

Otrzymywanie kwasu chlorowodorowego

Kwas chlorowodorowy, potocznie zwany kwasem solnym, gdyż otrzymuje się go z soli kuchennej NaCl, jest bezbarwną cieczą o ostrej drażniącej woni. W zwykłej temperaturze kwas solny zawierający ponad 25% chlorowodoru „dymi” na powietrzu, a ogrzany do 110°C wrze dając produkt zawierający 20,24% chlorowodoru. Gęstość takiego roztworu wynosi 1,10 g/cm³. Kwas solny ok. 38% o gęstości $\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$ nosi nazwę stężonego kwasu solnego i w takiej postaci jest rozprowadzany jako odczynnik do dalszego zastosowania.

Stężony kwas solny jest cieczą żrącą. Wydzielający się chlorowodór działa drażniąco na błony śluzowe. Należy unikać wdychania par kwasu solnego i wszystkie czynności ze stężonym kwasem solnym wykonywać pod wyciągiem laboratoryjnym.

Kwas solny jest kwasem mocnym. W roztworach dostatecznie rozcieńczonych (< 0,1-molowych) jest całkowicie zdysocjowany na jony. Reaguje z metalami, tlenkami metali i wodorotlenkami tworząc sole - chlorki. Kwas solny nie ma właściwości utleniających, lecz słabo redukujące. Silne utleniacze, np. manganian(VII) (nadmanganian) potasu, utleniają go do Cl₂.

Zastosowania kwasu solnego

Kwas solny, czyli kwas chlorowodorowy (HCl), jest jednym z najważniejszych i najbardziej powszechnie używanych kwasów w przemyśle chemicznym. Ma wiele zastosowań przemysłowych, w tym:

1. Produkcja soli: Kwas solny jest wykorzystywany do wydobywania soli z naturalnych złóż soli, a także do produkcji soli spożywczej i przemysłowej.
2. Przemysł chemiczny: Kwas solny jest stosowany do produkcji wielu innych chemikaliów, takich jak chlorek winylu, chlorek poliwinylu (PVC), soli kwasowych, barwników, środków dezynfekcyjnych i innych produktów chemicznych. W szczególności:
 - a. produkcja chlorek winylu (PVC): Kwas solny jest kluczowym surowcem w produkcji chlorku winylu, który jest podstawowym monomerem do produkcji tworzyw sztucznych, takich jak PVC. Kwas solny reaguje z etenem, tworząc chlorek winylu.
 - b. produkcja chlorek poliwinylu (PVC): Kwas solny jest używany do polimeryzacji chlorku winylu, co prowadzi do powstania PVC, które jest szeroko stosowanym tworzywem sztucznym.

- c. produkcja soli kwasowych: Kwas solny jest stosowany do produkcji różnych soli kwasowych, które mają różne zastosowania, w tym w produkcji detergentów i środków czyszczących.
 - d. produkcja barwników: W przemyśle chemicznym kwas solny jest stosowany w procesie produkcji barwników organicznych i pigmentów. Kwas solny może wpływać na właściwości barwników i pomaga w ich syntezie.
 - e. produkcja chlorku żelaza (III): Kwas solny jest używany do produkcji chlorku żelaza (III), który jest stosowany w różnych procesach chemicznych, w tym w otrzymywaniu wody pitnej i uzdatnianiu wody.
 - f. reakcje neutralizacji: Kwas solny jest używany do neutralizacji zasadowych lub alkalicznych substancji w różnych procesach chemicznych. Jest również stosowany do regulacji pH w reakcjach chemicznych.
 - g. produkcja soli: Kwas solny jest używany do wyodrębniania różnych soli z surowców naturalnych w procesach wydobywczych.
 - h. synteza chemiczna: Kwas solny może być używany jako katalizator lub czynnik reakcyjny w różnych reakcjach chemicznych, w tym w procesach otrzymywania różnych produktów chemicznych.
 - i. dezynfekcja i czyszczenie: Kwas solny może być używany do dezynfekcji i czyszczenia urządzeń i instalacji chemicznych, aby zapewnić odpowiednie warunki sanitacyjne.
3. Przemysł metalurgiczny: Kwas solny może być używany do usuwania rdzy i zanieczyszczeń z metali oraz do przygotowywania powierzchni metalowych przed malowaniem lub galwanizacją. W szczególności:
- a. usuwanie rdzy: Kwas solny jest stosowany do usuwania rdzy z powierzchni metalowych przed ich obróbką lub malowaniem. Proces ten nazywany jest "kwaszeniem" i pomaga w przygotowaniu metalu do dalszych procesów przetwarzania.
 - b. obróbka galwaniczna: Kwas solny jest używany w procesach galwanizacji, gdzie metal jest pokrywany warstwą innego metalu w celu ochrony przed korozją lub nadaniu mu określonych właściwości fizycznych.
 - c. regulacja pH: Kwas solny może być stosowany do regulacji pH w różnych procesach chemicznych związanych z metalurgią. Wpływa na skład elektrolitu w elektrochemicznych procesach metalurgicznych.

- d. przygotowanie powierzchni do spawania: Kwas solny może być używany do oczyszczenia powierzchni metalowych przed spawaniem, co pomaga w uzyskaniu mocnych i trwałych połączeń spawalniczych.
 - e. produkcja stali nierdzewnej: Kwas solny jest wykorzystywany w procesach produkcji stali nierdzewnej, zarówno do usuwania zanieczyszczeń z metalu, jak i do regulacji składu chemicznego stali.
 - f. odbarwianie metali: Kwas solny jest używany do odbarwiania metali, usuwania plam i osadów z powierzchni metalowych wyrobów.
 - g. przygotowanie próbek: Kwas solny może być używany do przygotowania próbek metalowych do analizy chemicznej lub badania mikroskopowego.
4. Przemysł tekstylny: Kwas solny jest wykorzystywany do regulacji pH w procesach farbowania i wykańczania tkanin. W szczególności:
- a. regulacja pH: Kwas solny jest stosowany do regulacji pH w różnych etapach produkcji i przetwarzania tkanin. Kontrola pH jest istotna, ponieważ może wpłynąć na jakość farbowania, utrwalania kolorów i innych procesów chemicznych.
 - b. farbowanie tkanin: Kwas solny może być używany w procesach farbowania tkanin jako katalizator, przyspieszający i kontrolujący procesy reakcji barwników na włóknach.
 - c. przygotowanie do farbowania: Przed farbowaniem tkanin, szczególnie bawełny, konieczne jest przygotowanie włókien do przyjęcia barwnika. Kwas solny może być stosowany w procesie przygotowawczym, aby zapewnić optymalne warunki farbowania.
 - d. reakcje chemiczne: Kwas solny może być używany do różnych reakcji chemicznych na tkaninach, takich jak redukcja, oksydacja lub usunięcie nadmiaru barwnika.
 - e. utwardzanie tkanin: Kwas solny może być wykorzystywany w procesie utwardzania tkanin, w którym włókna tekstylne poddawane są obróbce chemicznej, aby zwiększyć ich wytrzymałość i trwałość.
 - f. neutralizacja: Kwas solny może być stosowany do neutralizacji zasadowych roztworów lub produktów chemicznych podczas różnych procesów w przemyśle tekstylnym.
5. Przemysł spożywczy: Kwas solny jest używany jako regulator kwasowości w wielu produktach spożywczych i napojach, a także do dezynfekcji sprzętu i instalacji w przemyśle spożywczym. W szczególności:

- a. regulacja pH: jako regulator kwasowości w wielu produktach spożywczych. Jest dodawany do produktów, aby utrzymać odpowiednie pH, co może wpływać na smak, trwałość i stabilność produktów.
 - b. dezynfekcja: do dezynfekcji sprzętu, instalacji i powierzchni w przemyśle spożywczym. Jest stosowany do czyszczenia i dezynfekcji sprzętu produkcyjnego oraz do utrzymania higieny w zakładach przetwórstwa spożywczego.
 - c. konserwanty: może działać jako konserwant w niektórych produktach spożywczych, pomagając w ich dłuższym przechowywaniu i zapobiegając namnażaniu się niepożądanych mikroorganizmów.
 - d. przetwarzanie żywności: W niektórych przypadkach kwas solny jest wykorzystywany w procesach przetwarzania żywności, takich jak regulacja pH w produkcji serów czy regulacja kwasowości w napojach.
 - e. produkcja żelków: Kwas solny może być używany do przygotowywania żelków i innych produktów żelujących poprzez zmianę pH i koagulację białka.
 - f. usuwanie osadów: Kwas solny może być stosowany do usuwania osadów w urządzeniach do przetwarzania wody, co pomaga w zapewnieniu czystości i jakości wody używanej w przemyśle spożywczym.
6. Przemysł naftowy i rafinacyjny: Kwas solny jest stosowany do usuwania zanieczyszczeń z ropy naftowej i gazu, a także do produkcji benzenu, tołenu i innych produktów naftowych.

W szczególności:

- a. usuwanie zanieczyszczeń: Kwas solny jest wykorzystywany do usuwania zanieczyszczeń, takich jak związki siarki, z ropy naftowej i gazu naturalnego. Proces ten nazywany jest desulfuryzacją.
- b. produkcja benzenu: Kwas solny jest używany w procesie otrzymywania benzenu z produktów ropy naftowej lub gazu. Jest stosowany do kwaszenia frakcji ropy naftowej, co pozwala na otrzymanie benzenu.
- c. produkcja tołenu: Kwas solny może być wykorzystywany do produkcji tołenu, który jest używany w przemyśle chemicznym jako surowiec do produkcji rozpuszczalników i innych produktów.
- d. regulacja pH: Kwas solny jest stosowany w różnych procesach chemicznych w rafineriach do regulacji pH, co może wpłynąć na efektywność reakcji chemicznych i usunięcie zanieczyszczeń.

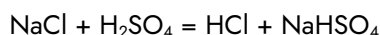
- e. neutralizacja: Kwas solny jest używany do neutralizacji zasadowych lub alkalicznych substancji w procesach rafineryjnych, zwłaszcza w reakcjach z zasadowymi produktami ubocznymi.
 - f. usuwanie osadów i kamienia: Kwas solny jest stosowany do usuwania osadów kamienia w rafineriach, które mogą gromadzić się na urządzeniach i rurociągach.
 - g. dezynfekcja i czyszczenie: Kwas solny może być używany do dezynfekcji i czyszczenia sprzętu i instalacji w przemyśle naftowym, aby zapewnić odpowiednie warunki sanitacyjne.
 - h. kontrola pH w procesach produkcji paliw: Kwas solny może być stosowany do regulacji pH w różnych procesach produkcji paliw, co może wpłynąć na jakość paliw i ich właściwości.
7. Przemysł farmaceutyczny: Kwas solny jest używany w produkcji leków, zarówno do regulacji pH, jak i do innych procesów chemicznych.
8. Przemysł elektroniczny: Kwas solny może być stosowany do czyszczenia i usuwania zanieczyszczeń z powierzchni w produkcji układów elektronicznych.
9. Przemysł papierniczy: Kwas solny jest używany do regulacji pH w procesach produkcji papieru i celulozy.
10. Inne zastosowania: Kwas solny może być wykorzystywany w laboratoriach do analizy chemicznej, do usuwania osadów kamienia w przemyśle wodno-kanalizacyjnym oraz do wielu innych celów.

Jest to tylko kilka przykładów zastosowań kwasu solnego w przemyśle. Ze względu na swoją wszechstronność i silne właściwości kwasowe, jest to substancja chemiczna niezwykle istotna w wielu branżach przemysłu.

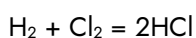
Otrzymywanie

Kwas solny otrzymuje się dwiema metodami, które różnią się sposobem otrzymania chlorowodoru.

W pierwszej z nich chlorowódór otrzymuje się przez wypieranie z chlorku sodu działaniem kwasu siarkowego(VI):



w drugiej - przez syntezę wodoru i chloru:

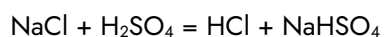


Reakcja ta jest silnie egzotermiczna. Kontrolowany jej przebieg jest możliwy dzięki spalaniu chloru w atmosferze wodoru w specjalnie skon-struowanych komorach, wyposażonych w palniki podobne w budowie do palników acetylenowo-tlenowych, używanych do spawania czy cięcia stali.

Otrzymany jedną z tych metod chlorowodór jest pochłaniany w wodzie tworząc kwas solny.

Otrzymywanie z soli kuchennej

Sól kuchenna zawierająca głównie chlorek sodu i minimalną ilość innych zanieczyszczeń jest najtańszym surowcem do otrzymywania kwasu solnego. W niezbyt wysokiej temperaturze reakcja przebiega według równania:



Reakcja wodorosiarczanu(VI) sodu z chlorkiem sodu wymaga już ogrzewania do temperatury 400-500°C, co na skalę laboratoryjną jest nieopłacalne.

Odczynniki i szkło laboratoryjne

Kolba destylacyjna 250 ml

Wkraplacz 100 ml

Płuczka do gazów 50 – 100 ml

Kolba stożkowa lub zlewka 250 – 300 ml

Cylinder miarowy 100 ml

Rurka szklana

Płaszcz grzejny (dostosowany do kolby)/palnik gazowy

Sól kuchenna - 60 - 100 g

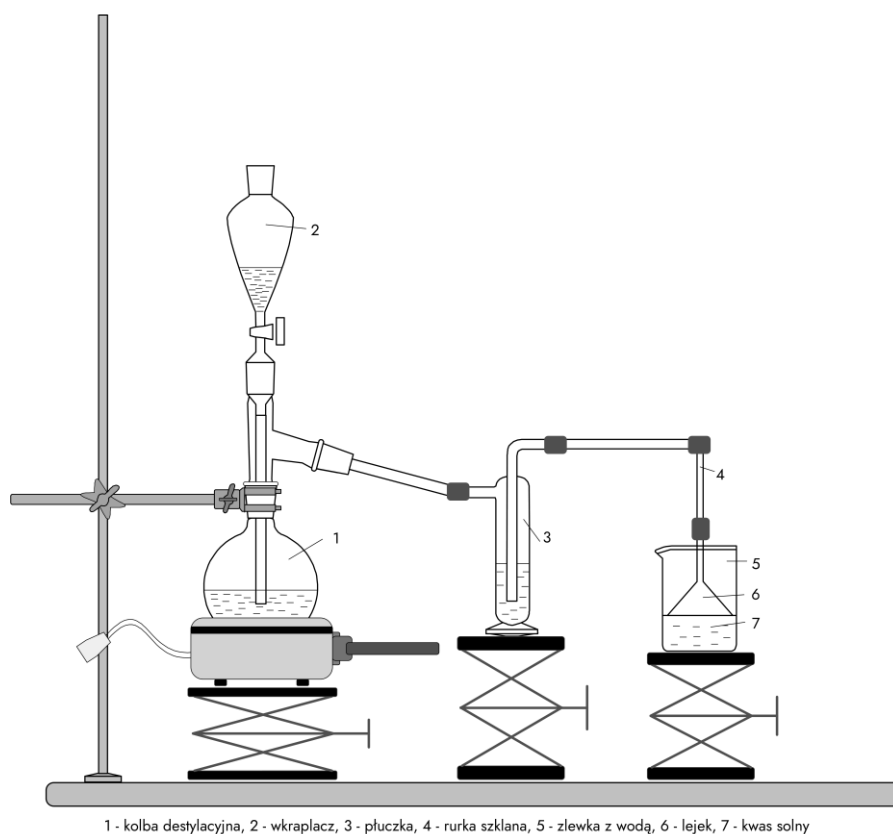
Kwas siarkowy(VI) 12 mol/dm³

Azotan(V) srebra(I), 0,1 mol/dm³

Wodorotlenek sodu, 0,5 mol/dm³

Wykonanie

Aparaturę należy zestawić pod wyciągiem laboratoryjnym według rysunku poniżej. Do wytarowanej kolby stożkowej lub zlewki 5 wlać 100 cm^3 wody i zważyć. Do kolby destylacyjnej 1 wsypać 60 g soli, a do wkraplacza wlać roztwór kwasu siarkowego(VI). Zestawiając aparaturę należy zwrócić uwagę na to, aby rurka doprowadzająca chlorowodór do kolby stożkowej lub zlewki 5 najwyżej dotykała powierzchni wody, gdyż w przeciwnym przypadku zostanie ona wciągnięta do płuczki. Dodatkowym zabezpieczeniem przed wciągnięciem wody do płuczki może być rozszerzenie wylotu rurki przez przymocowanie na jej końcu małego lejka.



Rysunek 1 Zestaw do syntezy HCl z NaCl

Po zmontowaniu aparatury można rozpocząć dodawanie kwasu siarkowego(VI) z wkraplacza w takim tempie, aby zawartość kolby 1 nie pieniała się i nie przedostawała do płuczki.

Po dodaniu całej ilości kwasu siarkowego(VI) należy zamknąć kurek wkraplacza i lekko ogrzewać kolbę aż do momentu, gdy zacznie destylować kwas solny, który zacznie się skraplać w bocznej rurce kolby destylacyjnej. Wówczas przerywa się ogrzewanie i do kolb 1 wlewa gorącej wody do ok. 3/4 jej pojemności,

następnie kolbę odłącza się od płuczki i gorący roztwór wylewa. Takie postępowanie ma na celu uniemożliwienie wykrystalizowania wodorosiarczanu(VI) sodu wewnątrz kolby, co mogłoby spowodować jej pęknięcie.

Otrzymany w kolbie stożkowej lub zlewce kwas solny można zważyć (ważąc naczynie wraz z kwasem) i z różnicy mas wody i kwasu obliczyć masę chlorowodoru, a następnie wydajność reakcji i stężenie procentowe otrzymanego roztworu.

Badanie właściwości otrzymanego kwasu solnego

1. Kroplę otrzymanego kwasu dodać do probówki napełnionej w 3/4 pojemności wodą i dobrze wymieszać. Następnie ok 1 cm³ otrzymanego roztworu wlać do innej probówki i ponownie rozcieńczyć wodą do 3/4 pojemności. Za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego (lub kompletu wskaźników) określić pH otrzymanego roztworu kwasu.
2. Do roztworu otrzymanego w pierwszej probówce dodać kroplami ok. 1 ml AgNO₃ obserwując wytrącanie się osadu. Podać wynik obserwacji i napisać równanie reakcji między kwasem solnym i azotanem(V) srebra(I) w sposób jonowy i cząsteczkowy.
3. Przeprowadzić miareczkowanie alkalimetryczne (2-3 próby) powstałego kwasu chlorowodorowego (do miareczkowania należy wziąć ok 10 ml HCl) za pomocą mianowanego roztworu NaOH.