
- E) 250,0 g

02. (Enem) A duração do efeito de alguns fármacos está relacionada à sua meia-vida, tempo necessário para que a quantidade original do fármaco no organismo se reduza à metade. A cada intervalo de tempo correspondente a uma meia-vida, a quantidade de fármaco existente no organismo no final do intervalo é igual a 50% da quantidade no início desse intervalo.



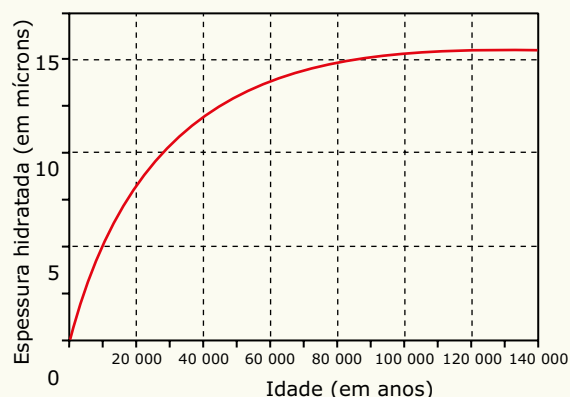
FUCHS, F. D.; WANNMACHER, L. *Farmacologia Clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. p. 40.

O gráfico anterior representa, de forma genérica, o que acontece com a quantidade de fármaco no organismo humano ao longo do tempo.

A meia-vida do antibiótico amoxicilina é de 1 hora. Assim, se uma dose for injetada às 12h em um paciente, o percentual dessa dose que restará em seu organismo às 13h30min será aproximadamente de

- A) 10%
- B) 15%
- C) 25%
- D) 35%
- E) 50%

03. (Enem) A obsidiana é uma pedra de origem vulcânica que, em contato com a umidade do ar, fixa água em sua superfície, formando uma camada hidratada. A espessura da camada hidratada aumenta de acordo com o tempo de permanência no ar, propriedade que pode ser utilizada para medir sua idade. O gráfico a seguir mostra como varia a espessura da camada hidratada, em microns (1 micron = 1 milésimo de milímetro) em função da idade da obsidiana.



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.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



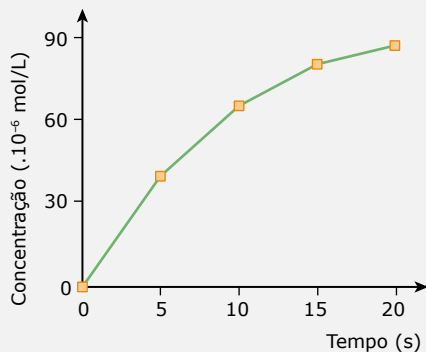
GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. B
- 07.
- A) O gráfico que representa a cinética de formação do complexo AB colorido é:
- 03. B
- 04. B
- 05. B
- 06. B



- 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. C
- 02. A
- 03. E
- 04. D
- 05. B
- 06.
- A) $v_m(\text{CO}_2) = 10$ p.p.m./ano
- B) $m(\text{CO}_2) = 2 \cdot 10^{15}$ kg
- 07. E
- 08.
- A)

Experimento	Velocidade da reação (mol.L ⁻¹ . 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 (Br₂).
Nos experimentos 1 e 4, as concentrações para a acetona e para o H⁺ permaneceram constantes, variando apenas a concentração do Br₂. Como a velocidade da reação é a mesma nesses dois experimentos, conclui-se que ela não depende da concentração do bromo.
- 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. A
- 02. D
- 03. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Teoria das Colisões e do Complexo Ativado

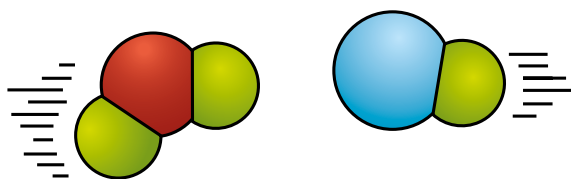
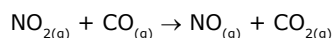
ETAPAS DE UMA REAÇÃO

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).

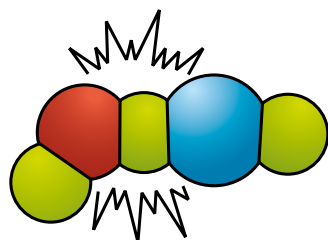
Podemos dividir uma reação química em 3 etapas:

- 1ª) Quebra de ligações devido ao contato entre as partículas reagentes;
- 2ª) Rearranjo atômico (mudança dos átomos de lugar);
- 3ª) Formação de novas ligações.

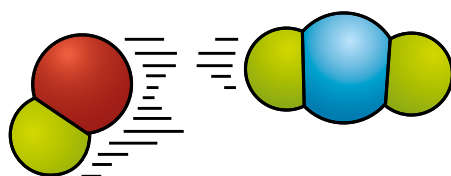
Exemplo:



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.

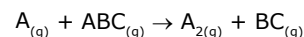
Segundo essa teoria, para que duas partículas reajam, é necessário que ocorra uma colisão inelástica entre elas. Somente aquelas colisões frontais em que a energia cinética relativa das partículas é superior a um determinado valor crítico, denominado **energia de ativação**, resultam em reação química.

Colisões efetivas na Teoria das Colisões

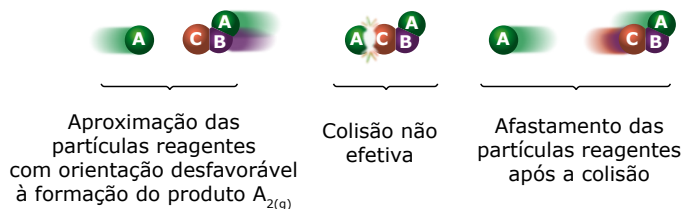
As colisões que resultam em reação química são denominadas **colisões efetivas** e apresentam as seguintes características:

- 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.



Aproximação das partículas reagentes com orientação favorável à formação do produto $A_{2(g)}$

Colisão efetiva

Afastamento das partículas produtos após colisão

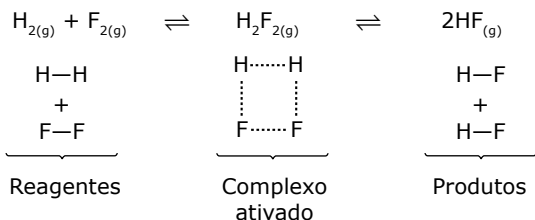
O COMPLEXO ATIVADO (CA)

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.

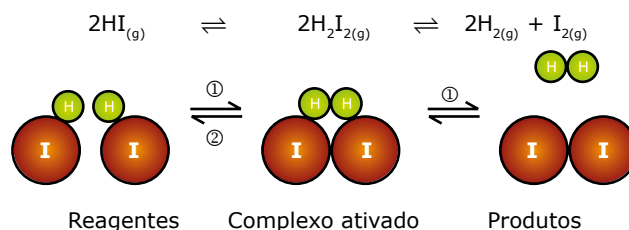
No complexo ativado, as partículas reagentes atingiram um ponto de aproximação e de deformação tão grande que uma pequena deformação extra origina os produtos. Contudo, existe também a probabilidade de o complexo ativado retornar à condição inicial de reagentes.

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 $HI_{(g)}$.

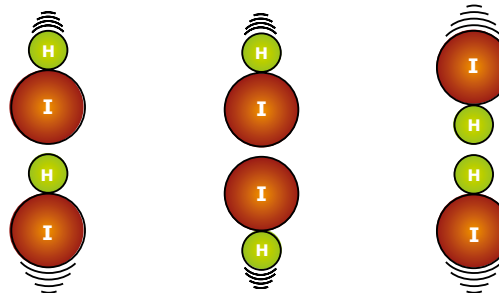
Colisão com orientação favorável



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

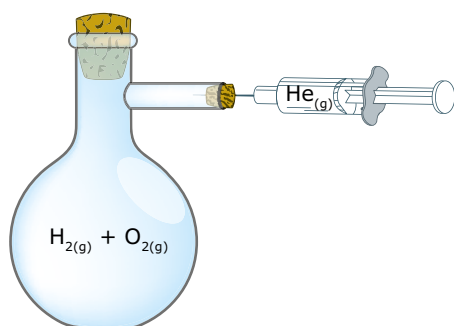
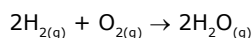
Quanto maior a quantidade de reagentes, maior é o número de espécies químicas que podem realizar os choques efetivos e, conseqüentemente, maior será a velocidade de reação.

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:

$$p_{\text{total após a adição de gás inerte}} = p_{\text{H}_2} + p_{\text{O}_2} + p_{\text{He}}$$

$$p_{\text{total após a adição de gás inerte}} = 0,8 \text{ atm} + 0,4 \text{ atm} + 0,2 \text{ atm}$$

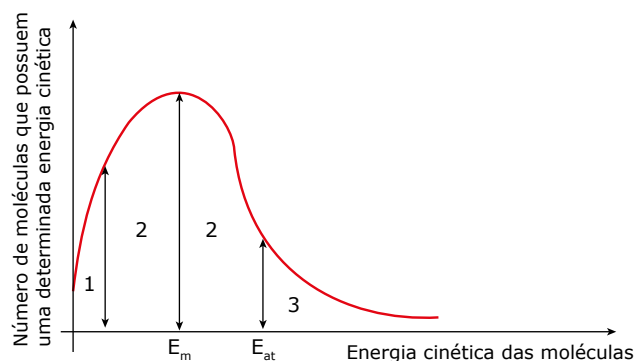
$$p_{\text{total após a adição de gás inerte}} = 1,4 \text{ atm}$$

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

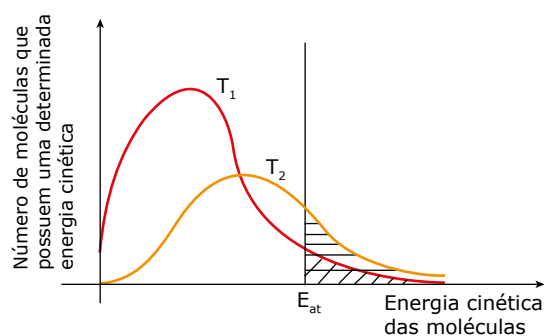
E_{at} : Energia de ativação

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.

$$v_2 = 2^{\frac{T_2 - T_1}{10^\circ\text{C}}} \cdot v_1$$

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.

$$v_{\text{grãos}} < v_{\text{pó}}$$

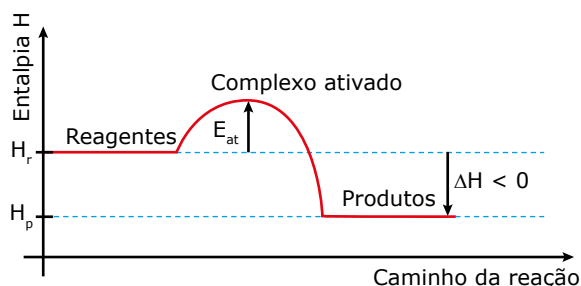
Catalisadores

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.

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



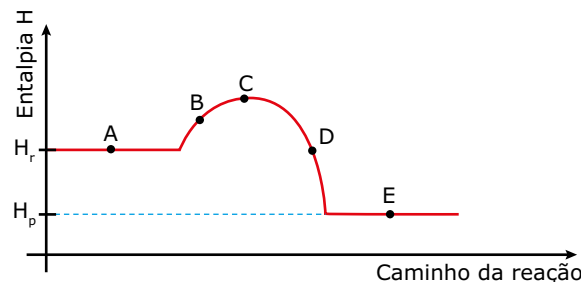
H_r : Entalpia dos reagentes

H_p : Entalpia dos produtos

$\Delta H < 0$, pois a reação é exotérmica (libera calor)

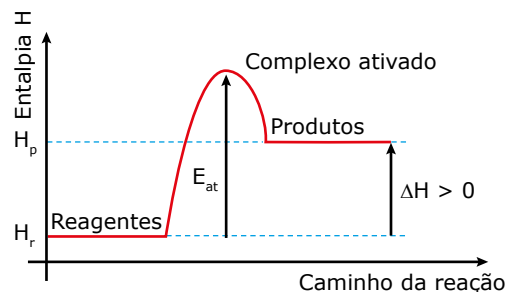
$H_p < H_r$

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.

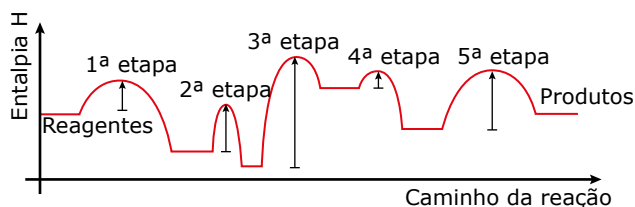
Reação endotérmica



$\Delta H > 0$, pois a reação é endotérmica (absorve calor) e $H_p > H_r$.

Reações não elementares

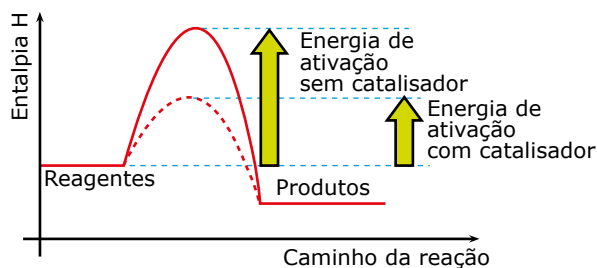
Uma reação que ocorre em etapas deverá possuir o número de complexos ativados igual ao número de etapas existentes.



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.

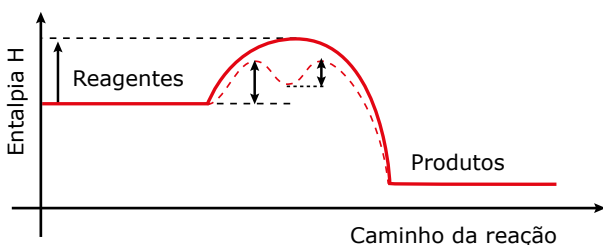
Ação de um catalisador

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 .

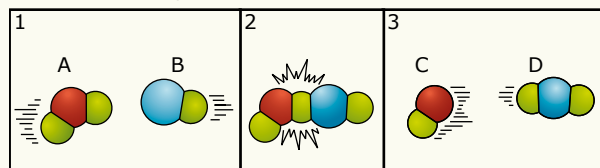
A reação catalisada pode ocorrer por um caminho com várias etapas, em que cada uma delas possui uma energia de ativação menor que na reação não catalisada.



Reação catalisada processando-se em duas etapas.

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) Identifique os fatores que aumentam a velocidade das reações químicas e assinale o que for correto.

01. O aumento da concentração dos reagentes.

02. O aumento da energia de ativação da reação.

04. O aumento da temperatura do sistema reacional.

08. A diminuição da superfície de contato. 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.

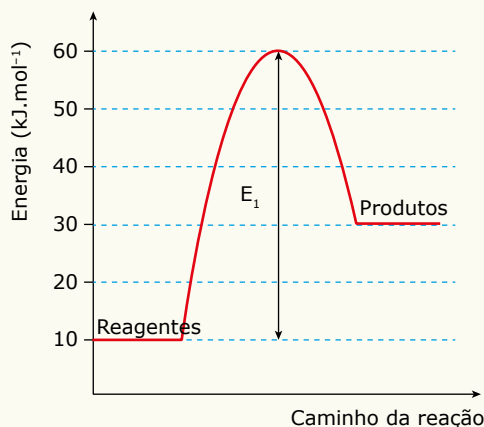
TELECURSO 2000, Química, Aula 24 (Adaptação).

Do ponto de vista da Cinética, pensar as latas de alumínio diminui a velocidade da reação porque diminui

- A) a energia de ativação do complexo ativado da etapa lenta, no mecanismo da reação.
- B) a concentração do alumínio na etapa lenta, no mecanismo da reação.
- C) a superfície de contato entre o metal e o oxigênio.
- D) a concentração de oxigênio.

06. (UEPG-PR-2022) Considere a equação e o gráfico que demonstra o caminho energético da reação, representados a seguir, e assinale o que for correto.

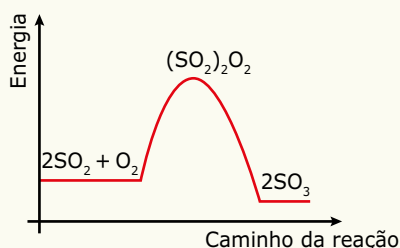
Equação: $A + B \rightarrow C + D$



01. $30 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ é a energia emitida na reação química.
02. A energia de ativação da reação é igual a $50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
04. O uso de um catalisador pode aumentar o valor de E_a .
08. Para que haja formação dos produtos, o choque entre as moléculas reagentes deverá ter energia igual ou superior a E_a .
16. A taxa de desenvolvimento da reação pode ser modificada se houver aumento da superfície de contato entre os reagentes.

Soma ()

- 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.

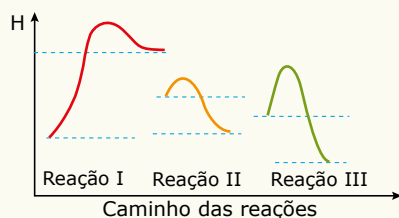


- A) Escreva a equação química balanceada representativa da reação.
- B) Como é denominado o $(\text{SO}_2)_2\text{O}_2$?
- C) O processo é endotérmico ou exotérmico? Justifique sua resposta.

08.
2380



- (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) A energia de ativação da reação I é maior do que a da reação II.
- B) A reação I libera mais calor do que a reação II.
- C) A reação I é a que apresenta a maior variação de entalpia.
- D) As reações II e III são exotérmicas.
- E) A reação III deve ser mais lenta do que a reação II.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

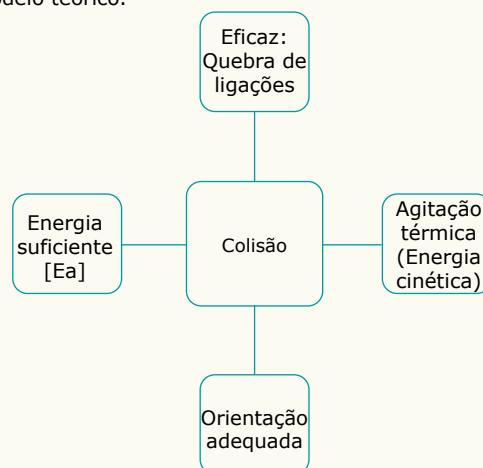


- 01.** (Unesp–2022) Considere o seguinte procedimento, realizado para a obtenção de óleo de amendoim em pequena escala.
1. Remover as cascas e as peles dos grãos de amendoim.
 2. Transferir os grãos para um almofariz, acrescentar etanol e triturar bem com um pistilo.
 3. Coar a mistura do almofariz, recolhendo o líquido coado em um prato.
 4. Deixar o prato exposto ao ambiente até que o etanol evapore completamente.
 5. Recolher, com uma seringa, o óleo de amendoim que restou no prato.

A trituração dos grãos favorece a dissolução do óleo no etanol, pois _____ a superfície de contato, tornando o processo de separação de misturas, chamado _____, mais rápido. A separação da mistura do óleo com o álcool é possível porque o etanol possui maior _____ do que o óleo.

As lacunas do texto são preenchidas, respectivamente, por:

- A) diminui – extração com solvente – pressão de vapor.
- B) aumenta – extração com solvente – temperatura de ebulição.
- C) aumenta – extração com solvente – pressão de vapor.
- D) aumenta – filtração – temperatura de ebulição.
- E) diminui – filtração – pressão de vapor.
- 02.** (UFRGS–2022) Uma professora, ao introduzir o conceito de energia de ativação, projetou em sua aula o seguinte modelo teórico.

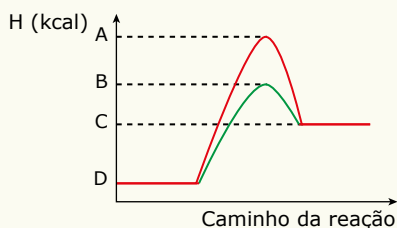


MARTORANO, S. A. A. *A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema*. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Química) Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-25022013-124601/en.php>. Acesso em: 16 nov. 2021. p. 295 (Adaptação).

As teorias que sustentam esse modelo teórico, para explicar a influência de certos fatores na velocidade de uma reação química, são as

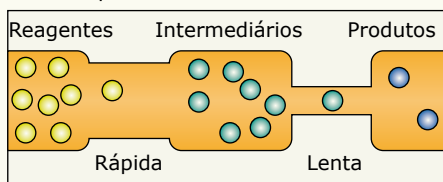
- A) Teoria das colisões e Teoria do complexo ativado.
- B) Teoria do estado de transição e Teoria de repulsão dos pares eletrônicos de valência.
- C) Teoria das colisões e Teoria de repulsão dos pares eletrônicos de valência.
- D) Teoria cinética dos gases e Teoria do complexo ativado.
- E) Teoria cinética dos gases e Teoria do estado de transição.

03. (Mackenzie-SP) O diagrama a seguir se refere a um processo químico representado pela equação química $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightarrow 2XY_{(g)}$, realizado por meio de dois caminhos reacionais diferentes, ambos nas mesmas condições de temperatura e de pressão.

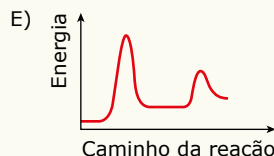
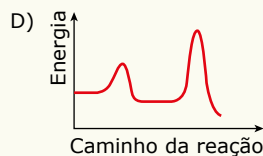
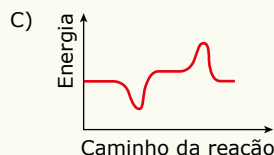
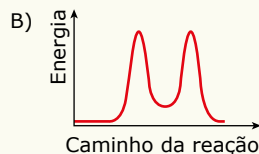
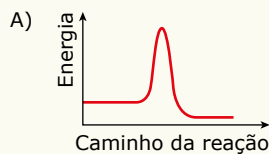


- A respeito desse diagrama, é incorreto afirmar que
- A) a diferença entre os valores de energia, representados pelas letras A e B, corresponde à diminuição da energia de ativação do processo, provocada pelo uso de um catalisador.
 - B) o valor de energia representado pela letra C identifica a entalpia 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.



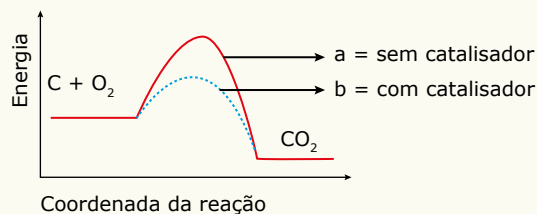
Em seguida, solicitou aos estudantes que traçassem um gráfico da energia em função do caminho da reação para o sistema representado. Para atender corretamente à solicitação do professor, os estudantes devem apresentar um gráfico como o que está representado em:



05. (PUC Minas-2019) Como a adição de um catalisador aumenta a velocidade de uma reação exotérmica?

- A) Diminuindo a temperatura.
- B) Aumentando a temperatura.
- C) Substituindo a etapa mais lenta da reação por uma etapa mais rápida.
- D) Diminuindo a energia de ativação da etapa mais lenta da reação.

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,

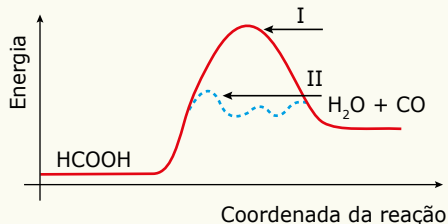


pode-se afirmar que a energia de ativação

- 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.
9000

(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:

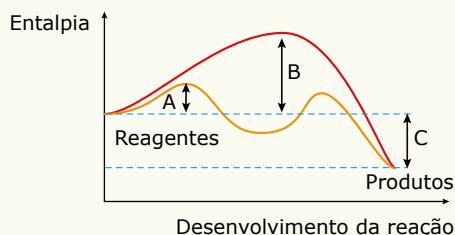


Analisando-se o gráfico, pode-se afirmar que

- 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.

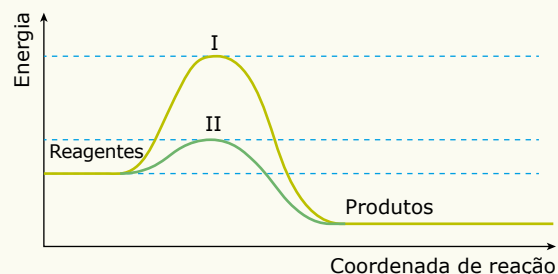
08.
03Y2

(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.
06UC

(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) 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

- diminui a rapidez da reação.
- diminui a energia de ativação da reação.
- aumenta a variação da entalpia da reação.
- aumenta a quantidade de produtos formados.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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?

- Temperatura, superfície de contato e concentração.
- Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- Superfície de contato, temperatura e concentração.
- 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:

- Micro-organismos dependem da água líquida para sua sobrevivência.
- 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.
- Transformações químicas têm maior rapidez quanto maiores forem a temperatura e a superfície de contato das substâncias que interagem.

- Há substâncias que, acrescentadas ao alimento, dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de micro-organismos.

- No ar há micro-organismos que, encontrando alimento, água líquida e temperaturas adequadas, crescem e se multiplicam.

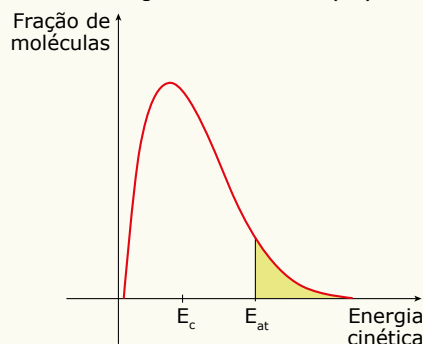
Em uma embalagem de leite “longa vida”, lê-se:

“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

- o fator I, apenas.
- o fator II, apenas.
- os fatores II, III e V, apenas.
- os fatores I, II e III, apenas.
- 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).



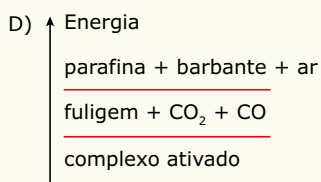
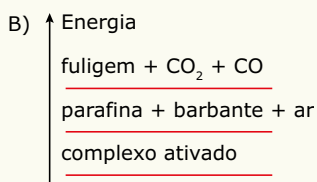
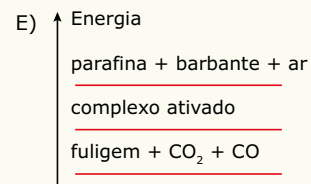
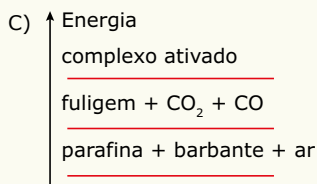
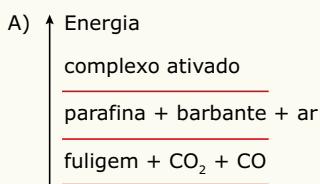
As moléculas reagentes que podem formar o complexo ativado correspondem à área abaixo da curva em destaque, ou seja, as moléculas com energia cinética maior ou igual à energia de ativação. Dessa forma, a adição de um catalisador ao sistema reacional aumenta a velocidade da reação, pois

- 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.

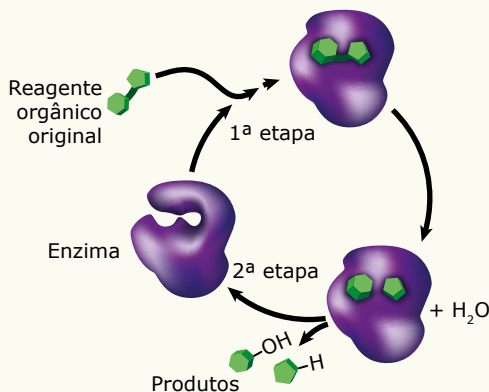
À medida que o cilindro de cera vai derretendo, o líquido não mais consegue chegar ao topo do pavio, que seca e é queimado na ponta, reduzindo seu tamanho. À medida que isso vai acontecendo (o cilindro de cera derretendo e o topo do pavio sendo queimado), a vela vai sendo consumida, diminuindo de tamanho.

O gráfico que melhor representa a queima de uma vela é:

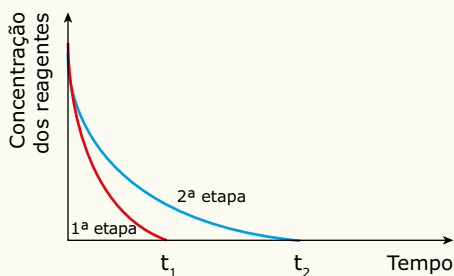


07. Um determinado composto orgânico pode sofrer hidrólise por meio de dois caminhos, um catalisado pela ação de enzimas (não elementar) e outro não catalisado (elementar).

A reação de hidrólise enzimática é um processo exotérmico e pode ser representada pelo seguinte esquema:

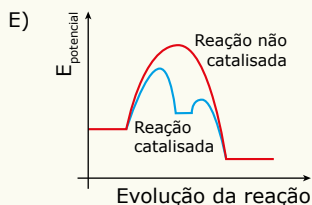
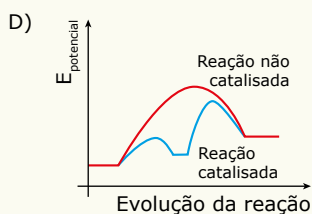
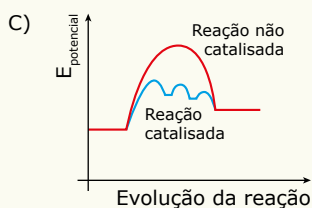
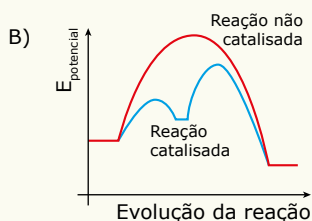
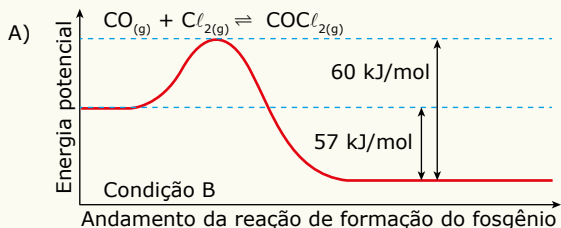


O seguinte gráfico representa a evolução das duas etapas da reação sob as mesmas condições reacionais:



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:



SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

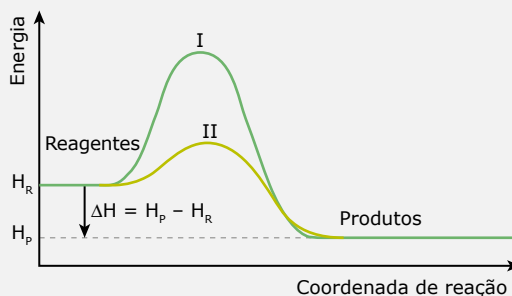
Acertei _____ Errei _____

- 01. Soma = 10
- 02. D
- 03. Soma = 05
- 04. A
- 05. C
- 06. Soma = 26
- 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. A
- 03. D
- 04. D
- 05. C
- 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 com 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.

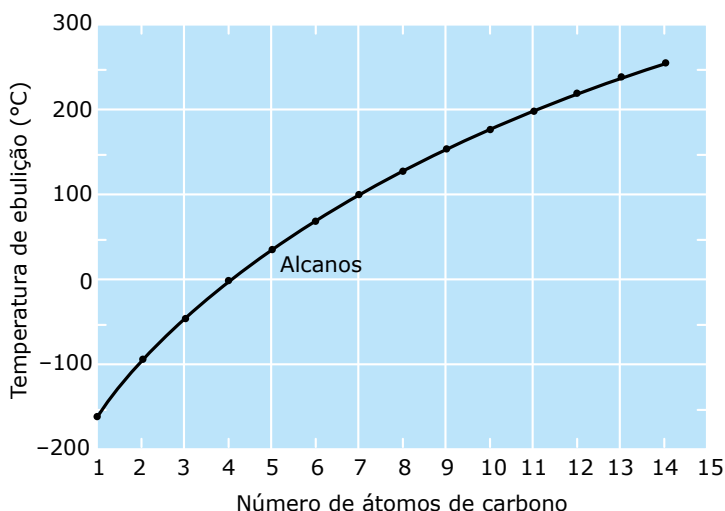
Observe as moléculas de CH₄ e CH₃(CH₂)₆CH₃. A cadeia carbônica do octano é maior. Isso possibilita interações mais intensas entre suas moléculas. É por isso que o principal constituinte do gás natural, o metano, CH₄, encontra-se na fase gasosa nas condições ambiente, e o octano, C₈H₁₈, principal constituinte 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.



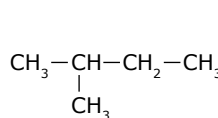
Embora o gráfico seja para alcanos, outros hidrocarbonetos, tais como alquenos e alquinos, apresentam comportamentos similares.

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.



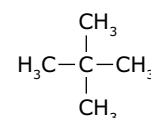
Pentano

T.E. = 36 °C



2-metilbutano

T.E. = 28 °C

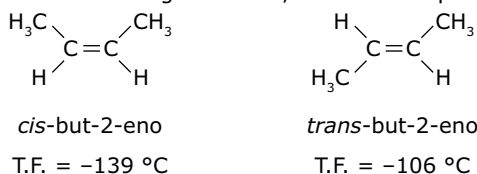


2,2-dimetilpropano

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:

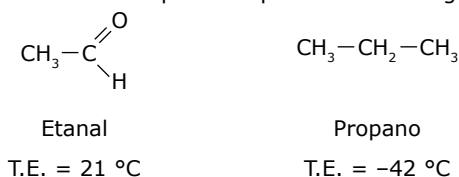


As moléculas do isômero *trans* são mais simétricas e suas nuvens eletrônicas são tais que possibilitam um melhor empacotamento, gerando uma estrutura cristalina mais estável, o que é refletido na sua maior temperatura de fusão.

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.

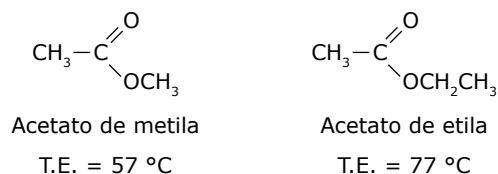
Observe os dois compostos representados a seguir:



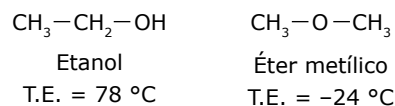
Embora eles apresentem volumes moleculares e, portanto, nuvens eletrônicas de tamanhos similares, suas temperaturas de ebulição são significativamente diferentes. Entre as moléculas do etanal, existem interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, assim como entre as moléculas do propano. Além 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:

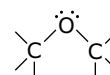


Considere agora o etanol e o éter metílico representados a seguir:

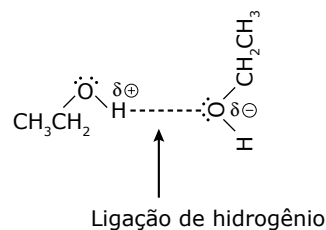


As duas substâncias são formadas por moléculas polares, além de serem isômeros. No entanto, a temperatura de ebulição do etanol é anormalmente alta em relação ao éter metílico.

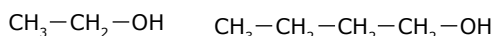
Nos éteres, o oxigênio, que apresenta dois pares de elétrons não ligantes, encontra-se ligado a dois átomos de carbono, e o ângulo de ligação COC possui valor próximo a 109°. Mesmo havendo momento de dipolo resultante diferente de zero, a polaridade é muito baixa e não influencia significativamente as 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.



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.



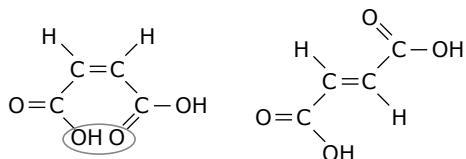
Etanol

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.

Concluimos 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:

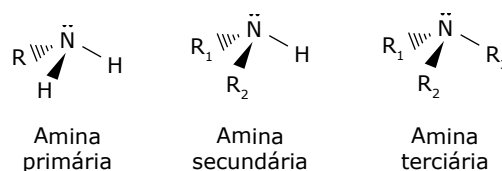
Função oxigenada	Principais interações intermoleculares
Álcool e fenol	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente; Ligações de hidrogênio
Éter	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo permanente-dipolo permanente
Aldeído e cetona	Dipolo instantâneo-dipolo induzido; Dipolo 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.

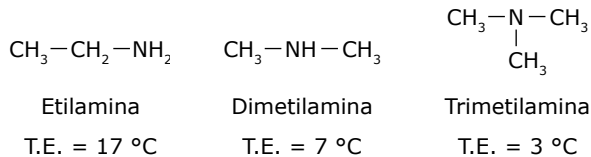


Amina primária

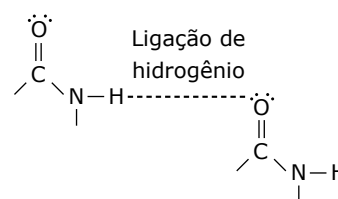
Amina secundária

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.

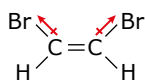
Quando o halogênio presente for o iodo, a polarizabilidade da molécula aumentará sensivelmente, assim como a intensidade das interações intermoleculares.

CH_3-Cl	CH_3-Br	CH_3-I
Clorometano	Bromometano	Iodometano
T.E. = -24°C	T.E. = 5°C	T.E. = 43°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°C	T.E. = 40°C
CHCl_3	CCl_4
Triclorometano	Tetraclorometano
T.E. = 61°C	T.E. = 77°C

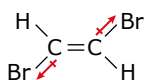
Finalmente, o empacotamento das moléculas também deve ser analisado, pois, algumas vezes, a sua influência é mais significativa que o acréscimo da polaridade. Mas lembre-se: o empacotamento é analisado apenas para a temperatura de fusão.



Cis

 T.F. = -53°C T.E. = 110°C

Momento de dipolo
resultante diferente
de zero – polar



Trans

 T.F. = -6°C T.E. = 108°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:

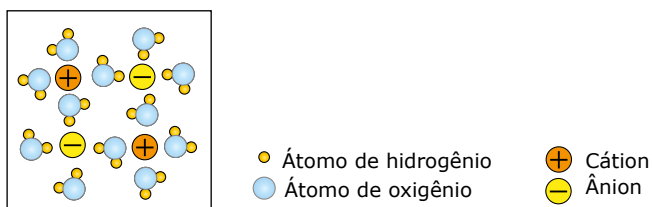
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Em que

- ΔH é a variação da entalpia,
- T é a temperatura do sistema, em Kelvin, e
- ΔS é a variação da entropia.

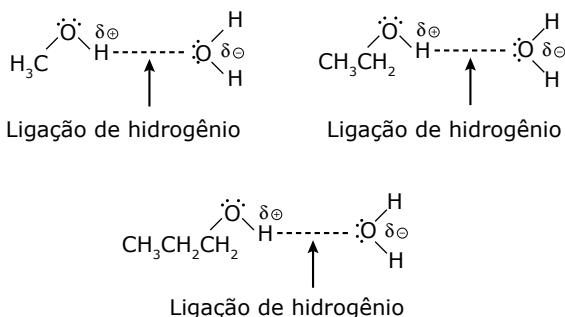
Como a dissolução é acompanhada de dispersão das unidades estruturais do soluto, ela irá promover um aumento da entropia, de forma que “ $-T\Delta S$ ” assumirá valor negativo, o que contribuirá para a diminuição da energia livre. No entanto, a dispersão só irá ocorrer se as interações soluto-soluto 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.



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.



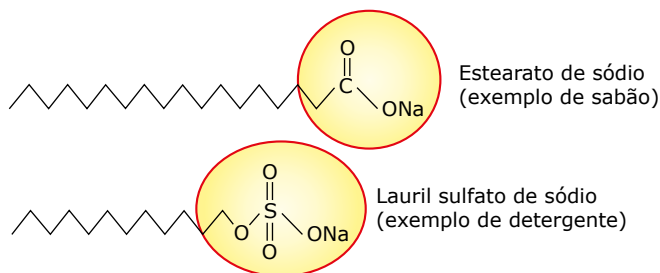
Um teste bastante simples ilustra a miscibilidade do etanol e da água. Ele consiste em misturar 50,0 mL de água com 50,0 mL de álcool. Como resultado, encontramos um volume menor que 100,0 mL. Essa contração de volume evidencia que as ligações de hidrogênio estabelecidas entre água e álcool são intensas 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.

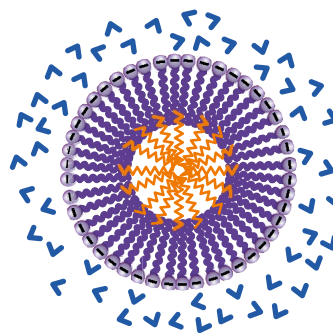
	Solubilidade/(g/100 mL de água)
CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH	7,9
CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH	2,3
CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₂ OH	Praticamente nula

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

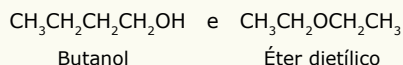
Partícula de sabão Molécula de gordura Molécula de água

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



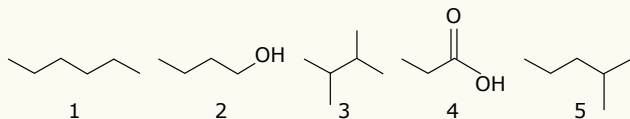
01. (FUVEST-SP) Considere os seguintes compostos isoméricos:



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. (UEG-GO-2020) O conhecimento da estrutura química dos compostos orgânicos a seguir permite uma análise da natureza de suas interações intermoleculares e, se os valores de suas massas moleculares forem próximos, podem-se comparar suas propriedades físicas relativas.



Qual desses compostos orgânicos apresenta a menor temperatura de ebulição?

- 1 C) 2 E) 4
- 3 D) 5

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

04.



(UFRGS-RS) 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. (ACAFE-SC-2021) Com relação às temperaturas de fusão e de ebulição dos compostos orgânicos, são feitas as seguintes afirmações:

- Ácidos carboxílicos possuem pontos de ebulição maiores do que cetonas com massa molecular semelhante, devido à formação de ligações intramoleculares do tipo ligação de hidrogênio entre as moléculas.
- A temperatura de fusão e de ebulição em alcanos lineares aumenta com o aumento da sua massa molecular.
- O aumento das ramificações em um composto orgânico diminui a sua temperatura de ebulição e de fusão.
- Na função haletos orgânicos, os fluoretos possuem maior temperatura de fusão e de ebulição do que os brometos.

Todas as afirmações corretas estão em:

- II - IV C) II - III
- I - III D) I - IV

06.
FD4E

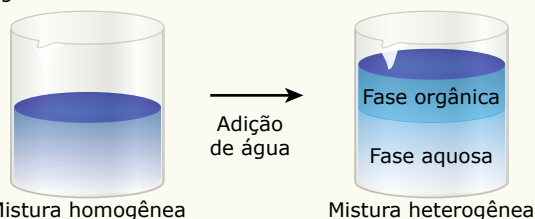
(UFMG) Segundo os perfumistas, a fragrância de um bom perfume deve-se à presença de três frações de volatilidades diferentes: uma mais volátil, uma de volatilidade intermediária e uma menos volátil, que é o fixador. O quadro mostra três substâncias presentes em um determinado perfume, em que se usa etanol 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.

07. (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, obteve-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:

- Hexano
- Pentano
- Ácido etanoico
- Metilbenzeno

08. (ACAFE-SC) 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.

- O detergente é uma substância anfipática.
- O complexo formado entre detergente, óleo e água pode ser chamado de micela.
- O oxigênio é uma molécula apolar formada por uma ligação covalente do tipo sigma (σ) e outro do tipo pi (π).
- A espuma branca formada pode ser classificada de coloide.

Assinale a alternativa correta.

- Apenas I, II e III estão corretas.
- Apenas II, III e IV estão corretas.
- Todas as afirmações estão corretas.
- Apenas a afirmação IV está correta.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01.
EZFR

(UECE) Com relação às propriedades dos compostos orgânicos, assinale a afirmação verdadeira.

- 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.
- Os álcoois apresentam pontos de fusão e de ebulição bem inferiores aos dos alcanos correspondentes.
- Os pontos de ebulição dos ácidos carboxílicos são mais altos do que os dos álcoois correspondentes.
- 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

- hidrofílica, impedindo que a água seja absorvida por ela.
- hidrofóbica, impedindo que a água seja absorvida por ela.
- hidrofílica, permitindo que a água seja absorvida por ela.
- hidrofóbica, permitindo que a água seja absorvida por ela.

- 03.** (UERJ–2019) Observe na tabela a fórmula estrutural de quatro álcoois, compostos orgânicos que se solubilizam em água em função da presença do grupamento hidroxila na molécula.

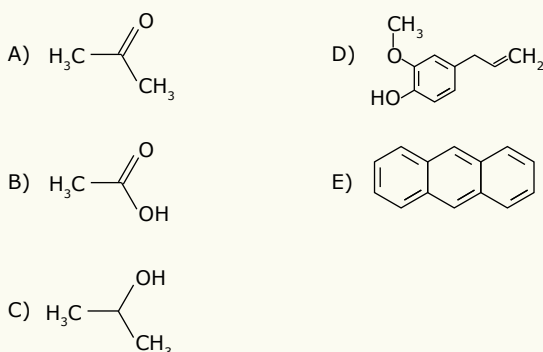
Identificação	Fórmula estrutural
I	
II	
III	
IV	

Dentre esses compostos, aquele que apresenta maior solubilidade em água é:

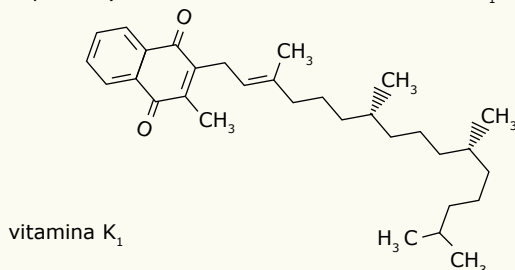
- A) I B) II C) III D) IV

- 04.** (Albert Einstein–2022) O eugenol, anestésico natural encontrado no cravo-da-índia, pode ser utilizado por dentistas. Esse composto apresenta baixa solubilidade em água, mas é muito solúvel em etanol e em solventes orgânicos apolares. Isso ocorre porque, apesar de poder fazer uma ponte de hidrogênio, o eugenol apresenta a maior parte da molécula com forte caráter apolar.

De acordo com essas informações sobre o eugenol, a fórmula estrutural desse composto é representada por:



- 05.** (Unesp–2022) Considere a estrutura da vitamina K_1 .



Analisando-se a fórmula estrutural da vitamina K_1 , nota-se que essa vitamina é _____, apresenta cadeia carbônica _____, átomo de carbono _____ e apresenta isômeros _____.

As lacunas do texto são preenchidas respectivamente por:

- A) hidrossolúvel – saturada – terciário – geométricos.
 B) lipossolúvel – insaturada – quaternário – ópticos.
 C) lipossolúvel – insaturada – terciário – geométricos.
 D) lipossolúvel – saturada – terciário – ópticos.
 E) hidrossolúvel – insaturada – quaternário – geométricos.

- 06.** (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_2O 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,

- A) ácido benzoico, éter etílico, butan-1-ol e nitrato de potássio.
 B) nitrato de potássio, éter etílico, butan-1-ol e ácido benzoico.
 C) butan-1-ol, ácido benzoico, éter etílico e nitrato de potássio.
 D) butan-1-ol, éter etílico, ácido benzoico e nitrato de potássio.
 E) nitrato de potássio, éter etílico, ácido benzoico e butan-1-ol.

- 07.** (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_3CCO_2H	118	1,04
Ácido n-butanoico	$H_3C(CH_2)_2CO_2H$	164	0,96
Ácido n-pentanoico	$H_3C(CH_2)_3CO_2H$	186	0,94
Ácido n-hexanoico	$H_3C(CH_2)_4CO_2H$	205	0,93

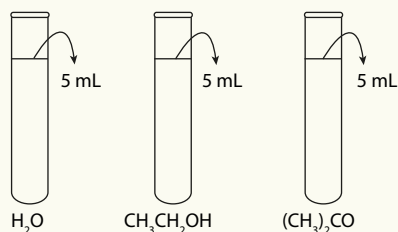
Assinale a alternativa que apresenta uma afirmação coerente com as informações fornecidas na tabela.

- A) A 20 °C, 1 mL de ácido etanoico tem massa maior do que 1 mL de ácido n-pentanoico.
 B) O ácido propanoico ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CO}_2\text{H}$) deve ter ponto de ebulição (a 1 atm) acima de 200 °C.
 C) O acréscimo de um grupo $-\text{CH}_2-$ à cadeia carbônica provoca o aumento da densidade dos ácidos carboxílicos.
 D) O aumento da massa molar dos ácidos carboxílicos facilita a passagem de suas moléculas do estado líquido para o gasoso.
 E) O ácido n-butanoico deve ter pressão de vapor menor que o ácido n-hexanoico, a uma mesma temperatura.

08. (UEG-GO) 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

- A) 2-metilexano.
 B) 2,2-dimetilpentano.
 C) 2,3-dimetilpentano.
 D) 2,2,3-trimetilbutano.

09. (UFG-GO) Três substâncias, água (H_2O), etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) e acetona ($(\text{CH}_3)_2\text{CO}$) 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:

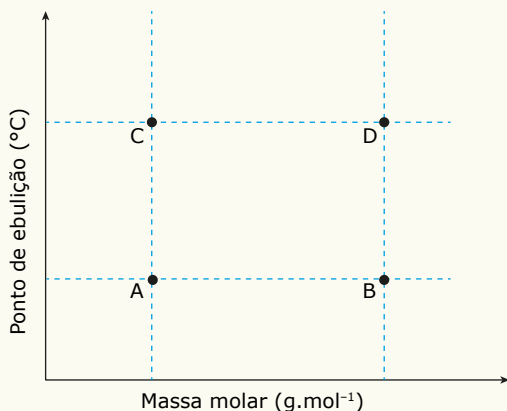
- A) D)
- B) E)
- C)

10. (UERJ) Uma indústria fabrica um produto formado pela mistura das quatro aminas de fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$. 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:

- A) Propilamina
 B) Trimetilamina
 C) Etilmetilamina
 D) Isopropilamina

11. 3M0Y

(UFRGS-RS) 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.

12. TOYB

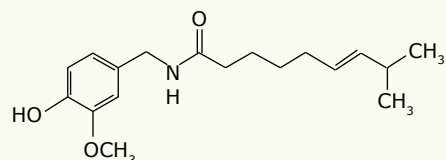
(Unube-MG) As substâncias orgânicas que apresentam propriedades físico-químicas diferentes, tais como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade, viscosidade, solubilidade, apresentam diferentes fórmulas estruturais e até diferentes funções orgânicas em suas estruturas químicas. Isso faz com que exista 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

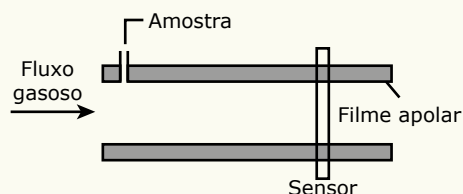
- A) I e II, apenas.
- B) I, II, III e IV.
- C) II e IV, apenas.
- D) I e III, apenas.
- E) I, II e IV, apenas.

13. (Unicamp-SP) 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.

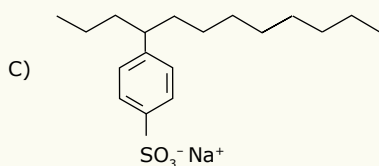
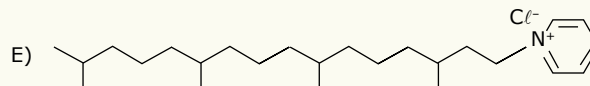
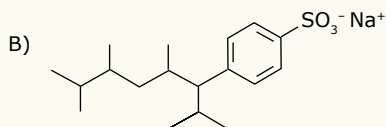
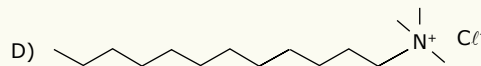
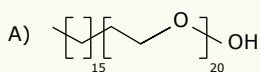
SEÇÃO ENEM



- 01.** (Enem) Tensoativos são compostos orgânicos que possuem comportamento anfifílico, 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?

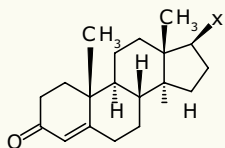


- 02.** (Enem) Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios 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) 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.



x = OH (Testosterona)
 x = H (Composto 1)
 x = CH₃ (Composto 2)

NOGUEIRA, L. J.; MONTANARI, C. A.; DONNICI, C. L. Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hioócrates 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) Em sua formulação, o spray de pimenta contém porcentagens variadas de oleorresina 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 neuropeptídios das terminações nervosas. Como funciona o gás de pimenta.

Disponível em: <http://pessoas.hsw.uol.com.br>
 Acesso em: 1 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) 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) hidrofília.
- C) hipocromia.
- D) cromatofília.
- E) hiperpolarização.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

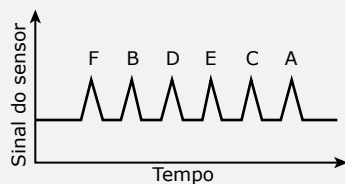
- 01. C
- 02. B
- 03. C
- 04. B
- 05. C
- 06. D
- 07. C
- 08. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

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

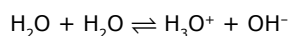
Teoria de Brönsted-Lowry

Essa teoria também é chamada de Teoria Protônica e foi proposta, em 1923, por J. N. Brönsted e por T. M. Lowry. 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 Brönsted-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.

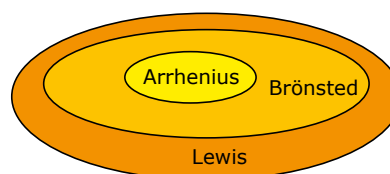
Exemplos:

- 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 coordenovalência (ligação coordenada).



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (Unicamp-SP) Considerando as reações representadas pelas equações a seguir:

- A) $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
 B) $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

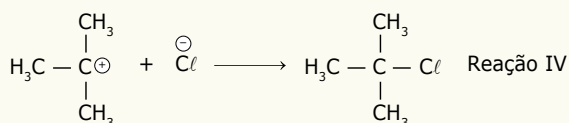
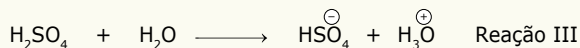
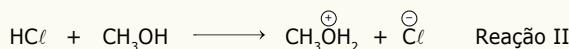
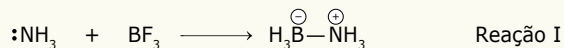
Classifique o comportamento da água, em cada uma das reações, segundo o conceito ácido-base de Brönsted. Justifique sua resposta.

02. (UFF-RJ) Sabe-se que, em água, alguns ácidos são melhores doadores de prótons que outros e algumas bases são melhores receptoras de prótons que outras. Segundo Brönsted, por exemplo, o HCl é um bom doador de prótons e considerado um ácido forte.

De acordo com Brönsted, pode-se afirmar:

- A) Quanto mais forte a base, mais forte é seu ácido conjugado.
 B) Quanto mais forte o ácido, mais fraca é sua base conjugada.
 C) Quanto mais fraco o ácido, mais fraca é sua base conjugada.
 D) Quanto mais forte a base, mais fraca é sua base conjugada.
 E) Quanto mais forte o ácido, mais fraco é seu ácido conjugado.

03. (UEG-GO) De modo geral, as moléculas apresentam um comportamento de um ácido ou uma base, dependendo do ambiente químico em que se encontram. Nesse contexto, a seguir são apresentadas quatro reações ácido-base.



As equações químicas descritas, que representam reações ácido-base segundo a teoria de Brönsted-Lowry, são, respectivamente

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

04. (FGV-SP) A água participa em reações com diversas espécies químicas, o que faz com que ela seja empregada como solvente e reagente; além disso, ela toma parte em muitos processos, formando espécies intermediárias e mais reativas.



- I. $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 II. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 III. $\text{O}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{OH}^-$

De acordo com a teoria de ácidos e bases de Brönsted-Lowry, a classificação correta da água nas equações I, II e III é, respectivamente

- A) base, base e ácido. D) ácido, base e ácido.
 B) base, ácido e ácido. E) ácido, base e base.
 C) base, ácido e base.

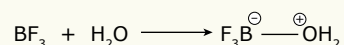
05.
9FXR



(UFPE) No mesmo ano (1923) em que uma definição para ácidos e bases, mais abrangente do que a de Arrhenius, era proposta por Brönsted e Lowry, um novo conceito foi elaborado por Lewis, fundamentado na teoria eletrônica da valência. De acordo com a interpretação de Lewis, uma base é qualquer substância contendo um par de elétrons que possa ser doado para formar uma ligação covalente coordenada, e um ácido, qualquer substância que possa aceitar um par de elétrons para formar tal ligação. A partir dessa informação, classifique as reações a seguir como exemplos verdadeiros (V) ou falsos (F) da definição de Lewis.

- () $\text{Ni} + 4\text{CO} \rightarrow \text{Ni}(\text{CO})_4$
 () $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$
 () $\text{BF}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{NBF}_3$
 () $\text{Cl}^- + \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{AlCl}_4^-$
 () $\text{Co} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Co}^{2+} + \text{H}_2$

06. (UFRGS-RS-2019) Considere a reação a seguir.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado a seguir, na ordem em que aparecem. O composto BF_3 apresenta uma geometria e atua como ao reagir com água.

- A) trigonal plana – ácido de Lewis
 B) tetraédrica – base de Lewis
 C) tetraédrica – ácido de Lewis
 D) trigonal plana – base de Lewis
 E) piramidal – ácido de Lewis

07.
1VPE



(FPS-PE) Compostos de boro estão sendo utilizados com mais frequência em sínteses orgânicas, especialmente de fármacos e produtos naturais. Um composto de boro importante é o trifluoreto de boro, BF_3 , que possui estrutura trigonal plana. O número atômico do boro é 5, e do flúor é 9. Sobre este composto podemos afirmar que

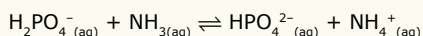
- A) o átomo de boro na molécula tem oito elétrons na camada de valência.
 B) a molécula é polar.
 C) os átomos de flúor na molécula não apresentam o octeto completo.
 D) é um ácido de Lewis.
 E) reage prontamente com ácidos de Lewis.

- 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.
- De acordo com a definição de Arrhenius, ácido é uma substância capaz de receber um par de elétrons.
 - Segundo Brønsted-Lowry, um ácido e uma base conjugados diferem por um próton.
 - Segundo Lewis, uma base é uma substância capaz de doar prótons.
 - De acordo com a definição de Arrhenius, ácido é uma substância capaz de doar um par de elétrons.
 - 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

- NH_3 é a base conjugada do ácido NH_4^+ .
 - NH_4^+ é a base conjugada do ácido HPO_4^{2-} .
 - H_2PO_4^- é o ácido conjugado da base NH_3 .
 - HPO_4^{2-} é o ácido conjugado da base NH_4^+ .
 - HPO_4^{2-} é o ácido conjugado da base H_2PO_4^- .
- 02.** (UDESC-SC) Em relação à equação a seguir, assinale a alternativa que contém a classificação da função química de cada espécie,



- 1 e 4 são ácidos, 2 e 3 são bases.
- 1 é base, 2 é ácido e 3 e 4 são sais.
- 1 e 3 são ácidos, 2 e 4 são bases.
- 1 é ácido, 2 é base e 3 e 4 são sais.
- 1 e 3 são bases, 2 e 4 são ácidos.



(UECE) 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.

- $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ e $\text{NH}_3 (\text{aq})$
- $\text{NH}_3 (\text{aq})$ e $\text{OH}^- (\text{aq})$
- $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ e $\text{NH}_4^+ (\text{aq})$
- $\text{NH}_3 (\text{aq})$ e $\text{NH}_4^+ (\text{aq})$

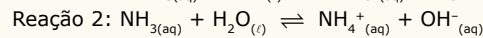
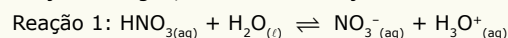
- 04.** (UFPA-MG) Observe o quadro a seguir e assinale, de acordo com a definição de Brønsted-Lowry para ácidos e bases, a alternativa correta.

	Ácido	Base	
Força ácida aumentada	HCl	Cl^-	Força básica aumentada
	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)	

- A água não é uma substância anfótera, pois pode se comportar tanto como ácido quanto como base.
- Em uma reação química entre NH_3 e H_2O , a base liberará H^+ .
- Os pares ácido-base conjugados diferem entre si apenas em um próton.
- O HSO_4^- , em solução aquosa, é capaz de fornecer íons OH^- em quantidades significativas.



(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.

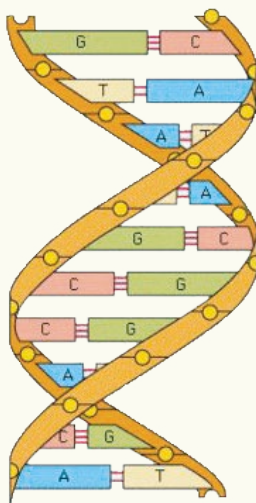


- Na reação 1, a água atua como uma base de Brønsted-Lowry, enquanto que na reação 2 a água atua como um ácido de Brønsted-Lowry.
- NH_3 é uma base de Brønsted-Lowry.
- NH_3 e NH_4^+ formam um par de conjugado.
- O íon NO_3^- é uma base de Brønsted-Lowry e forma um par conjugado com o HNO_3 .

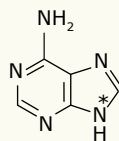
Marque a alternativa correta.

- Nenhuma afirmação está correta.
- Todas as afirmações estão corretas.
- As afirmações I e III estão corretas.
- As afirmações I, II e III estão corretas.
- As afirmações II, III e IV estão corretas.

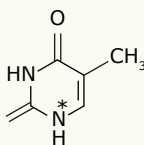
- 06.** (ESCS-DF) O DNA apresenta uma estrutura primária semelhante à do RNA, com algumas modificações. Por exemplo, no RNA as bases nitrogenadas são a adenina, a guanina, a citosina e a uracila; no DNA, tem-se a ocorrência da timina em vez da uracila. Além disso, o DNA possui uma estrutura secundária 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



adenina



timina

(*) átomo de nitrogênio que se liga no anel derivado de açúcar.

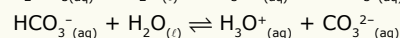
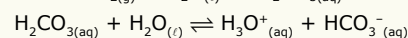
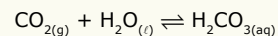
A adenina e a timina podem ser classificadas como

- bases de Lewis, porque possuem orbitais vazios capazes de aceitar um par de elétrons.
- bases de Lewis e bases de Brønsted-Lowry, porque apresentam hidroxilas em suas estruturas.
- bases de Brønsted-Lowry, porque são capazes de receber prótons; e como bases de Lewis, porque podem doar um par de elétrons.
- bases de Brønsted-Lowry, porque são capazes de doar prótons.

07.
1J3M



(Uniupe-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:

- A água é considerada um ácido de Arrhenius ao interagir com o dióxido de carbono.
- O H_2CO_3 é um ácido de Brønsted e Lowry.
- O íon H_3O^+ é um ácido conjugado, segundo Brønsted e Lowry.
- As espécies na equação química H_2CO_3 e HCO_3^- são consideradas, respectivamente, ácido e base conjugada, segundo Brønsted e Lowry.
- As espécies HCO_3^- e CO_3^{2-} podem ser consideradas, respectivamente, ácido e base conjugada, segundo Brønsted e Lowry.

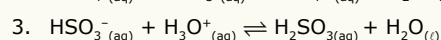
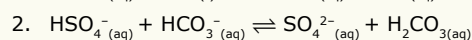
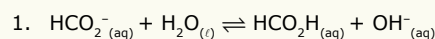
Estão corretas as afirmativas contidas em

- I, II e IV, apenas.
- II, III, e V, apenas.
- I, II, V, apenas.
- I, III, IV e V, apenas.
- II, III, IV e V, apenas.

08.
ACK9



(Unioeste-PR) Para cada uma das reações mostradas a seguir indique, respectivamente, o ácido e a base de Brønsted-Lowry do lado dos reagentes.



- $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$ / $\text{HCO}_2\text{H}_{(aq)}$, $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ / $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$
- $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ / $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$, $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ / $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
- $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ / $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$, $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ / $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
- $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$ / $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$, $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ / $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$
- $\text{HCO}_2^-_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ / $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$, $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ / $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, $\text{HSO}_3^-_{(aq)}$

09.

(UECE) Na indústria, as aminas são muito usadas como corantes, sendo a principal delas a anilina (amina primária), que é um óleo incolor com odor aromático. Algumas aminas também são usadas na fabricação de protetor solar. Já as amidas são usadas na preparação de medicamentos sedativos, auxiliam na fabricação de plásticos, são úteis na preparação de adubos nitrogenados e podem, ainda, ser utilizadas como estabilizadores de explosivos. Tanto as aminas quanto as amidas são consideradas substâncias de caráter básico, porque

- são capazes de ceder prótons, conforme a proposta de Brønsted-Lowry.
- possuem átomos aceptores de pares de elétrons.
- em solução aquosa, ionizam-se, liberando o íon OH^- , conforme o conceito de Arrhenius.
- os átomos de nitrogênio nelas presentes possuem um par de elétrons não ligantes que podem ser doados, o que caracteriza uma base de Lewis.

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.

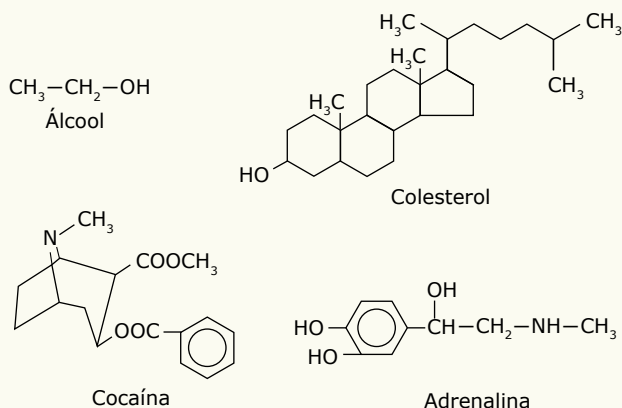


- A) Um ácido de Lewis deve ter elevada densidade eletrônica.
- B) Um ácido ou base de Arrhenius será também de Brønsted-Lowry e de Lewis.
- C) Um ácido ou base de Brønsted-Lowry será também de Lewis, mas não poderá ser de Arrhenius.
- D) Ácido, segundo Arrhenius, é uma substância de caráter molecular 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.
 - 04. BL ⊂ L e L ⊃ A.
 - 08. L ⊃ BL e BL ⊃ A.
 - 16. A ⊂ BL e BL ⊂ L.
- Soma ()



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.

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:

GABARITO

Aprendizagem

- 01.
 - A) Básico → recebe próton H⁺
 - B) Ácido → doa próton H⁺
- 02. B
- 03. C
- 04. B
- 05. V V V V F
- 06. A
- 07. D
- 08. B

Propostos

- 01. A
- 02. A
- 03. D
- 04. C
- 05. B
- 06. C
- 07. E
- 08. A
- 09. D
- 10. A
- 11. Soma = 28

Seção Enem

- 01. B

Meu aproveitamento

Acertei _____ Errei _____

Acertei _____ Errei _____

Acertei _____ Errei _____



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.

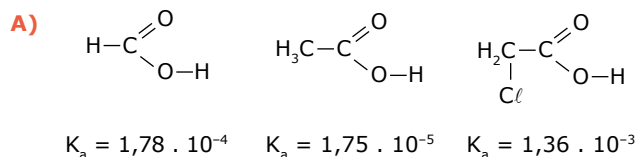
O hidrogênio da hidroxila ($-\text{OH}$) poderia se ionizar, mas isso não acontece facilmente no álcool. Porém, a substituição de dois hidrogênios do carbono ligado à hidroxila por um átomo de oxigênio (formação do ácido carboxílico) provoca um deslocamento da nuvem eletrônica da hidroxila em direção 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.

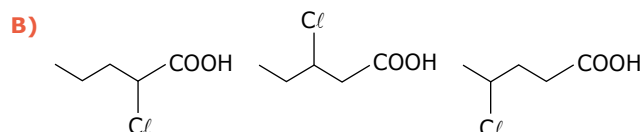
Grupos	
Elétron-atraente (A)	Elétron-repelente (B)
$-\text{Cl}$, $-\text{F}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{COCH}_3$,  ou  , etc.	$-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$, etc.

Quando a cadeia carbônica apresenta grupos elétron-atraentes, 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.

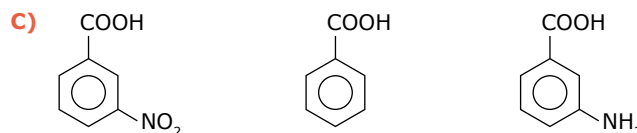
Exemplos:



O grupo $-\text{CH}_3$ torna o ácido mais fraco, ao passo que o cloro torna-o mais forte.

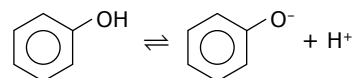


Da esquerda para a direita, diminui o caráter ácido, em virtude do distanciamento do Cl (elétron-atraente) da carboxila, diminuindo o efeito I^- provocado por ele.

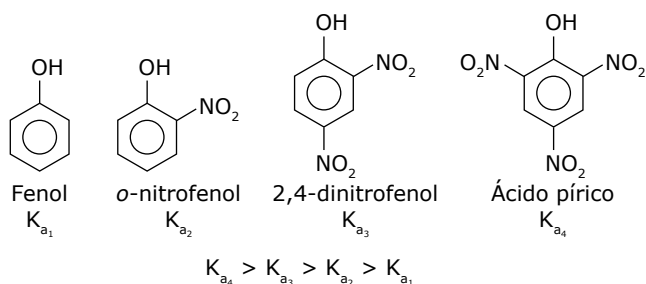


Compostos em ordem decrescente de acidez.

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.



MY3V

Força ácida dos ácidos carboxílicos

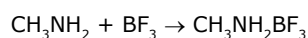
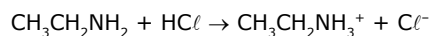
Assista a esse vídeo, observando atentamente a influência de grupos indutivos nas estruturas de cada composto e quais as conseqüências nos valores de K_a .

CARÁTER BÁSICO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

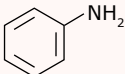
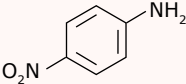


As bases orgânicas mais importantes são as aminas, tendo as aminas não aromáticas (alifáticas) um caráter básico mais acentuado do que a amônia; o contrário ocorre com as aminas aromáticas.

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.

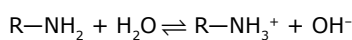
Exceção: A trimetilamina é mais fraca que a metilamina e a dimetilamina, apesar de ter 3 grupos $-\text{CH}_3$ elétron-repelentes.

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.

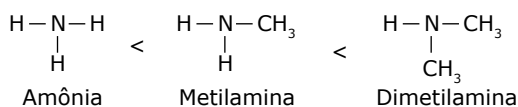
Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de a força básica de uma amina em água não ser determinada somente pela disponibilidade do par eletrônico não ligante no átomo de nitrogênio, mas também pela extensão em que o cátion, formado pela aceitação do próton, pode sofrer solvatação e, assim, ficar 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

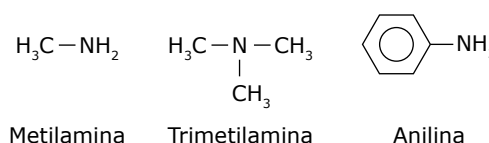


Nesse caso, o efeito elétron-repelente provocado pela introdução de grupos metila, que aumenta a disponibilidade eletrônica no nitrogênio, prepondera sobre o efeito de solvatação do ácido conjugado. Mesmo que o aumento de grupos metila na amina diminua a quantidade e a intensidade de ligações de hidrogênio, 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.

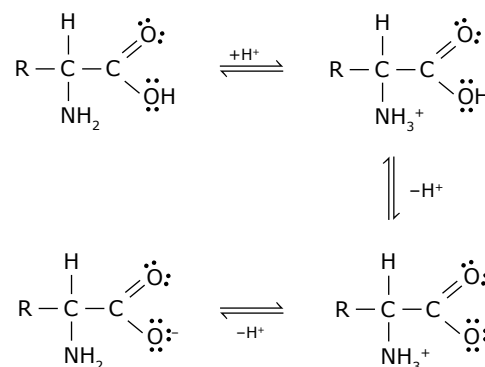
A anilina, representada a seguir, é mais fraca que a amônia, pois o anel benzênico é elétron-atraente, diminuindo a densidade eletrônica no nitrogênio. O próton será atraído mais fracamente.



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:



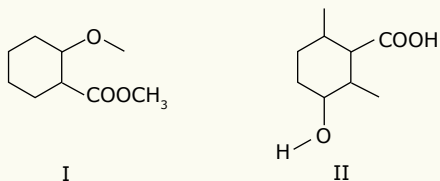
Força básica das aminas

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. (FASEH-MG) Considere os compostos a seguir.



Sobre esses compostos, assinale a alternativa incorreta.

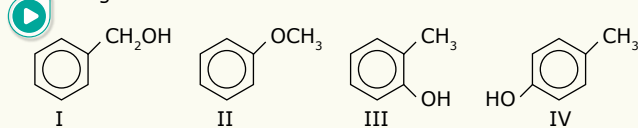
- A) Os compostos I e II são isômeros constitucionais.
 B) Os compostos I e II têm 1 e 3 carbonos terciários respectivamente.
 C) O composto II é mais solúvel em água que o composto I.
 D) O composto I é mais ácido que o composto II.

02. (UFJF-MG-2022) No contexto de ácidos e bases de acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, organize os seguintes compostos em ordem decrescente de acidez baseada na sua constante de dissociação.

Composto	Constante de dissociação
1: ácido acético	$k_a = 1,6 \times 10^{-5}$
2: fenol	$k_a = 1,0 \times 10^{-10}$
3: água	$k_a = 1,8 \times 10^{-16}$
4: 2-cloroetanol	$k_a = 5,0 \times 10^{-15}$
5: ácido tricloroacético	$k_a = 2,2 \times 10^{-1}$

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

03. (CMMG) Considere as substâncias representadas pelas seguintes fórmulas estruturais



Em relação a essas substâncias, a alternativa errada é:

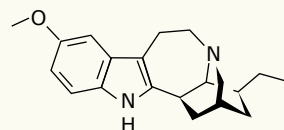
- A) As substâncias I, II, III e IV têm a mesma fórmula molecular.
 B) As substâncias III e IV são ácidos mais fortes do que I e II.
 C) A temperatura de ebulição da substância I é maior do que a da II.
 D) As substâncias III e IV são isômeros funcionais.

04. (UFU-MG) 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.

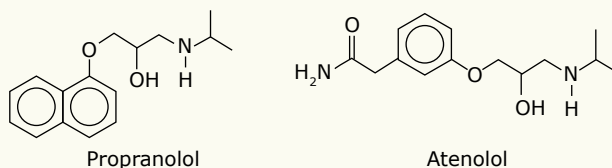
Disponível em: <http://www.jornalgrandebahia.com.br/2013/10/tratamento-de-toxicodependencia-a-ibogaina.html>. Acesso em: 26 jan. 2016.

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.
05. (UEG-GO) A figura a seguir mostra as estruturas químicas das moléculas do propranolol e atenolol, as quais são largamente utilizadas no tratamento da hipertensão.

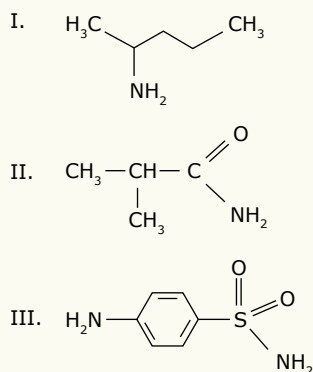


A análise da figura nos permite concluir que as moléculas apresentam em comum

- A) o grupo amida.
 B) uma amina terciária.
 C) comportamento básico.
 D) ausência de um centro estereogênico (quiral).

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.



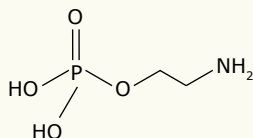
Com relação aos compostos nitrogenados apresentados, assinale a afirmação verdadeira.

- 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.** (PUCPR–2021) A cura do câncer é um dos grandes desafios da medicina atual: estimativas do Instituto Nacional do Câncer apontavam que a doença afetaria aproximadamente 600 mil brasileiros para o biênio 2016-2017 (Instituto Nacional do Câncer, 2015). Infelizmente, perspectivas para cura definitiva da doença ainda não são um tema resolvido e completamente desenvolvido pela comunidade médica. O anseio por uma alternativa rápida e eficiente de cura para pacientes oncológicos é, então, amplamente compartilhado por pessoas acometidas pela doença, familiares e pelos próprios médicos. Assim, a promessa de cura oferecida pelo uso de novas substâncias ganha destaque quando um novo candidato a droga anticâncer é desenvolvido. Tal aspecto pôde ser presenciado no Brasil quando a veiculação de notícias sobre a suposta eficácia da fosfoetanolamina como tratamento para o câncer tomou conta de diferentes meios de comunicação.

GIORDAN, M. *et al.* A polêmica da Fosfoetanolamina no Ensino de Química. *Química nova na escola*. São Paulo, 2019, vol. 41, Nº 4, p. 327-334. O texto não contribui em nada para a resolução da questão.

A seguir, é demonstrada a estrutura da fosfoetanolamina.



Em conformidade com a estrutura química da fosfoetanolamina, marque a alternativa correta.

- A) A fosfoetanolamina apresenta comportamento básico apenas, portanto reage com ácidos fortes.
- B) A fosfoetanolamina apresenta comportamento de substância anfótera, pois apresenta um grupo amino e um grupo fosfato, portanto, em solução, a mesma molécula pode sofrer uma reação ácido-base intramolecular.
- C) A fosfoetanolamina apresenta comportamento ácido apenas, portanto reage com bases fortes.
- D) Em solução, o par de elétrons não compartilhado no elemento nitrogênio não pode ser protonado pelo hidrogênio ácido do grupo fosfato.
- E) O grupo amino, por se tratar de um doador de par de elétrons, pode ser classificado como ácido de Lewis.

- 08.** (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.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

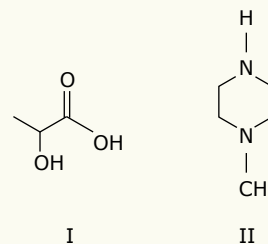


- 01.** (UEPG-PR) Com relação à acidez e basicidade de compostos orgânicos, assinale o que for correto.



- 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) 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 . D) CH_3COOH e NH_4OH .
 B) H_2CO_3 e NH_4OH . E) H_3PO_4 e NH_4OH .
 C) H_2CO_3 e H_3CNH_2 .

04.
HT70

(UEM-PR) A respeito das características ácidas ou básicas de compostos orgânicos, é correto afirmar que

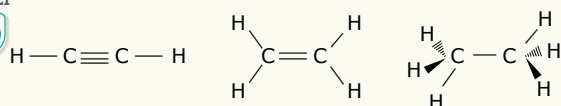
01. vinagre, leite de magnésia, fenol e amônia são exemplos de substâncias ácidas e básicas orgânicas.
 02. os álcoois possuem caráter ácido frente a reações com bases fortes, como o sódio metálico.
 04. as aminas aromáticas são bases fracas, enquanto que as amidas são consideradas substâncias neutras.
 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.
JELI

(Unimontes-MG) Considere as estruturas seguir:



Etino
 $pK_2 = 25$

Eteno
 $pK_2 = 44$

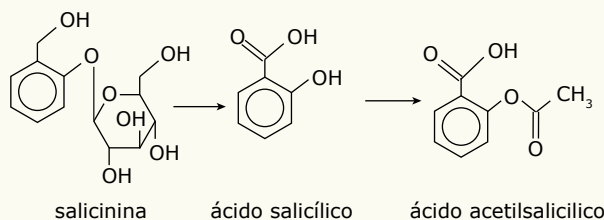
Etano
 $pK_1 = 50$

A ordem de acidez desses compostos pode ser corretamente explicada na alternativa:

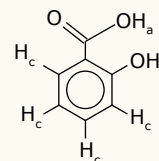
- A) Os orbitais sp^3 das ligações C—H do etino têm menor caráter s que as ligações no etano e eteno e, portanto, é o menos ácido.
 B) O átomo de carbono hibridizado sp do etano polariza as ligações C—H, fazendo com que os hidrogênios sejam mais positivos e ácidos.
 C) Os elétrons dos orbitais 2s têm 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.
LH20

(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.



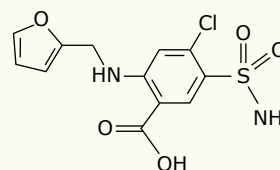
salicilina ácido salicílico ácido acetilsalicílico



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) $H_a < H_c < H_b$

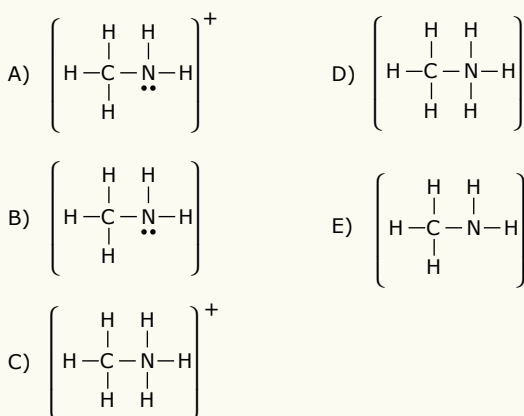
07. (EBMSP-2021) Médicos que cuidam dos atletas para competições como os Jogos Olímpicos de 2020, no Japão, adiados devido à pandemia da covid-19, devem ser mais rigorosos na prescrição de medicamentos porque muitos fármacos estão proibidos em práticas desportivas, e constam da lista da Agência Mundial Antidoping, a exemplo do diurético furosemida, um agente químico que dificulta a constatação da presença de esteroides e outras substâncias no teste antidoping.



Considerando essas informações, associadas aos conhecimentos sobre estruturas e propriedades dos compostos orgânicos, é correto afirmar:

- A) O diurético representado na estrutura tem caráter anfótero por ter grupos funcionais das aminas e dos ácidos carboxílicos na sua estrutura.
- B) O átomo de enxofre no grupo $-\text{SO}_2\text{NH}_2$, presente na estrutura, compartilha dez elétrons com os quatro átomos ligantes.
- C) O átomo de nitrogênio do grupo amina, $-\text{NH}_2$, atua como um ácido de Lewis ao utilizar o par de elétrons não ligantes.
- D) A cadeia carbônica da furosemida é fechada, saturada e constituída por nove átomos de carbono secundários.
- E) A ligação entre o átomo de cloro e o anel aromático envolve a participação de elétrons presentes nos orbitais p, do cloro, e sp do carbono.

08. (FUVEST-SP-2023) O odor característico de peixes deve-se à base metilamina ($\text{CH}_3\text{-NH}_2$). Esse odor pode ser minimizado lavando-se o peixe, por exemplo, com suco de limão. Assinale a alternativa que apresenta a estrutura de um dos produtos dessa reação ácido base.



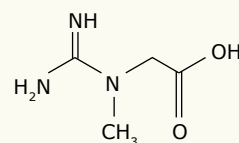
09. (Uniupe-MG) Os ácidos carboxílicos são substâncias orgânicas que, quando dissolvidos em água, dão origem a soluções aquosas ácidas. Isso decorre da ionização dessas substâncias em meio aquoso, levando à formação de íons H^+ ou íons H_3O^+ , conhecidos como íons hidrônio ou hidroxônio. Os fenóis também são compostos que apresentam essa mesma propriedade. A seguir, estão representadas as fórmulas moleculares de cinco substâncias,

- I. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ III. CH_2O V. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 II. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ IV. $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

Analisando as fórmulas moleculares e montando as fórmulas estruturais para essas substâncias, as que fornecem soluções com $\text{pH} < 7,0$, quando dissolvidas em água, são

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

10. (Mackenzie-SP)



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

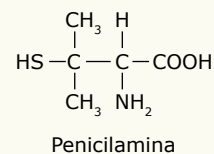
SEÇÃO ENEM



01. (Enem-2022) A penicilamina é um medicamento de uso oral utilizado no tratamento de várias doenças. Esse composto é excretado na urina, cujo pH se situa entre 5 e 7. A penicilamina, cuja fórmula estrutural plana está apresentada, possui três grupos funcionais que podem ser ionizados:

- carboxila: $-\text{COOH}$, cujo pK_a é igual a 1,8;
- amina: $-\text{NH}_2$, que pode ser convertido em amônio ($-\text{NH}_3^+$, cujo pK_a é igual a 7,9);
- tiol: $-\text{SH}$, cujo pK_a é igual a 10,5.

Sabe-se que $\text{pK}_a = -\log K_a$.



Qual estrutura derivada da penicilamina é predominantemente encontrada na urina?

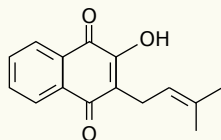
- A) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ H} \\ | \quad | \\ \text{S}-\text{C}-\text{C}-\text{COO}^- \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$ D) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ H} \\ | \quad | \\ \text{S}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_3^+ \end{array}$
- B) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ H} \\ | \quad | \\ \text{S}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$ E) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ H} \\ | \quad | \\ \text{HS}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_3^+ \end{array}$
- C) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ H} \\ | \quad | \\ \text{HS}-\text{C}-\text{C}-\text{COO}^- \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_3^+ \end{array}$

02.

QH87



(Enem) 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 ($\text{pK}_a = 6,0$) que permite que este composto seja isolado da serragem dos ipês por extração com solução adequada, seguida de filtração simples. Considere que $\text{pK}_a = -\log K_a$, 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 serragem 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 ($\text{pH} = 4,5$).
 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.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



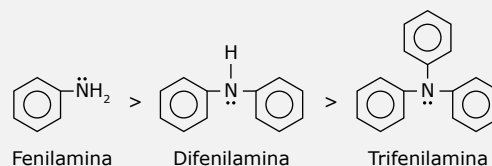
GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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



Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. Soma = 18
 02. C
 03. A
 04. Soma = 14
 05. D
 06. C
 07. A
 08. C
 09. D
 10. B

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. C
 02. A



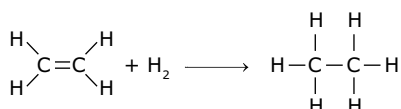
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

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.

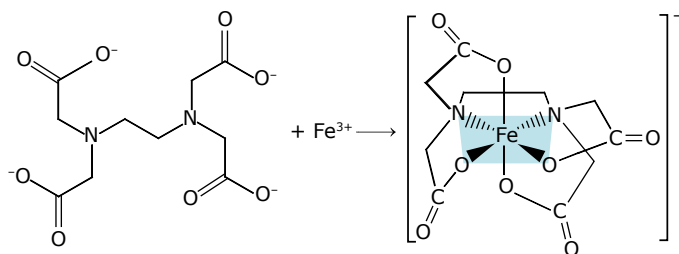
As reações orgânicas se dividem principalmente em:

- 1. Reações de adição:** As mais comuns envolvem ruptura de ligação π .



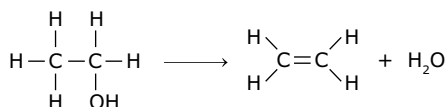
Algumas reações, especialmente as de ácido-base de Lewis, envolvem apenas a formação de ligações coordenadas e também são classificadas como reações de adição.

Exemplo:

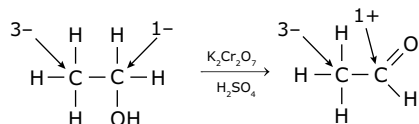


Observe que nenhuma ligação foi rompida, apenas se formaram ligações coordenadas entre o íon ferro e os pares de elétrons não ligantes do oxigênio e do nitrogênio.

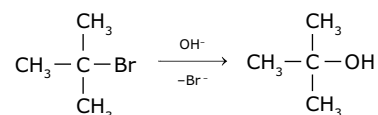
- 2. Reações de eliminação:** Envolvem eliminação de moléculas menores.



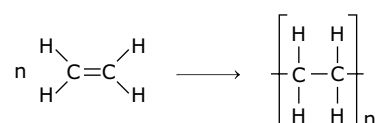
- 3. Reações de oxidação:** Envolvem aumento no estado de oxidação de pelo menos um átomo da molécula orgânica reagente.



- 4. Reações de substituição:** Envolvem substituição de um átomo ou grupo de átomos.



- 5. Reações de polimerização:** Envolvem a formação de polímeros.



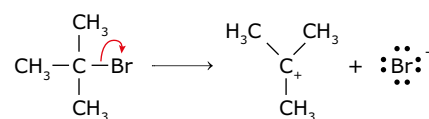
Em quase todos os casos (exceto nas reações ácido-base de Lewis, em que há apenas formação de ligações), ocorre quebra de ligações dos reagentes e formação de ligações dos produtos. A quebra pode ocorrer de duas formas:

- 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.

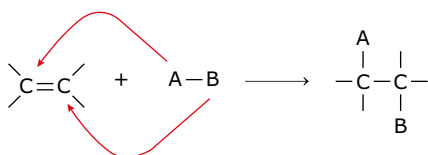
Observe que a cisão representada pela equação anterior envolveu a produção de um cátion, com carga positiva no carbono. Essas espécies são denominadas carbocátions e são razoavelmente instáveis. Devido à sua deficiência de elétrons, os carbocátions reagem rapidamente com bases de Lewis. Em outras palavras, 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.

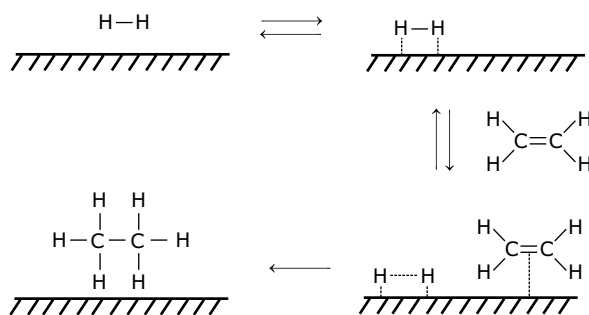


Essas reações são muito importantes do ponto de vista industrial, destacando-se a hidrogenação catalítica de óleos vegetais para a fabricação da margarina.

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).



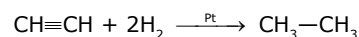
Mecanismo da atuação de um catalisador na hidrogenação do eteno.

Os alquenos serão hidrogenados, levando à formação do alcano correspondente:

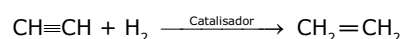


Como cada 1,0 mol de alqueno monoinsaturado apresenta 1,0 mol de ligação pi (π), haverá consumo de 1,0 mol de H_2 para cada mol do alqueno em questão.

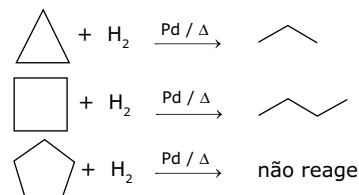
Já os alquinos monoinsaturados apresentam 2,0 mol de ligações pi (π) por mol do composto, o que torna necessário o consumo de 2,0 mol de H_2 para cada mol do alquino correspondente:



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.



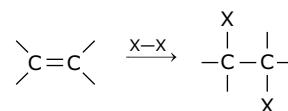
Embora as reações de hidrogenação sejam características de alquenos e alquinos, os cicloalcanos que apresentam anéis com 3 e 4 átomos de carbono (ciclopropano e ciclobutano) também podem ser hidrogenados. Estes não apresentam ligações pi (π), mas seus anéis são muito tensionados. Isso gera instabilidade nos compostos, o que favorece a ruptura dos anéis e sua hidrogenação.

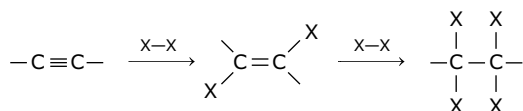


Cicloalcanos maiores, tais como ciclohexano ou cicloexano, apresentam conformações que lhes garantem maior estabilidade; logo, eles não são facilmente hidrogenados.

Halogenação

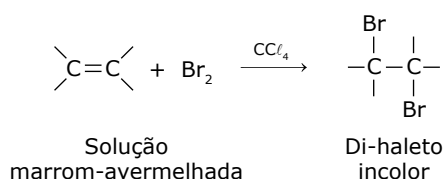
Os alquenos, assim como os alquinos, podem ser convertidos em haletos orgânicos por adição de halogênio (X_2) à ligação dupla ou tripla. Nesse processo, a ligação pi (π) entre os átomos de carbono é rompida, e cada um dos átomos da molécula de X_2 se liga a um carbono que continha a ligação pi (π).





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).

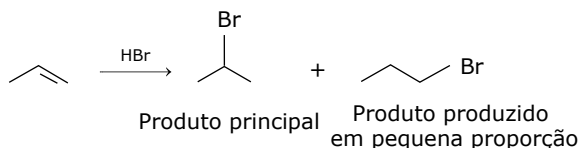
A adição de bromo, na qual se utiliza bromo dissolvido em CCl_4 , constitui um teste extremamente útil e simples para identificar ligações múltiplas carbono-carbono. Isso porque a solução de bromo, que inicialmente é marrom-avermelhada, se descolore, pois o di-haleto formado é incolor.



Adição de haletos de hidrogênio

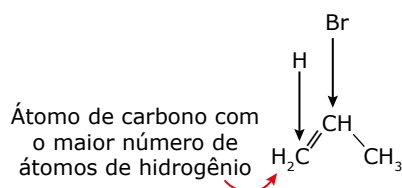
Os haletos de hidrogênio apresentam ligações H-X (sendo X, principalmente, Cl , Br e I) muito polarizadas e podem reagir facilmente com compostos que apresentam ligações múltiplas carbono-carbono.

A adição de H-X a um alqueno pode levar à formação de dois produtos. No entanto, um predomina sobre o outro.

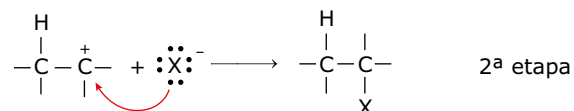
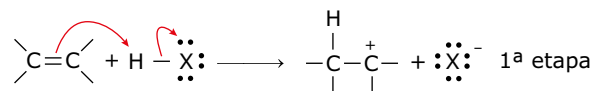


A análise de muitos outros exemplos semelhantes levou o químico Vladimir Vasilyevich Markovnikov, por volta de 1870, a propor a regra conhecida como Regra de Markovnikov, cujo princípio é:

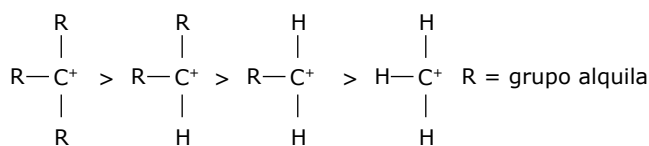
Na adição de H-X a um alqueno, o átomo de hidrogênio se liga ao átomo de carbono da dupla-ligação que tem o maior número de átomos de hidrogênio.



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:

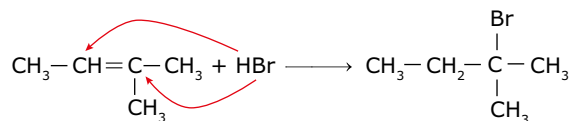


Estabilidade relativa dos carbocátions

Entendido então o mecanismo de adição de haletos de hidrogênio, a Regra de Markovnikov pode ser, enunciada da seguinte maneira:

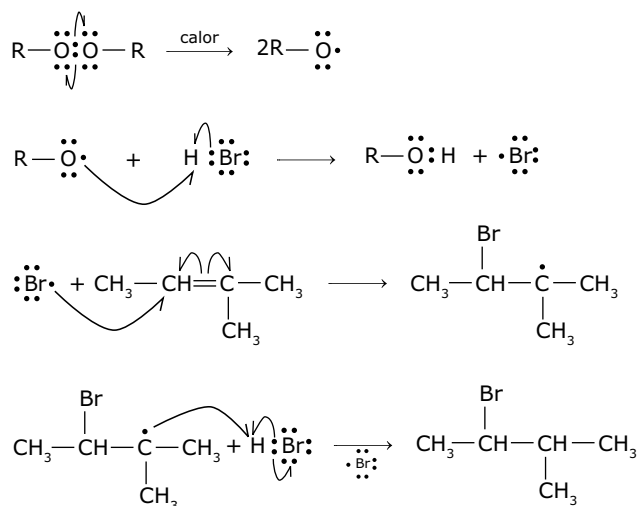
Na adição de um reagente assimétrico a uma dupla-ligação, a parte positiva do reagente adicionado se liga ao átomo de carbono da dupla-ligação, de modo a formar, como intermediário, o carbocátion mais estável.

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.

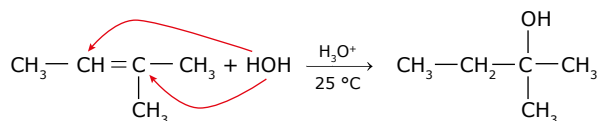
De acordo com Kharasch e Mayo, a reação ocorre segundo o mecanismo a seguir:



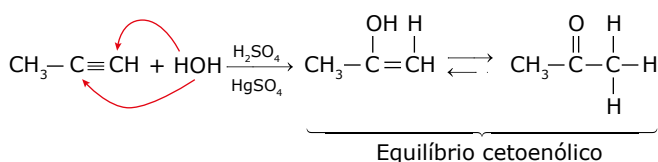
Observe que não há formação de carbocátion, e sim de um radical com um elétron desemparelhado no carbono. A estabilidade relativa deste segue a mesma ordem dos carbocátions. Sem peróxidos, é o hidrogênio a primeira espécie a ser adicionada, e, com peróxidos, é o bromo.

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, seja do aldeído, permite ao composto maior estabilidade em relação ao enol equivalente, o enol se converte.



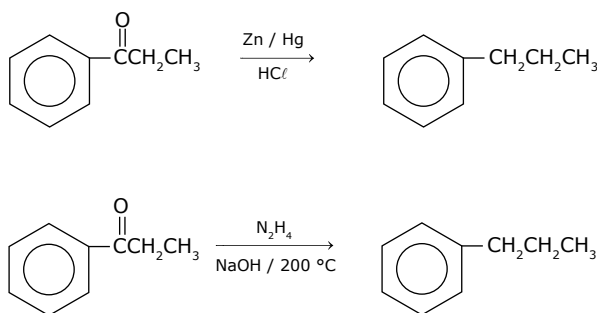
REAÇÕES ENVOLVENDO A CARBONILA



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.

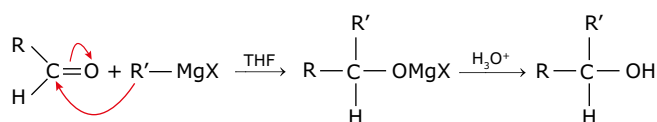
Redução de Wolff-Kishner e Clemmensen

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).



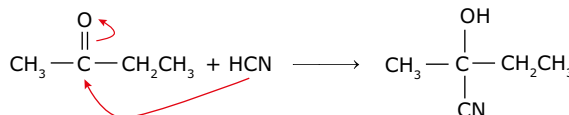
Preparação de álcoois por adição de reagentes de Grignard

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 tetrahidrofurano (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

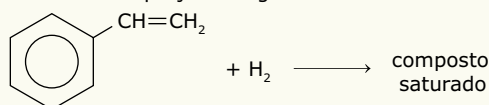
A adição de cianeto de hidrogênio possibilita a introdução de um átomo de carbono à molécula orgânica. O produto formado pode reagir em etapas posteriores, formando compostos de grande interesse químico. No entanto, essas etapas subsequentes fogem do objetivo desse estudo.



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:



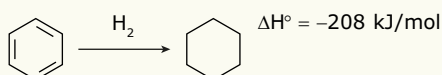
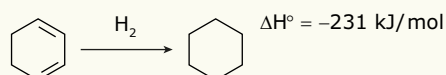
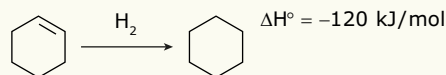
De acordo com a equação, o composto saturado formado nessa reação é o

- A) etilbenzeno. C) vinilbenzeno.
B) etilcicloexano. D) vinilcicloexano.

02.
MGA8



(UFU-MG) 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.

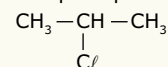
04.
RW10



(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, mar. de 2011, p. 63 (Adaptação).

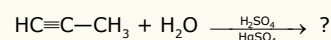
A obtenção do etanol pela hidratação do eteno é um exemplo de reação orgânica de

- A) substituição. D) adição.
B) dupla-troca. E) pirólise.
C) polimerização.

07.
J18J



(Mackenzie-SP) A respeito da reação orgânica e do(s) produto(s) obtido(s), são feitas as seguintes afirmações:

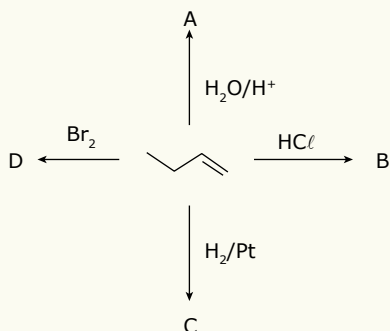


- I. Trata-se de uma reação de adição, com a formação de um álcool.
II. Há ocorrência de tautomeria no produto formado.
III. O produto possui isômeros ópticos.
IV. Essa reação pode ser utilizada para obtenção da propanona.

Estão corretas as afirmações

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

08. (UFJF-MG-2021) Observe o esquema reacional a seguir:

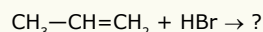


Sobre essas reações, é correto afirmar:

- A) O produto **A** é o 1-butanol.
- B) Todas as reações são de substituição.
- C) O produto **B** é o 1-cloro-butano.
- D) A reação que leva ao produto **C** é uma reação de hidratação.
- E) O produto **D** é o 1,2-dibromo-butano.

03.
R1J0

(IFGO) Numa reação de adição, como a que é apresentada a seguir, se espera como produto principal:



- A) 1-bromopropano.
- B) 2-bromopropano.
- C) hidrogenobromopropano.
- D) 3-bromopropano.
- E) 2-bromopropeno.

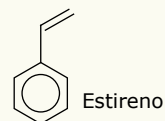
04.
ZTY3

(UECE) O cloro ficou muito conhecido devido a sua utilização em uma substância indispensável a nossa sobrevivência: a água potável. A água encontrada em rios não é recomendável para o consumo, sem antes passar por um tratamento prévio. Graças à adição de cloro, é possível eliminar todos os microrganismos patogênicos e tornar a água potável, ou seja, própria para o consumo. Em um laboratório de química, nas condições adequadas, fez-se a adição do gás cloro em um determinado hidrocarboneto, que produziu o 2,3-diclorobutano. Assinale a opção que corresponde à fórmula estrutural desse hidrocarboneto.

- A) $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- B) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- C) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- D) $\text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2$
| |
 $\text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2$

05.
03VR

(FMP-RJ) O estireno é um hidrocarboneto obtido a partir da destilação fracionada do petróleo, tem odor característico e seu ponto de ebulição é baixo, a ele conferindo uma volatilidade elevada. É empregado industrialmente como isolante térmico e nas reações de polimerização para a fabricação de plásticos e borrachas.



O produto da reação de adição do ácido clorídrico à parte alifática do estireno está representado em:

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

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (PUC-Campinas-SP) A margarina é produzida a partir de óleo vegetal, por meio da hidrogenação. Esse processo é uma reação de (I) na qual uma cadeia carbônica (II) se transforma em outra (III) saturada. As lacunas I, II e III são correta e respectivamente substituídas por:

- A) adição - insaturada - menos
- B) adição - saturada - mais
- C) adição - insaturada - mais
- D) substituição - insaturada - menos
- E) substituição - saturada - mais

02. (UFU-MG) O propeno, matéria-prima de plásticos, pode ser utilizado como combustível e apresenta reatividade com HI.



O mecanismo dessa reação pode ser explicado pela adição do

- A) hidrogênio ao carbono que já está mais hidrogenado.
- B) haleto orgânico, formando organometálicos.
- C) iodo ao carbono que está mais hidrogenado.
- D) halogênio ao carbono primário.

06. WGD8



(UEG-GO) 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

- cicloexeno.
- 1,3-cicloexadieno.
- benzeno.
- 1,4-cicloexadieno.
- naftaleno.

07. RJ2N



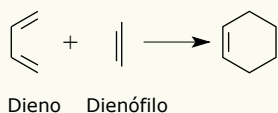
(UEA-AM) Um exemplo de reação orgânica classificada como adição é a que ocorre entre

- ácido oleico e soda cáustica, produzindo água e oleato de sódio.
- ácido acético e etanol, produzindo acetato de etila e água.
- metano e oxigênio, produzindo dióxido de carbono e água.
- benzeno e cloro, produzindo monoclorobenzeno.
- etileno e água, produzindo etanol.

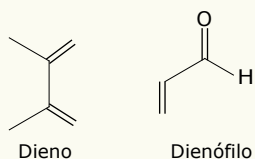
08. D00M



(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

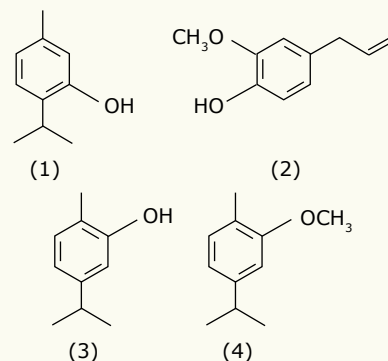


o produto final da reação entre eles é o seguinte:

-
-
-
-
-

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.

- Todos os compostos são fenóis.
- Os compostos 1, 3 e 4 devem apresentar pontos de ebulição e solubilidade em água muito similares.
- O composto 2 apresenta uma ligação dupla com configuração trans.
- Apenas o composto 2 sofre reação de adição com HBr.
- Os compostos 1, 3 e 4 são isômeros.

10. 1M00



(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 reação de hidratação catalisada por ácido do 1-penteno gera como produto o 1-pentanol.
- A adição de HBr ao 1-metil-cicloex-1-eno segue a regra de Markovnikov, gerando 1-bromo-1-metilcicloexano.
- A reação 1-hexeno com bromo (Br_2), em um solvente apolar, como o tetracloreto de carbono, gera como produto o 2,2-dibromohexano.
- A reação de hidrogenação catalítica do 1-hexeno não é um exemplo de reação de adição à ligação dupla.
- Alcinos não sofrem reação de hidrogenação catalítica.

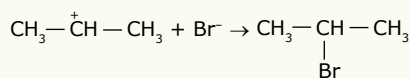
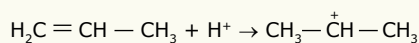
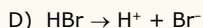
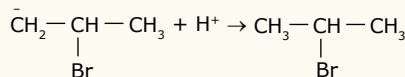
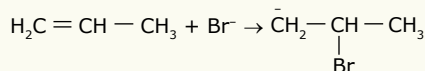
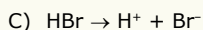
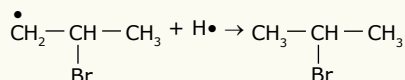
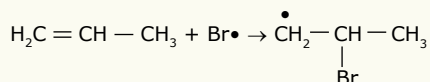
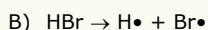
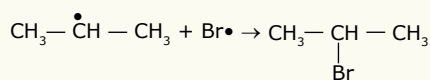
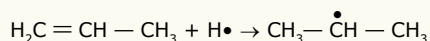
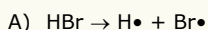
11. 79MY



(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	$H_f(\text{kJ/mol})$
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 ()

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

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

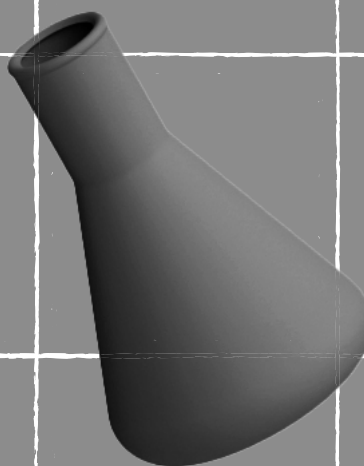
Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. C
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 _____ . _____ %



QUÍMICA

SUMÁRIO

FRENTE A

- 3 Módulo 13: Separação de Misturas
- 7 Módulo 14: Ácidos de Arrhenius
- 8 Módulo 15: Bases de Arrhenius
- 11 Módulo 16: Sais

FRENTE B

- 13 Módulo 13: Concentração das Soluções
- 15 Módulo 14: Diluição e Mistura de Soluções
- 17 Módulo 15: Introdução à Cinética Química
- 20 Módulo 16: Teoria das Colisões e do Complexo Ativado

FRENTE C

- 25 Módulo 13: Propriedades Físicas dos Compostos Orgânicos
- 28 Módulo 14: Teorias Ácido-Base Modernas
- 30 Módulo 15: Ácidos e Bases Orgânicos
- 32 Módulo 16: Reações de Adição

Caderno Extra

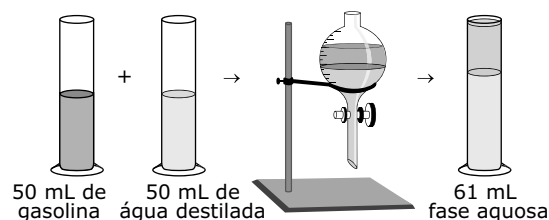
MÓDULO 13

SEPARAÇÃO DE MISTURAS

- 01.** (FUVEST-SP) O ciclo da água na natureza, relativo à formação de nuvens seguida de precipitação da água na forma de chuva, pode ser comparado, em termos das mudanças de estado físico que ocorrem e do processo de purificação envolvido, à seguinte operação de laboratório:
- Sublimação
 - Filtração
 - Decantação
 - Dissolução
 - Destilação
- 02.** (UFPE) Associe as atividades diárias contidas na primeira coluna com as operações básicas de laboratório e fenômenos contidos na segunda coluna.
- Preparar um refresco de cajá a partir do suco concentrado.
 - Adoçar o leite.
 - Preparar chá de canela.
 - Usar naftalina na gaveta.
 - Coar a nata do leite.
- () Sublimação
() Diluição
() Filtração
() Extração
() Dissolução
- Os números da segunda coluna, lidos de cima para baixo, são
- 3, 2, 5, 4, 1.
 - 1, 3, 4, 5, 2.
 - 4, 3, 2, 1, 5.
 - 3, 2, 4, 5, 1.
 - 4, 1, 5, 3, 2.
- 03.** (UERJ) Entre os sistemas a seguir, aquele cujos componentes podem ser separados por centrifugação é:
- Petróleo
 - Álcool hidratado
 - Solução de sacarose em água
 - Suspensão de leite de magnésia

- 04.** (Unesp) A preparação de um chá utilizando-se os já tradicionais saquinhos envolve, em ordem de acontecimentos, os seguintes processos:
- Filtração e dissolução
 - Filtração e extração
 - Extração e filtração
 - Extração e decantação
 - Dissolução e decantação

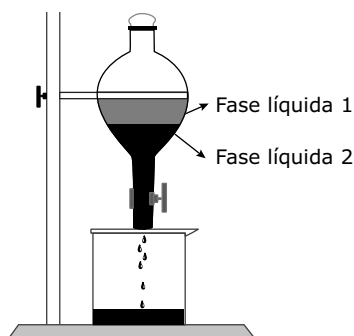
- 05.** (UFSCar-SP) A figura representa o esquema de um experimento para determinação do teor de álcool na gasolina.



Com base no experimento e considerando que não há variação de volume, pode-se afirmar que o teor de álcool, em volume, na gasolina analisada e o processo de extração utilizado são, respectivamente,

- 11% e dissolução fracionada.
 - 22% e dissolução fracionada.
 - 11% e decantação fracionada.
 - 22% e decantação fracionada.
 - 11% e destilação fracionada.
- 06.** (EFOA-MG) Há várias maneiras de se preparar um biodiesel. Por exemplo, pode-se adicionar hidróxido de sódio a metanol, agitando o sistema até que se forme uma única fase. Essa solução é, então, misturada ao óleo vegetal aquecido e a mistura é agitada de 1 a 2 horas. Após um tempo em repouso, formam-se duas fases líquidas: a superior é o biodiesel, e a inferior contém glicerina. Para separar o biodiesel da glicerina, podem ser usados os seguintes método e equipamento, respectivamente:
- Filtração e funil de Büchner.
 - Decantação e funil de decantação.
 - Destilação fracionada e condensador de refluxo.
 - Destilação simples e erlenmeyer.
 - Filtração e funil analítico.

- 07.** (UFTM-MG) Decantação é um processo que pode ser utilizado para a separação de líquidos imiscíveis. Em um funil de decantação, foram adicionados água, benzeno e um pouco de cada um dos sólidos hidróxido de sódio e fenolftaleína. Após agitação e repouso, formaram-se duas fases líquidas distintas, as quais foram separadas abrindo-se a torneira do funil, como mostra a figura.



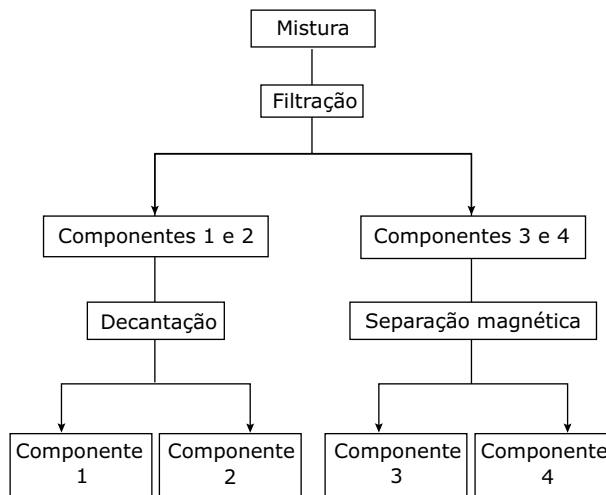
A fase líquida 2 obtida no copo de béquer é constituída de

- A) benzeno, fenolftaleína e água.
 - B) hidróxido de sódio e água.
 - C) fenolftaleína e hidróxido de sódio.
 - D) benzeno e água.
 - E) água, hidróxido de sódio e fenolftaleína.
- 08.** (CMMG) Um saco de sal de cozinha, encontrado no comércio, foi apreendido pela fiscalização sob suspeita de adulteração. Sua análise laboratorial envolveu tratamento com água e separação do material sólido insolúvel na água. Observou-se que, de um quilograma da amostra, isolaram-se, depois de seco, 100 gramas de um resíduo insolúvel na água.

Em relação ao descrito anteriormente, é correto afirmar, exceto

- A) A areia pode ser a impureza detectada.
- B) A impureza desse sal é de 90%.
- C) O processo utilizado na análise laboratorial envolveu dissolução e filtração.
- D) O processo utilizado na análise laboratorial não detecta impurezas solúveis na água.

- 09.** (UFRGS-RS) Uma mistura foi separada em seus componentes puros de acordo com o esquema de separação a seguir.



Os componentes da mistura podem ser

- A) álcool, água, Fe e Al.
 - B) NaCl, água, Fe e Si.
 - C) benzeno, água, Mg e Cu.
 - D) tolueno, SiO₂, Mg e Co.
 - E) água, tetracloreto de carbono, Fe e Ni.
- 10.** (Unicamp-SP) Em uma república estudantil, um dos moradores deixou cair óleo comestível no recipiente que contém sal de cozinha. Considerando que o sal não é solúvel no óleo, mas solúvel em água, como será possível recuperar o sal e o óleo, deixando-os novamente em condições de uso?
- 11.** (Unicamp-SP) Deseja-se fazer a separação dos componentes da pólvora negra, que é constituída de nitrato de sódio, carvão e enxofre. Sabe-se que o nitrato de sódio é solúvel em água, o enxofre é solúvel em dissulfeto de carbono, enquanto o carvão é insolúvel nesses solventes. Proponha um procedimento para realizar essa separação.
- 12.** (UFG-GO) As técnicas de separação dos componentes de uma mistura baseiam-se nas propriedades físico-químicas desses componentes. Assim, considerando os sistemas apresentados a seguir (Figuras 1, 2 e 3), associe as misturas às figuras que representam os equipamentos adequados a suas separações, bem como às propriedades físico-químicas responsáveis pela utilização da técnica. Justifique suas escolhas.

Sistema

- A) Água e sulfato de bário
- B) Água e tetracloreto de carbono
- C) Água e etanol

Propriedade

- 1. Temperatura de ebulição
- 2. Solubilidade
- 3. Densidade

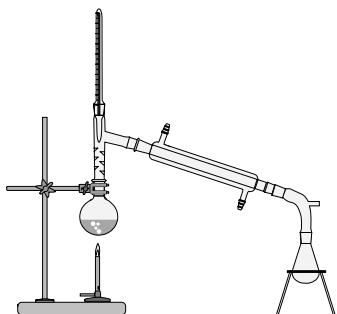


Figura 1

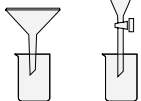


Figura 2

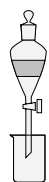
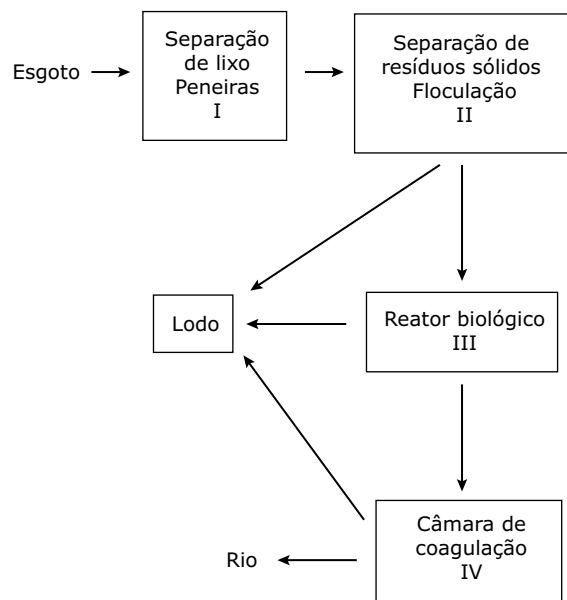


Figura 3

13. (UFG-GO) O esquema a seguir refere-se às etapas de tratamento do esgoto doméstico:



Considerando-se as etapas I, II, III e IV, o processo de tratamento de esgoto envolve, respectivamente, as etapas de

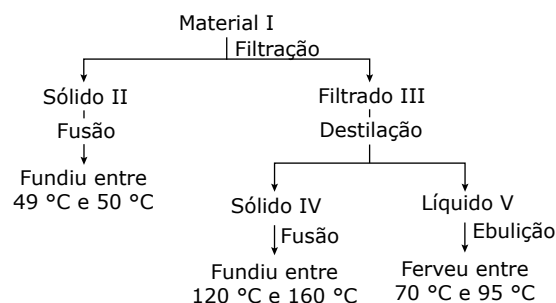
- A) filtração, filtração, catação e decantação.
- B) decantação, filtração, fermentação e filtração.

- C) filtração, decantação, catação e filtração.
- D) decantação, decantação, fermentação e filtração.
- E) filtração, decantação, fermentação e decantação.

14. (UEBA) A obtenção industrial do oxigênio (T.E. = -183 °C) e do nitrogênio (T.E. = -196 °C) é feita por destilação fracionada do ar. Comprimindo-se o ar fortemente e resfriando-o até aproximadamente 200 °C abaixo de zero, ele se liquefaz. Então, se destila o ar líquido. Com base nos dados anteriores, podemos afirmar que

- A) o gás que primeiro é obtido é o oxigênio, cujo ponto de ebulição é -183 °C, e a seguir vem o nitrogênio, cujo ponto de ebulição é -196 °C.
- B) o gás que primeiro é obtido é o nitrogênio, cujo ponto de ebulição é -196 °C, e a seguir vem o oxigênio, cujo ponto de ebulição é -183 °C.
- C) o gás que primeiro é obtido é o nitrogênio, cujo ponto de ebulição é 196 °C, e a seguir vem o oxigênio, cujo ponto de ebulição é 183 °C.
- D) o gás que primeiro é obtido é o oxigênio, cujo ponto de ebulição é 183 °C, e a seguir vem o nitrogênio, cujo ponto de ebulição é 196 °C.
- E) os dois gases são obtidos juntos na temperatura de 190 °C, aproximadamente.

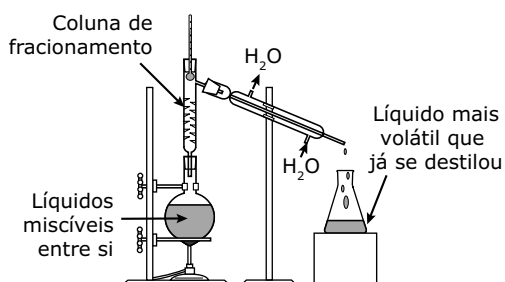
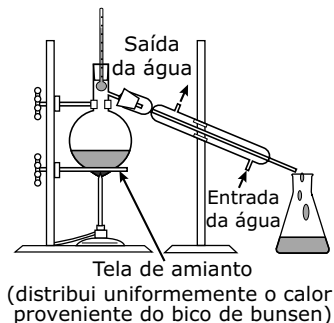
15. (UFMG) Considere o diagrama:



Pela análise do diagrama, todas as afirmativas estão corretas, exceto

- A) O sólido IV é uma mistura.
- B) O sólido II é uma substância pura.
- C) O material I é heterogêneo.
- D) O líquido V é uma mistura.
- E) O filtrado III é uma mistura heterogênea.

16. (UEG-GO) Observe os esquemas a seguir, que revelam dois processos de separação de misturas, conhecidos, respectivamente, como destilação simples e destilação fracionada. Em seguida, responda ao que se pede.



- A) Como se explicam as diferenças entre os dois processos no que se refere ao ponto de ebulição dos componentes da mistura?
- B) Para a separação dos componentes de uma mistura água mais óleo, pode-se usar um dos processos representados nos esquemas anteriores? Explique sua resposta.

GABARITO

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

10. Adiciona-se água à mistura óleo + sal. Por decantação, separa-se o óleo da solução de sal + água. Por evaporação, separa-se a água da solução, obtendo-se o sal.
11. Pólvora + água \Rightarrow solução (água + salitre) + sólido (C + S). Por filtração, separa-se a solução do sólido. Por evaporação da solução, separa-se o salitre sólido da água. Sólido (C + S) + $CS_2 \Rightarrow$ solução (CS_2 + S) + sólido (C). Por filtração da solução, separa-se o $C_{(s)}$ da solução. Por evaporação da solução, separa-se o CS_2 do $S_{(s)}$.
12. Figura 1: (C) e (1). O etanol e a água têm diferentes pontos de ebulição, e essas duas substâncias são miscíveis. Desse modo, a técnica adequada para realizar a separação de uma mistura de etanol e água é a destilação fracionada.

Figura 2: (A) e (2). O sulfato de bário é insolúvel em água, o que permite a separação desse sal da água utilizando-se a técnica da filtração: enquanto a água passa pelo filtro, o sulfato de bário fica retido.

Figura 3: (B) e (3). O tetracloreto de carbono é mais denso do que a água e essas duas substâncias são imiscíveis. Quando se coloca essa mistura em um funil de separação, o tetracloreto de carbono, como fase mais densa, vai para o fundo do balão de decantação e, desse modo, pode-se escoar essa fase primeiramente, ocorrendo a separação das substâncias.

13. E
14. B
15. E
16. A) A destilação simples tem por base uma grande diferença nos pontos de ebulição dos componentes: um é sólido, enquanto o outro é líquido nas condições ambiente.

A destilação fracionada tem por base pequenas diferenças nos pontos de ebulição entre os componentes.

B) Não, pois água e óleo formam um sistema heterogêneo. Esses componentes podem ser separados por decantação.

MÓDULO 14

ÁCIDOS DE ARRHENIUS

01. (Mackenzie-SP) Uma solução aquosa de HNO_3 é ácida devido à presença de

- A) íons nitrito. D) gás hidrogênio.
 B) íons hidroxila. E) moléculas de oxigênio.
 C) íons hidroxônio.

02. (UCSal-BA) A ionização do ácido sulfúrico, em água, é representada por:

- A) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{água} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
 B) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{água} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 C) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{água} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}^+$
 D) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{água} \rightarrow \text{H}_2\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
 E) $\text{SO}_3 + \text{água} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

03. (UFAC) Segundo Nicolas Lémery (alquimista, 1645-1715), um ácido contém partículas pontiagudas, como testemunha o picar sobre a língua e as formas que tomam os sais ácidos cristalizados. A força de um ácido depende da espessura das pontas de suas partículas, isto é, da sua capacidade de penetrar nos corpos que atacam. E se o calcário entra em efervescência quando é posto em contato com um ácido, é porque é composto de paredes rígidas e quebradiças: as pontas dos ácidos penetram nos poros do calcário, destroem-nas, afastando tudo o que se opõe ao seu movimento.

Lémery atribuiu a força de um ácido à sua capacidade de penetrar nos corpos.

Atualmente, existem outras formas de se analisar a força de um ácido. Assim, pode-se dizer a respeito de um ácido:

- A) A sua força está relacionada com a sua tendência em liberar H^+ .
 B) A sua força pode ser prevista pelo seu valor de K_a .
 C) Um ácido forte, em solução aquosa, encontra-se parcialmente ionizado.
 D) Uma solução de ácido fraco contém grande quantidade de íons OH^- .
 E) Um ácido fraco é incapaz de reagir com uma base.

04. (UECE) Considere os ácidos a seguir, com seus respectivos graus de ionização (a 18°C) e usos:

- I. H_3PO_4 ($\alpha = 27\%$), usado na preparação de fertilizantes e como acidulante em bebidas e refrigerantes.
 II. H_2S ($\alpha = 7,6 \cdot 10^{-2}\%$), usado como redutor.
 III. $\text{HC}l\text{O}_4$ ($\alpha = 97\%$), usado na Medicina, em análises químicas e como catalisador em explosivos.
 IV. HCN ($\alpha = 8,0 \cdot 10^{-3}\%$), usado na fabricação de plásticos, corantes e fumigantes para orquídeas e poda de árvores.

Pode-se afirmar que está correta:

- A) $\text{HC}l\text{O}_4$ e HCN são triácidos.
 B) H_3PO_4 e H_2S são hidrácidos.
 C) H_3PO_4 é considerado um ácido semiforte.
 D) H_2S é um ácido ternário.
 E) N.d.a.

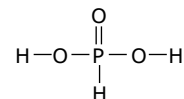
05. (UNIFEI-MG) A Química está presente em eventos simples do cotidiano. Considere as seguintes afirmações:

- 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 , $\text{HC}l$ e HCOOH .
 D) ácido carbônico, ácido nítrico e CH_3COOH .

06. (UESC-BA) Considere o composto a seguir:



Assinale verdadeiro (V) ou falso (F), dizendo quais itens são corretos.

01. O composto apresenta três hidrogênios ionizáveis.
 02. O composto apresenta quatro ligações covalentes comuns e uma coordenada.
 04. O composto é um diácido.
 08. O composto pertence a uma função orgânica.
 Soma ()

07. (UFG-GO) A vida aquática só é possível devido à solubilidade de vários gases na água. Borbulhando na água

01. o gás hidrogênio, forma-se o íon H_3O^+ .
 02. o SO_2 , o meio torna-se condutor de corrente elétrica.
 03. o ácido clorídrico, ocorre reação química.
 04. o oxigênio, forma-se o peróxido de hidrogênio ou água oxigenada.
 Soma ()

08. (UFMA) Qual dos ácidos a seguir é o mais forte?

- A) $\text{HC}l\text{O}_4$ C) H_2SO_4 E) HCNO
 B) H_3PO_4 D) H_3PO_3

09. (PUC-SP) Determine a ordem de acidez dos seguintes compostos:

- I. HNO_2 A) II > IV > III > I
 II. H_4SiO_4 B) III > IV > I > II
 III. HMnO_4 C) I > III > IV > II
 IV. H_2SO_4 D) I > II > III > IV
 E) IV > II > I > III

10. (UFMT) Utilizando a tabela a seguir, que apresenta o nome de vários ácidos, complete-a, escrevendo a fórmula molecular e dando a classificação de cada um quanto ao número de hidrogênios ionizáveis.

Nome	Fórmula	Classificação
Fosfórico		
Sulfúrico		
Cianídrico		
Ciânico		
Clorídrico		
Nítrico		
Bórico		
Fosforoso		
Sulfídrico		

11. (Vunesp) Escreva
- A) as fórmulas moleculares do ácido hipoiódico e do ácido perbrômico.
- B) os nomes dos compostos de fórmulas H_2SO_3 e H_3PO_4 .

GABARITO

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

Nome	Fórmula	Classificação
Fosfórico	H_3PO_4	Triácido
Sulfúrico	H_2SO_4	Diácido
Cianídrico	HCN	Monoácido
Ciânico	HCNO	Monoácido
Clorídrico	HCl	Monoácido
Nítrico	HNO_3	Monoácido
Bórico	H_3BO_3	Triácido
Fosforoso	H_3PO_2	Diácido
Sulfídrico	H_2S	Diácido

11. A) HIO e $HBrO_4$
 B) Ácido sulfuroso e ácido fosfórico

MÓDULO 15

BASES DE ARRHENIUS

01. (FEI-SP) Explique por que é praticamente impossível medir a condutividade elétrica de um hidróxido que não seja de um metal alcalino.
02. (Mackenzie-SP) Observe as fórmulas do sulfato de amônio $(NH_4)_2SO_4$ e do hidróxido de potássio KOH e assinale a alternativa que apresenta a fórmula do hidróxido de amônio, substância presente em alguns produtos de limpeza.
- A) NH_4 C) $NH_4(OH)_2$ E) $NH_4(OH)_4$
 B) $(NH_4)_2OH$ D) NH_4OH
03. (PUC RS) A soda cáustica se comporta diante da fenolftaleína da mesma forma que
- A) o amoníaco.
 B) a água da chuva.
 C) a urina.
 D) os refrigerantes gaseificados.
 E) o suco de laranja.
04. (USJT-SP) Sabor adstringente é o que percebemos quando comemos uma banana verde (não madura). Que substância a seguir teria sabor adstringente?
- A) CH_3COOH C) $Al(OH)_3$ E) H_3PO_4
 B) NaCl D) $C_{12}H_{22}O_{11}$
05. (FUVEST-SP) Assinale a alternativa que apresenta dois produtos caseiros com propriedades alcalinas.
- A) Detergente e vinagre
 B) Sal e coalhada
 C) Leite de magnésia e sabão
 D) Bicarbonato e açúcar
 E) Coca-cola e água de cal
06. (FMU-SP) Para combater a acidez estomacal causada pelo excesso de ácido clorídrico, costuma-se ingerir um antiácido. Das substâncias a seguir, encontradas no cotidiano das pessoas, a mais indicada para combater a acidez é
- A) refrigerante.
 B) suco de laranja.
 C) água com limão.
 D) vinagre.
 E) leite de magnésia.
07. Qual dos compostos a seguir é usado na fabricação do sabão?
- A) HCl C) HNO_3 E) $Ca(OH)_2$
 B) H_2SO_4 D) NaOH

08. (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

09. (FUVEST-SP) Quantidades adequadas de hidróxido de magnésio podem ser usadas para diminuir a acidez estomacal. Qual o ácido, presente no estômago, principal responsável pelo baixo pH do suco gástrico? Escreva a equação da reação entre esse ácido e o hidróxido de magnésio.

Observação: Entenda por "baixo pH" uma elevada acidez.

10. (Mackenzie-SP) Na decomposição térmica do calcário (CaCO_3), obtêm-se um gás e um sólido branco chamado de cal viva ou virgem, que, por sua vez, ao reagir com água, forma a cal extinta, cuja fórmula é:

A) CaC_2 C) CaO E) H_2CO_3
 B) Ca(OH)_2 D) CO_2

11. (UFRGS-RS) Responder à questão com base nas afirmativas a seguir.

I. Pode ser obtido pela eletrólise da água do mar.
 II. É um sólido branco solúvel em água.
 III. Reage com ácido carbônico formando um sal usado na fabricação de vidro.
 IV. Utilizado na produção de sabão e na fabricação de produtos usados para desentupir pias e ralos.

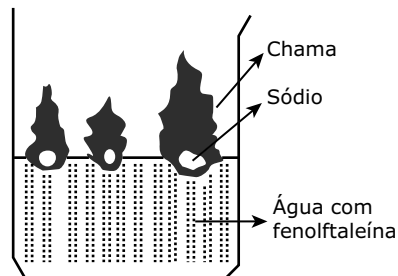
É correto dizer que as afirmativas se referem ao

A) cloreto de sódio. D) óxido de cloro.
 B) hidróxido de sódio. E) óxido de sódio.
 C) ácido clorídrico.

12. (FUVEST-SP) Coloca-se, em um recipiente de vidro, água destilada, gotas de solução de fenolftaleína e, em seguida, pedaços de sódio metálico.

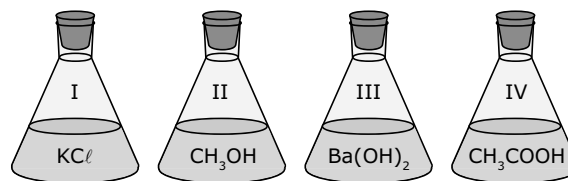
Observa-se, então, violenta reação do metal com a água, resultando uma chama na superfície exposta do metal e coloração rósea na solução.

A chama e a coloração resultam, respectivamente, da queima de



A) hidrogênio produzido na reação e aumento de pH.
 B) oxigênio produzido na reação e aumento de pH.
 C) nitrogênio do ar e aumento de pH.
 D) hidrogênio produzido na reação e diminuição de pH.
 E) nitrogênio do ar e diminuição de pH.

13. (UFOP-MG) Os frascos a seguir, identificados por I, II, III e IV, contêm, cada um, 100 mL de solução aquosa das respectivas substâncias, todas de mesma concentração, a 25 °C e 1 atm.



A) Em qual(is) frasco(s) estão presentes eletrólitos?
 B) Qual frasco contém a solução de menor pH?
 C) Em qual frasco está a solução mais provável de reagir com um ácido de Arrhenius para formar sal e água?
 D) Em qual frasco está a solução que apresenta o menor ponto de congelamento? Justifique sua resposta.

14. (Vunesp) Um funcionário de uma empresa de limpeza dispunha de dois produtos para o trabalho "pesado": soluções concentradas de ácido muriático e de soda cáustica. Não conseguindo remover uma "crosta" de sujeira, usando essas soluções separadamente, ele preparou uma mistura, usando volumes iguais das mesmas.

Sabendo que ácido muriático e soda cáustica são os nomes comerciais, respectivamente, do ácido clorídrico e do hidróxido de sódio, o funcionário terá sucesso em sua última tentativa de remover a sujeira?

A) Não, pois, na mistura, as concentrações de ambos os produtos foram reduzidas à metade.
 B) Não, pois ácido muriático e soda cáustica não são adequados para remover sujeira.
 C) Não, pois a mistura resultante é apenas uma solução de cloreto de sódio, podendo ainda conter ácido muriático ou soda cáustica excedente.
 D) Sim, pois estarão sendo utilizadas as propriedades de ambos os produtos ao mesmo tempo.
 E) Sim, desde que as concentrações molares de ambos os produtos sejam idênticas.

15. Existe soda cáustica na natureza? Qual a matéria-prima usada na sua fabricação?

16. O leite de magnésia é usado como medicamento antiácido estomacal. Por quê? Qual reação ocorre no estômago?

17. Quando um pedreiro mistura cal viva ou cal virgem com água, ocorre uma reação com grande liberação de calor. Qual é a equação dessa reação?

18. Cite três fertilizantes fabricados com amônia.

- 19.** (ITA-SP) Das afirmações seguintes, assinale a errada.
- Os hidróxidos dos metais de transição, via de regra, são coloridos e muito pouco solúveis em água.
 - Os hidróxidos dos metais alcalinoterrosos são menos solúveis em água do que os hidróxidos dos metais alcalinos.
 - O método mais fácil de preparação de qualquer hidróxido consiste na reação do respectivo óxido com água.
 - Existem hidróxidos que formam produtos solúveis quando são tratados com soluções aquosas, tanto de certos ácidos como de certas bases.
 - Hidróxido de alumínio, recém-precipitado de solução aquosa, geralmente se apresenta na forma de um gel não cristalizado.
- 20.** (ITA-SP) Descreva como o hidróxido de sódio é obtido em escala industrial. Sua descrição deve incluir as matérias-primas utilizadas, as equações das reações químicas envolvidas no processo, as condições de operação e o aproveitamento de eventuais subprodutos obtidos no processo.
- 21.** (ITA-SP) Num tubo de ensaio, dissolve-se açúcar em água e acrescenta-se uma porção de fermento biológico, do tipo utilizado na fabricação de pães. Após certo tempo, observa-se a liberação de gás nessa mistura. O borbulhamento desse gás em uma solução aquosa não saturada em $\text{Ba}(\text{OH})_2$ provoca, inicialmente, sua turvação. Esta desaparece com o borbulhamento prolongado do gás. A respeito das descrições feitas nesses experimentos, são feitas as seguintes afirmações:
- O produto gasoso formado e responsável pela turvação inicial da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ é o monóxido de carbono (CO).
 - O produto gasoso formado e responsável pela turvação inicial da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ é o etanol.
 - A turvação inicial da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ é justificada pela precipitação do $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2(\text{s})$.
 - A turvação inicial da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ é justificada pela precipitação do $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s})$.
 - O desaparecimento da turvação inicial da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ é justificado pela reação química representada pela seguinte equação:

$$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{BaCO}_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$$
- Das informações anteriores, estão erradas
- apenas I e III.
 - apenas I e V.
 - apenas II e IV.
 - apenas II, IV e V.
 - todas.

GABARITO

- Os hidróxidos com metais alcalinoterrosos são pouco solúveis, e os hidróxidos de outros metais são praticamente insolúveis. Por isso, é quase impossível medir a condutividade elétrica destes.
- D
- A
- C
- C
- E
- D
- D
- O responsável pelo baixo pH do suco gástrico é o ácido clorídrico.

$$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- B
- B
- A
- A) Nos frascos I, III e IV.
B) Frasco IV.
C) O frasco III, que contém uma base de Arrhenius, hidróxido de bário.
D) Todos os frascos possuem soluções de mesma concentração. Considerando as equações de ionização / dissociação iônica dos respectivos solutos,

$$\text{KCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$$

$$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{não ioniza consideravelmente}$$

$$\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})} \rightarrow \text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{OH}^-_{(\text{aq})}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$$
 o soluto que libera mais espécies em sua ionização / dissociação é o $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ($i = 3$). Logo, o efeito coligativo do abaixamento do ponto de congelamento é mais pronunciado no frasco III.
- C
- Não. Cloreto de sódio (NaCl).
- O leite de magnésia neutraliza o excesso de ácido clorídrico no suco gástrico. A equação entre esse ácido e o hidróxido de magnésio pode ser representada por:

$$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
- Nitrato, sulfato e fosfato de amônio.
- C
- O hidróxido de sódio é obtido industrialmente por eletrólise de soluções aquosas de NaCl .
Matérias-primas: NaCl e H_2O
Equação:

$$2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow 2\text{NaOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$$
- Subprodutos:
 - Hidrogênio gasoso: usado em outras reações químicas e como combustível.
 - Cloro gasoso: aproveitado em diversas outras reações, como a de cloração, e na obtenção de compostos para o tratamento de água etc.
- E

MÓDULO 16

SAIS

- 01.** (FUVEST-SP) Quando se adiciona uma solução de um ácido forte a uma solução de uma base forte, ocorre a reação:
- A) $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
 B) $H_2 + OH^- \rightarrow H_3O^-$
 C) $H^+ + O^{2-} \rightarrow OH^-$
 D) $H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$
 E) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
- 02.** (Mackenzie-SP) Para combater a azia, podem ser usados medicamentos à base de hidróxido de magnésio – $Mg(OH)_2$. O alívio do sintoma resulta da neutralização do ácido clorídrico do estômago pelo hidróxido de magnésio. A reação, corretamente equacionada e balanceada, que ocorre entre as substâncias citadas é:
- A) $Mg(OH)_2 + HClO_2 \rightarrow MgClO_2 + H_2O$
 B) $Mg(OH)_2 + HCl \rightarrow MgCl + 3H_2O$
 C) $Mg(OH)_2 + 2HClO_3 \rightarrow Mg(ClO_3)_2 + 2H_2O$
 D) $Mg(OH)_2 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$
 E) $Mg(OH)_2 + HCl \rightarrow MgCl + 2H_2O$
- 03.** Alúmens são sulfatos duplos (sais) representados pela fórmula geral $XY(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, em que X e Y são cátions metálicos com números de carga diferentes. Assim, X e Y podem ser
- A) cromo e alumínio.
 B) potássio e cromo.
 C) potássio e sódio.
 D) cálcio e magnésio.
 E) potássio e magnésio.
- 04.** (PUC Minas) Considere os seguintes sais:
- I. Cloreto de sódio
 II. Cloreto de cálcio
 III. Cloreto de amônio
- Um aluno preparou 3 soluções aquosas, cada uma contendo um dos sais dissociado em água deionizada de $pH = 7$.
- É correto afirmar que
- A) a solução contendo o sal I é neutra.
 B) a solução contendo o sal II é ácida.
 C) a solução contendo o sal III é básica.
 D) as soluções contendo os sais I e III são ácidas.
- 05.** Um fungicida inorgânico de fácil preparação é a calda bordalesa, feita com sulfato de cobre (II) e hidróxido de cálcio em água. As fórmulas dos dois primeiros são, respectivamente,
- A) CuS e $Ca(OH)_2$.
 B) Cu_2SO_4 e $Ca(OH)_2$.
 C) $CuSO_3$ e $Ca(OH)_2$.
 D) $CuSO_4$ e $Ca(OH)_2$.
 E) $CuSO_3$ e $CaOH$.
- 06.** Em qual dos compostos seguintes há o dobro de cátions em relação ao número de ânions?
- A) Sulfato de potássio
 B) Sulfato de cálcio
 C) Sulfato de alumínio
 D) Sulfato de cobre (II)
 E) Sulfato de ferro (III)
- 07.** (Vunesp) Acetato de chumbo (II), sulfato de alumínio, cloreto de amônio e nitrato de sódio são alguns sais usados na preparação de soluções saturadas para banho-maria. As fórmulas desses sais são, respectivamente,
- A) $PbAc$, Al_2S , NH_4Cl e $NaNO_4$.
 B) $Pb_2(CH_3COO)_3$, Al_2S_3 , NH_4Cl e Na_3N .
 C) Pb_2CH_3COO , $Al_2(SO_4)_3$, NH_3Cl e $NaNO_3$.
 D) $CH_3CO_2Pb^{2+}$, Al_2SO_3 , NH_3Cl_2 e $NaNO_2$.
 E) $Pb(CH_3COO)_2$, $Al_2(SO_4)_3$, NH_4Cl e $NaNO_3$.
- 08.** (PUC-Campinas-SP) O NH_4ClO_4 , propelente sólido de foguetes, e o $NaHCO_3$, de comercialização controlada para restringir a produção do crack, são, respectivamente, os compostos
- A) clorato de amônio e carbonato de sódio.
 B) perclorato de amônio e carbonato ácido de sódio.
 C) hipoclorito de amônio e oxalato ácido de sódio.
 D) clorito de amônio e carbeto de sódio.
 E) cloreto de amônio e bicarbonato de sódio.
- 09.** (PUC RS)

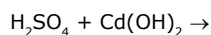
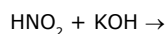
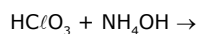
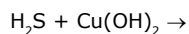
Fórmula	Nome	Função química
NH_4OH	I	Base
$NaHCO_3$	Mono-hidrogeno-carbonato de sódio	II
III	Ácido hipocloroso	Ácido
KNO_2	IV	Sal

Os números I, II, III e IV são substituídos adequadamente por

- A) hidróxido de amônia, ácido, $HClO_4$ e nitrato de potássio.
 B) hidróxido de amônio, ácido, $HClO$ e nitrato de potássio.
 C) óxido de amônia, sal, $HClO_4$ e nitrato de potássio.
 D) hidróxido de nitrogênio, sal, $HClO_4$ e nitrito de potássio.
 E) hidróxido de amônio, sal, $HClO$ e nitrito de potássio.

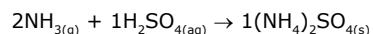
- 10.** (Vunesp) Para remover dióxido de carbono do ar respirado pelos astronautas nas espaçonaves, utiliza-se hidróxido de lítio sólido. A fórmula, o nome e o estado físico do produto formado são, respectivamente,
- A) Li_2C , carbeto de lítio, sólido.
 - B) LiHCO_3 , hidrogenocarbonato de lítio, sólido.
 - C) $\text{Li}(\text{OH})\text{CO}_2$, hidroxicarbonato de lítio, líquido.
 - D) Li_2CO_3 , carbonato de lítio, gasoso.
 - E) Li_2HCO_3 , bicarbonato de lítio, líquido.

- 11.** (UFOP-MG) Considere as seguintes reações ácido-base, incompletas e não balanceadas:



Os nomes dos sais formados em cada reação, na ordem apresentada, são:

- A) Sulfato de cobre (II), cloreto de amônio, nitrato de potássio, sulfeto de cádmio (II)
 - B) Sulfeto de cobre (II), clorato de amônio, nitrito de potássio, sulfato de cádmio (II)
 - C) Sulfeto de cobre (II), perclorato de amônio, nitreto de potássio, sulfeto de cádmio (II)
 - D) Sulfeto de cobre (II), clorito de amônio, nitreto de potássio, sulfato de cádmio (II)
- 12.** (UFSC) O solo agrícola é constituído de uma mistura complexa de matéria orgânica e de minerais. O primeiro fertilizante utilizado provavelmente foi o adubo constituído de esterco e ramos ou folhas apodrecidas. No século XVII, reconheceu-se a importância do nitrato como fertilizante, iniciando-se a exploração de nitrato de potássio e nitrato de sódio para serem utilizados no tratamento do solo. No entanto, a agricultura alcançou seus primeiros resultados significativos na primeira metade do século XX, com a utilização dos macronutrientes fósforo, nitrogênio e potássio para o crescimento dos vegetais, recomendando-se o emprego da amônia como fertilizante. Dessa forma, propôs-se o uso do ácido sulfúrico para fixá-la na forma de um sal, conforme indicado na equação química a seguir:



De acordo com as informações fornecidas anteriormente, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

- 01. Fertilizantes à base de NPK possuem, em sua composição, os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente.
- 02. O nitrato de sódio é representado pela fórmula NaNO_3 .
- 04. O sulfato de amônio, ao se dissociar em meio aquoso, produz um mol de íon amônio e um mol de íon sulfato.
- 08. Os dois hidrogênios ionizáveis do ácido sulfúrico estão ligados diretamente ao átomo de enxofre.
- 16. De acordo com o conceito de Brønsted-Lowry, a amônia é uma base aceptora de próton.
- 32. A fórmula estrutural do H_2SO_4 apresenta as seguintes ligações: três covalentes normais, uma dupla e uma covalente coordenada.

Soma ()

GABARITO

- 01. E
- 02. D
- 03. B
- 04. A
- 05. D
- 06. A
- 07. E
- 08. B
- 09. E
- 10. B
- 11. B
- 12. Soma = 19

Caderno Extra

MÓDULO 13

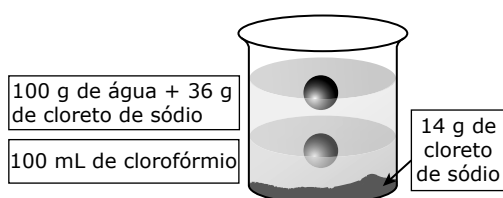
CONCENTRAÇÃO DAS SOLUÇÕES

01. (UFT-TO) Numa aula prática de Química, João retira, com o auxílio de uma pipeta, 10 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio, $\text{NaOH}_{(aq)}$, de um frasco que contém 1 litro dessa solução. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que, nesse caso, a alíquota retirada por João difere da solução original quanto à

- A) concentração do soluto.
- B) condutibilidade elétrica da solução.
- C) massa do soluto.
- D) pressão de vapor.

02. (PUC-SP) Em um béquer de 250 mL, foram adicionados 100 mL de água, 100 mL de clorofórmio, 50 g de cloreto de sódio e duas bolinhas de plástico, uma com densidade $1,10 \text{ g.cm}^{-3}$ e outra com densidade $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$.

Após agitação vigorosa, o sistema foi deixado em repouso. O esquema a seguir ilustra o sistema em equilíbrio obtido a 20°C .



Analisando o experimento, um aluno fez as seguintes afirmações:

- I. O clorofórmio apresenta densidade maior do que $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$ a 20°C .
- II. A solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) em clorofórmio é de 14,0 g em 100 g de clorofórmio.
- III. A solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) em água é de 36,0 g em 100 g de água.
- IV. A densidade da solução aquosa saturada de cloreto de sódio apresenta densidade inferior a $1,10 \text{ g.cm}^{-3}$ a 20°C .
- V. Dos materiais presentes no béquer, o cloreto de sódio é o mais denso.

Estão corretas apenas

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

03. (UFU-MG) Um laboratorista preparou uma mistura, a 80°C , constituída de 70 g de cloreto de potássio (KCl) e 150 g de água. Em seguida, a mistura foi resfriada até 20°C , mantendo-se a temperatura nesse valor.

Considerando-se os dados de solubilidade do KCl em 100 g de água, apresentados na tabela a seguir,

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Solubilidade do KCl
20	34
40	40
60	45
80	50

A) Determine se a mistura ($\text{KCl} + \text{água}$), nas temperaturas de 80°C e 20°C , é homogênea ou heterogênea. Em cada caso, justifique sua resposta por meio de cálculos.

B) Calcule a concentração aproximada de KCl (em g.L^{-1}) que se encontra dissolvida na solução, a 20°C .

Dado: Densidade da solução = $1,1 \text{ g.mL}^{-1}$.

04. (PUC Minas) A solução de fluoreto de sódio (NaF) 0,05% p/V é utilizada para bochechar, evitando-se as cáries dentárias.

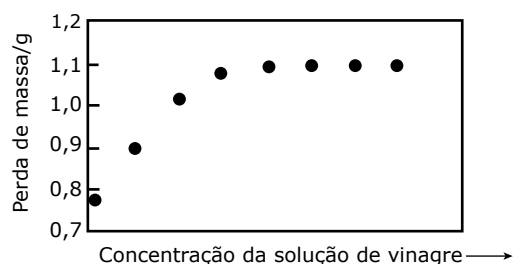
Para prepararmos 2 litros dessa solução, a massa de fluoreto de sódio que deverá ser utilizada é, em gramas, igual a

- A) 0,5.
- B) 1,0.
- C) 5,0.
- D) 10,0.

- 05.** (FUVEST-SP) Os comprimidos de um certo antiácido efervescente contêm ácido acetilsalicílico, ácido cítrico e determinada quantidade de bicarbonato de sódio, que não é totalmente consumida pelos outros componentes, quando o comprimido é dissolvido em água.

Para determinar a porcentagem em massa do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) nesses comprimidos, foram preparadas 7 soluções de vinagre, com mesmo volume, porém de concentrações crescentes. Em um primeiro experimento, determinou-se a massa de um certo volume de água e de um comprimido do antiácido. A seguir, adicionou-se o comprimido à água, agitou-se e, após cessar a liberação de gás, fez-se nova pesagem.

Procedimento análogo foi repetido para cada uma das 7 soluções. Os resultados desses 8 experimentos estão no gráfico.



Dados: Massa do comprimido = 3,0 g; massas molares ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$): dióxido de carbono = 44; bicarbonato de sódio = 84; vinagre = solução aquosa diluída de ácido acético. Considerando desprezível a solubilidade do gás na água e nas soluções utilizadas, a porcentagem, em massa, de bicarbonato de sódio nos comprimidos de antiácido é, aproximadamente, de

- A) 30. B) 55. C) 70. D) 85. E) 90.

- 06.** (FMTM-MG) A fumaça de cigarros contém diversas substâncias tóxicas, entre elas o monóxido de carbono. Estudos realizados na Universidade da Califórnia (EUA) indicaram que o ar atmosférico ao redor de uma pessoa enquanto ela fuma apresenta 0,04% em volume de monóxido de carbono.

A quantidade de monóxido de carbono no ar é um parâmetro utilizado para indicar a qualidade do ar que respiramos. A tabela a seguir apresenta essa correlação.

Qualidade do ar	CO (parte por milhão em volume)
Boa	4,5
Regular	9,0
Inadequada	15,0
Má	30,0
Péssima	40,0
Crítica	50,0

Com base nas informações fornecidas, a concentração de monóxido de carbono no ar, proveniente da fumaça de cigarros de um fumante, é cerca de

- A) dez vezes maior que a considerada péssima para a qualidade do ar.
 B) nove vezes maior que a considerada regular para a qualidade do ar.
 C) cinco vezes menor que a considerada boa para a qualidade do ar.
 D) quatro vezes maior que a considerada crítica para a qualidade do ar.
 E) três vezes maior que a considerada inadequada para a qualidade do ar.

- 07.** (UFV-MG) A concentração de íons fluoreto determinada em uma amostra de água para uso doméstico foi de $5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Se uma pessoa tomou 2,0 L dessa água em um dia, a massa de fluoreto, em gramas, que essa pessoa ingeriu é igual a:

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

- 08.** (Mackenzie-SP) O conteúdo de um refresco sólido que contém 44 mg de vitamina C foi dissolvido completamente em água, até completar 1 litro de solução. Numa amostra de 200 mL desse refresco, a quantidade de vitamina C é

- Dado:** Massa molar da vitamina C = $175 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
 A) $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. D) 0,1 mol.
 B) $8,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. E) $5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.
 C) $4,4 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$.

- 09.** (PUC Minas) A sacarina, que tem massa molar $183 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ e fórmula $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{NO}_3$, é utilizada em adoçantes artificiais. Cada gota de certo adoçante contém 3,66 mg de sacarina. Foram adicionadas a um recipiente, que contém café com leite, 50 gotas desse adoçante, totalizando um volume de 250 mL.

A concentração $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ em relação à sacarina, nesse recipiente, é igual a

- A) 0,4. C) 0,001.
 B) 0,1. D) 0,004.

- 10.** (UFV-MG) Prepararam-se 200,0 mL de uma solução aquosa utilizando-se 11,10 g de CaCl_2 anidro e 5,85 g de NaCl anidro. A concentração de íons cloreto na solução, em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, é

- A) 1,0. D) 2,0.
 B) 0,75. E) 0,5.
 C) 1,5.

11. (CEFET-MG) No rótulo de uma bebida dietética, leem-se as seguintes informações:

<p>NOVO</p> <p>MARACUJÁ FIT</p> <p>DIET SEM AÇÚCAR</p> <p>8 g faz 1 litro</p> <p>BEBIDA DIETÉTICA</p> <p>PREPARADO SÓLIDO PARA REFRESCO</p> <p>SABOR DE MARACUJÁ DIETÉTICO</p> <p>INDÚSTRIA BRASILEIRA</p>	CONTÉM 1% DE POLPA DE MARACUJÁ											
	<p>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</p> <p>Porção de 1,6 g (1/5 da embalagem)</p>											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantidade por porção</th> <th>%VD(*)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor Energético</td> <td>5 kcal = 21 kJ</td> </tr> <tr> <td>Carboidratos</td> <td>1,3 g</td> </tr> <tr> <td>Açúcares</td> <td>0 g</td> </tr> <tr> <td>Sódio</td> <td>24 mg</td> </tr> </tbody> </table>		Quantidade por porção	%VD(*)	Valor Energético	5 kcal = 21 kJ	Carboidratos	1,3 g	Açúcares	0 g	Sódio	24 mg
	Quantidade por porção	%VD(*)										
Valor Energético	5 kcal = 21 kJ											
Carboidratos	1,3 g											
Açúcares	0 g											
Sódio	24 mg											
<p><small>Não contém quantidade significativa de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans e fibra alimentar.</small></p> <p><small>(*) Valores diários com base em uma dieta de 2 000 kcal ou 8 400 kJ</small></p>												

Dissolvendo-se todo o conteúdo do refresco em pó, produziu-se 1 litro de solução de suco de maracujá. A concentração em mol.L⁻¹ de íon sódio é, aproximadamente, igual a:

- A) 5 . 10⁻³ D) 7 . 10⁻²
 B) 7 . 10⁻³ E) 5 . 10⁻¹
 C) 5 . 10⁻²

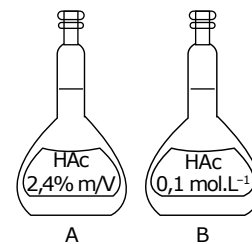
12. (PUC Minas) A hiperágua apresenta, em sua composição, 42,0 mg.L⁻¹ de bicarbonato de sódio (NaHCO₃). A concentração dessa água mineral com relação ao bicarbonato de sódio é, em mol.L⁻¹, igual a:

- A) 5,0 . 10⁻¹ C) 5,0 . 10⁻³
 B) 5,0 . 10⁻⁴ D) 5,0 . 10⁻²

13. (UFPEL-RS) A acidez do leite pode ser expressa em graus Dornic, sendo que cada °D corresponde a 0,1 g/litro de ácido láctico – um leite é considerado impróprio para o consumo quando sua acidez é superior a 20 °D. Considerando isso, está correto afirmar que um leite não deve ser consumido quando sua

- Dados:** Massa molar do ácido láctico = 90 g/mol
- A) concentração comum, em ácido láctico, estiver compreendida entre 1,6 e 2,0 g/litro.
 B) concentração comum, em ácido láctico, for inferior a 0,022 mol/litro.
 C) concentração comum, em ácido láctico, for igual a 0,022 mol/litro.
 D) concentração molar, em ácido láctico, for superior a 0,023 mol/litro.
 E) concentração molar, em ácido láctico, estiver compreendida entre 1,6 e 2,0 g/litro.

14. (UEL-PR) O ácido acético de fórmula molecular H₃CCOOH é usado para fabricação do vinagre. Nas figuras a seguir, cada balão volumétrico, A e B, contém um litro de solução desse ácido com as concentrações indicadas nos rótulos. Assinale a alternativa que corresponde, respectivamente, à concentração do ácido do balão A (em mol.L⁻¹) e ao número de mol em 32,0 mL do ácido contido no balão B.



- A) 4,5 . 10⁻² mol.L⁻¹ e 3,20 . 10⁻³ mol.
 B) 4,0 . 10⁻² mol.L⁻¹ e 0,23 . 10⁻³ mol.
 C) 2,5 . 10⁻² mol.L⁻¹ e 0,20 . 10⁻³ mol.
 D) 4,5 . 10⁻² mol.L⁻¹ e 2,30 . 10⁻³ mol.
 E) 4,0 . 10⁻¹ mol.L⁻¹ e 3,20 . 10⁻³ mol.

15. (OBQ) Determinou-se, em uma solução aquosa, a presença dos seguintes íons: Na⁺, Cl⁻ e SO₄²⁻. Se, nessa solução, as concentrações dos íons Na⁺ e SO₄²⁻ são, respectivamente, 0,05 mol.L⁻¹ e 0,01 mol.L⁻¹, a concentração, em mol.L⁻¹ de íons Cl⁻, será
- A) 0,01. C) 0,03. E) 0,05.
 B) 0,02. D) 0,04.

GABARITO

01. C
 02. E
 03. A) A 80 °C – homogênea
 100 g de H₂O $\xrightarrow{\text{dissolvem}}$ 50 g de KCl
 150 g ————— x
 x = 75 g de KCl
 A 20 °C – heterogênea
 100 g de H₂O $\xrightarrow{\text{dissolvem}}$ 34 g de KCl
 150 g ————— y
 y = 51 g de KCl
 B) 279 g.L⁻¹
 04. B 08. E 12. B
 05. C 09. D 13. D
 06. A 10. C 14. E
 07. A 11. A 15. C

MÓDULO 14

DILUIÇÃO E MISTURA DE SOLUÇÕES

01. (FEI-SP) Que volume de água destilada devemos adicionar a 150,0 mL de uma solução a 7,00% de um xampu para automóvel a fim de torná-la a 3,00%?
- A) 50,0 mL C) 200,0 mL E) 750,0 mL
 B) 100,0 mL D) 450,0 mL

02. (UFPE) Os médicos recomendam que o umbigo de recém-nascidos seja limpo usando-se álcool a 70%. Contudo, no comércio, o álcool hidratado é geralmente encontrado na concentração de 96% de volume de álcool para 4% de volume de água. Logo, é preciso realizar uma diluição. Qual o volume de água pura deve ser adicionado a um litro (1 L) de álcool hidratado 80% V/V, para se obter uma solução final de concentração 50% V/V?

- A) 200 mL. C) 600 mL. E) 1 600 mL.
B) 400 mL. D) 800 mL.

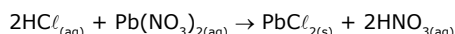
03. (ITA-SP) Para preparar 80 L de uma solução aquosa 12% (massa/massa) de KOH (massa específica da solução = 1,10 g.cm⁻³), foram adicionados X litros de uma solução aquosa 44% (massa/massa) de KOH (massa específica da solução = 1,50 g.cm⁻³) e Y litros de água deionizada (massa específica = 1,00 g.cm⁻³). Os valores de X e de Y são, respectivamente,

- A) 12 L e 68 L. D) 36 L e 44 L.
B) 16 L e 64 L. E) 44 L e 36 L.
C) 30 L e 50 L.

04. (UFRGS-RS) Misturando-se 250 mL de solução 0,600 mol.L⁻¹ de KCl com 750 mL de solução 0,200 mol.L⁻¹ de BaCl₂, obtém-se uma solução cuja concentração de íon cloreto, em mol.L⁻¹, é igual a

- A) 0,300. C) 0,450. E) 0,800.
B) 0,400. D) 0,600.

05. (PUC Rio) 100 mL de uma solução aquosa 1,0 . 10⁻¹ mol.L⁻¹ de HCl são misturados com 150 mL de solução aquosa 2,0 . 10⁻² mol.L⁻¹ de Pb(NO₃)₂ que reagem segundo a reação a seguir.

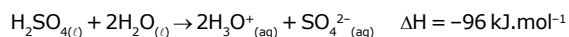


Assinale a alternativa que indica, com maior aproximação, a quantidade máxima de PbCl₂ que pode ser obtida na reação.

- A) 0,06 g. C) 0,83 g. E) 2,6 g.
B) 0,41 g. D) 1,6 g.

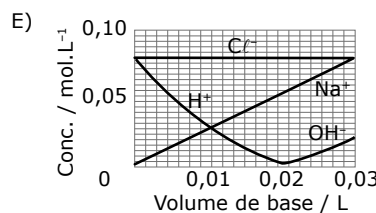
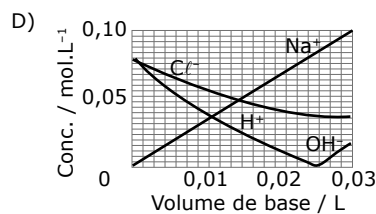
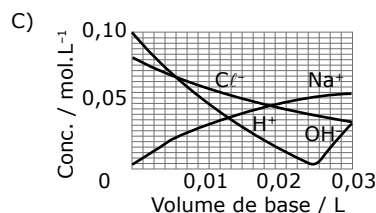
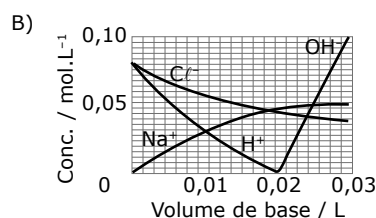
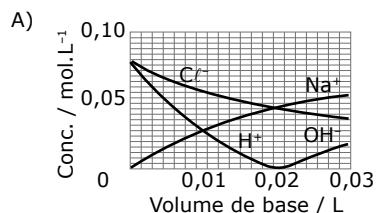
06. (UFU-MG) Responda aos itens a seguir.

- A) O ácido sulfúrico comercial tem 95% em peso de H₂SO₄ e densidade igual a 1,86 g.cm⁻³. Sabendo-se que o eletrólito presente nas baterias de carros é uma solução aquosa de ácido sulfúrico de concentração aproximadamente 5,0 mol.L⁻¹, calcule o volume de ácido sulfúrico comercial necessário para se preparar 1,0 L de solução de eletrólito para bateria.
B) A dissolução de H₂SO₄ em água envolve a seguinte variação de entalpia:



Considerando as informações anteriores e sabendo que a densidade da água é 1 g.cm⁻³, comente como deve ser preparada a solução do eletrólito do item A.

07. (FUVEST-SP) Uma solução aquosa de NaOH (base forte), de concentração 0,10 mol.L⁻¹, foi gradualmente adicionada a uma solução aquosa de HCl (ácido forte), de concentração 0,08 mol.L⁻¹. O gráfico que fornece as concentrações das diferentes espécies durante essa adição é



GABARITO

01. C 02. C 03. B 04. C 05. C

06. A) V(H₂SO₄) = 227,3 mL

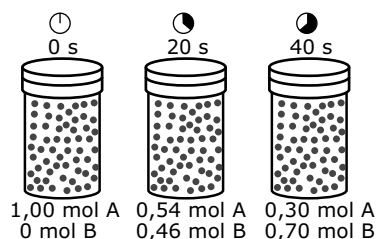
B) Por se tratar de uma dissolução exotérmica, o volume de 277,3 mL de H₂SO₄ comercial deve ser lentamente adicionado à água até completar 1 L de solução (nunca se deve adicionar água ao ácido). Preferencialmente, o preparo da solução deve ser realizado em uma capela (sistema de exaustão), devido à possibilidade de volatilização do ácido, vazamentos ou outros acidentes que comprometam a segurança do experimentador.

07. A

MÓDULO 15

INTRODUÇÃO À CINÉTICA QUÍMICA

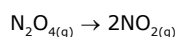
01. (PUC Rio) Considere a reação de decomposição da substância A na substância B e as espécies a cada momento segundo o tempo indicado.



Sobre a velocidade dessa reação, é correto afirmar que a velocidade de

- A) decomposição da substância A, no intervalo de tempo de 0 a 20 s, é 0,46 mol.s⁻¹.
 B) decomposição da substância A, no intervalo de tempo de 20 a 40 s, é 0,012 mol.s⁻¹.
 C) decomposição da substância A, no intervalo de tempo de 0 a 40 s, é 0,035 mol.s⁻¹.
 D) formação da substância B, no intervalo de tempo de 0 a 20 s, é 0,46 mol.s⁻¹.
 E) formação da substância B, no intervalo de tempo de 0 a 40 s, é 0,70 mol.s⁻¹.

02. (UNIFESP) Tetróxido de dinitrogênio se decompõe rapidamente em dióxido de nitrogênio, em condições ambientais.



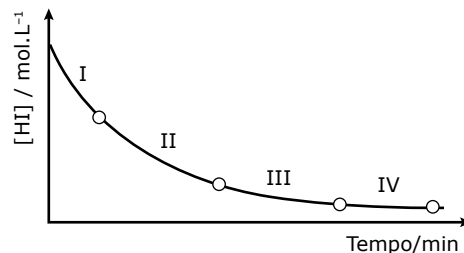
A tabela mostra parte dos dados obtidos no estudo cinético da decomposição do tetróxido de dinitrogênio, em condições ambientais.

Tempo (ms)	[N ₂ O ₄]	[NO ₂]
0	0,050	0
20	0,033	x
40	y	0,050

Os valores de x e de y na tabela e a velocidade média de consumo de N₂O₄ nos 20 ms iniciais devem ser, respectivamente,

- A) 0,034; 0,025 e 1,7 · 10⁻³ mol.L⁻¹.ms⁻¹.
 B) 0,034; 0,025 e 8,5 · 10⁻⁴ mol.L⁻¹.ms⁻¹.
 C) 0,033; 0,012 e 1,7 · 10⁻³ mol.L⁻¹.ms⁻¹.
 D) 0,017; 0,033 e 1,7 · 10⁻³ mol.L⁻¹.ms⁻¹.
 E) 0,017; 0,025 e 8,5 · 10⁻⁴ mol.L⁻¹.ms⁻¹.

03. (FUVEST-SP) O gráfico a seguir foi construído com dados obtidos do estudo da decomposição do iodeto de hidrogênio à temperatura constante.



- A) Em qual dos quatro trechos assinalados na curva a reação ocorre com maior velocidade média? Justifique sua resposta.
 B) O que se pode concluir a respeito da reação no trecho IV?

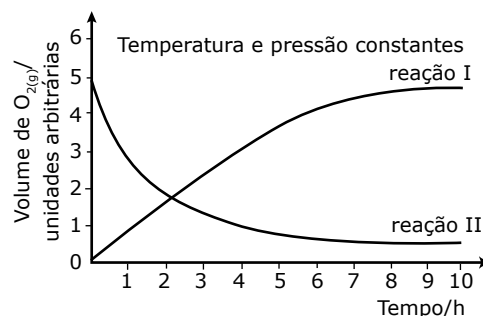
04. (FAAP-SP) Num determinado meio onde ocorre a reação: $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$, observou-se o seguinte na concentração de N₂O₅ em função do tempo:

[N ₂ O ₅] / mol.L ⁻¹	0,233	0,200	0,180	0,165	0,155
Tempo/s	0	180	300	540	840

Calcule a velocidade média da reação no intervalo de 3 a 5 min.

05. (Unicamp-SP) Numa reação que ocorre em solução (reação I), há o desprendimento de oxigênio e a sua velocidade pode ser medida pelo volume de O_{2(g)} desprendido. Uma outra reação (reação II) ocorre nas mesmas condições, porém consumindo O_{2(g)}, e esse consumo mede a velocidade dessa reação.

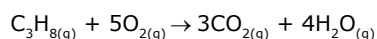
O gráfico representa os resultados referentes às duas reações:



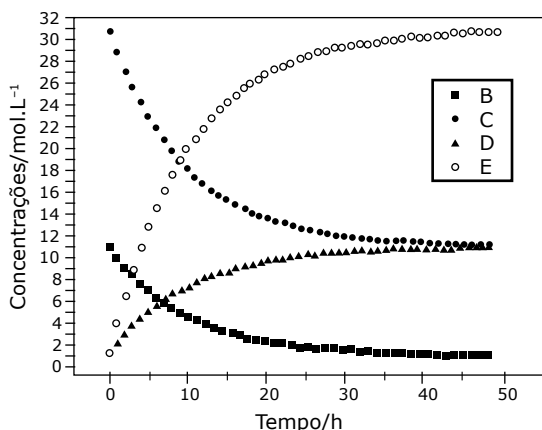
Considerando-se as duas horas iniciais, qual das reações tem velocidade maior? Justifique sua resposta.

- 06.** (IME-RJ) Uma mistura gasosa ideal de propano e ar é queimada à pressão constante, gerando 720 L de CO₂ por hora, medidos a 20 °C. Sabe-se que o propano e o ar se encontram em proporção estequiométrica.

Determine a velocidade média de reação da mistura em relação ao ar, considerando a composição do ar 21% de O₂ e 79% de N_{2(g)} em volume.

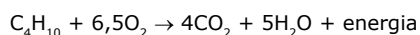


- 07.** (PUC Rio) Considere o gráfico a seguir, no qual estão representados o tempo e a evolução das concentrações das espécies B, C, D e E, que participam de uma reação química.



A forma correta de representar essa reação é

- A) B + 3C → D + 2E.
 B) D + 2E → B + 3C.
 C) B + 2C → D + 3E.
 D) D + 3E → B + 2C.
- 08.** (Cesgranrio) A combustão do butano (C₄H₁₀) corresponde à equação



Se a velocidade da reação for de 0,05 mol de butano por minuto, qual a massa de CO₂ produzida em uma hora?

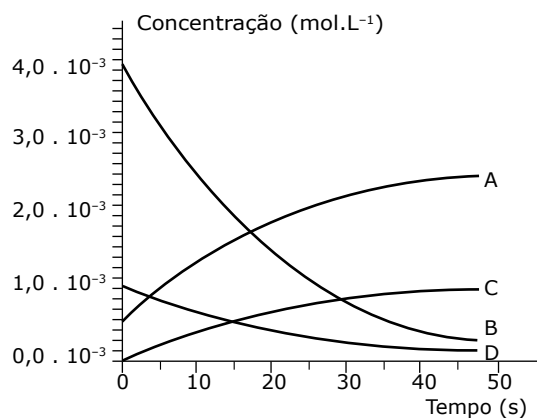
Dados: Massas atômicas: C = 12 u; O = 16 u; H = 1 u.

- A) 880 g
 B) 264 g
 C) 8,8 g
 D) 528 g
 E) 132 g

- 09.** (UERJ) A água oxigenada é empregada, frequentemente, como agente microbicida de ação oxidante local. A liberação do oxigênio, que ocorre durante a sua decomposição, é acelerada por uma enzima presente no sangue. Na limpeza de um ferimento, esse microbicida liberou, ao se decompor, 1,6 g de oxigênio por segundo. Nessas condições, a rapidez de decomposição da água oxigenada, em mol.min⁻¹, é igual a
- A) 6,0. B) 5,4. C) 3,4. D) 1,7.

- 10.** Um forno a gás consome 113,55 litros de butano por hora, medidos nas CNTP (volume molar = 22,71 L, N_A = 6,0 · 10²³). Nas mesmas condições, a velocidade de formação do dióxido de carbono resultante da combustão completa do butano é
- A) 22,71 L/hora.
 B) 20 mol/hora.
 C) 6,0 · 10²³ moléculas/hora.
 D) 8,8 · 10²³ átomos/hora.
 E) 88 g/hora.

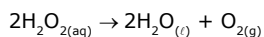
- 11.** (UFPR) No gráfico a seguir, estão representadas as concentrações ao longo do tempo de quatro substâncias, A, B, C e D, que participam de uma reação hipotética.



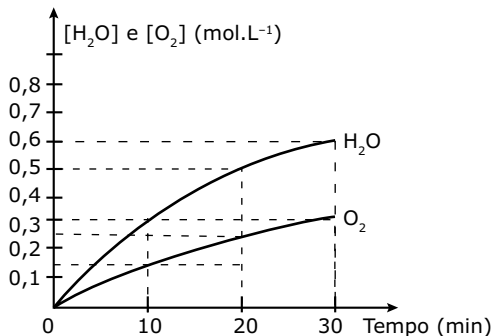
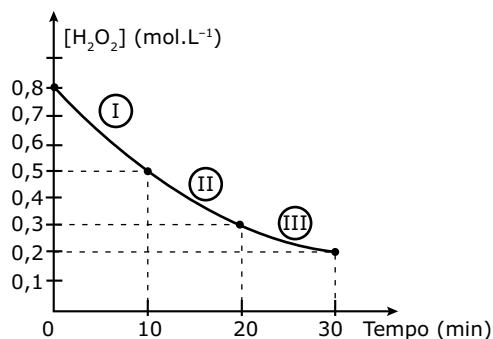
A partir dessas informações, é correto afirmar:

- () As substâncias A e B são reagentes da reação.
 () A velocidade de produção de C é menor que a velocidade de produção de A.
 () Transcorridos 50 s do início da reação, a concentração de C é maior que a concentração de B.
 () Nenhum produto se encontra presente no início da reação.
 () A mistura das substâncias A e D resulta na produção de B.
 () As substâncias A, B e D estão presentes no início da reação.

12. (UFSC) A água oxigenada (H_2O_2) se decompõe, produzindo água e gás oxigênio, de acordo com a equação



Os gráficos a seguir foram construídos a partir de dados obtidos num determinado experimento em que a concentração inicial de H_2O_2 era de $0,8 \text{ mol.L}^{-1}$. Assinale a(s) afirmação(ões) correta(s).



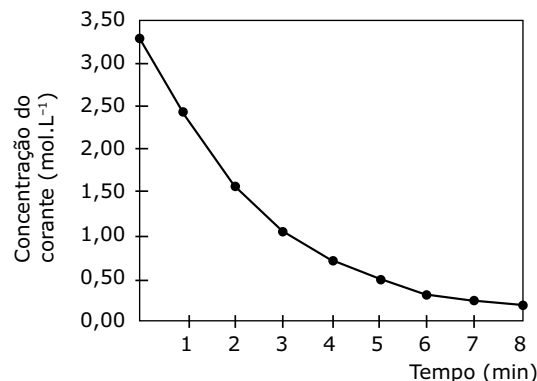
01. No intervalo II, a velocidade média da reação é menor que no intervalo III, mas é maior que no intervalo I.
02. A velocidade da reação atinge seu valor máximo ao final da reação.
04. A velocidade da reação diminui com a diminuição da concentração de água oxigenada.
08. No intervalo de 0-30 minutos, a velocidade média da decomposição da água oxigenada $v_m(H_2O_2)$ é $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.
16. Quando tiverem sido consumidos $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ da concentração inicial de H_2O_2 , o tempo da reação será de 20 minutos, e a quantidade de oxigênio formado será de $0,25 \text{ mol}$.
32. O oxigênio tem velocidade média de formação $v_m(O_2)$ que vale $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ no intervalo de 0-30 minutos.
64. A velocidade média da reação após 10 minutos é

$$v_m = \frac{v_m(H_2O_2)}{2} = \frac{v_m(H_2O)}{2} = \frac{v_m(O_2)}{1}$$

$$v_m = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

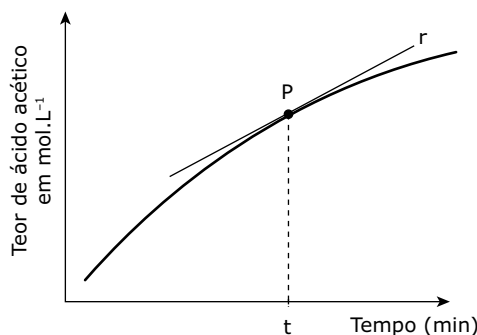
Soma ()

13. (UFG-GO) O hipoclorito de sódio ($NaClO$) é utilizado como alvejante. A ação desse alvejante sobre uma solução azul produz descolorimento devido à reação com o corante. O gráfico a seguir representa a variação na concentração do corante em função do tempo de reação com o alvejante. A concentração inicial do alvejante é mil vezes maior que a do corante.



Analizando esse gráfico, julgue as proposições a seguir.

- () A velocidade da reação aumenta com o tempo.
- () A velocidade média da reação, entre 0 e 3 minutos, é $0,75 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.
- () Em 4 minutos, a concentração do corante é a metade da inicial.
- () Após 24 horas, a solução permanece azul.
14. (UERJ) As fitas de gravação contêm, na sua composição, acetato de celulose, que se decompõe sob a ação da umidade atmosférica, liberando ácido acético. A curva que representa o aumento do teor desse ácido em função do tempo está indicada no gráfico a seguir.



A velocidade da reação de decomposição do acetato de celulose pode ser determinada a partir da equação da reta r , tangente à curva no ponto P , que é definida por $y = \frac{1}{50}t + 1$, na qual t representa o tempo em minutos. A velocidade dessa reação no instante t , em $\text{mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, e sua classificação estão indicadas em:

- A) 0,002 – oxidação C) 0,020 – dupla-troca
- B) 0,002 – esterificação D) 0,200 – neutralização

GABARITO

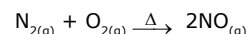
01. B
02. B
03. A) No trecho I, quando a concentração de reagentes é maior, e também porque maior quantidade de HI decompõe-se em menor quantidade de tempo.
B) No trecho IV, a velocidade da reação ficou constante e nula, indicando que a reação atingiu o equilíbrio.
04. $v = 0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
05. A reação II tem velocidade maior, pois, para o mesmo intervalo de tempo, verifica-se que a reação II consome maior volume de O_2 do que o liberado na reação I.
06. $v = 5,71 \cdot 10^3 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$
07. C
08. D
09. A
10. B
11. F V V F F V
12. Soma = 84
13. F V F F
14. C

MÓDULO 16

TEORIA DAS COLISÕES E DO COMPLEXO ATIVADO

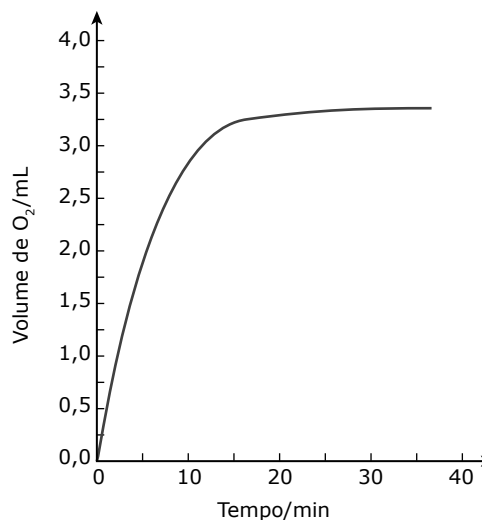
- 01.** (Vunesp) A queima de um combustível como a gasolina, ou seja, sua reação com o oxigênio, é bastante exotérmica e, do ponto de vista termodinâmico, é espontânea. Entretanto, essa reação inicia-se somente com a ocorrência de um estímulo externo, como uma faísca elétrica.
- Dizemos que o papel desse estímulo é
- A) fornecer a energia de ativação necessária para a reação ocorrer.
 - B) deslocar o equilíbrio no sentido de formação dos produtos.
 - C) aumentar a velocidade da reação direta e diminuir a velocidade da reação inversa.
 - D) favorecer a reação no sentido da formação dos reagentes.
 - E) remover o nitrogênio do ar, liberando o oxigênio para reagir.

- 02.** (UFPI) Em temperaturas elevadas, o nitrogênio (N_2), gás relativamente inerte, reage, com rapidez, com o oxigênio (O_2), formando monóxido de nitrogênio (NO), gás incolor e altamente reativo, conforme a equação não balanceada.



Na atmosfera terrestre, o gás NO é formado de acordo com a reação citada, durante as tempestades, quando raios e relâmpagos (descargas elétricas) fornecem condições para que a reação se processe. Pode-se dizer, portanto, que os raios e os relâmpagos, nesse caso, atuam

- A) diminuindo a energia cinética do sistema.
 - B) iniciando a reação como fonte de energia.
 - C) aumentando a energia de ativação da reação.
 - D) deslocando a reação da direita para a esquerda.
 - E) aumentando a energia potencial do sistema.
- 03.** (UFMG) Na cinética de uma reação, o aumento da temperatura provoca o aumento de todas as seguintes grandezas, exceto
- A) Energia de ativação
 - B) Energia do sistema
 - C) Número de colisões entre as moléculas dos reagentes
 - D) Rapidez média das moléculas
 - E) Rapidez da reação
- 04.** (UFMG) Uma solução aquosa de água oxigenada, H_2O_2 , decompôs-se, à temperatura e pressão ambiente, na presença do catalisador FeCl_3 , formando água e gás oxigênio.



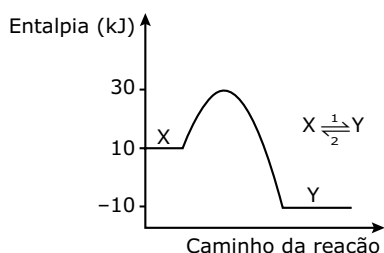
Verificou-se, então, que o volume de O_2 formado variava conforme mostrado nesse gráfico.

- Considerando-se a cinética dessa reação, é incorreto afirmar que
- a rapidez dessa reação diminui à medida que a concentração de H_2O_2 diminui.
 - o volume de O_2 produzido até 10 minutos seria menor na ausência do catalisador.
 - a rapidez de formação de O_2 diminui à medida que o tempo passa.
 - a quantidade de H_2O_2 decomposta por minuto, durante o experimento, é constante.
- 05.** (FUVEST-SP) Na reação representada pela equação
- $$A + B \rightarrow C + D$$
- uma elevação de temperatura produz um aumento da velocidade de reação porque aumenta
- a pressão do sistema em reação.
 - o volume do sistema em reação.
 - a concentração dos reagentes.
 - a energia de ativação dos reagentes.
 - a frequência dos choques efetivos dos reagentes.
- 06.** (FUVEST-SP) Ferro na forma de palha de aço (por exemplo, Bombril) enferruja mais rapidamente do que na forma de um prego. Por quê?
- 07.** (UFMG) Quando, em um avião voando a grande altitude, ocorre despressurização, máscaras de oxigênio são disponibilizadas para passageiros e tripulantes. Nessa eventualidade, no interior do aparelho, a atmosfera torna-se mais rica em oxigênio. É importante, então, que não se produzam chamas ou faíscas elétricas, devido ao risco de se provocar um incêndio. Nesse caso, o que cria o risco de incêndio é
- a liberação de mais energia nas reações de combustão.
 - a natureza inflamável do oxigênio.
 - o aumento da rapidez das reações de combustão.
 - o desprendimento de energia na vaporização do oxigênio líquido.
- 08.** (UFV-MG) Assinale o fenômeno que apresenta rapidez média maior.
- Transformação de rochas em solos
 - Corrosão de um automóvel
 - Combustão de um palito de fósforo
 - Crescimento de um ser humano
 - Formação de petróleo a partir de seres vivos
- 09.** (UFMG / Adaptado) Considere dois gases X e Y em um recipiente fechado, à temperatura ambiente, reagindo de acordo com a seguinte lei de velocidade:
- $$\text{Velocidade} = k \cdot [X] \cdot [Y]^2$$
- Mantido constante o volume, qual será o efeito de uma diminuição de temperatura sobre a velocidade inicial da reação?
 - Um aumento de $10^\circ C$ raramente dobra a energia cinética das moléculas e, portanto, o número de colisões não é dobrado. Entretanto, esse mesmo aumento de temperatura pode ser suficiente para dobrar a velocidade de uma reação lenta. Como isso pode ser explicado?
- 10.** (CMMG) O gás natural é uma mistura de gases com teor muito elevado de metano (CH_4).
- Escreva a equação química balanceada da reação de combustão do metano.
 - Considere a reação $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$.
O oxigênio produzido durante 1 hora é suficiente para manter a combustão do metano por 4 horas, com a velocidade de 6 mol por hora. Calcule a velocidade da reação de decomposição do H_2O_2 e expresse o resultado em mol/hora.
 - O que ocorre com a velocidade da reação de queima do metano quando a concentração de oxigênio é aumentada?
- 11.** (UEM-PR) Assinale o que for correto.
- A velocidade de uma reação não pode ser calculada pela diminuição da quantidade dos reagentes ou pelo aumento da quantidade de produtos, por unidade de tempo.
 - Complexo ativado é o estado intermediário (estado de transição) formado entre reagentes e produtos, em cuja estrutura existam ligações enfraquecidas (presentes nos reagentes) e formação de novas ligações (presentes nos produtos).
 - Energia de ativação é a menor quantidade de energia que deve ser fornecida aos reagentes para a formação do complexo ativado e, conseqüentemente, para a ocorrência da reação.
 - As reações que exigem menor energia de ativação são mais fáceis de ocorrer e, por isso, possuem maior velocidade.
 - Em uma reação entre dois compostos no estado sólido, o fato de se triturarem esses compostos deve, provavelmente, aumentar a velocidade da reação entre eles por aumentar suas superfícies de contato.
- Soma ()

12. (FUVEST-SP) Para remover uma mancha de um prato de porcelana, fez-se o seguinte: cobriu-se a mancha com meio copo de água fria, adicionaram-se algumas gotas de vinagre e deixou-se por uma noite. No dia seguinte, a mancha havia clareado levemente.

Usando apenas água e vinagre, sugira duas alterações no procedimento, de tal modo que a remoção da mancha possa ocorrer em menor tempo. Justifique cada uma das alterações propostas.

13. (Mackenzie-SP) Observando-se o diagrama a seguir, que representa a reação direta (1) e a inversa (2),



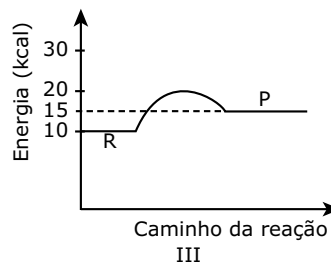
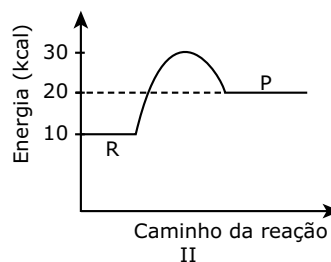
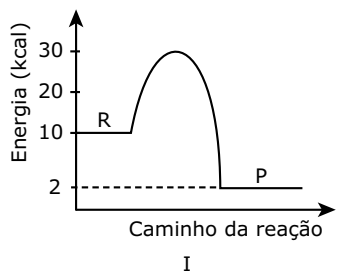
fazem-se as afirmações:

- I. A energia de ativação da reação inversa é o dobro da energia de ativação da reação direta.
- II. A reação direta é endotérmica.
- III. A reação direta é mais rápida que a inversa, por ter menor energia de ativação.
- IV. A reação inversa é endotérmica.

Estão corretas

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

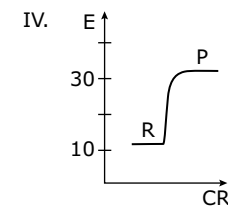
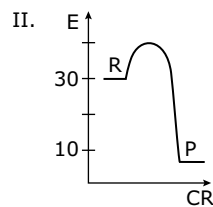
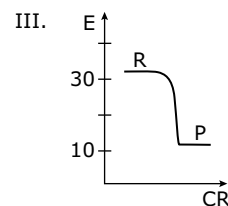
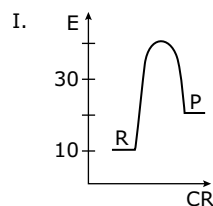
14. (Mackenzie-SP) Os gráficos I, II e III representam o caminho de reações, em que reagentes e produtos são representados por R e P.



É correto afirmar que a reação

- A) II provavelmente se processa com maior rapidez que a reação III.
- B) II é exotérmica.
- C) III libera mais calor que a reação II.
- D) I exige maior energia de ativação que a reação II.
- E) II é endotérmica e mais lenta que a reação III.

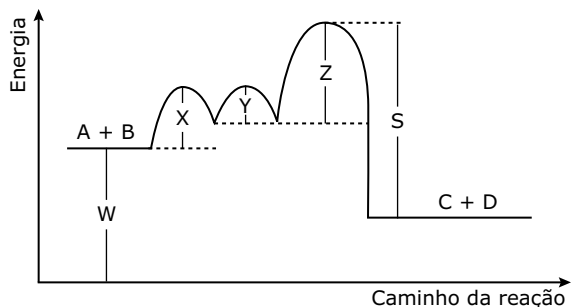
15. (UFES) Considere os diagramas representativos de Energia (E) versus Coordenada das Reações (CR).



O diagrama da reação mais lenta e o da que tem a energia de ativação igual a zero são, respectivamente,

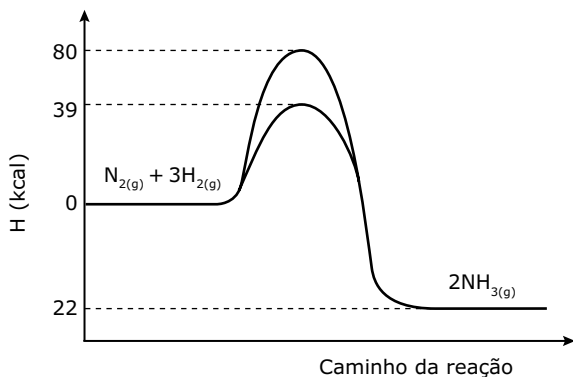
- A) I e II.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) I e IV.
- E) II e IV.

16. (UFU-MG) Desde a concepção até o envelhecimento, a vida é comandada por reações químicas, e a velocidade dessas reações comanda os processos vitais. Considere o diagrama a seguir, que representa a reação $A + B \rightarrow C + D$.



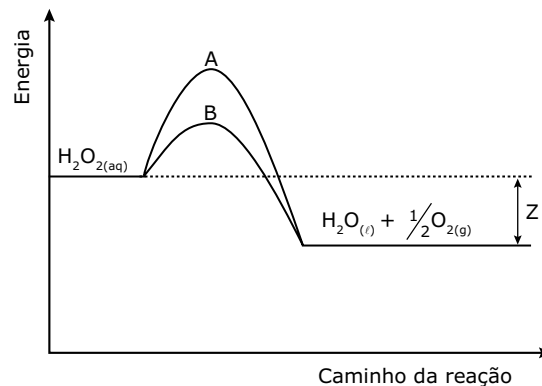
Pode-se afirmar que a energia de ativação para a etapa lenta, que determina a rapidez global da reação, é representada por

- A) S.
B) X.
C) Y.
D) Z.
17. (PUC Minas) Considere o gráfico a seguir, referente ao diagrama energético da reação: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$, sob a ação de um catalisador. A seguir, assinale a afirmativa incorreta.



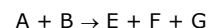
- A) A reação é exotérmica, pois apresenta $\Delta H = -22$ kcal.
B) A energia de ativação da reação sem catalisador é igual a 80 kcal.
C) A energia de ativação da reação com catalisador é igual a 39 kcal.
D) A presença do catalisador diminui o valor do ΔH da reação de zero para -22 kcal.
E) Nas condições padrão, a entalpia de formação do gás amoníaco, $NH_{3(g)}$, é igual a -11 kcal.mol⁻¹.

18. (UEPG-PR) Considere a figura a seguir e assinale o que for correto.



01. A reação representada é endotérmica.
02. A adição de catalisador diminui a entalpia da reação.
04. B é o caminho da reação na presença de catalisador.
08. Z representa o ΔH da reação.
16. O catalisador altera a constante de equilíbrio da reação.
Soma ()

19. (ITA-SP) Certa reação química exotérmica ocorre, em dada temperatura e pressão, em duas etapas representadas pela seguinte sequência de equações químicas.



Represente, em um único gráfico, como varia a energia potencial do sistema em transformação (ordenada) com a coordenada da reação (abscissa), mostrando claramente a variação de entalpia da reação, a energia de ativação envolvida em cada uma das etapas da reação e qual destas apresenta a menor energia de ativação.

Nesse mesmo gráfico, mostre como a energia potencial do sistema em transformação varia com a coordenada da reação, quando um catalisador é adicionado ao sistema reagente. Considere que somente a etapa mais lenta da reação é influenciada pela presença do catalisador.

20. (ITA-SP-2008) A equação química hipotética $A \rightarrow D$ ocorre por um mecanismo que envolve as três reações unimoleculares seguintes (I, II e III). Nessas reações, ΔH_i representa as variações de entalpia, e E_{ai} , as energias de ativação.
- I. $A \rightarrow B$: Rápida, $\Delta H_I, E_{aI}$
II. $B \rightarrow C$: Lenta, $\Delta H_{II}, E_{aII}$
III. $C \rightarrow D$: Rápida, $\Delta H_{III}, E_{aIII}$

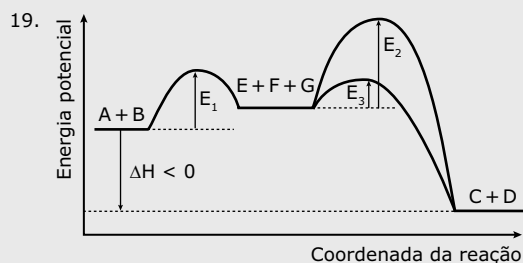
Trace a curva referente à energia potencial em função do caminho da reação $A \rightarrow D$, admitindo que a reação global seja exotérmica e considerando que $\Delta H_{II} > \Delta H_I > 0$ e $E_{aI} < E_{aIII}$.

GABARITO

01. A
02. B
03. A
04. D
05. E
06. A palha de aço possui maior superfície de contato com o oxigênio e com o vapor-d'água do ar se comparada à do prego, o que viabiliza a sua oxidação com maior rapidez.
07. C
08. C
09. A) A velocidade da reação diminuirá, já que a frequência de colisões efetivas diminui com a diminuição da temperatura.
- B) Para alguns sistemas, o aumento de 10 °C na temperatura dobra o número de moléculas reagentes com energia maior ou igual à energia de ativação (energia mínima necessária para a conversão do reagente em produto).
10. A) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B) $v = 96 \text{ mol}\cdot\text{h}^{-1}$
- C) Há um aumento da velocidade da reação.
11. Soma = 30

12. Para aumentar a velocidade de reação química, pode-se usar água quente (aumento da temperatura) ou colocar a mesma quantidade de vinagre e de água (aumento da concentração de reagente). Ambos os processos aumentam a frequência de colisões das moléculas.

13. C
14. E
15. B
16. D
17. D
18. Soma = 12



Legenda:

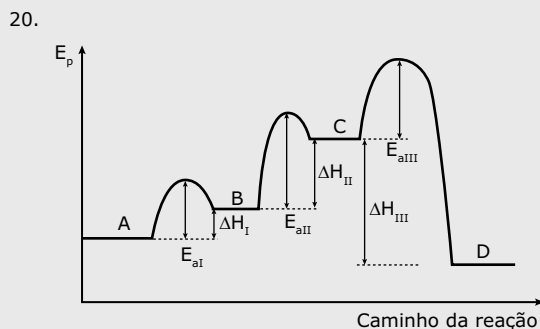
ΔH = Variação de entalpia

E_1 = Energia de ativação da etapa 1

E_2 = Energia de ativação da etapa 2

E_3 = Energia de ativação da etapa 2 com catalisador

A etapa 2 é a mais lenta, pois apresenta maior energia de ativação.



Caderno Extra

MÓDULO 13

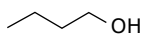
PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

- 01.** (UFLA-MG) As temperaturas de ebulição de 1-butanol e éter etílico são, respectivamente, iguais a 117 °C e 35 °C. Sobre essa tão grande diferença, pode-se afirmar que:
- É decorrente do peso molecular do 1-butanol ser maior que o do éter etílico.
 - É uma consequência das interações de van der Waals.
 - É observada porque as moléculas de 1-butanol podem formar pontes de hidrogênio.
 - Ocorre porque o 1-butanol é mais volumoso que o éter etílico.
 - É devida ao fato de o éter etílico ter mais elétrons que o 1-butanol.

- 02.** (UFV-MG) Assinale a alternativa que apresenta a ordem crescente de temperatura de ebulição dos compostos a seguir representados.



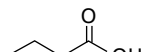
1



4



2



5



3

- A) 2 < 1 < 3 < 4 < 5 C) 2 < 1 < 4 < 5 < 3
B) 1 < 2 < 3 < 4 < 5 D) 1 < 2 < 5 < 3 < 4

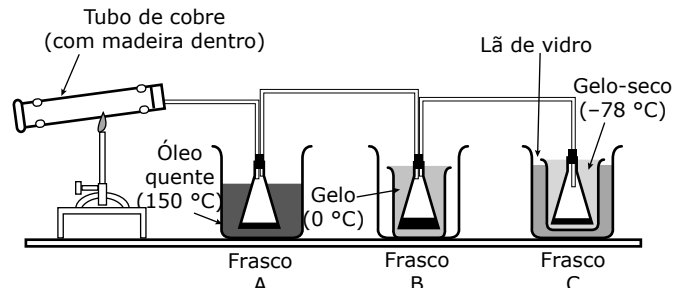
- 03.** (PUC RS) Com base na tabela a seguir, conclui-se que os pontos de ebulição dos alcanos apresentados aumentam com

Alcano	Ponto de ebulição / °C
Dimetilpropano	9,3
Metilbutano	28,0
Pentano	36,2

- o aumento de suas massas molares.
- a diminuição do número de ramificações.
- o aumento do número de grupamentos metila.
- a diminuição da cadeia principal.
- o aumento de interações por pontes de hidrogênio.

- 04.** (FUVEST-SP) Discuta cada um dos procedimentos a seguir para distinguir o éter dietílico do álcool butílico.
- Determinação das porcentagens de carbono e hidrogênio de cada uma das substâncias.
 - Determinação do ponto de ebulição de cada uma das substâncias.

- 05.** (UniBH-MG) A figura a seguir mostra a montagem utilizada em uma experiência em que pedaços de madeira sofreram aquecimento. Antes da realização da experiência, os frascos A, B e C estavam vazios.



Algumas das substâncias medidas na experiência estão relacionadas a seguir:

Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)	Densidade (g.cm ⁻³)
Acetona	-95	57	0,79
Decano	-30	174	0,73
Propano	-190	-43	2,1 · 10 ⁻³
Metanol	-98	65	0,79
Água	0	100	1,0
Metano	-182	-161	7,2 · 10 ⁻⁴

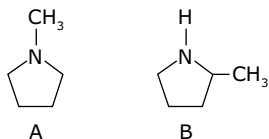
A análise da figura e da tabela nos permite afirmar que, no frasco C, há

- apenas CH₃(CH₂)₈CH₃.
- apenas CH₃OH e H₂O.
- apenas CH₃CH₂CH₃.
- apenas CH₄ e C₃H₈.

06. (Vunesp) Três compostos orgânicos, um ácido carboxílico, um álcool e um éter, apresentam massas molares iguais e com valor de 46,0 g.mol⁻¹. A 25 °C e sob 1 atmosfera de pressão, dois deles são líquidos e o terceiro, isômero do álcool, é um gás. São dadas as massas molares do carbono (12,0 g.mol⁻¹), do hidrogênio (1,0 g.mol⁻¹) e do oxigênio (16,0 g.mol⁻¹).

- A) Forneça as fórmulas estruturais e os nomes dos compostos citados que são líquidos nas condições indicadas.
 B) Identifique o composto que é um gás a 25 °C e sob 1 atmosfera de pressão. Explique por que, diferentemente do álcool, esse composto não é líquido nessas condições, apesar de apresentar a mesma massa molar.

07. (CMMG) As duas substâncias a seguir têm uma diferença no ponto de ebulição de 21 °C.



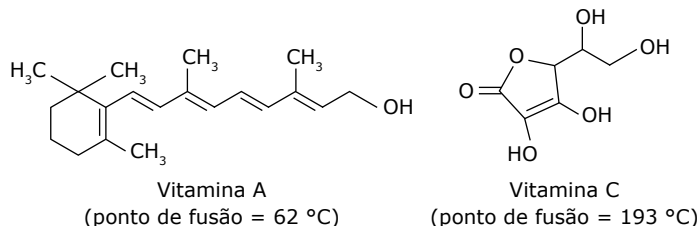
Em relação às substâncias, é correto afirmar, exceto

- A) Os pesos moleculares de A e B são idênticos.
 B) Enantiomerismo só será possível na substância B.
 C) A substância A terá ponto de ebulição maior do que a substância B.
 D) As forças intermoleculares existentes em A e B são diferentes.
 E) A ligação de hidrogênio está presente somente em uma das substâncias.

08. (UFMG) Para se limpar um tecido sujo de graxa, recomenda-se usar

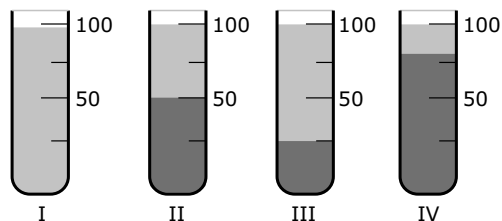
- A) gasolina. C) etanol.
 B) vinagre. D) água.

09. (FUVEST-SP) Uma das propriedades que determina a maior ou a menor concentração de uma vitamina na urina é a sua solubilidade em água.



- A) Qual dessas vitaminas é mais facilmente eliminada na urina? Justifique sua resposta.
 B) Dê uma justificativa para o fato de o ponto de fusão da vitamina C ser superior ao da vitamina A.

10. (UFV-MG) Ao se misturar dois líquidos quaisquer, o volume final pode ser menor que a soma dos volumes de cada um separadamente, devido às interações existentes entre as moléculas. Observe os sistemas I, II, III e IV, constituídos de tubos de 100 mL cada, e as informações contidas no quadro a seguir:



Nome	Estrutura	Densidade (g.cm ⁻³ , 20 °C)	Solubilidade (g/100 g de água, 25 °C)
Água	H ₂ O	1,000	-
Clorofórmio	CHCl ₃	1,484	0,5
Éter dietílico	CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	0,7134	6,5
Hexano	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	0,6600	Insolúvel
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	0,7890	Solúvel em qualquer proporção

- A) Após a mistura dos líquidos citados a seguir, escreva o número correspondente aos sistemas I, II, III ou IV.

Mistura	Sistema
50 mL de etanol + 50 mL de água	
25 mL de éter dietílico + 75 mL de água	
25 mL de clorofórmio + 75 mL de água	
50 mL de hexano + 50 mL de água	

- B) A força intermolecular existente entre as moléculas de água é _____.
 C) A força intermolecular existente entre as moléculas de hexano é _____.

11. (PUC Minas) O composto menos solúvel em água é

- A) H₅C₂OC₂H₅. D) CH₃COCH₃.
 B) CH₃COOH. E) CH₃CH₂NH₂.
 C) CH₃CH₂OH.

12. (CMMG) Com relação ao butano e ao etanol, a afirmativa errada é:

- A) As interações intermoleculares mais fortes no etanol líquido são as ligações de hidrogênio.
 B) O volume molar do butano é maior do que o do etanol na temperatura ambiente.
 C) A solubilidade do butano, em água, é menor do que a do etanol.
 D) O craqueamento catalítico do butano produz o etanol.

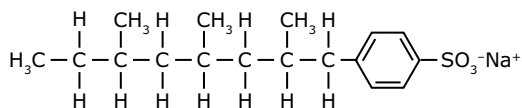
13. (UFRGS-RS) Responda à questão a seguir com base nas afirmativas referentes às características gerais associadas a sabões e detergentes.

- I. Os sabões e detergentes formam emulsões de água e gordura porque aumentam a tensão superficial da água.
- II. O processo de fabricação de sabões usa como matéria-prima óleos ou gorduras.
- III. A molécula de sabão apresenta uma cadeia apolar e uma extremidade polar.
- IV. Os sabões são obtidos a partir da reação de saponificação entre um éster e um aminoácido.

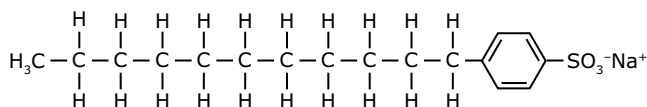
Pela análise das afirmativas, conclui-se que está correta a alternativa:

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

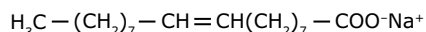
14. (Fatec-SP) As estruturas A, B e C representam moléculas orgânicas. Com relação aos compostos representados, afirma-se:



Estrutura A



Estrutura B



Estrutura C

- I. As estruturas A e B representam isômeros.
- II. A estrutura A representa um detergente não degradável; B representa um outro, biodegradável; C é a estrutura de um sabão.
- III. Detergentes são tensoativos, aumentam a tensão superficial da água e também a sua capacidade umectante.

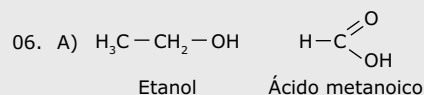
Dessas afirmações,

- A) somente a I e a II estão corretas.
- B) somente a I e a III estão corretas.
- C) está correta apenas a III.
- D) está correta apenas a I.
- E) somente a II e a III estão corretas.

GABARITO

01. C
02. A
03. B
04. A) Não é possível a identificação porque as substâncias são isômeras, tendo, portanto, as mesmas porcentagens de carbono e hidrogênio.
B) As forças intermoleculares do álcool butílico (ligações de hidrogênio) são mais intensas que as existentes entre as moléculas do éter dietílico (dipolo permanente). Assim, o álcool butílico apresenta maior ponto de ebulição.

05. D



- B) O composto é o éter dimetílico ou metoximetano. Ele não é líquido, pois as forças intermoleculares estabelecidas entre suas moléculas são do tipo dipolo permanente-dipolo permanente, menos intensas que as ligações de hidrogênio do álcool.

07. C

08. A

09. A) A vitamina C, pois possui maior número de grupos hidroxila, sendo, portanto, mais polar e mais solúvel na urina.

- B) O grande número de grupos hidroxila possibilita a formação de um grande número de ligações de hidrogênio intermoleculares e, com isso, aumenta o ponto de fusão.

10. A)

Mistura	Sistema
50 mL de etanol + 50 mL de água	I
25 mL de éter dietílico + 75 mL de água	IV
25 mL de clorofórmio + 75 mL de água	III
50 mL de hexano + 50 mL de água	II

- B) Interação intermolecular do tipo ligação de hidrogênio.

- C) Interação intermolecular do tipo dipolo induzido.

11. A

12. D

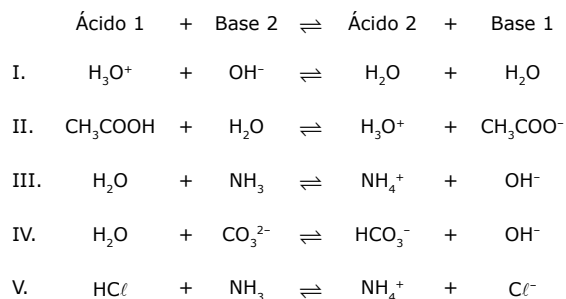
13. C

14. A

MÓDULO 14

TEORIAS ÁCIDO-BASE MODERNAS

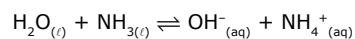
01. (UFMG) Dados:



São ácidos e bases conjugadas, conforme a Teoria de Brønsted,

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

02. Na reação da água com amônia líquida

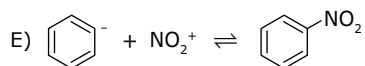


a afirmação falsa é:

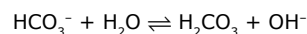
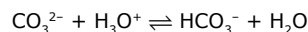
- A) A água funciona como ácido.
 B) Um dos ácidos do sistema é o íon NH_4^+ .
 C) A amônia líquida doa prótons à água.
 D) A base formada a partir da água é o íon OH^- .
 E) O NH_3 funciona como base.

03. Qual das equações a seguir caracteriza uma reação ácido-base, segundo a Teoria de Brønsted-Lowry?

- A) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 B) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
 C) $\text{HNO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_2^+ + \text{NO}_3^-$
 D) $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{NBF}_3$



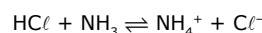
04. Considerando a Teoria de Brønsted-Lowry e as reações



é falso afirmar que

- A) OH^- é uma base da reação.
 B) HCO_3^- é um ácido em ambas as reações.
 C) H_2O é uma base de, pelo menos, uma das reações.
 D) CO_3^{2-} é uma base conjugada do ácido HCO_3^- .

05. (UFSM-RS) Na equação



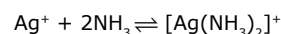
o HCl e o íon NH_4^+ são considerados, respectivamente,

- A) ácido de Arrhenius e base de Arrhenius.
 B) ácido de Brønsted-Lowry e ácido de Brønsted-Lowry.
 C) base de Lewis e base de Lewis.
 D) base de Brønsted-Lowry e ácido de Brønsted-Lowry.
 E) ácido de Arrhenius e ácido de Arrhenius.

06. Os compostos escritos a seguir são ácidos de Lewis, exceto

- A) AlCl_3
 B) BF_3
 C) BeCl_2
 D) NH_3
 E) GaF_3

07. (UFMA) Considerando os conceitos de ácido e de base, tomamos como exemplo a reação:



Essa é uma reação ácido-base, segundo

- A) Arrhenius e Lewis.
 B) Arrhenius e Brønsted-Lowry.
 C) Lewis.
 D) Brønsted-Lowry.
 E) Brønsted-Lowry e Lewis.

08. Dada a reação ácido-base genérica: $\text{H}_2\text{O} + \text{X} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Y}^-$, assinale a alternativa incorreta.

- A) A substância X é um ácido de Brønsted-Lowry.
 B) H_2O e H_3O^+ formam um dos pares conjugados da reação.
 C) A substância X funciona como ácido, pois recebe H^+ .
 D) A água funciona como base de Lewis.
 E) A espécie Y^- é um receptor de H^+ .

09. (UFPR) Considere as definições de ácidos e de bases e as informações a seguir:

Ácido de Arrhenius – Espécie química que contém hidrogênio e que, em solução aquosa, produz o cátion hidrogênio (H^+).

Ácido de Brønsted-Lowry – Espécie química capaz de ceder prótons.

Base de Lewis – Espécie química capaz de ceder pares de elétrons para formar ligações químicas.

Ácido de Lewis – Espécie química capaz de receber pares de elétrons para formar ligações químicas.

A dissolução do $AlCl_3$ em água produz uma solução com $pH < 7$. Durante a dissolução, ocorre a interação dos pares de elétrons não ligantes da água com os íons Al^{3+} , formando ligações químicas (representadas na figura por linhas tracejadas). Essa interação produz diversas espécies químicas hidratadas, uma das quais está representada na figura 1.

Dados: Números atômicos: H = 1; O = 8.

A presença da carga iônica positiva do Al^{3+} diminui a densidade eletrônica nas moléculas de água e, conseqüentemente, facilita a retirada de um próton, como é mostrado na figura 2.

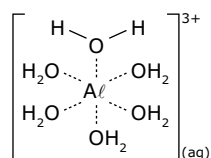


Figura 1

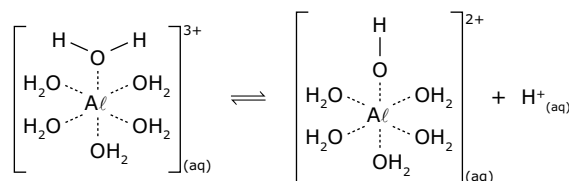
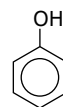


Figura 2

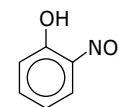
Com relação ao exposto anteriormente, é correto afirmar:

- () Na espécie $[Al(H_2O)_6]^{3+}$, as moléculas de água comportam-se como bases de Lewis em relação ao Al^{3+} , o qual se comporta como ácido de Lewis.
- () Em uma solução aquosa de cloreto de alumínio, temos $[H^+] < 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.
- () Uma solução aquosa de cloreto de alumínio apresenta caráter ácido.
- () A espécie $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ comporta-se como ácido de Brønsted-Lowry e de Arrhenius em relação às moléculas do solvente.
- () O processo de interação entre espécies do soluto e espécies do solvente é chamado de solvatação.

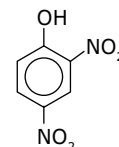
10. (UFSM-RS) Considere os seguintes compostos:



Fenol



2-nitrofenol



2,4-dinitrofenol

Analise as afirmações.

- I. As três substâncias representadas são ácidos, segundo a Teoria de Lewis.
- II. O fenol e o 2-nitrofenol são ácidos, segundo a Teoria de Brønsted-Lowry.
- III. O 2,4-dinitrofenol não é um ácido, segundo a Teoria de Arrhenius.

Está(ão) correta(s)

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

GABARITO

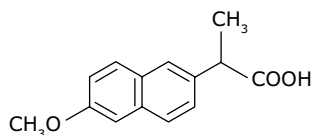
- 01. E
- 02. C
- 03. A
- 04. B
- 05. B
- 06. D
- 07. C
- 08. C
- 09. V F V V V
- 10. D

MÓDULO 15

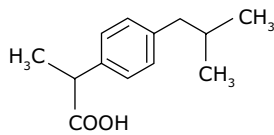
ÁCIDOS E BASES ORGÂNICOS

01. Escreva a equação de ionização do fenol em meio aquoso.

02. (UFMG) O Naproxen e o Ibuprofen são indicados para o tratamento da artrite e reumatismo.



Naproxen



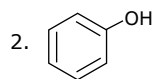
Ibuprofen

Considerando-se essas estruturas moleculares, é incorreto afirmar que

- A) as duas substâncias são aromáticas.
- B) as duas substâncias têm características básicas.
- C) o grupamento $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ é comum às duas substâncias.
- D) o Naproxen apresenta um número maior de átomos de carbono em sua molécula.

03. (PUC Minas) Para os compostos a seguir:

1. CH_3COOH



3. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

4. HCOOH

A ordem decrescente do caráter ácido é:

- A) $1 > 2 > 4 > 3$
- B) $4 > 1 > 2 > 3$
- C) $2 > 4 > 1 > 3$
- D) $1 > 4 > 2 > 3$
- E) $4 > 2 > 1 > 3$

04. (UFMG) Considere as substâncias fenol, ácido acético, ácido benzoico e cloreto de metilamônio.

Em relação a essas substâncias e a suas soluções aquosas de mesma concentração em mol.L^{-1} , todas as alternativas estão corretas, exceto

- A) A solução de cloreto de metilamônio tem pH menor do que sete.
- B) O ácido acético reage com carbonatos produzindo gás carbônico.
- C) O ácido benzoico é um composto aromático.
- D) O fenol é uma base segundo a Teoria de Arrhenius.
- E) O pH da solução de fenol é maior do que o da solução de ácido acético.

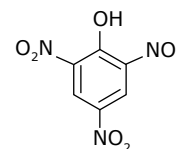
05. (UFMG) Em relação ao aldeído acético e ao ácido acético, todas as afirmativas estão corretas, exceto:

- A) As moléculas do ácido acético possuem um átomo de oxigênio a mais do que as de aldeído acético.
- B) As moléculas do aldeído acético formam ligações intermoleculares mais intensas do que as do ácido acético.
- C) O aldeído acético é um redutor mais forte do que o ácido acético.
- D) O pH de uma solução de ácido acético é menor do que o de uma solução de aldeído acético.
- E) O ponto de ebulição do ácido acético é maior do que o do aldeído acético.

06. (Unicamp-SP) Um dos átomos de hidrogênio do anel benzênico pode ser substituído por CH_3 , OH , Cl ou COOH .

- A) Escreva as fórmulas e os nomes dos derivados benzênicos obtidos por meio dessas substituições.
- B) Quais desses derivados têm propriedades ácidas?

07. (UFJF-MG) Sobre o ácido pícrico (estrutura a seguir), substância usada em pomadas contra queimaduras, podemos afirmar que



- A) possui cadeia carbônica alifática normal.
- B) possui o valor de K_a maior que o do hidroxibenzeno.
- C) apresenta em sua molécula somente átomos de carbono sp .
- D) forma picrato facilmente graças ao efeito indutivo dos três grupos amido existentes em sua molécula.
- E) é uma amida aromática.

08. (PUC Minas) Considerando os ácidos CH_2ClCOOH , CHCl_2COOH , CCl_3COOH , CH_3COOH , CF_3COOH , o mais fraco e o mais forte são, respectivamente,

- A) CH_2ClCOOH e CH_3COOH .
- B) CH_3COOH e CCl_3COOH .
- C) CCl_3COOH e CHCl_2COOH .
- D) CH_3COOH e CF_3COOH .
- E) CCl_3COOH e CF_3COOH .

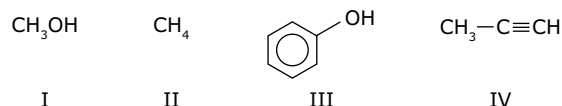
09. (UFF-RJ) Considere os compostos:

- I. Éter etílico
- II. Fenol
- III. n-propanol

Marque a opção que apresenta os compostos indicados em ordem crescente de acidez.

- A) I, III, II
- B) II, I, III
- C) III, II, I
- D) I, II, III
- E) III, I, II

10. Em qual das alternativas a seguir as substâncias estão colocadas em ordem crescente de acidez?



Assinale a alternativa que representa a sequência correta.

- A) II, I, III, IV
- B) II, IV, I, III
- C) IV, II, I, III
- D) I, II, IV, III

11. As aminas são bases porque

- A) todas têm K_b superior a 10.
- B) o nitrogênio possui par eletrônico não compartilhado.
- C) todas possuem oxidrila em sua fórmula.
- D) podem ceder prótons.
- E) não combinam com os ácidos.

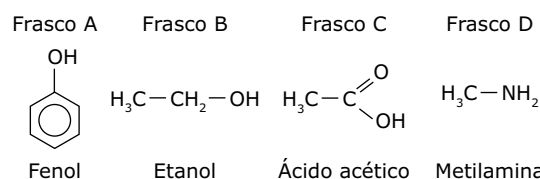
12. (UERJ) Uma indústria química tem como despejo industrial as substâncias numeradas a seguir:

- I. CH_3-COOH
- II. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$
- III. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
- IV. $\text{CH}_3-\text{CONH}_2$

Para processar um tratamento adequado a esse despejo, a fim de evitar uma agressão ao meio ambiente, foram necessários vários tipos de tratamento. A primeira substância tratada foi a de caráter básico mais acentuado, que corresponde à de número

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.

13. (PUC-SP) Os frascos A, B, C e D apresentam soluções aquosas das substâncias a seguir:



Assinale a alternativa que apresenta corretamente o pH dessas soluções.

Frasco A	Frasco B	Frasco C	Frasco D
A) pH = 7	pH = 7	pH = 7	pH = 7
B) pH > 7	pH > 7	pH < 7	pH > 7
C) pH > 7	pH > 7	pH > 7	pH = 7
D) pH < 7	pH = 7	pH < 7	pH > 7
E) pH < 7	pH < 7	pH < 7	pH < 7

14. (UEL-PR) Leia o texto a seguir:

O excesso de nitratos, na água potável e em produtos alimentícios, pode ser uma ameaça para a nossa saúde, dado que parte desses íons é convertida, no estômago, em íon nitrito. Sabe-se que os nitratos e nitritos são usados como aditivos em produtos cárneos industrializados, como *bacon*, salsichas e presuntos, para retardar a deterioração desses produtos e preservar o sabor e coloração dos mesmos. O nitrito, nos produtos cárneos industrializados, em meio ácido ou em temperaturas elevadas, forma o agente nitrosante, que reage com algumas aminas, produzindo as nitrosaminas ($\text{R}_2\text{N}-\text{N}=\text{O}$), consideradas carcinogênicas.

Em relação às propriedades físicas e químicas das aminas, é correto afirmar:

- A) As aminas são compostos apolares.
- B) As aminas são mais solúveis em soluções aquosas ácidas do que em soluções básicas.
- C) As aminas aromáticas são bases mais fortes que as aminas alifáticas.
- D) As aminas terciárias fazem ligações de hidrogênio entre si.
- E) As aminas primárias apresentam três radicais, alquila ou arila, ligados ao átomo de nitrogênio.

15. (PUC-Campinas-SP) A codeína (metilmorfina) é um analgésico utilizado como calmante da tosse. Sua fórmula molecular é $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3$ e sua massa molar é aproximadamente $300 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

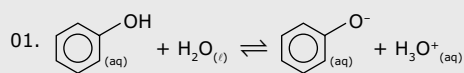
A codeína tem propriedades X (sua solução aquosa saturada tem pH = 9,8), pois contém na molécula o grupo amina ($\text{R}'-\text{RN}-\text{CH}_3$, R e R' o resto da molécula).

Reage com ___Y___ produzindo o sal $[R'-HNR-CH_3]Cl$.
 Este, quando puro, por hidrólise, produz uma solução de caráter ___Z___.

Completa-se corretamente o texto anterior, substituindo-se X, Y e Z, respectivamente, por:

- | X | Y | Z |
|------------|------|--------|
| A) básicas | HCl | ácido |
| B) básicas | NaOH | ácido |
| C) ácidas | NaOH | ácido |
| D) ácidas | HCl | básico |
| E) ácidas | NaOH | básico |

GABARITO

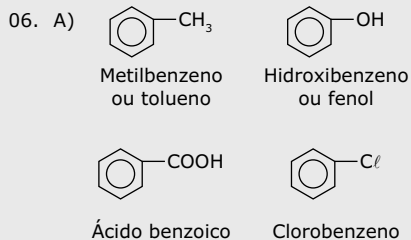


02. B

03. B

04. D

05. B



B) O fenol e o ácido benzoico.

07. B

08. D

09. A

10. B

11. B

12. C

13. D

14. B

15. A

MÓDULO 16

REAÇÕES DE ADIÇÃO

01. (PUC Rio) Dada a reação a seguir, conclui-se que o composto X é

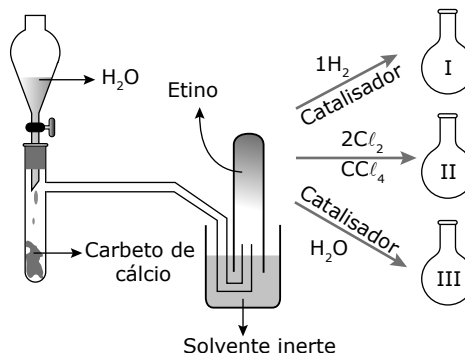


- A) $CH_2=CH-CH_3$. D) $CH_3-CH_2-C\equiv CH$.
 B) $CH_2=CH_2$. E) $CH_3-CH_2-CH_3$.
 C) $CH_3-C\equiv CH$.

02. (UFMG) A reação entre um mol de propino, $HC\equiv C-CH_3$, e dois mols de bromo, $Br_{2(l)}$, na ausência de luz ou de calor, produz

- A) $CHBr_2-CBr_2-CH_3$. C) $CBr_2=CH-CHBr_2$.
 B) $CH_2Br-CBr_2-CH_2Br$. D) $CHBr=CBr-CHBr_2$.

03. (UFU-MG) O acetileno (etino) é um gás inflamável, usado em soldas e na maturação artificial de frutas. Esse gás pode ser preparado conforme representado no esquema a seguir. Nessa reação, o carbeto de cálcio (carbureto), em contato com a água, reage imediatamente, produzindo gás acetileno e hidróxido de cálcio.



Em três reações distintas, conforme mostrado anteriormente, 1 mol de etino reagiu com 1 mol de H_2 , 2 mol de Cl_2 e 1 mol de H_2O . As substâncias representadas pelos números I, II e III são, respectivamente,

- A) etano, tetraclorometano, etanal.
 B) eteno, 1,1-dicloroetano, etanol.
 C) eteno, 1,1,2,2-tetracloroetano, etanal.
 D) etano, 1,1,2,2-tetracloroetano, etanol.

04. (UFMG) A solução de bromo em tetracloreto de carbono é usada em testes químicos simples para verificar a presença de duplas ligações em substâncias orgânicas.

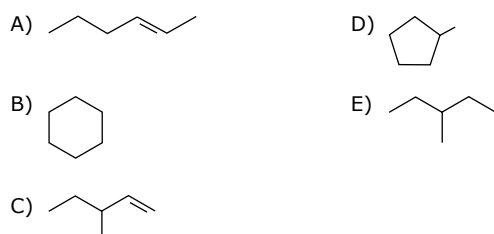
A coloração inicial dessa solução é

- A) acinzentada. D) esverdeada.
 B) avermelhada. E) prateada.
 C) azulada.

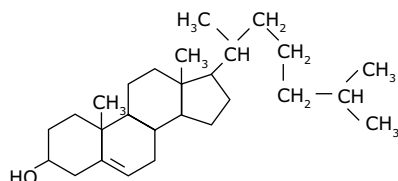
05. (UFMG) Um hidrocarboneto apresenta as seguintes características:

- I. Não decora uma solução de Br_2 em CCl_4 .
- II. Sua molécula contém um átomo de carbono terciário.
- III. Sua fórmula molecular é C_6H_{12} .

Uma fórmula estrutural possível para esse hidrocarboneto é

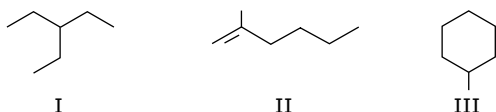


06. (UFMG) A estrutura do colesterol é representada pela fórmula:



Em relação a essa substância, todas as afirmativas a seguir estão corretas, exceto

- A) Decora uma solução de bromo em tetracloreto de carbono.
 - B) Possui as funções álcool e alqueno.
 - C) Apresenta cadeias alifáticas e aromáticas.
 - D) Pode formar ligações de hidrogênio com a água.
07. (ITA-SP) Considere os compostos orgânicos representados pelas suas fórmulas estruturais:



Qual das seguintes afirmações é falsa?

- A) Somente III tem propriedades aromáticas.
 - B) II é isômero de III.
 - C) Somente II pode adicionar bromo.
 - D) I também poderia ser chamado de 1,1-dietilpropano.
 - E) III pode ser obtido por hidrogenação do tolueno.
08. (Unicamp-SP) Fontes vegetais de lipídios contêm moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos poli-insaturados) que apresentam estrutura cis. O processo de hidrogenação parcial dessas gorduras, por exemplo, na fabricação de margarinas, pode conduzir à formação de isômeros trans, que não são desejáveis, visto que estes são suspeitos de elevarem o teor de colesterol no sangue.
- A) Escreva a equação química que representa, genericamente, a hidrogenação de uma dupla-ligação carbono-carbono.

B) O ácido linoleico pode ser representado pela fórmula $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$. Quantas duplas-ligações contêm uma molécula desse ácido? Justifique sua resposta.

09. (FUVEST-SP) Uma reação química importante, que deu a seus descobridores (O. Diels e K. Alder) o prêmio Nobel (1950), consiste na formação de um composto cíclico, a partir de um composto com duplas-ligações alternadas entre átomos de carbono (dieno) e outro, com pelo menos uma dupla-ligação, entre átomos de carbono, chamado de dienófilo. Um exemplo dessa transformação está na figura 1.

Compostos com duplas-ligações entre átomos de carbono podem reagir com HBr, sob condições adequadas, como indicado na figura 2.

Considere os compostos I e II, presentes no óleo de lavanda. Veja na figura 3.

Figura 1

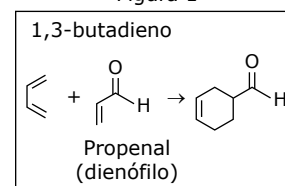


Figura 2

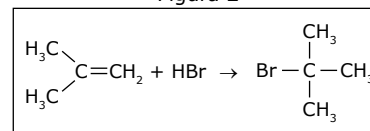


Figura 3

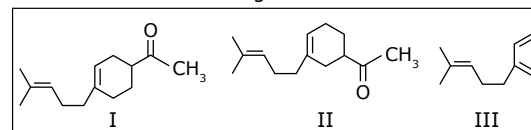
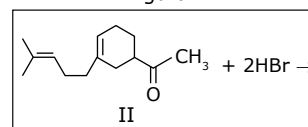


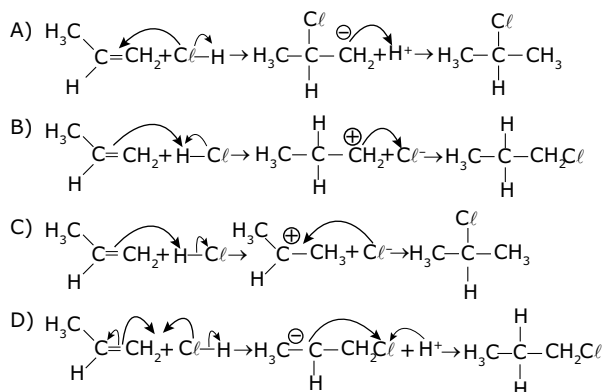
Figura 4



- A) O composto III reage com um dienófilo, produzindo os compostos I e II. Mostre a fórmula estrutural desse dienófilo e nela indique, com setas, os átomos de carbono que formaram ligações com os átomos de carbono do dieno, originando o anel.
- B) Mostre a fórmula estrutural do composto formado, se 1 mol do composto II reagir com 2 mol de HBr, de maneira análoga à indicada para a adição de HBr ao 2-metilpropeno, completando a equação química da figura 4.
- C) Na fórmula estrutural do composto II, (Figura 3), assinale, com uma seta, o átomo de carbono que, no produto da reação do item B, será assimétrico. Justifique sua resposta.

10. (UFU-MG) O propeno é um hidrocarboneto insaturado de fórmula C_3H_6 . Seu principal uso é na produção de polipropileno.

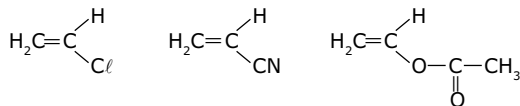
A respeito do mecanismo que melhor descreve a reação do propeno com ácido clorídrico, marque a alternativa correta.



11. Com relação às reações de adição, assinale a alternativa correta.

- A) A hidratação de alcenos produz sempre álcoois secundários.
 B) A adição de ácido bromídrico ao propeno forma 2-bromopropano, quando na presença de peróxido orgânico.
 C) A redução de aldeídos e cetonas produz álcoois primários e secundários, respectivamente.
 D) A monocloração do etino origina o monômero do PVC.
 E) O etino, por hidratação, produz um diol.

12. (FUVEST-SP)



Os compostos representados anteriormente podem ser obtidos por reações de adição de substâncias adequadas ao

- A) metano. C) etino. E) 2-butino.
 B) eteno. D) propeno.

13. Toda reação ou transformação química é, na verdade, um rearranjo de átomos. Assim, para que ocorra uma reação, é necessário que as ligações entre os átomos dos reagentes sejam rompidas e que se estabeleçam outras ligações, formando novo arranjo entre os átomos e originando os produtos.

Sobre as reações orgânicas, assinale a alternativa correta.

- A) As reações de adição são reações características de compostos saturados. Nesse tipo de reação, ocorre a troca de um átomo da molécula orgânica por outro átomo ou grupo de átomos.
 B) A hidratação do eteno produz o etanal.
 C) A reação que ocorre entre o propino e o bromo (Br_2) pode produzir dois isômeros, cis e trans.
 D) A adição de 1 mol de ácido clorídrico ao propileno leva à formação do 2-cloropropeno como produto secundário.
 E) A adição de brometo de hidrogênio ao 3,4-dimetil-pent-2-eno produz o 4-bromo-3,4-dimetilpentano.

GABARITO

01. C

02. A

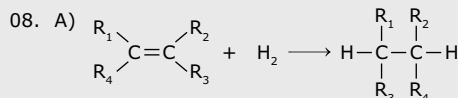
03. C

04. B

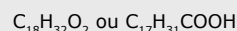
05. D

06. C

07. A

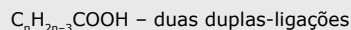
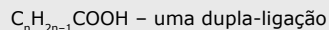
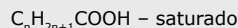


- B) O ácido linoleico pode ser representado pelas seguintes fórmulas moleculares:

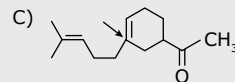
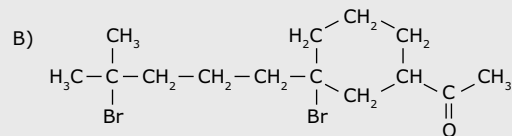
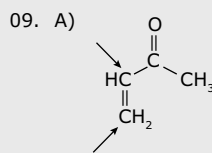


A fórmula de um alcano (hidrocarboneto saturado) é C_nH_{2n+2} . Um radical monovalente saturado tem fórmula C_nH_{2n+1} .

As fórmulas gerais dos ácidos graxos são:



Conclusão: O ácido linoleico apresenta em sua cadeia carbônica duas duplas-ligações $C_{17}H_{31}COOH$, pois corresponde a $C_nH_{2n-3}COOH$.



O carbono assinalado, após a reação com HBr , configura-se assimétrico por possuir quatro diferentes substituintes.

10. C

11. C

12. C

13. C