

Ácidos e Bases Inorgânicos

Gabriel Braun



1J.1 Os ácidos e bases inorgânicos

- 1J.1a As definições de ácido e base
- 1J.1b A origem periódica da acidez e da basicidade
- 1J.1c A força dos ácidos inorgânicos
- 1J.1d A acidez dos cátions metálicos e o anfoterismo

1J.2 A nomenclatura dos ácidos e bases

- 1J.2a A classificação dos ácidos e das bases
- 1J.2b Os nomes dos hidrácidos e dos oxoácidos
- 1J.2c Como nomear um ácido a partir da fórmula
- 1J.2d Os nomes das bases e dos hidróxidos

1J.3 As reações ácido-base

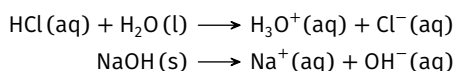
- 1J.3a Neutralização e formação de sais
- 1J.3b Espécies polipróticas e sais ácidos
- 1J.3c Óxidos moleculares e formação de oxoácidos
- 1J.3d Alguns contextos importantes

1J.1 Os ácidos e bases inorgânicos

Os ácidos e as bases ocupam uma posição central na Química Inorgânica porque permitem organizar, com poucas ideias, o comportamento de um grande número de substâncias. Quando uma substância é reconhecida como ácida, básica ou anfótera, muito de sua reatividade já fica sugerido. Essa classificação é particularmente útil em Inorgânica, onde a posição do elemento na Tabela Periódica, a natureza da ligação e a estrutura das espécies determinam tendências claras de comportamento. Nesta seção, o objetivo é estabelecer a origem do comportamento ácido-base das espécies inorgânicas e mostrar como ele se relaciona com a estrutura, com a composição e com algumas propriedades descritivas importantes dessas substâncias.

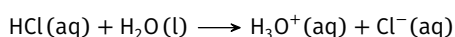
1J.1a As definições de ácido e base

Os conceitos de ácido e base foram formulados, sucessivamente, de maneira mais ampla. A definição de Arrhenius foi a primeira a organizar de modo sistemático as reações em água. Nessa definição, um ácido é uma substância que em água aumenta a concentração de íons hidrogênio, e uma base é uma substância que em água aumenta a concentração de íons hidróxido. O cloreto de hidrogênio e o hidróxido de sódio são exemplos clássicos:

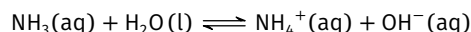


A água aparece explicitamente porque, em solução aquosa, o próton não existe livre: ele está transferido para uma molécula de água, formando o íon hidrônio, H_3O^+ .

A definição de Arrhenius é útil em água, mas é demasiado estreita para a Química Inorgânica em sentido mais amplo. A definição de Brønsted-Lowry substitui o foco no solvente pelo foco no processo fundamental. Um ácido é um doador de prótons e uma base é um aceitador de prótons. Nessa linguagem, a água pode agir como base ao aceitar um próton de HCl:

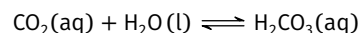


e a amônia pode agir como base ao aceitar um próton da água:



O conceito de Brønsted-Lowry é mais útil porque identifica o ponto essencial da reação ácido-base: a transferência de um próton entre duas espécies químicas.

A definição de Lewis é ainda mais ampla. Um ácido de Lewis é um aceitador de par de elétrons e uma base de Lewis é um doador de par de elétrons. Essa definição é especialmente importante em Inorgânica porque permite interpretar o comportamento de espécies que não contêm hidrogênio ácido. O dióxido de carbono, por exemplo, pode aceitar densidade eletrônica da água e, por isso, participar da formação de um ácido:



Nesse caso, a linguagem de Lewis esclarece por que um óxido molecular pode exibir comportamento ácido mesmo sem conter um átomo de hidrogênio.

O PRÓTON EM ÁGUA

Em água, o próton é sempre uma espécie solvatada. Por isso, a escrita $\text{H}^+(\text{aq})$ deve ser entendida como uma forma abreviada de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ e de seus hidratos relacionados. Em uma discussão ácido-base, H_3O^+ é a representação mais informativa.

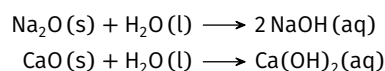
A vantagem dessas três definições não está em escolher uma e abandonar as outras, mas em usá-las com discernimento. Arrhenius é adequada para soluções aquosas simples, Brønsted-Lowry descreve a transferência de prótons, e Lewis amplia o conceito para contextos mais gerais da Química Inorgânica, como a química dos óxidos moleculares e dos cátions metálicos.

Em Química Inorgânica, Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis descrevem o mesmo padrão geral de comportamento, mas em níveis diferentes de abrangência.

1J.1b A origem periódica da acidez e da basicidade

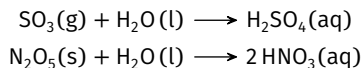
A acidez e a basicidade das espécies inorgânicas estão intimamente relacionadas à posição dos elementos na Tabela Periódica. Em linhas gerais, os elementos mais metálicos tendem a formar óxidos e hidróxidos básicos, os elementos mais não metálicos tendem a formar óxidos ácidos, e os elementos situados na região intermediária frequentemente formam espécies anfóteras. Essa progressão não é arbitrária; ela reflete variações de eletronegatividade, caráter metálico e natureza da ligação.

Os metais fortemente eletropositivos, como os metais alcalinos e muitos metais alcalino-terrosos, formam compostos nos quais o oxigênio aparece com caráter fortemente básico. O óxido de sódio e o óxido de cálcio são exemplos claros:



Nesses casos, a ligação possui forte caráter iônico, e o íon óxido, O^{2-} , comporta-se como uma base muito forte em água.

À medida que o caráter metálico diminui ao longo de um período, o caráter básico dos óxidos diminui também. O óxido de alumínio, Al_2O_3 , já não é simplesmente básico: ele reage tanto com ácidos quanto com bases fortes e, por isso, é classificado como anfótero. O dióxido de silício, SiO_2 , por sua vez, é um óxido ácido, embora pouco reativo com água em condições comuns. Óxidos moleculares de não metais, como SO_3 e N_2O_5 , exibem comportamento ácido ainda mais nítido:



Esses exemplos mostram que o caráter ácido ou básico de um óxido é uma continuação natural das tendências periódicas.

Uma forma particularmente útil de visualizar essa progressão é considerar os óxidos do terceiro período. À medida que se passa de sódio e magnésio para alumínio, silício, fósforo e enxofre, observa-se a transição de óxidos fortemente básicos para óxidos anfóteros e, finalmente, para óxidos ácidos. A Tabela Periódica, portanto, não apenas organiza elementos; ela antecipa padrões de reatividade.

PONTO PARA PENSAR

Se Na_2O é básico, SO_3 é ácido e Al_2O_3 é anfótero, o que a posição de seus elementos no terceiro período sugere sobre a variação do caráter metálico ao longo do período?

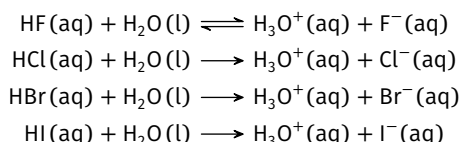
A mesma lógica se estende aos hidróxidos. Hidróxidos de metais muito eletropositivos, como NaOH e KOH , são bases fortes em água. Hidróxidos de elementos de fronteira, como $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ e $\text{Be}(\text{OH})_2$, tendem a ser anfóteros. A origem dessas diferenças está, outra vez, na densidade de carga do cátion e no equilíbrio entre o caráter iônico e o caráter covalente da ligação com o oxigênio.

O comportamento ácido-base das espécies inorgânicas reflete a posição do elemento na Tabela Periódica. Em geral, o caráter metálico favorece a basicidade, o caráter não metálico favorece a acidez, e a região intermediária favorece o anfoterismo.

1J.1c A força dos ácidos inorgânicos

A força de um ácido mede a extensão com que ele transfere prótons para a água. Em solução aquosa, um ácido forte está praticamente completamente desprotonado; um ácido fraco está apenas parcialmente desprotonado. A diferença não está na presença ou ausência de hidrogênio na fórmula, mas na facilidade com que a espécie perde um próton e na estabilidade da base conjugada formada.

Nos hidrácidos, a força ácida está fortemente relacionada à força da ligação $\text{H}-\text{X}$ e à estabilidade do ânion X^- . Os quatro hidrácidos halogenados ilustram essa tendência. Apesar da alta eletro-negatividade do flúor, o ácido fluorídrico é muito mais fraco do que os demais hidrácidos halogenados porque a ligação $\text{H}-\text{F}$ é especialmente forte e curta. Já as ligações $\text{H}-\text{Cl}$, $\text{H}-\text{Br}$ e $\text{H}-\text{I}$ tornam-se progressivamente mais fáceis de romper:

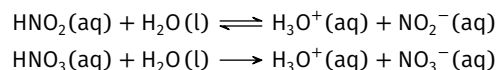


Assim, a ordem de força ácida em água é $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$.

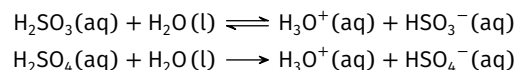
ATENÇÃO

A eletronegatividade do átomo ligado ao hidrogênio, por si só, não determina a força ácida. Nos hidrácidos, a energia de ligação e a estabilidade do ânion conjugado são decisivas. É por isso que HF é mais fraco do que HCl , HBr e HI .

Nos oxoácidos, a tendência é diferente. Neles, a força ácida depende principalmente da capacidade de a estrutura estabilizar a carga negativa da base conjugada. Quanto maior a retirada de densidade eletrônica do grupo $\text{O}-\text{H}$ e quanto maior a possibilidade de estabilização após a desprotonação, mais forte tende a ser o ácido. É por isso que, para um mesmo elemento central, o ácido com maior número de oxigênios não protonados é geralmente mais forte:

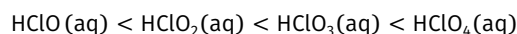


e, de modo análogo,



No primeiro próton do ácido sulfúrico, a desprotonação é praticamente completa em água; no ácido sulfuroso, não.

A mesma ideia explica a progressão dos oxoácidos do cloro:

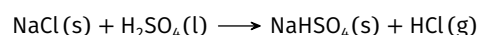


Essa ordem deve ser entendida como uma ordem de força ácida crescente, e não como uma reação química. O aumento do número de oxigênios retira densidade eletrônica do grupo $\text{O}-\text{H}$ e estabiliza melhor a base conjugada após a desprotonação.

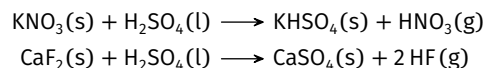
PONTO PARA PENSAR

Por que a substituição de HClO por HClO_4 torna o ácido muito mais forte, se o átomo central continua sendo o cloro?

A força ácida também deve ser distinguida da volatilidade. Um ácido pode ser forte e volátil, como HCl e HNO_3 , ou forte e pouco volátil, como H_2SO_4 . A força mede a facilidade de doar prótons em um dado solvente; a volatilidade mede a tendência de a substância passar para a fase vapor. Essas duas propriedades são independentes. Em Química Inorgânica descritiva, essa distinção é importante porque muitos procedimentos de laboratório exploram justamente ácidos pouco voláteis para liberar ácidos voláteis de seus sais. O aquecimento de cloreto de sódio com ácido sulfúrico concentrado é um exemplo clássico:



O ácido clorídrico, que é volátil, desprende-se como gás, enquanto o ácido sulfúrico, um ácido fixo, permanece no sistema. De modo análogo, nitratos podem liberar ácido nítrico e fluoretos podem liberar ácido fluorídrico em presença de um ácido fixo apropriado:



Os ácidos mais usuais dessa classificação descritiva são os **ácidos voláteis**, como HCl , HBr , HI , HNO_3 , HF e H_2S , e os **ácidos fixos**, como H_2SO_4 , H_3PO_4 e H_3BO_3 . A distinção é particularmente útil em preparações e em interpretações de reações de deslocamento de ácidos.

ÁCIDO FORTE NÃO É, NECESSARIAMENTE, ÁCIDO VOLÁTIL

A força ácida e a volatilidade são propriedades diferentes. HCl e HNO_3 são fortes e voláteis; H_2SO_4 é forte, mas fixo. Já HF é relativamente fraco em água, mas volátil.

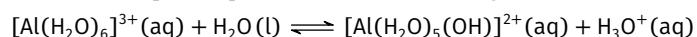
Em Química Inorgânica, o que interessa não é memorizar uma lista extensa de ácidos fortes, fracos, voláteis ou fixos, mas reconhecer tendências. Nos hidrácidos, a força depende fortemente da

ligação com o hidrogênio e da estabilidade do ânion. Nos oxoácidos, ela depende da estrutura do grupo oxigenado e da estabilização da base conjugada. A volatilidade, por sua vez, é uma propriedade física que se torna quimicamente importante em muitas transformações descritivas.

A força de um ácido inorgânico é uma propriedade estrutural; a volatilidade é uma propriedade física. Em Química Inorgânica descritiva, ambas são importantes, mas não devem ser confundidas.

1J.1d A acidez dos cátions metálicos e o anfoterismo

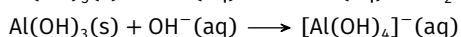
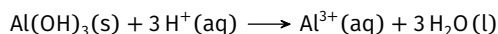
A acidez em solução aquosa não é exclusiva de moléculas como HCl, HNO₃ ou H₂SO₄. Muitos cátions metálicos hidratados também podem contribuir para a acidez da solução. Quando um cátion pequeno e com alta carga se encontra em água, ele polariza fortemente as moléculas de água ligadas em sua esfera de hidratação. Essa polarização enfraquece as ligações O–H e facilita a transferência de um próton para outra molécula de água:



Essa reação mostra que a solução de um sal de alumínio pode ser ácida mesmo sem conter uma molécula de ácido molecular no sentido mais simples do termo.

A tendência é clara: quanto maior a carga do cátion e quanto menor o seu raio, maior é sua densidade de carga e mais intensa é a polarização das moléculas de água coordenadas. Por isso, cátions como Al³⁺ e Fe³⁺ acidificam a água mais fortemente do que cátions como Na⁺ ou K⁺, cuja carga é menor e cujo efeito polarizante é muito mais fraco. O mesmo raciocínio se aplica, em graus diferentes, a espécies como Be²⁺, Cr³⁺ e Sn⁴⁺, que também exibem forte poder polarizante.

Esse mesmo equilíbrio entre caráter metálico e não metálico aparece no anfoterismo de hidróxidos e óxidos. Uma espécie anfótera reage tanto com ácidos quanto com bases fortes. O hidróxido de alumínio é o exemplo mais conhecido:



Na primeira reação, Al(OH)₃ atua como base. Na segunda, atua como ácido em relação à base forte, originando um hidroxocomplexo. O mesmo padrão aparece no hidróxido de zinco, Zn(OH)₂ e no hidróxido de berílio, Be(OH)₂.

A DENSIDADE DE CARGA IMPORTA

A força polarizante de um cátion aumenta quando sua carga aumenta e seu raio diminui. Cátions pequenos e muito carregados acidificam a água com mais facilidade e favorecem o aparecimento de espécies anfóteras porque tornam as ligações com o oxigênio menos puramente iônicas.

O anfoterismo é mais bem entendido como um comportamento intermediário. Uma espécie não é suficientemente metálica para agir apenas como base, nem suficientemente não metálica para agir apenas como ácido. Por isso, substâncias como BeO, Al₂O₃, ZnO, SnO₂, Be(OH)₂, Al(OH)₃ e Zn(OH)₂ ocupam uma posição central na Química Inorgânica descritiva: elas mostram que a classificação ácido-base, embora muito útil, precisa ser lida à luz da estrutura e da posição periódica.

A acidez de muitos cátions metálicos e o anfoterismo de óxidos e hidróxidos têm a mesma origem geral: alta densidade de carga, forte polarização das ligações com o oxigênio e posição intermediária entre o caráter fortemente metálico e o fortemente não metálico.

1J.2 A nomenclatura dos ácidos e bases

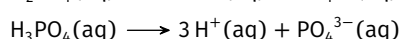
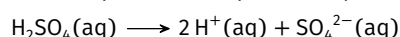
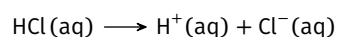
A nomenclatura é mais fácil de aprender quando acompanha a classificação química. Antes de atribuir nomes às substâncias, convém reconhecer a que classe elas pertencem e que padrão de composição exibem. Nos ácidos, a primeira distinção é entre compostos que não contêm oxigênio e compostos que contêm oxigênio. Nas bases, a maior parte das espécies importantes é formada por hidróxidos. Essa organização simples permite que o nome deixe de ser uma etiqueta isolada e passe a refletir um padrão químico.

1J.2a A classificação dos ácidos e das bases

A nomenclatura torna-se mais clara quando é precedida por uma classificação simples. Os ácidos e as bases podem ser agrupados segundo critérios diferentes, e cada critério destaca um aspecto particular de sua composição ou de seu comportamento. No caso dos ácidos, os critérios mais úteis neste início de estudo são a presença ou ausência de oxigênio, o número de hidrogênios ionizáveis, a força ácida e a volatilidade. No caso das bases, os critérios mais úteis são a presença do grupo OH[−], o número de hidroxilas, a força e a solubilidade em água.

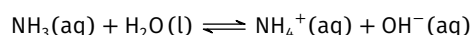
Os ácidos inorgânicos se dividem, em primeiro lugar, em **hidrácidos** e **oxoácidos**. Os hidrácidos não contêm oxigênio na fórmula, como HCl, HBr e H₂S. Os oxoácidos contêm oxigênio, como HNO₃, H₂SO₄ e H₃PO₄. Essa distinção é a mais importante para a nomenclatura, porque ela determina imediatamente qual regra de nomeação será usada.

Os ácidos também podem ser classificados de acordo com o número de hidrogênios ionizáveis. Um **monoácido** fornece um único próton por molécula, como HCl e HNO₃. Um **diácido** pode fornecer dois prótons, como H₂SO₄ e H₂CO₃. Um **triácido** pode fornecer três, como H₃PO₄, e um **tetrácido** pode fornecer quatro, como H₄P₂O₇. Essa classificação é importante porque antecipa o número de etapas de neutralização e ajuda a reconhecer a formação possível de sais ácidos:



A escrita acima resume apenas a capacidade total de ionização dessas espécies; ela não implica que todas as etapas ocorram com a mesma facilidade.

As bases são classificadas, em primeiro lugar, pela presença do grupo hidroxila. Neste nível, a maior parte das bases inorgânicas importantes é tratada como um **hidróxido**, isto é, um composto que contém o grupo OH[−] ligado a um cátion. O hidróxido de sódio, NaOH, o hidróxido de cálcio, Ca(OH)₂, e o hidróxido de alumínio, Al(OH)₃, são exemplos típicos. A amônia, NH₃, também é uma base, mas não é um hidróxido, porque não contém o grupo OH[−] em sua fórmula:



Por isso, a classificação química de uma substância e a sua classe estrutural não devem ser confundidas. Uma espécie pode ter comportamento básico sem pertencer à classe dos hidróxidos.

Os hidróxidos podem ainda ser classificados de acordo com o número de grupos OH[−] presentes na fórmula. Um composto como NaOH é uma **monobase**. Ca(OH)₂ é uma **dibase**. Al(OH)₃ é uma **tribase**. Esse critério é o análogo, para as bases, do número de hidrogênios ionizáveis nos ácidos, e ajuda a prever a proporção em que a base reage em neutralizações.

Os ácidos e as bases podem ser classificados segundo mais de um critério. Em ácidos, os critérios centrais são presença de oxigênio, número de hidrogênios ionizáveis, força e volatilidade; em bases, os critérios centrais são presença de hidroxila, número de grupos OH^- , força e solubilidade.

1J.2b Os nomes dos hidrácidos e dos oxoácidos

Os **hidrácidos** seguem a regra mais simples de toda a nomenclatura desta seção. Como não contêm oxigênio, o nome é formado por:

ácido + radical do elemento + ídrico

Essa regularidade permite passar com facilidade da fórmula ao nome e do nome à fórmula.

Fórmula	Elemento	NOX	Nome
HF	F	-1	ácido fluorídrico
HCl	Cl	-1	ácido clorídrico
HBr	Br	-1	ácido bromídrico
HI	I	-1	ácido iodídrico
H ₂ S	S	-2	ácido sulfídrico
HCN	C	+2	ácido cianídrico

Nos **oxoácidos**, a nomenclatura precisa distinguir séries de compostos de um mesmo elemento. Aqui o NOX do elemento central é especialmente útil, porque ele acompanha a variação do número de oxigênios e ajuda a revelar a ordem dos nomes. Quando um elemento forma apenas um oxoácido importante, usa-se, em geral, a terminação **-ico**, como em H₂CO₃, ácido carbônico, e H₃BO₃, ácido bórico. Quando forma dois oxoácidos principais, usa-se o par **-oso** e **-ico**, reservando **-oso** para o composto em que o elemento central está no menor NOX da dupla, e **-ico** para o composto em que ele está no maior NOX da dupla.

Fórmula	Elemento	NOX	Nome
HNO ₂	N	+3	ácido nitroso
HNO ₃	N	+5	ácido nítrico
H ₂ SO ₃	S	+4	ácido sulfuroso
H ₂ SO ₄	S	+6	ácido sulfúrico
H ₃ PO ₃	P	+3	ácido fosforoso
H ₃ PO ₄	P	+5	ácido fosfórico

Quando o elemento forma três ou quatro oxoácidos, entram os prefixos **hipo-** e **per-**. A melhor maneira de apresentar essa série não é por uma desigualdade escrita em linha, mas como uma ordem de nomenclatura associada ao NOX crescente do elemento central.

Posição	Padrão do nome	NOX
1	hipo- ... -oso	menor NOX
2	... -oso	NOX intermediário menor
3	... -ico	NOX intermediário maior
4	per- ... -ico	maior NOX

A série dos oxoácidos do cloro é o exemplo mais importante porque mostra os quatro nomes com clareza:

Fórmula	NOX	Nome
HClO	+1	ácido hipocloroso
HClO ₂	+3	ácido cloroso
HClO ₃	+5	ácido clórico
HClO ₄	+7	ácido perclórico

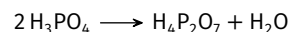
A regularidade dessa série é mais importante do que a memorização dos nomes isoladamente. O aluno deve aprender a ler a progressão: à medida que o NOX do elemento central aumenta, o nome avança de **hipo-...-oso** para **...-oso**, depois para **...-ico**, e finalmente para **per-...-ico**.

ATENÇÃO

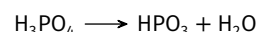
As terminações **-oso** e **-ico** e os prefixos **hipo-** e **per-** não são adornos do nome. Eles indicam a posição do ácido em uma série de compostos de um mesmo elemento central e, em geral, acompanham a variação do NOX desse elemento.

Também convém notar que alguns grupos de oxoácidos usam prefixos que não indicam mudança de NOX, mas diferença de hidratação. O caso mais importante é o dos ácidos do fósforo. Nessa família, os nomes **orto-**, **piro-** e **meta-** não descrevem diferentes estados de oxidação do fósforo; eles distinguem fórmulas relacionadas entre si pela adição ou pela remoção de água. O NOX do fósforo permanece o mesmo em todos esses casos, mas o grau de condensação da estrutura se altera.

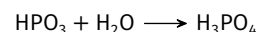
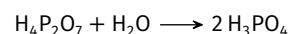
O ácido ortofosfórico, H₃PO₄, pode ser tomado como a forma mais hidratada. A remoção de uma molécula de água de duas moléculas de ácido ortofosfórico conduz ao ácido pirofosfórico:



Se, em vez disso, a desidratação for levada mais adiante, forma-se o ácido metafosfórico:

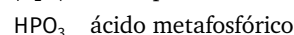
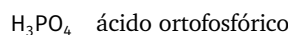


Essas relações também podem ser lidas no sentido inverso, como hidratação:



O ponto importante é que essas transformações envolvem ganho ou perda de água, e não oxidação ou redução do fósforo. Por isso, os prefixos **orto-**, **piro-** e **meta-** devem ser entendidos como marcas de hidratação e condensação estrutural, não como indicadores de NOX diferente.

Pode-se, então, resumir essa família assim:



Nesse conjunto, o nome informa como a fórmula se relaciona com a água: **orto-** indica a forma mais hidratada, **piro-** indica a forma obtida por condensação de duas unidades com perda de água, e **meta-** indica uma forma mais desidratada.

Nos hidrácidos, usa-se o padrão ácido ...ídrico. Nos oxoácidos, o nome acompanha a série do elemento central e, em geral, a variação do seu NOX.

1J.2c Como nomear um ácido a partir da fórmula

Diante da fórmula de um ácido, a leitura deve seguir uma ordem fixa. Primeiro, verifica-se se a fórmula contém oxigênio. Se não contiver, trata-se de um hidrácido. Se contiver, trata-se de um oxoácido. Em seguida, identifica-se o elemento central e, se necessário, a posição do composto na série correspondente.

O processo pode ser expresso em três perguntas sucessivas. A fórmula contém oxigênio? Qual é o elemento central? Em que ponto da série esse elemento aparece? A resposta a essas três perguntas costuma bastar para determinar o nome correto.

Por exemplo, em HBr não há oxigênio, portanto a substância é um hidrácido. O elemento ligado ao hidrogênio é o bromo, e o nome é **ácido bromídrico**. Em H_2SO_4 há oxigênio, logo a substância é um oxoácido. O elemento central é o enxofre, e o NOX do enxofre é +6, o maior da dupla $\text{H}_2\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$; o nome, portanto, é **ácido sulfúrico**. Em HClO_2 , o cloro está em NOX +3, correspondente ao segundo membro da série dos oxoácidos do cloro; o nome é **ácido cloroso**.

O caminho inverso, do nome para a fórmula, segue a mesma lógica em sentido contrário. O nome **ácido iodídrico** aponta para um hidrácido de iodo, isto é, HI. O nome **ácido nítrico** aponta para um oxoácido de nitrogênio na forma mais oxidada da dupla usual, isto é, HNO_3 . O nome **ácido hipocloroso** aponta para o membro menos oxidado da série do cloro, isto é, HClO .

A leitura correta da fórmula de um ácido depende de uma sequência simples: identificar a presença de oxigênio, reconhecer o elemento central e situar a substância na série correspondente.

1J.2d Os nomes das bases e dos hidróxidos

Na nomenclatura escolar da Química Inorgânica, as bases mais importantes são apresentadas como **hidróxidos**. O padrão geral é direto:

hidróxido de + nome do cátion

Essa simplicidade explica por que a nomenclatura das bases é, em geral, mais regular do que a dos ácidos. A principal atenção recai sobre o cátion. Quando ele apresenta uma única carga importante, o nome é imediato. Quando pode apresentar mais de um número de oxidação, convém explicitar esse número no nome.

Os exemplos mais simples são os hidróxidos de cátions de carga fixa:

Fórmula	Cátion	NOX	Nome
NaOH	Na^+	+1	hidróxido de sódio
KOH	K^+	+1	hidróxido de potássio
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Ca^{2+}	+2	hidróxido de cálcio
$\text{Al}(\text{OH})_3$	Al^{3+}	+3	hidróxido de alumínio

Quando o metal pode formar mais de um cátion importante, a forma mais clara de nomeação é a **nomenclatura de Stock**, em que o número de oxidação aparece em algarismos romanos:

hidróxido de + nome do metal + (NOX)

Os hidróxidos do ferro ilustram bem essa regra:

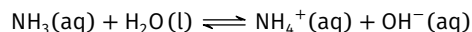
$\text{Fe}(\text{OH})_2$ hidróxido de ferro(II)

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ hidróxido de ferro(III)

A própria fórmula mostra o NOX do cátion, porque cada grupo OH^- contribui com carga -1. Assim, em $\text{Fe}(\text{OH})_2$, o ferro deve estar em NOX +2; em $\text{Fe}(\text{OH})_3$, em NOX +3.

Fórmula	Metal	NOX	Nome
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Fe	+2	hidróxido de ferro(II)
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Fe	+3	hidróxido de ferro(III)
$\text{Sn}(\text{OH})_2$	Sn	+2	hidróxido de estanho(II)
$\text{Sn}(\text{OH})_4$	Sn	+4	hidróxido de estanho(IV)

A amônia exige um comentário separado. Ela é uma base, mas não é um hidróxido:



Seu nome é simplesmente **amônia**, e o íon NH_4^+ é o **íon amônio**. Como a fórmula da amônia não contém o grupo OH^- , ela não entra na nomenclatura dos hidróxidos. Essa distinção deve ser estabelecida desde cedo, porque a propriedade básica de uma substância e sua classe estrutural não são a mesma coisa.

ATENÇÃO

Nem toda base é um hidróxido. A amônia é uma base de Brønsted, mas sua nomenclatura não segue o padrão dos hidróxidos porque a fórmula NH_3 não contém o grupo OH^- .

A nomenclatura das bases é, em geral, a nomenclatura dos hidróxidos. O nome depende do cátion e, quando necessário, do seu NOX. A propriedade básica da substância não deve ser confundida com a sua classe estrutural.

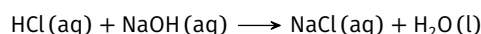
1J.3 As reações ácido-base

As reações ácido-base organizam grande parte da Química Inorgânica porque conectam diretamente a estrutura das espécies às suas transformações mais características. Um ácido pode transferir um próton a uma base, mas essa descrição, embora fundamental, não esgota a riqueza dessas reações. Em sistemas inorgânicos, a transferência de prótons se desdobra na formação de sais, no aparecimento de espécies polipróticas relacionadas entre si e na conversão de óxidos moleculares em oxoácidos. Essas transformações devem ser entendidas como partes de um mesmo quadro: o próton muda de ambiente, a espécie química muda de identidade, e essa mudança torna visível a relação entre composição, nome e reatividade.

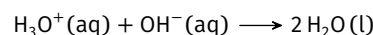
1J.3a Neutralização e formação de sais

A neutralização é a reação mais característica entre um ácido e uma base. Em sua forma mais simples, ela pode ser vista como a combinação entre H^+ e OH^- para formar água. Entretanto, em Química Inorgânica, o aspecto mais importante da neutralização não é apenas a formação de água, mas também a formação de um sal. A água remove do sistema o próton do ácido e o grupo hidróxido da base, enquanto o cátion da base e o ânion do ácido permanecem associados no produto salino.

No caso mais simples, um ácido monoprótico reage com uma base monobásica:

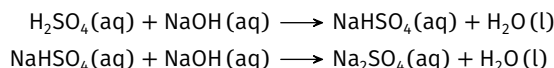


A equação iônica essencial é:



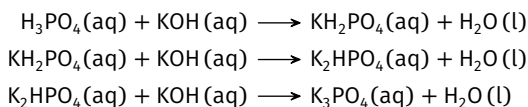
mas, para a Química Inorgânica descritiva, a equação molecular é mais informativa porque deixa explícita a formação do sal NaCl.

Quando o ácido possui mais de um hidrogênio ionizável, a neutralização pode ocorrer em etapas. O ácido sulfúrico ilustra bem esse ponto:



A primeira etapa produz um **hidrogenossal**, NaHSO_4 , porque ainda resta um hidrogênio ionizável na espécie derivada do ácido. A segunda etapa conduz ao sal normal, Na_2SO_4 .

O mesmo padrão aparece em ácidos tripróticos, como o ácido fosfórico:



Essas equações mostram que a neutralização não precisa ser pensada como um evento único. Em muitos casos, ela é uma sequência ordenada de substituições do hidrogênio ácido por um cátion proveniente da base.

NEUTRALIZAÇÃO PARCIAL

Quando uma base não remove todos os prótons ionizáveis do ácido, a reação produz um sal ácido. Quando todos os prótons ionizáveis são substituídos, o produto é o sal normal.

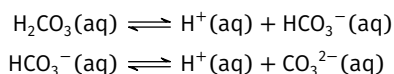
É útil insistir nesse ponto porque ele conecta diretamente ácido-base e nomenclatura. O nome do sal formado depende do grau de neutralização atingido. A neutralização, portanto, não é apenas um tipo de reação; ela é também uma das origens mais naturais das famílias de sais estudadas em Química Inorgânica.

A neutralização entre ácidos e bases produz água e, em geral, um sal. Em ácidos polipróticos, esse processo pode ocorrer em etapas, dando origem a hidrogenossais antes da formação do sal normal.

1J.3b Espécies polipróticas e sais ácidos

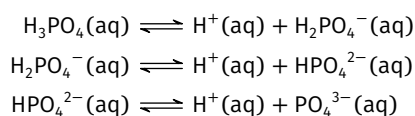
Um ácido poliprótico pode doar mais de um próton por molécula, mas essa doação não ocorre, em geral, de uma só vez. Em vez disso, a espécie passa por uma sequência de desprotonações, e cada etapa gera uma nova espécie química. Essa família de espécies relacionadas é especialmente importante em Química Inorgânica porque aparece em sistemas naturais, em sais e em muitas reações de neutralização.

O sistema do ácido carbônico é o exemplo mais simples:



A primeira desprotonação gera o íon hidrogenocarbonato, HCO_3^- , e a segunda gera o íon carbonato, CO_3^{2-} . Essas três espécies, H_2CO_3 , HCO_3^- e CO_3^{2-} , formam uma família química, não uma coleção de compostos independentes. Cada uma surge naturalmente da anterior por perda de um próton.

O mesmo raciocínio vale para o ácido fosfórico:



A sequência das fórmulas acompanha diretamente a substituição sucessiva dos hidrogênios ionizáveis. Isso explica por que as neutralizações parciais de H_3PO_4 conduzem a sais como KH_2PO_4 e K_2HPO_4 antes de produzir o fosfato normal, K_3PO_4 .

O ponto importante é que essas espécies intermediárias não são curiosidades marginais. Elas são participantes naturais de sistemas ácido-base e aparecem com frequência em sais reais, em soluções aquosas e em problemas de reatividade. A expressão **sal ácido** deve ser entendida nesse sentido estrutural: a espécie derivada do ácido ainda conserva hidrogênio ionizável. Isso não significa, por si só, que a solução desse sal seja necessariamente “ácida” em qualquer contexto.

ATENÇÃO

Um **sal ácido** é um composto cuja fórmula ainda conserva hidrogênio ionizável derivado do ácido de origem. Essa classificação é estrutural e não deve ser confundida automaticamente com o efeito do sal sobre o pH da solução.

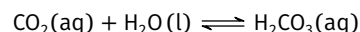
A utilidade das espécies polipróticas vai além da neutralização. Elas permitem acompanhar a química de famílias inteiras de compostos, como carbonatos e fosfatos, e fazem a ponte entre ácidos, ânions e sais. A Química Inorgânica torna-se muito mais coerente quando essas espécies são vistas como membros sucessivos de uma mesma série.

Ácidos polipróticos originam famílias de espécies relacionadas por desprotonação sucessiva. Essas espécies aparecem naturalmente em soluções e em sais, e a sua sequência deve ser entendida como uma progressão química ordenada.

1J.3c Óxidos moleculares e formação de oxoácidos

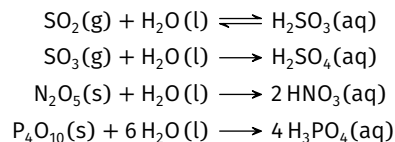
Muitos óxidos de não metais exibem comportamento ácido, mas não porque já sejam ácidos de Arrhenius por si mesmos. Seu papel ácido se revela quando reagem com água para formar oxoácidos. Essa transformação é uma das conexões mais importantes entre a química dos óxidos e a química ácido-base.

O dióxido de carbono é o exemplo mais familiar:



A espécie formada, H_2CO_3 , é o ácido carbônico. O dióxido de carbono, portanto, não é chamado ácido carbônico; ele é o óxido correspondente, e sua reação com água produz o ácido. Essa distinção é essencial para manter clara a diferença entre óxido molecular e oxoácido.

O mesmo padrão aparece em outros óxidos moleculares importantes:



Essas equações mostram que a relação entre um oxoácido e seu óxido correspondente é sistemática. O óxido pode ser visto como o anidrido do ácido, isto é, a espécie que, ao reagir com água, conduz ao ácido correspondente.

Essa ideia pode ser usada em ambas as direções. A partir do óxido, pode-se prever o ácido; a partir do ácido, pode-se reconhecer o óxido molecular relacionado. Assim, SO_3 corresponde ao ácido sulfúrico, SO_2 ao ácido sulfuroso, N_2O_5 ao ácido nítrico e P_4O_{10} ao ácido fosfórico.

É importante não exagerar a generalização. Nem todo óxido molecular reage com água com a mesma facilidade, e nem todo óxido ácido é igualmente estável ou facilmente isolável em solução. O que importa, neste momento, é reconhecer o padrão estrutural e químico: certos óxidos de não metais atuam como precursores diretos de oxoácidos.

DO ÓXIDO AO ÁCIDO

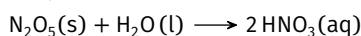
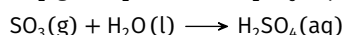
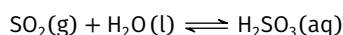
Em muitos casos, o modo mais eficiente de reconhecer um oxoácido é identificar o óxido molecular correspondente. A relação entre SO_3 e H_2SO_4 , entre N_2O_5 e HNO_3 , e entre P_4O_{10} e H_3PO_4 é particularmente importante.

A ligação entre óxidos moleculares e oxoácidos reforça uma ideia central da Química Inorgânica: a reatividade segue padrões estruturais. O comportamento ácido de uma espécie pode ser revelado não apenas pela presença de hidrogênios ionizáveis, mas também pela capacidade de gerar tais espécies ao reagir com a água.

Muitos óxidos moleculares de não metais são precursores diretos de oxoácidos. Eles não devem ser confundidos com os próprios ácidos, mas reconhecidos como espécies relacionadas a eles por hidratação.

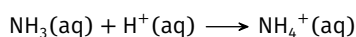
1J.3d Alguns contextos importantes

As reações ácido-base inorgânicas aparecem em contextos muito diversos, e alguns deles merecem ser destacados desde cedo porque tornam visível a relevância das espécies estudadas. A chuva ácida é um dos exemplos mais claros. Óxidos como SO_2 , SO_3 e vários óxidos de nitrogênio podem reagir com a água atmosférica e dar origem a ácidos:



A acidez da chuva não decorre de um único composto, mas de um conjunto de transformações que convertem óxidos atmosféricos em oxoácidos.

A digestão é outro exemplo importante. O ácido clorídrico, HCl , está presente no suco gástrico e contribui para a digestão química dos alimentos. Em outro contexto, sais de amônio e amônia participam de processos ligados a fertilizantes e ao ciclo do nitrogênio:



Essa protonação é uma reação ácido-base simples, mas suas consequências se estendem a sistemas agrícolas e ambientais inteiros.

Bases fortes como NaOH e KOH aparecem em produtos de limpeza e em processos industriais porque reagem com eficiência com muitas espécies ácidas e com materiais orgânicos suscetíveis à hidrólise básica. Em todos esses casos, a classificação química das espécies fornece uma linguagem compacta e muito eficaz para interpretar fenômenos reais.

O valor dessas aplicações não está em acrescentar exemplos isolados ao fim da teoria, mas em mostrar que as espécies discutidas na seção anterior realmente aparecem em sistemas concretos. As reações ácido-base não são uma linguagem restrita ao laboratório; elas organizam fenômenos atmosféricos, biológicos, industriais e domésticos.

As reações ácido-base em Química Inorgânica aparecem em contextos naturais e tecnológicos muito variados. A mesma linguagem usada para descrever neutralizações e oxoácidos permite interpretar chuva ácida, digestão, fertilizantes e processos industriais.

Nível 1

1J.01

Assinale a opção que apresenta um hidrácido.

- A HOCN B HCN C HNO_3 D H_3BO_3 E CH_3CHO

1J.02

Assinale a opção que apresenta um oxiácido.

- A HSCN B CH_3CHO C HCN
D HN_3 E CH_3COOH

1J.03

Todas as opções a seguir apresentam diácidos, exceto:

- A H_2SO_4 B H_2SO_3 C $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ D H_3PO_2 E $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$

1J.04

Todas as opções a seguir apresentam triácidos, exceto:

- A H_3PO_3 B H_3BO_3
C H_3PO_4 D H_3AsO_3
E 1,3,5-triidroxibenzeno

1J.05

Qual dos seguintes hidrácidos é o menos volátil?

- A HF B HCl C HBr D HI E H_2S

1J.06

Qual dos seguintes ácidos é o mais volátil?

- A HF B HCl C HBr D HI E H_2S

1J.07

Qual dos seguintes oxiácidos é classificado como líquido e volátil?

- A H_2SO_4 B HNO_3 C H_3PO_4 D H_3BO_3 E HClO_4

1J.08

Qual dos seguintes ácidos é classificado como líquido e fixo, sendo o mais fixo de todos?

- A H_2SO_4 B HNO_3 C H_3PO_4 D H_3BO_3 E HClO_4

1J.09

Sobre a força de hidrácidos, assinale aquele com menor grau de ionização em água:

- A H_2S B H_2Se C H_2Te D HF E HCl

1J.10

Assinale a opção com o hidrácido **mais forte em água**:

- A HCN
- B H_2S
- C H_2Se
- D H_2Te
- E Todos apresentam a mesma força

1J.11

Assinale a opção com o ácido **mais forte em água**:

- A HF
- B HCl
- C HBr
- D HI
- E Os 3 últimos apresentam a mesma força

1J.12

Em um solvente diferenciador para ácidos, como ácido acético glacial puro, assinale o ácido **mais forte**:

- A H_2S
- B HCl
- C HBr
- D HI
- E HF

1J.13

Assinale, das alternativas a seguir, o ácido **mais fraco**:

- A H_2SO_3
- B HNO_2
- C H_3PO_2
- D HClO_2
- E HBrO_4

1J.14

Qual dos seguintes ácidos de Arrhenius é o **mais forte**?

- A H_3BO_3
- B HClO
- C HBrO
- D HClO_2
- E HBrO_2

1J.15

Comparando as forças de ácidos orgânicos de Arrhenius, assinale aquele que é o **mais fraco**:

- A ácido propanoico
- B ácido acrílico
- C ácido benzoico
- D ácido benzenossulfônico
- E ácido metanossulfônico

1J.16

Comparando a força de ácidos orgânicos de Arrhenius, assinale aquele que é o **mais forte**:

- A ácido propanoico
- B ácido oxálico
- C ácido acrílico
- D ácido metanossulfônico
- E ácido benzoico

1J.17

Com relação a nomenclaturas e fórmulas de ácidos, as fórmulas para os ácidos cianídrico, isocianídrico e hidrazoico são, respectivamente:

- A HNC, HCN, HOCN
- B HCN, HNC, HSCN
- C HCN, HNC, HN_3
- D HNC, HCN, HOCN
- E HCN, HOCN, HN_3

1J.18

A fórmula dos ácidos selenídrico, selênico e pirosselênico são, respectivamente:

- A H_2Se , H_2SeO_3 , $\text{H}_2\text{Se}_2\text{O}_5$
- B H_2Se , H_2SeO_4 , $\text{H}_2\text{Se}_2\text{O}_7$
- C H_2SeO_3 , H_2SeO_4 , $\text{H}_2\text{Se}_2\text{O}_7$
- D H_2Se , H_2SeO_3 , $\text{H}_2\text{Se}_2\text{O}_8$
- E H_2SeO_3 , H_2SeO_4 , H_2SeO_5

1J.19

A fórmula dos ácidos bromoso, periódico e hipofluoroso são, respectivamente:

- A HBrO, HIO_3 , HFO_2
- B HBrO_2 , HIO_4 , HFO
- C HBrO, HIO_4 , HFO_2
- D HBrO, HIO_2 , HFO
- E HBrO_2 , HIO_4 , HF

1J.20

A fórmula dos ácidos cianico, tiocianico e isocianico são, respectivamente:

- A HCN, HOCN, HCNO
- B HSCN, HOCN, HNCO
- C HOCN, HSCN, HNCO
- D HCN, HSCN, HONC
- E HOCN, HSCN, HCNO

1J.21

Os ácidos permangânico, mangânico, crômico e dicrômico apresentam fórmulas, respectivamente:

- A HMnO_4 , HMnO_3 , H_2CrO_3 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_5$
- B HMnO_4 , HMnO_2 , H_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- C HMnO_3 , HMnO_2 , H_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- D HMnO_4 , H_2MnO_4 , H_2CrO_3 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_5$
- E HMnO_4 , H_2MnO_4 , H_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

1J.22

Pode-se afirmar que o ácido pirofosfórico apresenta, em sua estrutura, um total de ligações covalentes igual a:

- A 10
- B 13
- C 14
- D 16
- E 18

1J.23

Quantas ligações sigma apresenta o ácido perclórico em sua estrutura?

- A 4
- B 5
- C 6
- D 7
- E 8

1J.24

Qual dos seguintes ácidos apresenta átomos de oxigênio sem estar no seu mínimo estado de oxidação?

- A** $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$ **B** H_4SiO_4 **C** H_2CO_3 **D** HCNO **E** H_2SO_5

1J.25

Qual dos seguintes ácidos de Arrhenius não existe?

- A** metabórico **B** metassilícico **C** metacrômico
D pirofosforoso **E** piromangânico

1J.26

Assinale a opção do ácido de Arrhenius conhecido como **ácido muriático**, pois pode ser produzido em laboratório a partir da reação de sal de cozinha com óleo de vitríolo:

- A** HF **B** HCl **C** HNO_3 **D** H_2SO_4 **E** H_3PO_4

1J.27

Qual dos seguintes ácidos é conhecido como **óleo de vitríolo**, devido à consistência oleosa da sua forma concentrada, e é o composto inorgânico mais produzido no mundo?

- A** HF **B** HCl **C** HNO_3 **D** H_2SO_4 **E** H_3PO_4

1J.28

Dos ácidos a seguir, qual deles não pode ser armazenado em frascos de vidro, pois reage com a sílica presente no mesmo?

- A** HF **B** HCl **C** HNO_3 **D** H_2SO_4 **E** H_3PO_4

1J.29

O ácido que é produzido pelo processo de Ostwald, usado na fabricação de explosivos, e cuja venda é controlada pelas forças armadas é:

- A** HF **B** HCl **C** HNO_3 **D** H_2SO_4 **E** H_3PO_4

1J.30

Qual dos seguintes ácidos é usado na fabricação de ração animal e fertilizantes?

- A** HF **B** HCl **C** HNO_3 **D** H_2SO_4 **E** H_3PO_4

1J.31

Os ácidos H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_3PO_2 e $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$ são classificados, quanto ao número de hidrogênios ionizáveis, como:

- A** diácido, diácido, monoácido, tetrácido
B diácido, triácido, monoácido, diácido
C diácido, triácido, diácido, tetrácido
D diácido, diácido, monoácido, tetrácido
E monoácido, triácido, diácido, diácido

1J.32

O ácido H_2SO_5 é instável e obtido na síntese do $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Os nomes corretos desses ácidos são, respectivamente:

- A** perssulfúrico e pirossulfúrico
B metassulfúrico e perssulfúrico
C perssulfúrico e peroxossulfúrico
D peroxomonossulfúrico e peroxodissulfúrico
E peroxossulfúrico e perssulfúrico

1J.33

Considere as seguintes afirmações sobre ácidos e bases:

- I. O ácido mangânico e o ácido permangânico apresentam fórmulas HMnO_3 e HMnO_4 , respectivamente.
II. O ácido metassulfúrico apresenta apenas 1 hidrogênio ionizável.
III. O ácido oxálico e o ácido acético são ambos classificados como monoácidos.

Está(ão) correta(s):

- A** nenhuma **B** apenas I **C** apenas III
D apenas I e III **E** I, II e III

1J.34

Considere as seguintes comparações com relação à força de ácidos em meio aquoso:

- I. $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{Te}$. II. $\text{HFO} < \text{HClO} < \text{HBrO}$.
III. $\text{HF} < \text{HCl} \approx \text{HBr}$.

Está(ão) correta(s) as comparações em:

- A** apenas I **B** apenas II **C** apenas I e III
D apenas II **E** I, II e III

1J.35

A nomenclatura oficial para os ácidos $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$ e $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ são, respectivamente:

- A** pirossulfuroso, ditiônico, pirossulfúrico
B ditionoso, ditiônico, pirossulfuroso
C ditionoso, pirossulfuroso, pirossulfúrico
D pirossulfuroso, ditiônico, peroxodissulfúrico
E ditionoso, pirossulfuroso, peroxodissulfúrico

1J.36

Sobre o ácido fluorídrico, analise as seguintes afirmativas:

- I. É classificado como monoácido, hidrácido, moderado e volátil.
- II. É produzido a partir da reação da fluorita, CaF_2 , com ácidos.
- III. Não pode ser armazenado em recipientes de vidro, pois reage com a sílica presente, sendo recomendado o uso de recipientes plásticos, como PEBD.

Está(ão) correta(s):

- A** apenas I **B** apenas II **C** apenas I e III
D apenas II **E** I, II e III

1J.37

Assinale a opção em que a base apresentada não existe:

- A** LiOH **B** KOH **C** BaOH **D** $\text{Be}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.38

Todas as bases a seguir são classificadas como bases de Arrhenius insolúveis, **EXCETO**:

- A** CuOH **B** $\text{Fe}(\text{OH})_3$ **C** $\text{Be}(\text{OH})_2$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** LiOH

1J.39

Qual das seguintes bases apresenta **maior solubilidade molar em água**?

- A** $\text{Be}(\text{OH})_2$ **B** $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Sr}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Ba}(\text{OH})_2$

1J.40

Pode-se afirmar que, das bases de metais alcalino-terrosos do grupo 2, aquela com **menor solubilidade molar em água** é:

- A** $\text{Be}(\text{OH})_2$ **B** $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Sr}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Ba}(\text{OH})_2$

1J.41

Qual das seguintes bases é a única base inorgânica fraca e solúvel?

- A** NaOH **B** KOH **C** LiOH **D** NH_4OH **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.42

Qual das bases a seguir é classificada como fraca, pois nem tudo o que dissolve ioniza ou dissocia completamente?

- A** NaOH **B** KOH **C** $\text{Mg}(\text{OH})_2$
D $\text{Al}(\text{OH})_3$ **E** CH_3NH_2

1J.43

Assinale a alternativa que apresenta a base mais **forte**:

- A** NaOH
B LiOH
C $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Fe}(\text{OH})_3$
E Todas as bases são igualmente fortes

1J.44

Assinale a alternativa que apresenta a base molecular mais **forte**:

- A** NH_3 **B** CH_3NH_2 **C** PhNH_2
D CH_3NHCH_3 **E** $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

1J.45

A nomenclatura das bases NH_4OH e $\text{Au}(\text{OH})_3$ são:

- A** hidróxido de amônio e hidróxido de ouro
B hidróxido de amônia e hidróxido auroso
C hidróxido de amônio e hidróxido áurico
D hidróxido de amônia e hidróxido auroso
E hidróxido de amônio e hidróxido auroso

1J.46

A fórmula do hidróxido cuproso e do hidróxido férrico são, respectivamente:

- A** $\text{Cu}(\text{OH})_2$ e $\text{Fe}(\text{OH})_2$ **B** CuOH e $\text{Fe}(\text{OH})_2$
C $\text{Cu}(\text{OH})_2$ e $\text{Fe}(\text{OH})_3$ **D** CuOH e $\text{Fe}(\text{OH})_3$
E $\text{Cu}(\text{OH})_3$ e $\text{Fe}(\text{OH})_4$

1J.47

O hidróxido estanoso e o hidróxido estânico apresentam as fórmulas moleculares ... e ..., pois o estanho apresenta um efeito conhecido como

Completando as lacunas corretamente, tem-se:

- A** SnOH, $\text{Sn}(\text{OH})_3$, efeito do par inerte
B $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_4$, efeito do par inerte
C SnOH, $\text{Sn}(\text{OH})_3$, contração lantanídica
D $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_4$, contração lantanídica
E $\text{Sn}(\text{OH})_3$, $\text{Sn}(\text{OH})_5$, efeito do par inerte

1J.48

Com relação a bases de Arrhenius, analise as afirmativas a seguir:

- I. As bases $\text{Fe}(\text{OH})_2$ e $\text{Fe}(\text{OH})_3$ são chamadas, respectivamente, de hidróxido ferroso e hidróxido férrico, sendo classificadas como bases fortes e insolúveis em água.
- II. O caráter básico de hidretos do grupo 15 da tabela periódica aumenta na ordem: $\text{NH}_3 < \text{PH}_3 < \text{AsH}_3 < \text{SbH}_3$.
- III. NaOH é produzido industrialmente como subproduto da eletrólise da salmoura, e não pode ser armazenado em vidros, devido à formação de silicatos de sódio.

Está(ão) correta(s):

- A** apenas I **B** apenas II **C** apenas I e III
D apenas II **E** I, II e III

1J.49

Qual das seguintes bases é conhecida como **soda cáustica**, sendo usada para desentupimento de canos e pias, fabricação de sabões, e é o terceiro composto inorgânico mais produzido no mundo?

- A** NaOH **B** NH_4OH **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.50

A suspensão conhecida como **leite de magnésia**, que pode ser utilizada como antiácido ou laxante, apresenta a base:

- A** NaOH **B** NH_4OH **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.51

Qual dos seguintes compostos é conhecido como **cal apagada** ou **cal extinta**, sendo produzido a partir da hidratação da cal viva?

- A** NaOH **B** NH_4OH **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.52

É utilizado como antiácido e produzido nas estações de tratamento de água por floculação a base:

- A** NaOH **B** NH_4OH **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.53

A base conhecida como **amoníaco**, sendo uma base que ioniza, e não dissocia, em água é:

- A** NaOH **B** NH_4OH **C** $\text{Ca}(\text{OH})_2$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Al}(\text{OH})_3$

1J.54

Todas as alternativas apresentam hidróxidos anfóteros, que podem ser solubilizados por ácidos fortes ou por bases fortes e solúveis, exceto:

- A** $\text{Zn}(\text{OH})_2$ **B** $\text{Be}(\text{OH})_2$ **C** $\text{Al}(\text{OH})_3$
D $\text{Mg}(\text{OH})_2$ **E** $\text{Pb}(\text{OH})_4$

Nível 2

1J.55

Esquematize o processo de obtenção do ácido sulfúrico. No seu esquema devem constar as matérias-primas utilizadas e a comparação entre os processos de contato e das câmaras de chumbo, indicando os catalisadores utilizados.

1J.56

Descreva como obter o ácido nítrico a partir dos elementos que o formam. Na sua descrição devem constar as matérias-primas, suas fontes, formas de obtenção e todas as reações envolvidas.

1J.57

A eletrólise da salmoura, NaCl em meio aquoso, é um processo industrial de grande importância para a indústria e utilizado, por exemplo, para a produção de cloro gasoso. Sobre este importante processo industrial, responda os itens a seguir:

- a. Apresente as etapas deste processo no cátodo, no ânodo e a reação global.
- b. Cite outros três compostos, além do cloro gasoso, que podem ser produzidos a partir deste processo. Dica: um deles é um ácido e o outro é uma base de Arrhenius de grande importância.
- c. Explique por que flúor gasoso não pode ser obtido pela eletrólise do fluoreto de potássio em meio aquoso e apresente o processo mais adequado para a obtenção deste gás.

1J.58

Explique de forma sucinta como ácido fosfórico pode ser preparado a partir dos elementos que o formam. Na sua descrição devem constar as matérias-primas, suas fontes, formas de obtenção e todas as reações envolvidas. Apresente ainda o principal produto gerado a partir deste ácido, bem como as reações envolvidas nesta preparação.

1J.59

Explique de forma sucinta como hidróxido de amônio pode ser preparado a partir dos elementos que o formam. Na sua descrição devem constar as matérias-primas, suas fontes, formas de obtenção e todas as reações envolvidas.

1J.60

Explique por que o hidróxido de zinco e o hidróxido de alumínio são classificados como hidróxidos anfóteros, e escreva as reações destes hidróxidos com ácido clorídrico e com soda cáustica devidamente balanceadas.

Gabarito: Nível 1

1J.01	B	1J.02	E	1J.03	D	1J.04	A	1J.05	A	1J.06	E
1J.07	B	1J.08	A	1J.09	A	1J.10	D	1J.11	E	1J.12	D
1J.13	A	1J.14	D	1J.15	A	1J.16	B	1J.17	C	1J.18	B
1J.19	B	1J.20	C	1J.21	E	1J.22	C	1J.23	B	1J.24	E
1J.25	C	1J.26	B	1J.27	D	1J.28	A	1J.29	C	1J.30	E
1J.31	B	1J.32	D	1J.33	A	1J.34	C	1J.35	A	1J.36	E
1J.37	C	1J.38	E	1J.39	E	1J.40	A	1J.41	D	1J.42	E
1J.43	E	1J.44	D	1J.45	C	1J.46	D	1J.47	B	1J.48	C
1J.49	A	1J.50	D	1J.51	C	1J.52	E	1J.53	B	1J.54	D