



Fórmula da
Química

MODULO 10

FUNÇÕES INORGÂNICAS

FUNÇÕES INORGÂNICAS

ÁCIDOS DE ARRHENIUS

São substâncias moleculares polares que na presença de água liberam como único tipo de cátion, o ion H^+ .

PROPRIEDADES DAS SOLUÇÕES AQUOSAS ÁCIDAS

- Possuem sabor azedo.
- Possuem pH menor que 7,0 a 25 °C.
- São condutoras de eletricidade.
- Tornam vermelhos papeis de tornassol.
- Tornam incolores soluções alcóolicas de fenolftaleína.
- São corrosivas quando o pH é menor que 3,0.
- Neutralizam soluções aquosas básicas.
- Corroem metais.
- Reagem com bicarbonatos e carbonatos com formação de gás carbônico.

CLASSIFICAÇÃO

- **De acordo com a Presença de Oxigênio**
- Hidrácidos: são ácidos que não possuem hidrogênio como ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF) e ácido sulfídrico (H_2S).
- Oxiácidos: são ácidos que possuem oxigênio como ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido fosfórico (H_3PO_4) e ácido nítrico (HNO_3).

- **De acordo com a Força Ácida**

- **Hidrácidos**

Para medir a força de um ácido, utilizaremos o grau de ionização (α) que expressa a razão entre o número de moléculas ionizadas e o número total de moléculas. Veja:

$A = \frac{\text{número de moléculas do ácido ionizadas}}{\text{número total de moléculas do ácido}}$

- **Hidrácidos fortes:** possuem grau de ionização maior que 50%. São eles: HCl , HBr e HI .
- **Hidrácidos moderados:** possui grau de ionização maior que 5% e menor que 50%. O hidrácido moderado é o HF

- **Hidrácidos fracos:** possui grau de ionização menor que 5%. São os demais hidrácidos.

- **Oxiácidos**

Para inferir sobre a força dos oxiácidos pode se utilizar a variação entre o número de átomos de oxigênio e o número de átomos de hidrogênio ionizáveis da molécula do ácido:

$\Delta = \text{número de átomos de oxigênio} - \text{número de átomos de hidrogênio ionizáveis}$

- **Se $\Delta = 0$: ácido fraco** como $HClO$, $HBrO$ e HIO . Possuem grau de ionização menor que 5%.

Observação: o ácido carbônico (H_2CO_3) é considerado um ácido fraco.

- **Se $\Delta = 1$: ácido moderado** como H_3PO_4 , HNO_2 e $HBrO_2$. Possuem grau de ionização entre 5% e 50%.
- **Se $\Delta = 2$: ácido forte** como HNO_3 , H_2SO_4 e $HClO_3$. Possuem grau de ionização entre 50% e 85%.
- **Se $\Delta = 3$: muito forte** como $H_4P_2O_7$, $HBrO_4$ e HIO_4 . Possuem grau de ionização maior que 85%.

FORÇA DOS ÁCIDOS DE ARRHENIUS

- **Quem é o ácido mais forte?**

A) Ácido clorídrico ou fluorídrico?

O ácido clorídrico é mais forte que o ácido fluorídrico. Como o raio atômico do cloro é maior que o raio do flúor, o comprimento da ligação $H - Cl$ é maior que o comprimento da ligação $H - F$. Assim, para romper a ligação da molécula do ácido clorídrico é preciso menor quantidade de energia devido ao seu maior comprimento e menor força. Portanto, o grau de dissociação molecular do ácido clorídrico é maior na presença de água em relação ao ácido fluorídrico, sendo o ácido mais forte.

B) Ácido cloroso ou perclórico

Ácido perclórico é mais forte. A força dos dois oxiácidos está relacionada com a polaridade da ligação covalente $O - H$. As moléculas do ácido perclórico ($HClO_4$) possuem mais átomos de oxigênio que as moléculas do ácido cloroso ($HClO_2$).

Com isso, o efeito indutivo negativo exercido por átomos de oxigênio na ligação covalente O – H é mais intenso, tornando-a mais polarizada e com átomos de hidrogênio mais eletronicamente desprotegidos. Assim, as moléculas de ácido perclórico ionizam mais que as moléculas de ácido cloroso, que possuem menor número de átomos de oxigênio para o mesmo número de ligações covalentes O – H.

C) Ácido clórico ou iódico?

Ácido clórico. Ele possui fórmula molecular HClO_3 e o ácido iódico é representado pela fórmula HIO_3 . Observe que suas moléculas possuem iguais números de átomos de oxigênio e de hidrogênio. No entanto, o cloro é mais eletronegativo que o iodo, exercendo efeito indutivo negativo (efeito eletroatraente) mais intenso na ligação covalente O – H, tornando-a mais polarizada que a mesma ligação da molécula de ácido iódico. Por isso, o ácido clórico possui maior grau de ionização que o ácido iódico.

D) Ácido sulfídrico ou clorídrico?

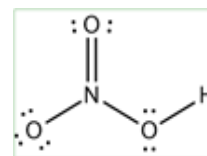
Os raios atômicos de cloro e enxofre são muito próximos, bem como os comprimentos das ligações covalentes H – S e H – Cl. No entanto, como o cloro é mais eletronegativo que o enxofre, a ligação covalente H – Cl é mais polarizada que a ligação covalente H – S, favorecendo maior capacidade de ionização do ácido clorídrico em água.

- **De acordo com a volatilidade**
- Voláteis: são os hidrácidos, exceto ácido fluorídrico, ácido nítrico e ácido nitroso.
- Fixos: oxiaácidos, exceto ácido nítrico e nitroso, e ainda o ácido fluorídrico.

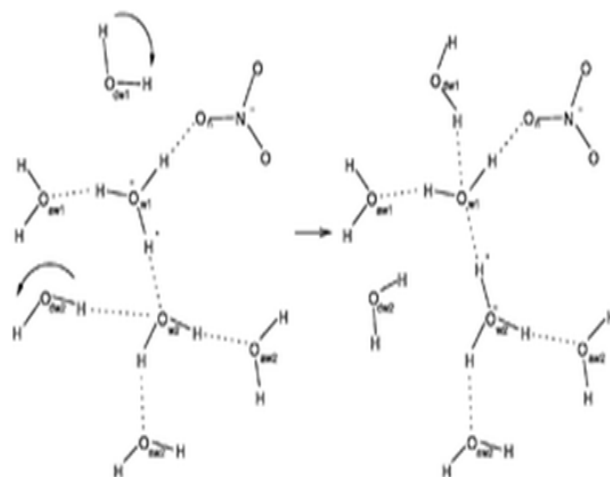
MECANISMO DE DISSOLUÇÃO DOS ÁCIDOS EM ÁGUA

A dissolução de um ácido forte de Arrhenius em água pode ser dividida em duas etapas. A primeira etapa é denominada dissociação molecular (ionização) e a segunda, solvatação dos íons formados.

Vamos considerar a dissolução do ácido nítrico em água. As moléculas do ácido são polares e possuem a fórmula estrutural representada a seguir:



Observe que a molécula do ácido nítrico possui um átomo de hidrogênio ligado ao átomo de oxigênio o que favorece a formação de ligações de hidrogênio entre moléculas de ácido nítrico e água, determinando aproximação delas. Com isso, as moléculas do ácido capturam ions H^+ das moléculas de água, formando ions hidrônio ou hidroxônio (H_3O^+) e ânions nitrato (NO_3^-). Dá-se, dessa forma, a dissociação molecular do ácido nítrico. Simultaneamente, os íons formados interagem com moléculas de água por meio de forças atrativas do tipo íon-dipolo, isto é, são solvatados por moléculas de água, como mostrado no esquema abaixo:



O processo de dissolução de ácidos em água é exotérmico, promovendo aquecimento do meio. Quanto mais forte for o ácido, maior é o efeito térmico provocado por sua dissolução.

NOMENCLATURA DOS ÁCIDOS

- **Hidrácidos:**

Os hidrácidos recebem a terminação **ídrico**. Observe:

- HF ácido fluorídrico.
- HCl ácido clorídrico.
- HBr ácido bromídrico.
- HI ácido iodídrico.
- H_2S ácido sulfídrico.
- HCN ácido cianídrico.

- Oxiácidos:**

Para **oxiácidos do grupo 17**, os seguintes números de oxidação, prefixos e sufixos são permitidos:

Número de oxidação	Prefixo	Sufixo
1 +	hipo	oso
3 +	-	oso
5 +	-	ico
7 +	per	ico

- Veja alguns exemplos:

HClO ácido hipocloroso (nox do cloro é 1+). Para construir a fórmula do ácido hipocloroso, considere a reação do óxido hipocloroso (Cl₂O) com a água:
Cl₂O + H₂O → 2 HClO

HBrO₂ ácido bromoso (nox do bromo é 3+). O ácido bromoso pode ser obtido a partir da reação entre óxido bromoso com água, como mostrado na equação: Br₂O₃ + H₂O → 2 HBrO₂

HIO₃ ácido iódico (nox do iodo é 5+). O ácido iódico é produzido na reação do anidrido iódico com água: I₂O₅ + H₂O → 2 HIO₃

HClO₄ ácido perclórico (nox do cloro é 7+). Observe a equação da reação de formação desse ácido: Cl₂O₇ + H₂O → 2 HClO₄

Para **oxiácidos do grupo 16**, considere os números de oxidação dos calcogêneos e sufixos correspondentes:

Número de oxidação	Sufixo
4 +	oso
6 +	ico

Observe as fórmulas dos ácidos do enxofre:
H₂SO₃ ácido sulfuroso (nox do enxofre é 4+):
SO₂ + H₂O → H₂SO₃

H₂SO₄ ácido sulfúrico (nox do enxofre é 6+):
SO₃ + H₂O → H₂SO₄

Para os **oxiácidos do grupo 15**, utilize os seguintes números de oxidação e sufixos:

Número de oxidação	Sufixo
3 +	Oso
5 +	Ico

Veja as fórmulas dos ácidos do nitrogênio:
HNO₂ ácido nitroso (nox do nitrogênio é igual a 3+): N₂O₃ + H₂O → 2 HNO₂

HNO₃ ácido nítrico (nox do nitrogênio é igual a 5+): N₂O₅ + H₂O → 2 HNO₃

Para os ácidos do fósforo e arsênio, também do **grupo 15**, ocorre um fato interessante. Se o óxido correspondente reagir com uma molécula de água, o prefixo meta deve ser introduzido. Caso o óxido reaja com duas moléculas de água, coloque o prefixo piro e, se reagir com três moléculas de água, introduza o prefixo orto, que tem sido considerado opcional:

Número de moléculas de água	Prefixo
1	meta
2	piro
3	orto

Considere a formulação do ácido metafosforoso:
P₂O₃ + H₂O → 2 HPO₂

Agora veja o ácido pirofosfórico:



O ácido ortofosfórico é mais conhecido como ácido fosfórico, acidulante utilizado na produção de alimentos industrializados. Observe sua formulação:
P₂O₅ + 3 H₂O → 2 H₃PO₄

No grupo 14, o carbono forma o ácido carbônico com número de oxidação igual a 4+:
CO₂ + H₂O → H₂CO₃

No **grupo 13**, o boro forma oxiácidos com número de oxidação 3+. O sufixo referente a esse número de oxidação é ico. Utilize os prefixos para designar o grau de hidratação do óxido:

Número de moléculas de água	Prefixo
1	meta
2	piro
3	orto

Exemplos:

H₄B₂O₅ ácido pirobórico:



H₃BO₃ ácido ortobórico ou bórico:



ÁCIDOS MAIS IMPORTANTES

Ácido Sulfúrico

Ácido sulfúrico, também conhecido como vitriolo, é um ácido mineral composto pelos elementos enxofre, oxigênio e hidrogênio com a fórmula molecular H_2SO_4 . É um líquido viscoso, incolor, inodoro e solúvel em água, produzindo uma dissolução altamente exotérmica.

Sua corrosividade pode ser atribuída principalmente à sua natureza de ácido forte e, se em alta concentração, as suas propriedades de desidratação e oxidação. Também é higroscópico, prontamente absorvendo vapor d'água do ar. Em contato com a pele, o ácido sulfúrico pode causar graves queimaduras químicas e até queimaduras de segundo grau; é muito perigoso mesmo em concentrações moderadas.

O ácido sulfúrico é um importante produto e, de fato, a produção de ácido sulfúrico de um país é um bom indicador de sua força industrial. É largamente produzido, por diferentes métodos, como o processo de contato, o processo de ácido sulfúrico a úmido, o processo de câmara de chumbo e alguns outros métodos.

O uso mais comum de ácido sulfúrico (60% do total) é na indústria de fertilizantes. Também é uma substância essencial para a indústria química. Os usos principais incluem produção de fertilizantes (e outros processamentos minerais), refinamento de petróleo, tratamento de águas residuais e síntese química. Possui um vasto uso de aplicações finais, como em eletrólitos de baterias de chumbo-ácido e em vários agentes de limpeza.



Ácido Nítrico

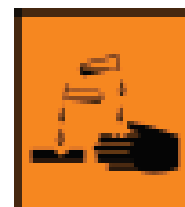
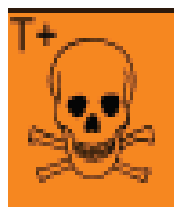
O ácido nítrico puro é um líquido viscoso, incolor e inodoro. Frequentemente, distintas impurezas o colorem de amarelo-acastanhado. A temperatura ambiente libera fumaças (fumos) vermelhos ou amareladas. O ácido nítrico concentrado tinga a pele humana de amarelo ao contato, devido a uma

reação com a cisteína presente na queratina da pele.

O ácido nítrico é considerado um ácido forte, sendo também bastante corrosivo.

Sendo um ácido típico, o ácido nítrico reage com os metais alcalinos, óxidos básicos e carbonatos, formando sais, como o nitrato de amônio. Devido à sua natureza oxidante, o ácido nítrico geralmente não doa prótons (isto é, ele não libera hidrogênio) na reação com metais e o sal resultante normalmente está no mais alto estado de oxidação. Por essa razão, pode-se esperar forte corrosão, que deve ser evitada pelo uso apropriado de metais ou ligas resistentes à corrosão.

A principal aplicação do ácido nítrico é na produção de fertilizantes. Entre os sais do ácido nítrico estão incluídos importantes compostos como o nitrato de potássio (nitro ou salitre empregado na fabricação de pólvora) e o nitrato de amônio como fertilizante.



Ácido Clorídrico

O ácido clorídrico (HCl) é uma solução aquosa, ácida e queimante, devendo ser manuseado apenas com as devidas precauções. Ele é normalmente utilizado como reagente químico, e é um dos ácidos que se ioniza completamente em solução aquosa. Em sua forma pura, HCl é um gás, conhecido como cloreto de hidrogênio.

Em sua forma de baixa pureza e com concentração não informada, é conhecido como ácido muriático (muriático significa pertencente a salmoura ou a sal), sendo vendido sob essa designação para a remoção de manchas resultantes da umidade em pisos e paredes de pedras, azulejos, tijolos e outros. O ácido muriático, quando aquecido, libera vapores tóxicos e irritantes.

Uma solução de cloreto de hidrogênio (ácido clorídrico), em sua forma mais pura, com a denominação de "P.A." (Pureza Analítica), também, conhecida no termo erudita como "Limpido", é um reagente comum em laboratórios e encontrado em uma solução de 37 a 38% em massa (título).

Este ácido pode ser encontrado no estômago. Os sucos digestivos humanos consistem numa mistura

bastante diluída de ácido clorídrico e várias enzimas que ajudam a clivar as proteínas presentes na comida.



BASES DE ARRHENIUS

São sólidos iônicos que na presença de água libera, como único ânion, o íon hidróxido (OH^-).

O hidróxido de sódio, conhecido como soda cáustica, é a base de Arrhenius mais utilizada. É produzida a partir da eletrólise da salmoura, uma mistura de água e cloreto de sódio.

PROPRIEDADES DAS SOLUÇÕES AQUOSAS BÁSICAS

- Possuem sabor adstringente.
- Possuem pH maior que 7, a 25 °C.
- São corrosivas, sobretudo com pH maior que 12.
- São condutoras de eletricidade.
- Tornam vermelhas soluções alcólicas de fenolftaleína.
- Tornam azuis papeis de tornassol.
- Neutralizam soluções ácidas.
- São absorvedoras de gás carbônico.

CLASSIFICAÇÃO

- **De acordo com o Número de Íons Hidróxido por Fórmula**
- Monobases: NaOH , KOH , CuOH .
- Dibases: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$.
- Tribases: $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_3$.
- Polibases: $\text{Pb}(\text{OH})_4$, $\text{Sn}(\text{OH})_4$.

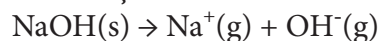
- **De acordo com a força básica**
- Bases fortes: são as bases de metais alcalinos e alcalino-terrosos, exceto o hidróxido de magnésio.
- Bases fracas: as demais.
- **De acordo com a solubilidade em água**
- Solúveis: são as bases de metais alcalinos.
- Pouco solúveis: bases de metais alcalino-terrosos.
- Praticamente insolúveis: as demais.

MECANISMO DE DISSOLUÇÃO EM ÁGUA

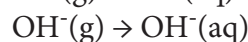
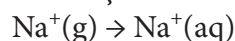
Os hidróxidos são substâncias iônicas sólidas que necessitam de um solvente muito polar, como a água, para serem dissolvidos. O processo de dissolução é dividido em duas etapas: dissociação iônica e solvatação dos íons. Quando se adiciona uma base em água, se inicia a aproximação das moléculas de água na direção dos íons presentes na superfície do sólido cristalino do hidróxido. Com isso, as atrações eletrostáticas são reduzidas à medida que os íons se distanciam, atraídos pelas moléculas de água. Dá-se o processo de dissociação iônica com ruptura de ligações iônicas. Simultaneamente, ocorre a solvatação dos íons mediante a formação de interações íon-dipolo entre as cargas elétricas dos íons e os dipolos elétricos das moléculas de água.

Considere a dissolução do hidróxido de sódio em água, representada através das equações:

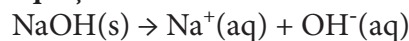
Dissociação iônica:



Solvatação dos íons:



O processo global pode ser representado pela equação:



NOMENCLATURA DAS BASES

O nome de uma base é construído assim:

Hidróxido + nome do cátion metálico

Observe alguns exemplos:

- LiOH hidróxido de lítio.
- NaOH hidróxido de sódio (conhecida como soda cáustica).
- KOH (conhecida como potassa).
- Ca(OH)₂ (conhecida como cal hidratada).
- Ba(OH)₂ (conhecida como água de barita).
- Zn(OH)₂ hidróxido de zinco.
- Cd(OH)₂ hidróxido de cádmio.
- AgOH hidróxido de prata.

Se o metal formar cátions diferentes, é preciso indicar sua carga através de algarismos romanos. Considere os cátions metálicos importantes e os sufixos utilizados na nomenclatura usual de seus hidróxidos:

- Ferro, cobalto e níquel: 2+ e 3+.
- Cobre, mercúrio: 1+ e 2+.
- Zinco e cádmio: 2+.
- Ouro: 1+ e 3+.
- Estanho e chumbo: 2+ e 4+.

Na nomenclatura usual, para a carga menor, utiliza o sufixo oso e para a carga maior do cátion, o sufixo ico. Observe alguns exemplos:

- CuOH hidróxido de cobre (I) (conhecido como hidróxido cuproso).
- Cu(OH)₂ hidróxido de cobre (II) (conhecido como hidróxido cúprico).
- Fe(OH)₂ hidróxido de ferro (II) (conhecido como hidróxido ferroso).
- Fe(OH)₃ hidróxido de ferro (III) (conhecido como hidróxido férrico).

NOMENCLATURA DAS BASES

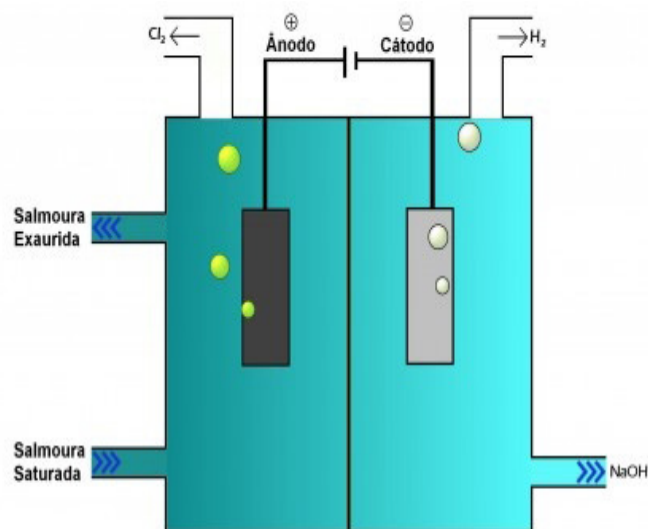
Hidróxido de Sódio

O hidróxido de sódio é uma base com a seguinte constituição: NaOH. Essa base é comercializada e muito conhecida cotidianamente como soda cáustica, pois ela é altamente corrosiva, causando queimaduras graves em todos os tecidos animais.

Além de corrosivo, o hidróxido de sódio também é bastante tóxico e muito solúvel em água, o que inclusive é uma dissolução que libera grande quantidade de calor, sendo um processo exotérmico.

É um sólido branco, cristalino, com ponto de fusão igual a 318°C e que tem a propriedade de absorver água do ar (higroscópico), tornando-se um líquido incolor quando exposto ao ambiente por um tempo.

O hidróxido de sódio não existe na natureza, ele é produzido industrialmente por meio de reações de eletrólise de soluções aquosas de cloreto de sódio (NaCl – salmoura), conforme pode ser visto abaixo:



Ele é largamente aplicado na indústria, na purificação de derivados de petróleo e de óleos vegetais, na fabricação de produtos de uso doméstico (como desentupidores de pias e ralos e na remoção de sujeiras pesadas) e na preparação de produtos orgânicos (como papel, celofane, seda artificial, celulose, corantes e, principalmente, sabão).

Desde a Antiguidade o homem realiza a reação química para a produção de sabão a partir do uso da soda cáustica, pois ela reage com óleos e gorduras, convertendo-os em substâncias solúveis e fluídas, que são removidas pela lavagem.

Hidróxido de Cálcio

O Hidróxido de cálcio, também conhecido como cal hidratada, cal apagada, leite de cal, hidróxido de cálcio em suspensão ou ainda cal extinta, é um composto químico de fórmula Ca(OH)₂. Apresenta-se quando puro como um sólido branco e inodoro.

Massa específica: 2240 kg/m³. Temperatura de fusão: 580 °C. Solubilidade: 0,185 g em 100 g de água a 0 °C; 0,141 g a 40 °C e 0,077 g a 100 °C.

É decomposto pelo aquecimento, resultando o óxido. A solução aquosa é uma base relativamente forte e reage violentamente com ácidos.

Reage também com o dióxido de carbono formando o carbonato de cálcio, podendo ser usado para detectar a presença do dióxido de carbono em uma mistura de gases devido a insolubilidade do carbonato, em uma solução que é comumente conhecida como “água de cal”. Serve como agente floculador no tratamento de água e de efluentes. É um ingrediente de tintas, argamassa, gesso, asfalto e da cal utilizada em caiação e asfalto para construção civil.

SAIS

São substâncias iônicas, sólidas nas condições ambientes, resultantes das reações de neutralização entre ácidos e bases. São formados por cátions provenientes da base e por ânions provenientes dos ácidos.

SAIS MAIS IMPORTANTES

• Cloreto de Sódio (NaCl)

- Alimentação - É obrigatória por lei a adição de certa quantidade de iodeto (NaI, KI) ao sal de cozinha, como prevenção da doença do bócio.
- Conservação da carne, do pescado e de peles.
- Obtenção de misturas refrigerantes; a mistura gelo + NaCl(s) pode atingir -22°C.
- Obtenção de Na, Cl₂, H₂, e compostos tanto de sódio como de cloro, como NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, HCl.
- Em medicina sob forma de soro fisiológico (solução aquosa contendo 0,92% de NaCl), no combate à desidratação.

• Nitrato de Sódio (NaNO₃)

- Fertilizante na agricultura.
- 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.
- Fabricação do vidro comum (maior aplicação): Barrilha + calcário + areia g vidro comum.
- Fabricação de sabões.

• Bicarbonato de Sódio (NaHCO₃)

- Antiácido estomacal. Neutraliza o excesso de HCl do suco gástrico.

$$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
 O CO₂ liberado é o responsável pelo “arroto”.
- Fabricação de digestivo, como Alka-Seltzer, Sonrisal, sal de frutas, etc. O sal de frutas contém NaHCO₃ (s) e ácidos orgânicos sólidos (tartárico, cítrico e outros). Na presença de água, o NaHCO₃ reage com os ácidos liberando CO₂ (g), o responsável pela efervescência:

$$\text{NaHCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
- Fabricação de fermento químico. O crescimento da massa (bolos, bolachas, etc) é devido à liberação do CO₂ do NaHCO₃.
- Fabricação de extintores de incêndio (extintores de espuma). No extintor há NaHCO₃ (s) e H₂SO₄ 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 CO₂. Estes extintores não podem ser usados para apagar o fogo em instalações elétricas porque a espuma é eletrolítica (conduz corrente elétrica).

• Fluoreto de Sódio (NaF)

- É usado na prevenção de cáries dentárias (anticárie), na fabricação de pastas de dentes e na fluoretação da

• Carbonato de Cálcio (CaCO₃)

É encontrado na natureza constituindo o calcário e o mármore.

- Fabricação de CO₂ e cal viva (CaO), a partir da qual se obtém cal hidratada (Ca(OH)₂):

$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$

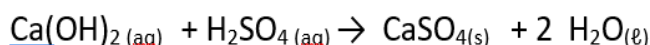
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$$
- Fabricação do vidro comum.
- Fabricação do cimento Portland:
 Calcário + argila + areia

CLASSIFICAÇÃO DOS SAIS

- Sais normais (Sais Neutros na Antiga Nomenclatura)**

São obtidos através da reação da salificação com neutralização total do ácido e da base. Todos os átomos de hidrogênio ionizáveis do ácido e todos os íons hidróxido da base são neutralizados. Nessa reação, forma-se um sal normal. Esse sal não tem hidrogênio ionizável e íons hidróxido.

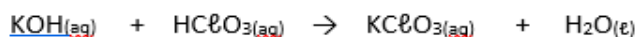
- Formação do sulfato de cálcio:**



Hidróxido de cálcio ácido sulfúrico Sulfato de cálcio água

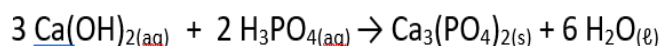
- Formação do clorato de potássio:**

Formação do clorato de potássio:



Hidróxido de potássio ácido clórico Clorato de potássio água

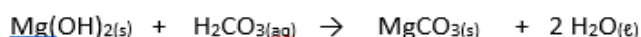
- Formação de fosfato de cálcio**



Hidróxido de cálcio ácido fosfórico fosfato de cálcio água

- Formação do carbonato de magnésio:**

Formação do carbonato de magnésio:

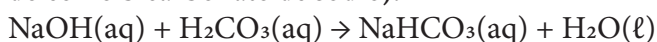


Hidróxido de magnésio ácido carbônico Carbonato de magnésio água

HIDROGENOSSAIS

São sais resultantes das reações de neutralização parcial do ácido e total da base. O ânion do sal contém átomos de hidrogênio proveniente do ácido.

Formação do hidrogenocarbonato de sódio (conhecido como bicarbonato de sódio).

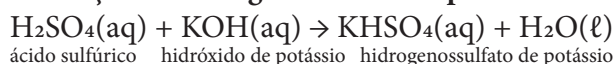


Hidróxido de sódio ácido carbônico Hidrogenocarbonato de sódio

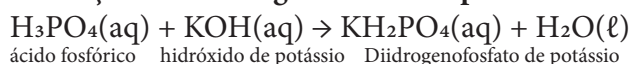
Formação do hidrogenocarbonato de amônio
 $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Hidróxido de sódio ácido carbônico hidrogenocarbonato de amônio

Formação do hidrogenossulfato de potássio



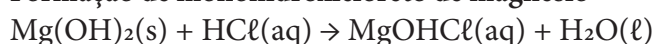
Formação do dihidrogenofosfato de potássio



HIDROXISSAIS

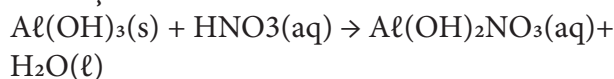
São produzidos na reação de neutralização parcial do hidróxido e total do ácido.

Formação de monohidroxidocloreto de magnésio



Hidróxido de magnésio ácido clorídrico hidroxidocloreto de magnésio

Formação de diidroxinitrato de alumínio

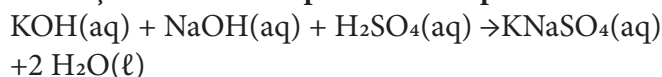


Hidróxido de alumínio ácido nítrico diidroxinitrato de alumínio

SAIS DUPLOS OU MISTOS

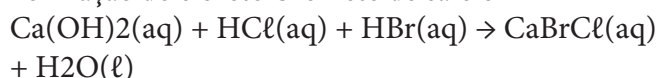
Possuem dois cátions diferentes ou dois ânions diferentes. São resultantes da neutralização de dois ácidos por uma base ou de duas bases por um ácido.

Formação do sulfato duplo de sódio e potássio



Hidróxido de potássio hidróxido de sódio ácido sulfúrico sulfato duplo de potássio e sódio

Formação do cloreto-brometo de cálcio



Hidróxido de cálcio ácido clorídrico ácido bromídrico cloreto-brometo de cálcio

SAIS HIDRATADOS

São sais que possuem moléculas de água integradas ao seu arranjo cristalino. As moléculas de água encontram-se em uma proporção determinada em relação a fórmula do sal. A essa proporção damos o nome de grau de hidratação. Na fórmula de um sal hidratado, deve vir indicado o grau de hidratação, como nos exemplos abaixo:

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Cloreto de cálcio diidratado

$\text{CuSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Sulfato cúprico decahidratado.

ALÚMENS

São sulfatos duplos que possuem um cátion monovalente e um trivalente, cristalizados com 24 moléculas de água. Apresentam, portanto, a seguinte fórmula geral:

$C^{1+} SO_4^{2-} \cdot C^{3+} (SO_4)^{2-} 3 \cdot 24 H_2O$. Onde C^{1+} e C^{3+} representam, respectivamente, um cátion monovalente e um cátion trivalente, genéricos. Simplificadamente, temos: $C^{1+}C^{3+} (SO_4)^{2-} 2 \cdot 12 H_2O$.

Exemplos: $Na_2SO_4 \cdot Bi_2(SO_4)_3 \cdot 24 H_2O$ Alúmen de bismuto e sódio

$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24 H_2O$ – Alúmen de alumínio e potássio. (conhecido também como alúmen comum ou pedra-ume, que age como coagulante em pequenos cortes).

PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS SAIS

- São sólidos, cristalinos, que fundem e fervem em temperaturas elevadas.
- São compostos tipicamente iônicos, isto é, formados por aglomerados de íons.
- Quando em solução, conduzem corrente elétrica.
- Geralmente apresentam sabor salgado, embora alguns sais como o sulfato de magnésio ($MgSO_4$) apresentam sabor amargo. O sulfato de magnésio é empregado como laxante, na produção de tintas, sabão e também para curtir couros.
- Suas soluções aquosas podem ser ácidas, básicas ou neutras, dependendo do ácido e da base de origem.

SOLUBILIDADE EM ÁGUA DE ALGUNS SAIS

Os sais, de forma geral, possuem solubilidades baixas em água em decorrência de elevados valores de energia de rede cristalina, decorrentes de ligações iônicas muito intensas. Os processos de dissolução de sais em água podem ser exotérmicos ou endotérmicos. O mecanismo de dissolução inclui a dissociação iônica e a solvatação dos íons. Apenas os sais de menores pontos de fusão possuem solubilidades significativas em água. Observe regras de solubilidade de alguns sais:

- Os nitratos (NO_3^-) e cloratos (ClO_3^-) são muito solúveis.

- Sais de cátions de metais alcalinos e do íon amônio (NH_4^+) são solúveis.
- Os cloretos (Cl^-), os brometos (Br^-), os iodetos (I^-) são solúveis exceto de íons prata (Ag^+), chumbo (II), (Pb^{2+}), e mercúrio(I), (Hg_2^{2+}), e mercúrio (II), (Hg^{2+}).
- Os sulfatos (SO_4^{2-}) são solúveis exceto de íons cálcio (Ca^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}), bário (Ba^{2+}), chumbo (II) (Pb^{2+}) e mercúrio (II) (Hg^{2+}).
- Os sulfetos (S^{2-}) e hidróxidos (OH^-), em sua maioria, são insolúveis na água. Principais exceções: metais alcalinos, alcalino-terrosos.
- Os carbonatos (CO_3^{2-}), os fosfatos (PO_4^{3-}) e os sais dos outros ânions não mencionados anteriormente, em sua maior parte, são insolúveis na água. Exceções: Os sais dos metais alcalinos e de amônio são solúveis.

NOMENCLATURA E FORMULAÇÃO

Para nomear um sal, inicialmente, é preciso propor o nome do ânion, trocando o sufixo do nome do ácido de origem, como apresentado no quadro abaixo:

Sufixo do ácido de origem	Sufixo do ânion
ídrico	eto
oso	ito
ico	ato

O nome do ânion deve ser seguido pela nomenclatura do cátion, indicando quando necessário, a carga elétrica através de algarismos romanos. Observe alguns exemplos:

- $KClO_3$ sal proveniente do ácido clórico ($HClO_3$) – clorato de potássio.
- $Ba_3(PO_4)_3$ sal proveniente do ácido fosfórico (H_3PO_4) - Fosfato de bário.
- $Fe_2(SO_4)_3$ sal proveniente do ácido sulfúrico (H_2SO_4) – sulfato de ferro (III) ou sulfato férrico.
- Na_2HPO_4 sal proveniente do ácido fosfórico (H_3PO_4) - Hidrogenofosfato de sódio.
- $FeOHCl$ sal proveniente do ácido clorídrico - Hidróxicloreto de ferro (II).

ÓXIDOS

São compostos químicos binários em que o oxigênio é o mais eletronegativo. Podem ser iônicos ou moleculares, sólidos, líquidos ou gasosos nas condições ambientes.

ÓXIDOS IMPORTANTES

• Óxido de Cálcio (CaO)

- É um dos óxidos de maior aplicação e não é encontrado na natureza. É obtido industrialmente por pirólise de calcário.
- Fabricação de cal hidratada ou $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- Preparação da argamassa usada no assentamento de tijolos e revestimento das paredes.
- Pintura a cal (caiação).
- Na agricultura, para diminuir a acidez do solo.

• Dióxido de Carbono (CO_2)

É um gás incolor, inodoro, mais denso que o ar. Não é combustível e nem comburente, por isso, é usado como extintor de incêndio.

- O CO_2 não é tóxico, por isso não é poluente. O ar contendo maior teor em CO_2 que o normal (0,03%) é impróprio para respiração, porque contém menor teor em O_2 que o normal.
- O CO_2 é o gás usado nos refrigerantes e nas águas minerais gaseificadas. Aqui ocorre a reação: $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
- O CO_2 sólido, conhecido por gelo seco, é usado para produzir baixas temperaturas.
- Atualmente, o teor em CO_2 na atmosfera tem aumentado e esse fato é o principal responsável pelo chamado efeito estufa.

• Monóxido de Carbono (CO)

- É um gás incolor extremamente tóxico. É um seríssimo poluente do ar atmosférico.
- Forma-se na queima incompleta de combustíveis como álcool (etanol), gasolina, óleo, diesel, etc.
- A quantidade de CO lançada na atmosfera pelo escapamento dos automóveis, caminhões, ônibus, etc. cresce na seguinte ordem em relação ao combustível usado: álcool < gasolina < óleo diesel.

- A gasolina usada como combustível contém um certo teor de álcool (etanol), para reduzir a quantidade de CO lançada na atmosfera e, com isso, diminuir a poluição do ar, ou seja, diminuir o impacto ambiental.

• Dióxido de Enxofre (SO_2)

É um gás incolor, tóxico, de cheiro forte e irritante.

- Forma-se na queima do enxofre e dos compostos do enxofre: $\text{S} + \text{O}_2(\text{ar}) \rightarrow \text{SO}_2$
- O SO_2 é um sério poluente atmosférico. É o principal poluente do ar das regiões onde há fábricas de H_2SO_4 . Na fase da fabricação desse ácido consiste na queima do enxofre.
- A gasolina, óleo diesel e outros combustíveis derivados do petróleo contêm compostos do enxofre. Na queima desses combustíveis, forma-se o SO_2 que é lançado na atmosfera. O óleo diesel contém maior teor de enxofre do que a gasolina e, por isso, o impacto ambiental causado pelo uso do óleo diesel, como combustível, é maior do que o da gasolina. O álcool (etanol) não contém composto de enxofre e, por isso, na sua queima não é liberado o SO_2 . Esta é mais uma vantagem do álcool em relação à gasolina em termos de poluição atmosférica.
- O SO_2 lançado na atmosfera se transforma em SO_3 que se dissolve na água de chuva constituindo a chuva ácida, causando um sério impacto ambiental e destruindo a vegetação:

$$2\text{SO}_2 + \text{O}_2(\text{ar}) \rightarrow 2\text{SO}_3$$

$$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$$

• Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

É um gás de cor castanho-avermelhada, de cheiro forte e irritante, muito tóxico.

- Nos motores de explosão dos automóveis, caminhões, etc., devido à temperatura muito elevada, o nitrogênio e oxigênio do ar se combinam resultando em óxidos do nitrogênio, particularmente NO_2 , que poluem a atmosfera.
- O NO_2 liberado dos escapamentos reage com o O_2 do ar produzindo O_3 , que é outro sério poluente atmosférico: $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_3$
- Os automóveis modernos têm dispositivos especiais que transformam os óxidos do nitrogênio e o CO em N_2 e CO_2 (não poluentes).

- Os óxidos do nitrogênio da atmosfera dissolvem-se na água dando ácido nítrico, originando assim a chuva ácida, que também causa sério impacto ambiental.

CLASSIFICAÇÃO DOS ÓXIDOS

Óxidos Básicos

São óxidos de caráter predominantemente iônico formado por cátions de cargas 1+, 2+ e 3+. Os mais importantes óxidos básicos são os de metais alcalinos e alcalino-terrosos. São sólidos brancos ou acizentados que à temperatura ambiente possuem pontos de fusão elevados. As interações que mantêm o cristal coeso são predominantemente de natureza eletrostática. Reagem com água com formação de hidróxidos e com óxidos ácidos ou ácidos com produção de sais.

Reação de óxido de sódio com água

- Reação de óxido de sódio com água
 $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow 2 \text{NaOH}(\text{aq})$
- Reação da cal virgem com água
 $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
- Reação do óxido de magnésio com água.
 $\text{MgO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$
- Reação do óxido de ferro (III) com água.
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$
- Reação da cal virgem com gás carbônico.
 $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$
- Reação do óxido ferroso com ácido muriático.
 $\text{FeO}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Óxidos Ácidos ou Anidridos

São óxidos de natureza molecular formados por ametais ou metais com nox elevado (6⁺ e 7⁺). Podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. Possuem baixos pontos de fusão e ebulição. Reagem com água com formação de ácidos de Arrhenius.

- Reação de anidrido sulfúrico com cal virgem.
 $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{s})$
- Reação do dióxido de nitrogênio com água.
 $2 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{HNO}_3(\text{aq})$
- Reação do anidrido fosfórico com água.
 $\text{P}_2\text{O}_5(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$
- Reação do gás carbônico com hidróxido de bário
 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Óxidos Anfóteros

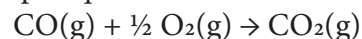
São óxidos sólidos, de pontos de fusão elevados, que não reagem espontaneamente com água. Os elementos formadores não se comportam como metais típicos nem como ametais. Possuem valores intermediários de eletronegatividade entre metais e ametais. Reagem com eletrólitos fortes como ácidos e bases. Estão presentes em diversas rochas.

- Reação do óxido de zinco com ácido clorídrico.
 $\text{ZnO}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$
- Reação do óxido de alumínio com hidróxido de sódio
 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaAlO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Óxidos Neutros

Óxidos neutros ou indiferentes são óxidos que não reagem com água, nem com ácidos, nem com bases. Assim, os óxidos neutros não apresentam nem caráter ácido nem caráter básico. São poucos os óxidos dessa classe. Os mais comuns são: CO, NO e N₂O.

São compostos gasosos, moleculares formados por ametais. Mas o fato de serem “indiferentes” ou “neutros” não significa que esses óxidos não possam participar de outras reações. O monóxido de carbono, por exemplo, queima com muita facilidade.



Óxidos Duplos ou Mistos ou Salinos

Óxidos duplos, mistos ou salinos são óxidos que não se comportam como se fossem formados por dois outros óxidos, do mesmo elemento químico.

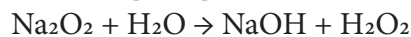


O tetróxido de triferro está presente no minério magnetita e o tetróxido de trichumbo é um dos componentes de uma mistura conhecida como zarcão. São sempre óxidos metálicos, sólidos e de estrutura iônica. Eles reagem como se fossem mistura de dois óxidos.

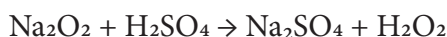
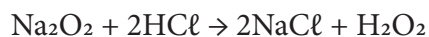


• Peróxidos

São óxidos que reagem com a água ou com ácidos diluídos produzindo peróxido de hidrogênio. O oxigênio apresenta número de oxidação -1. O peróxido de hidrogênio é de natureza molecular, mas os peróxidos de metais alcalinos e metais alcalino-terrosos são iônicos. O ânion peróxido pode ser representado como $[\text{O-O}]^{2-}$.



Reagem com ácidos, produzindo sal e água oxigenada.



A nomenclatura é feita com a própria palavra peróxido. Por exemplo: H_2O_2 - peróxido de hidrogênio; Na_2O_2 - peróxido de sódio; CaO_2 - peróxido de cálcio.

• Superóxidos

Superóxidos são óxidos que reagem com a água ou com ácidos diluídos produzindo peróxido de hidrogênio e gás oxigênio. O oxigênio apresenta número de oxidação $-\frac{1}{2}$



São sólidos iônicos, formados pelos cátions alcalinos ou alcalino-terrosos. A nomenclatura é feita com a própria palavra superóxido. Por exemplo: NaO_2 - superóxido de sódio; CaO_4 - superóxido de cálcio.



QUESTÕES DE REVISÃO



1. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

Coloque os óxidos MnO_3 , Mn_2O_3 , MnO_2 , Mn_2O_7 e MnO na ordem do mais básico para o mais ácido.

2. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

Na evolução do conceito ácido-base surge inicialmente a sua definição segundo Arrhenius, seguido pelo conceito de Brønsted-Lowry e mais tarde pelo de Lewis. Responda:

- Qual a limitação do conceito inicial de ácido-base que deu origem à definição de Brønsted-Lowry?
- Quais as limitações dos dois conceitos já existentes que levaram Lewis a postular sua teoria?

3. (FUVEST - 2011)

Um sólido branco apresenta as seguintes propriedades:

- É solúvel em água.
- Sua solução aquosa é condutora de corrente elétrica.
- Quando puro, o sólido não conduz corrente elétrica.
- Quando fundido, o líquido puro resultante não conduz corrente elétrica.

Considerando essas informações, o sólido em questão pode ser

- sulfato de potássio.
- hidróxido de bário.
- platina.
- ácido cis-butenodioico.
- polietileno.

4. (FUVEST - 2009)

Michael Faraday (1791–1867), em fragmento de A história química de uma vela, assim descreve uma substância gasosa que preparou diante do público que assistia a sua conferência: “Podemos experimentar do jeito que quisermos, mas ela não pegará fogo, não deixará o pavio queimar e extinguirá a combustão de tudo. Não há nada que queime nela, em circunstâncias comuns. Não tem cheiro, pouco se dissolve na água, não forma solução aquosa ácida nem alcalina, e é tão indiferente a todos os órgãos do corpo humano quanto uma coisa pode ser. Então, diriam os senhores: ‘Ela não é nada, não é digna de atenção da química. O que faz no ar?’”

A substância gasosa descrita por Faraday é

- $\text{H}_2(\text{g})$
- $\text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{CO}(\text{g})$
- $\text{N}_2(\text{g})$
- $\text{NO}_2(\text{g})$



5. (UNICAMP - 2005)

No início das transmissões radiofônicas, um pequeno aparelho permitia a recepção do sinal emitido por estações de rádio. Era o chamado rádio de galena, cuja peça central constituía-se de um cristal de galena, que é um mineral de chumbo, na forma de sulfeto, de cor preta. O sulfeto de chumbo também aparece em quadros de vários pintores famosos que usaram carbonato básico de chumbo como pigmento branco. Com o passar do tempo, este foi se transformando em sulfeto de chumbo pela ação do gás sulfídrico presente no ar, afetando a luminosidade da obra. Para devolver à pintura a luminosidade original que o artista pretendeu transmitir, ela pode ser tratada com peróxido de hidrogênio, que faz com que o sulfeto de chumbo transforme-se em sulfato, de cor branca.

A) Escreva os símbolos químicos do chumbo e do enxofre. Lembre-se de que os símbolos químicos desses elementos se originam de seus nomes latinos “plumbum” e “sulfur”.

B) Escreva a equação química que representa a transformação do sulfeto de chumbo em sulfato de chumbo pela ação do peróxido de hidrogênio.

C) Dentre as transformações químicas citadas nesta questão, alguma delas corresponde a uma reação de óxido-redução? Responda sim ou não e justifique a sua resposta.

6. (ENEM - 2015)

Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

MATEUS, A. L. *Química na cabeça*. Belo Horizonte: UFMG, 2001 (adaptado).

A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)

- A) formação de óxidos de caráter ácido.
- B) evaporação do indicador fenolftaleína.
- C) vaporização de parte da água do frasco.
- D) vaporização dos gases de caráter alcalino.
- E) aumento do pH da solução no interior do frasco.

7. (ENEM - 2010)

O rótulo de uma garrafa de água mineral natural contém as seguintes informações:

Características físico-químicas	Valor	Composição química	mg/L
pH a 25°C	7,54	bicarbonato	93,84
		cálcio	15,13
		sódio	14,24
condutividade elétrica a 25°C	151 (µS/cm)	magnésio	3,62
		carbonatos	3,09
		sulfatos	2,30
resíduo da evaporação a 180°C	126,71 (mg/L)	potássio	1,24
		fosfatos	0,20
		fluoretos	0,20

As informações químicas presentes no rótulo de vários produtos permitem classificar o produto de várias formas, de acordo com seu gosto, seu cheiro, sua aparência, sua função, entre outras. As informações da tabela permitem concluir que essa água é.

- A) gasosa.
- B) insípida.
- C) levemente azeda.
- D) um pouco alcalina.
- E) radioativa na fonte.

8. (ENEM - 2010)

Os oceanos absorvem aproximadamente um terço das emissões de CO₂ procedentes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas. O CO₂ combina-se com as águas dos oceanos, provocando uma alteração importante em suas propriedades. Pesquisas com vários organismos marinhos revelam que essa alteração nos oceanos afeta uma série de processos biológicos necessários para o desenvolvimento e a sobrevivência de várias espécies da vida marinha. A alteração a que se refere o texto diz respeito ao aumento

- A) da acidez das águas dos oceanos.
- B) do estoque de pescado nos oceanos.
- C) da temperatura média dos oceanos.
- D) do nível das águas dos oceanos.
- E) da salinização das águas dos oceanos.



9. (ENEM - 2009)

O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o H_2CO_3 , formado pela reação do CO_2 atmosférico com a água, o HNO_3 , o HNO_2 , o H_2SO_4 e o H_2SO_3 . Esses quatro últimos são formados principalmente a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis.

A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- A) HNO_3 e HNO_2 .
- B) H_2SO_4 e H_2SO_3 .
- C) H_2SO_3 e HNO_2 .
- D) H_2SO_4 e HNO_3 .
- E) H_2CO_3 e H_2SO_3 .

10. (FUVEST - 2011)

Para identificar quatro soluções aquosas, A, B, C e D, que podem ser soluções de hidróxido de sódio, sulfato de potássio, ácido sulfúrico e cloreto de bário, não necessariamente nessa ordem, foram efetuados três ensaios, descritos a seguir, com as respectivas observações.

- I. A adição de algumas gotas de fenolftaleína a amostras de cada solução fez com que apenas a amostra de B se tornasse rosada.
- II. A solução rosada, obtida no ensaio I, tornou-se incolor pela adição de amostra de A.
- III. Amostras de A e C produziram precipitados brancos quando misturadas, em separado, com amostras de D.

Com base nessas observações e sabendo que sulfatos de metais alcalino-terrosos são pouco solúveis em água, pode-se concluir que A, B, C e D são, respectivamente, soluções aquosas de

- A) H_2SO_4 , NaOH , BaCl_2 e K_2SO_4 .
- B) BaCl_2 , NaOH , K_2SO_4 e H_2SO_4 .
- C) NaOH , H_2SO_4 , K_2SO_4 e BaCl_2 .
- D) K_2SO_4 , H_2SO_4 , BaCl_2 e NaOH .
- E) H_2SO_4 , NaOH , K_2SO_4 e BaCl_2 .

11. (FUVEST - 2014)

Em um laboratório químico, um estudante encontrou quatro frascos (1, 2, 3 e 4) contendo soluções aquosas incolores de sacarose, KCl , HCl e NaOH , não necessariamente nessa ordem. Para identificar essas soluções, fez alguns experimentos simples, cujos resultados são apresentados na tabela a seguir:

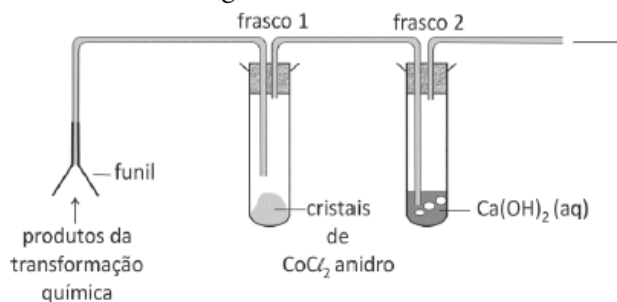
Frasco	Cor da solução após a adição de fenolftaleína	Condutividade elétrica	Reação com $\text{Mg}(\text{OH})_2$
1	incolor	conduz	não
2	rosa	conduz	não
3	incolor	conduz	sim
4	rosa	não conduz	não

Dado: soluções aquosas contendo indicador fenolftaleína são incolores em pH menor do que 8,5 e têm coloração rosa em pH igual a ou maior que 8,5. As soluções aquosas contidas nos frascos 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente, de

- A) HCl , NaOH , KCl e sacarose.
- B) KCl , NaOH , HCl e sacarose.
- C) HCl , sacarose, NaOH e KCl .
- D) KCl , sacarose, HCl e NaOH .

12. (FUVEST - 2014)

A aparelhagem esquematizada na figura abaixo pode ser utilizada para identificar gases ou vapores produzidos em transformações químicas. No frasco 1, cristais azuis de CoCl_2 anidro adquirem coloração rosa em contato com vapor d'água. No frasco 2, a solução aquosa saturada de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ turva se em contato com CO_2 (g).



Utilizando essa aparelhagem em três experimentos distintos, um estudante de Química investigou os produtos obtidos em três diferentes processos:

- I. aquecimento de CaCO_3 puro;
- II. combustão de uma vela;
- III. reação de raspas de $\text{Mg}(\text{s})$ com $\text{HCl}(\text{aq})$.

O aparecimento de coloração rosa nos cristais de CoCl_2 anidro e a turvação da solução aquosa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foram observados, simultaneamente, em

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



13. (UERJ - 2015)

Os combustíveis fósseis, que têm papel de destaque na matriz energética brasileira, são formados, dentre outros componentes, por hidrocarbonetos. A combustão completa dos hidrocarbonetos acarreta a formação de um óxido ácido que em sendo considerado o principal responsável pelo efeito estufa. A fórmula química desse óxido corresponde a:

- A) CO_2
- B) SO_3
- C) H_2O
- D) Na_2O

14. (ENEM - 2014)

Grande quantidade dos maus odores do nosso dia a dia está relacionada a compostos alcalinos. Assim em vários desses casos, pode-se utilizar o vinagre, que contém entre 3,5% e 5% de ácido acético, para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Por exemplo, lavar as mãos com vinagre e depois enxugá-las com água elimina o odor de peixe, já que a molécula de piridina ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) é uma das substâncias responsáveis pelo odor característico de peixe podre. SILVA, V. A.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. K. F. B. *Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro. Química Nova na Escola*, v33. N.1. fev 2011 (adaptado).

A eficiência do uso do vinagre nesse caso se explica pela

- A) sobreposição de odor, propiciada pelo cheiro característico do vinagre.
- B) solubilidade da piridina, de caráter ácido, na solução ácida empregada.
- C) inibição da proliferação das bactérias presentes devido à ação do ácido acético.
- D) degradação enzimática da molécula de piridina acelerada pela presença de ácido acético.
- E) reação de neutralização entre ácido acético e a piridina, que resulta em compostos sem mau odor.

15. (ENEM - 2014)

O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado – apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A) etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B) gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- C) óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbicas.
- D) gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbicas na decomposição da matéria orgânica.
- E) gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

16. (FUVEST - 2013)

O fitoplâncton consiste em um conjunto de organismos microscópicos encontrados em certos ambientes aquáticos. O desenvolvimento desses organismos requer luz e CO_2 , para o processo de fotossíntese, e requer também nutrientes contendo os elementos nitrogênio e fósforo. Considere a tabela que mostra dados de pH e de concentrações de nitrato e de oxigênio dissolvidos na água, para amostras coletadas durante o dia, em dois diferentes pontos (A e B) e em duas épocas do ano (maio e novembro), na represa Billings, em São Paulo.

	pH	Concentração de nitrato (mg/L)	Concentração de oxigênio (mg/L)
Ponto A (novembro)	9,8	0,14	,65
Ponto B (novembro)	9,1	0,15	5,8
Ponto A (maio)	7,3	7,71	5,6
Ponto B (maio)	7,4	3,95	5,7

Com base nas informações da tabela e em seus próprios conhecimentos sobre o processo de fotossíntese, um pesquisador registrou três conclusões:

- I. Nessas amostras, existe uma forte correlação entre as concentrações de nitrato e de oxigênio dissolvidos na água.
 - II. As amostras de água coletadas em novembro devem ter menos CO_2 dissolvido do que aquelas coletadas em maio.
 - III. Se as coletas tivessem sido feitas à noite, o pH das quatro amostras de água seria mais baixo do que o observado.
- É correto o que o pesquisador concluiu em

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



17. (FUVEST - 2010)

Uma estudante de química realizou quatro experimentos, que consistiram em misturar soluções aquosas de sais inorgânicos e observar os resultados. As observações foram anotadas em uma tabela:

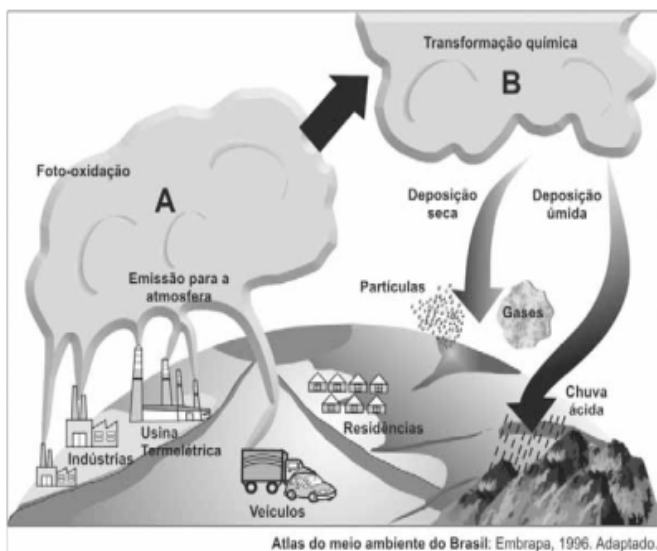
Experimento	Solutos contidos inicialmente nas soluções que foram misturadas		Observações
1	Ba(ClO ₃) ₂	Mg(IO ₃) ₂	Formação de precipitado branco
2	Mg(IO ₃) ₂	Pb(ClO ₃) ₂	Formação de precipitado branco
3	MgCrO ₄	Pb(ClO ₃) ₂	Formação de precipitado amarelo
4	MgCrO ₄	Ca(ClO ₃) ₂	Nenhuma transformação observada

A partir desses experimentos, conclui-se que são pouco solúveis em água somente os compostos

- A) Ba(IO₃)₂ e Mg(ClO₃)₂.
- B) PbCrO₄ e Mg(ClO₃)₂.
- C) Pb(IO₃)₂ e CaCrO₄.
- D) Ba(IO₃)₂, Pb(IO₃)₂ e PbCrO₄.
- E) Pb(IO₃)₂, PbCrO₄ e CaCrO₄.

18. (FUVEST - 2013)

Observe a imagem, que apresenta uma situação de intensa poluição do ar que danifica veículos, edifícios, monumentos, vegetação e acarreta transtornos ainda maiores para a população. Trata-se de chuvas com poluentes ácidos ou corrosivos produzidos por reações químicas na atmosfera.



Com base na figura e em seus conhecimentos,

A) identifique, em A, dois óxidos que se destacam e, em B, os ácidos que geram a chuva ácida, originados na transformação química desses óxidos. Responda no quadro da página de respostas.

B) explique duas medidas adotadas pelo poder público para minimizar o problema da poluição atmosférica na cidade de São Paulo.

19. (UNESP - 2013)



A imagem é a fotografia de uma impressão digital coletada na superfície de um pedaço de madeira. Para obtê-la, foi utilizada uma técnica baseada na reação entre o sal do suor (NaCl), presente na impressão digital, com solução aquosa diluída de um reagente específico. Depois de secar em uma câmara escura, a madeira é exposta à luz solar. Considere soluções aquosas diluídas de AgNO₃ e de KNO₃. Indique qual delas produziria um registro fotográfico de impressão digital ao reagir com o sal do suor, nas condições descritas, e justifique sua resposta descrevendo as reações químicas envolvidas.

20. (UNESP - 2012)

Bicarbonato de sódio e carbonato de sódio são duas substâncias químicas muito presentes no cotidiano. Entre várias aplicações, o bicarbonato de sódio é utilizado como antiácido estomacal e fermento de pães e bolos, e o carbonato de sódio, conhecido como barrilha ou soda, tem sua principal aplicação na fabricação de vidro comum. As fórmulas químicas do bicarbonato de sódio e do carbonato de sódio estão corretas e respectivamente representadas em

- A) NaHCO₃ e NaOH.
- B) Na(CO₃)₂ e NaHCO₃.
- C) NaHCO₃ e Na₂CO₃.
- D) Na(HCO₃)₂ e NaOH.
- E) Na₂HCO₃ e Na₂CO₃.

21. (UERJ - 2011)

O ácido não oxigenado formado por um ametal de configuração eletrônica da última camada 3s² 3p⁴ é um poluente de elevada toxicidade gerado em determinadas atividades industriais. Para evitar seu descarte direto no meio ambiente, faz-se a reação de neutralização total entre esse ácido e o hidróxido do metal do 4º período e grupo IIA da tabela de classificação periódica dos elementos. A fórmula do sal formado nessa reação é:

- (A) CaS (B) CaCl₂ (C) MgS (D) MgCl₂



22. (FUVEST - 2010)

Um botânico observou que uma mesma espécie de planta podia gerar flores azuis ou rosadas. Decidiu então estudar se a natureza do solo poderia influenciar a cor das flores. Para isso, fez alguns experimentos e anotou as seguintes observações:

I. Transplantada para um solo cujo pH era 5,6, uma planta com flores rosadas passou a gerar flores azuis.

II. Ao adicionar um pouco de nitrato de sódio ao solo, em que estava a planta com flores azuis, a cor das flores permaneceu a mesma.

III. Ao adicionar calcário moído (CaCO_3) ao solo, em que estava a planta com flores azuis, ela passou a gerar flores rosadas.

Considerando essas observações, o botânico pôde concluir que

A) em um solo mais ácido do que aquele de pH 5,6, as flores da planta seriam azuis.

B) a adição de solução diluída de NaCl ao solo, de pH 5,6, faria a planta gerar flores rosadas.

C) a adição de solução diluída de NaHCO_3 ao solo, em que está a planta com flores rosadas, faria com que ela gerasse flores azuis.

D) em um solo de pH 5,0, a planta com flores azuis geraria flores rosadas

E) a adição de solução diluída de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ao solo, em que está uma planta com flores azuis, faria com que ela gerasse flores rosadas.

23. (UNESP - 2013)

Em um estudo sobre extração de enzimas vegetais para uma indústria de alimentos, o professor solicitou que um estudante escolhesse, entre cinco soluções salinas disponíveis no laboratório, aquela que apresentasse o mais baixo valor de pH. Sabendo que todas as soluções disponíveis no laboratório são aquosas e equimolares, o estudante deve escolher a solução de

A) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

B) K_3PO_4 .

C) Na_2CO_3 .

D) KNO_3 .

E) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

24. (ENEM - 2012)

Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl (g), cloreto de hidrogênio, dentre 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 borbular os gases provenientes da incineração em

A) água dura.

B) água de cal.

C) água salobra.

D) água destilada.

E) água desmineralizada.

25. (ENEM - 2011)

O etanol é considerado um bicomcombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.

Revista Química Nova na Escola. N° 28, 2008.

O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetara o meio ambiente, causando

A) o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.

B) a eliminação de microrganismos existentes no solo responsável pelo processo de desnitrificação.

C) a contaminação de rios e lagos devido a alta solubilidade de íons como NO_3^- e NH_4^+ em água.

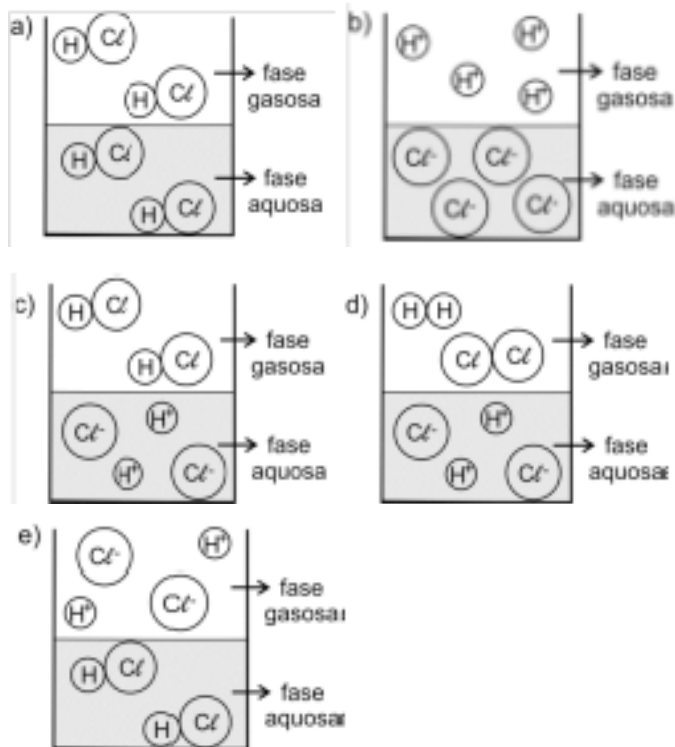
D) a diminuição do pH do solo pela presença de NH_3 , que reage com a água, formando o $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$.

E) a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo NO^2 , NO^3 , N_2O .



26. (FUVEST - 2012)

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



27. (UERJ - 2012)

A ferrugem é uma mistura de óxidos de ferro resultantes da corrosão desse metal. Outros óxidos metálicos, entretanto, o contrário dos presentes na ferrugem, formam uma camada protetora sobre a superfície do metal. Um deles é o óxido formado pelo elemento químico do grupo 13, pertencente ao terceiro período da Classificação Periódica dos Elementos. Escreva a fórmula química desse óxido protetor e classifique-o quanto ao tipo de óxido.

28. (UERJ - 2011)

Considere as seguintes características de um determinado metal:

- é um sólido que reage violentamente com água, produzindo hidróxido;
- seu cátion monovalente é isoeletrônico do hélio;
- é usado para o tratamento de distúrbios bipolares sob a forma de um sal de carbonato.

Nomeie esse metal. Em seguida, escreva a reação química de dupla-troca que produz o carbonato desse metal e o sulfato de sódio.

29. (UNESP - 2012)

A imagem mostra uma transformação química que ocorre com formação de precipitado. Foram adicionadas a uma solução de íons (Ba^{2+}), contida em um tubo de ensaio, gotas de uma solução que contém íons sulfato (SO_4^{2-}).



Escreva a equação completa dessa transformação química quando o cloreto de bário e o sulfato de magnésio, devidamente dissolvidos em água, são colocados em contato, e explique se a mesma imagem pode ser utilizada para ilustrar a transformação que ocorre se a solução de cloreto de bário for substituída por NaOH(aq).

30. (FAME - 2017)

Muitos compostos químicos têm os nomes usuais que são muito importantes, largamente utilizados e que fazem parte da linguagem geral, não se restringindo apenas ao campo da Ciência.

Enumere a COLUNA I de acordo com a COLUNA II relacionando o composto ao seu nome usual.

COLUNA I	COLUNA II
1. KNO_3	() Cal
2. CaO	() Leite de magnésia
3. MgSO_4	() Salitre
4. $\text{Mg}(\text{OH})_2$	() Sal de Epsom

Assinale a sequência CORRETA.

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

31. (FAMINAS 2017)

Em um laboratório, três soluções aquosas foram misturadas acidentalmente. As soluções misturadas foram dos compostos BaCl_2 , K_2SO_4 e NaNO_3 . Nessa mistura, observou-se a formação de um precipitado.

A partir dessas informações, é correto afirmar que o precipitado formado foi o composto:

- A) KNO_3 .
- B) Na_2SO_4
- C) BaSO_4
- D) KCl



32. (PUCMINAS 2016)

Considere as seguintes afirmativas:

- I. Ácidos de Arrhenius são conhecidos por liberar íons H^+ em solução aquosa.
- II. Bases de Arrhenius são espécies capazes de liberar íons OH^- em água.
- III. O ácido sulfúrico 98% é um ótimo condutor de eletricidade.
- IV. Quanto maior o grau de ionização de um ácido, maior será sua força.

Dentre as afirmativas acima, são CORRETAS apenas:

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

33. (ENEM 2015)

A soda cáustica pode ser usada no desentupimento de encanamentos domésticos e tem, em sua composição, o hidróxido de sódio como principal componente, além de algumas impurezas. A soda normalmente é comercializada na forma sólida, mas que apresenta aspecto “derretido” quando exposta ao ar por certo período. O fenômeno de “derretimento” decorre da

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

34. (FASEH 2018)

Certos gases, chamados de gases de estufa, contribuem para o aquecimento global porque absorvem radiação na região espectral do infravermelho. Somente moléculas que possuem ligações polares e moléculas apolares podem sofrer distorções momentâneas e absorver essas radiações. Com base nessas informações, quais os gases, que ocorrem naturalmente na atmosfera, funcionam e não funcionam, respectivamente, como gases estufa?

- A) Argônio / monóxido de dinitrogênio
- B) Ozônio / dióxido de carbono
- C) Monóxido de carbono / metano
- D) Dióxido de enxofre / oxigênio

35. (ENEM 2015)

Em um experimento, colocou-se água até a metade da capacidade de um frasco de vidro e, em seguida, adicionaram-se três gotas de solução alcoólica de fenolftaleína. Adicionou-se bicarbonato de sódio comercial, em pequenas quantidades, até que a solução se tornasse rosa. Dentro do frasco, acendeu-se um palito de fósforo, o qual foi apagado assim que a cabeça terminou de queimar. Imediatamente, o frasco foi tampado. Em seguida, agitou-se o frasco tampado e observou-se o desaparecimento da cor rosa.

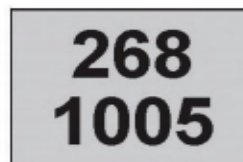
MATEUS, A. L. *Química na cabeça*. Belo Horizonte: UFMG, 2001 (adaptado).

A explicação para o desaparecimento da cor rosa é que, com a combustão do palito de fósforo, ocorreu o(a)

- A) formação de óxidos de caráter ácido.
- B) evaporação do indicador fenolftaleína.
- C) vaporização de parte da água do frasco.
- D) vaporização dos gases de caráter alcalino.
- E) aumento do pH da solução no interior do frasco.

36. (ENEM 2018)

A identificação de riscos de produtos perigosos para o transporte rodoviário é obrigatória e realizada por meio da sinalização composta por um painel de segurança, de cor alaranjada, e um rótulo de risco. As informações inseridas no painel de segurança e no rótulo de risco, conforme determina a legislação, permitem que se identifique o produto transportado e os perigos a ele associados. A sinalização mostrada identifica uma substância que está sendo transportada em um caminhão.



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. 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)