

Název: Příprava sody Solvayovým způsobem

Návod na práci

Zadání: Připravte 20 g bezvodého uhličitanu sodného (prací sody) Solvayovou metodou a kalcinací.

Teorie

Soda je jednou z nejdůležitějších chemických látek. Využívá se zejména při výrobě mýdel, při výrobě skla, v metalurgii, v chemickém průmyslu pro výrobu sodných solí atp. Jsou známy dva způsoby výroby sody v průmyslovém měřítku. Leblancova metoda a Solvayova metoda. Leblancova metoda se používala dříve, byla založena na NaCl, H₂SO₄, vápenci a koksu a poskytovala nejen sodu, ale i nepoužitelný odpad CaS. Postupně ji proto zcela nahradila modernější Solvayova metoda, která je příkladem propojení a návaznosti jednotlivých výrobních operací, recyklace nepoužitelných složek a dokonalého využití všech surovin.

Prací soda se vyrábí Solvayovým způsobem ve dvou stupních:

1. Nejprve Solvayovou metodou vyrobíme hydrogenuhličitan sodný z NaCl, amoniaku a CO₂:



2. Hydrogenuhličitan sodný se pak kalcinací (žiháním) přemění na bezvodý uhličitan sodný:



CO₂, který potřebujeme k provedení první fáze přípravy, se vyrábí v Kippově přístroji rozkladem CaCO₃ (mramor) se zředěnou HCl (1:1) podle rovnice:



(v průmyslovém měřítku se potřebný CO₂ vyrábí jinak – tepelným rozkladem CaCO₃, nikoli rozkladem pomocí drahé HCl)

Pomůcky: baňka (250 ml), zátka, odměrný válec, váhy, Kippův přístroj, porcelánová miska, žihací kelímeček, kleště, skleněná tyčinka, zápalky

Chemikálie: chlorid sodný, amoniak (26 %), kyselina chlorovodíková (36 %)

Postup

1. Vypočtené množství 26 % roztoku NH_3 ($\rho_{\text{NH}_3, 26\%} = 0,910 \text{ g/cm}^3$) nalijte do baňky.
2. Přidejte vypočtené množství NaCl , uzavřete baňku zátkou a důkladně promíchejte. NaCl se částečně rozpustí.
3. Baňku následně napojte na Kippův přístroj a nechte jím za neustálého intenzivního třepání procházet CO_2 .
4. Po určité době proběhne reakce. Její konec poznáte tak, že reakční směs zhoustne na kašovitou hmotu.
5. Vzniklý NaHCO_3 má při dané teplotě ve srovnání s druhým produktem reakce NH_4Cl jen velmi malou rozpustnost, a proto se vyloučí ve formě jemných krystalů (zatímco NH_4Cl zůstane v roztoku).
6. Kašovitou reakční směs odsajte přes Büchnerův trychtýř. NaHCO_3 na filtračním papíře promyjte vodou a vysušte mezi filtračními papíry.
7. Žihání proveďte na porcelánové misce, zpočátku velmi pomalu za občasných míchání skleněnou tyčinkou, později prudší, až přestanou unikat páry H_2O a CO_2 .
8. Vážením určíte praktický výtěžek a výpočtem relativní výtěžek v %.

Nakládání s chemickými látkami

Chemikálie	Forma	H-věty	P-věty
NaCl	Pevná	---	---
NH_3	Kapalina, 26 %	H314, H335, H400	P261, P273, P280, P310, P305 + P351 + P338
HCl	Kapalina, 36 %	H315, H319, H335, H290	P280, P305 + P351 + P338

Zdroje rizik a vyhodnocení závažnosti rizika

Amoniak je látka klasifikovaná jako nebezpečná podle nařízení (ES) č. 1998/2003 1272/2008. Způsobuje vážné poškození pokožky a očí a může způsobit podráždění dýchacích cest. Je vysoce toxický pro vodní organismy. Je toxický pro živočichy, rostliny a plankton. Při práci s touto látkou žáci používají ochranné pomůcky. Na ředění a manipulaci s touto látkou dohlíží učitel.

Kyselina chlorovodíková je látka klasifikovaná jako nebezpečná podle nařízení (ES) č. 1234/2006. 1272/2008. Je dráždivá pro pokožku, způsobuje podráždění očí, může způsobit podráždění dýchacích cest a může být korozivní pro kovy.

Název projektu: Digitalizace chemických experimentů pro zlepšení kvality a podporu výuky chemie na středních školách
Akronym: ChemIQSoc
Číslo projektu: 2021-1-SK01-KA220-VET-000027995



Způsob nakládání s odpady

Zbytek uhličitanu sodného se umístí do pečlivě označené uzavřené nádoby určené k tomuto účelu. Materiál zlikvidujte jako nebezpečný odpad prostřednictvím oprávněné společnosti s platnou legislativou. Rozbité sklo musí být zlikvidováno do nádoby k tomu určené.

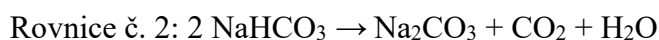
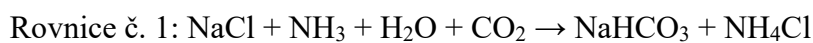
Opatření k omezení rizika

Používejte osobní ochranné prostředky (plášť, ochranné brýle nebo obličejový štít, gumové rukavice, ochranný oděv a obuv), dodržujte osobní hygienu (po manipulaci si důkladně umyjte ruce). V případě kontaktu s pokožkou odstraňte kontaminované části oděvu a kontaminovanou obuv. Zasažené místo omyjte velkým množstvím vody. V případě kontaktu s očima je okamžitě vypláchněte velkým množstvím vody s otevřenými víčky (15 – 20 minut). Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a lze je snadno vyjmout. Vyhledejte lékařskou pomoc. V případě vdechnutí amoniaku vyveďte postiženou osobu na čerstvý vzduch a uložte ji do polohy na boku, abyste zabránili udušení, dojde-li ke zvracení. Dojde-li k zástavě dýchání, proveďte umělé dýchání. Okamžitě zajistěte odbornou lékařskou pomoc. V uzavřených místnostech zajistěte přívod čerstvého vzduchu. V případě nehody nebo pokud se necítíte dobře, okamžitě informujte učitele. Během práce nejezte, nepijte a nekuřte. Dodržujte bezpečnostní pokyny učitele. Skladujte v těsně uzavřených nádobách na chladném a suchém místě, chráněném před světlem.

Pracovní list

Výpočty

1. Připravte 20 g bezvodého uhličitanu sodného (prací sody) Solvayovou metodou a kalcinací
 - a. Vypočítejte potřebná množství chloridu sodného a 26% roztoku amoniaku.
 - b. Jaký objem oxidu uhličitého je potřebný při teplotě 20°C a tlaku 101,3 kPa?
 - c. Jaké množství chloridu amonného vznikne?



$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \dots\dots\dots \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M(\text{NaCl}) = \dots\dots\dots \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$M(\text{NH}_3) = \dots\dots\dots \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M(\text{NH}_4\text{Cl}) = \dots\dots\dots \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Výpočet hmotnosti NaHCO₃

Výpočet hmotnosti NaCl

Výpočet objemu 26% roztoku NH₃

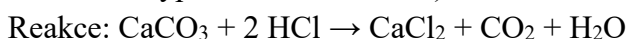
Výpočet objemu CO₂

Název projektu: Digitalizace chemických experimentů pro zlepšení kvality a podporu výuky chemie na středních školách
Akronym: ChemIQSoc
Číslo projektu: 2021-1-SK01-KA220-VET-000027995



Výpočet hmotnosti NH₄Cl

2. Vypočítejte, jaké množství mramoru a 36% roztoku kyseliny chlorovodíkové potřebujete k přípravě 20 g bezvodého uhličitanu. Vycházejte z množství oxidu uhličitého vypočítaného v bodě 1)



$M(\text{CaCO}_3) = \dots\dots\dots \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{HCl}) = \dots\dots\dots \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$,

$\rho(\text{HCl}, 36\%) = \dots\dots\dots \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

Výpočet hmotnosti CaCO₃

Výpočet objemu 36% HCl

Výpočet objemu H₂O potřebné pro přípravu roztoku HCl zředěného v poměru 1:1

3. Vypočítejte praktický výtěžek bezvodé sody v %.

PV = $\dots\dots\dots$ g, TV = $\dots\dots\dots$ g

PV(%) = $\dots\dots\dots$ %

Pozorování

1. Popište vzhled bezvodé sody.

Název projektu: Digitalizace chemických experimentů pro zlepšení kvality a podporu výuky chemie na středních školách
Akronym: ChemIQSoc
Číslo projektu: 2021-1-SK01-KA220-VET-000027995



2. Vyhledejte základní fyzikálně-chemické vlastnosti bezvodé sody.

Vlastnost	Hodnota
Rozpustnost ve vodě	
Rozpustnost v jiných rozpouštědlech	
Teplota tání	

Výtěžek

Zaznamenejte hmotnost připravené bezvodé sody.

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \dots\dots\dots$ g

Otázky

1. Napište rovnice reakcí přípravy bezvodé sody včetně přípravy oxidu uhličitého.
2. Vysvětlete, jaká je funkce Kippova přístroje při přípravě bezvodé sody.
3. Porovnejte Solvayovu a Leblancovou metodu výroby sody v průmyslovém měřítku z environmentálního hlediska.
4. Vysvětlete na základě čeho oddělíte hydrogenuhličitan sodný a chlorid amonný.
5. Vysvětlete, jaký je význam žíhání při přípravě sody.
6. Uveďte, jak získáte krystaly chloridu amonného.
7. Popište průmyslové využití sody.

Název projektu: Digitalizace chemických experimentů pro zlepšení kvality a podporu výuky chemie na středních školách
Akronym: ChemIQSoc
Číslo projektu: 2021-1-SK01-KA220-VET-000027995



Závěr

Shrňte stručně cíl experimentu, hlavní výsledky a porovnejte je s očekávanými hodnotami.

Prohlášení o vyloučení odpovědnosti

Financováno Evropskou unií. Vyjádřené názory a postoje jsou názory a prohlášeními autora(ů) a nemusí nutně odrážet názory a stanoviska Evropské unie nebo Slovenské akademické asociace pro mezinárodní spolupráci, Národní agentury programu Erasmus+ pro vzdělávání a odbornou přípravu. Evropská unie ani organizace udělující grant za ně nepřebírají žádnou odpovědnost.