

10

Od kyseliny chlorovodíkovej po chlór

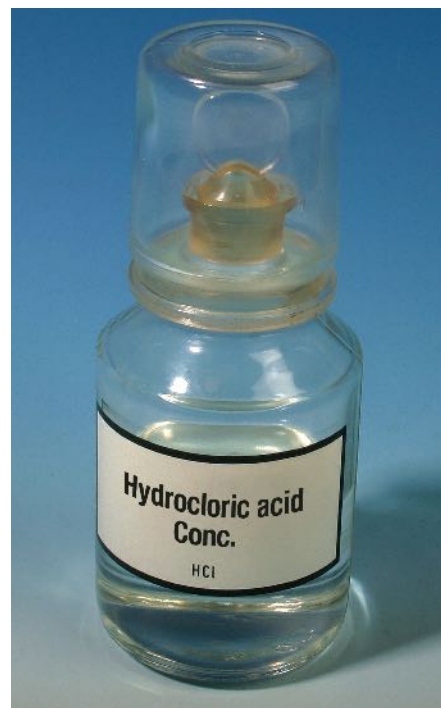
Kyselina chlorovodíková je jednou z najdôležitejších kyselín v laboratóriu a v priemysle. Chemici rozpúšťajú ušľachtilé kovy a iné ťažko rozpustné zlúčeniny pomocou kyseliny chlorovodíkovej. V priemysle sa kyselina chlorovodíková používa na odstraňovanie nežiaducich vrstiev oxidov z kovov a remeselníci ju používajú na odstránenie rozstrekovanej omietky. Mnohé ženy v domácnosti ho používali na to, aby sa vysporiadali s tvrdohlavými nánosmi na záchodoch („stupnica moču“). Dnes existujú menej nebezpečné - aj keď nie úplne neškodné - prostriedky. Kyselina chlorovodíková zohráva dôležitú úlohu aj pri trávení, ako sa naučíte v informačnom poli „Váš žalúdok tiež produkuje kyselinu chlorovodíkovú“.

Presne povedané, už viete o **kyseline chlorovodíkovej** z predchádzajúcej kapitoly, alebo presnejšie, o „aktívnej zložke“ v nej obsiahnutej: plyný chlorovodík. Koncentrovaná, dymiaca kyselina chlorovodíková obsahuje približne 37% chlorovodíka. Kyselina chlorovodíková, ktorú používate, je omnoho slabšia; obsahuje asi 7% chlorovodíka.

Prchavá kyselina

Ako vodný roztok plynu je kyselina chlorovodíková prchavá kyselina. Aj pri teplote miestnosti uniká určitý chlorovodík. Ak sa aplikuje teplo, môže sa zvýšiť uvoľňovanie chlorovodíka.

Vykonajte všetky pokusy týkajúce sa chlorovodíka buď pri otvorenom okne alebo v jeho blízkosti. Po experimente dobre vetrajte. .
Dodržiavajte uvedené množstvá



Koncentrovaná kyselina chlorovodíková sa skladuje v uzatvorených fľašiach, aby sa zabránilo úniku žieravých pár.



NEBEZPEČNOSTVOR



Chlorovodík je toxický pri vdýchnutí a spôsobuje vážne poleptanie kože a poškodenie očí. - Nevdychujte plyn. - **PO VDÝCHNUTÍ:** Presuňte postihnutého na čerstvý vzduch a nechajte ho oddychovať v polohe, ktorá mu umožní pohodlné dýchanie. - **AK SA DOSTANE DO OČÍ:** Opatrne niekoľko minút oplachujte vodou. Ak sú prítomné kontaktné šošovky a je to ľahké, odstráňte ich. Pokračujte v oplachovaní. - Okamžite volajte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.

V prípade **kyseliny chlorovodíkovej** si prečítajte informácie o nebezpečných látkach a zmesiach na str. 7-9.

EXPERIMENT 105

Najprv si preštudujte vodný roztok. Pridajte 1 kvapku kyseliny

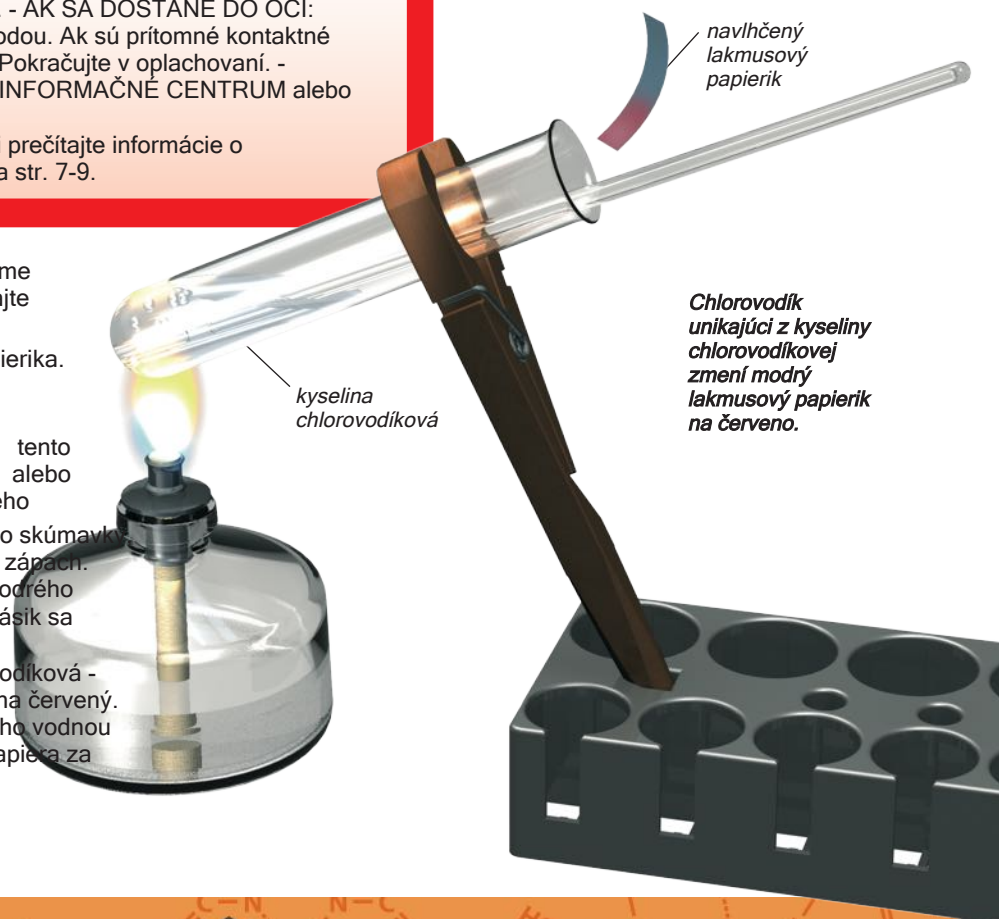
chlorovodíkovej na malý kúsok lakmusového papierika. Uvidíte silné červené zafarbenie.

EXPERIMENT 106

Vykonajte tento experiment vonku alebo v blízkosti otvoreného

okna! Vložte 2 až 3 ml kyseliny chlorovodíkovej do skúmavky, vložte varnú tyčinku a zahrejte. Všimnete si ostrý zápach. Výpary nevdychnite! Držte kúsok navlhčeného modrého lakmusového papiera pred otvorom skúmavky. Pásik sa zmení na červeno. **A2**

Aj v tomto experimente kyselina chlorovodíková - roztok chlorovodíka - zmenil lakmusový papierik na červený. Chlorovodík unikajúci z vodného roztoku viazaného vodnou parou a/alebo vodou zvlhčeného reagenčného papiera za vzniku kyseliny chlorovodíkovej.





Okrem iných toxických plynov, ako je sírovodík a oxid uhoľnatý, sopky chrlia von aj chlorovodík.

Chemické fakty



Kyselina chlorovodíková je vodný roztok plynného chlorovodíka, v ktorom sa nachádza jeho názov.

Kyselina chlorovodíková zo stolovej soli

Kyselina chlorovodíková sa tiež niekedy nazýva kyselina muriatová alebo dokonca destiláty soli. Posledne uvedený staromódny názov pochádza zo skutočnosti, že sa vyrába zo stolovej soli, ktorá je 96 - 99% **chloridu sodného**. V laboratóriu sa kyselina chlorovodíková vyrába z chloridu sodného a koncentrovanej kyseliny sírovej. Experimenty s vysoko žieravou kyselinou sírovou sú pre hobby chemikov vylúčené, preto budeme používať ľahšie ovládateľný (ak nie úplne neškodný) hydrogén-síran sodný.



Pre **chlorovodík** dodržiavajte upozornenia na nebezpečnosť a bezpečnostné upozornenia na str. 65.
V prípade **hydrogén-síranu sodného** si prečítajte informácie o nebezpečných látkach a zmesiach na str. 7-9.

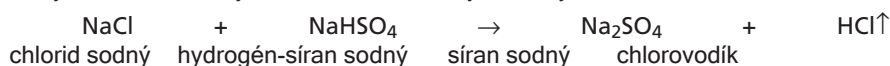
Vykonajte nasledujúce dva pokusy vonku alebo blízko otvoreného okna..

EXPERIMENT 107

V suchej skúmavke, ktorá je upnutá v miernom naklonení s otvoreným koncom nadol, zahrejte zmes 1 lyžice stolovej

soli a 1 lyžice hydrogén-síranu sodného. Akonáhle si všimnete ostrý zápach z experimentu 106, prestaňte ohrievať. Zvlhčený kúsok modrého lakmusového papiera, ktorý sa nachádza pred otvorom skúmavky, zmodrá. Keď sa skúmavka ochladí, pridajte vodu, aby sa zvyšok rozpustil. **A1**

Pri zahrievaní chloridu sodného obsiahnutého v stolovej soli s hydrogensíranom sodným sa vytvára síran sodný a chlorovodík, z ktorých druhý uniká:



Domáca kyselina chlorovodíková

Teraz pripravme vysoko zriedenú kyselinu chlorovodíkovú privádzaním chlorovodíka cez vodu. Valec striekačky bude fungovať ako dobrá absorpčná trubica.

Chemické fakty



Absorpcia znamená prevzatie (napríklad rozpustenie) jednej látky inou látkou (latinsky *absorbere* = prehltnutie, odsávanie).

EXPERIMENT 108

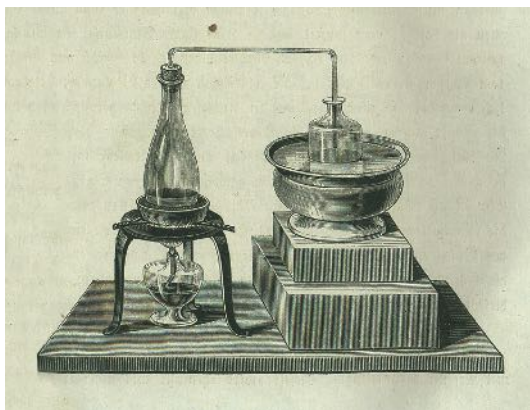
Zostavte znázornené experimentálne usporiadanie (upnite testovaciu trubicu pri miernom naklonení s otvoreným koncom nadol). Buďte

opatrní pri otáčaní sklenených trubic! Pridajte 1 malú kadičku naplnenú vodou do malej pohára. Absorpčná skúmavka by sa mala ponoriť do vody iba 2-3 mm. Teraz zohrejte zmes 3 lyžičiek zo stolovej soli a 3 lyžičiek hydrogén-síranu sodného. Z absorpčnej skúmavky bude najprv unikať niekoľko plynových bublín.

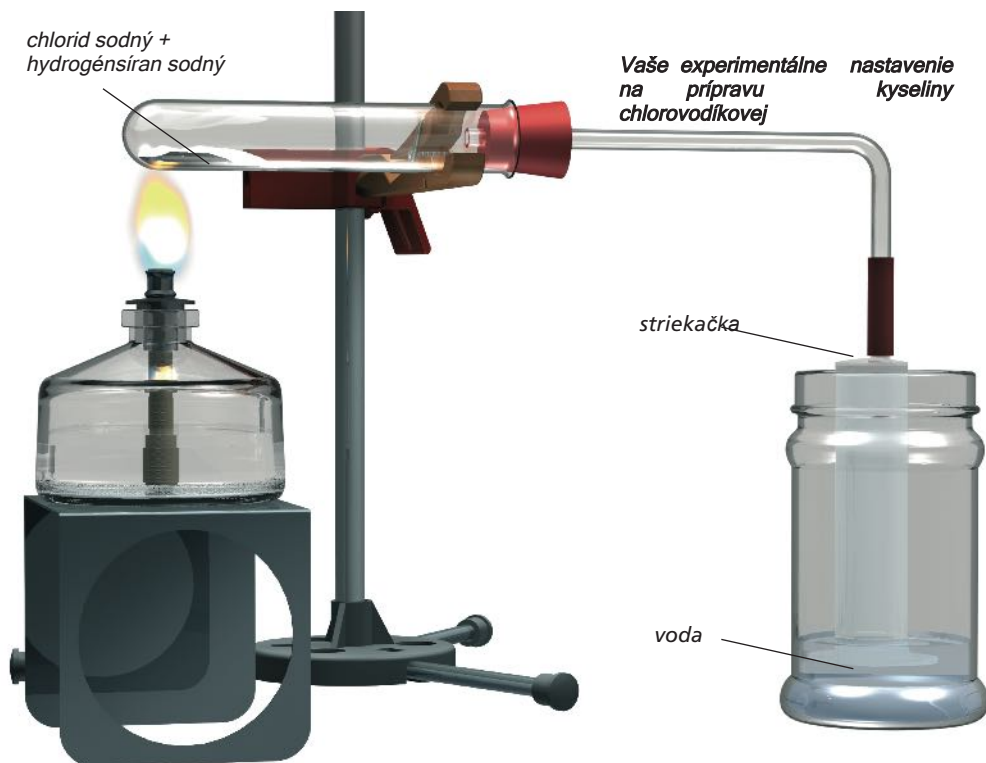
Ak horák nakrátko odstránite, voda sa v absorpčnej skúmavke zvýši, čo je znamením, že plyný chlorovodík sa rozpúšťa vo vode. Akonáhle výroba plynu značne ustúpi, zastavte ohrievanie. Stojan s testovacou skúmavkou a absorpčnou trubicou nadvihnite trochu tak, aby kvapalina v skúmavke prúdila späť do veka a uzavrite skúmavku zátkou. Po vychladnutí odložte prístroj von a nechajte časti dôkladne vyschnúť. Zahriaty zvyšok sa rozpustí vo vode. **A1**

lakmusový papierik

chlorid sodný +
hydrogénsíran
sodný



Príprava chlorovodíka zo stolovej soli a kyseliny sírovej. Plyn sa v ochladenej fľaši rozpúšťa za vzniku kyseliny chlorovodíkovej. Od: Stöckhardt, The School of Chemistry (1863)



Udržujte svoju domácu, veľmi zriedenú kyselinu chlorovodíkovú v uzavretej sklenenej nádobe pre ďalšie experimenty. Umiestnite štítok na pohár: „Zriedená kyselina chlorovodíková. Môže dráždiť pokožku a oči.“



V prípade **kyseliny chlorovodíkovej** a **uhličitanu sodného** si prečítajte informácie o nebezpečných látkach a zmesiach na str. 7-9.

EXPERIMENT 109

Do skúmavky s 1 malou lyžičkou jedlej sódy (hydrogenuhličitanu sodného) pridajte 1 pipetu kyseliny chlorovodíkovej, ktorú ste vyrobili.

Penenie indikuje kyselinu. Teraz vykonajte paralelný experiment so 7% kyselinou chlorovodíkovou. **A1**

EXPERIMENT 110

Do skúmavky napoly naplnenej vodou pridajte 1 lyžicu uhličitanu sodného a 3 kvapky lakmusového roztoku.

Popri jemnom trepaní modrý roztok zmiešajte s kyselinou chlorovodíkovou, ktorú ste vyrobili. Po 1-2 pipetách sa farba zmení z modrej na ružovo-červenú. Kyselina „neutralizovala“ alkalický roztok (pozri kapitolu 14). **A1**

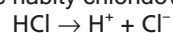
Od skúšky vodivosti po hydróniové ióny

EXPERIMENT 111

Nastavte malú odmernú kadičku na detekciu elektrickej vodivosti ako v experimente 97. Do kadičky sa pridajte 5 ml kyseliny chlorovodíkovej. Žiarovka

sa rozsvieti. **A1**

Z experimentu 100 už viete, že kyselina chlorovodíková vedie elektrinu. Vodivosť roztokov solí sme vysvetľovali tým, že soli sa rozkladajú na pozitívne a negatívne nabité ióny, keď sú vo vodnom roztoku, ktorý je zodpovedný za transport prúdu. Ako viete z poslednej kapitoly, chlorovodík pozostáva z molekúl s kovalentnou väzbou. Kto sa stará o prepravu prúdu? Odpoveďou je - ióny. Vytvárajú sa, keď sa chlorovodík rozpúšťa vo vode. Molekula chlorovodíka sa rozkladá na protón, H^+ , čo je kladne nabitý jadro vodíka a záporne nabitý chloridový ión, Cl^- :



Side Notes

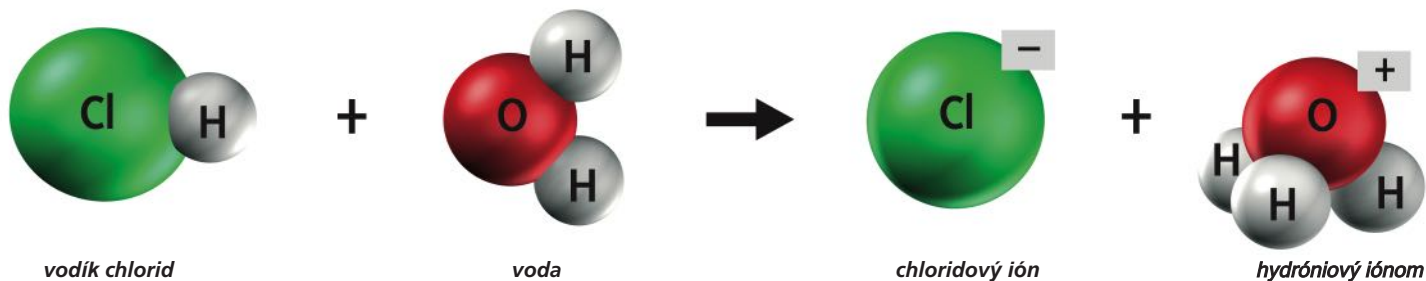
Váš žalúdok tiež produkuje kyselinu chlorovodíkovú

Len si predstavte, že niečo chutné k jedlu môže nastaviť sliznicu žalúdka do činnosti vylučovania žalúdočnej šťavy potrebnej pre trávenie. Jednou z dôležitých zložiek žalúdočnej šťavy je kyselina chlorovodíková.

Denaturuje s jedlom, čím sa vytvára základ pre enzým pepsín, ktorý trávi proteín. Kyselina chlorovodíková je však tiež zodpovedná za tvorbu pepsínu z inaktívneho prekursora pepsinogénu. Kyselina finahydrochová tiež zaisťuje, že baktérie požívané s jedlom sú samé žalúdky, ktoré sa trávia - od rozkladu kyselinou chlorovodíkovou a pepsínom - vylučuje žalúdočnú sliznicu, ktorá slúži ako prostriedok proti pôsobeniu kyseliny. alebo viac kyseliny, pálenie záhy alebo dokonca bolestivé zápaly žalúdočnej sliznice. Potom sú potrebné lieky, ktoré viažu kyselinu (ako je hydroxid horečnatý alebo hlinitý) alebo - dokonca aj keď sú kyseliny v žalúdočnej sliznici.

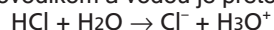


Kyselina chlorovodíková, zložka žalúdka šťavy, podporuje trávenie.



Keď chlorovodík reaguje s vodou, tvoria sa chloridové ióny, Cl⁻ a hydróniové ióny, H₃O⁺, ktoré spôsobujú kyslú reakciu roztoku.

Malé protóny nemôžu existovať osamote. Hľadajú spojenie s molekulami vody pripojením k jednému z voľných elektrónových párov. Výsledkom sú hydróniové ióny, H₃O⁺. Úplná rovnica pre reakciu medzi chlorovodíkom a vodou je preto:



Chemické fakty



Ióny vodíka sú zodpovedné za kyslú reakciu vodných roztokov, napr. zmena farby lakmusu načerveno.

V experimente 111 sú ióny hydrónia a chloridu to, čo umožňujú elektrickú vodivosť.

Detekcia chloridového iónu

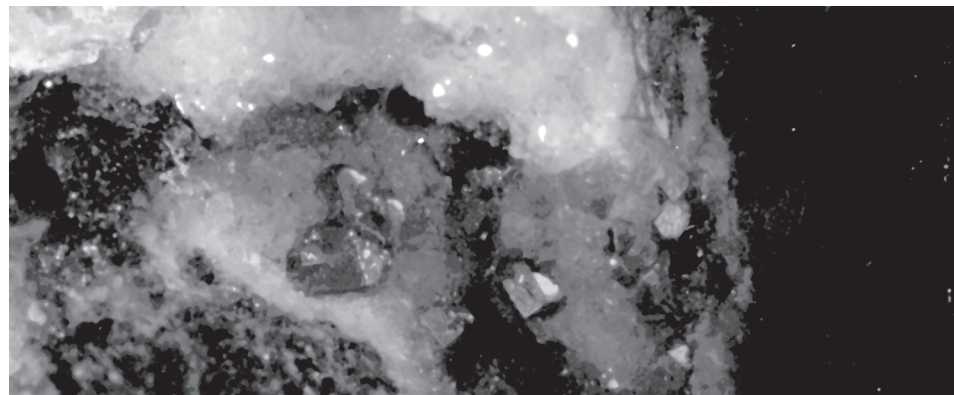
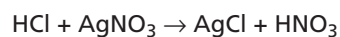
Až doteraz ste sa zaoberali kyslou reakciou kyseliny chlorovodíkovej. Charakteristická, odlišná zložka kyseliny chlorovodíkovej je zvyšok kyseliny alebo, presnejšie: chloridový ión. Už ste oboznámení s činidlom, ktoré sa používa na zistenie kyseliny chlorovodíkovej a jej solí: roztok dusičnanu strieborného. Dusičnan strieborný, AgNO₃, je soľ kyseliny dusičnej, HNO₃; pri rozpustení vo vode sa rozkladá na ióny striebra, Ag⁺ a dusičnanové ióny, NO₃⁻.



V prípade **roztoku dusičnanu strieborného a roztoku amoniaku** si prečítajte informácie o nebezpečných látkach a zmesiach na str. 7-9.

EXPERIMENT 112

Do skúmavky s 2 ml vody pridajte 2 kvapky pripravenej kyseliny chlorovodíkovej. Po pridaní 3 až 4 kvapiek roztoku dusičnanu strieborného sa vytvorí táto známa zrazenina; pozostáva z chloridu strieborného, AgCl:



Roztok dusičnanu strieborného plus kyselina chlorovodíková alebo chloridy poskytujú bielu zrazeninu

Minerálne horninové striebro alebo chlorargyrit sa skladá z chloridu strieborného - tej istej látky, ktorá sa tvorí pri detekcii chloridov (foto: Dr. R. Hochleitner).

EXPERIMENT 113

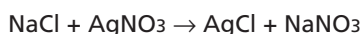
K zrazenine chloridu strieborného z predchádzajúceho experimentu po kvapkách pridajte **roztok amoniaku**,

utesnite skúmavku a potom ju pretrepte!). Zrazenina sa rozpustí a vytvorí sa číra komplexná zlúčenina (pozri experiment 260). Ak pridáte ocot, opäť sa vytvorí chlorid strieborný. **A10**

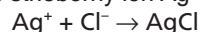
EXPERIMENT 114

1 lyžicu kryštálov kuchynskej soli rozpustíte v 5 ml vody a pridáte 3 až 4 kvapky roztoku dusičnanu strieborného. Aj tu sa vytvorí chlorid strieborný (mali by ste počkať na

zrazeninu pre experiment 115):



V experimente 112 sa okrem chloridu strieborného vyrába kyselina dusičná a v experimente 114 sa vyrába dusičnan sodný. V oboch experimentoch je v skutočnosti všetko, čo reaguje strieborný ión Ag^+ a chloridový ión Cl^- :



EXPERIMENT 115

1 malú lyžičku **tiosíranu sodného** rozpustíte v 3 ml vody a po kvapkách pridáte roztok zrazeniny chloridu strieborného z experimentu 114. V tomto

prípade dostanete aj číry roztok, ktorý je založený na vytvorení bezfarebnej komplexnej zlúčeniny (pozri experiment 262). **A1**

Chemické fakty

Kyselina chlorovodíková a chloridy plus dusičnan strieborný poskytujú bielu zrazeninu, ktorá sa rozpúšťa v roztoku amoniaku a roztoku tiosíranu sodného.

Chlorovodíková fontána

Vykonajte nasledujúci experiment vonku alebo blízko otvoreného okna. Dobre vetrajte. Dodržiavajte uvedené množstvá.



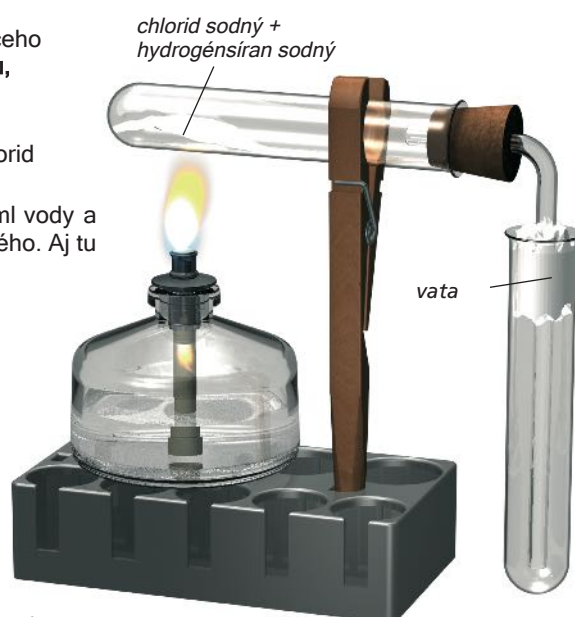
Pre **chlorovodík** dodržiavajte upozornenia na nebezpečnosť a bezpečnostné upozornenia na str. 65.
V prípade **hydrogén-síranu sodného** si prečítajte informácie o nebezpečných látkach a zmesiach na str. 7-9.
Pri manipulácii so sklenenými skúmavkami buďte opatrní.
Postupujte podľa tipov na strane 15. V prípade poranenia: **Prvá pomoc 7** (vo vnútri predného obalu).

EXPERIMENT 116

Dodatočný materiál: : Vata

Zostavte experimentálne nastavenie podľa obrázka. Dlhé rameno s pavlnou guľôčkou šikmej trubice sa ponorí do prázdnej, suchej skúmavky,

ktorú voľne potiahnete vatovým tampónom. Otáčajte špicatú sklenenú trubicu cez druhú zátku s jedným otvorom, ako je to znázornené na strednom obrázku. Naplňte aj malý pohár so skrutkovým uzáverom do polovice vodou a pridajte do neho 8 - 10 kvapiek lakmusového roztoku. Ako predtým, zahrejte zmes 3 lyžičiek stolovej soli a 3 lyžičiek hydrogén -síranu sodného. Keď sa výpary s ostrým zápachom stanú zreteľnými, zastavte ohrev. Skúmavku naplnenú plynom uzavrite pripravenou zátkou a položte ju sklenenou trubičkou smerom nadol do nádoby s modrým lakmusovým roztokom. Kvapalina pomaly stúpa do sklenenej skúmavky a potom rýchlo vstrelí do skúmavky. Modrý roztok sa zmení na červený. **Zvyšok ohrevu: A2**



Fontána chlorovodíka. Hore: príprava chlorovodíka; nižšie: fontána



Experiment s fontánou v trochu väčšom meradle

Chlór

17 Cl
Chlór
35,45

Vlastnosti:

- páchnuci, zelenožltý, toxický plyn
- hustota 3,214 g/l pri 0 °C a 1013 hPa; atómová hmotnosť 35,45 u
- veľmi reaktívne, silné oxidačné činidlo

Výroba:

- priemyselne prostredníctvom chlóralkalií stolovej soli
elektrolýza z roztoku
- v laboratóriu z kyseliny chlorovodíkovej a oxidačných činidiel (ako je manganistan draselný)

Použitie:

- na reaktívne medziprodukty počas chemickej syntézy
- na výrobu plastov
- na rozpúšťadlá, prostriedky na ochranu plodín, lieky



Chlór dezinfikuje vodu v bazénoch.

Chlorovodík má veľkú vášeň: vodu. Približne 450 l chlorovodíka sa rozpustí v 1 l vody pri 20 °C. Tým sa získa koncentrovaná kyselina chlorovodíková. V tomto experimente sa najskôr v úzkej sklenenej skúmavke rozpustí len malé množstvo chlorovodíka. Vonkajší tlak vzduchu pomaly tlačí vodný stĺpec do sklenenej skúmavky. Keď sa však prvé kvapky vynoria zo špičky sklenenej skúmavky, veľká časť plynného chlorovodíka sa rýchlo rozpustí a tlak vzduchu stlačí vodu do skúmavky ochudobnenej o plyn. Fontána vďaka tomu funguje.

Chemické fakty

Približne 450 litrov chlorovodíka sa rozpustí v 1 l vody pri 20 °C.

Toxický plyn a dezinfekčné prostriedky

Teraz sa stretnete s plynom, ktorého vôňa môže byť známa z bazénov. Na niektorých miestach sa pridáva aj do pitnej vody. V oboch prípadoch je jej účelom dezinfekcia. Kým chloridové ióny, Cl⁻, sú celkom neškodné v roztoku kuchynskej soli (a vo vašej polievke!), chlór (zložený z molekúl Cl₂) je agresívny, toxický plyn. Robí obrovský rozdiel, či atóm chlóru má ďalší elektrón z atómu sodíka alebo z iného atómu chlóru na vyplnenie ôsmich elektrónov.

Z bezpečnostných dôvodov budeme experimentovať len s veľmi malým množstvom plynu a zvyšný chlór bude zneškodnený pomocou „zneškodnovača chlóru“. Mimochodom, chlór dostal názov odvodený z jeho farby (grécky *chloros* = žltkasto-zelený).

Vykonajte pokusy s chlórom vonku alebo v blízkosti otvoreného okna. Po experimente dobre vetrajte. Dodržiavajte uvedené množstvá.

NEBEZPEČENSTVO



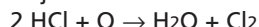
Chlór je toxický pri vdýchnutí, spôsobuje vážne podráždenie očí a podráždenie pokožky a môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. - Nevdychujte plyn. - AK VDÝCHNUTÉ: Presuňte postihnutého na čerstvý vzduch a nechajte ho oddychovať v polohe, ktorá mu umožní pohodlné dýchanie. Zavolajte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára. - AK SA DOSTANE DO OČÍ: Opatrne niekoľko minút oplachujte vodou. Ak sú prítomné kontaktné šošovky a je to ľahké, odstráňte ich. Pokračujte v oplachovaní. - Ak pretrváva podráždenie očí: Vyhľadajte lekársku pomoc. V prípade manganistanu draselného a kyseliny chlorovodíkovej si prečítajte informácie o nebezpečných látkach a zmesiach na str. 7-9.

EXPERIMENT 117

Na stenu malej kadičky nalepte 1 cm dlhý navlhčený kúsok modrého lakmusového papierika, ako je to znázornené na obrázku. Do kadičky vložte 1 malú špičku (!) lyžice

manganistanu draselného a pridajte 1 pipetu kyseliny chlorovodíkovej. Kadičku uzavrite. Lakmusový papierik sa najprv zmení na načervenalú farbu (kvôli parám kyseliny chlorovodíkovej), potom postupne mizne. Utesnenú odmernú kadičku uchovajte pre ďalší experiment.

Manganistan draselný uvoľnil kyslík, ktorý uvoľnil chlór z kyseliny chlorovodíkovej. Toto môže byť vyjadrené v zjednodušenej forme takto:



Chlór odfarbil lakmusové farbivo.



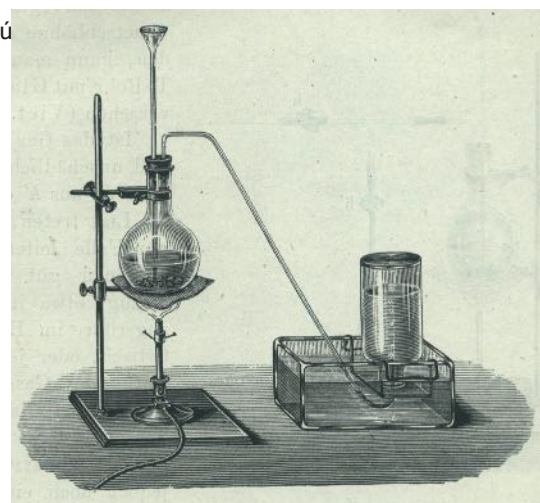
Chlórový bieliaci lakmusový papierik.

EXPERIMENT 118

1 lyžicu **tiosíranu sodného** rozpustíte v 3 ml vody. Otvorte odmernú kadičku z predchádzajúceho pokusu a vykonajte čuchovú skúšku opatrným vetraním troch pár unikajúcich z kadičky.

Všimnete si typický zápach chlóru. Teraz pridajte tiosíran sodný do kadičky. Čoskoro sa sformuje mliečne, žltkavé zakalenie. Urobte test čuchania. Zápach chlóru zmizol! Pravdepodobne si všimnete ďalší zvláštny zápach, ktorý vám pripomenie, kedy je síra spálená. **A1**

Tiosíran sodný prináša presný opak toho, čo ste videli v experimente 117: chlór sa transformuje späť na chlorid. Zároveň sa uvoľňuje trochu oxidu siričitého (z ktorého pochádza zápach spálenej síry). Tiosíran sodný sa používa na odstránenie zvyškového chlóru a preto sa tiež nazýva „anti-chlór“.



Zber chlóru cez roztok kuchynskej soli, ktorý sa nerozpúšťa chlóróm.

Od: Heumann, *Anorganická chémia* (1893).

Lahšie sa ovláda: chlóróv vodá

Chlór je mierne rozpustný vo vode: približne 2,3 l plynného chlóru sa rozpustí v 1 l vody pri 20 °C. Pre hobby chemikov je experimentovanie s chlóróvou vodou pohodlnejšie a menej nebezpečné ako manipulácia s plynom. Napriek tomu by ste mali mať asistenta pre ďalší experiment.



Pre nasledujúce experimenty tiež sledujte ukazovatele o zaobchádzaní s **chlórom**, **manganistanom draselným** a **kyselinou chlorovodíkovou** na str. 70! Vykonajte tieto experimenty mimo alebo blízko otvoreného okna! Pri manipulácii so sklenenými skúmavkami buďte opatrní. Postupujte podľa tipov na strane 15. V prípade zranenia: **Prvá pomoc 7** (vo vnútri predného obalu).

EXPERIMENT 119

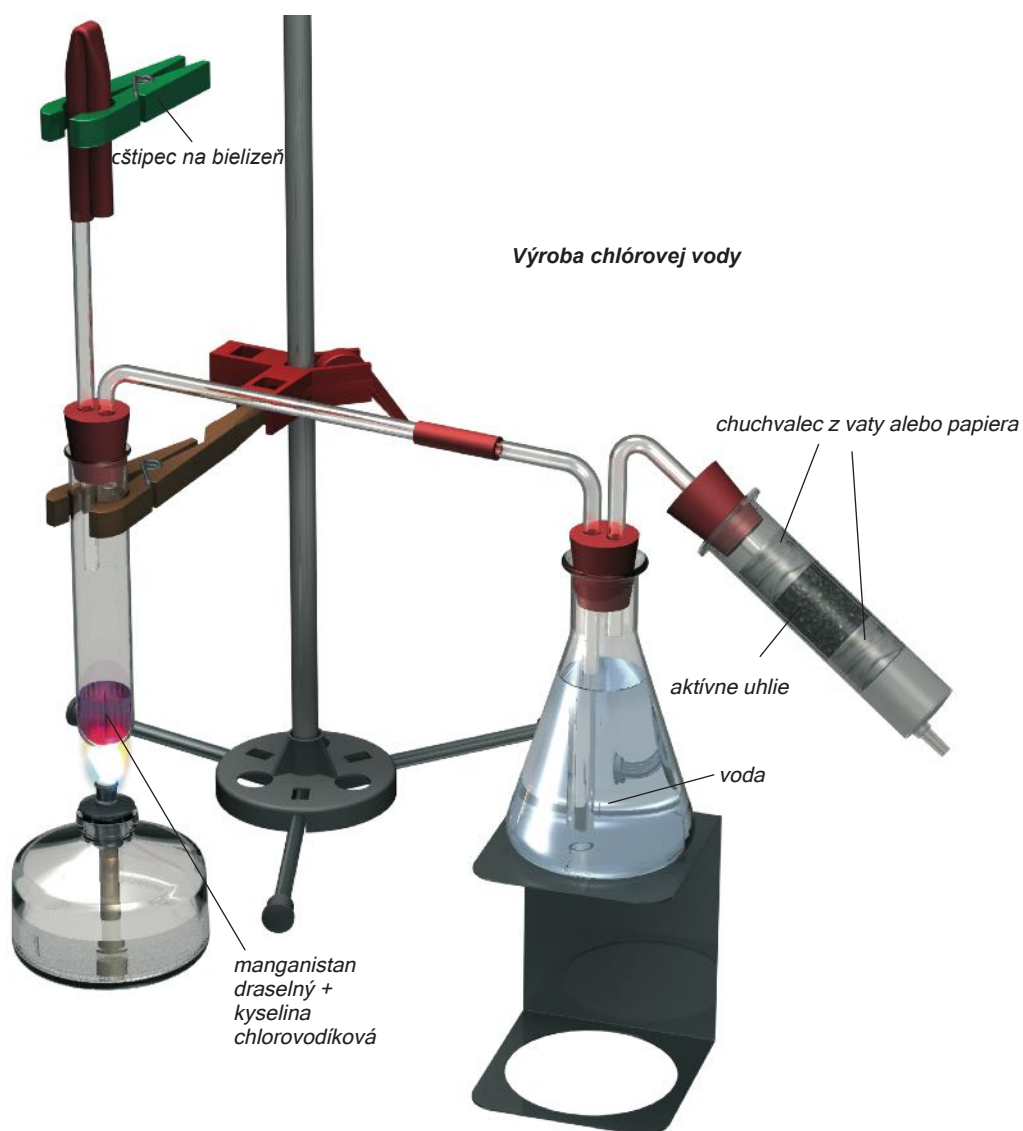
Dodatočný materiál: štipec na bielizeň

Pre tento a nasledujúce experimenty pripravte roztok tiosíranu sodného (rozpustíte 3 lyžice tiosíranu sodného v 20 ml vody) a pripravte skúmavku napoly naplnenú vodou.

Zostavte experimentálne usporiadanie, ako je to znázornené na obrázku, a do skúmavky vložte 1 lyžicu zmesi manganistanu draselného a 4 ml 7 % kyseliny chlorovodíkovej.

Erlenmeyerova banka obsahuje 100 ml vody. Aktívne uhlie sa nachádza medzi tesne priliehajúcimi zväzkami bavlny alebo papierovej uterky v hornej časti absorpčnej trubice, čím sa vytvára filter s aktívnym uhlím. Dlhá gumová hadica je upnutá pomocou štipca na prádlo.

Zmes manganistanu draselného a kyseliny chlorovodíkovej opatrne zahrejte opakovaným odťahovaním horáka nabok. Žiadna z tmavých kvapalín by sa nemala dostať do šikmej trubice. Plyn prebubláva vodou v banke. Keď ustane tvorba plynu a voda vystúpi z banky a späť do šikmej trubice, odstráňte štipec na bielizeň a uhasťte horák.

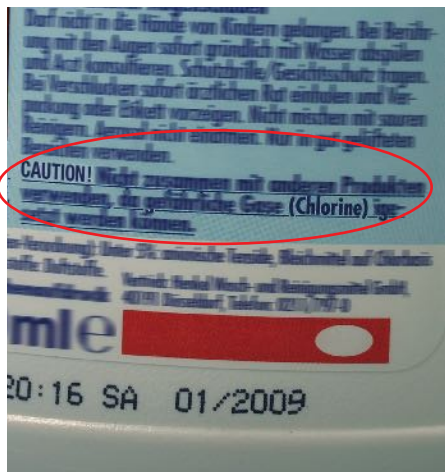




Držte hrdlo Erlenmeyerovej banky jednou rukou a zátku s druhou rukou a požiadajte asistenta, aby odtiahol horák. Vymeňte Erlenmeyerovu banku za pripravenú skúmavku, ktorú by ste mali naďalej držať. Voľno rukou zatvorte Erlenmeyerovu banku a odložte ju nabok. Požiadajte svojho asistenta, aby spúšťal testovaciu skúmavku upnutú v stojane, až kým dve testovacie skúmavky nestoja na pracovnom povrchu.

Teraz pridajte 2 - 3 pipety roztoku tiosíranu sodného cez hadicu do reakčnej nádoby. Toto odstráni väčšinu chlóru v prístroji. Najlepšie však bude, ak prístroj rozoberiete vonku (na balkóne je to v poriadku) a nechajte časti tak, aby sa dobre vysušili. **Do reakčnej zmesi sa pridajú 2 ml roztoku hydroxidu sodného (opatrný, žieravina!) A prefiltruje sa. Filtrát: A1, zvyšok na filtri: A6**

Chlórovú vodu uložte do čistej fľaše. Označte ju štítkom, ktorý hovorí: „Chlórová voda. Toxické. Nevdychujte výpary!“



Bleiacie činidlá na báze chlóru nie sú neškodné. Ak sa pridajú kyslé čistiace prostriedky, vytvorí sa chlór.

EXPERIMENT 120

Do skúmavky vložte malý kúsok modrého lakmusového papierika a pridajte k nemu 5 ml chlórovej vody. Testovací papierik sa rýchlo bieli a všimnete si zápach chlóru.

Pridajte k tomu trochu roztoku tiosíranu sodného a pretrepte ho! Zápach chlóru zmizne. **A1**

Pri nasledujúcom pokuse na detekciu chlóru budete musieť urobiť škrobový roztok. Pozrite sa na tip na strane 79, aby ste zistili, ako sa to stalo.

EXPERIMENT 121

Rozpustíte niekoľko kryštálov jodidu draselného, KI, v 5 ml vody a pridajte k nemu niekoľko kvapiek roztoku škrobu. Ak po kvapkách pridáte chlórovú vodu, dostanete

tmavomodrý roztok. Voda z chlóru uvoľnila jód z roztoku jodidu draselného, ktorý tvorí modrý komplex škrobu a jódu (viac v nasledujúcej kapitole). **A9**

Chemické fakty



Lahšie ovládateľná a menej nebezpečná chlórová voda vykazuje rovnaké reakcie, ktoré sú charakteristické pre plynný chlór.

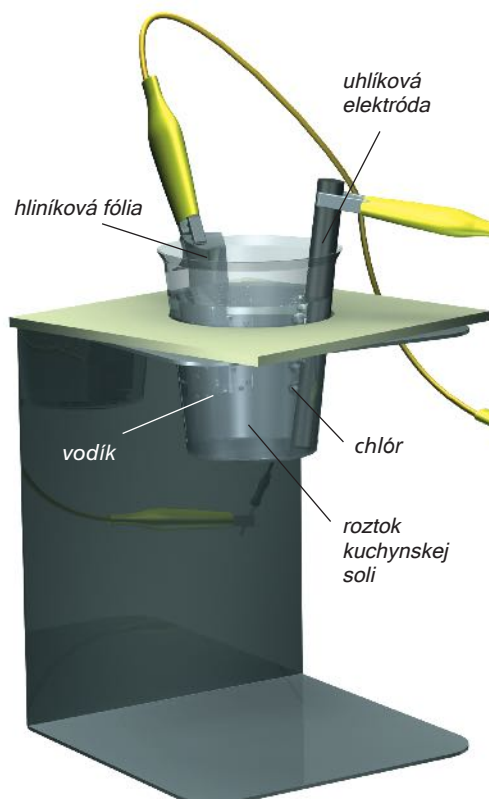
Elektrolýza roztoku kuchynskej soli

EXPERIMENT 122

Naplňte malú odmerku do dvoch tretín soľným roztokom a zostavte experimentálne usporiadanie, ako je to znázornené na obrázku. Akonáhle sa vytvoria spojenia, plyn sa začne

tvoriť na oboch elektródach: silnejšie na katóde a viac ako polovica na anóde. Na katódu zatlačte kus červeného lakmusového papierika. Modrý alebo červený lakmusový papierik pritlačte na uhlíkovú tyčinku: Testovací prúžok sa odfarbí v mieste kontaktu. **A1**

Ako viete, chlorid sodný sa skladá zo sodíkových iónov, Na⁺ a chloridových iónov, Cl⁻. Vo vodnom roztoku sa kryštalická mriežka rozkladá a ióny sa v roztoku pohybujú voľne. Ak je na elektródy privedené priame napätie, potom je na anóde nedostatok elektrónov a na katóde prebytok elektrónov. Zdroj priameho napätia je niečo ako „elektrónové čerpadlo“: nasáva elektróny na anóde a uvoľňuje elektróny na katóde. Ióny Cl⁻ sú priťahované anódou. Tam strácajú svoj ôsmy vonkajší elektrón a odchádzajú ako molekula chlóru, Cl₂. Vytvorí sa trochu chlórovej vody. Ióny Na⁺ migrujú na katódu, ale nemôžu sa vyvrázať ako kovové sodíky (vysoko neušľachtilý kov by okamžite reagoval s vodou).



Elektrický prúd rozštiepi roztok kuchynskej soli.

Namiesto toho sa voda štiepi:

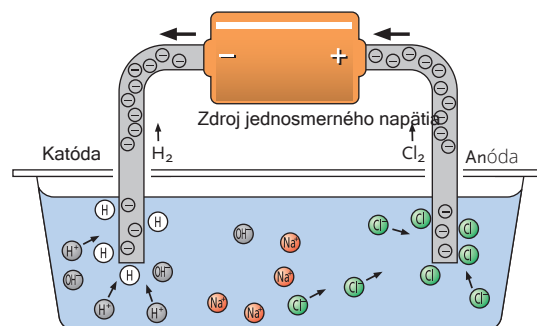


Vodíkové ióny, H^+ , sú vypúšťané elektrónmi, ktoré sú hojne prítomné na katóde a unikajú ako molekuly vodíka, H_2 . OH^- ióny sú zodpovedné za alkalickú reakciu v katódovej komore (modré sfarbenie červeného lakmusového papierika).

EXPERIMENT 123

Povedzte, že máte zdroj napätia, ktorému chýbajú značky plus a mínus. Nebolo by pre vás ťažké použiť predchádzajúci experiment, aby ste zistili, ktorý je pozitívny terminál

a ktorý je negatívny. Namočte kus červeného lakmusového papiera do roztoku kuchynskej soli a položte ho na pevný povrch. Jediné, čo musíte urobiť, je zatlačiť konce káblov svorky batérie o niekoľko milimetrov od seba na vlhký papier a čoskoro budete vedieť, ktorý je záporný terminál. **A3**



Elektrolýza roztoku kuchynskej soli: Chloridové ióny uvoľňujú elektróny na anóde a unikajú ako plynny chlór; Vodíkové ióny zaberajú elektróny na katóde a unikajú ako vodík.

TECHNOLÓGIE A ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Soľ soľ...

... je samozrejme kuchynská soľ, ktorá - ako už bolo spomenuté - sa skladá z 96 - 99% chloridu sodného. Teraz viete, že pre chemika, soli sú látky, ktoré sú vyrobené z kovových a nekovových iónov. Nie je to však náhoda, že kuchynská soľ dala celej skupine látok svoje meno, pretože je to zlúčenina, ktorá je nevyhnutná aj pre život a životne dôležitá surovina.

Soľ sa vyrába rôznymi spôsobmi. V horúcich, suchých oblastiach sa morská voda, ktorá obsahuje asi 27 g soli na liter, môže odpariť v plytkých bazénoch. Takto získaná soľ sa nazýva **morská soľ**.

Soli zo starých morí, ktoré už dávno zmizli, vytvorili podzemné vrstvy až do hrúbky 1000 m.

Táto vyťažená soľ sa vhodne nazýva **kamenná soľ**.

Voda sa používa na rozpustenie soli z horniny s vysokým obsahom soli. Koncentrované roztoky, nazývané soľanka, sa varia vo výparníkoch, kým soľ nevykryštalizuje, zatiaľ čo ťažšie horniny sa usádzajú na dno.

Chlorid sodný je nevyhnutný pre ľudí a zvieratá. Ióny sodíka sa okrem iného podieľajú na prenose nervových impulzov a na svalovej excitácii. Ľudské bytosti potrebujú 2 - 3 g kuchynskej soli každý deň a až 15 g pri vykonávaní namáhavej fyzickej práce.

Ale ani chemický priemysel nemôže byť bez soli života. Pomocou chlóralkalickej elektrolýzy sa vyrába chlór, vodík a hydroxid sodný - suroviny používané v nespočetných ďalších látkach a výrobkoch.



Výparník, v ktorom sa soľanka zohrieva až do vykryštalizovania stolovej soli (foto: Saline Bad Reichenhall)



Chloralkali electrolysis yields chlorine, hydrogen and sodium hydroxide (photo: Lurgi)



Produkcia soli z morskej vody (foto: Lutz Travira)