

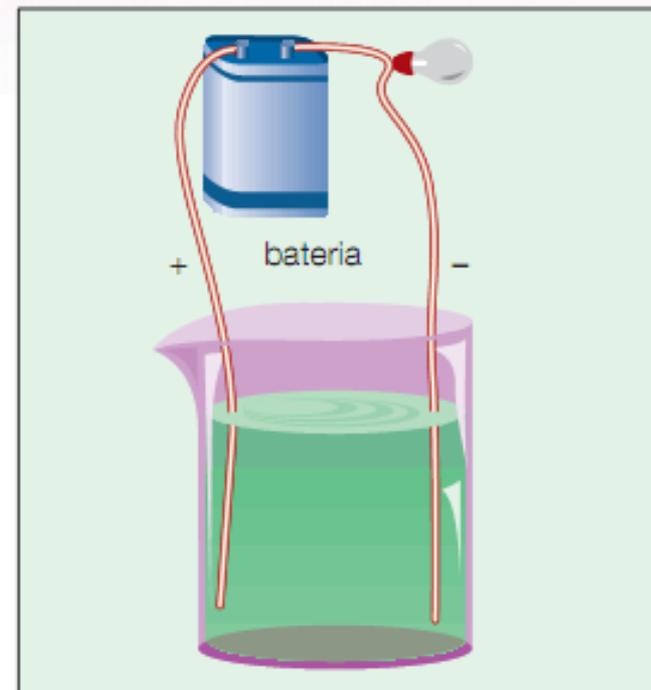
- Prezados alunos, espero que estejam bem e se cuidando.
- Segue um material produzido pela professora Natacha Jamal sobre Funções da Química Inorgânica. A ideia é que vocês conheçam um pouco desse assunto através desse material.
- Algumas questões foram colocadas ao longo da apresentação. Nesse primeiro conjunto trataremos dos Ácidos. As outras funções seguirão nas próximas atividades. Bom estudo!

Funções inorgânicas

DISSOCIAÇÃO E IONIZAÇÃO

Trabalhando na Universidade de Uppsala (Suécia), Arrhenius realizou numerosas experiências relacionadas com a passagem de corrente elétrica através de soluções aquosas e, com base nessas experiências, formulou a hipótese de que tais soluções deveriam conter partículas carregadas: os **íons**. A partir disso, ele estabeleceu a **teoria da dissociação iônica**, que lhe possibilitou, em 1903, a conquista do Prêmio Nobel.

De acordo com Arrhenius, determinadas substâncias, quando dissolvidas em água, são capazes de dar origem a íons positivos, os **cátions**, e a íons negativos, os **ânions**. Isso pode ser verificado, experimentalmen-

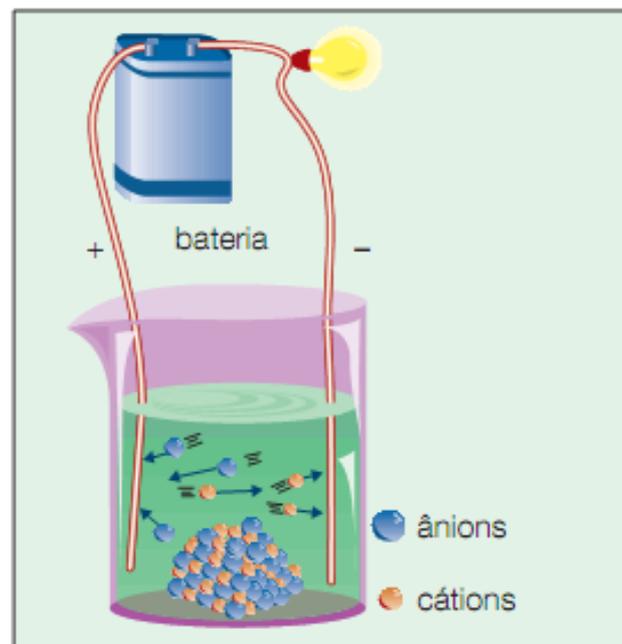


te, com uma aparelhagem bastante simples, semelhante à esquematizada ao lado.

Inicialmente, ele testou a condutividade elétrica dos **compostos iônicos**, utilizando duas soluções aquosas: uma de sal de cozinha (NaCl) e outra de soda cáustica (NaOH).

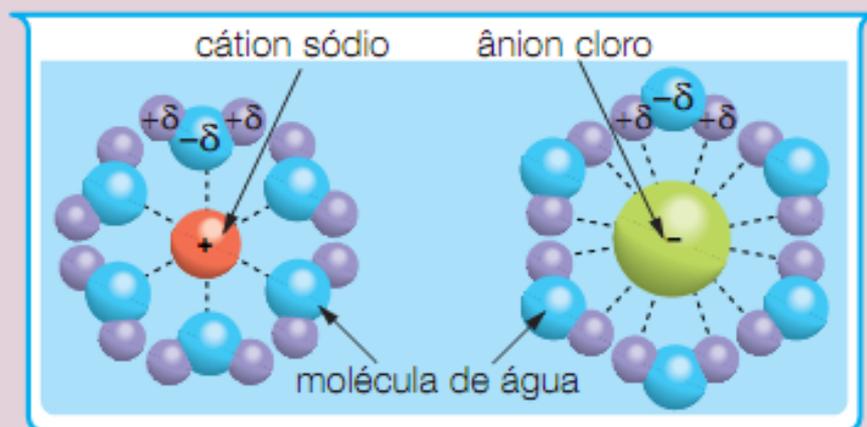
Arrhenius constatou a passagem de corrente elétrica em ambos os casos e associou esse fato à existência de íons livres nas soluções. A esse fenômeno denominou **dissociação iônica**.

Veja, por exemplo, como ocorre a dissociação iônica do NaCl em água.



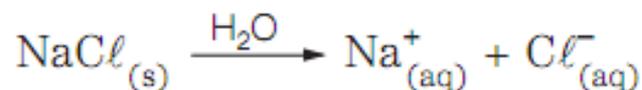
A água é uma substância formada por moléculas polares, cujo pólo negativo está situado no átomo de oxigênio e o pólo positivo, nos átomos de hidrogênio.

Como as partículas com carga de sinais opostos se atraem, os pólos positivos das moléculas de água exercerão atração sobre os íons Cl^- do NaCl , enquanto os pólos negativos das moléculas de água exercerão atração sobre os íons de Na^+ .

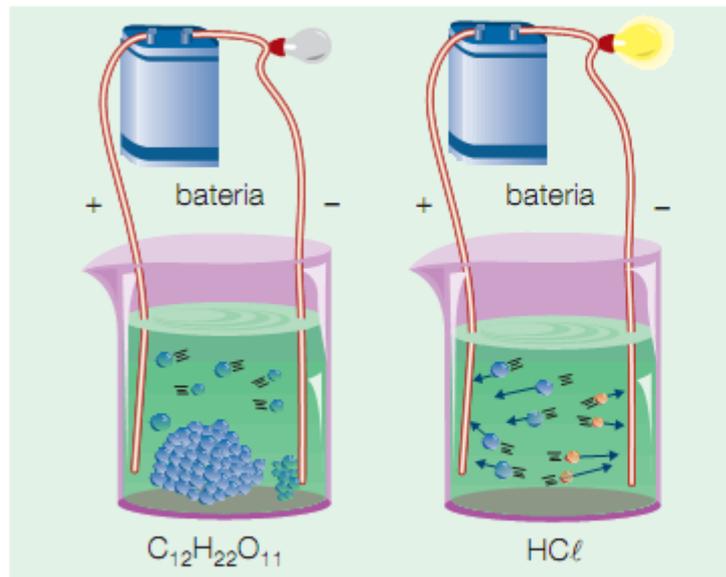


O resultado dessas interações será a obtenção de uma **solução iônica**. As moléculas de água que envolvem os íons são denominadas **água de solvatação**.

A equação que representa esse fenômeno pode ser dada por:



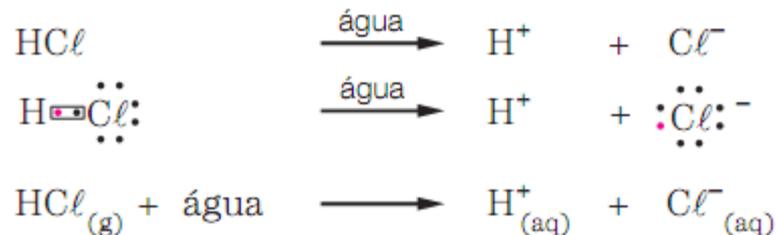
Ao testar a condutividade de substâncias moleculares, como o açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) e o ácido clorídrico (HCl) em solução aquosa, Arrhenius observou os seguintes fatos:



Como a solução aquosa de açúcar não conduz corrente elétrica, ele concluiu que nessa solução não existem íons. Nesse caso, o açúcar somente se dissolveu na água.

A condução de corrente elétrica pela solução aquosa de ácido clorídrico levou-o a concluir que nela existem íons livres. Como o HCl é um composto formado por moléculas, os íons devem ter sido formados mediante a quebra dessas moléculas pela água.

Esse fenômeno é denominado **ionização** e pode ser representado pelas equações:



Na verdade, essas equações são uma representação simplificada. O fenômeno da ionização ocorre, de fato, através da reação entre as moléculas de HCl e de H_2O .



Normalmente, omitimos a participação da água como reagente ao escrevermos uma equação de ionização.

➤ 2. Resumindo:

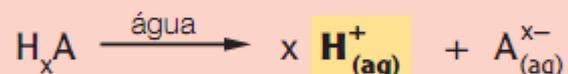
a) compostos iônicos $\xrightarrow[\text{dissociação}]{+ \text{ água}}$ solução iônica (eletrolítica)

b) compostos moleculares $\xrightarrow{+ \text{ água}}$
 \swarrow solução molecular (não-eletrolítica)
 \searrow ionização
 solução iônica (eletrolítica)

CONCEITO DE ÁCIDO, BASE E SAL PELA TEORIA DE ARRHENIUS

Estudos posteriores levaram Arrhenius a identificar os íons presentes nessas soluções; a partir daí, ele elaborou as seguintes definições:

Ácidos são substâncias que em solução aquosa sofrem ionização, liberando como cátions somente H^+ :



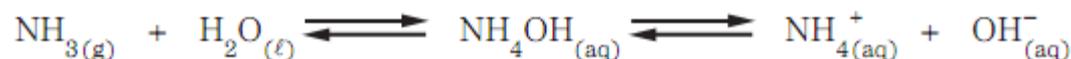
Bases ou hidróxidos são substâncias que em solução aquosa sofrem dissociação iônica, liberando como único tipo de ânion os íons OH^- (hidroxila):



Os hidróxidos dos metais são compostos iônicos e, em solução aquosa, sofrem dissociação iônica.

Observação:

O hidróxido de amônio (NH_4OH), que não é um hidróxido de metal, resulta da ionização em água da amônia (NH_3), que é um composto molecular.



Sal é toda substância que, em solução aquosa, sofre dissociação, produzindo pelo menos um cátion diferente do H^+ e pelo menos um ânion diferente do OH^- .



Utilizando esses conceitos, podemos relacionar, de maneira genérica, a capacidade de conduzir corrente elétrica das substâncias iônicas e moleculares. Observe o quadro a seguir:

Características dos compostos		Condutividade elétrica			
		Estado físico			Solução aquosa
		Sólido	Líquido	Vapor	
	iônicos	não	sim	não	sim
moleculares	ácidos e amônia (NH_3)	não	não	não	sim
	demais	não	não	não	não

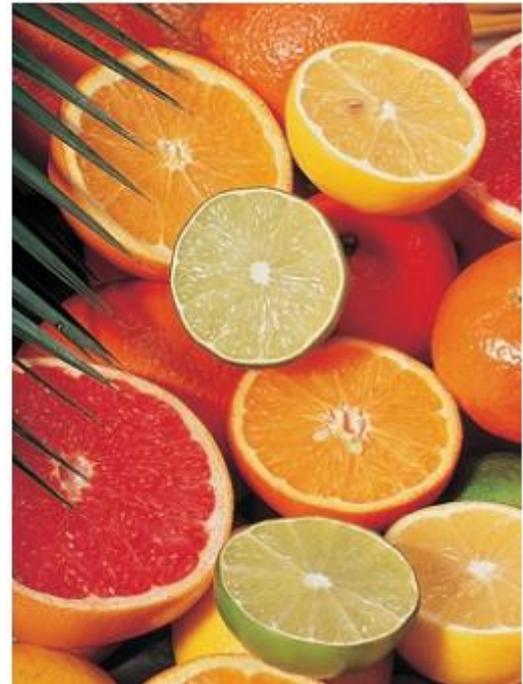
ÁCIDOS

O sabor azedo é uma das características comuns aos ácidos, os quais, assim como todas as substâncias azedas, estimulam a salivação.

O uso do vinagre ou do suco de limão em saladas está associado a esse fato. O aumento da quantidade de saliva facilita a ingestão.

Segundo Arrhenius, a definição de ácido é dada por:

Ácido é toda substância que, em solução aquosa, sofre ionização, liberando como único cátion o H^+ (H_3O^+).



NOMENCLATURA DOS ÁCIDOS

Para efeito de nomenclatura, os ácidos são divididos em dois grupos:

- Ácidos sem oxigênio: **hidrácidos**;
- Ácidos com oxigênio: **oxiácidos**.

1. **Hidrácidos**: ácidos sem oxigênio.

Seus nomes são dados da seguinte maneira:

ácido nome do elemento **-ídrico**

HF — ácido fluor **ídrico**

HBr — ácido brom **ídrico**

H₂S — ácido sulf **ídrico**

HCl — ácido clor **ídrico**

HI — ácido iod **ídrico**

HCN — ácido cian **ídrico**

2. Oxiácidos: ácidos com oxigênio.

Uma das maneiras mais simples de dar nome a esses ácidos é a partir do nome e da fórmula dos ácidos-padrão de cada família.

17/VIIA (Cl, Br, I)	16/VIA (S, Se)	15/VA (N, P, As)		14/IVA (C)
HClO ₃ ácido clórico	H ₂ SO ₄ ácido sulfúrico	HNO ₃ ácido nítrico	H ₃ PO ₄ ácido fosfórico	H ₂ CO ₃ ácido carbônico

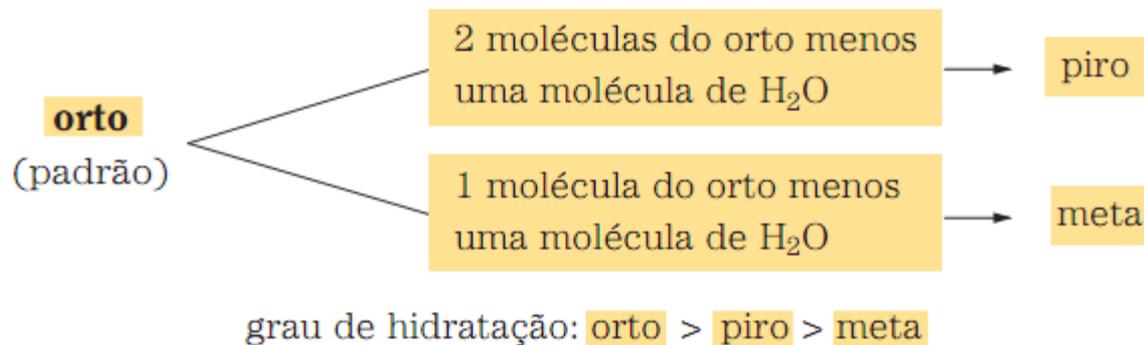
A partir dessas fórmulas e de acordo com a variação do número de átomos de oxigênio, determinam-se as fórmulas e os nomes de outros ácidos, com o uso de prefixos e sufixos. Observe:

ácido-padrão →	ácido per-	nome do elemento	-ico	} + 1 átomo de oxigênio
	ácido	nome do elemento	-ico	
	ácido	nome do elemento	-oso	} - 1 átomo de oxigênio
	ácido hipo-	nome do elemento	-oso	

Desse modo, teremos:

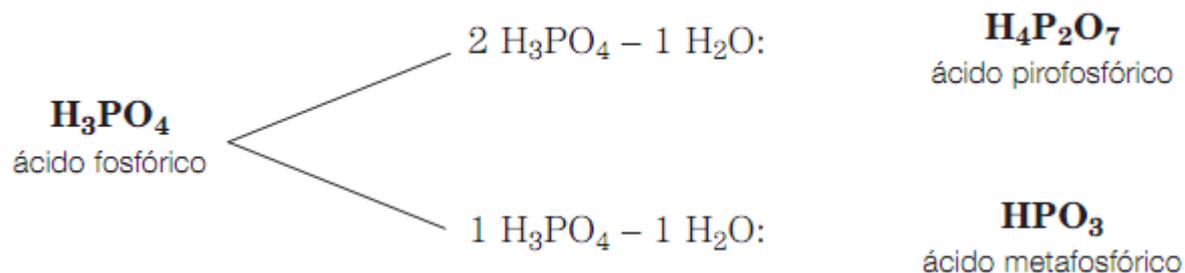
Família 17/VIIA (Cl, Br, I) HClO_4 — ácido per clór ico HClO_3 — ácido clór ico HClO_2 — ácido clor oso HClO — ácido hipo clor oso Obs.: não existem ácidos oxigenados do flúor.	Família 16/VIA (S, Se) H_2SO_4 — ácido sulfúr ico H_2SO_3 — ácido sulfur oso Família 14/IVA (C) H_2CO_3 — ácido carbôn ico
Família 15/VA (N, P, As) HNO_3 — ácido nítr ico HNO_2 — ácido nitr oso	H_3PO_4 — ácido fosfór ico H_3PO_3 — ácido fosfor oso H_3PO_2 — ácido hipo fosfor oso

Alguns ácidos de um mesmo elemento têm os prefixos de seus nomes atribuídos em função de seu grau de hidratação:



O prefixo **orto** é dispensável.

O exemplo mais importante desse caso é o ácido fosfórico (H_3PO_4):



CLASSIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS

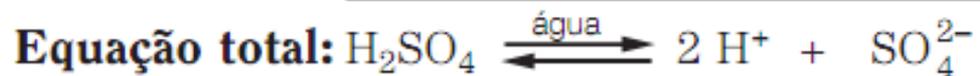
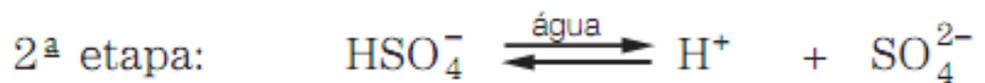
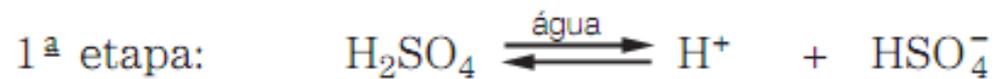
Além da classificação baseada na presença de oxigênio na molécula, os ácidos podem ser classificados segundo outros critérios:

Número de hidrogênios ionizáveis

Em função do número de íons H^+ ou H_3O^+ liberados por molécula ionizada, os ácidos podem ser assim classificados:

	Monoácidos	Diácidos	Triácidos	Tetrácidos
Nº de H^+ por molécula ionizada	1 H^+	2 H^+	3 H^+	4 H^+

Assim, em soluções aquosas, os ácidos podem liberar um ou mais íons H^+ para cada molécula de ácido ionizado, e cada íon H^+ liberado corresponde a uma etapa de ionização. Veja, por exemplo, a ionização do H_2SO_4 :



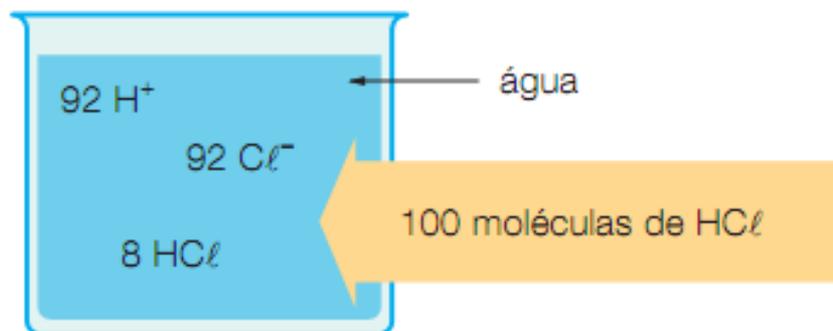
Grau de ionização

Grau de ionização de um ácido (α) é a relação entre o número de moléculas ionizadas e o número total de moléculas dissolvidas. Para o cálculo dessa relação, usamos a seguinte expressão:

$$\alpha = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de moléculas ionizadas}}{\text{n}^{\circ} \text{ de moléculas dissolvidas}}$$

Veja o exemplo:

- De cada 100 moléculas de HCl dissolvidas, 92 moléculas sofrem ionização:



$$\alpha = \frac{92}{100} = 0,92$$

$$\alpha = 92\%$$

Para comparar os graus de ionização (α), devemos medir a condutibilidade das soluções aquosas dos ácidos:

fortes

$$\alpha \geq 50\%$$

semifortes ou moderados

$$5\% < \alpha < 50\%$$

fracos

$$\alpha \leq 5\%$$

Os **hidrácidos** mais conhecidos são assim classificados:

fortes HCl, HBr, HI	semifortes ou moderados HF	fracos H ₂ S, HCN
-------------------------------	--------------------------------------	--

A força dos **oxiácidos** pode ser determinada pela diferença (**x**) entre o número de átomos de oxigênio e o número de átomos de hidrogênio ionizáveis.

$$x = n^{\circ} \text{ de átomos de O} - n^{\circ} \text{ de átomos de H ionizáveis}$$

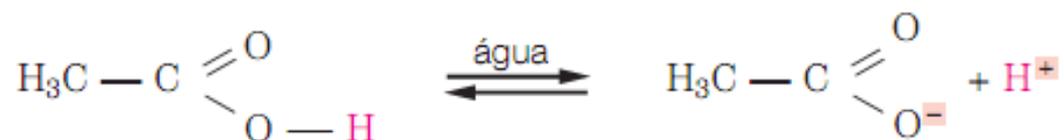
	Fortes	Semifortes ou moderados	Fracos
Valor de x	3 ou 2	1	0
Exemplos	HBrO ₄ H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄ HNO ₂	HClO H ₄ SiO ₄

Observações:

1. O ácido carbônico (H_2CO_3), por ser um ácido instável, decompõe-se mais facilmente do que se ioniza, apresentando um pequeno grau de ionização. Assim, é considerado um ácido fraco, não seguindo a regra apresentada.



2. O ácido acético (H_3CCOOH) pode ser obtido a partir do álcool comum, o que acontece quando o vinho azeda. Esse ácido é o principal componente do vinagre e será estudado com detalhes em **Química Orgânica**. Veja sua fórmula estrutural e sua ionização:



Como seu grau de ionização é 1,3%, ele é considerado um **ácido fraco**.

Volatilidade

Indica a maior ou menor facilidade com que os ácidos passam do estado líquido para o gasoso.

- **Voláteis:** a grande maioria dos ácidos: HF, HCl, HCN, H₂S, HNO₃ etc.

O ácido acético, componente do vinagre, é o ácido volátil mais comum no nosso dia-a-dia. Ao abrirmos um frasco com vinagre, logo percebemos seu cheiro característico.

- **Fixos:** os dois ácidos pouco voláteis mais comuns são o H₂SO₄ e o H₃PO₄.

1. Escreva a fórmula dos seguintes ácidos:

a) clorídrico;

d) nítrico;

b) sulfídrico;

e) fosfórico;

c) sulfúrico;

f) carbônico.

2. Dê o nome dos seguintes ácidos e equacione suas ionizações:

- a) HBr; c) H_2SO_4 ;
b) HNO_2 ; d) H_3PO_4 .

4. Associe corretamente as duas colunas:

- | | |
|-----------------------------|--|
| I — H_2SO_4 | a) hidrácido, monoácido, forte |
| II — HI | b) hidrácido, diácido, fraco |
| III — HNO_2 | c) oxiácido, monoácido, forte |
| IV — HClO_4 | d) oxiácido, diácido, forte |
| V — H_2S | e) oxiácido, monoácido, semi-
forte |

6. (Cesgranrio-RJ — mod.) Com base na tabela de graus de ionização apresentada a seguir:

Ácido	Grau de ionização (α)
HF	8%
HCl	92%
HCN	0,008%
H ₂ SO ₄	61%
H ₃ PO ₄	27%

Indique a ordem crescente da força dos ácidos.

ALGUMAS PROPRIEDADES DOS ÁCIDOS

1. Reação com metais

Os ácidos reagem com muitos metais e, ao reagirem, produzem gás hidrogênio (H_2) e um sal do metal.

A reação entre o zinco e o ácido clorídrico pode ser representada pela equação:



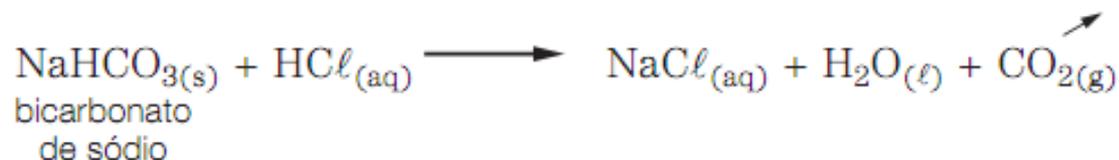
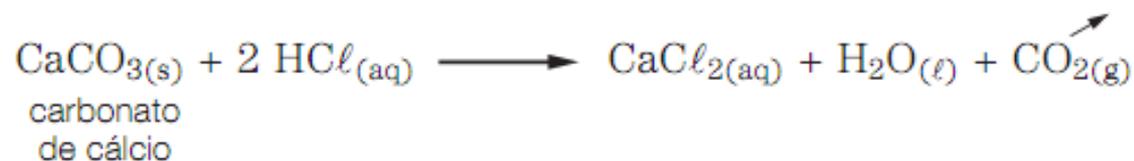
O gás hidrogênio é incolor e inodoro; ele forma com o oxigênio do ar uma mistura explosiva.



2. Reação com carbonatos e bicarbonatos

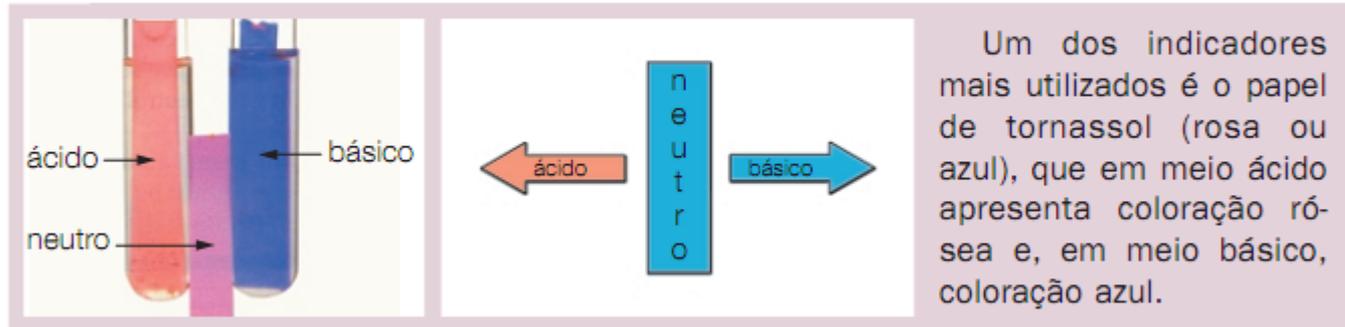
Carbonatos e bicarbonatos são ânions cujas fórmulas são, respectivamente, CO_3^{2-} e HCO_3^- . Quando reagem com ácidos, esses ânions liberam gás carbônico.

Vamos ver algumas dessas reações:

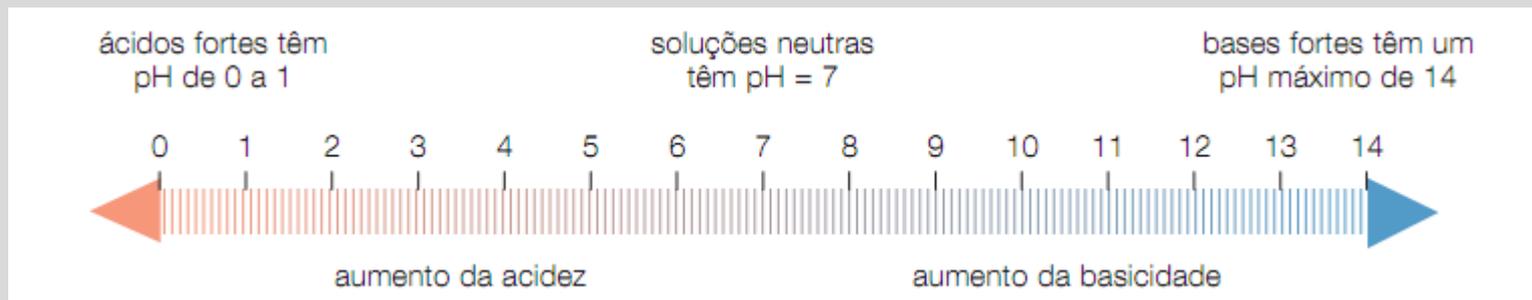


3. Ação sobre indicadores

Indicadores são substâncias que mudam de cor em função de o meio ser ácido ou básico.



Uma escala numérica, conhecida por escala de pH, indica se o meio é ácido ou básico, bem como a intensidade da força do ácido e da base.



PRINCIPAIS ACIDOS E SUAS APLICAÇÕES

Ácido fluorídrico — HF

Nas condições ambientes, é um gás incolor que tem a característica de corroer o vidro, quando em solução aquosa. Por esse motivo, em laboratórios, deve ser guardado em frascos plásticos. É usado para fazer gravações em cristais e vidros.

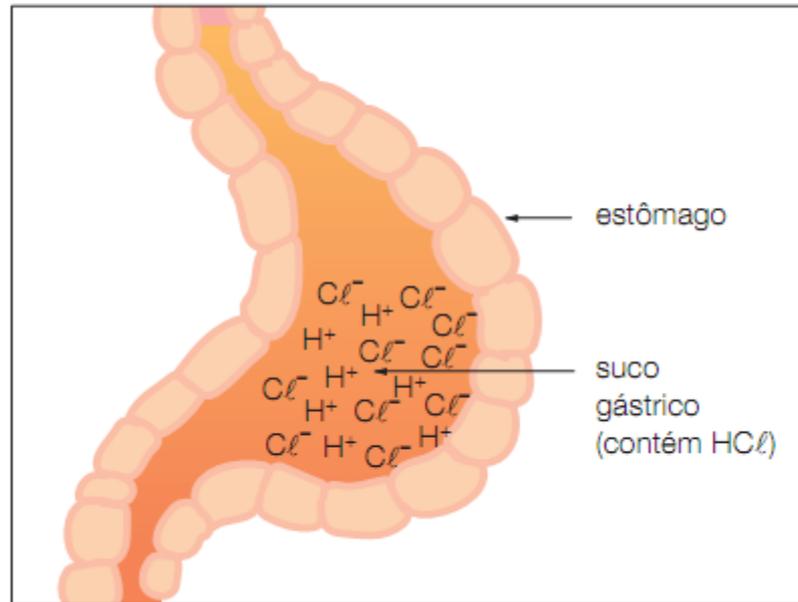
**Gravações em
vidro de carro.**



Ácido clorídrico — HCl

O ácido clorídrico consiste no gás cloreto de hidrogênio dissolvido em água. Quando **impuro**, é vendido no comércio com o nome de **ácido muriático**, sendo usado principalmente na limpeza de pisos e de superfícies metálicas antes do processo de soldagem.

O estômago secreta o ácido clorídrico, num volume aproximado de 100 mL, para auxiliar a digestão dos alimentos.





Ácido sulfídrico — H_2S

É um gás venenoso, incolor, formado na putrefação de substâncias orgânicas naturais que contenham enxofre, sendo responsável em grande parte pelo cheiro de ovo podre.

Ao pressentirem o perigo, certos animais, como o gambá e a maritaca, liberam uma mistura de substâncias de odor desagradável, entre as quais o H_2S .

Ácido cianídrico — HCN

É o nome com que se indica uma solução aquosa do gás cianídrico, que é incolor, com cheiro característico de amêndoas amargas. Por ser muito venenoso, esse gás é utilizado nas execuções em câmara de gás.

Delim Martins/Pulsar

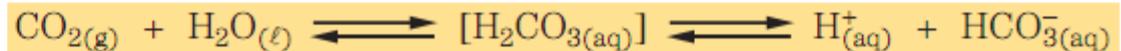


As folhas de mandioca, apesar de venenosas, podem ser utilizadas como alimento para o gado. Quando deixadas ao sol, liberam o gás cianídrico, tornando-se, assim, apropriadas para o consumo.

Ácido carbônico — H_2CO_3



É um ácido fraco, extremamente instável, que se forma somente em equilíbrio dinâmico entre a água e o gás carbônico.



O gás carbônico presente no ar atmosférico combina-se com a água da chuva, formando o H_2CO_3 , mesmo em ambientes não-poluídos e na ausência de relâmpagos, o que nos leva a concluir que toda chuva é ácida.

O gás carbônico é um dos constituintes dos refrigerantes e das águas minerais gasificadas.

Ácido fosfórico — H_3PO_4

É usado na indústria de vidro, na tinturaria, nas indústrias de alimentos e na fabricação de fosfatos e superfosfatos usados como adubos (fertilizantes).

O ácido fosfórico é utilizado na produção da Coca-Cola e de outros refrigerantes à base de cola (árvore da família das esterculiáceas, cuja semente contém alcalóides). Esse ácido é usado com três finalidades:

- atribuir à bebida um sabor ácido (acidulante),
- conservar o produto por mais tempo (conservante) e
- aumentar a percepção do sabor doce.

Ácido acético — H_3CCOOH

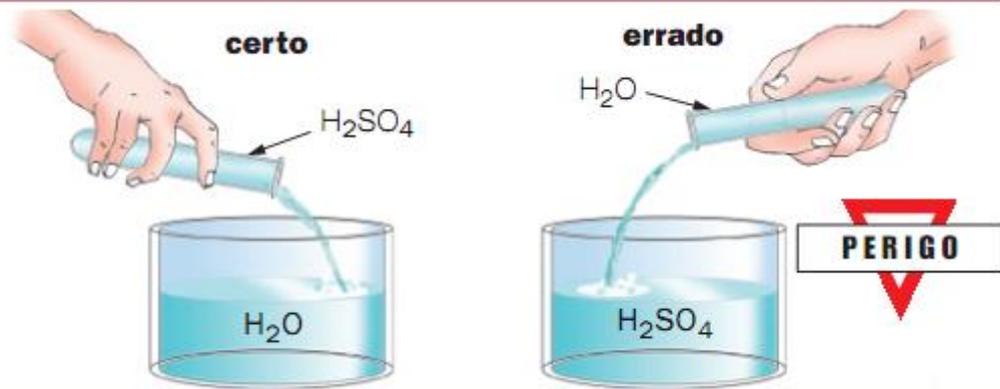
É um líquido incolor, de cheiro característico, e o principal componente do vinagre, que é uma solução aquosa que contém de 3 a 7% desse ácido.

Vinagre: formado basicamente por ácido acético e água.



Observação:

A dissolução do ácido sulfúrico concentrado em água libera uma grande quantidade de energia. Por esse motivo, em laboratório, para se diluir o H_2SO_4 deve-se adicioná-lo à água e **nunca** adicionar água a ele.



1. Escreva os nomes dos ácidos:

I — HClO_4 ; HClO_3 ; HClO_2 ; HClO .

II — H_2SO_4 ; H_2SO_3 .

III — HNO_3 ; HNO_2 .

IV — H_3PO_4 ; H_3PO_3 ; H_3PO_2 .

V — H_2CO_3 .

2. Sabendo que a fórmula do ácido fosfórico é H_3PO_4 , determine as fórmulas dos ácidos pirofosfórico e metafosfórico.