



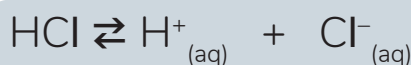
# ÁCIDOS

É perigoso provar indiscriminadamente as substâncias químicas ou mesmo suas soluções, pois há substâncias que são extremamente perigosas. É o que acontece com a maioria dos ácidos. Entretanto, estamos acostumados a provar o sabor azedo dos ácidos em alguns alimentos:

- ▶ limão e laranja: ácido cítrico
- ▶ uva: ácido tartárico
- ▶ maçã verde: ácido málico
- ▶ vinagre: ácido acético

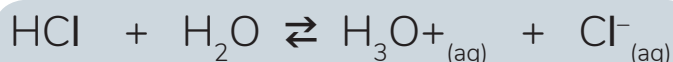


Segundo o conceito de Arrhenius, ácidos são substâncias que em solução aquosa se ionizam produzindo como cátion o íon  $H^+$  (hidrogênio ionizável). Em geral, são substâncias moleculares, constituídas por um ou mais não metais (ânions) ligados a um H.



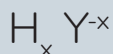
Reação de dissociação do ácido clorídrico.

A forma mais correta de representarmos essa reação é da seguinte maneira:



Apesar de ser mais correto escrever  $H_3O^+$ , costuma-se escrever o  $H^+$  como produto da ionização de um ácido em solução aquosa por questão de simplicidade. Já se subentende que o íon  $H^+$  será atraído pelo polo negativo da molécula de água.

De um modo geral, os ácidos têm a fórmula:



onde o  $Y^{-x}$  é um ânion que pode ser consultado em qualquer tabela de ânions. Repare que a carga do ânion é o número de hidrogênios na fórmula. No final deste material existe uma tabela de ânions para consulta.

## Por exemplo:

$Cl^- \rightarrow HCl$ , ácido clorídrico.

$SO_4^{-2} \rightarrow H_2SO_4$ , ácido sulfúrico.

$PO_4^{-3} \rightarrow H_3PO_4$ , ácido fosfórico.



É interessante notar que todo e qualquer ácido, ao se ionizar, libera como íon positivo única e exclusivamente o cátion  $H^+$ . Por isso dizemos que os ácidos apresentam em comum um ou mais hidrogênio ionizáveis ou hidrogênios ácidos.

## CLASSIFICAÇÃO

### Quanto à natureza

Ácidos inorgânicos ou minerais: de um modo geral são os que não tem carbono:



Ácidos orgânicos: são os que têm carbono e serão estudados na orgânica, geralmente apresentam um radical  $COOH$ , denominado carboxila.

$HCOOH$  → ácido metanóico ou fórmico (picada de formiga)

$CH_3COOH$  → ácido etanóico ou acético (vinagre)

$H_2C_2O_4$  → ácido oxálico (é encontrado nas plantas do gênero *Oxalis*).



As formigas secretam uma substância ácida.



A carambola é rica em ácido oxálico.

Há alguns ácidos considerados “intermediários” entre essas duas classes; os principais são  $H_2CO_3$ ,  $HCN$ ,  $HNC$ ,  $HCNO$ ,  $HCNS$  entre outros, eles são normalmente estudados no grupo dos ácidos inorgânicos.

### Quanto à volatilidade

Ácidos fixos ou ácidos não-voláteis são ácidos de ponto de ebulição elevado, como  $H_2SO_4$  (ácido sulfúrico) que ferve a  $338^\circ C$ . Outros são  $H_3BO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_3PO_3$ , etc.

Já os ácidos voláteis têm ponto de ebulição baixo. Hidrácidos, em geral (como  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HI$ ,  $H_2S$ ,  $HCN$  etc) são na verdade, gases em temperatura ambiente que dissolvidos em água dão soluções ácidas. São também exemplos comuns:  $HNO_3$  (ferve a  $86^\circ C$ ) e  $HNO_2$ ,  $CH_3COOH$  (ferve a  $118^\circ C$ ) e a maioria dos ácidos orgânicos.

Em todos esses exemplos, basta abrirmos um frasco contendo o ácido volátil para percebermos o desprendimento de vapores ou sentirmos o cheiro forte e sufocante do ácido. Cuidado, são vapores em geral muito tóxicos!



Voláteis		Fixos	
Baixo P.E.		Alto P.E. $\approx 340^{\circ}\text{C}$	
Hidrácidos: HCl, HCN, H <sub>2</sub> S...		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	
HNO <sub>2</sub> e HNO <sub>3</sub> .		H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .	
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .		H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> .	
CH <sub>3</sub> COOH.		H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> .	

Quanto ao número de hidrogênio ionizáveis na molécula:

Monoácido monoprótico	Diácido diprótico	Triácido triprótico	Poliácido poliprótico
1 H <sup>+</sup> na molécula	2 H <sup>+</sup> na molécula	3 H <sup>+</sup> na molécula	4 H <sup>+</sup> na molécula
HCl, HCN, HNO <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> COOH	H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]

Exceção: H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> (diácido), H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> (monácido).

## FORÇA DOS ÁCIDOS

Um ácido na água ioniza como mostrado abaixo:



Entretanto, podemos verificar que, se colocarmos, por exemplo, 100 moléculas de HCl na água, nem todas as moléculas irão se ionizar. Se das 100 moléculas, se ionizarem 90 moléculas, diremos que a ionização foi de 90% ou que o grau de ionização é de 0,90.

Notem então a definição:

Grau de ionização ( $\alpha$ ) de um eletrólito é o quociente entre o número de moléculas ionizadas e o número inicial de moléculas que foram dissolvidas.

Ou abreviadamente:

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

É importante notar que a variação do grau de ionização é  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Quando dado em porcentagem, ele se torna 100 vezes maior  $\alpha_{\%} = 100 \cdot \alpha$  e portanto  $0 \leq \alpha \leq 100$ .

Além disso o grau de ionização depende da temperatura e da concentração da solução. Por isso, só tem cabimento compararmos os  $\alpha$  de vários ácidos, se todos eles estiverem na mesma temperatura (em geral 25°C, que é a temperatura ambiente) e na mesma concentração.



A tabela abaixo apresenta o grau de ionização de alguns ácidos, em solução 0,1 mol/L<sup>-1</sup>, a 25°C:

Nome	Fórmula	$\alpha$ %
ácido iodídrico	HI	95 %
ácido bromídrico	HBr	93 %
ácido clorídrico	HCl	92 %
ácido nítrico	HNO <sub>3</sub>	92 %
ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	61 %
ácido fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	27 %
ácido acético	CH <sub>3</sub> COOH	1,3 %
ácido sulfídrico	H <sub>2</sub> S	0,075 %
ácido cianídrico	HCN	0,008 %

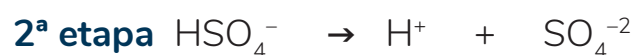
Pois bem, considera-se um ácido tanto mais forte quanto maior for seu  $\alpha$ :

- ▶ ácidos fortes têm  $\alpha > 50\%$ .
- ▶ ácidos moderados (ou semi-fortes) quando  $5\% < \alpha < 50\%$ .
- ▶ ácidos fracos quando  $\alpha < 5\%$ .

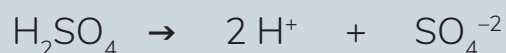
Devemos observar também que quanto mais forte for um ácido mais acentuadamente sua solução apresentará as propriedades funcionais, como sabor azedo, condutividade elétrica, ação sobre indicadores...

## IONIZAÇÃO EM ETAPAS

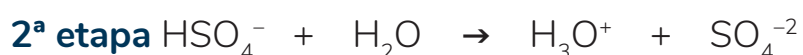
Quando um ácido possui dois ou mais hidrogênios ionizáveis, a ionização se processa, na verdade, em etapas, de modo a se liberar um H<sup>+</sup> por vez. Assim no caso do ácido sulfúrico, será mais correto escrevermos:



do que escrevermos a ionização total:



Levando em conta a participação da água é mais correto:





do que escrevermos a ionização total:



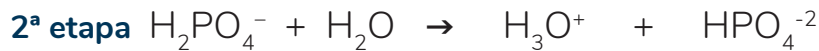
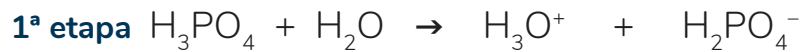
Outro exemplo, no caso do ácido ortofosfórico:



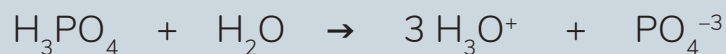
do que escrevermos a ionização total:



Levando em conta a participação da água é mais correto:

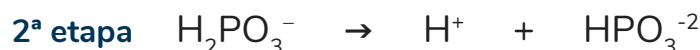


do que escrevermos a ionização total:

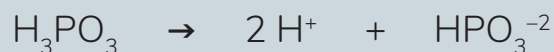


As vezes, nem todos os hidrogênios presentes num ácido são ionizáveis. Os exemplos mais comuns são:

- ▶ O ácido fosforoso,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ , que possui apenas dois hidrogênios ionizáveis. Sua ionização será então:

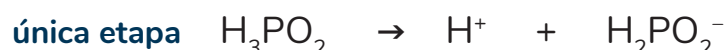


do que escrevermos a ionização total:



**Obs:** não existe o íon  $\text{PO}_3^{-3}$

- ▶ O ácido hipofosforoso,  $\text{H}_3\text{PO}_2$ , que possui apenas um hidrogênio ionizável:



**Obs:** não existe o íon  $\text{HPO}_2^{-2}$  nem  $\text{PO}_2^{-3}$



### Quanto a presença do oxigênio

HIDRÁCIDOS	OXIÁCIDOS
Não tem oxigênio	Tem oxigênio
HCl H <sub>2</sub> S HCN	HNO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

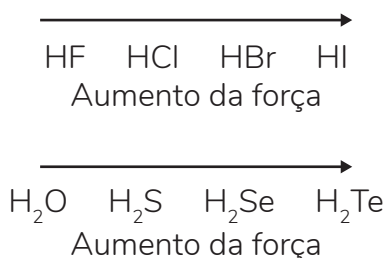
A) Quanto aos hidrácidos podemos dizer que:

ácidos fortes: HCl, HBr, HI

ácidos moderados: HF

ácidos fracos: os demais.

Nos hidrácidos, a força do ácido aumenta de cima para baixo na coluna da tabela periódica.



B) No caso dos oxiácidos, faz-se simplesmente o número de oxigênios menos o número de hidrogênios para descobrir sua força.

Oxigênio – hidrogênio = 0, ácido fraco. ex: H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

Oxigênio – hidrogênio = 1, ácido moderado. ex: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Oxigênio – hidrogênio = 2, ácido forte. ex: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Oxigênio – hidrogênio = 3, ácido muito forte. ex: HClO<sub>4</sub>.

exceções à essa regra são:

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, que é um ácido fraco.

H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> e H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>, que são ácidos moderados.

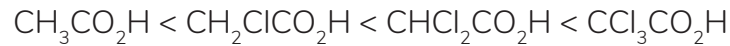
### FORÇA DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS:

Quanto maior a cadeia, mais fraco é o ácido:





Quanto mais elementos eletronegativos (radicais eletrôn-atraentes: F, Cl, Br, I, OH, NO<sub>2</sub>) mais forte é o ácido:



## NOMENCLATURA

A nomenclatura dos ácidos é mais difícil, pode-se tentar decorar todos os ácidos ou pelo menos só os principais. Mas também pode-se usar a **Tabela de Ânions** (Informações complementares)

## HIDRÁCIDOS

Ácido nome do elemento + **ídrico**

**Exemplo:**

HCl – ácido clorídrico

H<sub>2</sub>S – ácido sulfídrico

HCN – ácido cianídrico

## OXIÁCIDOS

Ácido nome do elemento + **ico ou oso**

entre parênteses está o nox do elemento central.

**Exemplo:**

HNO<sub>3</sub> – ácido nítrico  
(+5)

HClO – ácido hipocloroso  
(+1)

HNO<sub>2</sub> – ácido nitroso  
(+4)

HClO<sub>2</sub> – ácido cloroso  
(+3)

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – ácido sulfúrico  
(+6)

HClO<sub>3</sub> – ácido clórico  
(+5)

H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – ácido sulfuroso  
(+4)

HClO<sub>4</sub> – ácido perclórico  
(+7)



Repare que podemos usar o nox para dar nome para a maioria dos oxiácidos:

nox do elemento central	Prefixos e sufixos
+7	Per _____ ico
+6 ou +5	_____ ico
+4 ou +3	_____ oso
+2 ou +1	Hipo _____ oso

Claro que tem exceções, onde o nox não confere com os prefixos e sufixos esperados. Essas 3 exceções são muito importantes e precisam ser decoradas:

$\text{H}_2\text{CO}_3$  ácido carbônico

$\text{H}_3\text{BO}_3$  ácido bórico

$\text{H}_4\text{SiO}_4$  ácido silícico.

## GRAU DE HIDRATAÇÃO.

Alguns ácidos podem conter diferente grau de hidratação, como por exemplo os ácidos abaixo:

$\text{HPO}_3$  ácido **meta**fosfórico.

$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  ácido **piro**fosfórico.

$\text{H}_3\text{PO}_4$  ácido **orto**fosfórico.

O elemento fósforo em todos os ácidos possui o nox +5 e portanto tem a terminação ICO. Mas como são ácidos diferentes possuem um prefixo para diferencia-los: **meta**, **piro** e **orto**.

O grau de hidratação segue a ordem crescente dos prefixos: meta < piro < orto.

Como o orto é o mais hidratado, podemos retirar uma água dele para gerar os outros ácidos.

1 orto - 1 água = meta

Ex:  $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{HPO}_3$

2 orto - 1 água = piro

Ex:  $2 \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$





## TIOCOMPOSTOS

Para um composto receber o prefixo **TIO**, ele precisa trocar um oxigênio por um enxofre.

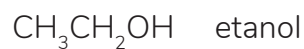
Observe a molécula do ácido sulfúrico abaixo:



Ao trocar um oxigênio desta molécula por um enxofre adiciona-se o prefixo TIO na frente do nome do ácido.



Na orgânica isso também ocorre. Observe a molécula de etanol abaixo:



Ao trocar um oxigênio desta molécula por um enxofre adiciona-se o prefixo TIO também.



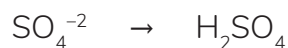
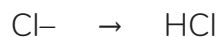
### Nomenclatura e fórmula usando ânions

De um modo geral, os ácidos têm a fórmula:



A carga dos ânions, as espécies negativas, informa quanto hidrogênios os ácidos terão na fórmula deles.

**Por exemplo:**



Pode-se tentar decorar todos os ânions ou pelo menos só os principais.

Ânions e ácidos COM oxigênio, OXIÁCIDOS

Os ânions com oxigênio terminam em ATO ou ITO e os ácidos com oxigênio terminam em ICO ou OSO.

Nomenclatura do Ácido		Nomenclatura Do Sal
oso	⇔	ito
ico	⇔	ato



## Ácidos

Veja alguns exemplos:

$\text{PO}_4^{-3}$	<b>fosfato</b>	$\text{H}_3\text{PO}_4$	ácido fosfórico
$\text{SO}_4^{-2}$	<b>sulfato</b>	$\text{H}_2\text{SO}_4$	ácido sulfúrico
$\text{NO}_3^{-1}$	<b>nitrato</b>	$\text{HNO}_3$	ácido nítrico
$\text{ClO}_3^{-1}$	<b>clorato</b>	$\text{HClO}_3$	ácido clórico
$\text{CO}_3^{-2}$	<b>carbonato</b>	$\text{H}_2\text{CO}_3$	ácido carbônico

mais exemplos:

$\text{HPO}_3^{-2}$	<b>fosfito</b>	$\text{H}_3\text{PO}_3$	ácido fosforoso
$\text{SO}_3^{-2}$	<b>sulfito</b>	$\text{H}_2\text{SO}_3$	ácido sulfuroso
$\text{NO}_2^{-1}$	<b>nitrito</b>	$\text{HNO}_2$	ácido nitroso
$\text{ClO}_2^{-1}$	<b>clorito</b>	$\text{HClO}_2$	ácido cloroso
$\text{CO}_2^{-2}$	não existe		

Ânions e ácidos **SEM** oxigênio, **HIDRÁCIDOS**

Os ânions sem oxigênio terminam em **ETO** e os ácidos sem oxigênio terminam em **ÍDRICO**.

Nomenclatura do Ácido		Nomenclatura Do Sal
ídrico	↔	eto

$\text{F}^{-1}$	<b>fluoreto</b>	$\text{HF}$	ácido fluorídrico
$\text{Cl}^{-1}$	<b>cloreto</b>	$\text{HCl}$	ácido clorídrico
$\text{Br}^{-1}$	<b>brometo</b>	$\text{HBr}$	ácido bromídrico
$\text{I}^{-1}$	<b>iodeto</b>	$\text{HI}$	ácido iodídrico
$\text{S}^{-2}$	<b>sulfeto</b>	$\text{H}_2\text{S}$	ácido sulfídrico
$\text{CN}^{-1}$	<b>cianeto</b>	$\text{HCN}$	ácido cianídrico
$\text{NC}^{-1}$	<b>isocianeto</b>	$\text{HNC}$	ác. isocianídrico
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-3}$	<b>ferricianeto</b>	$\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	ác. ferricianídrico
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4}$	<b>ferrocianeto</b>	$\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	ác. ferrocianídrico



## PROPRIEDADES GERAIS

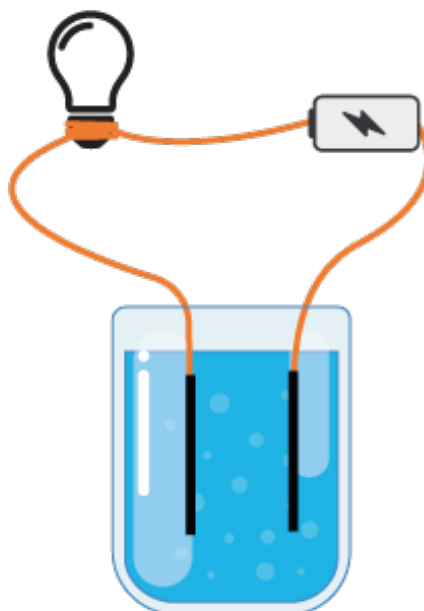
### SOLUBILIDADE

Em virtude de sua reação com água, quase todos os ácidos são solúveis em água.

### CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

As soluções dos ácidos conduzem a corrente elétrica devido a divisão (ionização) da molécula do ácido em dois ou mais íons (idéia geral da Teoria de ionização de Arrhenius).

Mas é importante notar que um ácido anidro, isto é, um ácido sem água não conduz a corrente elétrica, pois a molécula do ácido é eletricamente neutra e não consegue ionizar-se na ausência de água. Este é um dos motivos que nos levam a admitir que o ácido, ao ser dissolvido na água, reage com a água formando, em lugar do íon  $H^+$ , o íon  $H_3O^+$  chamado hidroxônio o hidrônio.



### ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---