

# 08 – Funções Inorgânicas

*Colégio Naval – 2021*

Autor:  
Prof. Thiago Cardoso

*Aula 06*

# Sumário

<b>Apresentação da Aula</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Medidas de Concentração</b> .....	<b>5</b>
1.1. <i>Concentração Comum</i> .....	5
1.2. <i>Molaridade</i> .....	8
1.3. <i>Medidas de Acidez e Alcalinidade</i> .....	9
1.4. <i>Conceito Ácido-Base de Arrhenius</i> .....	10
<b>2. Ácidos de Arrhenius</b> .....	<b>11</b>
2.1. <i>Classificações</i> .....	12
2.2. <i>Nomenclatura</i> .....	14
2.2.1. <i>Nomenclatura de Hidrácidos</i> .....	14
2.2.2. <i>Nomenclatura de Oxiácidos</i> .....	15
2.3. <i>Força Ácida</i> .....	20
2.3.1. <i>Constante de Acidez</i> .....	21
2.3.2. <i>Regras Básicas de Força Ácida</i> .....	22
<b>3. Bases de Arrhenius</b> .....	<b>27</b>
3.1. <i>Nomenclatura dos Hidróxidos de Metais</i> .....	27
3.2. <i>Força e Solubilidade dos Hidróxidos de Metais</i> .....	29
<b>4. Sais</b> .....	<b>35</b>
4.1. <i>Nomenclatura de Sais</i> .....	39
4.1.1. <i>Nomenclatura de Sais Normais</i> .....	39
4.1.2. <i>Nomenclatura de Sais Hidratados</i> .....	41
4.1.3. <i>Nomenclatura de Sais Ácidos</i> .....	42
4.1.4. <i>Nomenclatura de Sais Básicos</i> .....	44
4.2. <i>Regras de Solubilidade dos Sais</i> .....	46
<b>5. Reações Inorgânicas</b> .....	<b>49</b>
5.1. <i>Reações de Neutralização</i> .....	49



5.2. Reações com Desprendimento de Gases .....	50
5.2.1. Carbonatos e Bicarbonatos .....	50
5.2.2. Sais de Amônio .....	51
5.3. Formação de Precipitado .....	52
<b>6. Óxidos .....</b>	<b>57</b>
6.1. Óxidos Básicos .....	57
6.2. Óxidos Ácidos .....	58
6.3. Óxidos Anfóteros .....	62
6.4. Óxidos Duplos .....	65
6.5. Óxidos Neutros .....	65
6.6. Peróxidos .....	67
6.7. Superóxidos .....	68
<b>7. Lista de Questões Propostas .....</b>	<b>69</b>
<b>8. Gabarito.....</b>	<b>86</b>
<b>9. Lista de Questões Comentadas .....</b>	<b>87</b>



## Apresentação da Aula

A água é o solvente mais importante e mais utilizado tanto em sistemas vivos como em aplicações industriais. Nas soluções aquosas, um dos conceitos mais importantes é o de acidez e basicidade, expresso pela medida do pH da solução.

Em sistemas biológicos, a principal influência da acidez está na atividade de enzimas. Nos solos, os microorganismos que fixam o nitrogênio atmosférico têm sua atividade enzimática máxima em pH neutro. Com a acidez, essas enzimas desnaturam. Por outro lado, o estômago precisa de um pH muito ácido para realizar a digestão de alimentos.

Sendo assim, a acidez também é muito importante em processos industriais que necessitam de sistemas biológicos, como é o caso da produção de cervejas. Duas enzimas são muito importantes para a maturação de uma cerveja: a alfa-amilase e a beta-amilase. A atividade dessas enzimas é bastante influenciada pela temperatura e pelo pH do meio.

Ambas as enzimas quebram o amido presente no malte da cerveja em açúcares menores, porém de maneira diferente. A alfa-amilase quebra a cadeia no meio, gerando açúcares de cadeia grande e não fermentáveis, contribuindo para uma cerveja mais doce e encorpada. Por outro lado, a beta-amilase quebra o amido nas extremidades, gerando açúcares de cadeia pequena e fermentáveis, contribuindo para o maior percentual de álcool na cerveja e um paladar mais seco.

A beta-amilase é mais ativa em pH ligeiramente ácido, entre 5 e 5,5, enquanto que a alfa-amilase é mais ativa em pH ligeiramente mais alcalino, entre 5,3 e 5,7.

Sendo assim, se o fabricante da cerveja deseja uma cerveja mais seca, com maior teor alcoólico, ele deve aumentar o pH do mosto (diminuir a acidez), de modo que a alfa-amilase tenha maior atividade enzimática predominante. Por outro lado, se desejar uma cerveja mais doce e encorpada, com menor teor alcoólico, deverá diminuir o pH do mosto, de modo que a beta-amilase tenha maior atividade enzimática.

## 1. Medidas de Concentração

No estudo de soluções, muitas grandezas são utilizadas para avaliar a quantidade de solutos dissolvidos em uma solução.

A mais utilizada no dia-a-dia é a concentração comum. Porém, as mais importantes para a Química são a molaridade e a molalidade. Portanto, um dos principais aprendizados que você deve levar dessa seção é como converter uma unidade de concentração em outra, em especial, a concentração comum em molaridade, e vice-versa.

Ao longo dessa seção, utilizaremos alguns sub-índices que é útil você conhecer:

- **1:** soluto;
- **2:** solvente;
- **Sem índice:** solução como um todo.

No caso de soluções diluídas, o volume da solução é aproximadamente igual ao volume do solvente.

### 1.1. Concentração Comum

No dia-a-dia, a forma mais comum de expressar a concentração de um soluto é por meio da razão entre a massa do soluto e o volume da solução.

$$C = \frac{m_1}{V} = \frac{\text{massa do soluto}}{\text{volume da solução}}$$

Não devemos confundir a concentração comum com a densidade da solução que é expressa em termos da razão entre a massa da solução.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{\text{massa da solução}}{\text{volume da solução}}$$

Vamos frisar para você não se esquecer.



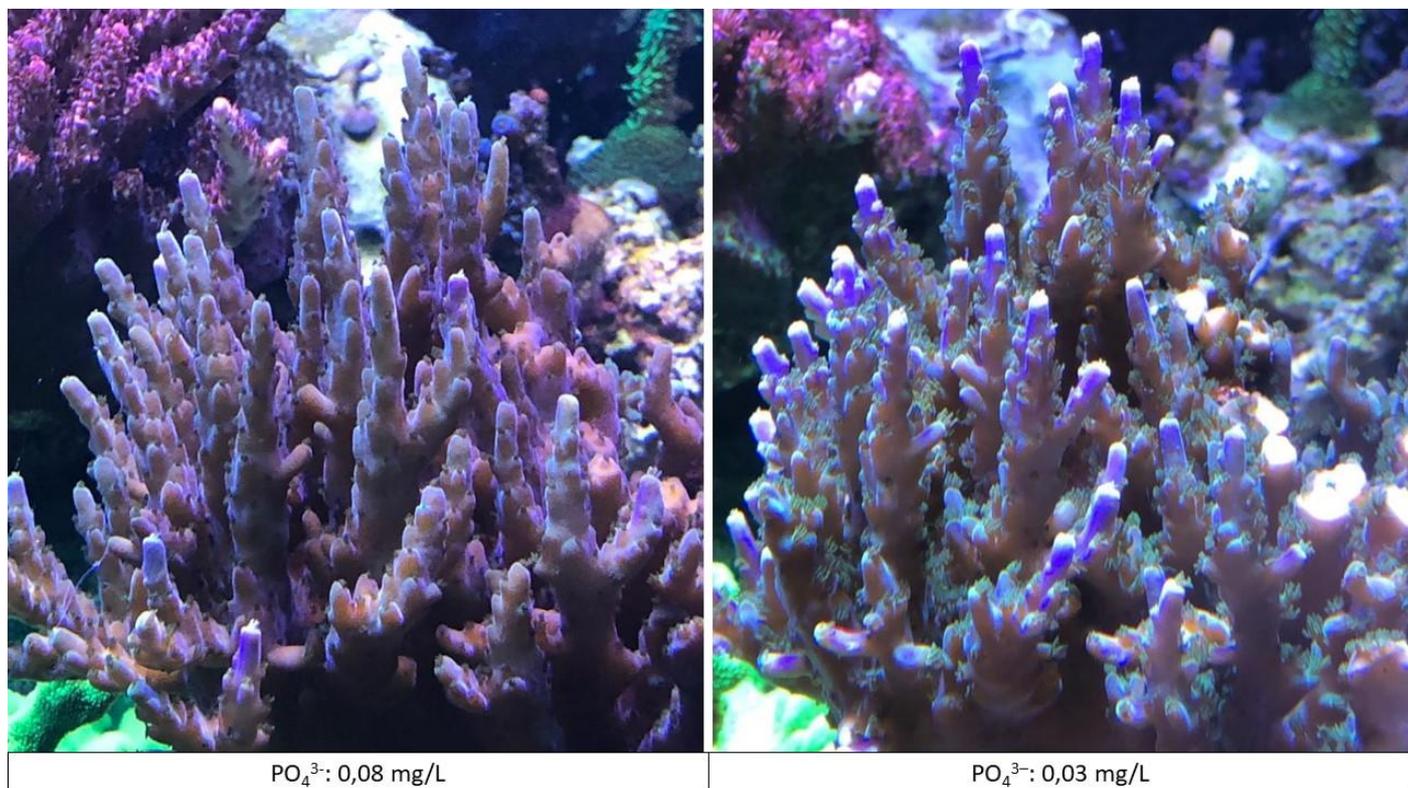
A unidade mais comum de medida de concentração é o **mg/L**, em que a massa do soluto é expressa em miligramas. No caso de soluções aquosas diluídas, essa unidade é usualmente chamada de **ppm**.

1 ppm significa 1 parte por milhão. Estudaremos mais adiante essa unidade em maior profundidade. No caso específico de soluções aquosas, o volume da solução é aproximadamente igual ao volume do solvente. Sendo assim, em 1 litro de solução, teremos aproximadamente 1 quilograma de água, que é igual a 1 milhão de miligramas. Se esse volume tiver aproximadamente 1 mg de soluto, de fato, teremos para cada 1 milhão de miligramas da solução, 1 parte do soluto.

No aquarismo marinho, é fundamental monitorar o nível de diversos parâmetros, como o nitrato e o fosfato, que interferem no desenvolvimento de corais. Para o cultivo de Acroporas, é essencial manter os níveis de nitrato e fosfato abaixo de 5 mg/L e 0,06 mg/L, respectivamente. Acima disso, eles perdem a cor natural, ficam marrons e, com o tempo, podem começar a perder tecido e Essas importantes medidas são feitas recorrendo a testes colorimétricos.



**Figura 1: Exemplo de Teste de Nitrato**



**Figura 2: Efeito do Excesso de Fosfato sobre a Coloração de Acroporas – importância das pequenas concentrações em sistemas biológicos**

A Figura 1 mostra um exemplo de teste colorimétrico, que é o tipo de teste mais utilizado em laboratórios químicos. É por isso que a prova do ITA coloca aquelas questões chatas em que você tem que saber a cor do reagente. Na Química, muitas vezes, é a maneira mais fácil de detectar a existência de um determinado composto em alguma mistura específica.

A água de um aquário marinho tem densidade de cerca de 1,025 kg/L, o que representa um desvio de 2,5% em relação à água destilada.

Considerando essa informação, podemos calcular o valor real da concentração de 5 mg/L de nitrato em ppm. Para isso, utilizamos a expressão da concentração comum.

$$C = \frac{m_1}{V}$$

Em 1 litro de solução, temos:

$$5 = \frac{m_1}{1} \therefore m_1 = 5.1 = 5 \text{ mg}$$

A massa real da solução é igual ao produto do seu volume pela densidade.

$$m = dV = 1,025.1 = 1,025 \text{ kg} = 1,025.10^6 \text{ mg}$$

Portanto, a concentração em ppm será:

$$T = \frac{5}{1,025.10^6} = \frac{5}{1,025} \cdot 10^{-6} = 4,87 \text{ ppm}$$

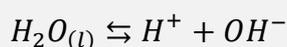
Em algumas situações práticas, a diferença entre 5 ppm e 4,87 ppm pode ser irrelevante, como no caso do aquarismo marinho. Em outras situações, pode não ser, como no caso da fabricação de um medicamento, em que as porções de cada substância devem ser controladas rigidamente.

Na Química, o uso de aproximações deve ser feita sempre com bastante atenção à necessidade de precisão exigida pela aplicação.

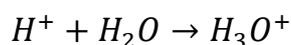
## 1.2. Molaridade

**A auto-ionização é uma consequência da polaridade.** No Capítulo sobre Ligações Covalentes, vimos que, quanto mais polar for uma substância, mais facilmente ela interage com íons. Sendo assim, quanto mais polar for uma substância, maior é sua tendência de sofrer auto-ionização.

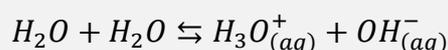
A água destilada normalmente é tratada como se fosse isenta de íons. No entanto, por ser polar, a água sofre ionização.



Os cátions hidrogênio também são bastante reativos. Eles podem, por exemplo, se associar a outra molécula de água formando o cátion hidrônio ( $H_3O^+$ ):



Considerando-se essa associação, é comum escrever a seguinte equação para a auto-ionização da água:



O grande interesse pelo estudo da acidez da água é que ela exerce diversos efeitos biológicos, pois influencia nas reações enzimáticas. Cada enzima tem uma faixa de acidez ótima de operação .



Vale ressaltar que o íon hidrônio tem facilidade em libertar o cátion hidrogênio ( $H^+$ ). Por isso, o cátion hidrogênio pode ser transferido a outras substâncias, causando todos os efeitos da acidez de uma solução.

Sendo assim, é indiferente representar a acidez da solução por íons  $H^+$  ou por  $H_3O^+$ . Na realidade, os íons que são responsáveis pela acidez são os íons  $H^+$ . Porém, esses íons não se encontram soltos em solução. Eles sempre aparecem na forma de  $H_3O^+$ .

### 1.3. Medidas de Acidez e Alcalinidade

A 25°C, as concentrações de cátion hidrônio ( $H_3O^+$ ) e de ânions hidróxido ( $OH^-$ ) são aproximadamente iguais a  $10^{-7}$  mol/L. Uma solução qualquer é classificada em relação às concentrações desses íons como:

- **Ácida:** se  $[H_3O^+] > [OH^-]$
- **Básica ou Alcalina:** se  $[OH^-] > [H_3O^+]$
- **Neutra:** se  $[H_3O^+] \approx [OH^-]$

A água destilada é sempre neutra a qualquer temperatura. Porém, o valor das concentrações de seus íons varia. No Capítulo sobre Equilíbrio Iônico, ensinaremos ferramentas para o cálculo dessas concentrações.

Uma medida importante de acidez ou basicidade de uma solução é o pH – ou potencial hidrogeniônico –, que é dado por:

$$pH = -10 \log ([H^+])$$

A 25°C, o pH da água destilada é 7. Isso significa que as concentrações de seus íons são:

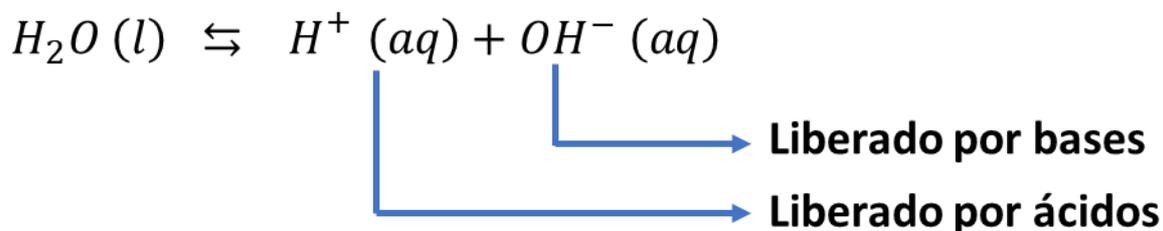
$$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Por isso, diz-se que, a 25°C, o pH 7 é neutro. Quanto menor o pH de uma solução, maior é a sua acidez. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** compara a acidez de diversas soluções conhecidas.

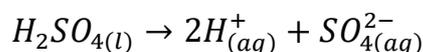
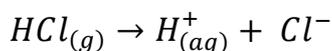


## 1.4. Conceito Ácido-Base de Arrhenius

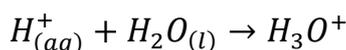
Uma vez compreendidos os íons relacionados ao processo de auto-ionização da água, podemos apresentar os conceitos de ácido e base de Arrhenius, que se baseiam nos íons da água.



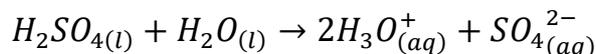
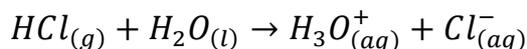
- **Ácido:** são compostos que, em solução aquosa, se ionizam ou sofrem dissociação iônica, produzindo como único cátion o hidrogênio ( $H^+$ ). São exemplos:



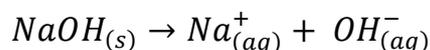
Convém notar que o cátion hidrogênio é bastante reativo e, assim que formado em solução, se associa a uma molécula de água:



Sendo assim, as equações de dissolução do ácido clorídrico e do ácido sulfúrico podem ser escritas da seguinte maneira:



- **Bases:** são compostos que, em solução aquosa, se ionizam ou sofrem dissociação iônica, produzindo como único ânion o hidróxido ( $OH^-$ ). São exemplos:



## 2. Ácidos de Arrhenius

Os ácidos de Arrhenius liberam íons  $H^+$  quando dissolvidos em meio aquoso. Sendo assim, eles apresentam pelo menos um átomo de **hidrogênio ionizável** na sua composição.

**Definição:** Um hidrogênio ionizável é aquele que está ligado a um elemento bastante eletronegativo, como um halogênio ou oxigênio.

A razão para isso é que somente os átomos muito eletronegativos são capazes de puxar o elétron do hidrogênio, permitindo a sua saída na forma de  $H^+$ .

X deve ser muito eletronegativo para puxar os elétrons do hidrogênio

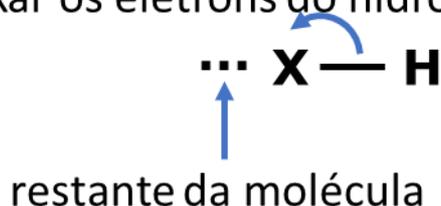


Figura 3: Hidrogênios Ionizáveis

Vejamos como exemplo a molécula de ácido acético ( $C_2H_4O_2$ ), representada normalmente por  $CH_3COOH$ , que é um dos principais componentes do vinagre. Essa molécula apresenta quatro hidrogênios, porém, apenas um deles é ionizável.

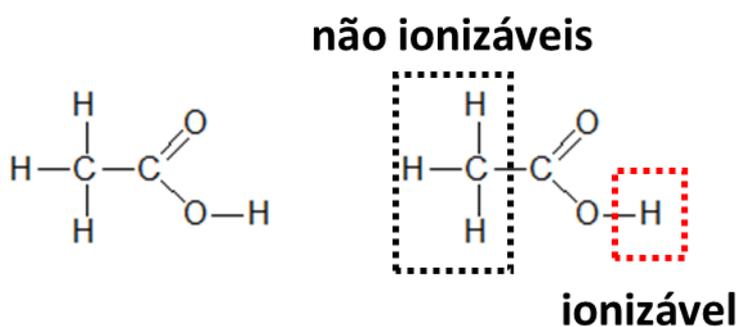


Figura 4: Molécula de Ácido Acético ( $CH_3COOH$ ) e seus Hidrogênios Ionizáveis

O ácido acético possui quatro hidrogênios, mas somente um deles é ionizável, que é o que está diretamente ligado a um átomo de oxigênio. Os outros três que estão ligados ao átomo de carbono não são ionizáveis.

## 2.1. Classificações

Os ácidos de Arrhenius se classificam em dois tipos dependendo de sua estrutura:

- **Hidrácidos:** não possuem o grupo hidroxila –OH em sua estrutura. Exemplos: HCN, H<sub>2</sub>S, HCl, HI.



Figura 5: Exemplos de Hidrácidos

O ácido cianídrico é um caso interessante, porque o hidrogênio ionizável está ligado ao átomo de carbono. Seremos capazes de entender melhor esse caso quando estivermos destrinchando a força ácida.

- **Oxiácidos:** possuem o grupo hidroxila –OH em sua estrutura. Exemplos: HClO, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>

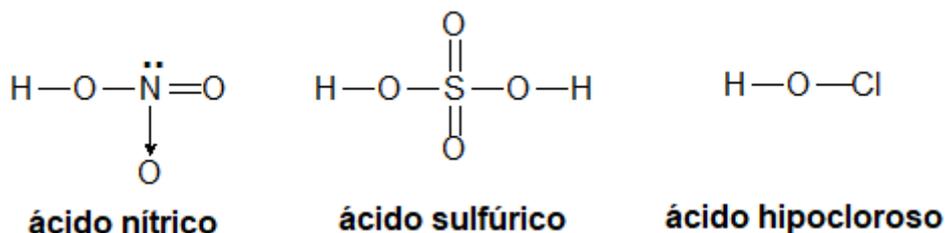


Figura 6: Exemplos de Oxiácidos

Embora sejam muito representados por sua fórmula molecular, eu prefiro, em alguns casos representar o ácido nítrico, sulfúrico e o hipocloroso, respectivamente, por HONO<sub>2</sub>, HOSO<sub>3</sub>H e HOCl, porque essa representação nos recorda de sua estrutura molecular.

Em relação ao número de hidrogênios ionizáveis, eles se classificam em:

- **Monoácidos:** apresentam apenas um hidrogênio ionizável. Exemplos: HNO<sub>3</sub>, HCl, CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>

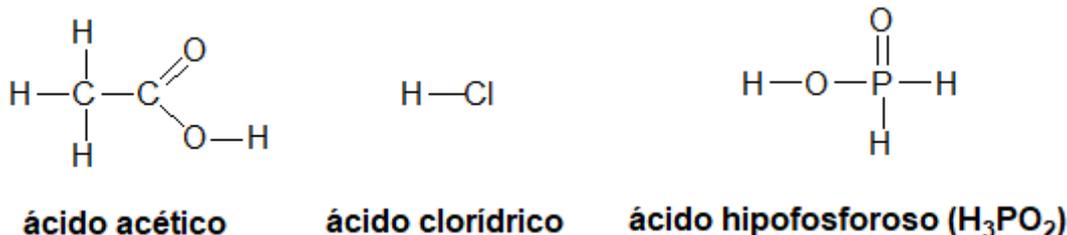


Figura 7: Exemplos de Monoácidos

Um caso muito interessante mostrado na Figura 7 é o ácido hipofosforoso (H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>), que, apesar de ter três hidrogênios, é um monoácido, porque dois hidrogênios estão ligados ao átomo central de fósforo.

- **Diácidos:** apresentam dois hidrogênios ionizáveis. Exemplos: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>

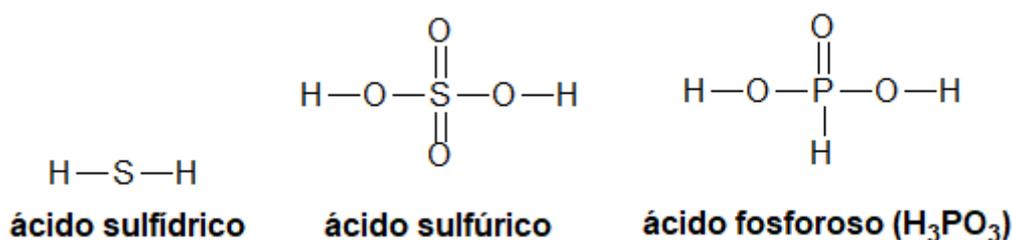


Figura 8: Exemplos de Diácidos

Mais uma vez, o ácido fosforoso (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>) é o que mais desperta dúvidas entre os alunos, uma vez que, apesar de possuir três hidrogênios, apenas dois deles são ionizáveis.

Um erro muito comum dos alunos em questões de prova é pensar que o ácido hipofosforoso (H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>) seria um diácido e que o ácido fosforo (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>) seria um triácido. Fique atento.

- **Triácidos:** apresentam três hidrogênios ionizáveis. Exemplos: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

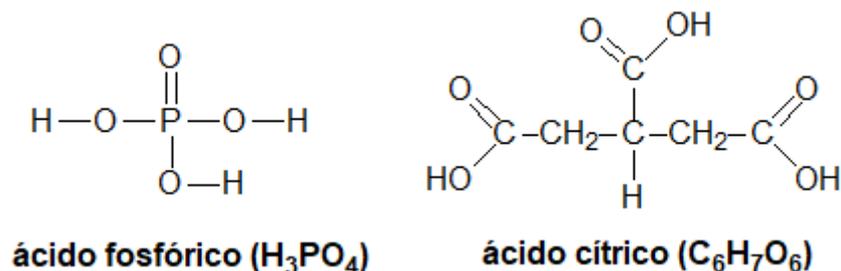


Figura 9: Exemplos de Triácidos

## 2.2. Nomenclatura

A meu ver, não faz muito sentido você ficar perdendo horas e mais horas de estudo tentando decorar os sistemas de nomenclatura.

Eu acredito que é bem mais fácil você ir aprendendo aos poucos à medida que você toma mais contato com a Química. Você pode perceber que eu tenho te mostrado os nomes de diversos compostos seguidos de suas fórmulas desde a primeira aula e continuarei fazendo isso até o final do nosso curso. Acredito que esse seja o melhor caminho para aprender nomenclatura de compostos.

Por isso, por mais que eu considere importante você ter sido apresentado da maneira mais abrangente possível aos sistemas de nomenclaturas usados na Química, vejo que você sempre poderá retornar e usar esse material como consulta.

Os hidrácidos e oxiácidos seguem sistemas diferentes de nomenclatura.

### 2.2.1. Nomenclatura de Hidrácidos

No caso de hidrácidos, basta acrescentar o sufixo **–ídrico** ao nome do elemento que compõe o ácido.

O nome do ânion, que é o que resta do ácido após tirar todos os seus hidrogênios ionizáveis, é obtido com o sufixo **–eto**. É interessante você ir aprendendo os nomes dos ânions correspondentes aos hidrácidos, porque eles são úteis para a nomenclatura dos sais.

**Tabela 1: Nomenclatura de Hidrácidos**

Ácido		Ânion Correspondente	
<i>HF</i>	Ácido fluorídrico	$F^-$	Fluoreto
<i>HCl</i>	Ácido clorídrico	$Cl^-$	Cloreto
<i>HBr</i>	ácido bromídrico	$Br^-$	Brometo
<i>H<sub>2</sub>S</i>	ácido sulfídrico	$S^{2-}$	Sulfeto



$H\text{CN}$	ácido cianídrico	$\text{CN}^-$	Cianeto
--------------	------------------	---------------	---------

Como são poucos os oxiácidos, você acabará decorando essa lista.

### 2.2.2. Nomenclatura de Oxiácidos

Nessa seção, estudaremos apenas a nomenclatura de oxiácidos pequenos, que, normalmente, apresentam um átomo central em sua estrutura, ao qual estão ligados os grupos hidroxila. Existem outros ácidos de cadeia longa, como os orgânicos, que serão estudados no terceiro livro dessa obra.

Nos oxiácidos de que tratamos nessa seção, **todos** os átomos de oxigênio estão ligados ao átomo central:

- Os grupos  $-\text{OH}$  estão ligados ao átomo central A por uma ligação covalente comum;
- Os átomos O sozinhos estão ligados ao átomo central por uma ligação dupla ou coordenada.

Conhecidas as estruturas gerais dos oxiácidos, passemos à nomenclatura, que é feita com os sufixos **-oso** e **-ico**. Aprenderemos também as nomenclaturas dos respectivos **ânions**, que deve ser feita trocando o sufixo **-oso** por **-ito** e o sufixo **-ico** por **-ato**.

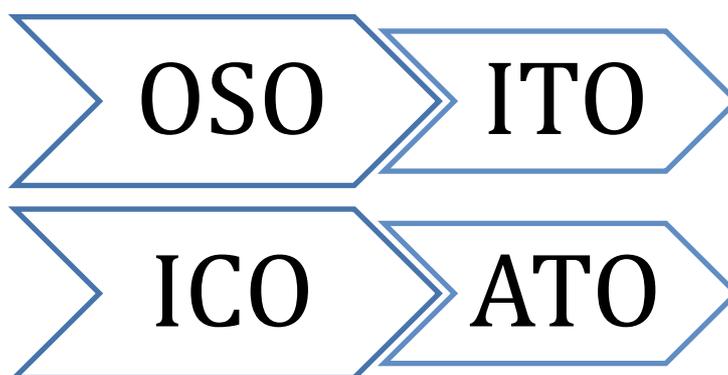


Figura 10: Nomenclatura dos Ânions Derivados de Oxiácidos

Para nomear os ácidos de determinado elemento, devemos conhecer todos os oxiácidos que esse elemento forma e organizá-los da seguinte forma:

- Se o elemento forma apenas um oxiácido possível, acrescentar ao nome do elemento central o sufixo **-íco**;

Esse é o caso do boro (família III-A), que só forma o ácido bórico, e do carbono (família IV-A), que só forma o ácido carbônico.

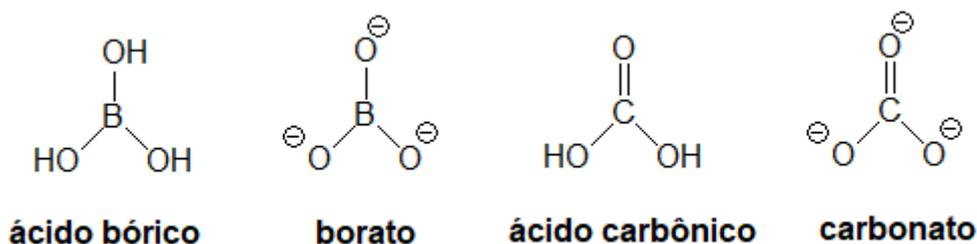


Figura 11: Ácidos Bórico e Carbônico e seus respectivos ânions correspondentes

- Se o elemento forma apenas dois oxiácidos, acrescentar o sufixo **-oso** ao menos oxigenado e **-íco** ao mais oxigenado.

Esse é o caso do nitrogênio e do enxofre. Por isso, tem-se os ácidos nitroso, nítrico, sulfuroso e sulfúrico.

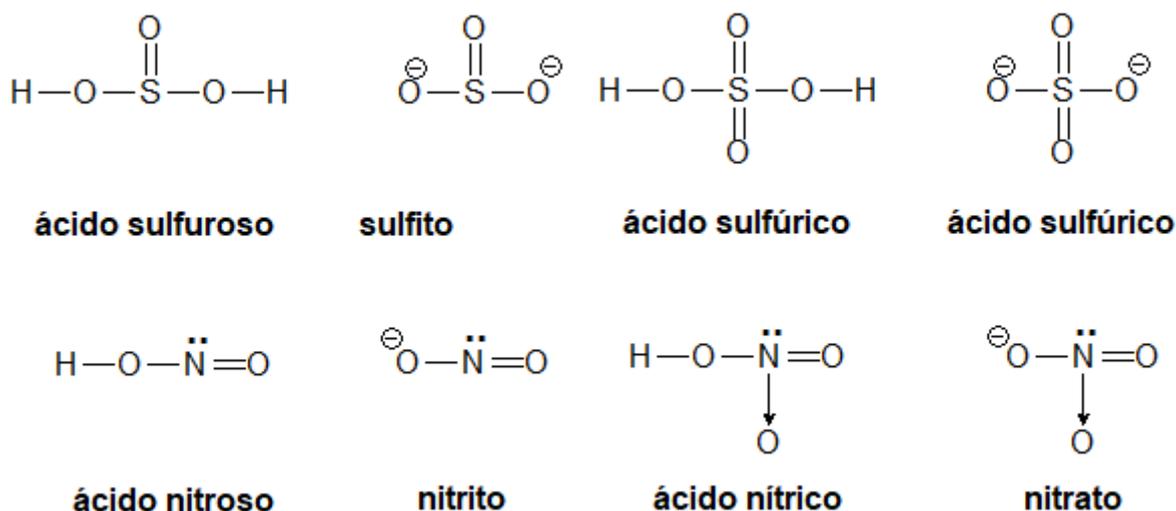


Figura 12: Ácidos de Nitrogênio e Enxofre e seus respectivos ânions correspondentes

Os ácidos sulfuroso e nitroso não podem ser isolados. Ou seja, não podemos ter um béquer com ácido sulfuroso ou ácido nitroso puro, como podemos ter com ácido sulfúrico e nítrico.

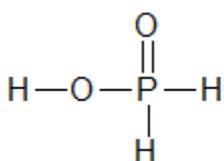
No entanto, existem os seus sais. Por exemplo, o nitrito de sódio é amplamente utilizado como conservante de alimentos, por ser um poderoso bactericida.

É bastante comum na Química que não existam os ácidos, porém, existam compostos derivados, como é o exemplo dos sais.

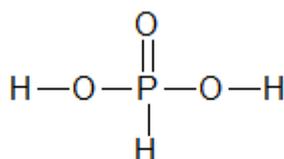
Outro ponto que podemos comentar é que, a princípio, poderíamos pensar na existência de um terceiro ácido do enxofre, de fórmula  $H_2SO_2$ . Porém, até o presente momento, não foram encontrados experimentalmente nenhum vestígio desse ácido nem dos teóricos sais dele derivados. Por isso, normalmente só falamos dos ácidos sulfuroso e sulfúrico.

- Se o elemento forma três oxiaácidos, acrescentar ao menos oxigenado o prefixo **hipo-**

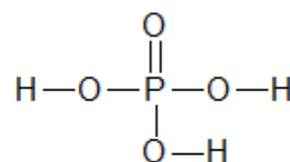
Esse é o caso do fósforo.



ácido hipofosforoso ( $H_3PO_2$ )



ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ )



ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ )

Figura 13: Ácidos do Fósforo

A Figura 13 permite concluir a quantidade de hidrogênios ionizáveis dos ácidos de fósforo, pois os hidrogênios ligados diretamente ao fósforo não são ionizáveis.

Tabela 2: Quantidade de Hidrogênios Ionizáveis dos Ácidos de Fósforo

Fórmula Molecular	Nome do Ácido	Hidrogênios Ionizáveis
$H_3PO_2$	Hipofosforo	1
$H_3PO_3$	Fosforo	2
$H_3PO_4$	Fosfórico	3

É importante você compreender a Figura 13 e a Tabela 2, porque os ácidos de fósforo são os mais confundidos pelos alunos na hora da prova.



Ácido		Base Conjugada	
$HClO_2$	ácido <b>cloroso</b>	$ClO_2^-$	Clor <b>ito</b>
$HClO_3$	ácido <b>clórico</b>	$ClO_3^-$	Clor <b>ato</b>
$HClO_4$	ácido <b>perclórico</b>	$ClO_4^-$	Perclor <b>ato</b>
$HBrO$	ácido <b>hipobromoso</b>	$BrO^-$	Hipobrom <b>ito</b>
$HBrO_2$	ácido <b>bromoso</b>	$BrO_2^-$	Brom <b>ito</b>
$HBrO_3$	ácido <b>brômico</b>	$BrO_3^-$	Brom <b>ato</b>
$HBrO_4$	ácido <b>perbrômico</b>	$BrO_4^-$	Perbrom <b>ato</b>
$H_2SO_3$	ácido <b>sulfuroso</b>	$SO_3^{2-}$	Sulf <b>ito</b>
$H_2SO_4$	ácido <b>sulfúrico</b>	$SO_4^{2-}$	Sulf <b>ato</b>
$H_3PO_2$	ácido <b>hipofosforoso</b>	$H_2PO_2^-$	Hipofosf <b>ito</b>
$H_3PO_3$	ácido <b>fosforoso</b>	$HPO_3^{2-}$	Fosf <b>ito</b>
$H_3PO_4$	ácido <b>fosfórico</b>	$PO_4^{3-}$	Fosf <b>ato</b>
$HNO_2$	ácido <b>nitroso</b>	$NO_2^-$	Nitr <b>ito</b>
$HNO_3$	ácido <b>nítrico</b>	$NO_3^-$	Nitr <b>ato</b>

Os ácidos de fósforo ainda apresentam uma particularidade, porque eles podem se apresentar na forma normal e na forma desidratada. A desidratação do ácido fosfórico pode acontecer de duas formas.

- Perda de uma molécula de água por uma única molécula de ácido fosfórico (mais intensa):



- Perda de uma molécula de água por duas moléculas de ácido fosfórico (mais branda):



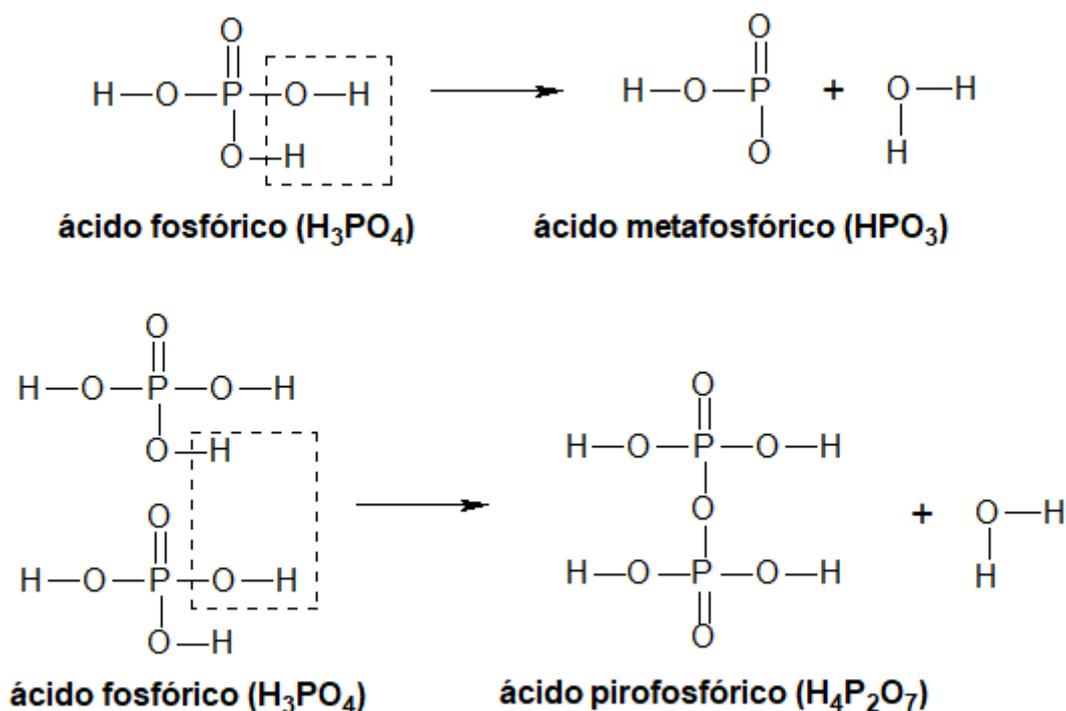


Figura 16: Desidratação do Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ )

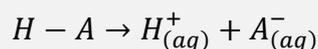
Nesse contexto, o ácido fosfórico pode ser chamado de **ortofosfórico**. Seguem os nomes dos três ácidos mencionados na Figura 16 por ordem de hidratação.

- $H_3PO_4$ : ácido (orto)fosfórico
- $H_4P_2O_7$ : ácido *piro*fosfórico
- $HPO_3$ : ácido *meta*fosfórico

O prefixo **orto-** em ortofosfórico é opcional e normalmente só é utilizado no contexto de um processo de desidratação do ácido fosfórico, quando se deseja frisar que está se falando do ácido  $H_3PO_4$ , que é o mais hidratado dos três.

### 2.3. Força Ácida

Quando dissolvidos em água, os ácidos sofrem o fenômeno da ionização, que pode ser descrito pela equação:



Diz-se que um ácido é:



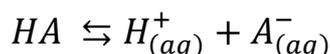
- **Forte:** quando, em solução, se encontra completamente ionizado;
- **Fraco:** quando, em solução, se encontra apenas parcialmente ionizado.

Rigorosamente falando, não existe um ácido que seja completamente forte, pois todos os ácidos apresentam uma pequena fração de suas moléculas dissolvidas na forma não-ionizada. Porém, é comum se falar que “o ácido sulfúrico é mais forte que o ácido acético”.

### 2.3.1. Constante de Acidez

No Capítulo sobre Equilíbrio Iônico, estudaremos a Constante de Acidez ( $K_a$ ). Nesse capítulo, apresentaremos apenas o conceito dessa constante para que o leitor seja capaz de compreender quando nos referirmos a “um ácido ser mais forte que o outro”.

A Constante de Acidez se refere ao equilíbrio de um ácido qualquer:



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Quando um ácido apresenta mais de um hidrogênio ionizável, ele apresenta um valor de constante para cada ionização. Por exemplo, o ácido sulfúrico:

$H_2SO_{4(aq)} \rightleftharpoons H_{(aq)}^+ + HSO_{4(aq)}^-$	$K_{a1} = \frac{[H^+][HSO_4^-]}{[H_2SO_4]}$
$HSO_{4(aq)}^- \rightleftharpoons H_{(aq)}^+ + SO_{4(aq)}^{2-}$	$K_{a2} = \frac{[H^+][SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]}$

De maneira semelhante ao pH, define-se o pKa de um ácido como sendo:

$$pK_a = -\log(K_a)$$

**Quanto mais forte for o ácido, menor é o valor de  $pK_a$ .** Em geral, considera-se forte um ácido que tem  $pK_a$  menor que 0.



**Tabela 4: Valores de pKa de Vários Ácidos**

	Fórmula Molecular	Nome do Ácido	$pK_a$
<b>Fortes</b>	Ácido Iodídrico	$HI$	-9,3
	Ácido Perclórico	$HClO_4$	-8
	Ácido Sulfúrico	$H_2SO_4$	$pK_{a1} = -3$
	Ácido Nítrico	$HNO_3$	-1,4
<b>Fracos</b>	Bissulfato	$HSO_4^-$	$pK_{a2} = 1,9$
	Ácido Láctico	$C_3H_6O_3$	3,85
	Ácido Acético	$CH_3COOH$	4,75
	Metanol	$CH_3OH$	15,5

Em uma solução 1 mol/L de ácido iodídrico, a concentração de moléculas é de apenas  $5 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$ . Em termos práticos, a dissociação desse ácido é **praticamente completa**.

### 2.3.2. Regras Básicas de Força Ácida

Vamos ver agora duas regras para saber se um ácido é forte ou fraco:

- **Hidrácidos:** os principais hidrácidos fortes que precisamos saber são os de halogênios, exceto o flúor. Ou seja, HBr, HCl e HI são hidrácidos fortes. Os demais são fracos;
- **Oxiácidos:** um oxiácido é forte quando a diferença entre o número de oxigênios e o número de hidrogênios é igual ou maior a 2.

Vejamos alguns exemplos.

Ácido	Fórmula	Diferença	pKa
Ácido Nitroso	$HNO_2$	$3 - 2 = 1$	3,4
Ácido Nítrico	$HNO_3$	$3 - 1 = 2$	-1,4

Ácido	Fórmula	Diferença	pKa
Ácido hipocloroso	HClO	$1 - 1 = 0$	7,5
Ácido cloroso	HClO <sub>2</sub>	$2 - 1 = 1$	2,0
Ácido clórico	HClO <sub>3</sub>	$3 - 1 = 2$	-2,7
Ácido perclórico	HClO <sub>4</sub>	$4 - 1 = 3$	-10



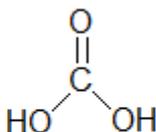
### 1. (TFC – Inédita)

Determine o nome dos compostos a seguir e a quantidade de hidrogênios ionizáveis.

- a) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- b) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- c) CH<sub>3</sub>COOH
- d) HPO<sub>3</sub>
- e) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>

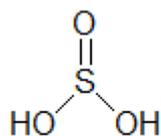
#### Comentários

a) O carbono forma um único oxiácido. Portanto, ele é denominado ácido carbônico. Trata-se de um diácido, pois os dois hidrogênios estão ligados ao oxigênio.

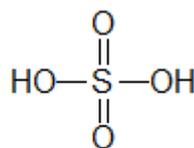


**ácido carbônico**

b) O enxofre forma dois oxiácidos: o sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) e o sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).



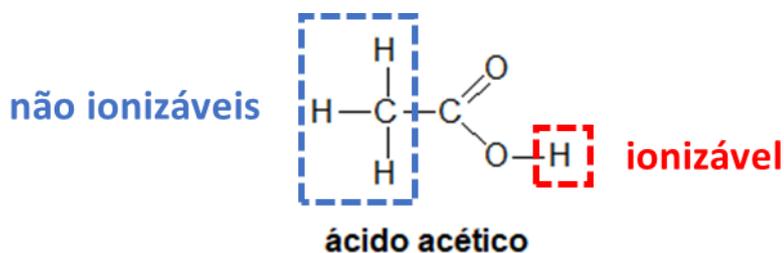
ácido sulfuroso



ácido sulfúrico

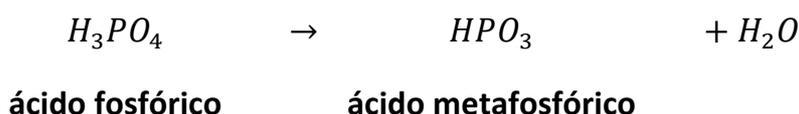
Ambos são diácidos, pois os dois hidrogênios estão ligados diretamente ao oxigênio.

c) O ácido acético tem 4 hidrogênios, dos quais somente um está na carboxila, portanto, ele é o único hidrogênio ionizável. Os demais, que estão ligados ao átomo de carbono, não são ionizáveis.



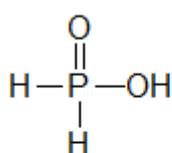
Logo, o ácido acético é um monoácido.

d) O ácido  $\text{HPO}_3$  é resultante da desidratação do ácido fosfórico.

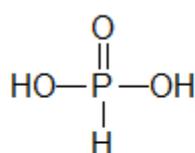


Por esse motivo, o ácido  $\text{HPO}_3$  é o ácido metafosfórico, que é um monoácido.

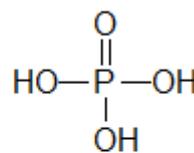
e) O ácido  $\text{H}_3\text{PO}_3$  é um ácido



ácido hipofosforoso  
( $\text{H}_3\text{PO}_2$ )



ácido fosforoso  
( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )



ácido fosfórico  
( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Gabarito: discursiva

## 2. (TFC – Inédita)

Soluções 0,1 mol/L de alguns ácidos foram preparadas. Assinale a opção que apresenta a maior condutividade elétrica.

a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$

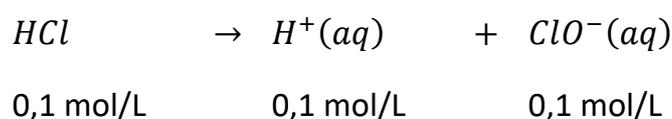


- b) HCl
- c) HClO
- d) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- e) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

### Comentários

a) O ácido acético é um ácido fraco, portanto, a condutividade elétrica é baixa.

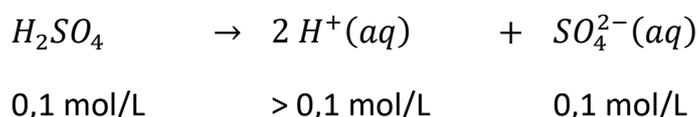
b) O HCl é um ácido forte, portanto, ele se dissocia completamente.



Portanto, uma solução 0,1 mol/L de HCl produziria uma solução 0,2 mol/L de íons.

c) O HClO é um ácido fraco, portanto, a condutividade elétrica é baixa.

d) assim como o HClO, o ácido sulfúrico é um ácido forte. Porém, nesse caso, ele é um diácido. Portanto, liberaria uma quantidade maior de íons.



A segunda ionização do ácido sulfúrico não é completa. Por isso, indicamos apenas que a concentração de íons H<sup>+</sup> é maior que 0,1 mol/L e não que é 0,2 mol/L. De qualquer forma, a concentração total de íons nessa solução é maior que a do HCl.

e) O H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, embora seja um triácido, é fraco, portanto, a condutividade elétrica da solução será baixa.

Diante do exposto, a solução de ácido sulfúrico apresenta a maior condutividade elétrica.

**Gabarito: D**

### 3. (TFC – Inédita)

São exemplos de ácidos fracos:

- a) HCl, CH<sub>3</sub>COOH e HNO<sub>3</sub>
- b) HF, HBr e HI
- c) CH<sub>3</sub>COOH, HCN e HF
- d) HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e HCN



e)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , HF e HBr.

## Comentários

Essa questão o aluno realmente precisa decorar.

- Os hidrácidos dos halogênios são fortes, exceto o HF. Observe, portanto, que HBr, HCl e HI são fortes, o que já elimina várias alternativas.
- Os demais hidrácidos são todos ácidos fracos, como o HCN;
- Os ácidos orgânicos são fracos – é o caso do ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ );

Outra regra importante que convém saber é:

- Os oxiácidos em que a diferença entre o número de átomos de oxigênio e de hidrogênio é maior é igual a 0 ou 1 são fracos. Não temos exemplos nessa lista. Porém, em  $\text{HNO}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , a diferença citada é igual a 2, portanto, são ácidos fortes.

Da lista, são ácidos fracos:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (ácido acético), HF (ácido fluorídrico) e HCN (ácido cianídrico). Logo, o gabarito é letra C.

Vejamos as demais.

a) HCl e  $\text{HNO}_3$  são ácidos fortes. Afirmação errada.

b) HBr e HI são ácidos fortes. Afirmação errada.

d)  $\text{HNO}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  são ácidos fortes. Afirmação errada.

e) HBr é um ácido forte. Afirmação errada.

**Gabarito: C**

---



### 3. Bases de Arrhenius

Pelo Conceito de Arrhenius, as bases são substâncias químicas que, uma vez dissolvidas em água, ionizam-se ou dissociam-se, liberando como único ânion  $OH^-$ . É importante destacar que existem duas categorias importantes de bases:

- **Hidróxidos de Metais:** são compostos iônicos, formado por um metal e pelo íon hidróxido ( $OH^-$ ). São exemplos:  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Mg(OH)_2$ .
- **Derivadas da Amônia:** são compostos covalentes, normalmente caracterizados pela presença de um nitrogênio com par de elétrons ( $\ddot{N}$ ). São exemplos, além da própria amônia ( $NH_3$ ):

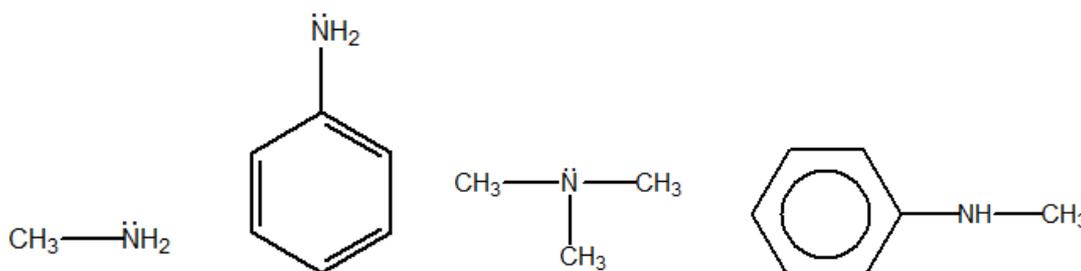


Figura 17: Exemplos de Bases Derivadas da Amônia

Em água, a amônia sofre ionização da seguinte maneira:



O caráter básico da amônia ( $NH_3$ ) se deve à presença de pares de elétrons não-ligantes em volta

Nesse capítulo, estudaremos principalmente os hidróxidos de metais que são a classe de bases inorgânicas mais importantes. No livro de Química Orgânica, estudaremos as bases orgânicas, que são derivadas da amônia.

#### 3.1. Nomenclatura dos Hidróxidos de Metais

Os hidróxidos de metal apresentam a fórmula geral  $M(OH)_n$ . A nomenclatura desses hidróxidos é feita da seguinte maneira:

Hidróxido de [nome do cátion]

O nome do cátion segue algumas regras:

- No caso de metais com apenas um número de oxidação possível, como os metais alcalinos e alcalino-terrosos, e os metais em que existe um número de oxidação muito mais comum que os outros, como é o caso do alumínio, o nome do cátion é simplesmente o nome do elemento.

Vejamos alguns exemplos na Tabela 5.

**Tabela 5: Nomenclatura de Hidróxidos (Parte I)**

Metal	Cátion	Nome do Cátion	Hidróxido	Nome do Hidróxido
<i>Na</i>	$Na^+$	Íon sódio	<i>NaOH</i>	Hidróxido de sódio
<i>K</i>	$K^+$	Íon potássio	<i>KOH</i>	Hidróxido de potássio
<i>Ca</i>	$Ca^{2+}$	Íon cálcio	$Ca(OH)_2$	Hidróxido de cálcio
<i>Al</i>	$Al^{3+}$	Íon alumínio	$Al(OH)_3$	Hidróxido de alumínio
<i>Zn</i>	$Zn^{2+}$	Íon zinco	$Zn(OH)_2$	Hidróxido de zinco
<i>Ag</i>	$Ag^+$	Íon prata	<i>AgOH</i>	Hidróxido de prata
$NH_3$	$NH_4^+$	Íon amônio	$NH_4OH$	Hidróxido de amônio

Por sua vez, o íon correspondente à amônia é denominado íon amônio. O hidróxido correspondente é o hidróxido de amônio, cuja fórmula teórica seria  $NH_4OH$ . No entanto, esse hidróxido não pode ser obtido como substância pura, existindo apenas em solução, pois se desintegra em amônia e água. Esse fenômeno será muito importante quando estivermos tratando as reações de decomposição.

Mesmo assim, é importante saber do nome do íon amônio, pois os sais desse íon são muito comuns.

- Quando o metal apresenta mais de um estado de oxidação comum, deve-se indicar esse estado entre parênteses em seguida do nome do elemento.
- No caso de o elemento possuir apenas dois números de oxidação possíveis, pode-se utilizar o sufixo *-oso* para o estado menos oxidado e o sufixo *-ico* para o estado mais oxidado.

Lembrando que, quando um estado de oxidação for muito mais comum que os outros, pode-se dispensar a indicação.



Tabela 6: Nomenclatura de Hidróxidos (Parte II)

Metal	Cátion	Nome do Cátion	Hidróxido	Nome do Hidróxido
<i>Fe</i>	$Fe^{2+}$	Íon ferro(II) ou ferroso	$Fe(OH)_2$	Hidróxido de ferro(II) ou hidróxido ferroso
	$Fe^{3+}$	Íon ferro(III) ou férrico	$Fe(OH)_3$	Hidróxido de ferro(III) ou hidróxido férrico
<i>Cu</i>	$Cu^+$	Íon cobre(I) ou cuproso	$Cu(OH)$	Hidróxido de cobre(I) ou hidróxido cuproso
	$Cu^{2+}$	Íon cobre(II) ou cúprico	$Cu(OH)_2$	Hidróxido de cobre(II) ou hidróxido cúprico
<i>Hg</i>	$Hg_2^{2+}$	Íon mercúrio(I) ou mercuroso	$Hg_2(OH)_2$	Hidróxido de mercúrio(I) ou hidróxido mercuroso
	$Hg^{2+}$	Íon mercúrio(II) ou mercúrico	$Hg(OH)_2$	Hidróxido de mercúrio(II) ou hidróxido mercúrico
<i>Pb</i>	$Pb^{2+}$	Íon chumbo(II) ou plumboso	$Pb(OH)_2$	Hidróxido de chumbo(II) ou hidróxido plumboso
	$Pb^{4+}$	Íon chumbo(IV) ou plúmbico	$Pb(OH)_4$	Hidróxido de chumbo(IV) ou hidróxido plúmbico

### 3.2. Força e Solubilidade dos Hidróxidos de Metais

Relembremos o que é um eletrólito forte.

**Eletrólito Forte** é aquele que, uma vez dissolvido, encontra-se completamente dissociado.

Com base nessa definição, **todos os hidróxidos de metais são bases fortes**. Apenas a amônia e suas derivadas podem ser consideradas bases fracas.

Essa é uma conclusão bastante importante e traz bastante confusão entre os alunos, pois eles costumam confundir os conceitos de força e **solubilidade**.

Uma das regras mais conhecidas de solubilidade dos hidróxidos de metais é:

São solúveis somente os hidróxidos de metais alcalinos e alcalino terrosos, exceto o de magnésio.

Mas, o que essa regra realmente significa?

Significa que é possível obter soluções bastante concentradas, por exemplo, 0,1 mol/L de hidróxido de sódio. Mas não é possível obter soluções de 0,1 mol/L de hidróxido de prata.

Um exemplo interessante é o leite de magnésia.



O leite de magnésia é uma suspensão (não uma solução) de hidróxido de magnésio em água. Podemos reconhecer que não é uma mistura homogênea, porque é bastante turva, já que o  $Mg(OH)_2$  é uma base pouco solúvel.

O leite de magnésia possui dois usos importantes: o primeiro é medicinal, em que é usado como um poderoso laxante e como redutor da acidez estomacal, muito útil no tratamento de azia; o segundo é como desodorante, que é bastante utilizado por pessoas que possuem alergia a álcool.

As aplicações digestivas do leite de magnésia se devem ao fato de que o hidróxido de magnésio é uma base. E as bases neutralizam os ácidos.

O seu uso como desodorante se deve ao fato de que os principais odores produzidos pelo ser humano são também oriundos de ácidos carboxílicos. Entre elas, podemos citar: o ácido isovalérico, que é responsável pelo cheiro de chulé, o ácido 3-metil hexen-2-óico, que produz um cheiro muito semelhante ao de cabra, e o ácido acético, que é componente do vinagre.

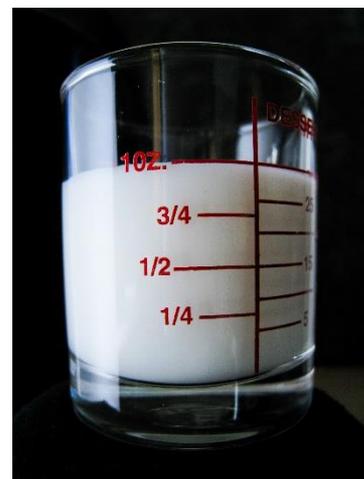
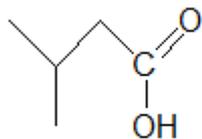
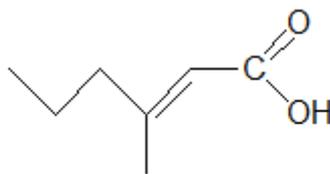


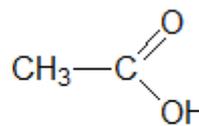
Figura 18: Leite de Magnésia em um Béquer (fonte: [25])



**ácido isovalérico**



**ácido 3-metil hexen-2-óico**



**ácido acético**

O leite de magnésia reage quimicamente com essas substâncias por meio de uma reação de neutralização, apagando o cheiro ruim.

Agora, é interessante a pergunta: por que o leite de magnésia pode ser usado como anti-ácido estomacal e como desodorante, mas o hidróxido de sódio não pode?

Se você tomar soda cáustica (solução composta essencialmente por hidróxido de sódio), você pode morrer. Se passar na sua pele, pode terminar queimaduras sérias.

A diferença vital entre os dois hidróxidos é a solubilidade. Enquanto que o hidróxido de magnésio é pouco solúvel em água, o hidróxido de sódio é bastante solúvel, o que significa que ele vai interagir com todo o corpo humano.

À medida que o hidróxido de sódio interage com a água presente no nosso corpo, ele provoca sérias queimaduras, que podem levar a óbito, caso seja ingerido.

Porém, o mesmo não acontece com o hidróxido de magnésio. Por ser pouco solúvel, ele não interage com a água do nosso corpo, mas somente com ácidos. Por isso, quando ingerido, ele não vai interagir com o esôfago nem com o sangue, somente vai interagir com o estômago, que é o local em que vai encontrar acidez.

E, agora, vamos a um desafio para entendermos ainda melhor essa questão da força e solubilidade.



Considere duas situações:

- 1) Temos duas soluções de mesma concentração de hidróxido de prata (AgOH) e hidróxido de sódio (NaOH). Qual delas apresentará maior condutividade elétrica?



2) Temos duas soluções de mesma concentração: uma de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) e outra de ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ). Qual delas apresentará maior condutividade elétrica?

As duas situações são bastante diferentes.

No primeiro caso, o hidróxido de prata ( $\text{AgOH}$ ) e o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) são bases fortes, o que significa que eles estão completamente ionizados, quando dissolvidos em água. Imaginemos, por exemplo, uma solução de baixíssima concentração, por exemplo,  $10^{-8}$  mol/L de ambos os hidróxidos.

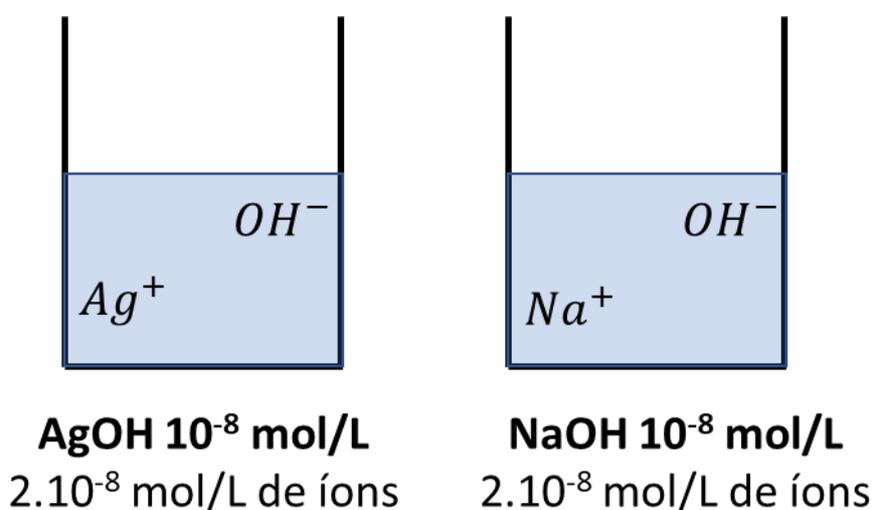


Figura 19: Soluções de Mesma Concentração de  $\text{AgOH}$  e  $\text{NaOH}$

A Figura 19 mostra que, no caso de duas soluções bastante diluídas dos dois hidróxidos, temos exatamente a mesma concentração total de íons. Portanto, as condutividades elétricas das duas soluções são aproximadamente iguais.

Não são exatamente iguais, porque existe uma pequena diferença em relação à mobilidade dos íons, porém, a não ser que o comando da prova preveja expressamente, você não vai considerar essa questão. Sendo assim, duas concentrações de igual concentração de  $\text{AgOH}$  e  $\text{NaOH}$  apresentam a mesma condutividade elétrica.

Por outro lado, no caso de dois ácidos moleculares, tanto o ácido forte ( $\text{HCl}$ ) como o ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) podem se dissolver em uma elevada concentração. Porém, parte das moléculas

de ácido fraco estão dissolvidas na forma de moléculas, o que diminui a quantidade de íons que podem ser obtidos, como mostrado na Figura 20.

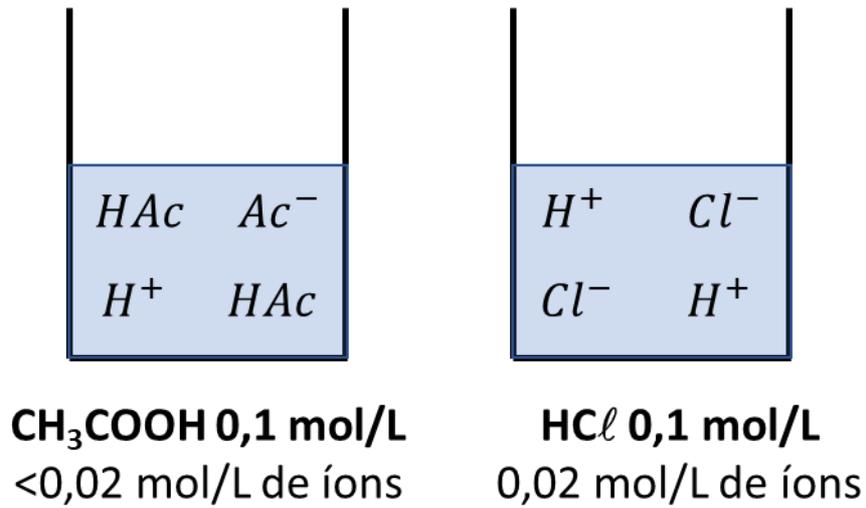


Figura 20: Soluções de Mesma Concentração de  $CH_3COOH$  e  $HCl$

Na Figura 20, representamos a molécula de ácido acético por HAc em que o grupo Ac representa  $\text{CH}_3\text{COO}$ . O íon acetato ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ), portanto, pode ser representado por  $\text{Ac}^-$ .

Dessa maneira, a condutividade elétrica da solução de  $\text{HCl}$  é superior à condutividade elétrica da solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Essa é uma diferença quantíssima para ser abordada em uma questão de prova, não acha?

Agora, vamos resumir em um esquema as bases fortes e fracas, solúveis e insolúveis.

Forte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Outros hidróxidos de metais</li><li>• Ex.: <math>\text{Mg}(\text{OH})_2</math>, <math>\text{Zn}(\text{OH})_2</math>, <math>\text{Cd}(\text{OH})_2</math>, <math>\text{Al}(\text{OH})_3</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hidróxidos de metais alcalinos e alcalinos terrosos, exceto <math>\text{Mg}(\text{OH})_2</math></li><li>• Ex.: <math>\text{NaOH}</math>, <math>\text{KOH}</math>, <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math></li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bases Orgânicas de cadeia carbônica muito longa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amônia e maioria das bases orgânicas.</li><li>• Ex.: <math>\text{NH}_3</math>, </li></ul>
Fraca	Insolúvel	Solúvel

Figura 21: Força e Solubilidade das Bases

Outro fato interessante para ilustrar a diferença entre força e solubilidade é que a amônia ( $\text{NH}_3$ ) é uma base fraca, porém, é **infinitamente solúvel** em água.



#### 4. (TFC – Inédita)

Dê o nome das seguintes bases.

- $\text{Sr}(\text{OH})_2$
- $\text{Sn}(\text{OH})_2$



- c)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- d)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- e)  $\text{Cu}(\text{OH})$

### Comentários

- a) Hidróxido de estanho.
- b) Hidróxido de estanho (II) ou hidróxido estanhoso.
- c) Hidróxido de ferro (III) ou hidróxido férrico
- d) Hidróxido de zinco.
- e) Hidróxido de cobre (I) ou hidróxido cuproso.

**Gabarito: discursiva**

## 4. Sais

A Teoria de Arrhenius também engloba a função inorgânica dos sais.

**Definição:** Os sais são compostos iônicos que, em solvente polar, se dissociam, liberando algum cátion diferente de  $\text{H}^+$  ou algum ânion diferente de  $\text{OH}^-$ .

A maioria dos metais é encontrada na natureza na forma de minérios, que costumam ser sais ou óxidos – função inorgânica que vai ser estudada na próxima seção. O sódio e o potássio, por exemplo, são extraídos da água do mar a partir dos sais  $\text{NaCl}$  e  $\text{KCl}$ , os respectivos cloreto de sódio e cloreto de potássio. Já o cálcio se encontra nos óxidos na casca de ovos na forma de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

Muitos sais têm aplicações medicinais, como fornecedores de determinados íons ao corpo humano. Por exemplo, a tireóide necessita de iodo para a formação de seus compostos e o sangue precisa de ferro para as hemácias.

No entanto, seria impossível obter do ácido e da base corresponde, pois os ácidos de iodo são fortes, enquanto que as bases do ferro são insolúveis em água. Por isso, o iodo é normalmente fornecido à tireóide na forma de iodeto ou iodato de sódio ( $\text{KI}$  ou  $\text{KIO}_3$ ), enquanto que o ferro é fornecido ao sangue na forma de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ).



A Tabela 7 mostra aplicações medicinais de alguns sais.

**Tabela 7: Aplicações Mediciniais de Diversos Sais**

Nome	Fórmula	Aplicação
Bicarbonato de sódio	$NaHCO_3$	Antiácido
Carbonato de amônio	$(NH_4)_2CO_3$	Expectorante
Carbonato de lítio	$Li_2CO_3$	Antidepressivo
Cloreto de amônio	$NH_4Cl$	Acidificante do tubo digestivo
Cloreto de sódio	$NaCl$	Soro fisiológico
Fluoreto de estanho(II)	$SnF_2$	Fortalecimento do esmalte dental
Iodeto de sódio ou potássio	$NaI$ ou $KI$	Fonte de iodo para a tireóide
Nitrato de potássio	$KNO_3$	Diurético
Nitrato de prata	$AgNO_3$	Germicida para olhos de recém-nascidos
Permanganato de potássio	$KMnO_4$	Antimicótico
Sulfato de bário	$BaSO_4$	Contraste em radiografia intestinal
Sulfato de cálcio	$CaSO_4$	Gesso para imobilizações
Sulfato ferroso	$FeSO_4$	Fonte de ferro para anêmicos
Sulfato de magnésio	$MgSO_4$	Laxante
Hipoclorito de Sódio	$NaClO$	Desinfetante (água sanitária)

Fonte: [3]

Nesse capítulo, estudaremos algumas propriedades químicas dessa importante função inorgânica.

Os sais solúveis, de maneira geral, são bastante higroscópicos. Ou seja, eles absorvem a água presente no ar com facilidade. Podemos notar isso facilmente quando esquecemos um pote de sal de cozinha (NaCl).



## FOTO DE SAL MOLHADO

Quanto à presença de água ou de seus íons ( $H^+$ ,  $OH^-$ ) em sua estrutura cristalina, os sais se classificam em três tipos:

- **Neutros (ou normais):** não apresentam nem moléculas de água nem seus íons em sua estrutura. A maioria dos sais conhecidos é desse tipo. Ex.:  $NaCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $CaCO_3$ ;
  - Entre os sais neutros, ainda existe a classificação de sal misto, que é formado por dois cátions ou dois ânions diferentes. Ex.:  $NaKSO_4$
  - Podem ser chamados de sais anidros (sem água), quando comparados a um sal de mesmo cátion e mesmo ânion, porém, hidratado.
- **Hidratados:** apresentam moléculas de água em sua estrutura cristalina. Ex.:  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$
- **Ácidos:** apresentam cátions  $H^+$  em sua estrutura cristalina. Ex.:  $NaHCO_3$
- **Básicos:** apresentam cátions  $OH^-$  em sua estrutura cristalina. Ex.:  $Ca_5(OH)(PO_4)_3$ .

É importante citar que os sais hidratados não apresentam nenhuma aparência de molhados pelo fato de conterem água na sua estrutura de cristalização. Por exemplo, o cloreto de cálcio di-hidratado ( $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ) é um sal bastante utilizado em aquários marinhos como suplemento de cálcio para corais.



Figura 22: Sal de Cálcio Hidratado

As propriedades de um sal anidro podem ser bem diferentes dos sais hidratados. Um bom exemplo disso é o cloreto de cobalto, que é azul na forma anidra e rosa na forma hidratada. Esse fenômeno é explorado na construção do Galinho do Tempo.



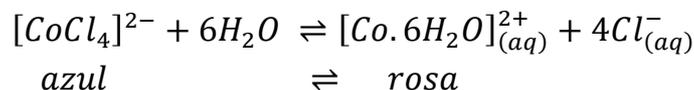
## Galinho do Tempo

O galinho do tempo é um bibelô utilizado no interior para prever se o dia será chuvoso ou não. Quando ele está azul, é indício de que o tempo será sem chuvas. Quando ele está rosa, é indício de tempo chuvoso.



Figura 23: Galinho do Tempo (fonte: [4])

Esse bibelô apresenta uma solução aquosa de cloreto de cobalto II em sua superfície. Esse sal frequentemente se encontra na forma complexada  $[CoCl_4]^{2-}$ . Em água, o sal estabelece o seguinte equilíbrio:



Portanto, com o aumento da umidade do ar, o equilíbrio se desloca formando maior concentração da forma hidratada, que é rosa. Com a diminuição da umidade do ar, o equilíbrio se desloca formando maior concentração da forma anidra, que é azul.

**Obs.:** Quando falamos que o equilíbrio se desloca, estamos nos referindo ao Princípio de Le Chatelier que será estudado com detalhes no Capítulo sobre Equilíbrio Iônico.

## 4.1. Nomenclatura de Sais

Vamos estudar a nomenclatura dos sais de acordo com os quatro tipos de sais que já vimos.

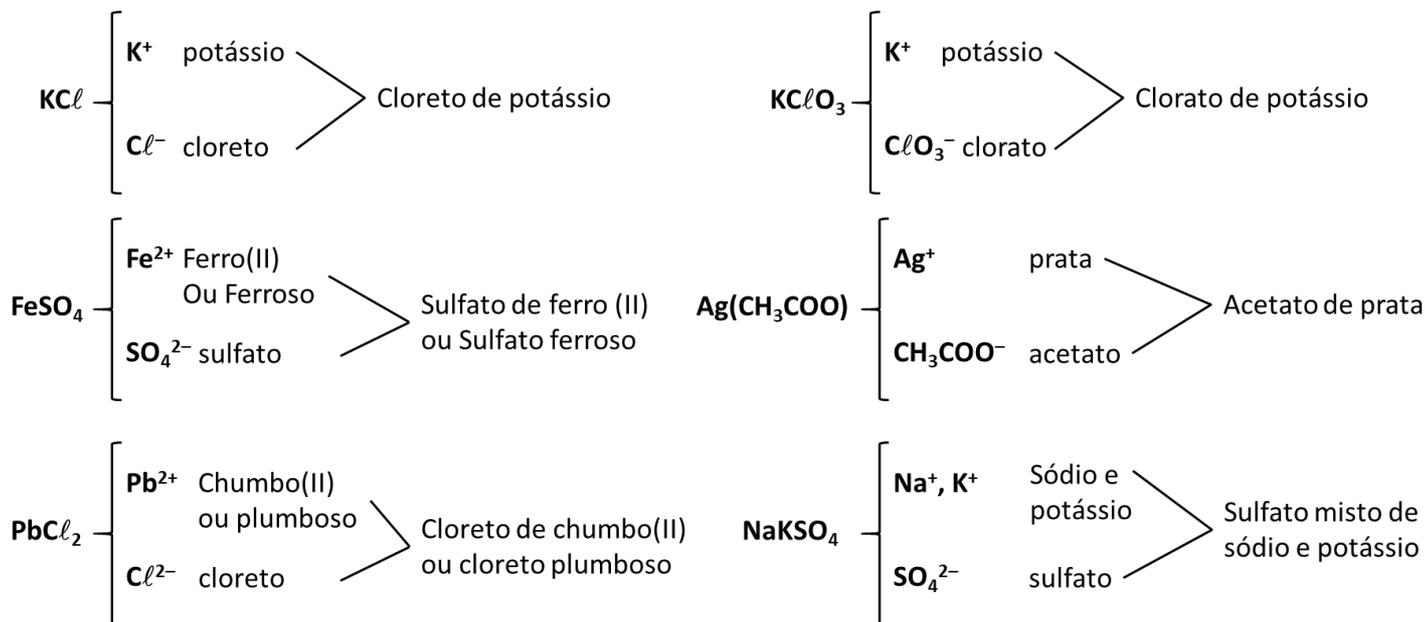
### 4.1.1. Nomenclatura de Sais Normais

Nesse caso, a nomenclatura é bem simples, bastando recordar-se dos nomes do ânion e do cátion que foram tratados nas seções anteriores sobre Ácidos e Bases de Arrhenius. A nomenclatura fica assim:

[nome do ânion] de [nome do cátion]

Vejamos alguns exemplos a seguir.





Podemos visualizar também na forma de tabela.

**Tabela 8: Nomenclatura de Sais Normais**

Sal	Cátion	Nome do Cátion	Ânion	Nome do ânion	Nome do Sal
$KCl$	$K^+$	Potássio	$Cl^-$	Cloreto	Cloreto de Potássio
$KClO_3$	$K^+$	Potássio	$ClO_3^-$	Clorato	Clorato de Potássio
$FeSO_4$	$Fe^{2+}$	Ferro(II) ou ferroso	$SO_4^{2-}$	Sulfato	Sulfato de ferro(II) ou Sulfato ferroso
$PbCl_2$	$Pb^{2+}$	Chumbo(II) ou plumboso	$Cl^-$	Cloreto	Acetato de chumbo(II) ou acetato plumboso
$Ag_2HPO_3$	$Ag^+$	Prata	$HPO_3^{2-}$	Fosfito	Fosfito de Prata
$NaKSO_4$	$Na^+, K^+$	Sódio e potássio	$SO_4^{2-}$	Sulfato	Sulfato misto de sódio e potássio

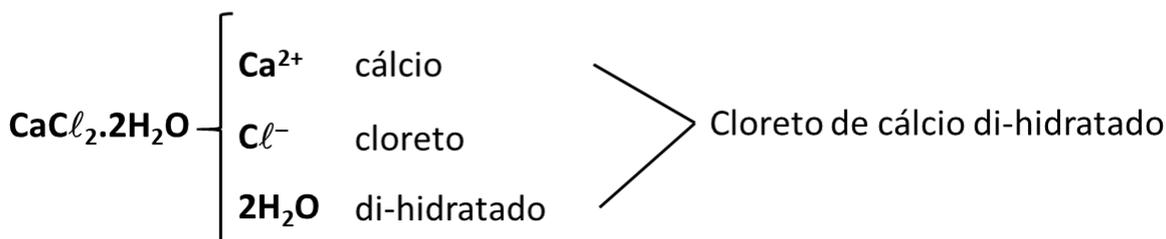
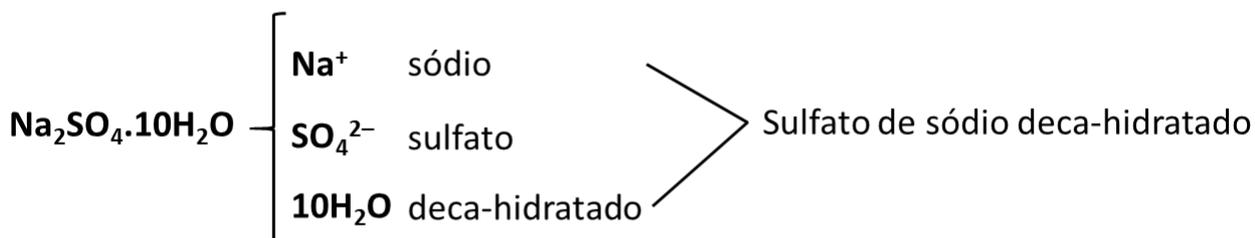
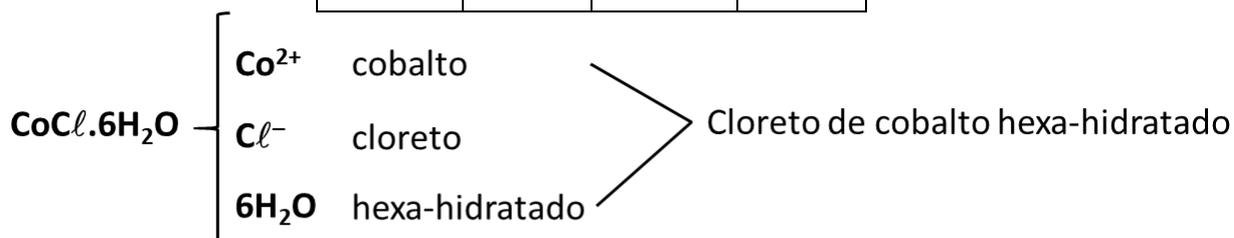


### 4.1.2. Nomenclatura de Sais Hidratados

Procede-se da mesma forma como na nomenclatura de sais normais. No fim do nome, acrescenta-se a informação referente ao número de moléculas de água na estrutura cristalina, utilizando os prefixos gregos. A propósito, segue uma pequena lista de prefixos gregos para te ajudar com a nomenclatura de sais hidratados.

Tabela 9: Prefixos Gregos

Número	Prefixo	Número	Prefixo
1	Mono	6	Hexa
2	Di	7	Hepta
3	Tri	8	Octa
4	Tetra	9	Nona
5	Penta	10	Deca



Vamos apresentar a nomenclatura na forma de tabela.

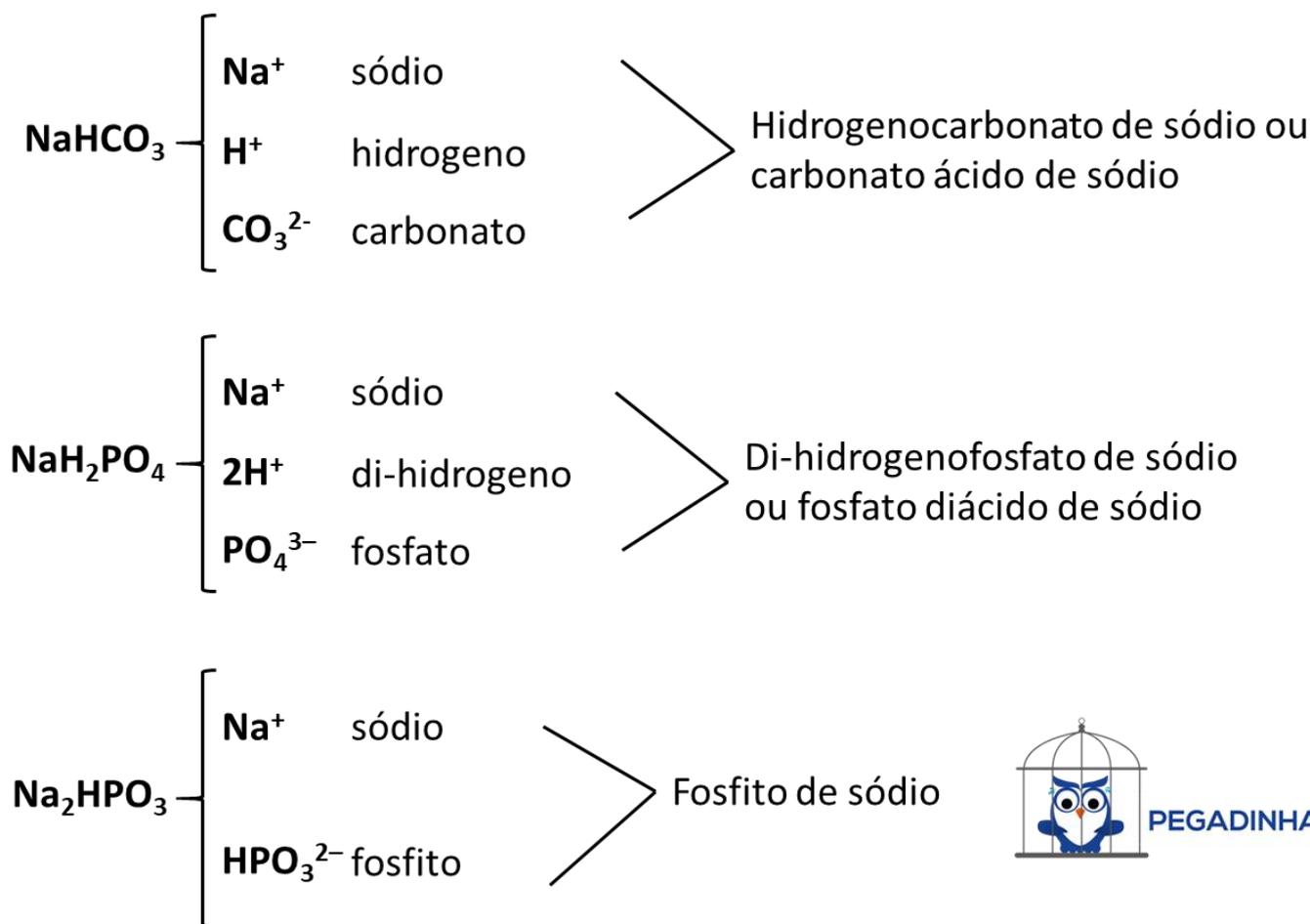
**Tabela 10: Nomenclatura de Sais Hidratados**

Sal	Cátion	Nome do Cátion	Ânion	Nome do ânion	Nome do Sal
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	$Co^{2+}$	Cobalto	$Cl^-$	Cloreto	Cloreto de Cobalto hexaidratado
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	$Na^+$	Sódio	$SO_4^{2-}$	Sulfato	Sulfato de Sódio decaidratado
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	$Ca^{2+}$	Cálcio	$Cl^-$	Cloreto	Cloreto de Cálcio diidratado

#### 4.1.3. Nomenclatura de Sais Ácidos

Nesse caso, o nome do ânion se modifica de acordo com o número de cátions hidrônio presentes na estrutura. Pode-se utilizar o prefixo **hidrogeno-** ou adicionar a palavra **ácido** em seguida ao nome do ânion. Se houver mais de um  $H^+$  na estrutura cristalina, devem ser utilizados os prefixos gregos vistos na Tabela 9.

Vale ressaltar que a nomenclatura recomendada pela IUPAC é a que utiliza o prefixo **hidrogeno-**, portanto, é o que você deve marcar em questões de prova e escrever nas questões discursivas. Porém, caso a questão apresente a nomenclatura **ácido**, não brigue com a prova, aceite a nomenclatura e resolva a questão normalmente.



Uma pegadinha que pode aparecer envolve os sais de ácidos que possuem hidrogênios não-ionizáveis, sendo o mais fácil de confundir os ácidos hipofosforoso ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ) e fosforoso ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ). Lembre-se que esses ácidos possuem, respectivamente, apenas 1 e 2 hidrogênios ionizáveis.

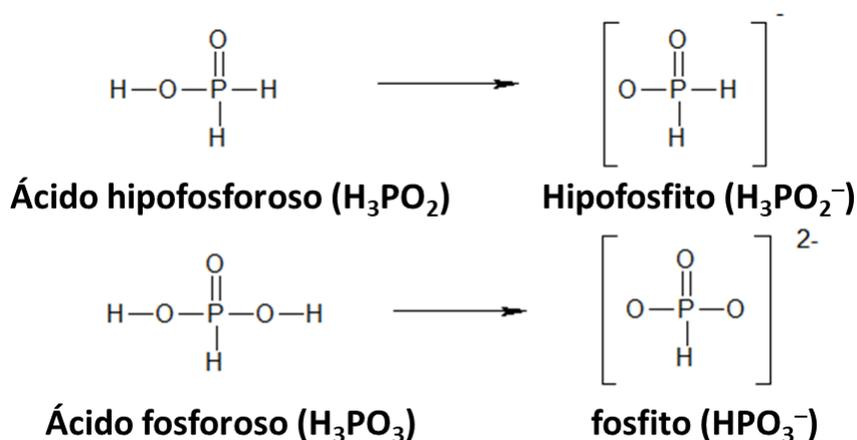


Figura 24: Ânions Correspondentes ao Ácido Hipofosforoso ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ) e Ácido Fosforoso ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )

Vamos agora apresentar na forma de tabela.

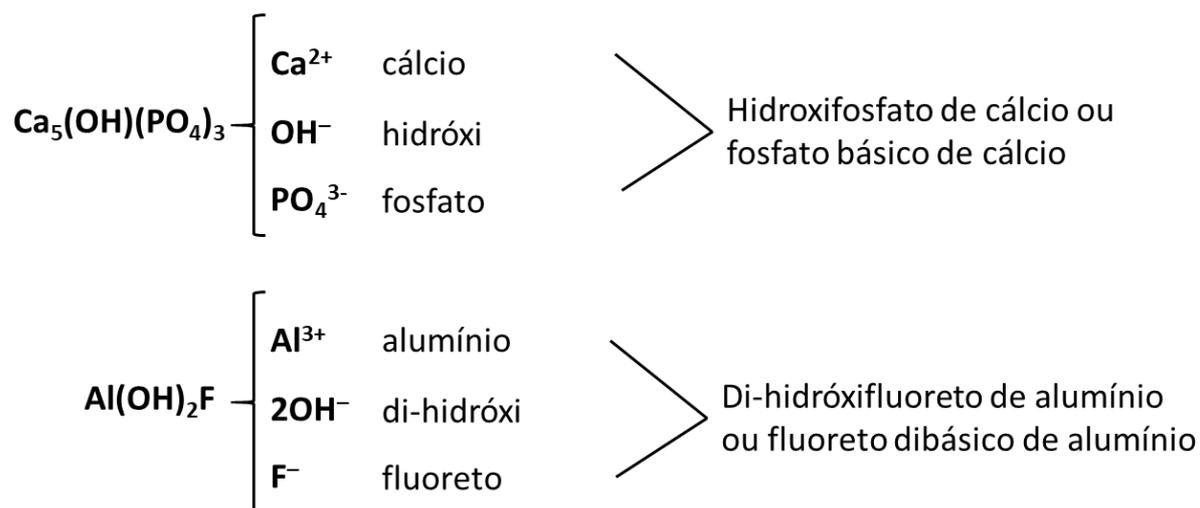
**Tabela 11: Nomenclatura de Sais Ácidos**

Sal	Cátion	Nome do Cátion	Ânion	Nome do ânion	Nome do Sal
$NaHCO_3$	$Na^+$	Sódio	$HSO_4^-$	Hidrogenossulfato ou Sulfato ácido	Hidrogenossulfato de sódio ou sulfato ácido de sódio
$NaH_2PO_4$	$Na^+$	Sódio	$H_2PO_4^-$	Di-hidrogenofosfato ou Fosfato diácido	Di-hidrogenofosfato de sódio ou fosfato diácido de sódio

#### 4.1.4. Nomenclatura de Sais Básicos

No caso de sais básicos, a nomenclatura é semelhante à dos sais ácidos, porém, trocando-se o hidrogênio– por **hidróxi**– ou a palavra ácido por **básico**.

Vale ressaltar que a nomenclatura recomendada pela IUPAC é a que utiliza o prefixo **hidróxi**–, portanto, é o que você deve marcar em questões de prova e escrever nas questões discursivas. Porém, caso a questão apresente a nomenclatura **básico**, não brigue com a prova, aceite a nomenclatura e resolva a questão normalmente.



Vamos agora apresentar a nomenclatura na forma de tabela.

Tabela 12: Nomenclatura de Sais Básicos

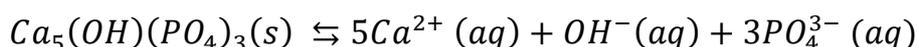
Sal	Nome do Sal
$Ca_5(OH)(PO_4)_3$	Hidróxifosfato de cálcio ou fosfato básico de cálcio. Nome vulgar: hidróxi-apatita.
$Al(OH)_2F$	Diidroxifluoreto de alumínio ou fluoreto dibásico de alumínio.



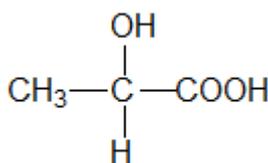
### CURIOSIDADE

## Esmalte Dentário e Cárie

O esmalte dentário é composto, entre outras coisas, por hidróxi-apatita, cuja fórmula é  $Ca_5(OH)(PO_4)_3$ . Esse composto é pouco solúvel – o que é excelente, tendo em vista que os nossos dentes precisam permanecer no estado sólido. O pouco que se dissolve se apresenta na forma de íons.

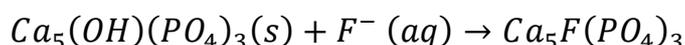


O grande problema da cárie bacteriana é que, por meio da fermentação láctica, as bactérias liberam o **ácido láctico** ( $C_3H_6O_3$ ).



Como a hidróxi-apatita tem caráter básico, ela é consumida na reação com o ácido láctico.

Os cremes dentais à base de flúor contém fluoreto de sódio (NaF), o qual reage com a hidróxi-apatita formando a fluoroapatita, que não reage com o ácido láctico.



## 4.2. Regras de Solubilidade dos Sais

Nessa seção, apresentaremos um resumo das principais Regras Práticas de Solubilidade de Sais. O estudo mais detalhado da solubilidade de sais é feito no Capítulo sobre Ligações Iônicas.

Alguns sais são insolúveis. Nesse caso, a reação entre ácidos e bases forma um precipitado. As regras a seguir são úteis para memorizar a solubilidade de alguns sais.

Primeiramente, é útil ter em mente que os sais insolúveis geralmente possuem tanto o cátion como o ânion com cargas superiores a +2 e -2, respectivamente. Sendo assim,

- São solúveis os sais de metais alcalinos e de amônio, exceto o carbonato de lítio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ );
- Todos os nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) são solúveis;
- Todos os acetatos ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) são solúveis, exceto o acetato de prata;
- Todos os sais halogenados são solúveis. Ou seja, fluoretos ( $\text{F}^-$ ), cloratos ( $\text{ClO}_3^-$ ), percloratos ( $\text{ClO}_4^-$ ) etc. As exceções ficam por parte dos cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), brometos ( $\text{Br}^-$ ) e iodetos ( $\text{I}^-$ ) dos sais de  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$ :

Tabela 13: Sais dos Halogênios Insolúveis

$\text{PbCl}_2$	$\text{AgCl}$	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$
$\text{PbBr}_2$	$\text{AgBr}$	$\text{Hg}_2\text{Br}_2$
$\text{PbI}_2$	$\text{AgI}$	$\text{Hg}_2\text{I}_2$

Vale lembrar que outros sais, como o fluoreto de prata ( $\text{AgF}$ ) e o clorato de prata ( $\text{AgClO}_3$ ) são solúveis em água, porque não se enquadram nas exceções escritas na Tabela 13.

Observe, ainda, também que sais como o cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ) são uma exceção ao princípio de que sais com cargas pequenas, no caso, +1 e -1, são geralmente solúveis.

- São solúveis os sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), sendo as principais exceções:



Essas exceções são razoavelmente fáceis de entender. O íon sulfato já possui carga -2. Quando combinado com cátions de carga +2, a probabilidade de o sal não ser solúvel é grande.

- Os sais dos demais ânions são insolúveis. Por exemplo, os sulfetos ( $\text{S}^{2-}$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), os fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Vale lembrar que exceção: os sais de metais alcalinos e de amônio são solúveis.

Essa regra nos diz que o fosfato de sódio ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) é solúvel, porque é um sal de metal alcalino e se enquadra na primeira regra que foi tratada nessa seção. Porém, outros fosfatos, como o fosfato de cálcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) são insolúveis.

Apresentamos também mais um conjunto de regras

**Tabela 14: Solubilidade de Sais em Água**

Compostos	Regra	Exceções
Ácidos Orgânicos	Solúveis	
Permanganatos, Nitritos e Nitratos, Cloratos	Solúveis	
Sais de Alcalinos e Amônio	Solúveis	carbonato de lítio
Percloratos	Solúveis	de potássio e mercúrio I
Acetatos	Solúveis	de prata
Tiocianatos e Tiosulfatos	Solúveis	de prata, chumbo e mercúrio
Fluoretos	Solúveis	de magnésio, cálcio e estrôncio
Cloretos e Brometos	Solúveis	de prata, chumbo e mercúrio I
Iodetos	Solúveis	mercúrio, bismuto e estanho IV
Sulfatos	Solúveis	de prata, chumbo, bário, e estrôncio
Óxido metálico e Hidróxidos	Insolúveis	de alcalinos, amônio, cálcio, bário e estrôncio
Boratos, Cianetos, Oxalatos, Carbonatos, Ferrocianetos, Ferricianetos, Silicatos, Arsenitos, Arseniados, Fosfitos, Fosfatos, Sulfitos e Sulfetos	Insolúveis	de alcalinos e de amônio

Para o aluno, é mais fácil aprender os sais insolúveis com o tempo e a resolução de exercícios.



## RESUMINDO

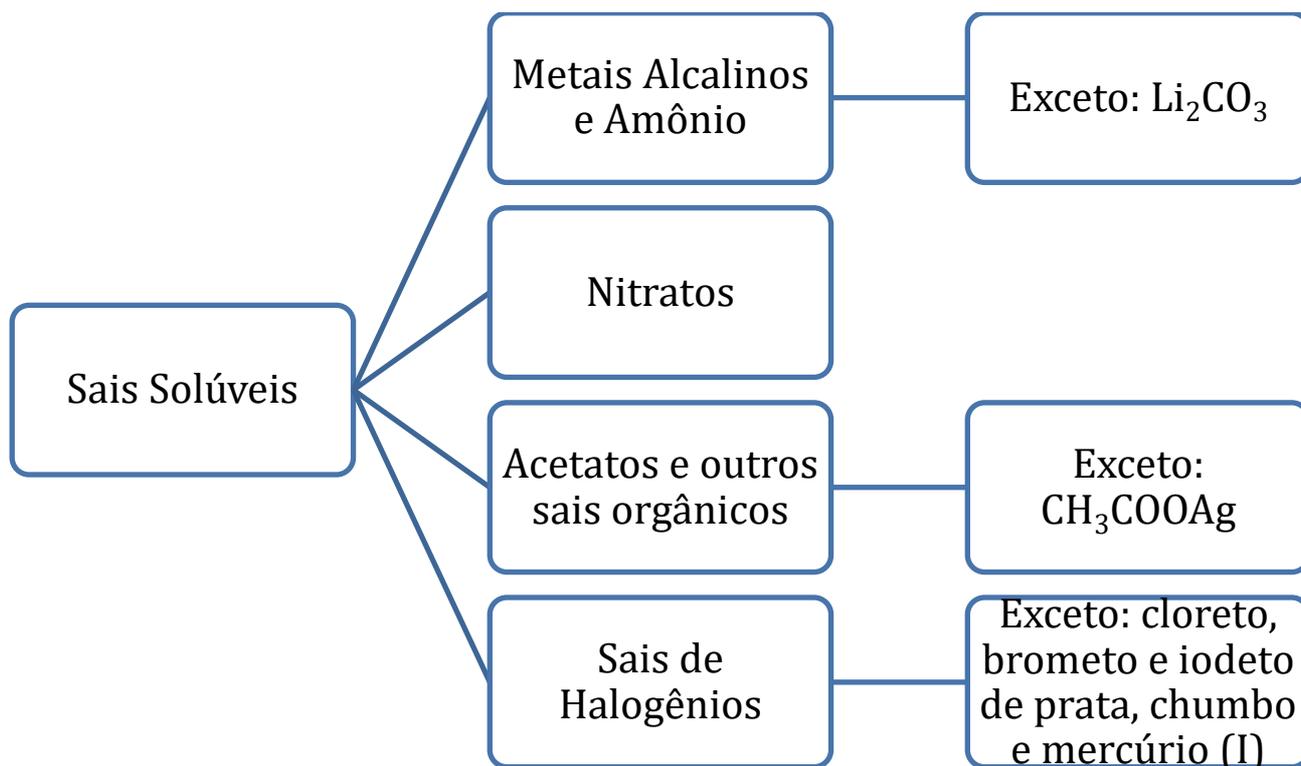


Figura 25: Sais Solúveis



## HORA DE PRATICAR!

### 5. (TFC – Inédita)

Determine a fórmula estrutural dos sais a seguir e determine se eles são solúveis ou insolúveis em água.

- Cloreto de magnésio.
- Fosfato de potássio.



- c) Fosfato de cálcio.
- d) Carbonato de alumínio.
- e) Nitrato de magnésio.
- f) Silicato de prata.
- g) Iodeto de prata.
- h) Iodato de sódio.

### Comentários

- a)  $MgCl_2$  é solúvel, pois a maioria dos cloretos é solúvel.
- b)  $K_3PO_4$  é solúvel, pois todos os sais de metais alcalinos são solúveis.
- c)  $Ca_3(PO_4)_2$  é insolúvel, pois os fosfatos são insolúveis, exceto os de metais alcalinos e amônio.
- d)  $Al_2(CO_3)_3$  é insolúvel, pois todos os carbonatos são insolúveis, exceto os de metais alcalinos e amônio.
- e)  $Mg(NO_3)_2$  é solúvel, pois todos os nitratos são solúveis.
- f)  $Ag_2SiO_3$  é insolúvel, pois todos os silicatos são insolúveis, exceto os de metais alcalinos e amônio.
- g)  $AgI$  é insolúvel – é uma das exceções à regra de solubilidade dos iodetos.
- h)  $NaIO_3$  é solúvel, pois todos os sais de metais alcalinos são solúveis.

**Gabarito: discursiva**

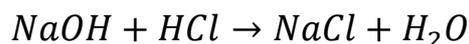
---

## 5. Reações Inorgânicas

Vamos apresentar as reações inorgânicas mais importantes nessa Seção.

### 5.1. Reações de Neutralização

As reações de neutralização são um tipo importante de reações ácido-base. Um ácido e uma base de Arrhenius reagem entre si formando um sal e liberando água. Por exemplo, considere a reação entre o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio (base).



A neutralização completa sempre produz sais normais ou hidratados. Se a neutralização produzir um sal ácido ou básico, diz-se que ela foi parcial.

No caso de poliácidos ou polibases, a neutralização pode ser parcial, formando sais ácidos ou básicos, dependendo das concentrações envolvidas. Por exemplo, considere as neutralizações do ácido fosfórico (triácido) com hidróxido de sódio nas proporções 1:1, 1:2 e 1:3.

1:1	$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$	Primeira Neutralização Parcial
1:2	$H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$	Segunda Neutralização Parcial
1:3	$H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$	Neutralização Total

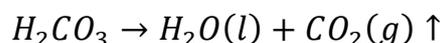
Como o hidróxido de sódio apresenta apenas uma hidroxila, são necessários 3 mols dessa base para neutralizar completamente 1 mol de ácido fosfórico.

Nesse caso, pode-se falar de duas neutralizações parciais, formando sais ácidos: o di-hidrogenofosfato de sódio ( $NaH_2PO_4$ ) e o hidrogenofosfato de sódio ( $Na_2HPO_4$ ).

## 5.2. Reações com Desprendimento de Gases

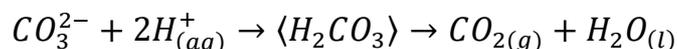
### 5.2.1. Carbonatos e Bicarbonatos

O ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) não pode ser isolado. Se, por acaso, ele for formado durante uma reação química, ele se decomporá em gás carbônico ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ) por meio da seguinte reação.



Como o  $CO_2$  é gasoso, costuma-se indicar a sua formação com uma seta para cima, evidenciando que o composto se desprende da solução e passa para o estado gasoso.

O caso mais típico dessa reação acontece quando se acidifica uma solução qualquer de um carbonato. O ácido carbônico é formado e se decompõe em gás carbônico e água.



Nesse caso, a reação é bastante visível, porque o gás carbônico é pouco solúvel em água, bastando pequenas concentrações de ácido para que ocorra o desprendimento desse gás a partir de uma solução de um carbonato ou bicarbonato. Vejamos alguns exemplos.



Temos dois detalhes interessantes para contar a respeito dessa reação.

- Embora o bicarbonato de sódio seja um sal ácido, ele é capaz de reagir com ácidos, formando um sal. É por isso que ele é utilizado como antiácido estomacal;
- A reação também acontece com carbonatos insolúveis.



Nesse caso, a adição de ácido clorídrico transformou um sal insolúvel do cálcio em um sal solúvel (o cloreto de cálcio). Por isso, é comum se dizer que os ácidos são capazes de dissolver o calcário – nome vulgar do carbonato de cálcio.

- Ácidos fracos também são capazes de dissolver o calcário, porém, essa reação é mais lenta.



Você pode fazer esse experimento em casa. Basta mergulhar um ovo em vinagre. O vinagre com o tempo vai dissolver lentamente a casca do ovo, que é formada por calcário.

### 5.2.2. Sais de Amônio

Como vimos anteriormente, o hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ) somente existe em solução e não pode ser isolado. Ao adicionar uma solução muito básica a uma solução de um sal qualquer de amônio, esse hidróxido tenderia a se formar, porém ele rapidamente se decompõe em amônia e água.



Como a amônia é um gás, ela normalmente se desprende da solução, pois apresenta uma solubilidade em água limitada e menor que a solubilidade da maioria dos sais de amônio.

Essa reação é bastante visível quando se coloca um sal de amônio em meio alcalino. Nesse caso, observa-se a formação do hidróxido de amônio, que se decompõe em amônia e água. Vejamos alguns exemplos:



### 5.3. Formação de Precipitado

Muitas vezes, ao misturar duas soluções, acontece a formação de um precipitado, isto é, um sólido praticamente insolúvel que desce ao corpo de fundo. Por exemplo, considere o exemplo a seguir em que se mistura um béquer que contém uma solução de nitrato de prata a outro que contém uma solução de cloreto de sódio.

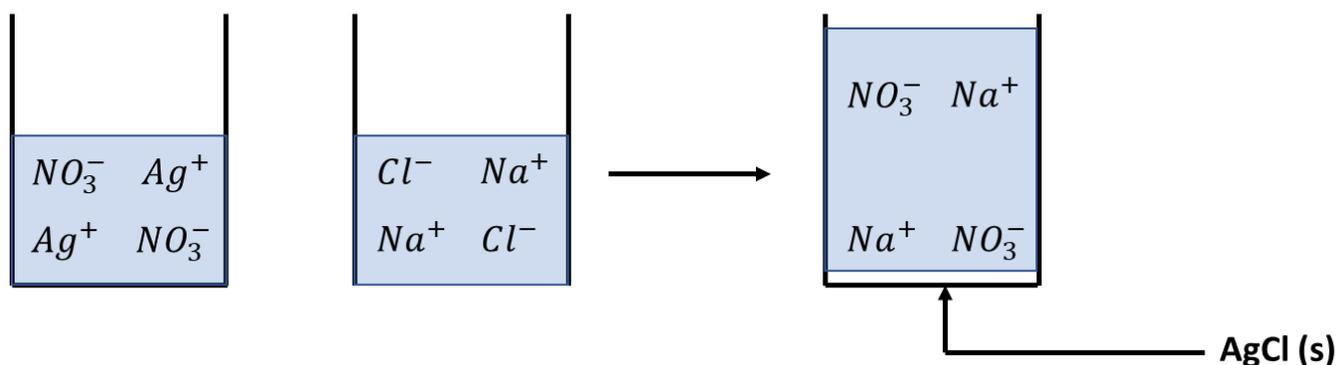
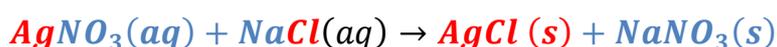
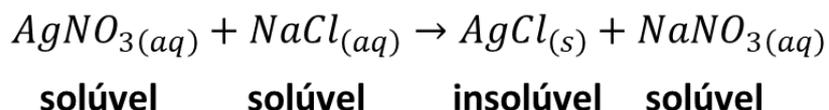


Figura 26: Reação com Formação de Precipitado AgCl

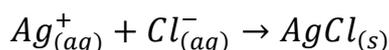
O precipitado formado é de cloreto de prata, que é um sal pouco solúvel. Na prática, o que acontece é uma reorganização dos íons. Quando o íon cloreto e o íon prata se encontram, eles se juntam, provocando a cristalização de um sal insolúvel (AgCl).

Esquemáticamente, podemos representar a reação.





Ou, simplificada, podemos escrever simplesmente a precipitação do cloreto de prata.



**Importante:** Uma reação ocorre com formação de precipitado se for possível formar um sal pouco solúvel a partir da combinação dos íons das soluções originais.

Então, para saber quando uma mistura de duas soluções resultará numa reação com formação de precipitado, é importante conhecer algumas regras de solubilidade, que foram tratadas na seção específica desse material.

**Nota:** Preferimos dizer que os sais são pouco solúveis ou praticamente insolúveis, porque, na realidade, um pouco do sal se dissolve. No Capítulo sobre Equilíbrio Iônico, aprenderemos o Produto de Solubilidade, que é uma importante medida da solubilidade de várias espécies químicas.



## 6. (TFC – Inédita)

Ao se misturar duas soluções, observou-se a formação de um precipitado. Identifique qual o precipitado formado nos seguintes casos e escreva as reações balanceadas.

- a)  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{KI}$
- b)  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{BaCl}_2$
- c)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  e  $\text{CaCl}_2$
- d)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- e)  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  e  $\text{AgNO}_3$

### Comentários

Devemos levar em consideração algumas regras de solubilidade.

- a) Todos os iodetos são solúveis, exceto o de prata.

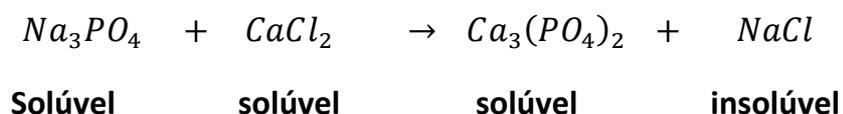




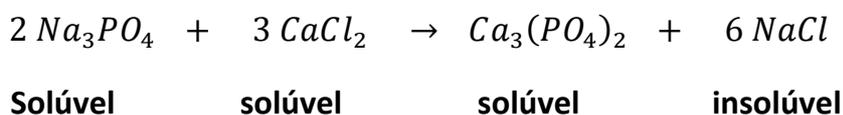
b) Todos os sulfatos são solúveis, exceto os de metais alcalino-terrosos.



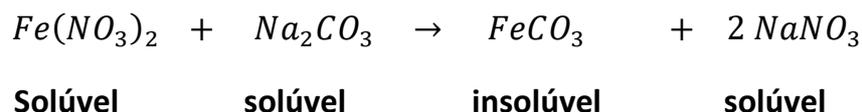
c) Todos os fosfatos são insolúveis, exceto os de metais alcalinos e amônio. Portanto, o fosfato de cálcio é insolúvel.



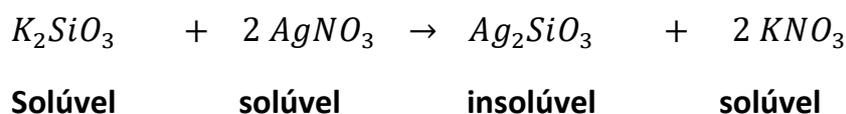
O precipitado formado é o fosfato de cálcio. Podemos, ainda, balancear a equação.



d) Todos os carbonatos são insolúveis, exceto os de metais alcalinos e amônio. Portanto, o carbonato de ferro (II) é insolúvel.



e) Todos os silicatos são insolúveis, exceto os de metais alcalinos e amônio. Portanto, o silicato de prata é insolúvel.



**Gabarito: D**

---

## 7. (TFC – Inédita)

Um pesquisador encontrou uma substância X desconhecida. E, a fim de descobrir qual era ela, ele a fez passar por três tratamentos distintos:

- Aquecimento em atmosfera inerte;



- Reação com ácido sulfúrico;
- Reação com hidróxido de sódio.

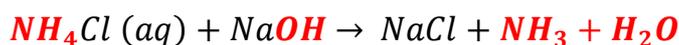
Nos três casos, o pesquisador notou a liberação de gases. Com base nisso, ele concluiu que a substância desconhecida pode ser:

- a) Cloreto de Amônio
- b) Carbonato de Sódio
- c) Bicarbonato de Sódio
- d) Sulfato de Sódio
- e) Carbonato de Amônio

## Comentários

Questão interessante. Vejamos.

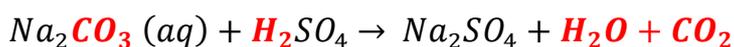
a) O cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) realmente se decompõe mediante aquecimento e de hidróxido de sódio. Porém,



A reação com hidróxido de sódio se deve à formação de hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), que se decompõe em amônia ( $\text{NH}_3$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), como mostrado acima.

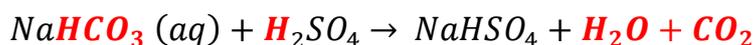
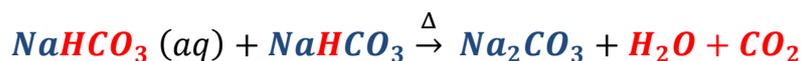
Porém, o cloreto de amônio é estável em soluções ácidas, não reage com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Afirmação errada.

b) O carbonato de sódio é estável mediante aquecimento e também é estável diante de soluções alcalinas. Ele pode, no entanto, se decompor diante de ácidos, formando o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), como mostrado a seguir.



Afirmção errada.

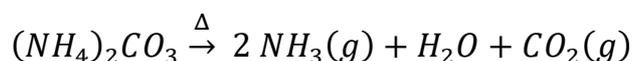
c) O bicarbonato de sódio também é estável diante de soluções ácidas. Ele até pode se decompor mediante aquecimento e mediante a adição de ácidos.



Afirmção errada.

d) O sulfato de sódio é estável e não se decompõe em nenhuma das situações. Afirmção errada.

e) O carbonato de amônio é um sal interessante. Ele pode se decompor por aquecimento térmico.



Pode também se decompor diante de soluções ácidas, com a formação do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), que se decompõe em água ( $H_2O$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ).



Por fim, também pode se decompor diante de soluções alcalinas, com a formação de hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ), que se decompõe em água ( $H_2O$ ) e amônia ( $NH_3$ ).



Portanto, ele é a resposta do problema.

**Gabarito: E**



## 6. Óxidos

Os óxidos são compostos binários, em que o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

Sendo assim, como o flúor é o único elemento da tabela periódica mais eletronegativo que o oxigênio, os compostos  $OF_2$  e  $O_2F_2$  não são óxidos, mas fluoretos de oxigênio.

A função inorgânica “óxido” abrange uma grande quantidade de compostos químicos com propriedades bastante diferentes, por isso é impossível elaborar uma lista de características gerais. Nessa seção, os diferentes tipos de óxidos serão estudados:

- Óxidos Básicos;
- Óxidos Ácidos;
- Óxidos Anfóteros;
- Óxidos Duplos;
- Peróxidos;
- Superóxidos.

Em geral, nos óxidos, o oxigênio apresenta número de oxidação -2, sendo exceções os peróxidos ( $O_2^{2-}$ ) e superóxidos ( $O_2^-$ ).

### 6.1. Óxidos Básicos

Os óxidos básicos são formados por metais que apresentam pequeno número de oxidação (normalmente +1 ou +2). Na maioria das vezes, são compostos iônicos, que se dissolvem em água formando bases e reagem com ácidos, formando sais.

Nesse caso, o número de oxidação do oxigênio será igual a -2. A nomenclatura segue a mesma regra dos hidróxidos correspondentes, trocando-se o nome “hidróxido” por “óxido”.

Os óxidos básicos são bastante estáveis com a temperatura, não sofrendo decomposição. Além disso, por serem iônicos, apresentam elevados pontos de fusão e ebulição.

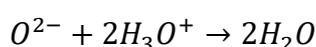
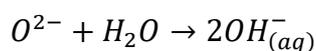
Tabela 15: Nomenclatura dos Óxidos

Óxido	Nomenclatura	PF
$Na_2O$	Óxido de Sódio	1132°C



Óxido	Nomenclatura	PF
<i>CaO</i>	Óxido de Cálcio	2572°C
<i>FeO</i>	Óxido de Ferro(II)	1369°C

O forte caráter básico desse tipo de ácido se deve ao ânion que os forma  $O^{2-}$ . Como já estudamos, esse ânion é muito raro em soluções aquosas, pois é uma base muito forte, que reage com a água ou com ácidos assim que é liberado em solução.



## 6.2. Óxidos Ácidos

São óxidos formados por metais ou não metais, em que, normalmente o elemento apresenta elevados números de oxidação (acima de +4). É interessante observar que os óxidos básicos somente podem ser formados por metais, porém, os óxidos ácidos podem ser formados tanto por metais como por não metais.

Os óxidos desse tipo, em geral, são moleculares, portanto, apresentam baixos pontos de ebulição, sendo muitos gasosos e líquidos. Poucos óxidos ácidos sólidos são conhecidos, como os de fósforo  $P_4O_6$  e  $P_4O_{10}$  e a sílica ( $SiO_2$ ).

A sílica, ao contrário de outros óxidos ácidos, que são moleculares, é um sólido covalente, que apresenta temperatura de ebulição normal de 1600 °C. A Figura 27 compara a estrutura cristalina da sílica com a molécula de gás carbono ( $CO_2$ ).

Um dos poucos óxidos ácidos sólidos é a sílica ( $SiO_2$ ), que é um sólido covalente, que apresenta ponto de ebulição de 1600°C, e a seguinte estrutura:



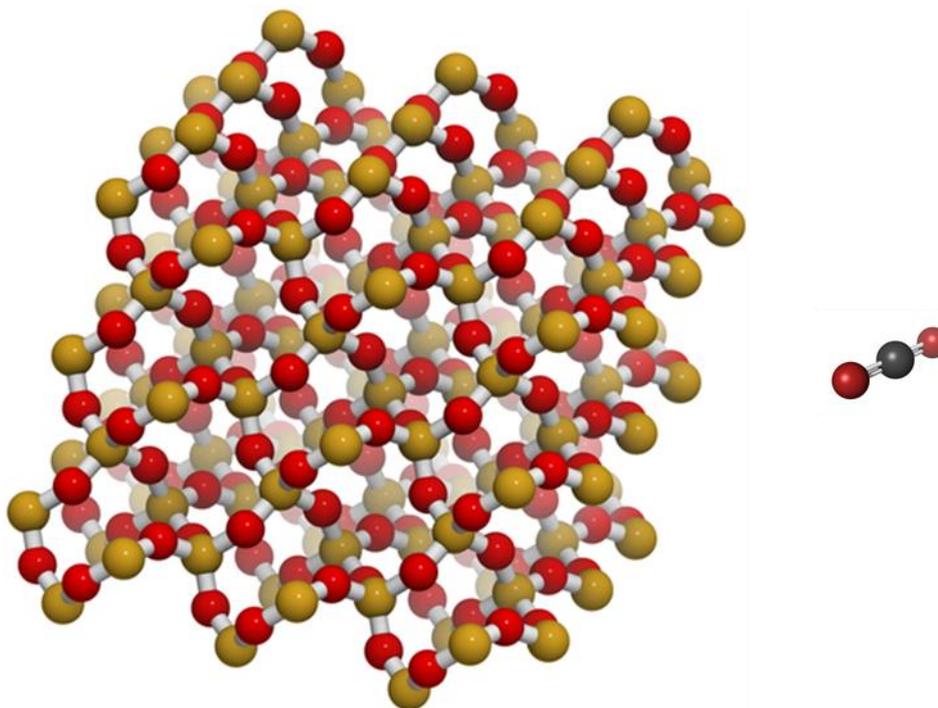
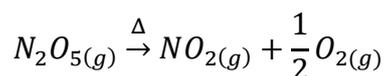


Figura 27: Estrutura da Sílica (fonte: [4])

Além disso, muitos óxidos ácidos sofrem decomposição térmica:



A nomenclatura dos óxidos ácidos tem a seguinte forma geral:

**[mono, di, tri]óxido de [mono, di, tri]elemento**

O prefixo **mono-** normalmente é dispensável. Ele só costuma ser utilizado quando o óxido tem forma NO ou CO, pois a nomenclatura “monóxido de nitrogênio” e “monóxido de carbono” é bem mais clara, pois evita confusões que poderiam ser ocasionadas, caso fossem chamados simplesmente de “óxido de nitrogênio” e “óxido de carbono”.

Tabela 16: Nomenclatura de Óxidos Ácidos

Óxido	Nomenclatura	Reação com Água
$CO_2$	Dióxido de Carbono	$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
$N_2O_5$	Pentóxido de dinitrogênio	$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$
$Cl_2O_7$	Heptóxido de dicloro	$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HClO_4$

Óxido	Nomenclatura	Reação com Água
$SO_3$	Trióxido de enxofre	$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
$NO_2$	Dióxido de nitrogênio	$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$

Quando os óxidos podem ser obtidos a partir da desidratação de moléculas de ácido, eles costumam ser denominados **anidridos**. Uma dica importante para você saber o resultado das reações de desidratação ou hidrólise é que essas reações jamais envolvem variação no número de oxidação.

Então, por exemplo, no trióxido de enxofre ( $SO_3$ ), o enxofre apresenta nox +6. Quando hidratado, esse óxido produz um ácido, em que o nox do enxofre é exatamente igual a +6, no caso, o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

Tabela 17: Nomenclatura de anidridos

Óxido	Reação com Água	Ácido Resultante	Nomenclatura
$CO_2$	$O_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$	$H_2CO_3$	Anidrido carbônico
$N_2O_5$	$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$	$HNO_3$	Anidrido nítrico
$Cl_2O_7$	$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HClO_4$	$HClO_4$	Anidrido perclórico
$SO_3$	$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$	$H_2SO_4$	Anidrido sulfúrico
$NO_2$	$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$	$HNO_2 + HNO_3$	Anidrido nítrico-nitroso

Um caso interessante é dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), em que o nitrogênio tem número de oxidação igual a +4. Não existem ácidos do nitrogênio com o mesmo número de oxidação

Alguns metais, com elevado número de oxidação, também podem originar óxidos ácidos, sendo os exemplos mais conhecidos o cromo e o manganês:

Tabela 18: Óxidos Ácidos de Metais

Óxido	Nomenclatura	Reação com Bases
$MnO_3$	Trióxido de manganês	$2KOH + MnO_3 \rightarrow K_2MnO_4 + 2H_2O$
$Mn_2O_7$	Heptóxido de dimanganês	$2KOH + Mn_2O_7 \rightarrow 2KMnO_4 + H_2O$

Óxido	Nomenclatura	Reação com Bases
$CrO_3$	Trióxido de cromo	$2KOH + 2CrO_3 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + H_2O$

Essas substâncias têm em comum o fato de serem poderosos agentes oxidantes, que vão ser estudados no Capítulo sobre Oxirredução.



## Chuva Ácida

Os óxidos de enxofre e nitrogênio têm uma importante contribuição para o fenômeno da chuva ácida, que é a precipitação contendo partículas mais ácidas que a acidez resultante do dióxido de carbono.

O nitrogênio atmosférico apresenta elevada energia de ligação devido à sua ligação tripla, por isso não reage com o oxigênio atmosférico à temperatura ambiente. No entanto, essa reação pode acontecer a temperaturas elevadas, como as decorrentes de queima de combustíveis fósseis.

Os óxidos de enxofre, por sua vez, são produzidos pela oxidação das impurezas sulfurosas presentes em carvões e petróleos.

O principal perigo das chuvas ácidas é o desequilíbrio da vida aquática, pois a pH inferior a 4,5 são

poucos os peixes que sobrevivem. Da mesma forma, o crescimento do fitoplâncton é seriamente comprometido. Além disso, com a acidificação, muitos metais pesados, como o alumínio, o ferro e o manganês presente no fundo dos lagos se solubilizam. A presença de sais de alumínio na água faz que alguns peixes produzam muco em suas guelras, o que prejudica sua respiração.

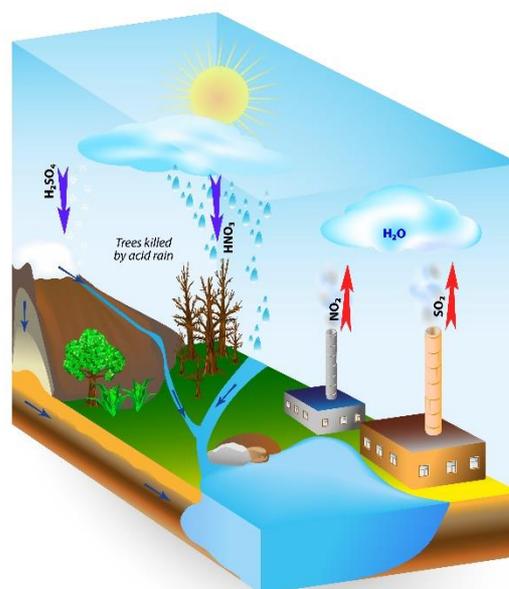


Figura 28: Chuva Ácida (fonte [27])

Nos solos, a acidificação desnatura enzimas dos principais micro-organismos responsáveis pela absorção de nutrientes, como o nitrogênio. A chuva ácida também pode dissolver estruturas de calcário, como as estalactites e conchas de moluscos.

Sobre a saúde humana, acredita-se que exista influência do abastecimento de água contaminada por sais de alumínio sobre o aumento da ocorrência dos casos do Mal de Alzheimer.

### 6.3. Óxidos Anfóteros

Esse tipo de óxido é normalmente formado por metais ou semimetais com números de oxidação intermediários (+3 a +4, sendo alguns com +2). São exemplos importantes:  $ZnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $PbO$ ,  $PbO_2$ .

Esses óxidos apresentam **caráter intermediário** entre covalente e iônico. Normalmente, é formado por metais de elevada energia de ionização, de modo que o óxido não seja completamente iônico.

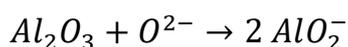
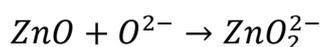
Em geral, são insolúveis em água.

Não possuem nem caráter ácido nem básico pronunciado. Somente são capazes de reagir com ácidos e bases fortes. Não reagem com ácidos e bases fracas.

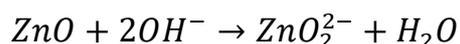
Tabela 19: Reações de Óxidos Anfóteros

Reação	Sal Formado
$ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$	$ZnCl_2$ : cloreto de zinco
$ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$	$Na_2ZnO_2$ : zincato de sódio
$Sb_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2SbCl_3 + 3H_2O$	$SbCl_3$ : cloreto de antimônio
$Sb_2O_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2Sb_2O_4 + H_2O$	$Na_2Sb_2O_4$ : antimoniato de sódio

A formação dos ânions correspondentes pode ser entendida da seguinte maneira como uma absorção de um íon óxido por parte do óxido anfótero.



Como o íon óxido não existe em solução, na prática, ele é extraído a partir de dois íons hidróxido. E isso explica a reatividade dos óxidos anfóteros diante de bases fortes.



CURIOSIDADE

## Sais de Zinco e o Refluxo Gástrico

Um estudo da Yale School of Medicine de 2010, publicado na edição online da “American Journal of Gastroenterology” demonstrou que os sais de zinco conduzem a uma cessação rápida e prolongada da secreção ácida desencadeada em pessoas que sofrem de refluxo gástrico.

A descoberta dessa propriedade é muito importante, pois os atuais tratamentos são mais severos, como os inibidores da bomba de prótons, pois podem desencadear efeitos secundários. Em comparação com a droga omeprazol, o zinco conseguiu produzir efeito em bem menos tempo – alguns minutos contra 24 horas –, sem causar os efeitos colaterais conhecidos da droga, como dor de cabeça e diarreia.

Os pesquisadores testaram a terapia em ratos e em glândulas humanas isoladas antes de finalmente testar em seres humanos. O resultado foi uma rápida diminuição da acidez do suco gástrico após a ingestão de zinco via oral.

Fontes: [5]

Outra aplicação do óxido de zinco (ZnO) é nas pomadas para queimaduras, como o popular Hipoglós. A importância do material é que, quando aplicado diretamente na pele, ele não interage com a água do corpo humano. Portanto, não provoca novas queimaduras.

No entanto, ele reage com os ácidos excretados pelo nosso corpo em reação à queimadura, amenizando as dores.

Uma observação importante sobre o número de oxidação do elemento que acompanha o oxigênio é que ele determina o caráter ácido ou básico do óxido.



Como regra, temos números pequenos indicam caráter básico, números elevados, caráter ácido, números intermediários, caráter anfótero. Essa regra pode ser verificada, inclusive, com óxidos de um mesmo elemento, como o manganês, que forma vários óxidos diferentes:

Tabela 20: Caráter Ácido dos Óxidos de Manganês

	Óxido	Nox
Básicos	$Mn_2O$	+1
	$MnO$	+2
Anfóteros	$Mn_2O_3$	+3
	$MnO_2$	+4
Ácidos	$Mn_2O_5$	+5
	$MnO_3$	+6
	$Mn_2O_7$	+7

O ponto principal para você se decidir na hora da prova a respeito de um óxido ser ácido, básico ou anfótero é o seu caráter químico: iônico, molecular ou intermediário.

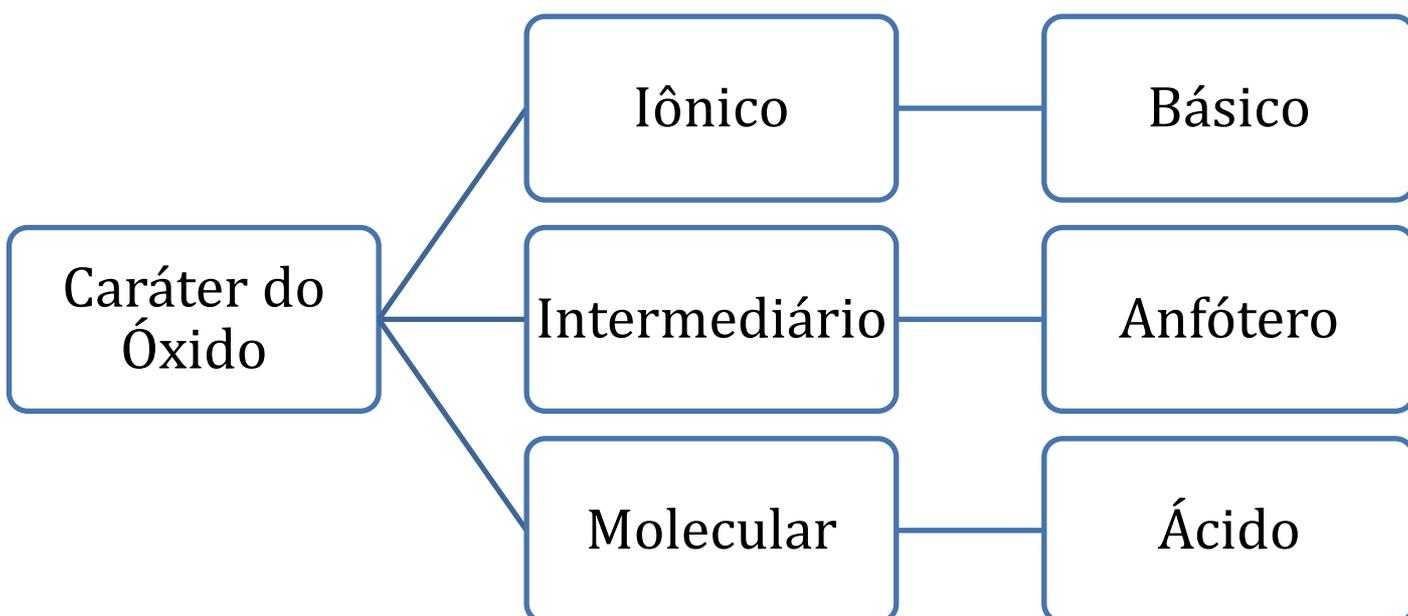
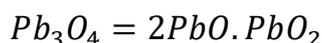


Figura 29: Influência do Caráter Molecular-Iônico de um Óxido sobre a sua Reatividade

## 6.4. Óxidos Duplos

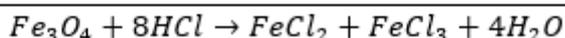
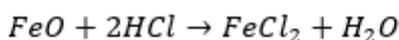
Os óxidos dessa classe mais conhecidos são o minério de ferro, ou hematita,  $Fe_3O_4$  e o de chumbo  $Pb_3O_4$ , em que ambos os elementos apresentam o nox médio +8/3. Esses óxidos se comportam como se fossem associados de dois óxidos:



Nas reações desses óxidos com ácidos, são formados dois sais diferentes:



Observe que é como se óxidos básicos comuns reagissem isoladamente, e a equação resultante é a soma das duas reações:

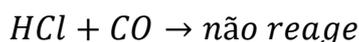
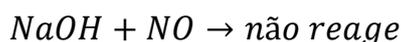


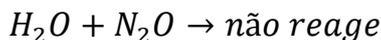
## 6.5. Óxidos Neutros

São os óxidos que não reagem com a água, nem com bases nem com ácidos. Os quatro exemplos mais importantes são:  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ .

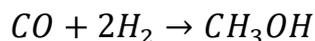
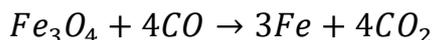
Há certa controvérsia se a água é ou não um óxido. Porém, a meu ver, ela se encaixa perfeitamente na definição, já que é um composto binário, em que o oxigênio é o elemento mais eletronegativo.

No entanto, em condições normais,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $N_2O$  e  $NO$  não reagem nem com a água, nem com ácidos nem com bases.

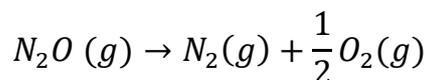




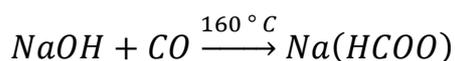
É importante citar que isso **não significa** que esses óxidos sejam **inertes**. Por exemplo, o monóxido de carbono é muito utilizado para produzir ferro metálico e metanol.



O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) é utilizado como aditivo na gasolina devido à sua capacidade de liberar oxigênio quando atravessado por uma faísca.



Além disso, atualmente, já se conhecem reações desses óxidos com bases fortes e a elevadas temperaturas. Por exemplo, o monóxido de carbono, sob pressão e à temperatura de (160 °C), reage com hidróxido de sódio sólido:



Nessa reação, o monóxido de carbono (CO) reage como se fosse um anidrido para o ácido fórmico ou metanoico, que é o ácido carboxílico mais simples.

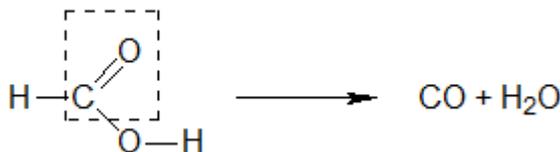


Figura 30: Monóxido de Carbono (CO) como um anidrido para o Ácido Metanoico

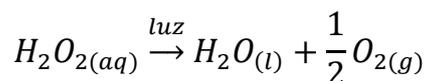
A respeito dessa reação, devemos esclarecer o seguinte.

Se a questão não mencionar nada e perguntar simplesmente se o monóxido de carbono (CO) é um óxido neutro, você deve assinalar verdadeiro.

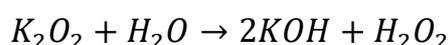
Porém, se a questão perguntar se, em condições especiais, o monóxido de carbono pode reagir com bases fortes, como o hidróxido de sódio, então considere verdadeiro, pois você sabe da reação formando o formiato de sódio.

## 6.6. Peróxidos

Os peróxidos apresentam o ânion  $O_2^{2-}$ . O peróxido mais importante é o peróxido de hidrogênio, conhecido como água oxigenada ( $H_2O_2$ ). Em solução, na presença de luz ou da enzima catalase, eles se decompõem.



Outros peróxidos, principalmente os de metais alcalinos, se hidrolisam formando o peróxido de hidrogênio.



CURIOSIDADE

### O poder bactericida da água oxigenada

A água oxigenada se decompõe espontaneamente na presença de luz, liberando oxigênio molecular. Por ser um poderoso agente oxidante, o oxigênio molecular é também um poderoso veneno contra microorganismos. Como vimos anteriormente, a configuração excitada denominada *oxigênio singlete* é ainda mais poderosa.

Por conta dessa liberação de oxigênio, uma solução de água oxigenada a 3%, pode ser utilizada como desinfetante. Uma das aplicações mais conhecidas é em feridas, para evitar a contaminação por germes. Outras possíveis aplicações dessa solução são:

- Nos pés, para evitar a proliferação de fungos que causam chulé;
- Desinfecção de tecidos contaminados com sangue ou secreções corporais.
- Limpeza de superfícies passíveis de contaminações por germes, como cozinha e banheiro. Por exemplo, você pode mergulhar a sua escova de dentes em água oxigenada para protegê-la de bactérias.

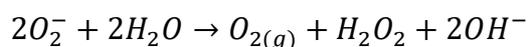
Vale ressaltar que é preciso o cuidado de guardar o frasco ao abrigo da luz para conservar o poder de liberação de oxigênio do peróxido de hidrogênio.



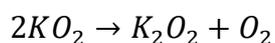
## 6.7. Superóxidos

Os superóxidos mais conhecidos são os de metais alcalinos. Os metais alcalinos são tão reativos que formam superóxidos em contato com o ar.

Esses compostos apresentam coloração amarelo ou laranja e são estáveis se mantidos secos. Em água, reagem violentamente, pois  $O_2^-$  é uma poderosa base de Brønsted-Lowry:



Esses sais também se decompõem por aquecimento, sendo a reação a seguir a base do uso de superóxido de potássio em vaivéns espaciais e submarinos:



HORA DE  
**PRATICAR!**

## 7. Lista de Questões Propostas

### 1. (TFC – Inédita)

Determine o nome dos compostos a seguir e a quantidade de hidrogênios ionizáveis.

- a)  $H_2CO_3$
- b)  $H_2SO_3$
- c)  $CH_3COOH$
- d)  $HPO_3$
- e)  $H_3PO_3$

### 2. (TFC – Inédita)

Soluções 0,1 mol/L de alguns ácidos foram preparadas. Assinale a opção que apresenta a maior condutividade elétrica.

- a)  $CH_3COOH$
- b)  $HCl$
- c)  $HClO$
- d)  $H_2SO_4$
- e)  $H_3PO_4$

### 3. (TFC – Inédita)

São exemplos de ácidos fracos:

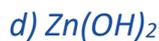
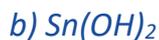
- a)  $HCl$ ,  $CH_3COOH$  e  $HNO_3$
- b)  $HF$ ,  $HBr$  e  $HI$
- c)  $CH_3COOH$ ,  $HCN$  e  $HF$
- d)  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  e  $HCN$
- e)  $CH_3COOH$ ,  $HF$  e  $HBr$ .

### 4. (TFC – Inédita)

Dê o nome das seguintes bases.

- a)  $Sr(OH)_2$





### 5. (TFC – Inédita)

Determine a fórmula estrutural dos sais a seguir e determine se eles são solúveis ou insolúveis em água.

a) Cloreto de magnésio.

b) Fosfato de potássio.

c) Fosfato de cálcio.

d) Carbonato de alumínio.

e) Nitrato de magnésio.

f) Silicato de prata.

g) Iodeto de prata.

h) Iodato de sódio.

### 6. (TFC – Inédita)

Ao se misturar duas soluções, observou-se a formação de um precipitado. Identifique qual o precipitado formado nos seguintes casos e escreva as reações balanceadas.

a)  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{KI}$

b)  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{BaCl}_2$

c)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  e  $\text{CaCl}_2$

d)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

e)  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  e  $\text{AgNO}_3$

### 7. (TFC – Inédita)

Um pesquisador encontrou uma substância X desconhecida. E, a fim de descobrir qual era ela, ele a fez passar por três tratamentos distintos:

- Aquecimento em atmosfera inerte;
- Reação com ácido sulfúrico;



- *Reação com hidróxido de sódio.*

*Nos três casos, o pesquisador notou a liberação de gases. Com base nisso, ele concluiu que a substância desconhecida pode ser:*

- a) *Cloreto de Amônio*
- b) *Carbonato de Sódio*
- c) *Bicarbonato de Sódio*
- d) *Sulfato de Sódio*
- e) *Carbonato de Amônio*

### **8. (Colégio Naval – 2019)**

*A chuva ácida ocorre quando há uma alta concentração de agentes poluentes na atmosfera, como SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, que ao reagirem com vapor d'água também presente formam:*

- (A) *sais ácidos.*
- (B) *anidridos.*
- (C) *oxiácidos.*
- (D) *hidrácidos.*
- (E) *sais básicos.*

### **9. (Colégio Naval – 2019)**

*Considere as seguintes equações de neutralização.*



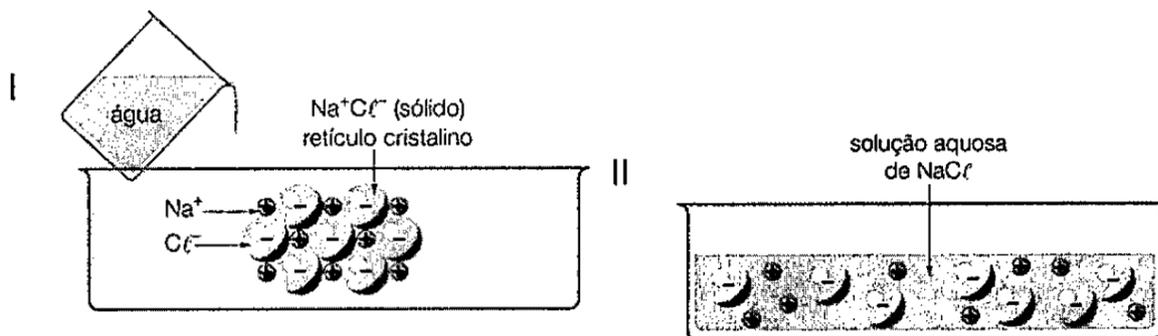
*As substâncias que correspondem às letras X e Y são, respectivamente:*

- (A) *Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaHSO<sub>4</sub>*
- (B) *NaHSO<sub>4</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*
- (C) *Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*
- (D) *Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaHSO<sub>3</sub>*
- (E) *NaHSO<sub>3</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*

### **10. (Colégio Naval – 2019)**

*Considere as figuras I e II abaixo:*





O fenômeno ocorrido na sequência I – II é denominado:

- (A) ionização.
- (B) solubilização molecular.
- (C) hidratação.
- (D) dissociação.
- (E) separação molecular.

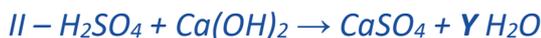
### 11. (Colégio Naval – 2018)

Um comprimido efervescente antiácido é em geral uma mistura sólida de bicarbonato de sódio, carbonato de sódio, ácido cítrico e às vezes ácido acetilsalicílico ou sulfato de magnésio. Ao ser colocado em água, o gás que se desprende durante a efervescência é o:

- (A)  $\text{O}_2$ .
- (B)  $\text{Cl}_2$ .
- (C)  $\text{N}_2$ .
- (D)  $\text{H}_2$ .
- (E)  $\text{CO}_2$ .

### 12. (Colégio Naval – 2018)

Considere as seguintes equações de neutralização total representadas abaixo.



As fórmulas (ou os coeficientes) que correspondem às letras X e Y são, respectivamente:

- (A)  $\text{KNO}_2$  e 1.
- (B)  $\text{KNO}_3$  e 2.

(C)  $KNO_3$  e 1.

(D)  $KNO_2$  e 2.

(E)  $KNO_4$  e 1.

### 13. (Colégio Naval – 2012)

A chuva ácida é um fenômeno químico resultante do contato entre o vapor de água existente no ar, o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio. O enxofre é liberado, principalmente, por veículos movidos a combustível fóssil; os óxidos de nitrogênio, por fertilizantes. Ambos reagem com o vapor de água, originando, respectivamente, os ácidos sulfuroso, sulfídrico, sulfúrico e nítrico. Assinale a opção que apresenta, respectivamente, a fórmula desses ácidos.

(A)  $H_2SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ .

(B)  $H_2SO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2S$ ,  $HNO_2$ .

(C)  $HSO_4$ ,  $HS$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ .

(D)  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2S$ ,  $H_2SO_3$ .

(E)  $H_2S$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2SO_3$ ,  $HNO_3$ .

### 14. (Colégio Naval – 2012)

Associe corretamente as fórmulas aos nomes de suas respectivas substâncias e, a seguir, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

FÓRMULAS

I –  $HClO$

II –  $Cu(OH)_2$

III –  $P_2O_5$

IV –  $BaSO_4$

V –  $MnO_2$

VI –  $CaC_2O_4$

SUBSTÂNCIAS

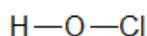
( ) Pentóxido de difósforo

( ) Óxido de magnésio

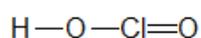
( ) Sulfato de bário.



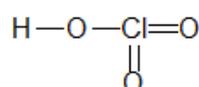
- ( ) *Ácido hipocloroso.*  
( ) *Hidróxido de cobre (II).*  
( ) *Dióxido de manganês.*  
( ) *Ácido cloroso.*  
( ) *Oxalato de cálcio.*  
a) (III) (-) (IV) (I) (II) (V) (-) (VI)  
b) (I) (VI) (III) (IV) (II) (-) (V) (-)  
c) (III) (-) (IV) (I) (II) (V) (-) (VI)  
d) (III) (IV) (II) (VI) (I) (-) (V) (-)  
e) (-) (VI) (III) (-) (IV) (V) (I) (II)



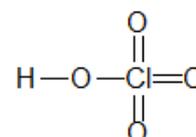
ácido hipocloroso (HClO)



ácido cloroso (HClO<sub>2</sub>)



ácido clórico (HClO<sub>3</sub>)



ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>)

## 15. (Colégio Naval – 2014)

Considere fórmulas químicas a seguir.



Acerca dessas fórmulas é correto afirmar que, quando dissolvidas pequenas quantidades em água destilada, as substâncias:

- a) I e VI formam soluções alcalinas.  
b) II e VI formam soluções ácidas.  
c) I e III formam soluções ácidas.  
d) III e IV formam soluções alcalinas.



e) IV e V formam soluções ácidas.

### 16. (Colégio Naval – 2014)

Suponha que um dado medicamento para o tratamento da azia, vendido sem prescrição médica em forma de sachês, seja composto e carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, bicarbonato de sódio, hidróxido de alumínio e um ácido extraído de algas. Este último componente serve para proteger as paredes do estômago enquanto os outros componentes neutralizam o excesso de acidez estomacal.

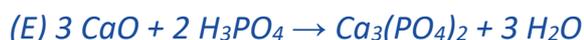
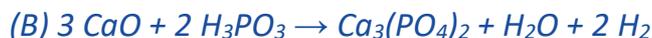
Qual das opções apresenta a equação de uma reação que NÃO acontece pela ação estomacal desse medicamento?



### 17. (Colégio Naval – 2014)

O fosfato de cálcio,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , é um dos compostos utilizados recentemente em pesquisas na obtenção de cimento ortopédico. A reação entre o óxido de cálcio com ácido fosfórico é uma das formas de obtenção do  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Assinale a opção que representa a reação química balanceada de obtenção do fosfato de cálcio a partir de óxido de cálcio e ácido fosfórico.



### 18. (ITA – 2018)



Em temperatura ambiente, adicionou-se uma porção de ácido clorídrico  $6 \text{ mol L}^{-1}$  a uma solução aquosa contendo os íons metálicos  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ . Assinale a opção que apresenta os íons metálicos que não foram precipitados.

- a)  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$
- b)  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$
- c)  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$
- d)  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$
- e)  $\text{Hg}_2^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$

### 19. (ESPCEX – 2018)

Os carbetos pertencem aos chamados compostos de transição, isto é, possuem o elemento carbono, mas, devido às suas características, nos carbetos o carbono forma ânions simples que estabelecem ligações com metais ou semimetais. Os carbetos são compostos que apresentam um dos seguintes ânions: metaneto ( $\text{C}^4-$ ) ou acetileto ( $\text{C}_2^{2-}$ )

O carbeto de cálcio ( $\text{CaC}_2$ ), também denominado de carbureto ou acetileto de cálcio, é um sólido duro que reage com a água para produção do gás acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ). A reação que se processa é representada pela seguinte equação não balanceada:



Com relação a esta reação, seus reagentes e produtos, são feitas as seguintes afirmativas:

I – o carbeto de cálcio é um composto iônico.

II – a nomenclatura oficial da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) para o acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) é etino.

III – o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  é classificado como uma base de Arrhenius e tem nomenclatura de hidróxido de cálcio.

IV – a soma dos coeficientes da equação corretamente balanceada é 5.

V – todos os reagentes e produtos são classificados como substâncias simples.

Dado: número atômico (Z)  $\text{H} = 1$ ;  $\text{O} = 8$ ;  $\text{Ca} = 20$ ;  $\text{C} = 6$

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I, II e V.



- b) II, III e IV.
- c) I, II, III e IV.
- d) II, III, IV e V.
- e) I, II, IV e V.

## 20. (ESPCEX – 2017)

*Na ânsia pelo “elixir da longa vida”, por volta do século I, alquimistas descobriram acidentalmente a Pólvora, referenciada em textos de Alquimia pelos avisos quanto aos cuidados para não se misturarem certos materiais uns com os outros. A pólvora, mais conhecida desde o final do século XIX como pólvora negra, é uma mistura química que queima com rapidez. Foi extensamente utilizada como propelente em canhões e armas de fogo e atualmente ainda é empregada em artefatos pirotécnicos. Nitrato de potássio, enxofre e carvão (carbono) são os constituintes da pólvora negra. Sobre as espécies constituintes da pólvora negra afirma-se que:*

**Dados:** Número Atômico: K = 19; N = 7; O = 8; S = 16; C = 6

- I – o nitrato de potássio é classificado como uma base segundo a teoria de Arrhenius;*
- II – a 25 °C e 1 atm a variedade alotrópica mais estável do carbono é a grafite e a do enxofre é a rômica;*
- III – a fórmula do nitrato de potássio é  $KNO_2$ ;*
- IV – o enxofre é um metal radioativo que pertence à família 6A (16) da tabela periódica;*
- V – o átomo de carbono ( ${}_6C$ ) estabelece 4 ligações químicas e possui a variedade alotrópica diamante, substância natural de alta dureza;*

*Estão corretas apenas as afirmativas*

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

## 21. (ESPCEX – 2015)



O dióxido de enxofre é um dos diversos gases tóxicos poluentes, liberados no ambiente por fornos de usinas e de indústrias. Uma das maneiras de reduzir a emissão deste gás tóxico é a injeção de carbonato de cálcio no interior dos fornos industriais. O carbonato de cálcio injetado nos fornos das usinas se decompõe formando óxido de cálcio e dióxido de carbono. O óxido de cálcio, então, reage com o dióxido de enxofre para formar o sulfito de cálcio no estado sólido, menos poluente. Assinale a alternativa que apresenta, na sequência em que aparecem no texto (desconsiderando-se as repetições), as fórmulas químicas dos compostos, grifados e em itálico, mencionados no processo.

a) *SO<sub>2</sub>*; *CaCO<sub>2</sub>*; *CaO<sub>2</sub>*; *CO<sub>2</sub>*; *CaSO<sub>4</sub>*

b) *SO<sub>2</sub>*; *CaCO<sub>3</sub>*; *CaO*; *CO<sub>2</sub>*; *CaSO<sub>4</sub>*

c) *SO<sub>2</sub>*; *Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>*; *Ca<sub>2</sub>O*; *CO<sub>2</sub>*; *CaSO<sub>3</sub>*

d) *SO<sub>2</sub>*; *CaCO<sub>3</sub>*; *CaO*; *CO<sub>2</sub>*; *CaSO<sub>3</sub>*

e) *SO<sub>3</sub>*; *CaCO<sub>4</sub>*; *CaO*; *CO*; *CaSO<sub>4</sub>*

## 22. (ESPCEX – 2015)

O rótulo de uma garrafa de água mineral apresenta a seguinte descrição:

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL (mg/L):** bicarbonato de bário = 0,38; bicarbonato de estrôncio = 0,03; bicarbonato de cálcio = 66,33; bicarbonato de magnésio = 50,18; bicarbonato de potássio = 2,05; bicarbonato de sódio = 3,04; nitrato de sódio = 0,82; cloreto de sódio = 0,35.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:** pH medido a 25 °C = 7,8; temperatura da água na fonte = 18 °C; condutividade elétrica a 25 °C =  $1,45 \cdot 10^{-4}$  mhos/cm; resíduo de evaporação a 180 °C = 85,00 mg/L; radioatividade na fonte a 20 °C e 760 mm Hg = 15,64 maches.

A respeito da água mineral citada, de sua composição e características, são feitas as seguintes afirmativas:

I – esta água apresenta caráter básico nas condições citadas.

II – a água mineral citada pode ser classificada como uma solução, em razão da presença de substâncias dissolvidas.

III – todas as substâncias químicas presentes na composição provável apresentada são da função inorgânica Sal.



*Das afirmativas feitas estão corretas:*

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

### **23. (ESPCEX – 2013)**

*“.. Por mais surpreendente que pareça, a desintegração do exército napoleônico pode ser atribuída a algo tão pequeno quanto um botão – um botão de estanho, para sermos mais exatos, do tipo que fechava todas as roupas no exército, dos sobretudos dos oficiais às calças e paletós dos soldados de infantaria.*

*Quando a temperatura cai, o reluzente estanho metálico exposto ao oxigênio do ar começa a se tornar friável e a se esboroar (desfazer) num pó acinzentado e não metálico – continua sendo estanho, mas com forma estrutural diferente”. (Adaptado de Os Botões de Napoleão – Penny Le Couteur e Jay Burreson – Pag 8).*

*O texto acima faz alusão a uma reação química, cujo produto é um pó acinzentado e não metálico. A alternativa que apresenta corretamente o nome e fórmula química dessa substância:*

- a) cloreto de estanho de fórmula  $\text{SnCl}_2$ .*
- b) estanho metálico de fórmula  $\text{Sn}^0$ .*
- c) óxido de estanho VI de fórmula  $\text{Sn}_2\text{O}_3$ .*
- d) peróxido de estanho de fórmula  $\text{Sn}_3\text{O}_2$ .*
- e) óxido de estanho II de fórmula  $\text{SnO}$ .*

### **24. (ESPCEX – 2013)**

*Em relação ao texto acima e baseado em conceitos químicos, são feitas as seguintes afirmativas:*

- I – o texto faz alusão estritamente a ocorrência de fenômenos físicos.*
- II – o texto faz alusão a ocorrência de uma reação de oxidação do estanho do botão.*
- III – o texto faz alusão a ocorrência de uma reação de síntese.*



IV – o texto faz alusão a ocorrência de uma reação sem transferência de elétrons entre as espécies estanho metálico e o oxigênio do ar.

Das afirmativas apresentadas, estão corretas apenas:

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

## 25. (ESPCEX – 2012)

Considere os seguintes óxidos:

I – MgO

II – CO

III – CO<sub>2</sub>

IV – CrO<sub>3</sub>

V – Na<sub>2</sub>O

Os óxidos que, quando dissolvidos em água pura, reagem produzindo bases são:

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

## 26. (ESPCEX – 2011)

Assinale a alternativa que descreve corretamente as fórmulas químicas nas equações químicas das reações a seguir:

I – mono-hidrogenossulfito de potássio + ácido clorídrico → ácido sulfuroso + cloreto de potássio

II – fosfato de cálcio + dióxido de silício + carvão → metassilicato de cálcio + monóxido de carbono + fósforo branco

- a) I -  $KHSO_3 + HCl \rightarrow H_2SO_4 + CaCl$





## 27. (ITA-2011)

Nas condições ambientes, assinale a opção que contém apenas óxidos neutros:



## 28. (ITA – 2006)

Considere os seguintes óxidos (I, II, III, IV e V):



Assinale a opção que apresenta os óxidos que, quando dissolvidos em água pura, tornam o meio ácido.



- b) Apenas I, III e V
- d) Apenas II, IV e V

**29. (ITA SP – 1994)**

Cite dois exemplos de óxidos anfóteros e escreva as equações balanceadas de suas reações com soluções aquosas muito alcalinas.

**30. (ESPCEX – 2010)**

O quadro a seguir relaciona algumas substâncias químicas e sua(s) aplicação(ões) ou característica(s) frequentes no cotidiano.

Ordem	Substâncias	Aplicação(ões)/Característica(s)
I	Hipoclorito de sódio	Alvejante, agente antisséptico
II	Ácido nítrico	Indústria de explosivos
III	Hidróxido de amônio	Produção de fertilizantes e produtos de limpeza
IV	Óxido de cálcio	Controle de acidez do solo e caliação

As fórmulas químicas das substâncias citadas nesse quadro são, na ordem, respectivamente:

- a) I – NaClO; II – HNO<sub>3</sub>; III – NH<sub>4</sub>OH; IV – CaO.
- b) I – NaClO<sub>4</sub>; II – HNO<sub>3</sub>; III – NH<sub>3</sub>OH; IV – CaO.
- c) I – NaClO; II – HNO<sub>3</sub>; III – NH<sub>3</sub>OH; IV – CaO.
- d) I – NaClO; II – HNO<sub>2</sub>; III – NH<sub>4</sub>OH; IV – CaO<sub>2</sub>.
- e) I – NaClO<sub>4</sub>; II – HNO<sub>2</sub>; III – NH<sub>3</sub>OH; IV – CaO<sub>2</sub>.

**31. (ESPCEX – 2009)**

Um professor de Química, durante uma aula experimental, pediu a um de seus alunos que fosse até o armário e retornasse trazendo, um por um, nesta ordem: um oxiácido inorgânico; um diácido; um sal de metal alcalino; uma substância que, após aquecimento, pode gerar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>(g)); e um sal ácido. Assinale a alternativa que corresponde à sequência de fórmulas moleculares que atenderia corretamente ao pedido do professor.

- a) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Ca(Cl)ClO
- b) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaClO, HClO<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>·2 H<sub>2</sub>O
- c) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>2</sub>Cl
- d) H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaLiSO<sub>4</sub>



e)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$

### 32. (ESPCEX – 2009)

Assinale a alternativa correta:

- a) Ácido é toda substância que, em solução aquosa, sofre dissociação iônica, liberando como único cátion o  $\text{H}^+$ .
- b) O hidróxido de sódio, em solução aquosa, sofre ionização, liberando como único tipo de cátion o  $\text{H}^+$ .
- c) Óxidos anfóteros não reagem com ácidos ou com bases.
- d) Os peróxidos apresentam na sua estrutura o grupo  $(\text{O}_2)^{-2}$ , no qual cada átomo de oxigênio apresenta número de oxidação (nox) igual a -4 (menos quatro).
- e) Sais são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo que em pequena porcentagem, dos quais pelo menos um cátion é diferente de  $\text{H}_3\text{O}^+$  e pelo menos um ânion é diferente de  $\text{OH}^-$ .

### 33. (ESPCEX – 2009)

Analise as afirmações I, II, III e IV abaixo referente(s) à(s) característica(s) e/ou informação(ões) sobre algumas substâncias, nas condições ambientes:

I – A substância é a principal componente do sal de cozinha e pode ser obtida pela evaporação da água do mar. Dentre seus muitos usos podemos citar: a produção de soda cáustica e a conservação de carnes.

II – A substância é classificada como composta, e pode fazer parte da chuva ácida. Dentre seus muitos usos, podemos citar: utilização em baterias de automóveis e na produção de fertilizantes, como o sulfato de amônio.

III – A substância em solução aquosa é vendida em drogarias e utilizada como antisséptico e alvejante. Algumas pessoas utilizam essa substância para clarear pelos e cabelos.

IV – A substância é classificada como simples, tem seu ponto de ebulição igual a  $-195,8^\circ\text{C}$ , é a mais abundante no ar atmosférico e reage com o gás hidrogênio produzindo amônia.

As substâncias que correspondem às afirmações I, II, III e IV são, respectivamente,

a) cloreto de sódio, ácido sulfúrico, permanganato de potássio, dióxido de enxofre



b) cloreto de sódio, ácido clorídrico, peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono

c) cloreto de sódio, ácido muriático, óxido férrico, gás oxigênio

d) cloreto de sódio, ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio, gás nitrogênio

e) sulfato de alumínio, ácido muriático, óxido ferroso, gás nitrogênio

**34. (ESPCEX – 2008)**

Em duas provetas contendo água, isenta de íons, são dissolvidas quantidades suficientes de óxido de cálcio, na proveta 1, e de dióxido de carbono, na proveta 2, para mudar o caráter ácido-base da água. Após a dissolução, as soluções contidas nas provetas 1 e 2 apresentam, respectivamente, caráter:

a) básico e ácido

b) básico e básico

c) ácido e básico

d) ácido e ácido

e) neutro e ácido

**35. (ITA – 2013)**

Na temperatura ambiente, hidróxido de potássio sólido reage com cloreto de amônio sólido, com a liberação de um gás. Assinale a alternativa CORRETA para o gás liberado nessa reação:

a)  $Cl_2$

b)  $H_2$

c)  $HCl$

d)  $NH_3$

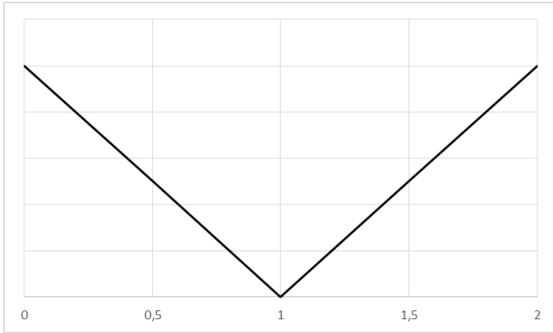
e)  $O_2$

**36. (TFC – Inédita)**

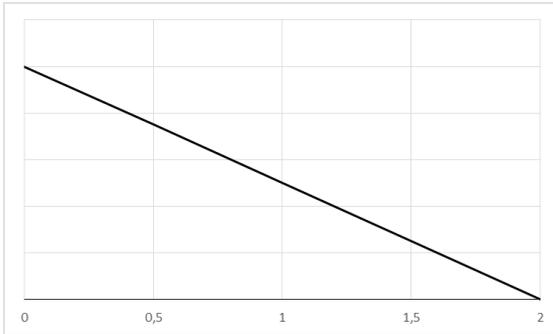
Uma solução aquosa de 1L de  $HCl$  0,1 mol.L<sup>-1</sup> foi titulada com uma solução aquosa de NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. Assinale a alternativa que apresenta a curva de condutância da solução em função do volume de NaOH adicionado – o eixo horizontal do gráfico vai de 0 a 2 L da solução 0,1 mol. L<sup>-1</sup> de NaOH.



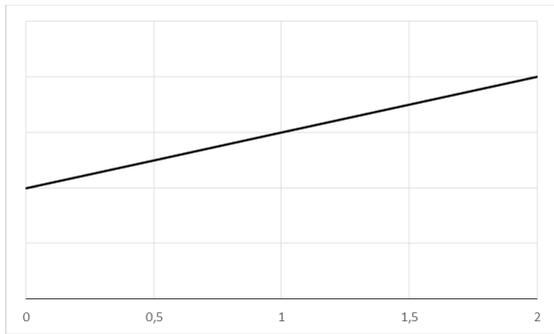
a)



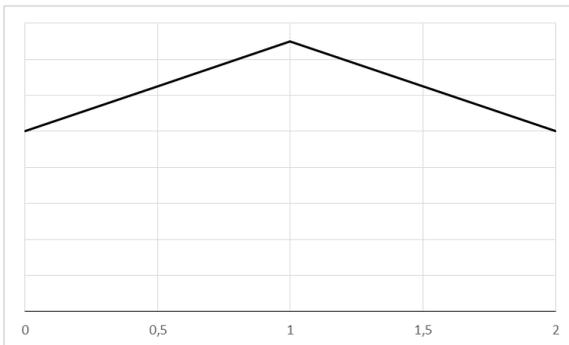
b)



c)



d)



e) *A condutividade da amostra permanece constante.*



## 8. Gabarito

1. discursiva	19.D
2. D	20.D
3. C	21.D
4. discursiva	22.E
5. discursiva	23.E
6. D	24.A
7. E	25.B
8. C	26.D
9. A	27.B
10.D	28.D
11.B	29.discursiva
12.B	30.A
13.A	31.E
14.C	32.E
15.D	33.D
16.C	34.A
17.E	35.D
18.A	36.A



## 9. Lista de Questões Comentadas

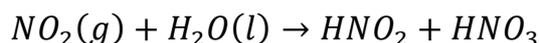
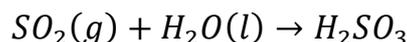
### 8. (Colégio Naval – 2019)

A chuva ácida ocorre quando há uma alta concentração de agentes poluentes na atmosfera, como  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$ , que ao reagirem com vapor d'água também presente formam:

- (A) sais ácidos.
- (B) anidridos.
- (C) oxiácidos.
- (D) hidrácidos.
- (E) sais básicos.

### Comentários

$\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$  são óxidos ácidos. Portanto, eles podem reagir com a água, formando ácidos, de acordo com as seguintes reações.



Os óxidos  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  e  $\text{HNO}_3$  possuem oxigênio, portanto, são oxiácidos.

### Gabarito: C

---

### 9. (Colégio Naval – 2019)

Considere as seguintes equações de neutralização.



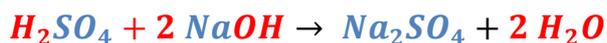
As substâncias que correspondem às letras X e Y são, respectivamente:

- (A)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{NaHSO}_4$
- (B)  $\text{NaHSO}_4$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- (C)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- (D)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{NaHSO}_3$

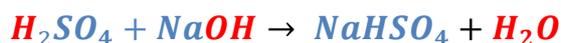
(E)  $\text{NaHSO}_3$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

### Comentários

O ácido sulfúrico é um diácido, portanto, ele requer duas fórmulas de  $\text{NaOH}$  para a sua neutralização completa. É o que está mostrado na primeira reação, formando a substância X.



Por outro lado, quando se utiliza uma proporção menor de hidróxido de sódio, a neutralização é apenas parcial. Na reação feita 1:1, apenas um dos hidrogênios do ácido sulfúrico é neutralizado.

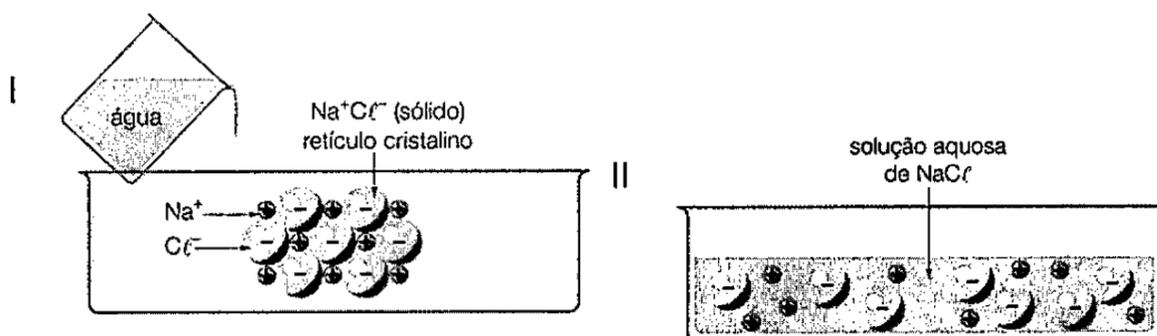


Portanto, a substância Y é o bissulfato de sódio ( $\text{NaHSO}_4$ ).

### Gabarito: A

#### 10. (Colégio Naval – 2019)

Considere as figuras I e II abaixo:



O fenômeno ocorrido na sequência I – II é denominado:

- (A) ionização.
- (B) solubilização molecular.
- (C) hidratação.
- (D) dissociação.
- (E) separação molecular.

### Comentários

O cloreto de sódio é uma substância iônica, portanto, os íons já existem no cristal sólido. Após a adição de água, acontece apenas a separação (ou dissociação) dos íons.

Os íons que, inicialmente, estavam no cristal apenas se separam e passam a se dispersar pela água.

Vejamos as outras alternativas.

a) A ionização acontece quando os íons são produzidos na interação com a água. É característica de substâncias moleculares, e não de substâncias iônicas. Nesse caso, os íons não são formados na interação com a água, apenas liberados. Afirmação errada.

b) A solubilização molecular acontece quando uma molécula se dissolve sem formar íons. Totalmente diferente do que acontece aqui, em que um composto iônico se dissolvendo liberando os íons.

c) A hidratação é uma das etapas da dissolução de compostos iônicos. Ela foi mostrada na etapa II. Porém, o enunciado pediu o que melhor descreveria o processo inteiro (I – II). Afirmação errada.

d) É exatamente o que acontece. Os íons já existem em um composto iônico, como o cloreto de sódio. Eles apenas se dissociam. Afirmação correta.

e) Não ocorre uma separação de moléculas, mas sim de íons. Afirmação errada.

## Gabarito: D

---

### 11. (Colégio Naval – 2018)

Um comprimido efervescente antiácido é em geral uma mistura sólida de bicarbonato de sódio, carbonato de sódio, ácido cítrico e às vezes ácido acetilsalicílico ou sulfato de magnésio. Ao ser colocado em água, o gás que se desprende durante a efervescência é o:

- (A)  $O_2$ .
- (B)  $Cl_2$ .
- (C)  $N_2$ .
- (D)  $H_2$ .
- (E)  $CO_2$ .

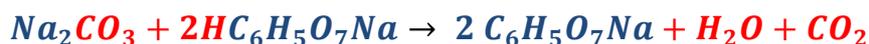
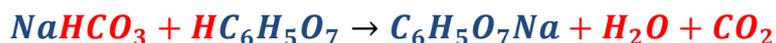
## Comentários



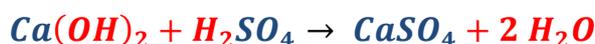
Os bicarbonatos e carbonatos se decompõem diante de ácidos produzindo o  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , que se decompõe em  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{CO}_2$ . A reação pode ser vista mais facilmente na forma iônica.



Para fins de ilustração, podemos utilizar a fórmula química do ácido críico



Por outro lado, na reação entre o ácido sulfúrico e o hidróxido de cálcio, ocorrem a liberação de duas moléculas de água, porque eles são um diácido e uma dibase. Logo, há 2 íons  $\text{OH}^-$  e 2 íons  $\text{H}^+$ .

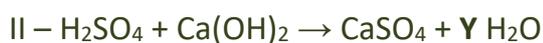


Portanto, o coeficiente adequado é 2.

**Gabarito: B**

## 12. (Colégio Naval – 2018)

Considere as seguintes equações de neutralização total representadas abaixo.



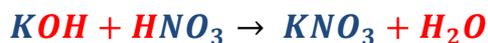
As fórmulas (ou os coeficientes) que correspondem às letras X e Y são, respectivamente:

- (A)  $\text{KNO}_2$  e 1.
- (B)  $\text{KNO}_3$  e 2.
- (C)  $\text{KNO}_3$  e 1.
- (D)  $\text{KNO}_2$  e 2.
- (E)  $\text{KNO}_4$  e 1.

## Comentários

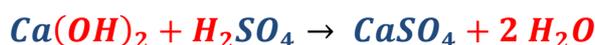
A fórmula X corresponde ao sal formado entre o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e o hidróxido de potássio ( $\text{KOH}$ ).





Portanto, o composto X é o nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>).

Por outro lado, na reação entre o ácido sulfúrico e o hidróxido de cálcio, ocorrem a liberação de duas moléculas de água, porque eles são um diácido e uma dibase. Logo, há 2 íons OH<sup>-</sup> e 2 íons H<sup>+</sup>.



Portanto, o coeficiente adequado é 2.

**Gabarito: B**

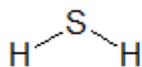
### 13. (Colégio Naval – 2012)

A chuva ácida é um fenômeno químico resultante do contato entre o vapor de água existente no ar, o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio. O enxofre é liberado, principalmente, por veículos movidos a combustível fóssil; os óxidos de nitrogênio, por fertilizantes. Ambos reagem com o vapor de água, originando, respectivamente, os ácidos sulfuroso, sulfídrico, sulfúrico e nítrico. Assinale a opção que apresenta, respectivamente, a fórmula desses ácidos.

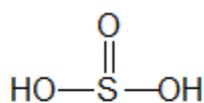
- (A) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>.
- (B) H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, HNO<sub>2</sub>.
- (C) HSO<sub>4</sub>, HS, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>.
- (D) HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.
- (E) H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>.

### Comentários

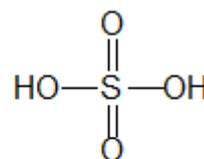
O enxofre forma um hidrácido e apenas dois oxiácidos. São eles:



**ácido sulfídrico**  
(H<sub>2</sub>S)



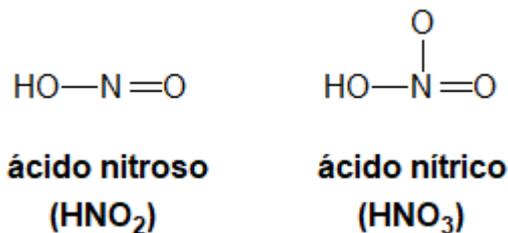
**ácido sulfuroso**  
(H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)



**ácido sulfúrico**  
(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Embora teoricamente fosse possível escrever um composto de fórmula molecular H<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>, na prática, esse composto não existe.

O nitrogênio, por sua vez, também forma dois oxíácidos.



Dessa forma, as fórmulas moleculares dos ácidos pedidos são:

Nomenclatura	Fórmula Molecular
Ácido sulfuroso	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>
Ácido sulfídrico	H <sub>2</sub> S
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Ácido nítrico	HNO <sub>3</sub>

**Gabarito: A**

#### 14. (Colégio Naval – 2012)

Associe corretamente as fórmulas aos nomes de suas respectivas substâncias e, a seguir, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

FÓRMULAS

I – HClO

II – Cu(OH)<sub>2</sub>

III – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

IV – BaSO<sub>4</sub>

V – MnO<sub>2</sub>

VI – CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

SUBSTÂNCIAS

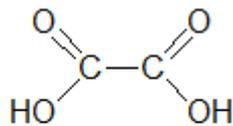
( ) Pentóxido de difósforo

( ) Óxido de magnésio

( ) Sulfato de bário.







**ácido oxálico**  
**(H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)**

Portanto, a associação correta é:

(III) Pentóxido de difósforo

( ) Óxido de magnésio

(IV) Sulfato de bário.

(I) Ácido hipocloroso.

(II) Hidróxido de cobre (II).

(V) Dióxido de manganês.

( ) Ácido cloroso.

(VI) Oxalato de cálcio.

**Gabarito: C**

---

### 15. (Colégio Naval – 2014)

Considere fórmulas químicas a seguir.

I - H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

II – CrO<sub>3</sub>

III – NH<sub>4</sub>OH

IV – BaO

V – NaHSO<sub>3</sub>

VI – ZnO

Acerca dessas fórmulas é correto afirmar que, quando dissolvidas pequenas quantidades em água destilada, as substâncias:

a) I e VI formam soluções alcalinas.

b) II e VI formam soluções ácidas.

c) I e III formam soluções ácidas.

d) III e IV formam soluções alcalinas.

e) IV e V formam soluções ácidas.

## Comentários

Vamos analisar as afirmações.

a) O composto I é o  $H_2Cr_2O_7$ , que, apesar de ser formado por um metal, é um ácido. Uma dica muito útil é que, quando o número de oxidação de um metal é muito elevado, dificilmente o composto será iônico, portanto, é muito mais provável se tratar de um ácido do que de uma base.

Nesse composto, podemos calcular o número de oxidação do cromo usando que o hidrogênio e oxigênio tem seus nox fixos iguais a +1 e -2, respectivamente. Sendo  $x$  o seu número de oxidação, podemos usar a regra de que a soma dos números de oxidação em uma espécie neutra é igual a zero.

$$2 \cdot 1 + 2 \cdot x + 7 \cdot (-2) = 0$$

$$2 + 2x - 14 = 0$$

$$\therefore 2x = 14 - 2 = 12$$

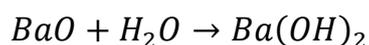
$$\therefore x = \frac{12}{2} = 6$$

Como o número de oxidação do cromo é igual a +6, o composto citado não é uma base, mas sim um ácido. Afirmação errada.

b) O óxido de zinco ( $ZnO$ ) é um óxido anfótero, portanto, não se dissolve em água. Logo, não forma soluções nem ácidas nem alcalinas. Afirmação errada.

c) O hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ) é uma base. Trata-se de amônia em meio aquoso. Afirmação errada.

d) O hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ) é uma base. O óxido de bário ( $BaO$ ) é um óxido básico ou iônico, portanto, quando dissolvido em água, produzirá uma base.



Afirmação correta.



e) Como visto no item anterior, o óxido de bário (BaO), quando se dissolve em água, produzirá uma solução alcalina. Afirmação errada.

### Gabarito: D

---

#### 16. (Colégio Naval – 2014)

Suponha que um dado medicamento para o tratamento da azia, vendido sem prescrição médica em forma de sachês, seja composto de carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, bicarbonato de sódio, hidróxido de alumínio e um ácido extraído de algas. Este último componente serve para proteger as paredes do estômago enquanto os outros componentes neutralizam o excesso de acidez estomacal.

Qual das opções apresenta a equação de uma reação que NÃO acontece pela ação estomacal desse medicamento?



### Comentários

Pelas informações do enunciado, o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) não faz parte da composição do produto. Portanto, a reação mostrada na letra C não é possível de acontecer.

### Gabarito: C

---

#### 17. (Colégio Naval – 2014)

O fosfato de cálcio,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , é um dos compostos utilizados recentemente em pesquisas na obtenção de cimento ortopédico. A reação entre o óxido de cálcio com ácido fosfórico é uma das formas de obtenção do  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Assinale a opção que representa a reação química balanceada de obtenção do fosfato de cálcio a partir de óxido de cálcio e ácido fosfórico.

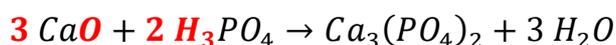


- (B)  $3 \text{CaO} + 2 \text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{H}_2$   
(C)  $3 \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{H}_2$   
(D)  $3 \text{Ca}_2\text{O} + 4 \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 2 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2$   
(E)  $3 \text{CaO} + 2 \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

### Comentários

O óxido de cálcio tem fórmula  $\text{CaO}$ . Note que esse composto precisa de dois hidrogênios para formar uma molécula de água. Já o ácido fosfórico tem fórmula  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , logo, tem três hidrogênios ionizáveis.

Portanto, para balancear a equação, podemos utilizar 3  $\text{CaO}$  e 2  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , de modo que tenhamos 6 hidrogênios ionizáveis e 3 átomos de hidrogênio, de modo que sejamos capazes de extrair 3 moléculas de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).



Sobra, ainda, a fórmula  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , que é justamente o fosfato de cálcio.

### Gabarito: E

---

### 18. (ITA – 2018)

Em temperatura ambiente, adicionou-se uma porção de ácido clorídrico  $6 \text{ mol L}^{-1}$  a uma solução aquosa contendo os íons metálicos  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ . Assinale a opção que apresenta os íons metálicos que não foram precipitados.

- a)  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$
- b)  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$
- c)  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$
- d)  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$
- e)  $\text{Hg}_2^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$

### Comentários

Precisamos nos lembrar da Regra de Solubilidade dos cloretos. Todos os cloretos são solúveis, exceto o de prata, chumbo e mercúrio (I).

Portanto, serão precipitados  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  e  $\text{PbCl}_2$ . Permanecem em solução, portanto, os íons  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$ , porque os seus respectivos cloretos são solúveis.



## Gabarito: A

### 19. (ESPCEX – 2018)

Os carbetos pertencem aos chamados compostos de transição, isto é, possuem o elemento carbono, mas, devido às suas características, nos carbetos o carbono forma ânions simples que estabelecem ligações com metais ou semimetais. Os carbetos são compostos que apresentam um dos seguintes ânions: metaneto ( $C^{4-}$ ) ou acetileto ( $C_2^{2-}$ )

O carbeto de cálcio ( $CaC_2$ ), também denominado de carbureto ou acetileto de cálcio, é um sólido duro que reage com a água para produção do gás acetileno ( $C_2H_2$ ). A reação que se processa é representada pela seguinte equação não balanceada:



Com relação a esta reação, seus reagentes e produtos, são feitas as seguintes afirmativas:

I – o carbeto de cálcio é um composto iônico.

II – a nomenclatura oficial da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) para o acetileno ( $C_2H_2$ ) é etino.

III – o  $Ca(OH)_2$  é classificado como uma base de Arrhenius e tem nomenclatura de hidróxido de cálcio.

IV – a soma dos coeficientes da equação corretamente balanceada é 5.

V – todos os reagentes e produtos são classificados como substâncias simples.

Dado: número atômico (Z) H = 1; O = 8; Ca = 20; C = 6

Estão corretas apenas as afirmativas:

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

### Comentários

Vamos analisar as afirmações.

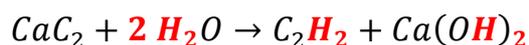
I – O carbeto de cálcio é um composto iônico, tendo em vista que é formado pelos íons  $Ca^{2+}$  e  $C_2^{2-}$ . Afirmação correta.

II – Por enquanto, não sabemos responder a esse item, pois é de um tema mais avançado: Química Orgânica.

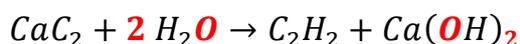


III – O  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  é um composto iônico formado pelo íon  $\text{OH}^-$ , portanto, é sim uma base. Seguindo a regra de nomenclatura das bases, ele é chamado de hidróxido de cálcio. Afirmação correta.

IV – Para balancear a reação, basta notar que o carbono e o cálcio já estão balanceados com o coeficiente 1. Portanto, devemos apenas alterar a água.



Observamos que o coeficiente 2 balanceia tanto os átomos de hidrogênio como os de oxigênio.



Portanto, a equação está balanceada. E a soma dos coeficientes é:

$$S = 1 + 2 + 1 + 1 = 5$$

Afirmação correta.

V – Na verdade, todos os reagentes e produtos da reação são substâncias compostas, pois são formados por dois elementos. Uma substância simples é necessariamente formada por um único elemento. Afirmação correta.

Com base nessas quatro afirmações, já podemos marcar letra D no gabarito. É interessante aprendermos que, nessas questões de várias afirmações, em que o aluno deve marcar quais estão corretas ou erradas, podemos ir eliminando as alternativas com base naquelas afirmações que temos mais certeza.

Caso você já tenha alguma noção de Química Orgânica, podemos resolver o item II.

II – O acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) é formado por

- Dois carbonos, portanto, recebe o prefixo **et-**;
- Uma ligação tripla entre os átomos de carbono, portanto, recebe o infixo **-in-**;
- Nenhum grupo funcional, apenas átomos de carbono e hidrogênio, portanto, é um hidrocarboneto, portanto, recebe o sufixo **-o**.

Logo, a nomenclatura oficial do  $\text{C}_2\text{H}_2$  é etino.

**Gabarito: D**

## 20. (ESPCEX – 2017)

Na ânsia pelo “elixir da longa vida”, por volta do século I, alquimistas descobriram acidentalmente a Pólvora, referenciada em textos de Alquimia pelos avisos quanto aos cuidados para não se misturarem certos materiais uns com os outros. A pólvora, mais conhecida desde o final do século XIX como pólvora negra, é uma mistura química que queima com rapidez. Foi extensamente utilizada como propelente em canhões e armas de fogo e atualmente ainda é empregada em artefatos pirotécnicos. Nitrato de potássio, enxofre e carvão (carbono) são os constituintes da pólvora negra. Sobre as espécies constituintes da pólvora negra afirma-se que:

**Dados:** Número Atômico: K = 19; N = 7; O = 8; S = 16; C = 6

I – o nitrato de potássio é classificado como uma base segundo a teoria de Arrhenius;

II – a 25 °C e 1 atm a variedade alotrópica mais estável do carbono é a grafite e a do enxofre é a rômica;

III – a fórmula do nitrato de potássio é  $\text{KNO}_2$ ;

IV – o enxofre é um metal radioativo que pertence à família 6A (16) da tabela periódica;

V – o átomo de carbono ( ${}_6\text{C}$ ) estabelece 4 ligações químicas e possui a variedade alotrópica diamante, substância natural de alta dureza;

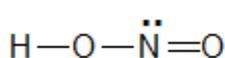
Estão corretas apenas as afirmativas

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

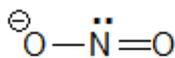
### Comentários

O nitrato de potássio é um sal do ácido nítrico – lembre-se que ICO vira ATO na nomenclatura de sais – e pelo hidróxido de potássio.

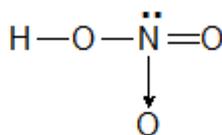
O nitrogênio forma dois ácidos. Portanto, as nomenclaturas de seus ácidos e seus respectivos sais é:



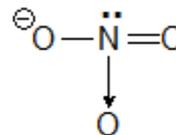
ácido nitroso



nitrito



ácido nítrico



nitrato

Vamos analisar as afirmações.



I – O nitrato de potássio apresenta a fórmula  $KNO_3$ . É um composto iônico, portanto, quando dissolvido em água, sofre dissociação liberando os seus íons.



Como ele libera um cátion diferente de  $H^+$  (no caso, o  $K^+$ ) e um ânion diferente de  $OH^-$  (no caso, o  $NO_3^-$ ), o nitrato de potássio é um sal. Afirmação incorreta.

II – Sim. Devemos nos lembrar que o carbono tem várias formas alotrópicas: a grafite, o diamante e os fulerenos, das quais a grafite é a mais estável; já o enxofre tem duas formas alotrópicas: o rômboico e o monoclinico, das quais o enxofre rômboico é a mais estável. Afirmação correta.

III – Como vimos no item I, a fórmula do nitrato de potássio é  $KNO_3$ , não  $KNO_2$ . Afirmação incorreta.

IV – O enxofre não é metal, mas um não metal, e também não é radioativo. Afirmação incorreta.

V – O carbono tem sua configuração eletrônica no estado fundamental  ${}_6C$ :  $1s^2 2s^2 2p^2$ , portanto, possui quatro elétrons na camada de valência. Logo, ele é capaz de formar quatro ligações.

Entre suas variedades alotrópicas, realmente encontra-se o diamante, que é a substância natural de maior dureza conhecida. Afirmação correta.

Portanto, estão corretas as afirmações I, II e V.

**Gabarito: D**

## 21. (ESPCEX – 2015)

O dióxido de enxofre é um dos diversos gases tóxicos poluentes, liberados no ambiente por fornos de usinas e de indústrias. Uma das maneiras de reduzir a emissão deste gás tóxico é a injeção de carbonato de cálcio no interior dos fornos industriais. O carbonato de cálcio injetado nos fornos das usinas se decompõe formando óxido de cálcio e dióxido de carbono. O óxido de cálcio, então, reage com o dióxido de enxofre para formar o sulfito de cálcio no estado sólido, menos poluente. Assinale a alternativa que apresenta, na sequência em que aparecem no texto (desconsiderando-se as repetições), as fórmulas químicas dos compostos, grifados e em itálico, mencionados no processo.

- a)  $SO_2$ ;  $CaCO_2$ ;  $CaO_2$ ;  $CO_2$ ;  $CaSO_4$
- b)  $SO_2$ ;  $CaCO_3$ ;  $CaO$ ;  $CO_2$ ;  $CaSO_4$

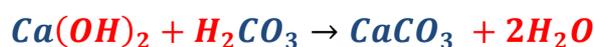


- c) SO<sub>2</sub>; Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Ca<sub>2</sub>O; CO<sub>2</sub>; CaSO<sub>3</sub>
- d) SO<sub>2</sub>; CaCO<sub>3</sub>; CaO; CO<sub>2</sub>; CaSO<sub>3</sub>
- e) SO<sub>3</sub>; CaCO<sub>4</sub>; CaO; CO; CaSO<sub>4</sub>

## Comentários

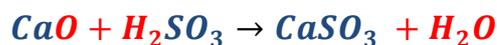
Vamos montar a estrutura de cada um dos compostos tratados no enunciado.

- **Dióxido de enxofre:** essa nomenclatura é típica de um óxido molecular (ou ácido). São dois átomos de oxigênio e um de enxofre: SO<sub>2</sub>;
- **Carbonato de Cálcio:** é um sal formado pelo ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) e pelo hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>). Caso você tenha dúvidas sobre a fórmula mínima desse sal, basta montar a reação entre o ácido e a base correspondentes



Portanto, o carbonato de cálcio apresenta fórmula CaCO<sub>3</sub>.

- **Óxido de Cálcio:** por ser um composto iônico, é desnecessário especificar no nome a quantidade de átomos de oxigênio e de cálcio presentes. Sabemos que o cálcio forma apenas compostos com o número de oxidação +2, portanto, o íon Ca<sup>2+</sup> e que o oxigênio forma o íon óxido (O<sup>2-</sup>). Portanto, o óxido de cálcio apresenta fórmula CaO.
- **Dióxido de carbono:** o composto apresenta uma nomenclatura análoga ao dióxido de enxofre, portanto, sua fórmula é CO<sub>2</sub>;
- **Sulfito de cálcio:** é formado pela reação entre o ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) e o óxido de cálcio (CaO). Portanto, sua fórmula é:



Logo, a fórmula molecular do sulfito de cálcio é CaSO<sub>3</sub>.

**Gabarito: D**

## 22. (ESPCEX – 2015)

O rótulo de uma garrafa de água mineral apresenta a seguinte descrição:

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROVÁVEL (mg/L):** bicarbonato de bário = 0,38; bicarbonato de estrôncio = 0,03; bicarbonato de cálcio = 66,33; bicarbonato de magnésio = 50,18; bicarbonato



de potássio = 2,05; bicarbonato de sódio = 3,04; nitrato de sódio = 0,82; cloreto de sódio = 0,35.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:** pH medido a 25 °C = 7,8; temperatura da água na fonte = 18 °C; condutividade elétrica a 25 °C =  $1,45 \cdot 10^{-4}$  mhos/cm; resíduo de evaporação a 180 °C = 85,00 mg/L; radioatividade na fonte a 20 °C e 760 mm Hg = 15,64 maches.

A respeito da água mineral citada, de sua composição e características, são feitas as seguintes afirmativas:

I – esta água apresenta caráter básico nas condições citadas.

II – a água mineral citada pode ser classificada como uma solução, em razão da presença de substâncias dissolvidas.

III – todas as substâncias químicas presentes na composição provável apresentada são da função inorgânica Sal.

Das afirmativas feitas estão corretas:

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

## Comentários

Vamos julgar as afirmativas.

I – como o pH > 7, de fato, a água é alcalina (ou básica). Afirmção correta.

II – a água mineral é uma mistura homogênea no estado líquido, portanto, é uma solução. Afirmção correta.

III – todos os compostos citados são iônicos e produzem íons diferentes de  $H^+$  e  $OH^-$ , portanto, são sais. Afirmção correta.

**Gabarito: E**

---

## 23. (ESPCEX – 2013)

“.. Por mais surpreendente que pareça, a desintegração do exército napoleônico pode ser atribuída a algo tão pequeno quanto um botão – um botão de estanho, para sermos mais exatos,



do tipo que fechava todas as roupas no exército, dos sobretudos dos oficiais às calças e paletós dos soldados de infantaria.

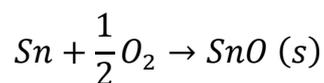
Quando a temperatura cai, o reluzente estanho metálico exposto ao oxigênio do ar começa a se tornar friável e a se esboroar (desfazer) num pó acinzentado e não metálico – continua sendo estanho, mas com forma estrutural diferente”. (Adaptado de Os Botões de Napoleão – Penny Le Couteur e Jay Burreson – Pag 8).

O texto acima faz alusão a uma reação química, cujo produto é um pó acinzentado e não metálico. A alternativa que apresenta corretamente o nome e fórmula química dessa substância:

- a) cloreto de estanho de fórmula  $\text{SnCl}_2$ .
- b) estanho metálico de fórmula  $\text{Sn}^0$ .
- c) óxido de estanho VI de fórmula  $\text{Sn}_2\text{O}_3$ .
- d) peróxido de estanho de fórmula  $\text{Sn}_3\text{O}_2$ .
- e) óxido de estanho II de fórmula  $\text{SnO}$ .

### Comentários

A reação entre o estanho e o oxigênio do ar produz um óxido, é uma típica combustão.



$\text{SnO}$  é um óxido iônico, no qual o número de oxidação do estanho é +2, portanto, a sua nomenclatura é óxido de estanho (II).

Devemos especificar o número de oxidação do estanho, porque, além do óxido de estanho (II), existe também o óxido de estanho (IV), cuja fórmula mínima é  $\text{SnO}_2$ . Porém, esse segundo óxido é mais difícil de ser formado, exigindo um ambiente reacional mais propício, e não simplesmente deixar o estanho oxidar ao ar.

### Gabarito: E

---

#### 24. (ESPCEX – 2013)

Em relação ao texto acima e baseado em conceitos químicos, são feitas as seguintes afirmativas:

- I – o texto faz alusão estritamente a ocorrência de fenômenos físicos.
- II – o texto faz alusão a ocorrência de uma reação de oxidação do estanho do botão.
- III – o texto faz alusão a ocorrência de uma reação de síntese.



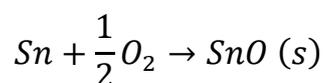
IV – o texto faz alusão a ocorrência de uma reação sem transferência de elétrons entre as espécies estanho metálico e o oxigênio do ar.

Das afirmativas apresentadas, estão corretas apenas:

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

### Comentários

I – O texto faz alusão a uma reação química, não somente a um processo físico.



Afirmação incorreta.

II – O estanho metálico apresenta número de oxidação 0, enquanto o estanho em SnO apresenta número de oxidação +2. Portanto, houve oxidação do estanho. Afirmação correta.

III – Trata-se da síntese do óxido de estanho (II) – SnO. Afirmação correta.

IV – A reação citada envolve oxirredução. Nela, o estanho perde elétrons para o oxigênio. Afirmação incorreta.

**Gabarito: A**

---

### 25. (ESPCEX – 2012)

Considere os seguintes óxidos:

- I – MgO
- II – CO
- III – CO<sub>2</sub>
- IV – CrO<sub>3</sub>
- V – Na<sub>2</sub>O

Os óxidos que, quando dissolvidos em água pura, reagem produzindo bases são:

- a) apenas II e III.
- b) apenas I e V.

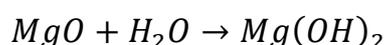


- c) apenas III e IV.
- d) apenas IV e V.
- e) apenas I e II.

### Comentários

Os óxidos básicos são formados por metais com baixo número de oxidação (geralmente +1 ou +2). Eles são os únicos que reagem com a água formando bases.

I – o magnésio é um metal e apresenta número de oxidação igual a +2. Portanto, trata-se de um óxido básico. Afirmação correta.



II – O CO é um óxido neutro. Afirmação incorreta.

III – O CO<sub>2</sub> é um óxido ácido. Afirmação incorreta.

IV – Embora seja formado por um metal (o cromo), em CrO<sub>3</sub>, o elemento apresenta o número de oxidação igual a +6, portanto, um elevado nox. Logo, o óxido citado não é básico, mas sim ácido. Afirmação incorreta.

V – Em Na<sub>2</sub>O, o sódio é um metal e apresenta número de oxidação igual a +1. Portanto, trata-se de um óxido básico. Afirmação correta.

### Gabarito: B

---

### 26. (ESPCEX – 2011)

Assinale a alternativa que descreve corretamente as fórmulas químicas nas equações químicas das reações a seguir:

I – mono-hidrogenossulfito de potássio + ácido clorídrico → ácido sulfuroso + cloreto de potássio

II – fosfato de cálcio + dióxido de silício + carvão → metassilicato de cálcio + monóxido de carbono + fósforo branco

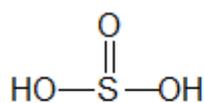




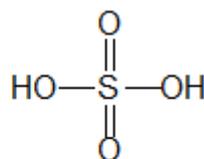
## Comentários

Primeiramente, vamos identificar as fórmulas moleculares de todas as substâncias envolvidas na reação.

I – O mono-hidrogenossulfito de potássio é um sal ácido devido ao termo “hidrogeno”. Para identificar o sulfito, devemos nos lembrar que o enxofre forma apenas dois ácidos oxigenados. São eles:



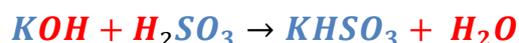
ácido sulfuroso  
( $\text{H}_2\text{SO}_3$ )



ácido sulfúrico  
( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

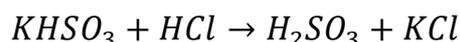
O ácido sulfuroso é o ácido que origina os sulfitos. Basta nos lembrarmos da regra “**oso** vira **ito**, **ico** vira **ato**”. O termo “monohidrogeno” indica que o ácido sulfuroso foi apenas parcialmente ionizado, restando um hidrogênio ionizável.

Portanto, poderíamos escrever a reação de formação do monohidrogenossulfito dessa forma:



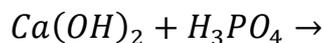
O ácido clorídrico, por sua vez, é um hidrácido (devido ao sufixo **-ídrico**), portanto, sua fórmula é  $\text{HCl}$ .

Portanto, a reação I pode ser assim escrita:

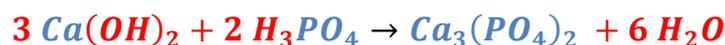


II – O fosfato de cálcio é um sal formado pelo ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) e o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).





Para obter o produto da reação de neutralização total, devemos igualar o número de hidroxilas com o número de hidrogênios ionizáveis. Como o cálcio tem 2 hidroxilas e o ácido fosfórico tem 3 hidrogênios ionizáveis, podemos usar os coeficientes invertidos:



Portanto, o fosfato de cálcio tem fórmula  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

O dióxido de silício, como o próprio nome diz tem dois átomos de oxigênio, portanto, tem fórmula  $\text{SiO}_2$ .

O carvão tem fórmula mínima C.

A forma mais simples de obter a estrutura do metassilicato de cálcio é utilizar o princípio de que o silício deve possuir o mesmo número de oxidação que apresenta em  $\text{SiO}_2$ , que é +4.

Portanto, no momento de definir se a fórmula mínima do metassilicato é  $\text{CaSiO}_2$ ,  $\text{CaSiO}_3$  ou  $\text{CaSiO}_4$ , basta calcular os números de oxidação em cada caso.

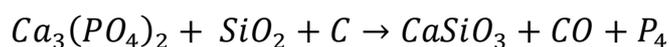
$$\begin{array}{l} \begin{array}{c} +2 \quad x \quad -2 \\ \text{CaSiO}_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} +2 + x + 2 \cdot (-2) = 0 \\ 2 + x - 4 = 0 \\ \therefore x = 4 - 2 = 2 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \begin{array}{c} +2 \quad x \quad -2 \\ \text{CaSiO}_3 \end{array} \quad \begin{array}{l} +2 + x + 3 \cdot (-2) = 0 \\ 2 + x - 6 = 0 \\ \therefore x = 6 - 2 = 4 \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \begin{array}{c} +2 \quad x \quad -2 \\ \text{CaSiO}_4 \end{array} \quad \begin{array}{l} +2 + x + 4 \cdot (-2) = 0 \\ 2 + x - 8 = 0 \\ \therefore x = 8 - 2 = 6 \end{array} \end{array}$$

Portanto, a fórmula mínima do metassilicato de cálcio, portanto, é  $\text{CaSiO}_3$ .

O monóxido de carbono tem fórmula CO; e o fósforo branco é  $\text{P}_4$ . Portanto, a reação II é:



No enunciado, a reação já apareceu balanceada.

**Gabarito: D**



### 27. (ITA-2011)

Nas condições ambientes, assinale a opção que contém apenas óxidos neutros:

- a)  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- b)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  e  $\text{CO}$
- c)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$
- d)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- e)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{CO}$

### Comentários

Os óxidos neutros são apenas três:  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  e  $\text{CO}$ .

$\text{Al}_2\text{O}_3$  é um óxido anfótero, já  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{NO}_2$  são óxidos ácidos.

### Gabarito: B

---

### 28. (ITA – 2006)

Considere os seguintes óxidos (I, II, III, IV e V):

- I  $\text{CaO}$
- II  $\text{N}_2\text{O}_5$
- III  $\text{Na}_2\text{O}$
- IV  $\text{P}_2\text{O}_5$
- V  $\text{SO}_3$

Assinale a opção que apresenta os óxidos que, quando dissolvidos em água pura, tornam o meio ácido.

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

### Comentários

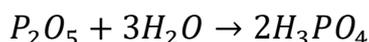
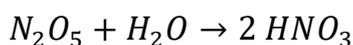


O óxido de cálcio (CaO) e o óxido de sódio (Na<sub>2</sub>O) são óxidos básicos, porque são iônicos formados por metais alcalinos e alcalinos terrosos. Sendo assim, sua dissolução em água torna o meio mais alcalino, tendo em vista que eles produzem os respectivos hidróxidos.

Por outro lado, os óxidos: pentóxido de dinitrogênio (N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), pentóxido de difósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>) são óxidos ácidos, porque são moleculares, formados por não-metais com elevado número de oxidação.

Todos eles produzem ácidos quando dissolvidos em água. O ácido produzido é aquele em que o elemento central apresenta o mesmo número de oxidação que apresenta no óxido.

No caso, o número de oxidação do nitrogênio em N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> é igual a +5, portanto, esse óxido produz o ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), em que o oxigênio apresenta o mesmo número de oxidação. O fósforo também apresenta nox igual a +5 em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, logo, esse óxido produz H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> por hidratação. Por fim, no trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>), o enxofre apresenta nox igual a +6, logo, o ácido formado é H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, em que o enxofre também apresenta nox igual a +6.



Portanto, os óxidos I, III e V tornam o meio ácido quando dissolvidos em água pura.

#### Gabarito: D

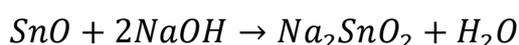
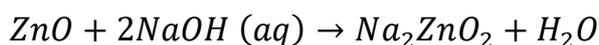
---

#### 29. (ITA SP – 1994)

Cite dois exemplos de óxidos anfóteros e escreva as equações balanceadas de suas reações com soluções aquosas muito alcalinas.

#### Comentários

Dois exemplos notáveis de óxidos anfóteros são o óxido de zinco (ZnO) e o óxido de estanho (II) (SnO).



## Gabarito: discursiva

### 30. (ESPCEX – 2010)

O quadro a seguir relaciona algumas substâncias químicas e sua(s) aplicação(ões) ou característica(s) frequentes no cotidiano.

Ordem	Substâncias	Aplicação(ões)/Característica(s)
I	Hipoclorito de sódio	Alvejante, agente antisséptico
II	Ácido nítrico	Indústria de explosivos
III	Hidróxido de amônio	Produção de fertilizantes e produtos de limpeza
IV	Óxido de cálcio	Controle de acidez do solo e caliação

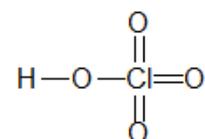
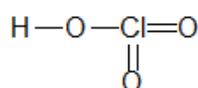
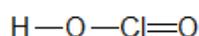
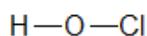
As fórmulas químicas das substâncias citadas nesse quadro são, na ordem, respectivamente:

- a) I – NaClO; II – HNO<sub>3</sub>; III – NH<sub>4</sub>OH; IV – CaO.
- b) I – NaClO<sub>4</sub>; II – HNO<sub>3</sub>; III – NH<sub>3</sub>OH; IV – CaO.
- c) I – NaClO; II – HNO<sub>3</sub>; III – NH<sub>3</sub>OH; IV – CaO.
- d) I – NaClO; II – HNO<sub>2</sub>; III – NH<sub>4</sub>OH; IV – CaO<sub>2</sub>.
- e) I – NaClO<sub>4</sub>; II – HNO<sub>2</sub>; III – NH<sub>3</sub>OH; IV – CaO<sub>2</sub>.

### Comentários

Vamos verificar cada uma das fórmulas químicas.

I – O hipoclorito se origina do ácido hipocloroso (HClO). Podemos aproveitar o momento para relembrar os oxiácidos do cloro.



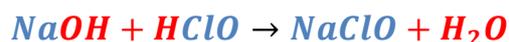
ácido hipocloroso (HClO)

ácido cloroso (HClO<sub>2</sub>)

ácido clórico (HClO<sub>3</sub>)

ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>)

Portanto, caso você tenha dúvidas, a fórmula do hipoclorito de sódio pode ser obtida diretamente da reação.



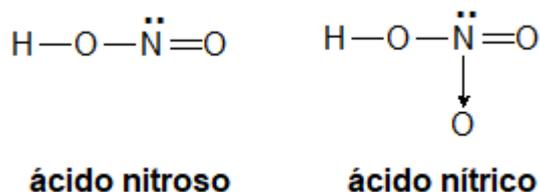
Portanto, o hipoclorito de sódio é NaClO.

Outra forma de chegar a essa fórmula é pela estequiometria dos íons.



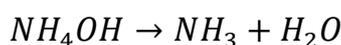


II – O ácido nítrico é o ácido do nitrogênio com a maior quantidade de oxigênio possível.



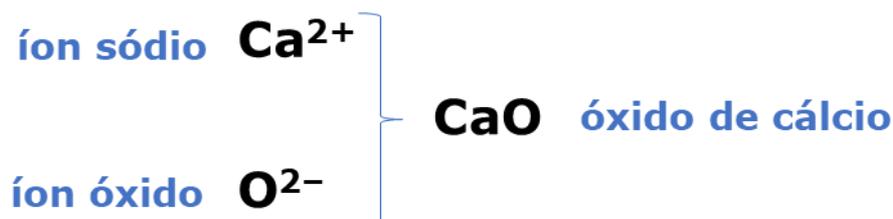
Portanto, o ácido nítrico é  $\text{HNO}_3$ .

III – O hidróxido de amônio é relacionado à amônia. Podemos nos lembrar de sua fórmula, sabendo que ele se decompõe em amônia e água.



O hidróxido de amônio deve ser  $\text{NH}_4\text{OH}$ , não  $\text{NH}_3\text{OH}$ , pois ele precisa ter 5 oxigênios, já que 3 vão para a molécula de amônia e 2 para a molécula de água.

IV – O óxido de cálcio é formado pelo íon cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e pelo íon óxido ( $\text{O}^{2-}$ ). Portanto, sua fórmula é  $\text{CaO}$ , como podemos ver pelo esquema a seguir.



Gabarito: A

### 31. (ESPCEX – 2009)

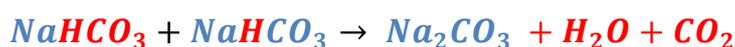
Um professor de Química, durante uma aula experimental, pediu a um de seus alunos que fosse até o armário e retornasse trazendo, um por um, nesta ordem: um oxiácido inorgânico; um diácido; um sal de metal alcalino; uma substância que, após aquecimento, pode gerar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2(\text{g})$ ); e um sal ácido. Assinale a alternativa que corresponde à sequência de fórmulas moleculares que atenderia corretamente ao pedido do professor.

- a)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{Cl})\text{ClO}$
- b)  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$
- d)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaLiSO}_4$
- e)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$

## Comentários

Vamos por partes.

- **Um oxiácido inorgânico:** um oxiácido apresenta oxigênio. Portanto, todos os compostos da primeira fileira se enquadram, exceto o  $\text{H}_2\text{S}$ , que é um hidrácido. Portanto, a letra D está errada.
- **Um diácido:**  $\text{H}_3\text{BO}_3$  é um monoácido;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{H}_2\text{CO}_3$  são diácido, pois apresentam dois hidrogênios ionizáveis. Portanto, a letra A está errada;
- **Um sal de metal alcalino:** todos os sais dos itens B, C e E atendem a essa condição, pois são sais do sódio;
- **Uma substância que, por aquecimento, pode gerar  $\text{CO}_2$ :** o  $\text{HClO}_2$  não pode gerar  $\text{CO}_2$  por aquecimento. Portanto, a letra B está errada. Mas o  $\text{MgCO}_3$  e o  $\text{CaCO}_3$  podem gerar, de acordo com as seguintes reações:



- **Um sal ácido:** é um sal que possui íons  $\text{H}^+$  na sua composição. É o caso do  $\text{NaHCO}_3$ , em que o ácido carbônico foi apenas parcialmente neutralizado pelo hidróxido de sódio. O sal da letra C  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$  é um sal básico.

**Gabarito: E**

## 32. (ESPCEX – 2009)

Assinale a alternativa correta:

- a) Ácido é toda substância que, em solução aquosa, sofre dissociação iônica, liberando como único cátion o  $\text{H}^+$ .



- b) O hidróxido de sódio, em solução aquosa, sofre ionização, liberando como único tipo de cátion o  $H^+$ .
- c) Óxidos anfóteros não reagem com ácidos ou com bases.
- d) Os peróxidos apresentam na sua estrutura o grupo  $(O_2)^{-2}$ , no qual cada átomo de oxigênio apresenta número de oxidação (nox) igual a -4 (menos quatro).
- e) Sais são compostos capazes de se dissociar na água liberando íons, mesmo que em pequena porcentagem, dos quais pelo menos um cátion é diferente de  $H_3O^+$  e pelo menos um ânion é diferente de  $OH^-$ .

## Comentários

Vamos analisar as afirmações oferecidas no enunciado.

a) A afirmação está quase perfeita. Porém, o cátion característico dos ácidos é o  $H^+$ . Afirmação errada.

b) O hidróxido de sódio (NaOH), quando, em solução aquosa, sofre dissociação iônica, visto que é um composto iônico, e os íons já existem. Além disso, libera o ânion  $OH^-$ , pois é uma base. Afirmação errada.

c) Pelo contrário, os óxidos anfóteros são capazes de reagir tanto com ácidos como com bases fortes. Afirmação errada.

d) Os peróxidos se caracterizam pelo ânion  $O_2^{2-}$ , em que dois átomos de oxigênio compartilham duas cargas negativas. Portanto, o número de oxidação do oxigênio é igual a -1, não -4. Afirmação errada.

e) É isso mesmo. Os sais liberam um cátion diferente de  $H_3O^+$  e um ânion diferente de  $OH^-$ . Afirmação correta.

## Gabarito: E

---

### 33. (ESPCEX – 2009)

Analise as afirmações I, II, III e IV abaixo referente(s) à(s) característica(s) e/ou informação(ões) sobre algumas substâncias, nas condições ambientes:

I – A substância é a principal componente do sal de cozinha e pode ser obtida pela evaporação da água do mar. Dentre seus muitos usos podemos citar: a produção de soda cáustica e a conservação de carnes.



II – A substância é classificada como composta, e pode fazer parte da chuva ácida. Dentre seus muitos usos, podemos citar: utilização em baterias de automóveis e na produção de fertilizantes, como o sulfato de amônio.

III – A substância em solução aquosa é vendida em drogarias e utilizada como antisséptico e alvejante. Algumas pessoas utilizam essa substância para clarear pelos e cabelos.

IV – A substância é classificada como simples, tem seu ponto de ebulição igual a  $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , é a mais abundante no ar atmosférico e reage com o gás hidrogênio produzindo amônia.

As substâncias que correspondem às afirmações I, II, III e IV são, respectivamente,

- a) cloreto de sódio, ácido sulfúrico, permanganato de potássio, dióxido de enxofre
- b) cloreto de sódio, ácido clorídrico, peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono
- c) cloreto de sódio, ácido muriático, óxido férrico, gás oxigênio
- d) cloreto de sódio, ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio, gás nitrogênio
- e) sulfato de alumínio, ácido muriático, óxido ferroso, gás nitrogênio

## Comentários

Vamos analisar as descrições e descobrir os compostos associados.

I – O cloreto de sódio é a substância mais abundante na água do mar e também o principal componente do sal de cozinha.

II – O ácido sulfúrico é produzido durante a chuva ácida e também é utilizado nas baterias de carro.

III – O peróxido de hidrogênio é o principal constituinte da água oxigenada, que tem as aplicações citadas.

IV – O nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) reage com o hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) formando amônia ( $\text{NH}_3$ ).

## Gabarito: D

---

### 34. (ESPCEX – 2008)

Em duas provetas contendo água, isenta de íons, são dissolvidas quantidades suficientes de óxido de cálcio, na proveta 1, e de dióxido de carbono, na proveta 2, para mudar o caráter ácido-base da água. Após a dissolução, as soluções contidas nas provetas 1 e 2 apresentam, respectivamente, caráter:

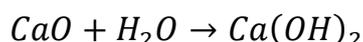
- a) básico e ácido



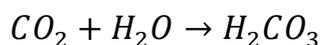
- b) básico e básico
- c) ácido e básico
- d) ácido e ácido
- e) neutro e ácido

### Comentários

O óxido de cálcio é um óxido iônico (ou básico). Portanto, ele reage com a água, formando uma base. Logo, a solução terá caráter básico. A reação característica é a seguinte:



Por sua vez, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é um óxido ácido. Portanto, ao reagir com a água, ele produz um ácido, conhecido como ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).



### Gabarito: A

---

#### 35. (ITA – 2013)

Na temperatura ambiente, hidróxido de potássio sólido reage com cloreto de amônio sólido, com a liberação de um gás. Assinale a alternativa CORRETA para o gás liberado nessa reação:

- a) Cl<sub>2</sub>
- b) H<sub>2</sub>
- c) HCl
- d) NH<sub>3</sub>
- e) O<sub>2</sub>

### Comentários

Quando é adicionada uma solução alcalina a uma solução de um sal de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ocorre a formação do hidróxido de amônio (NH<sub>4</sub>OH), que é instável.



Ocorre, portanto, a liberação de amônia gasosa.

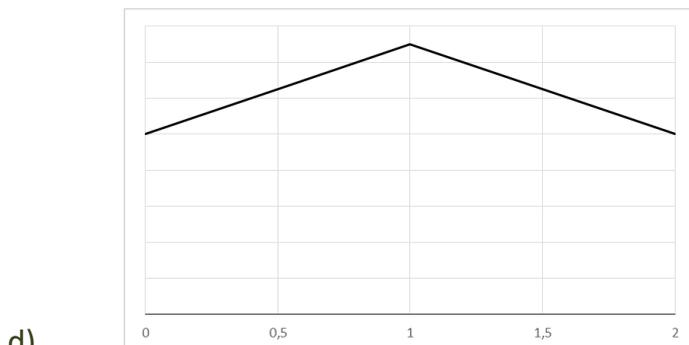
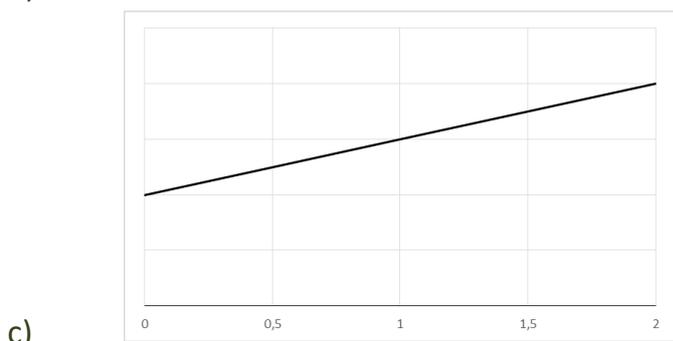
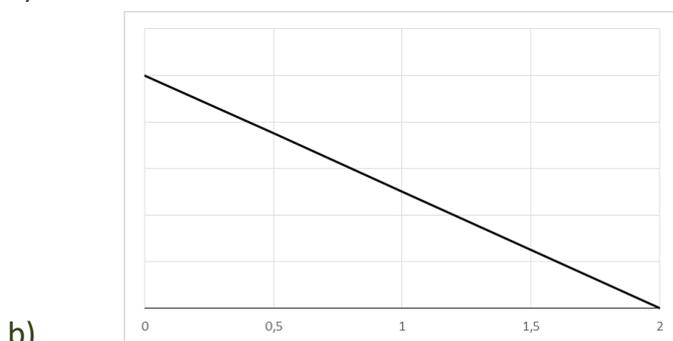
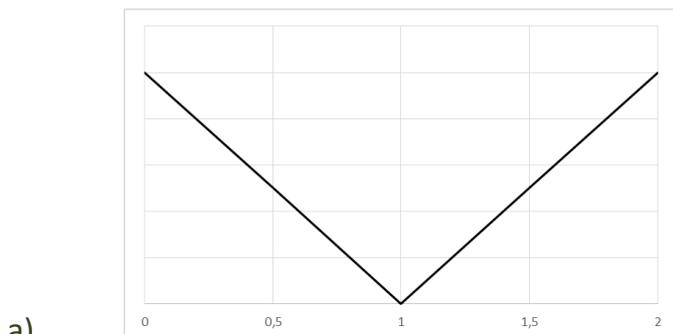
### Gabarito: D

---



### 36. (TFC – Inédita)

Uma solução aquosa de 1L de  $\text{HCl}$   $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  foi titulada com uma solução aquosa de  $\text{NaOH}$   $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Assinale a alternativa que apresenta a curva de condutância da solução em função do volume de  $\text{NaOH}$  adicionado – o eixo horizontal do gráfico vai de 0 a 2 L da solução  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$ .

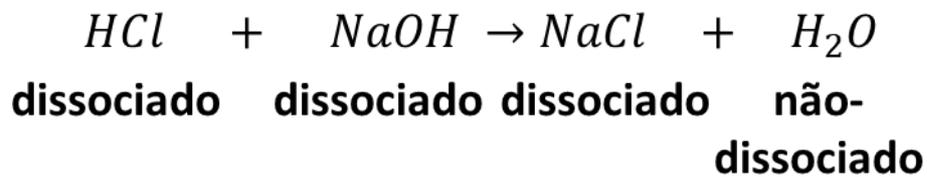


e) A condutividade da amostra permanece constante.

#### Comentários

No início da titulação, ocorre uma queda na condutividade, porque o ácido e a base reagem formando água, que não está dissociada na forma de íons.





Enquanto a neutralização acontecer, a condutividade elétrica da solução se reduz. Quando o volume de NaOH adicionado atinge exatamente 1 L, a neutralização se completa.

A partir de então, à medida for sendo adicionado mais hidróxido de sódio, a condutividade da solução aumentará. Exatamente como consta no item A.

**Gabarito: A**

---

