

10.2 - Produzindo reagentes (em construção)

10.2.1 - Gases

Hidrogênio (H₂)

Segurança: não é tóxico, mas é asfíxiante. É inflamável e pode ser explosivo se for misturado com ar ou oxigênio.

Obtenção:

1 - Pela reação de ferro com ácido sulfúrico diluído. Podem ser usados pregos e ácido de bateria. Outros ácidos podem ser usados, mas o sulfúrico apresenta a vantagem de não ser volátil.

2 - Pela reação do alumínio com uma solução de NaOH (hidróxido de sódio, soda cáustica). O alumínio também produz hidrogênio reagindo com HCl, mas a reação é mais violenta e o HCl é volátil.

3 - Pela eletrólise da água. Sugere-se a utilização de eletrodos de aço inoxidável e um eletrólito feito com uma solução aquosa de NaOH. A água deve ser destilada e o NaOH deve ser puro, do tipo usado como reagente químico, não a soda cáustica comum de limpeza. As impurezas provocam a rápida degradação dos eletrodos de aço inoxidável. Também é possível usar solução de KOH (hidróxido de potássio) como eletrólito.

As condições de máxima eficiência e durabilidade para a produção de hidrogênio e oxigênio são obtidas com uma tensão entre os eletrodos de 2 volts. A concentração do eletrólito e a distância entre os eletrodos devem ser tais que permitam a passagem de uma corrente de aproximadamente 50mA por cm² de eletrodo (anodo ou catodo). Sugere-se que a concentração do eletrólito não ultrapasse 25%. Mantidas estas condições, não deve ocorrer aquecimento excessivo da célula. Este aquecimento não apenas é sinal de ineficiência como pode encurtar sua vida útil.

O hidrogênio é liberado no eletrodo ligado ao pólo negativo (catodo) e o oxigênio é liberado pelo eletrodo ligado ao pólo positivo (anodo). Para cada litro de água eletrolisado, são gerados 1242 litros de hidrogênio e 621 litros de oxigênio.

Oxigênio (O₂)

Segurança: em um ambiente cheio de oxigênio, pequenas fagulhas ou brasas podem dar origem a chamas intensas.

Obtenção:

1 - É liberado pela água oxigenada diante de um catalizador como o dióxido de manganês, iodeto de potássio ou fermento biológico (levedura de cerveja).

2 - Pela eletrólise da água, conforme descrito no texto sobre o hidrogênio.

Monóxido de carbono (CO)

Segurança: o monóxido de carbono é um veneno mortal. Ele tem uma afinidade pelas moléculas de hemoglobina do sangue 300 vezes maior que o oxigênio, impedindo o sangue de transportar esse elemento. O monóxido de carbono não tem cheiro nem cor e, portanto, não é percebido pelos sentidos. Os sintomas de intoxicação são dor de cabeça, náusea, confusão mental e tonteira. Diante de qualquer sintoma, afaste-se rápido para um lugar ventilado.

Devido ao risco mortal de intoxicação, nunca produza quantidades de monóxido de carbono

maiores que algumas dezenas de mililitros. Trabalhe com cuidado em ambiente bem ventilado. O monóxido de carbono também é inflamável e pode ser explosivo se for misturado com ar ou oxigênio.

Obtenção: pelo aquecimento suave de uma mistura de ácido fórmico (cerca de 90%) e ácido sulfúrico concentrado. Uma mistura de 4 gotas de cada composto deve gerar cerca de 50ml de gás.

Gás carbônico, dióxido de carbono (CO₂)

Segurança: não é tóxico, mas é asfixiante.

Obtenção: pela reação de um carbonato ou bicarbonato com um ácido. Os carbonatos mais comuns são o de cálcio (mármore, calcário, cascas de ovos ou conchas) e o de sódio (barrilha). Os ácidos normalmente usados são o sulfúrico, o clorídrico ou o acético. Cabe notar que o sulfúrico pode formar sais insolúveis de cálcio, dificultando a reação. Usa-se o ácido diluído. Uma opção caseira é a reação de uma solução de bicarbonato de sódio com vinagre (ácido acético diluído).

Cloro (Cl₂)

Segurança: gás muito tóxico e irritante. Pode ser letal. Pode causar danos imediatos e permanentes ao organismo. Era usado como arma química na primeira guerra mundial.

Obtenção:

1- Pela eletrólise de uma solução de NaCl (sal de cozinha), onde é produzido no anodo (pólo positivo). Note-se que o cloro é muito agressivo, e o material do anodo será rapidamente corroído. Existem anodos especiais que são mais resistentes, mas são caros ou de difícil obtenção.

2- Adicionando gotas de solução concentrada de HCl a um agente oxidante, como dióxido de manganês, permanganato de potássio, hipoclorito de cálcio(sólido), ou solução de hipoclorito de sódio (água sanitária). Por exemplo: 1ml de uma solução concentrada de HCl adicionados a 3ml de solução de hipoclorito de sódio devem gerar cerca de 50ml de gás cloro.

Observações:

O cloro é solúvel em água, portanto, no caso da reação com solução de hipoclorito, um excesso desta última pode diminuir a produção de gás.

O cloro produzido pelo método 2 contém vapor de água e HCl como impurezas. A água pode ser removida por um agente secante como H₂SO₄ concentrado, e o HCl pode ser removido usando um filtro de cal virgem (CaO).

Óxido nítrico (N₂O)

Segurança: relativamente inerte à temperatura ambiente, mas pode causar oxidações violentas (como o oxigênio) em temperaturas mais altas. Possui efeito narcótico. Asfixiante.

Obtenção: pelo aquecimento de uma solução de nitrato de amônio em ácido nítrico diluído na presença de pequenas quantidades de cloretos. Por exemplo: Uma mistura de 5ml de ácido nítrico 35% (HNO₃) com 1g de nitrato de amônio (NH₄NO₃) e 0,05g de sal de cozinha, aquecida a cerca de 80°C produzirá pequenas bolhas que somarão cerca de 60ml de N₂O em vinte minutos. É um processo relativamente lento, mas é um método seguro. Os métodos envolvendo o aquecimento direto de nitrato de amônio são sujeitos a explosões perigosas.

Cloreto de hidrogênio (Ácido Clorídrico, HCl)

Segurança: corrosivo e venenoso. Soluções concentradas soltam vapores corrosivos e venenosos.

Obtenção:

1 - O método usual de produzir HCl em laboratório é pelo gotejamento de ácido sulfúrico concentrado sobre NaCl (sal de cozinha). O gás produzido é conduzido a um volume de água para absorção.

2 - O aquecimento de uma mistura de 2 partes em peso de bissulfato de sódio (NaHSO₄) e uma parte de sal de cozinha (NaCl) produz HCl de maneira mais controlada e segura;

Observações: o ácido clorídrico é uma solução de HCl em água. Esta absorve o gás até chegar a uma concentração máxima de 38%. Soluções um pouco mais concentradas são possíveis, mas instáveis.

Amônia (NH₄)

Segurança: gás tóxico letal. Soluções fortes de amônia são tóxicas, provocam queimaduras e liberam vapores tóxicos. Soluções fortes de amônia em água podem entrar em ebulição à temperatura ambiente, portanto, cuidado ao abrir frascos com estas soluções.

Obtenção:

1 - O aquecimento de uma solução de amônia em água libera amônia gasosa pois sua solubilidade é inversamente proporcional à temperatura.

2 - A reação de um sal de amônio (amônio é o íon da amônia) com uma base mais forte libera amônia gasosa e água. Esta reação não têm um rendimento muito alto porque a água produzida eventualmente interrompe a liberação do gás. Por exemplo uma colher de chá de cloreto de amônio e uma colher de chá de soda cáustica colocados em um saco plástico e misturados com as mãos são capazes de produzir cerca de 300ml de amônia gasosa.

10.2.2 - Pós metálicos

Cobre

Segurança: pode causar irritação respiratória.

Obtenção:

1- Adicionando vitamina C (ácido ascórbico ou ascorbato de sódio) à uma solução de sulfato de cobre e aquecendo a mistura com agitação. A mistura passa de azul para verde escuro e, em seguida, ocorre a precipitação de cobre metálico como pó muito fino e limpo.

2- Adicionando zinco em pó, folhas de papel de alumínio ou palha de aço (bombril) à uma solução de sulfato de cobre. Ocorre uma reação de substituição onde o metal é dissolvido e o cobre precipita como pó mais ou menos fino, dependendo das condições. Pode ser necessário adicionar um pouco de HCl diluído para iniciar a reação. No caso de se usar palha de aço, o ácido clorídrico facilita a formação de pó ao invés de uma massa fibrosa. O pó de cobre produzido a partir da palha de aço costuma conter muitas impurezas.

3- Aquecendo com chama de um bico de gás óxido cúprico (CuO, preto) em uma corrente de hidrogênio ou monóxido de carbono. Algumas fontes citam a amônia como outro gás redutor que pode ser utilizado.

4- Aquecendo com chama de um bico de gás uma mistura de óxido cúprico e carvão vegetal finalmente pulverizado em um cadinho fechado durante cerca de meia hora. As proporções são de aproximadamente 6 gramas de óxido de cobre para cada grama de carvão. Após a reação, o

pó resultante é agitado em água para separar o carvão que não tenha reagido e depois lavado com ácido clorídrico para dissolver o excesso de óxido cúprico.

Observações: o pó de cobre se reveste rapidamente de uma camada isolante de óxido se exposto ao ar, por isso é recomendável produzi-lo e usa-lo imediatamente. Caso ocorra a oxidação, pode ser lavado com ácido clorídrico diluído e preservado temporariamente em etanol.

Alumínio

Segurança: Quando o pó é muito fino, ele pode se tornar pirofórico, ou seja, capaz de entrar em ignição espontaneamente, pela mera exposição ao ar. A mistura com alguns óxidos pode entrar em ignição de forma violenta ou mesmo explosiva.

Obtenção:

Ferro

Segurança: Quando muito fino, pode entrar em combustão espontânea (pirofórico). Pode ser nocivo se inalado.

Obtenção:

1 - Aquecendo um óxido de ferro sob uma corrente de hidrogênio

2 - Dissolva 20g de ácido oxálico em 200ml de água destilada. É necessário levar a água à fervura para que ocorra a dissolução completa do ácido. Em outro recipiente, dissolva 44g de sulfato de ferro em 200ml de água fervente. Adicione a solução de sulfato de ferro à solução de ácido oxálico com agitação constante. Um fino pó amarelo de oxalato de ferro vai se precipitar. Depois de seco e moído este pó é aquecido em um tubo resistente ao calor até que toda a massa fique da cor preta. Este pó preto é composto de ferro e pode entrar em ignição espontânea.

Prata

Segurança: a prata apresenta poucos riscos à saúde, entretanto, a exposição constante ao pó de prata pode, no longo prazo, causar escurecimento irreversível dos olhos, boca, garganta e pele, e causar danos aos olhos.

Obtenção:

1 - Um sal insolúvel de prata é misturado com aproximadamente o dobro de seu volume de uma solução forte de hidróxido de sódio (cerca de 20%). A solução é aquecida até cerca de 50°C e, pouco a pouco, com agitação forte, é adicionado açúcar comum ou gotas de uma solução forte de açúcar em água. Ocorre uma reação exotérmica e um escurecimento da solução. Após alguns minutos a prata precipita como um pó cinza, que deve ser lavado com água e seco. Esta reação deve ser feita em pequenos volumes (menos que 50ml), pois o aquecimento repentino pode fazer provocar uma ebulição violenta dos reagentes.

O sal de prata comumente usado é o cloreto, obtido pela adição de sal comum à uma solução de nitrato de prata, mas também podem ser usados o brometo, o iodeto, o nitrito etc.

2 - Um pedaço de cobre mergulhado em uma solução de nitrato de prata, provoca a formação de uma massa fibrosa de cristais de prata.

3 - Nitrato de prata dissolvido em glicerol e aquecido XXXXX

Zinco

Vide capítulo 10.1

10.2.3 - Diversos

Óxido de cobre (II), óxido cúprico (CuO)

Segurança: venenoso e irritante.

Obtenção: Pingando uma solução aquosa de CuSO₄ (sulfato de cobre) em uma solução aquosa de NaOH (hidróxido de sódio, soda cáustica) aquecida a cerca de 80°C, sob agitação constante. Forma-se imediatamente um precipitado esverdeado que escurece rapidamente tornando-se negro. As soluções devem ser relativamente concentradas, 20% em peso ou mais. Uma mistura de soluções muito diluídas sem aquecimento resulta em um precipitado claro que não é o óxido de cobre. O precipitado escuro é filtrado ou decantado e depois seco.

Silicato de sódio

Segurança: Não é tóxico, mas não deve ser ingerido nem ter contato prolongado com a pele. Alguns produtos comerciais são fortemente alcalinos, podendo atacar a pele rapidamente.

Obtenção: Pela ação do hidróxido de sódio (NaOH) fundido sobre a sílica (areia). Na prática se usa pesos iguais de areia muito fina e hidróxido de sódio sólido. A mistura é aquecida em um cadinho de aço ou aço inoxidável até a fusão do hidróxido de sódio. A temperatura é mantida por cerca de 20 minutos, dependendo da finura da areia. Não deve haver mais aquecimento do que o necessário para manter o hidróxido de sódio fundido. Após o resfriamento, a massa é dissolvida em água. Nas proporções indicadas, há um excesso de sílica, que se deposita no fundo da solução de silicato de sódio resultante. Se a solução resultar muito alcalina, é porque a transformação da sílica não foi completa ou não havia areia suficiente.

Como alternativa à areia, pode-se usar vidro moído ou o dióxido de silício obtido pela calcinação de silicones.

Hidróxido de sódio (NaOH) purificado.

Segurança: Corrosivo e venenoso.

Obtenção a partir da soda cáustica comercial: O processo de purificação do hidróxido de sódio para a obtenção de um produto livre de cloretos e carbonatos consiste na dissolução em etanol puro (álcool absoluto) seguida de filtração e secagem. Os cloretos e os carbonatos não são solúveis em álcool, e ficam retidos no filtro. O líquido resultante da filtração deve ser evaporado, preferencialmente à vácuo, até resultar em uma massa pastosa de alcoolato. Esta deve ser seca (preferencialmente à vácuo) com aquecimento suave para a decomposição do alcoolato até a obtenção de cristais secos de hidróxido de sódio.

Ácido Sulfúrico (H₂SO₄)

Segurança

Corrosivo e venenoso. Quando concentrado penetra rapidamente nos tecidos, provocando queimaduras graves. Torna-se ainda mais agressivo e perigoso quando aquecido ou misturado com oxidantes. A sua diluição em água é muito exotérmica, e deve ser sempre feita aos poucos, adicionando o ácido à água, nunca o contrário. A razão disso é que o violento aquecimento pode levar uma pequena quantidade de água a uma ebulição explosiva, borrifando ácido em todas as direções.

O ácido de bateria vendido nas lojas automotivas e postos de gasolina é uma solução de ácido sulfúrico em água. Sua concentração é de cerca de 44% em peso, ou 30% em volume (a

densidade do ácido concentrado a 98% é de 1,81g/ml) e tem uma densidade de cerca de 1,25 g/ml.

Como concentrar

O ácido diluído pode ser concentrado por destilação da água. Este procedimento é muito perigoso por lidar com ácido concentrado aquecido. O equipamento para destilação deve ser todo de vidro é muito importante usar pedaços de porcelana porosa (cacos de tijolo ou louça) no frasco aquecido, para promover uma fervura suave com bolhas pequenas, sem estouros.

Iniciando com 100ml de ácido de bateria, quando o volume for reduzido para...

...90ml a concentração será de 47,9 %, e a densidade será $d=1,28$;

...80ml a concentração será de 52,5 %, $d=1,32$;

...70ml a concentração será de 58,0 %, $d=1,36$;

...60ml a concentração será de 64,8 %, $d=1,42$;

...50 ml a concentração será de 73,4 %, $d=1,50$;

...40 ml a concentração será de 84,7 %, $d=1,63$, concentrado o suficiente para quase todos usos;

...35 ml a concentração será de 91,7 %, $d=1,72$;

Como produzir

A produção de ácido sulfúrico é um clássico processo industrial. A produção caseira é perigosa, trabalhosa e cara, mas não é impossível. O processo usado nos primórdios da indústria química envolvia a queima de enxofre misturado a um pouco de nitrato de sódio dentro de um ambiente fechado. Esta queima libera SO_2 e NO_2 . O NO_2 age como um catalizador, oxidando o SO_2 para SO_3 . É um processo lento que demora várias horas. O SO_3 reage com a água para formar ácido sulfúrico.

experimental: 10g de enxofre misturados a 5 gramas de nitrato de sódio são colocados em um pequeno recipiente de alumínio. Este recipiente é colocado sobre uma base refratária dentro de uma caixa plástica de 100 litros que pode ser fechada hermeticamente. Dentro desta caixa é também colocada uma bacia plástica com 100ml de água. A mistura de enxofre e nitrato é acesa com um maçarico e a caixa é fechada. Os gases resultantes da combustão são deixados dentro da caixa fechada por dois dias. Ao final deste período a caixa é aberta (cuidado com os gases residuais!) e a água acidulada é retirada da bacia. Foi feita a titulação deste líquido e se constatou que continha cerca de 1,7 ml de ácido sulfúrico dissolvido.

Iodo elementar

Segurança: venenoso, pode ser fatal se ingerido ou inalado. Corrosivo, causa queimaduras. Absorvido rapidamente pela pele. Muito irritante. Oferece risco à crianças em gestação.

Obtenção a partir de tinturas de iodo: para cada 100ml de solução, são adicionados mais 100ml de água destilada e, aos poucos, 5ml de ácido sulfúrico concentrado. Caso não se disponha do ácido concentrado, calcula-se a quantidade de ácido diluído que contenha 5ml (9g) de ácido e adiciona-se proporcionalmente menos água destilada antes de colocar o ácido. Adiciona-se porções de 10ml de água sanitária (hipoclorito de sódio) sob agitação até que ocorra a descoloração da solução e o iodo se precipite como um pó preto. Este deve ser filtrado usando filtros de papel para café. Após a filtração deve-se passar um pouco de água destilada gelada no iodo que ficou retido no filtro, para lavar o excesso de ácido e outras impurezas. O iodo não deve ser seco com calor, e sim pressionando papel absorvente pelo lado de fora do filtro de café utilizado até que o papel absorvente não fique mais úmido. Uma secagem posterior pode ser realizada à vácuo ou em uma câmara fechada com um agente secante.

Observações: na falta de ácido sulfúrico, o ácido acético (vinagre) também produz resultados, ainda que pouco satisfatórios. O ácido clorídrico não serve.

Solução de polissulfetos

Segurança: soluções de polisulfetos podem liberar o gás venenoso H_2S se forem acidificadas. Não devem ser produzidos mais do que 20 ml de solução de cada vez. A solução não deve ser descartada na rede de esgoto, sob risco da liberação do gás tóxico diante de um ambiente ácido. Restos de solução podem ser misturados com cimento dentro de um saco de polietileno e, após o endurecimento, descartados no lixo comum.

Obtenção: 0,5 gramas de enxofre e 2 gramas de hidróxido de sódio são colocados em um frasco de vidro e umedecidos com algumas gotas de metanol ou etanol (para permitir que o enxofre seja molhado pela água). Em seguida são adicionados 20ml de água ao frasco e este é aquecido até que todo o enxofre se dissolva (alguns minutos de fervura), resultando em uma solução de polisulfetos transparente de cor laranja.

Sal de Rochelle (Sal de Seignette, tartarato de sódio e potássio)

Segurança: não foram encontrados registros de riscos à saúde causados pelo sal de Rochelle.

Obtenção: pela neutralização de cremor de tártaro (bitartrato de potássio) com carbonato de sódio (barrilha) ou bicarbonato de sódio. Dissolver cerca de 200g de cremor de tártaro em 250ml de água quente. Adicionar o carbonato de sódio (ou bicarbonato) aos poucos (uma colherada pequena de cada vez) até que não ocorram mais borbulhas (CO_2). A solução resultante é coberta com um pano (para evitar poeira ou insetos) e deixada para evaporar até que se formem cristais. Um caminho opcional é ferver a solução neutralizada até que esta atinja a viscosidade de um melado e depois deixar a solução em repouso até que se formem os cristais. Em ambos os casos a formação de cristais pode levar vários dias e o resultado pode ser uma massa pastosa de cristais finos. A formação de cristais grandes é mais provável se for feita a evaporação lenta da solução neutralizada.

Observações:

Existem substitutos culinários para o cremor de tártaro que não são compostos de bitartrato de potássio. Estes, evidentemente, não servem para a produção de sal de Rochelle.

Carbonato de sódio (Barrilha, $NaCO_3$)

Segurança: Produto de uso doméstico comum. Irritante. Pode ser nocivo se ingerido.

Obtenção: Pelo aquecimento do bicarbonato de sódio em forno de cozinha ajustado para a temperatura máxima durante cerca de 1 hora.

Sulfato de magnésio anidro (sal de Epsom, $MgSO_4$)

Segurança: produto de uso doméstico comum.

Obtenção: a forma hidratada (heptahidrato, com aspecto semelhante ao açúcar) é vendida pura em farmácias com o nome de "sal de Epsom". Para obter a forma anidra, basta aquecer até que toda a água evapore. Primeiro o sal se dissolve na própria água de hidratação, em seguida a água entra em ebulição. Após a evaporação de toda a água, sal desidratado restante fica com aspecto semelhante a uma farinha branca.

Hexamina (urotropina, hexametilenotetramina, HMTA)

Segurança: a hexamina pode ser irritante para pele, olhos e sistema respiratório. A amônia é

tóxica (ver artigo acima). O formaldeído é tóxico e carcinogênico.

Como produzir: pela reação da amônia com formaldeído. Uma solução de amônia é adicionada aos poucos à uma solução resfriada de formaldeído (formol) até que desapareça o cheiro característico desta última. A reação é exotérmica e é preciso cuidado para que o aquecimento não provoque a ebulição da solução de amônia. Sugere-se um pequeno excesso de amônia. A solução resultante é então aquecida até que toda a água (e a amônia em excesso) evapore, deixando um resíduo branco de hexamina.

Cloreto ferroso - cloreto de ferro (II), FeCl₂

Segurança: corrosivo, irritante, prejudicial se ingerido.

Como produzir: mergulhando palha de aço (bombril) em uma solução de cloreto férrico. Esta passa de marrom escuro para um verde vivo transparente, coloração característica do cloreto ferroso. A solução resultante deve ser filtrada para separar os resíduos de palha de aço.

Óxido férrico - magnetita em pó, Fe₃O₄

Segurança: prejudicial se ingerido ou aspirado.

Como produzir: a magnetita é precipitada como um pó preto pela lenta adição de uma mistura de cloreto férrico e cloreto ferroso (relação molar 2:1) à uma solução de amônia. Exemplo utilizando uma solução de cloreto férrico, do tipo usado para corrosão de circuitos impressos: 15ml da solução de cloreto férrico (marrom) são diluídos em 15ml de água. Um pedaço de palha de aço é adicionado a esta solução e agitado até a completa transformação da solução em um líquido verde brilhante (cloreto ferroso). A solução é filtrada para reter os resíduos de palha de aço e é adicionado um igual volume de cloreto férrico (marrom). Ou seja: se forem obtidos 25 ml de solução verde filtrada, devem ser adicionados 25ml de solução marrom. Esta mistura é adicionada lentamente (gotejamento) à cerca de 100ml de amônia caseira, sob agitação constante. Ocorrerá a precipitação de um pó preto. Se o objetivo da magnetita for a produção de ferrofluido, deve-se usar esta solução de amônia nos passos seguintes. Se o objetivo for a obtenção de magnetita pura, esta solução pode ser decantada várias vezes usando um ímã forte para reter o pó de magnetita no fundo do frasco.

AVISO:

Este texto é uma leitura proporcionada por www.centelhas.com.br. Seu conteúdo, assim como todo o conteúdo do site, é propriedade intelectual do autor e não pode ser copiado ou modificado sem sua autorização. Não é autorizado o uso comercial deste trabalho. Entretanto, é permitido o download e a distribuição deste arquivo sem modificações para uso pessoal.

Nem o autor nem os administradores do site assumem qualquer responsabilidade sobre o uso das informações deste texto. Muitos procedimentos aqui descritos são potencialmente perigosos. A execução de qualquer destes procedimentos não deve ser tentada por quem não tem o conhecimento e a habilidade necessária. Este texto é um trabalho em desenvolvimento e pode conter erros e lacunas. Verifique no site a existência de versões mais atualizadas.