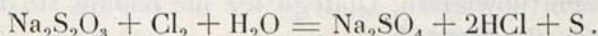
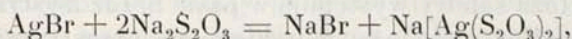


kwasami, uwalnia się kwas tiosiarkowy $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, który natychmiast rozkłada się na siarkę i na kwas siarkawy. ☒

☒ Tiosiarczan sodu znajduje zastosowanie w technice farbiarskiej, jako t. zw. »przeciwchlor«, czyli »antichlor«, używany do usuwania z bielonych materyj wolnego chloru, który zamienia się na nieszkodliwe jony chlorowe:

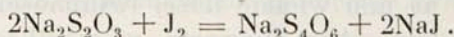


Stosuje się go również w fotografii, jako t. zw. »utrwalacz«, tworzy on bowiem z chlorkiem i bromkiem srebra sole zespolone, łatwo rozpuszczalne w wodzie, np.:

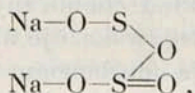


w których anjon kwasu tiosiarkowego tworzy z kationem srebra »anjon zespolony«: $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$. Sole zespolone srebra są tak trwałe, że w roztworach tych soli nie można zapomocą siarkowodoru wykryć obecności jonu srebrowego. ☒

Tiosiarczan sodu znalazł ponadto zastosowanie w analizie miareczkowej (w jodometrii) do ilościowego oznaczania wolnego jodu, który ulega redukcji na jony jodowe:



c) Z soli innych kwasów tlenowych siarki zasługuje jeszcze na wzmiankę *hydrosiarczyn sodowy* (podsiarczyn sodowy)



otrzymywany technicznie przez redukcję kwaśnego siarczynu sodowego NaHSO_3 pyłem cynkowym w obecności wolnego kwasu siarkawego. Sól ta znajduje szerokie zastosowanie w farbiarstwie materiałów włókienniczych, jako środek redukcyjny, służący do wytwarzania t. zw. wywabów.

E. Saletra. a) *Azotan sodowy*, NaNO_3 , zwany potocznie *saletrą chilijską*, jest, obok soli kamiennej oraz sody, jedną z najważniejszych soli sodowych. Z wodnych roztworów krystalizuje on zazwyczaj w układzie romboedrycznym, w kryształach bezbarwnych i przezroczystych, które, podobnie jak romboedry kalcytu, mają własność podwójnego załamania światła.

Saletra sodowa topi się w temperaturze 316° , posiada w tem-

peraturze 15° gęstość $d_{15} = 2,265$ i jest w wodzie bardzo łatwo rozpuszczalna:

w 100 g wody w temp.: 0° 20° 40° 60° 80° 100° 119°
rozpuszcza się: 73 88 105 124,6 148 175,5 209 g NaNO_3

Azotan sodu pochłania wilgoć z powietrza i rozplywa się w wilgotnym powietrzu. Dlatego też nie nadaje się do wyrobu mieszanin wybuchowych.

b) *Występowanie saletry chilijskiej.* Azotan sodu występuje obficie w Chili, uboższe złoża znajdują się w Egipcie, na Kaukazie, w Turkiestanie oraz w krajach Zakaspijskich. W Chili złoża saletry występują w pasie bezdżdżystym, ciągnącym się wzdłuż wybrzeża morskiego na przestrzeni około 38 km długości. Złoża te, odkryte w r. 1821, leżą między 19° a 25° szerokości południowej w prowincji Tarapaka i Atakama. Ciągna się one na wybrzeżu morskim, wzniesionem na 1100 metrów nad poziom morza. Pokłady saletonośne, zwane »Caliche«, grubości od 0,25 do 1,5 m, leżą pod warstwą piasku, szpatów polnych i fosforanów grubości 1 do 2 metrów. Brzeg ten był niegdyś niewiele wyższy od powierzchni morza, wskutek czego gromadziły się na nim wielkie ilości roślinności morskiej wyrzucanej przez fale. Azot, zawarty w resztkach roślinnych, wydzieliał się wskutek ich gnicia w postaci amonjaku i ulegał pod działaniem bakterij nitrifikacyjnych utlenianiu na kwas azotowy i jego sole. Skład chemiczny tych białych pokładów caliche, bogatych w saletrę, wskazuje niewątpliwie na ich pochodzenie morskie, zawierają one bowiem

NaNO_3	NaCl	NaJO_3	Na_2SO_4	CaSO_4	MgSO_4	subst. nierozp.	H_2O
70,92%	22,39%	1,90%	1,80%	0,87%	0,51%	0,91%	1,0%

Wielkie znaczenie saletry chilijskiej datuje się od piątego dziesiątka ubiegłego stulecia, od chwili gdy znakomity chemik niemiecki Liebig zaczął propagować zastowanie tej soli w rolnictwie, jako mineralnego nawozu azotowego do uprawy roślin (zwłaszcza zbóż). Od tego czasu produkcja saletry chilijskiej zaczyna szybko wzrastać, jak wykazują następujące dane statystyczne (na str. 73).

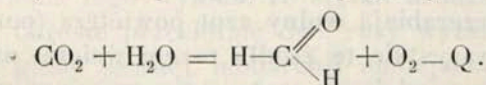
Głównym konsumentem saletry chilijskiej była do ostatnich czasów Europa, która w r. 1912 importowała 1 994 000 tonn, podczas gdy Stany Zjednoczone zużywały tylko 445 000 tonn.

TABLICA 18.
Wydobycie saletry chilijskiej.

w r. 1831 —	100 tonn	w r. 1913 —	2 740 000 tonn
„ „ 1850 —	20 000 „	„ „ 1914 —	1 568 000 „
„ „ 1870 —	103 000 „	„ „ 1918 —	2 979 000 „
„ „ 1890 —	893 000 „	„ „ 1920 —	1 958 000 „
„ „ 1900 —	1 334 000 „	„ „ 1925 —	2 620 000 „
„ „ 1913 —	2 274 000 „	„ „ 1928 —	3 280 009 „

W Europie największym konsumentem były Niemcy, które w wymienionym roku zużyły przeszło 910 000 tonn saletry.

F. Działanie nawozów mineralnych. Jak poprzednio zaznaczyliśmy, rośliny zielone pobierają energję promienistą światła słonecznego. Ciało swe budują one z *dwutlenku węgla*, który pobierają zapomocą liści z powietrza oraz z wody, pobieranej korzeniami z gleby. Oba te związki ulegają redukcji na węglowodany pod wpływem wolnej energji promienistej, czerpanej ze światła słonecznego. Głównym procesem chemicznym w życiu roślin jest »proces asymilacji«, którego istota da się schematycznie wyrazić zapomocą następującego równania:



Poza energją świetlną, dwutlenkiem węgla i wodą roślina potrzebuje jeszcze pewnych składników mineralnych, niezbędnych do wytwarzania złożonych substancyj organicznych, jak białko, chlorofil, enzymy, które pobudzają funkcje życiowe. Takimi składnikami niezbędnymi są poza węglem, tlenem i wodorem trzy metaloidy: azot, siarka i fosfor oraz cztery metale: potas, wapń, magnez i żelazo. Pierwiastki te znajdują się w glebie pod postacią rozpuszczalnych w wodzie soli. Roślina czerpie je z gleby zapomocą korzeni. Wymienione wyżej metaloidy są asymilowane przeważnie jako sole kwasów: azotowego, siarkowego i ortofosforowego, niezbędne zaś metale—jako sole tych samych kwasów albo w postaci soli kwasu chlorowodorowego, bromowodorowego, węglowego, krzemowego i innych. Bez minimalnych choćby ilości związków azotu, siarki, fosforu, potasu, wapnia, magnezu i żelaza żadna zielona roślina nie może się należycie rozwinąć i wyrosnąć.

Gleby uprawne zawierają zawsze niewielkie ilości związków tych siedmiu pierwiastków. Ilości te niezawsze jednak wystarczają do intensywnej uprawy roślin zbożowych i okopowych. Gleby uprawne nie posiadają najczęściej dostatecznej ilości związków azotowych, fosforowych i potasowych, a niekiedy także związków wapniowych. Zresztą wskutek intensywnej uprawy ziemiopłodów górne warstwy gleby ulegają szybko wyczerpaniu. Wynika stąd konieczność dostarczania glebie związków azotowych, fosforowych i potasowych pod postacią soli mineralnych, zwanych *nawozami mineralnymi*.

W pierwszym tomie (str. 187) była już mowa o tem, jakie znaczenie mają dla gospodarstwa nawozy azotowe ze względu na ich dodatni wpływ na rozwój wegetacji roślinnej, a także i dlatego, że rośliny zużywają znaczne ilości związków azotowych, wskutek czego gleba wyżybywa się ich szybko.

Wprawdzie zapomocą nawożenia mierzwą stajenną część związków azotowych, pobranych z gleby w ziemiopłodach, wraca do niej zpowrotem. Wiadomo też, że wiele roślin, np. rośliny motylkowe, posiada zdolność przyswajania wolnego azotu z powietrza i zamienia go na związki organiczne oraz że w glebach próchnicznych rozwijają się obficie azotobakterje, które również przerabiają wolny azot powietrza (por. t. I, str. 188). Jednakże wszystkie te źródła razem wzięte nie wystarczają do pokrycia niedoboru azotu związanego w glebie, wywołanego przez intensywną uprawę ziemiopłodów.

Do ostatnich czasów saletra chilijska była najważniejszym z nawozów azotowych, drugie miejsce zajmował siarczan amonowy, dalej saletra wapniowa, wreszcie wapno azotowe, czyli cyanamid wapniowy. Produkcja światowa tych soli wynosiła w r. 1913:

Saletry chilijskiej	— 2 740 000	tonn
Siarczanu amonowego	— 1 365 000	„
Saletry wapniowej	— 30 000	„
Wapna azotowego	— 80 000	„

W ostatnich latach jednak wzrosła znacznie ilość azotanów oraz soli amonowych, otrzymywanych fabrycznie na drodze syntetycznej: przez utlenianie azotu powietrza w wysokiej temperaturze płomienia elektrycznego na kwas azotowy lub też przez syntezę amonjaku z wolnego azotu i wodoru.

Największym konsumentem mineralnych nawozów azotowych

jest dotychczas Europa, w której uprawa ziemiopłodów ma najdawniejsze tradycje, i wskutek tego gleby uprawne najbardziej się wyjałowily.

Jak wielki jest wpływ nawozów azotowych na urodzaj nasion roślin zbożowych (kłosowych), dowodzą następujące dane statystyczne, podające średnie zużycie nawozów azotowych kilku państw europejskich, wyrażone w kilogramach azotu związanego na hektar, oraz średni urodzaj niektórych zbóż, podany w cetnarach metrycznych na hektar:

TABLICA 19.

Średni urodzaj w cetnarach z hektara w latach 1903-1907.

	Kg N na hektar	Pszeniicy	Żyta	Jęczmie- nia	Owsa
w Belgji . . .	64	26	18	—	51,6
„ Niemczech . .	57	21,2	16,3	19,0	47,0
„ Francji . . .	35	14,6	11,4	25,0	25,0
„ Austrii . . .	28	12,3	12,5	13,7	10,0

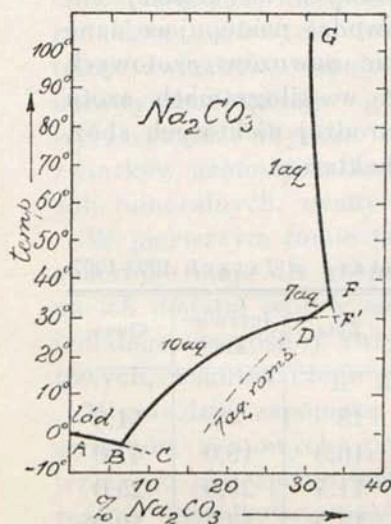
Z zestawienia tego wynika, że średni urodzaj zbóż w Belgji był w tym okresie przeciętnie dwa razy wyższy niż w Austrii, aczkolwiek gleby dawnej monarchji austriackiej z natury nie były bynajmniej uboższe od gleb belgijskich.

Ciekawe i pouczające będą również następujące dane statystyczne, ilustrujące wzrost zużycia nawozów mineralnych przez rolnictwo niemieckie w ciągu ostatnich 24 lat:

TABLICA 20.

Zużycie nawozów	w r. 1888	w r. 1912
Saletry chilijskiej . .	225 000 tonn	650 000 tonn
Siarczanu amonu . .	50 000 „	500 000 „
Superfosfatu . . .	250 000 „	1 800 000 „
Żużli Thomasa . . .	250 000 „	2 200 000 „
Soli potasowych . .	160 000 „	3 000 000 „
Innych nawozów . .	500 000 „	1 300 000 „
Razem . . .	1 435 000 tonn	9 450 000 tonn

G. Soda, Na_2CO_3 . Oprócz soli kamiennej oraz salety sodowej trzecią najważniejszą solą sodową jest węglan sodu Na_2CO_3 , zwany powszechnie sodą. Jest to substancja bez-



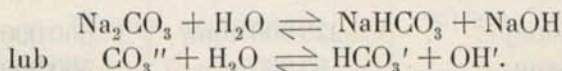
Rys. 27.

Wykres równowag w układach złożonych z $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Węglan sodu tworzy trzy wodziany: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ oraz $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, z których najbardziej rozpowszechniona i najłatwiejsza do otrzymania jest sól dziesięciowodna, zwana sodą krystaliczną. Warunki równowagi układów złożonych z węglanu sodu i wody ilustruje załączony wykres (rys. 27), z którego wynika, że z roztworów otrzymuje się w zwykłych warunkach sól dziesięciowodną. Rozpuszczalność jej w 100 g wody wynosi:

w temperaturze: 0° 10° 20° 25°
rozpuszcza się w 100 g H_2O 7,1 12,6 21,4 29,8 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Wskutek słabości kwasu węglowego wodne roztwory sody są w części shydrolizowane według równania:



Stopień hydrolizy wynosi w temperaturze 24° , zależnie od stężenia roztworu:

moli Na_2CO_3 w litrze:	0,19	0,094	0,048	0,024
% shydrolizowany:	2,12%	3,17%	4,87%	7,1%

barwna, krystaliczna o gęstości $d = 2,476$, topiąca się w temperaturze 842° . Podczas dłuższego ogrzewania powyżej temperatury topnienia traci ona powoli dwutlenek węgla, jednak w stopniu nieznacznym, ponieważ prężność jej dysocjacji jest bardzo mała nawet w temperaturach stosunkowo wysokich, jak wskazują następujące dane:

temp.:	700°	880°	1010°	1100°	1200°
prężność					
dys. w mm:	1	10	14	21	41

Węglan sodu tworzy trzy wodziany: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ oraz $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, z których najbardziej rozpowszechniona i najłatwiejsza do otrzymania jest sól dziesięciowodna, zwana sodą krystaliczną. Warunki równowagi układów złożonych z wę-

Tej właśnie hydrolizie zawdzięcza soda zastosowanie do prania w życiu domowym oraz w przemyśle.

a) *Początki wielkiego przemysłu chemicznego.* Soda, kwas siarkowy i chlor stanowią najważniejsze produkty wielkiego przemysłu chemicznego. Te trzy substancje są niezbędne w całym szeregu procesów fabrycznych, zwłaszcza do otrzymywania kwasu solnego, kwasu azotowego i octowego, superfosfatów, siarczanów amonu i glinu, materiałów wybuchowych, fosforu, dekstryn, mydeł, stearyny, do rafinowania nafty, otrzymywania chloranów, chloroformu, do bielenia wyrobów włókienniczych i t. p.

Jak wiadomo, początki fabrykacji kwasu siarkowego sposobem komorowym sięgają połowy XVIII-go stulecia. Sposób fabrykacji sody z soli kamiennej wynalazł Leblanc w Paryżu w r. 1791. Właściwy jednak rozwój wielkiego przemysłu chemicznego datuje się dopiero od chwili wzmożonego importu bawełny amerykańskiej do Europy, który rozpoczął się w roku 1791. Do tego czasu główny materiał surowy do wyrobów włókienniczych stanowiła wełna, len i jedwab. W r. 1791 przybyły do Europy pierwsze większe transporty bawełny amerykańskiej, której produkcja zaczyna odtąd szybko wzrastać:

TABLICA 21.

Wzrost produkcji bawełny amerykańskiej.

w r. 1791 —	906 tonn	w r. 1810 —	38 470 tonn
„ „ 1793 —	2 266 „	„ „ 1820 —	72 470 „
„ „ 1794 —	3 624 „	„ „ 1830 —	158 600 „
„ „ 1800 —	15 860 „	„ „ 1896 —	1 445 000 „

Równolegle z tem zaczyna się szybko rozwijać w Europie przemysł włókienniczy bawełniany, rugujący w znacznej mierze przemysł włókienniczy lniany i wełniany, jak wskazują dane, dotyczące zużycia różnych surowców przez angielski przemysł włókienniczy (str. 78).

Rozwój przedsiębiorstwa bawełny wywarł wielki wpływ na rozwój wielkiego przemysłu chemicznego. Włókna pochodzenia zwierzęcego (wełna i jedwab) nie wymagają intensywnego bielenia: do oczyszczania ich wystarcza woda mydlana. Włókna roślinne wymagają natomiast specjalnych metod bielenia.

TABLICA 22.

	Przerobiono w trzechleciach		
	1798-1800	1829-1831	1859-1861
Bawełny	18 900 tonn	110 200 tonn	463 100 tonn
Wełny	49 700 „	67 700 „	118 000 „
Lnu	49 200 „	87 800 „	96 000 „

Do lnu stosowano dawniej bielenie łąkowe. Ten sposób bielenia jest jednak nie wystarczający dla bawełny, którą trzeba bielić i oczyszczać chemicznie. Oczyszczanie oraz bielenie włókien bawełnianych odbywa się przez wstępne traktowanie ich roztworem kwasu siarkowego, a następnie roztworem sody; potem następuje bielenie chlorem zapomocą podchlorynu wapniowego i wreszcie gruntowne pranie przy pomocy mydła. Wraz z rozwojem przemysłu bawełnianego wzrosło zatem masowe zapotrzebowanie kwasu siarkowego, sody i chloru, dając impuls do rozwoju wielkiego przemysłu chemicznego.

Lecz mało tego. Wyroby bawełniane dają się o wiele łatwiej farbować i drukować aniżeli wyroby lniane. To też rozwój przedsiębiorstwa bawełnianego wywołał rozwój farbiarstwa i drukarstwa, a tem samem i wzrost zapotrzebowania na barwniki i zaprawy.

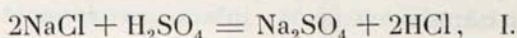
Był jeszcze jeden czynnik, który wywarł dodatni wpływ na rozwój przemysłu chemicznego w Europie. Była to blokada kontynentalna, ogłoszona przez Napoleona I-go w początkach XIX stulecia, wymierzona przeciwko angielskiemu przemysłowi i handlowi. Dała ona impuls do rozwoju przemysłu bawełnianego na kontynencie europejskim i powołała do życia cukrownictwo buraczane.

Dalsze etapy rozwoju wielkiego przemysłu chemicznego stanowią: zaprowadzenie oświetlenia gazowego w r. 1814, zapoczątkowane w latach czterdziestych przez Liebiga stosowanie nawozów mineralnych w rolnictwie, wprowadzenie w r. 1863 amonjakalnego sposobu fabrykacji sody, zapoczątkowanie w r. 1865 przemysłu barwników syntetycznych, wprowadzenie przez Nobla w r. 1867 dynamitu do techniki i wojskowości i t. d.

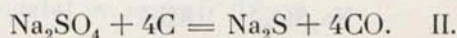
b) *Fabrykacja sody sposobem Leblanca.* Nicolas Leblanc, lekarz nadworny księcia Orleańskiego opracował w r. 1791

techniczny sposób otrzymywania sody z soli kamiennej. Ten proces Leblanca stał się podstawą rozwoju wielkiego przemysłu chemicznego dzięki temu, że powołał do życia fabrykację kwasu siarkowego, potrzebnego do przygotowania siarczanu sodu, oraz stworzył fabrykację kwasu solnego, otrzymywanego jako produkt uboczny.

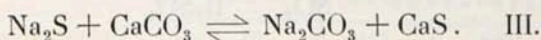
Istota procesu fabrykacji sody sposobem Leblanca polega na trzech reakcjach chemicznych. Naprzód chlorek sodu zamienia się działaniem kwasu siarkowego na siarczan:



z którego następnie przez redukcję węglem otrzymuje się siarczek:

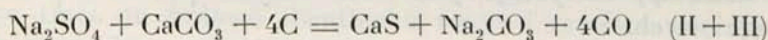


Wreszcie siarczek sodu przeprowadza się w węglan drogą podwójnej wymiany z węglanem wapnia:



Pierwszą z tych reakcyj wykonywa się w temperaturze podwyższonej, nie wyższej jednak nad 300° , dzięki czemu powstaje normalny siarczan sodu, podczas gdy wszystkie chlorowodoru ulatnia się i zostaje pochłaniany przez płóćki z wodą.

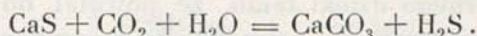
Dwie następne reakcje wykonywane są w jednej operacji: przez mieszanie siarczanu sodu z odpowiednią ilością węgla i węglanu wapnia



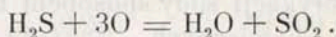
oraz ogrzewanie tej mieszaniny do temperatury około 900° w piecach szachtowych lub rotacyjnych. W tych warunkach zachodzi w mieszaninie naprzód reakcja druga, a następnie trzecia. Ta ostatnia jest do pewnego stopnia odwracalna, dlatego też przez zbyt długotrwałe ogrzewanie część powstałego węglanu sodu zamienia się zpowrotem na siarczek sodu.

Stopioną masę reakcyjną ochładza się następnie i poddaje systematycznemu ługowaniu ciepłą wodą, której temperatura nie powinna przekraczać 40° , t. j. temperatury, w której dieścieowodny węglan sodu posiada najwyższą rozpuszczalność. W osadzie pozostaje wówczas trudnorozpuszczalny siarczek wapnia. Siarka w nim zawarta regeneruje się sposobem

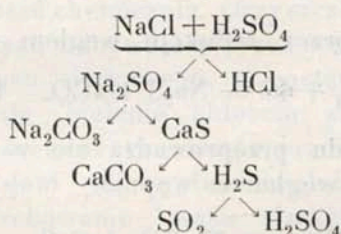
Chance'a, polegającym na działaniu dwutlenku węgla na siarczek wapnia w obecności wody:



Otrzymany zaś siarkowódór jest utleniany na dwutlenek siarki i przerabia się na kwas siarkowy.



Otrzymujemy więc następujący schemat produktów fabrykacji Leblanca:

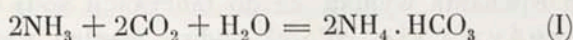


Dodatnią stroną sposobu Leblanca jest to, że wyzyskuje on całkowicie oba składniki soli kamiennej: obok sody otrzymuje się bowiem, jako produkt uboczny, chlorowódór, który zostaje następnie utleniany na chlor, używany do bielenia wyrobów bawełnianych. Siarka, wprowadzona do procesu fabrykacji w postaci kwasu siarkowego, daje się również całkowicie regenerować i zamieniać zpowrotem na kwas siarkowy. Ujemną stroną tej fabrykacji jest duże zużycie paliwa w procesach ogniowych.

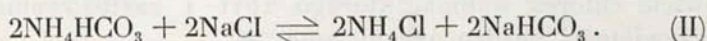
Pierwsze fabryki sody sposobem Leblanca powstały we Francji. Od r. 1814 zaczęto wprowadzać ten sposób w Anglii, gdzie rozwinął się do olbrzymich rozmiarów. Już w r. 1818 cena ryczałtowa sody, która wynosiła początkowo 840 mk za tonnę, spadła do 320 mk.

c) *Fabrykacja sody sposobem amonjalkalnym.* W początku drugiej połowy ubiegłego stulecia belgijski inżynier Ernest Solvay, opracował nowy sposób fabrykacji sody, zwany amonjalkalnym. Pierwsza fabryka sody amonjalkalnej została założona pod Brukselą w r. 1863. Sposób ten, jakkolwiek na pozór bardziej złożony, okazał się w praktyce znacznie tańszy od sposobu Leblanca i wskutek tego rozpowszechnił się w krótkim przeciągu czasu o tyle, że wyparł ten ostatni na drugi plan.

⊗ Sposób Solvay'a składa się z 5 następujących po sobie procesów. Pierwszy z nich polega na syntezie *dwuwęglanu amonu* z amonjaku i dwutlenku węgla:



Dwuwęglan amonu wstępuje w reakcję podwójnej wymiany z solą kuchenną:

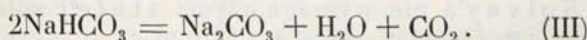


Wskutek stosunkowo małej rozpuszczalności dwuwęglanu sodu w wodzie, równowaga reakcji (II) jest silnie przesunięta w prawo. Wynika to z następującej tabelki rozpuszczalności soli, biorących udział w reakcji (II): ⊗

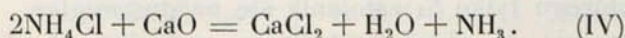
TABLICA 23.
Rozpuszczalność w 100 g wody (w gramach).

	W temperaturze			
	0°	10°	20°	30°
NaCl	35,7	35,8	36,0	36,3
NH ₄ HCO ₃	11,9	15,8	21,0	27,0
NH ₄ Cl	29,4	33,3	37,2	41,4
NaHCO ₃	6,9	8,1	9,6	11,1

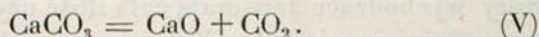
⊗ *Dwuwęglan sodu*, otrzymany w drugim procesie, po odsączeniu poddaje się »kalcynowaniu«, czyli ogrzewaniu, podczas którego traci on połowę dwutlenku węgla i zamienia się na zwykłą bezwodną sodę, dwutlenek węgla zaś wraca ponownie do fabrykacji (I):



Jednocześnie odbywa się regeneracja amonjaku z pozostałego w ługach pokrystalicznych chlorku amonowego i wapna:

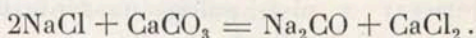


Wapno zaś otrzymuje się jednocześnie z dwutlenkiem węgla przez rozkład węglanu wapnia (wapniaka):



Przez dodanie wszystkich 5-ciu równań otrzymujemy ogólny

bilans procesu Solvay'a, który wyraża się w następującym równaniu:



Z ogólnego równania wynika, że do fabrykacji sodu sposobem Solvay'a zużywa się: chlorek sodu i węglan wapnia, produkty, znajdujące się w przyrodzie, i bardzo tanie. Powstaje zaś w fabrykacji, oprócz sodu tylko jeden produkt poboczny, mianowicie chlorek wapnia, którego zbyt i zastosowania są w rzeczywistości bardzo ograniczone. ☒

☒ Proces Solvay'a przebiega zazwyczaj w temperaturze od 15° do 20° . Jak powiedziano wyżej, reakcja ta jest niezupełna i prowadzi do pewnego stanu równowagi: najlepszą wydajność osiąga się w temperaturze 20° , w chwili, kiedy $\frac{2}{3}$ użytego chlorku sodu uległo przemianie na dwuwęglan. Stała równowagi wynosi zatem:

$$\frac{[\text{NaHCO}_3] \cdot [\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NaCl}] \cdot [\text{NH}_4\text{HCO}_3]} = \frac{2/3 \cdot 2/3}{1/3 \cdot 1/3} = 4.$$

W wyższych temperaturach równowaga zmienia się na niekorzyść dwuwęglanu sodu. ☒

W celu demonstracji procesów, odbywających się w metodzie Solvay'a, nasycza się stężony wodny roztwór amonjaku chlorkiem sodu, następnie zaś przepuszcza się przez roztwór ten strumień gazowego dwutlenku węgla. Po pewnym czasie z roztworu strąca się biały proszkowaty osad dwuwęglanu sodu.

Główną zaletą metody Solvay'a jest znacznie mniejsze zużycie paliwa. Na tonnę sodu potrzeba tylko 0,9 tonn węgla, podczas gdy sposób Leblanca zużywa 4 tonny węgla. Drugim, jeszcze ważniejszym czynnikiem ekonomicznym jest to, że sposób Solvay'a nie wymaga użycia stałej soli kamiennej, jako materiału wyjściowego, lecz poddaje przeróbce sztuczne solanki nasycone, znacznie tańsze od soli kopalnianej. Natomiast ujemną jego stroną jest niezupełne wykorzystanie chlorku sodu, którego tylko $\frac{2}{3}$ zamienia się na dwuwęglan.

Uwidocznia to skład roztworów, wchodzących do naczyń reakcyjnych, i roztworów, opuszczających je: w 100 g H_2O zawarte są następujące ilości soli (tabl. 24, str.83).

Roztwory wychodzące zawierają całą ilość użytego amonjaku, który regeneruje się niemal całkowicie przez traktowanie roztworów mlekiem wapiennym w aparatach kolumnowych. Chlorku.

TABLICA 24.

Roztwór użyty	Roztwór wychodzący
NaCl — 30 g	NaCl — 10,2 g
NH ₃ — 8,8 g	NH ₄ Cl — 18,6 „
CO ₂ — 9,0 „	NH ₃ — 2,95 „
	CO ₂ — 6,65 „
	NaHCO ₃ — 0,50 „

sodu natomiast nie warto poddawać ponownej przeróbce ze względu na wielkie koszty, połączone z zagęszczeniem rozcieńczonych roztworów. Z tego względu amonjakalny sposób fabrykacji sody mógł się rozwinąć tylko tam, gdzie rozporządza się na miejscu naturalnymi lub sztucznymi solankami.

Inną ujemną stronę procesu Solvay'a stanowi ta okoliczność, że otrzymuje się bezpośrednio nie sodę lecz dwuwęglan sodowy, który dopiero przez prażenie zamienia się na sodę. Mimo to proces Solvay'a okazał się bardziej gospodarczym niż sposób Leblanca i wywołał spadek cen sody z 320 mk do 80 mk za tonnę. To też w krótkim czasie wyrugował on prawie całkowicie sposób Leblanca. Produkcja sody sposobem Leblanca wynosiła jeszcze w r. 1894 600 000 tonn, spadła jednak w r. 1908 do 50 000 tonn. Ostatni cios zadał procesowi temu elektrolityczny sposób otrzymywania wodorotlenku sodowego oraz chloru, opracowany w r. 1888 przez fabrykę chemiczną w Griesheim.

TABLICA 25.

Produkcja sody w niektórych krajach w 1930 r.

Niemcy . . . 600 000 tonn	Polska . . . 90 000 tonn
Francja . . . 500 000 „	Z. S. R. S. . . 230 000 „
Anglja . . . 800 000 „	U. S. A. . . 1 500 000 „
Belgja . . . 50 000 „	Japonja . . . 60 000 „
Włochy . . . 193 000 „	

Obecna wszechświatowa produkcja sody przewyższa 5 milj. tonn.