

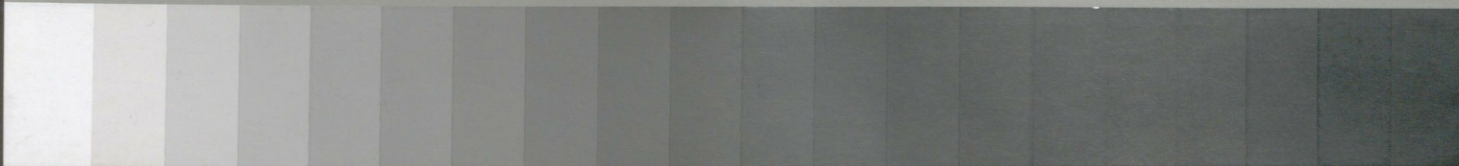
Grey Scale #13

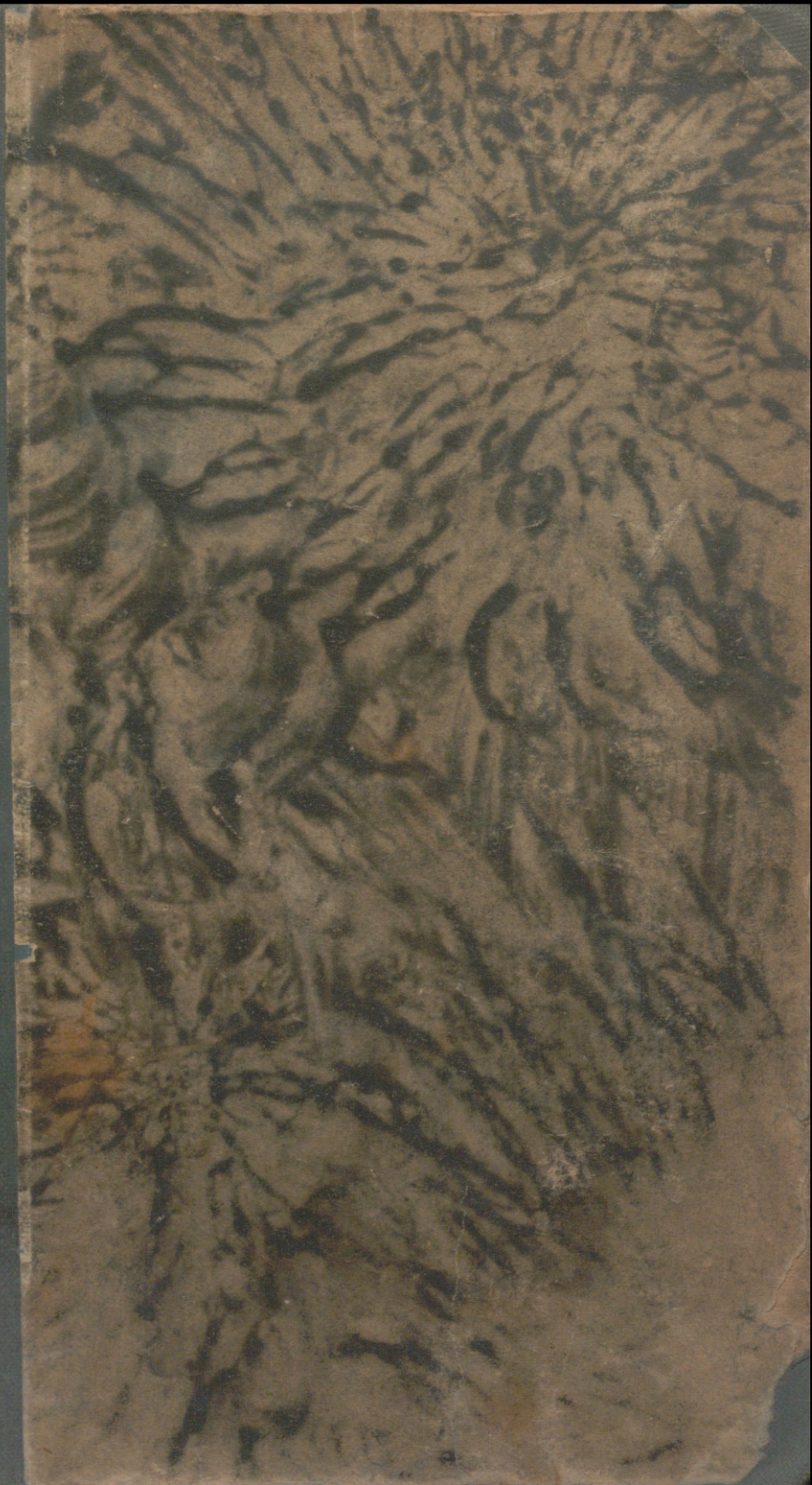


Part Code
ST1316



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



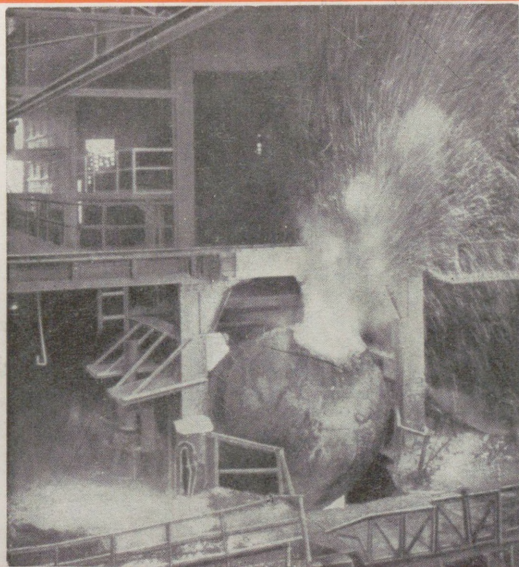


BIBLIOTEKA WIEDZY TOM II

LASSAR-COHN

CHEMJA W ŻYCIU CODZIENNEM

PRZEKŁAD Z XII-GO WYDANIA
W OPRACOWANIU Dr. M. DOMINIKIEWICZA



TRZASKA, EVERT i MICHALSKI S. A. WARSZAWA

CHEMJA
W ŻYCIU CODZIENNEM

BIBLIOTEKA WIEDZY

TOM I

CLARENCE AUGUST CHANT

Profesor Astrofizyki Uniwersytetu w Toronto, Kanada

CUDA WSZECHŚWIATA

łatwy wstęp do poznania nieba, ze 132 ilustracjami, z oryginału angielskiego przełożył Inż. Zygmunt Chełmoński.

TOM II

LASSAR-COHN

CHEMJA W ŻYCIU CODZIENNEM

z 28 rysunkami, z wydania dwunastego, opracowanego przez Dra M. Mechlinga, przełożył Dr. Mieczysław Dominikiewicz

TOM III

SIR JAMES JEANS

M. A., D. Sc., Sc.D., LL.D., F. R. S.

NOWY ŚWIAT FIZYKI

przełożył z oryginału Dr. A. Dmochowski

TOM IV

PAWEŁ DE KRUIF

ŁOWCY MIKROBÓW

z 18 ilustracjami przełożył St. Miklaszewski

TOM V

WILLIAM BEEBE, Sc. D.

Dyrektor Departamentu Badań Podzwrotnikowych Tow. Zoologicznego w New York'u

W GŁĘBINACH OCEANU

ŻYCIE WÓD POŁUDNIOWYCH

z 51 ilustracjami

przełożył z oryginału Inż. Zygmunt Chełmoński

TOM VI

SIR WILLIAM BRAGG

DYR. INSTYTUTU KRÓLEWSKIEGO

TAJEMNICE ATOMU

(O ISTOCIE MATERJI)

z 57 figurami i 32 tablicami zawierającymi
74 rycin przełożył Dr. fil. Karol Szlenkier

Dalsze tomy w druku

BIBLIOTEKA WIEDZY TOM II

LASSAR-COHN

CHEMJA W ŻYCIU CODZIENNEM

z 28 rysunkami

Z WYDANIA DWUNASTEGO
OPRACOWANEGO PRZEZ Dra M. MECHLINGA

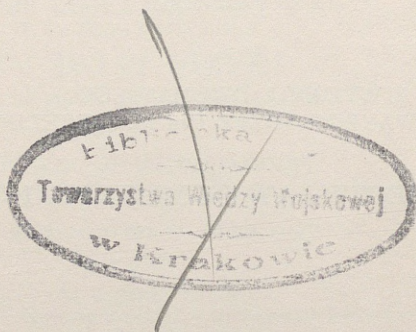
PRZEŁOŻYŁ
DR MIECZYŚŁAW DOMINIKIEWICZ



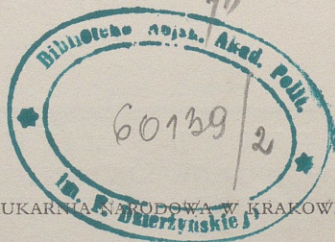
TRZASKA, EVERT i MICHAŁSKI S. A.
WARSZAWA, KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 13
GMACH HOTELU EUROPEJSKIEGO

95921a

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE



25441/10



DRUKARZ H. SIEMODOWA W KRAKOWIE

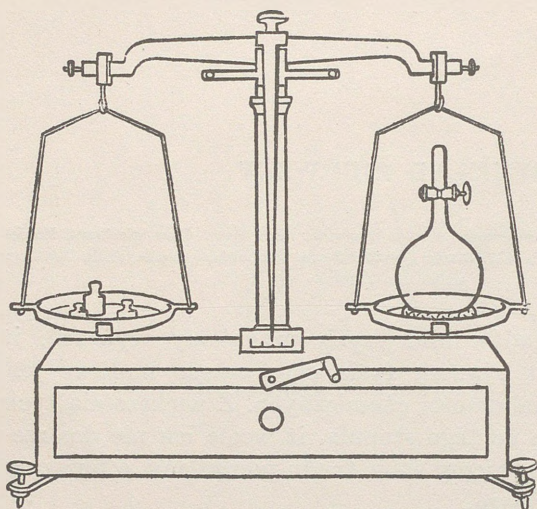
WYKŁAD PIERWSZY

Oddychanie. Ciężar powietrza. Barometr. Analiza powietrza. Tlen. Azot. Gazy szlachetne. Powietrze ciekłe. Odrębność powietrza wdychanego i wydychanego. Zachowanie ciepłoty ciała. Spalanie. Utlenianie. Zapalki.

W szeregu wykładów niniejszych pragniemy wykazać, iż zrozumienie licznych zjawisk życia codziennego możliwe jest tylko na podłożu wiadomości chemicznych. Z większością tych zjawisk zżyliśmy się do tego stopnia, iż wcale ich nie dostrzegamy. Rzadko też zadajemy sobie trudu pomyślenia o bliższym ich związku wzajemnym.

Rozpocniemy od omówienia czynności oddychania. Wykonujemy ją bez przerwy w ciągu całego naszego życia, które też możnaby określić, jako okres czasu, zamknięty tu na ziemi pomiędzy naszym pierwszym i ostatnim tchnieniem. Oto powód, dla którego mimowoli nasuwają się pytania, czem i dlaczego oddychamy? Lecz każdy wie dobrze, iż oddychamy powietrzem, które nas otacza. Czem jednak jest to powietrze? Czy jest ono czemś materialnem, czy też istnieje tylko w naszej wyobraźni? Nikt z nas nie posiada narządu, umożliwiającego rozpoznanie, iż powietrze jest czemś materialnem. Coprawda mówimy wszyscy o jego ciężarze, jednakże nikt nie byłby w stanie podać bez żadnych zabiegów ciężaru pewnej ilości powietrza, np. przytoczyć, ile kilogramów powietrza znajduje się w przestrzeni, która go otacza. Poruszamy swobodnie ręką w powietrzu, nie natrafiając na opór, a nawet bez trudu w niem przechodzimy z miejsca na miejsce. I chociaż wszystko to zdaje się przeczyć wyobrażeniom o materialności i ciężarze powietrza, przecież jednak każdy już wie, iż ono coś waży.

Łatwo i bez szczególniejszego przygotowania naukowego, możemy się przekonać o ciężarze powietrza, a więc też i o jego

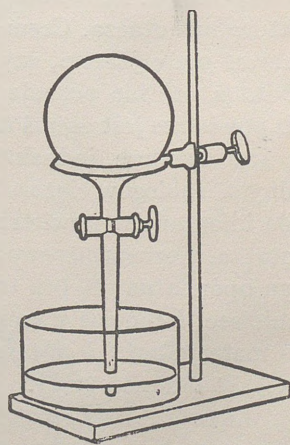


Rys. 1.

materjalności. W tym celu wykonajmy następujące doświadczenie. Umieśmy na wadze kolbę szklaną (tak nazywamy zwykle pękate butelki z cienkiego szkła, używane do doświadczeń), równoważąc ją odpowiednimi ciężarkami (rys. 1). Kolba zaopatrzona jest u szyjki w kurek, dzięki któremu mo-

żemy zapomocą pompy powietrznej ssącej wyciągnąć z wnętrza kolby powietrze, i potem, przekręcając kurek, zamknąć szczelnie kolbę. Teraz jest ona pusta, waga stoi w równowadze. Skoro tylko otworzymy kurek, ta strona wagi, po której znajduje się kolba, natychmiast opada, choć przecie otwarcie kurka z pewnością nie mogło zwiększyć jej ciężaru. Przyczyną opadnięcia wagi jest powietrze, które zpowrotem wtargnęło do kolby i powiększyło jej ciężar w naszych oczach. Dodając teraz ciężarków, ponownie zrównoważymy wagę, a ilość ciężarków dołożonych, pozwoli nam stwierdzić ciężar powietrza, wypełniającego kolbę. Znając pojemność kolby, zapomocą prostego wyliczenia przekonamy się, że litr powietrza waży 1,295 grama.

Jeżeli powietrze jest ciałem ważkiem, to na wszystko, na czemkolwiek



Rys. 2.

spoczywa, wywierać musi pewne ciśnienie. Słuszność tego wniosku możemy zaraz sprawdzić zapomocą prostego doświadczenia. Wypompujemy raz jeszcze powietrze z tejże kolby, a wylot szyjki zanurzymy pod wodę, jak na rys. 2, i otworzymy kurek. Woda natychmiast rażno tryska do wnętrza kolby, wypełniając ją całkowicie. Tłumaczymy to w ten sposób, iż powietrze otaczające, ciśnie na powierzchnię wody w naczyniu i ciężarem swym wtłacza ją po otwarciu kurka do kolby, w której wnętrzu nie było powietrza, a więc też i ciśnienia od strony przeciwnej.

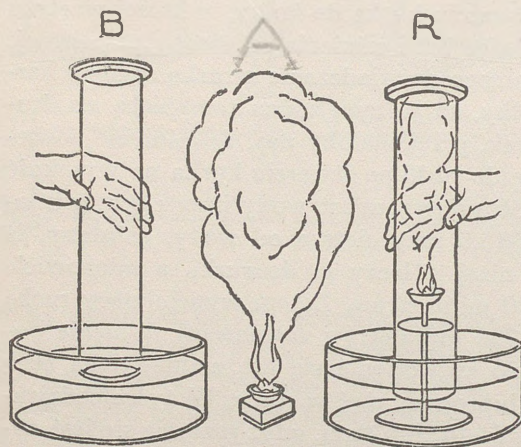
Wykonanie tego samego doświadczenia z rurką szklaną bardzo długą, zamiast kolby, na jednym końcu zamkniętą, na drugim zaopatrzoną w kurek, przekonałoby nas, że ciśnienie powietrza wtłoczyłoby wodę do rurki po otwarciu kurka na wysokość powyżej 10 metrów. Stosując zamiast wody inną ciecz, mianowicie rtęć, która jest 16,6 razy cięższa od wody, ustalimy, iż powietrze tyleż razy niżej wtłoczy ją do rurki, a mianowicie tylko na wysokość 760 milimetrów. Zatem wypełniający rurkę słup rtęci wysokości 760 milimetrów równoważy ciśnienie powietrza, i stosownie do zwiększania się lub zmniejszania tego ciśnienia, podnosi się lub opada rtęć w rurce. W życiu codziennym stosujemy tego rodzaju słup rtęci, gdyż rozumie się jest dogodniejszy, niż słup wody, mierzący ponad 10 metrów. Zbudowany na tej zasadzie przyrząd nazywamy barometrem (od wyrazu greckiego *baris* — ciężki), i używamy go do mierzenia ciśnienia powietrza.

Skoro już dowiedzieliśmy się, że powietrze jest czemś ważkiem, co ma własny swój ciężar i wywiera określone ciśnienie, to ze stanowiska chemicznego należałoby stwierdzić, czy jest ono ciałem jednorodnem, czy też złożonem ze składników różnych. Zgóry domyśleć się można, jak trudnem jest zadaniem zanalizowanie, czyli wykrycie wszystkich składników w czemś, czego nie można ująć ręką ani dojrzeć wzrokiem. Nie dziw zatem, iż rozwiązanie tego zagadnienia nastąpiło przed stu zaledwie laty.

Lecz właśnie badania analityczne, podczas których poznajemy wzajemny związek pomiędzy rzeczami i zjawiskami, przekonywują o względnej ich prostocie. Tak ma się rzecz również

z powietrzem, gdyż bez żadnych wiadomości chemicznych można zrozumieć, iż musi się ono składać z dwóch co najmniej składników, z których jeden podtrzymuje palenie, drugi zaś nie.

Aby to stwierdzić, zapalmy kawałek fosforu. Skoro doświadczenie odbywa się w pokoju, zauważymy, iż płonący fosfor wydziela obfity, biały dym (rys. 3, A). Doświadczenie to nie prowadzi jednak jeszcze do analizy powietrza. Na drogę ana-



Rys. 3.

lizy wstąpimy, spalając fosfor w przestrzeni bardziej ograniczonej. W tym celu zanurzymy walec szklany (cylinder) obrócony dnem do góry pod powierzchnię wody w naczyniu (rys. 3, B). Woda, zamykając otwór cylindra, odcina znajdujące się w nim powietrze od reszty powietrza otaczającego. Przed zanurze-

niem cylindra w wodzie umieszczamy pod nim na wysokiej podstawce miseczkę z odrobiną fosforu, który posłuży nam do analizy. Fosfor ten zapalamy i przykrywamy cylindrem (R); płonie on żywo jeszcze przez pewien przeciąg czasu, łącząc się z częścią powietrza pod cylindrem i w końcu gaśnie. W trakcie tego powietrze zewnętrzne wciąga do cylindra wodę na miejsce powietrza zużytego przez fosfor płonący; pod cylinder dostaje się tyle wody, ile powietrza zabrał fosfor, czyli około piątej części tej objętości powietrza, jaka w cylindrze znajdowała się przed doświadczeniem. Taka objętość powietrza znikła z pod cylindra i właśnie dlatego, iż fosfor połączył się z nim na ciało stałe, które widzieliśmy w postaci białego dymu. Dym ten skupiony na ciało stałe zajmuje objętość bardzo nieznaczną, zresztą znika

on bardzo prędko, gdyż łatwo rozpuszcza się w wodzie, tworząc z nią „kwas fosforowy“.

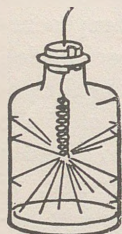
W cylindrze jednak pozostała jeszcze reszta powietrza. Badając ją przekonamy się, iż część ta tem różni się od zwykłego powietrza otaczającego, iż nie w niej nie chce płonąć, a przecież nawet ciało tak łatwo palne, jak fosfor, zgasł w niej samorzutnie. Godnem uwagi jest to właśnie, iż ta reszta powietrza wogóle nie zdradza skłonności dołączenia się chemicznego z substancjami chemicznymi na związki nowe. Istoty żywe, umieszczone w niej duszą się, nie mogąc oddychać. Słowem ta pozostała reszta powietrza jest zaprzeczeniem życiodajnych własności powietrza zwykłego. Jest to drugi składnik powietrza, który ze względów przytoczonych nazwano azotem (od greckiego *a* -przeczenie i *zoe* -życie).

Tę część powietrza, która w powyższem doświadczeniu połączyła się z fosforem, nazwano z grecka kwasorodem, choć nie ma ona ani zapachu ani smaku kwaśnego. Uczynił to chemik francuski Lavoisier przed 100 laty, w przeświadczeniu, iż kwasoród jest składnikiem wszystkich kwasów. Wszak i w naszym doświadczeniu fosfor połączony z częścią powietrza wytworzył związek, który rozpuszczał się w wodzie, tworząc kwas fosforowy. Kwasoród w przeciwstawieniu do azotu obdarzony jest wielką zdolnością łączenia się z innymi ciałami na związki nowe; spalanie się fosforu wśród objawów ognia, jest właśnie tego rodzaju łączeniem się. Obecnie kwasoród nazywamy tlenem. Nazwę tę nadał mu w r. 1816 chemik polski Jan Oczapowski, uczeń Jędrzeja Śniadeckiego. Brzmi ona pięknie, a nadto świetnie znamionuje własność zasadniczą tego gazu, mianowicie jego zdolność do podrzymywania palenia. Wszystkie przypadki palenia się ciał polegają na łączeniu się ich z tlenem na związki nowe o własnościach zupełnie innych, niż pierwotne. W chemii takie łączenie się dwóch ciał na związek nowy nazywamy syntezą.

Jednakże tlen z wielu ciałami łączy się powoli i bez płomienia. Takim zjawiskiem jest np. rdzewienie żelaza. Rdza jest połączeniem żelaza i tlenu, a związek ten nazywamy tlenkiem żelaza. Wiele przypadków takiego łączenia się, które przy sposobności jeszcze poznamy, nie można zaliczyć do zjawisk pa-

lenia się w pospolitem tego słowa znaczeniu, właśnie ze względu na brak ognia. Łączenie się tlenu z innymi ciałami, zarówno powolne, jak i wśród objawów ognia, objęto w chemji ogólną nazwą utleniania, z cudzoziemską oksydacją, od nazwy oxygenium, oznaczającej tlen. Nazwa tlenek, którą dość często słyszymy, oznacza związek tlenowy; np. tlenek ołowiu oznacza związek ołowiu z tlenem, nadutlenek ołowiu jest takim samym związkiem ołowiu, lecz z podwójną ilością tlenu i t. d.

Doświadczenie, które teraz wykonamy, łatwo może przekonać, że utlenianie i spalanie ze względu na ich wynik ostateczny są naprawdę jednym i tem samym zjawiskiem.



Rys. 4.

Wiemy już, że rdzewienie żelaza powodowane jest przez utlenianie, że przytem tworzy się tlenek żelaza bez występowania ognia. Doświadczenie codzienne poucza też nas, że rdza powstaje na żelazie w ciągu szeregu lat również bez objawów ognia. Skoro jednak kawałek drucika żelaznego rozżarzemy na jednym końcu w ogniu i opuścimy do butelki napełnionej tlenem (rys. 4), zapłonie on natychmiast i pali się jak świeca. Zamiast powolnego rdzewienia spala się on teraz w tlenie, syjąc ogniste iskry, i po chwili zamieni się całkowicie na tlenek żelaza. W ten sposób łatwo udowodnić, że utlenianie i spalanie kończą się zawsze jednakowo, a różnica pomiędzy obu temi procesami, to tylko kwestja czasu; spalanie się ciała trwa tylko krótką chwilę, natomiast jego powolne utlenianie się przeciągać się może na całe lata. Z doświadczenia widać zarazem, dlaczego w tlenie czystym wszystko płonie lepiej, niż w powietrzu; powietrze bowiem — to nie tlen czysty, lecz mieszanina 1 jego części z 4 cz. azotu, i to znaczne rozrzedzenie właśnie osłabia działanie tlenu.

Doświadczenie ze spalaniem żelaza w sposób przytoczony poznano około r. 1780, lecz dopiero w r. 1907 wyzyskano go praktycznie, mianowicie zastosowano do cięcia i wiercenia stali. W ciągu niespełna 10 minut można przeciąć płytę stalową 13 centymetrowej grubości na długości jednego metra. Rozgrzewa się w tym celu płytę zapomocą dmuchawki z gazem pio-

runującym (mieszanina wodoru i tlenu, będzie o niej mowa w innym miejscu) aż do temperatury spalania się żelaza, potem usuwa się dmuchawkę i na miejsce rozżarzone puszcza strumień czystego tlenu. Tlen podtrzymuje dalej palenie się stali, utlenia ją w miejscu naznaczonej linii cięcia, wzdłuż której prowadzi się strumień „tnący“ tlenu. Wynałazcą tego sposobu był złodziej-włamywacz, który w r. 1890 w Hannoverze poraz pierwszy przedziurawił tak ściany kasy ogniotrwałej.

Wyłożona tu analiza powietrza poucza, iż jest ono mieszaniną, złożoną w przybliżeniu z jednej części tlenu i czterech części azotu. Prócz tego zawiera jeszcze nieznaczną domieszkę (około 0,03%) dwutlenku węgla, zwanego także kwasem węglowym. Wiedzano o tem od stu z górą lat, lecz dopiero w nowszych czasach odkryto w azocie, oddzielonym od powietrza sposobem chemicznym, jak np. przez spalanie fosforu w naczyniu wypełnionem powietrzem, obecność nieznaczej ilości kilku jeszcze innych ciał, mianowicie argonu, helu, kryptonu, neonu i ksenonu. Ciała te nazywamy gazami szlachetnymi. Są one jeszcze oporniejsze niż azot i wogóle nie tworzą żadnych związków z ciałami innymi. Są to gazy niepalne. Własność tę wyzyskano korzystnie, stosując np. hel ze względu na jego lekkość do wypełniania statków powietrznych (balonów). Pozwala to uniknąć niebezpieczeństwa pożaru statków pod wpływem wyladowań elektrycznych w powietrzu.

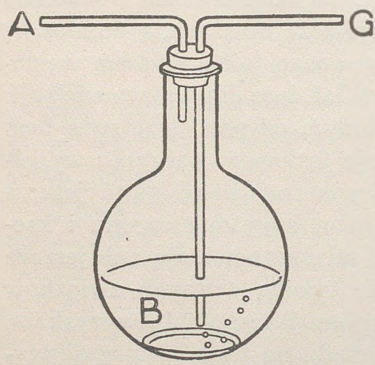
Ogólny zatem skład powietrza przedstawia się, jak następuje. Na 100 objętości powietrza przypada:

Tlenu	20,77	objętości
Azotu	78,26	„
Gazów szlachetnych	0,96	„
Dwutlenku węgla	0,03	„

Najbardziej oczywisty dowód potwierdzający, że powietrze jest ciałem materjalnem uzyskano dzięki skropleniu go. W r. 1895 profesor Linde zbudował przyrząd, który zapomocą wielkiego ciśnienia i znacznego oziębiania, pozwala skraplać dowolne ilości powietrza i dostarczać je do różnych celów tech-

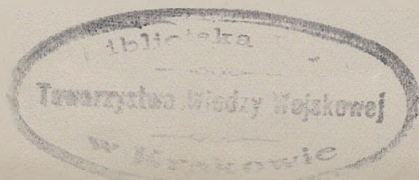
nicznych. Powietrze skroplone ma postać cieczy niebieskawej i bywa stosowane przeważnie jako materiał wybuchowy oraz do celów chłodniczych. Można też oddzielić poszczególne składniki, z których np. azot stosuje się do napełniania żarówek elektrycznych oraz do utrwalania konserw, tlen zaś do cięcia i spawania żelaza, o czym nadmieniono już wyżej.

Zapoznawszy się ze składem powietrza, zastanówmy się z kolei nad pytaniem, dlaczego ono jest tak potrzebne do życia,



Rys. 5.

dlaczego w braku powietrza życie ustaje, a istoty żywe się duszą. Sprawę wyjaśnią następujące wiadomości: powietrze wdychane dostaje się do płuc, gdzie przez ściany cieniutkich żyłek styka się z krwią, która tam dopływa. Błonki bardzo cienkie, a do tych należą właśnie ściany żyłek płucnych, są nieprzepuszczalne dla cieczy, lecz gazy mogą przez nie przenikać, czyli jak mówią naukowo, dyfundować. Skutkiem tego przenikania, czyli dyfuzji, tlen z powietrza wchodzi w styczność z ciałkami znajdującymi się we krwi (t. zw. krwinkami), a wtedy krew porywa tlen i wzamian wydziela dwutlenek węgla. Z tego wynika, iż gaz ten powinien się znajdować w znacznej ilości w powietrzu wydychanym. Możemy go tam bez trudu wykryć, i w tym celu wystarcza przeciągnąć powietrze nas otaczające przez wodę wapienną, znajdującą się w kolbie B (rys. 5). Jeżeli będziemy ustami wciągać powietrze przez rurkę A, to przez rurkę G wraz z powietrzem otaczającym, do kolby przenika również obecny w nim dwutlenek węgla, co uwiadczniają bąbelki skaczące w wodzie wapiennej. Bardzo nieznaczna ilość dwutlenku węgla, zawartego w powietrzu, dostaje się do wody wapiennej i wywołuje w niej zmiany, które ze względu na krótkość doświadczenia trudno dają



się zauważyć, nawet zbliżać. Skoro jednak przedmuchać wprost ustami przez rurkę G powietrze wydychane z płuc, woda wapienna zmaci się tak wyraźnie, iż będzie to widoczne nawet z od-dali. Zmętnienie wody zależy od tego, że wapno w niej rozpuszczone łączy się z dwutlenkiem węgla i tworzy nierozpuszczalny w wodzie węglan wapniowy, unoszący się w postaci białego proszku. Przytoczone niżej liczby analityczne świadczą, jak znaczna zachodzi różnica w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanem i wydychanem:

Na 100 objętości powietrza osuszonego przypada:

Tlenu	16,04 objętości
Azotu i gazów szlachetnych	79,58 „
Dwutlenku węgla	4,38 „

Ilość tlenu zmniejszyła się zatem w powietrzu wydychanem o jedną piątą, natomiast ilość dwutlenku węgla wzrosła około stu czterdziestu razy.

Tlen pochłonięty przez krew obiega z nią razem całe ciało i przytem działa utleniająco na materje odżywiające, we krwi rozpuszczone. Materje te tworzą się z pokarmów pobieranych, a zawarte w nich cząstki węgla zostają utlenione na dwutlenek węgla. Czynność ta odbywa się we wszystkich częściach ciała, a krew w drodze powrotnej zabiera z sobą zewsząd ten gaz, szczybywa się go w płucach i wymienia na tlen, którym się natowo nasycza. Krew wypływająca z płuc, z powodu nasycenia tlenem, ma znaną ogólnie piękną, czerwoną barwę, krew zaś, która płynie do płuc i obfituje w dwutlenek węgla, odznacza się barwą ciemno-brunatną. Podczas procesu oddychania człowiek dorosły zużywa w ciągu dnia około 750 gramów czyli 580 litrów tlenu, co odpowiada 3000 litrów powietrza.

Nieustanne utlenianie, odbywające się w ciele naszym wskutek oddychania, jak wogóle każde spalanie, połączone jest z wytwarzaniem ciepła, dzięki któremu w całym ustroju utrzymuje się stale ciepłota 37° Celsjusza.

Skoro uprzytomnimy sobie, iż krążenie krwi, poczynając od serca, aż do powrotu jej w to samo miejsce, u człowieka trwa

zaledwie 10 sekund, łatwo pojmiemy, iż ciepłota naszego ciała skutkiem powyższego utleniania z łatwością może się utrzymać we wszystkich zakątkach ciała, choć nieustannie znaczną jej część tracimy na rzecz chłodniejszego powietrza, które nas otacza. Wprawdzie dopiero w wykładzie piątym dowiemy się, jaka ilość węgla musi się w ustroju spalić w tym celu; jednakże już i obecne wiadomości nasze wystarczą do zrozumienia, iż gdyby nie wystarczające zasilanie ciała przez spożywanie pokarmów, to zapas związków węglowych w ustroju musiałby się wyczerpać bardzo prędko. Pozatem odżywianie konieczne jest także ze względu na wydzielanie przez ustrój różnych wydzielin, które część pobranych pokarmów z sobą unoszą.

W życiu codziennem od niepamiętnych czasów stosuje się do palenia materiały opałowe, obfitujące w węgiel, jak np. drzewo i torf. Z czasem nauczono się korzystać też z węgla brunatnego i kamiennego. Proces spalania polega głównie na łączeniu się węgla z tlenem powietrza, przyczem powstaje dwutlenek węgla. Obecny nadto w paliwie w ilości nieznaczej wódór spala się również na tlenek wodoru, czyli zwykłą wodę, uchodzącą zaraz w postaci pary. Na zimno węgiel wcale nie łączy się z tlenem. Skoro jednak rozpocząć proces łączenia się przez ogrzanie węgla w jednym miejscu, to spalanie postępować będzie dalej; płonące części wytwarzają tyle ciepła, że i sąsiednie części rozgrzewają się wystarczająco, aby mogły zacząć, powodując przez to łączenie się węgla z tlenem.

Sprawa rozpalania ognia, tak prosta dziś dla każdego dzięki zapalnikom, nie zawsze jednak była drobnostką. Wszak i zapaliki znamy zaledwie od stu lat. Nigdy naprawdę nie będzie można zdecydować, w jaki sposób człowiek pierwotny zdobył ogień: czy przez tarcie suchych kawałków drzewa, czy też dzięki jakiemuś przypadkowi, jak np. uderzenie pioruna w drzewo. Otrzymanie ognia przez tarcie jest coprawda możliwe, i taki sposób podróżnicy spotykają wciąż jeszcze wśród dzikich plemion. Wymaga on jednak kawałków drzewa tak suchych, że w naszej strefie znaleźć ich prawie niepodobna. Z powodu trudności, jakich wymagało częste niecenie ognia, a zwłaszcza podtrzymy-

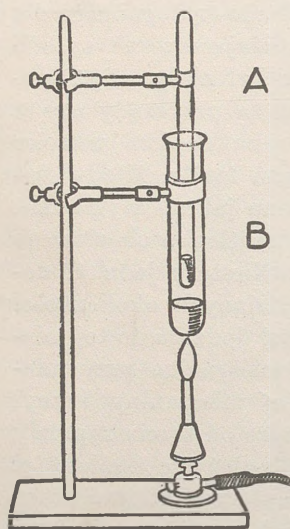
wanie płomienia roznieconego, aby nie wygasł, rozumiemy kult ludów starożytnych dla świętego ogniska, na którym, jak na ołtarzu, cenny ten skarb przechowywano. W późnem średniowieczu wynaleziono dogodniejszy sposób niecenia ognia, mianowicie hubkę i krzesiwo: uderzanie kawałkiem stali o krzemień krzesze iskry, które, padając na hubkę, zapalają ją. Od początku zeszłego stulecia czynione były próby nad budową dogodnego dla wszystkich przyrządu zapalającego, działającego w sposób chemiczny. Wynik tych usiłowań narazie był nikły, gdyż sposoby wynalezione były bardzo kłopotliwe, a przyrządy nawet niebezpieczne. Sprawa została zdecydowana dopiero w roku 1830, gdy do celu powyższego zastosowano fosfor. Młody student węgierski Irynyi był pewnego razu na jakimś wykładzie, gdy pokazywano, jak mieszanina siarki i nadtlenu ołowiowego zapala się przy ucieraniu w moździerz. Niestety jednak, doświadczenie z powodu jakichś nieprzewidzianych okoliczności nie udało się. Wówczas wpadł on na pomysł dodania do tej mieszaniny fosforu. Skutek był doskonały, mieszanina przy mieszaniu zapalała się odrazu. Odrobinę tej mieszaniny Irynyi przylepił klejem do małych drewniaków, które od tarcia zapalały się. Wynalazca nie umiał jednak ocenić należytej doniosłości swego wynalazku i nie opatentował go. Wyręczyli go inni przez wyrób zapalek na sprzedaż, szerokie ich rozpowszechnienie i ulepszenie. Jeżeli chodzi o wytwarzanie ognia, to zapalkom fosforowym nic zarzucić nie można. Mimo tego mają one pewne niepożądane właściwości. Fosfor jest bardzo silną trucizną, przeto wraz z zapalkami szerokie warstwy publiczności otrzymały do codziennego użytku substancję bardzo niebezpieczną, która też wielokrotnie była przyczyną nieszczęśliwych wypadków. Ale i na to znalazła się rada. Chemik Schrötter w roku 1847 odkrył, że zwykły żółty fosfor w pewnych warunkach można przemienić na odmianę czerwoną, która w przeciwstawieniu do poprzedniej wcale nie jest trująca. Zaraz w następnym roku inny chemik, Böttger z Frankfurtu zastosował ten czerwony fosfor do wyrobu zapalek zupełnie już nie szkodliwych. Nie mogąc swego wynalazku wyzyskać w swej ojczyźnie, naówczas jeszcze niedość

uprzemysłowionej, wynalazca zwrócił się do Szwecji, gdzie został przyjęty życzliwie i dopiero stamtąd „zapałki szwedzkie“ rozpowszechniły się w całej Europie. Trzeba dodać, iż ówczesny rząd szwedzki miał poważne pobudki do zajęcia się tą sprawą. Chodziło mu mianowicie o odzwyczajanie ludności kraju od zabobonnego krzesania ognia, pochodzącego jeszcze z czasów

pogańskich. Starano się zatem dać ludności odpowiedni i nieszkodliwy sposób niecenia ognia i cel ten osiągnięto dzięki masowemu rozpowszechnieniu zapałek szwedzkich w całym kraju zupełnie darmo.

Obecnie skarb państwowy w każdym większym kraju czerpie z podatku od zapałek bardzo poważne dochody. Liczne fabryki zapałek i u nas poważnie przyczyniają się do uprzemysłowienia państwa.

Fosfor zwykły ma barwę żółtą i jak wiemy, po ogrzaniu zapala się i całkowicie spala w powietrzu. Skoro jednak będzie ogrzewany w naczyniu szczelnie zamkniętem, a więc bez dostępu po-



Rys. 6.

wietrza, do 250° , wówczas przemienia się na odmianę czerwoną. Nietrudno to stwierdzić zapomocą dość prostego doświadczenia (rys. 6). Kawałek fosforu żółtego zatapia się szczelnie w wąskiej rurce szklanej A, którą umieszcza się w drugiej nieco szerszej rurce B, u góry otwartej i napełnionej cieczą, wrzącą w 250° . Jeżeli ciecz tę doprowadzić do wrzenia przez ogrzewanie rurki od spodu, to para gorąca niebawem ogrzeje rurkę z fosforem do 250° ; zauważymy wtedy, jak fosfor żółty stopniowo przemienia się na masę czerwoną.

Fosfor czerwony nie jest trujący i znacznie trudniej zapalny, niż żółty, tak dalece, iż od zwykłego tarcia nie zapala się zupełnie. Płonie wtedy dopiero, gdy pocierać go o ciało obfitujące

w tlen. Mieszanina, z której wyrabia się łebki do zapałek szwedzkich, nie zawiera wogóle żadnego fosforu, ani żółtego ani czerwonego. Składa się ona z 32 części nadtlenu ołowiowego, 32 cz. chloranu potasowego, 12 cz. chromianu potasowego i 24 cz. siarczku ołowiu. Trzy pierwsze składniki należą do związków bardzo bogatych w tlen. Fosfor czerwony rozsmarowany jest z klejem na bocznych powierzchniach pudełek z zapałkami. Skoro o taką powierzchnię potrzeć łebek zapałki, w którym znajdują się wymienione, obfitujące w tlen związki chemiczne, to w miejscu potartem wybucha płomień, który przenosi się na drewnko

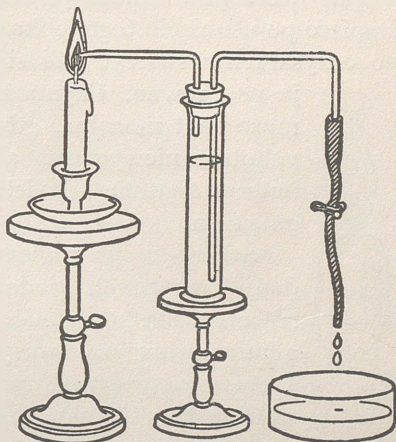
WYKŁAD DRUGI

Istota płomienia. Świece. Skład tłuszczów. Oleje. Nafta. Węglowodory. Oczyszczanie chemiczne. Pierwiastki. Wzory chemiczne. Atom i cząsteczka. Destylacja. Benzyna. Węgiel ciekły. Wazelina. Parafina. Wyrób gazu świetlnego oraz wytworów ubocznych. Gotowanie na gazie. Światło gazowe. Karbid (węgiel wapniowy). Acetylen. Spawanie samorodne.

Spalanie związków, zawierających węgiel, służy, jak wiadomo, nie tylko do wytwarzania ciepła, lecz dostarcza również światła. Jednakże płonąć i świecić mogą tylko takie materiały palne, które podczas spalania zamieniają się na gazy lub pary. Substancje bardzo bogate w węgiel, np. drzewo, węgiel kamienny, łój, palą się płomieniem właśnie dlatego, iż pod działaniem gorąca powstają z nich pary i gazy palne. Otóż płomień, jest właśnie palącą się mieszaniną tych gazów, które wciąż w nowej ilości powstają z materiału palącego pod działaniem wysokiej ciepłoty samego płomienia. Zapalony kawałek drzewa pali się płomieniem. Drzewo ogrzane silnie bez dostępu powietrza traci wszystkie swe lotne składniki i przemienia się na węgiel drzewny. Jeżeli taki węgiel zapalić, to już się nie będzie palił, lecz żarzył, gdyż nie zawiera już żadnych części lotnych. Gaz, który przyczynia się do powstania płomienia, można nawet wydobyć wprost z tego płomienia i osobno go zapalić. W tym celu wprowadźmy w płomień świecy ostro zakończoną rurkę szklaną (rys. 7), której koniec przeciwniegi osadzony jest w korku, zamykającym szczelnie słoik napełniony wodą. W korku znajduje się nadto druga rurka, sięgająca aż do dna słoika i połączona z węzłem gumowym, również napełnionym wodą. Skoro zwolnimy nieco ucisk ściskacza, założonego na węzle, powstaje lewarek, woda ze słoika wypływa nazewnątrz i śpiczasty koniec rurki wsysa z wnętrza płomienia świecy część gazów i par do słoika. Skutkiem tego płomień widocznie się zmniejsza, gdyż traci część zasilającego go materiału. Woda powinna wypływać

przez lewarek bardzo wolno, aby przez zbyt silny jej strumień nie opróżniać gwałtownie słoika i nie naciągnąć weń powietrza. Gdy naczynie napelni już się gazami, otwieramy korek i zapalamy gazową mieszaninę odebraną płomieniowi świecy; płonie ona spokojnie i równo, co potwierdza dobitnie nasze przypuszczenie, że wewnątrz świecącego płomienia znajdują się gazy palne. Nazwę gaz utworzył przez 300 laty chemik van Helmont z greckiego wyrazu chaos, którym alchemik Paracelsus nazywał ciała gazowe i który oznacza coś bezkształtnego, coś w rodzaju bezpostaciowej materji pierwotnej.

A teraz zajmiemy się bliżej trzema materjami, które służą głównie do oświetlania, a mianowicie: świecami, olejami i gazem oświetlającym. Elektryczność, jako źródło światła, pominiemy, gdyż należy ona do zakresu fizyki.



Rys. 7.

Stwierdzenie obecności gazu w płomieniu świecy.

Świece należą do grupy ciał stałych, używanych do oświetlania. Dawnemi czasy robiono świece przez maczanie knota w łoju, czyli tłuszczu zwierzęcym roztopionym. Czynność tę powtarzano dopóty, aż krzepnąca po każdym umaczeniu na knocie warstwa łoju utworzyła wreszcie świecę wystarczająco grubą. Takie łojówki dawały światło według dzisiejszych wymagań bardzo niedostateczne; ciągle trzeba było obcinać niedopalony i zwisający knot szczypcami osobliwego kształtu, które dziś już znamy tylko z opowieści. Przyczyna złego palenia się świecy była następująca. Wskutek wysokiej ciepłoty płomienia, łoj zamienia się na gaz. Dzieje się to naturalnie wokoło knota, który wsysa roztopiony tłuszcz, a paląc się, dostarcza niezbędnego ciepła do przemiany łoju na gazy. Utworzone w taki spo-



sób gazy stykają się z otaczającym powietrzem i tu się spalają, przyczem tlen z powietrza, łącząc się z węglem, wytwarza dwutlenek węgla, z wodorem zaś wodę. Knot jednakże nie styka się bezpośrednio z powietrzem, gdyż od niego dzieli go unoszące się ku górze gazy. Zatem z braku tlenu knot nie spala się, lecz tylko zwęglą i po pewnym czasie na końcu tworzy się gruba warstwa węgla, która przeszkadza jasnemu paleniu się świecy (rys. 8). Dopiero po usunięciu tego łebka węglowego, czyli, jak mówiono, po oczyszczeniu świecy, pali się ona znów przez pewien czas jasno i równo. Czynność ta dziś nie wydaje się nam może zbyt mozolną, gdyż nie jesteśmy już narażeni na podobne niewygody, ale w owe czasy wynalezienie innego sposobu oświetlania było powszechnem pragnieniem.



Rys. 8.

Świece łożowe robiono z tłuszczu naturalnego. Z badań chemicznych wiadomo, iż tłuszcze roślinne i zwierzęce można rozdzielić na dwa zasadnicze składniki, a mianowicie na kwasy tłuszczowe i glicerynę. W tłuszczu zwierzęcym, np. wołowym, z gliceryną związane są trzy kwasy tłuszczowe, które nazwano stearynowym, palmitynowym i oleinowym. Z nich dwa pierwsze są ciałami stałymi, ostatni zaś jest cieczą. Rozumie się, że im więcej zawiera tłuszcz ciekłego kwasu oleinowego, tem jest miękniejszy. Np. szmalec wieprzowy i gęsi mają w sobie tego kwasu dość dużo. Tłuszcze dają się łatwo sposobem fabrycznym rozłożyć na obydwie części składowe. Mieszaninę wszystkich tych kwasów tłuszczowych wytłacza się zapomocą prasy skutkiem czego większa część kwasu oleinowego zostaje wyciśnięta. Pozostała masa, składająca się z kwasu stearynowego i palmitynowego po oczyszczeniu ma barwę białą, i choć z pozoru podobna do tłuszczu, jednak już tłuszczem w znaczeniu chemicznem nie jest. Stanowi ona materiał do wyrobu świec. Do stopionej masy, przed odlaniem z niej świec, dodają jeszcze 10 procent parafiny, przez co osiąga się równomierną, a tak pożądaną białość, a nadto osłabia kruchość świec; bez tego dodatku mieszanina kwasów stearynowego i palmitynowego po ostygnięciu bardzo łatwo

krystalizuje się, co oczywiście może być powodem nietrwałości świec.

Knot do świec łożowych bywa skręcany z nici pojedynczych; do świec stearynowych, znacznie twardszych, taki knot jest nieodpowiedni. Został on udoskonalony w sposób prosty, lecz doskonały przez Cambacèrès'a, mianowicie nici zastąpiono tu przez sznurki skręcone i z sobą spiecione. Knot spleciony w taki sposób podczas palenia się świecy skutkiem napięcia swych nitów wychyla się nazewnątrz płomienia i spala równocześnie ze świecą; bowiem czubek knota ma teraz wystarczający do utlenienia się dostęp tlenu z powietrza. Oczyszczanie świecy przez obcinanie żuźla na knocie staje się teraz zbyt łatwe i płonie ona równomiernie. Do świec łożowych takiego knota stosować nie można; z powodu pochylenia knota, większy i łatwiej od stearyny topliwy łój musiałby się znacznie szybciej topić.

Prócz świec łożowych i stearynowych są w użyciu jeszcze świece parafinowe i woskowe. Wosk pszczeli pod względem chemicznym jest bardzo podobny do tłuszczów zwierzęcych, a jego składnikiem głównym są również kwasy tłuszczowe. Świece woskowe wyrabia się w sposób zbliżony do łożowych, gdyż wosk nie nadaje się do odlewania.

Z materiałów palnych płynnych jeszcze przed 50 laty używano przeważnie oliwy i oleju rzepakowego. Stosowano odpowiednio zbudowane lampy, w których oleje spalano przy pomocy zanurzonego w nie knota, co naogół przypomina świece. Wymienione oleje roślinne pod względem chemicznym są bardzo zbliżone do tłuszczów zwierzęcych, t. j. składają się również z kwasów tłuszczowych i gliceryny, tylko oczywiście zawierają znacznie więcej kwasu olejowego. Całkiem słusznie można je nazwać tłuszczami płynnymi, gdyż w zwykłej temperaturze zachowują postać cieczy.

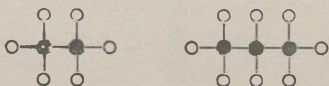
Zupełnie czem innym jest nafta, która jako materiał oświetlający także już coraz bardziej wychodzi z użycia. Biorąc chemicznie, nafta jest mieszaniną węglowodorów. Aby nazwę tę zrozumieć, trzeba jednak zapoznać się nieco dokładniej z podstawami chemii.

Nauka ta zajmuje się przedewszystkiem pierwiastkami chemicznymi. Nazwą tą oznaczono ciała elementarne, czyli najprostsze, które pomimo najskrzętniejszych zabiegów nie dają się rozłożyć na składniki prostsze. Poznano około 90 takich pierwiastków, lecz większość ich należy do stosunkowo rzadkich, i tylko około 20 odgrywa poważniejszą rolę w życiu codziennem. Z nich to przeważnie zbudowany jest cały wszechświat, bo choć niewielkie liczbą, mogą one wytwarzać, dzięki wzajemnemu łączeniu się w przeróżnych stosunkach, nieskończoną ilość związków. Z pośród nich węgiel przewyższa wszystkie pozostałe, zdolnością łączenia z innemi pierwiastkami. Pierwiastki zbudowane są z cząsteczek, czyli najmniejszych wyobrażalnych ilości, które mogą występować lub łączyć się wzajemnie, tworząc związki. Węgiel wyróżnia się z pośród wszystkich pierwiastków jeszcze i tem, że łatwo może tworzyć związki zarówno przez łączenie swych własnych atomów z sobą, jak i z atomami pierwiastków innych; powoduje to nadzwyczajną różnorodność związków. Ta pozornie niezliczona ilość związków węgla daje się łatwo zgrupować i zrozumieć, skoro je usystematyzować, biorąc za podstawę połączenie węgla z wodorem. Jeden atom węgla może połączyć się z czterema atomami wodoru. Przyjmując, iż atom wodoru przedstawia pewną stałą jednostkę, czyli wartość chemiczną, wnioskujemy na tej podstawie, iż węgiel jest pierwiastkiem czterowartościowym. Poglądowo można to wyrazić w następujący sposób:



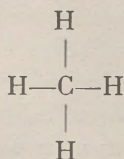
Kulka czarna oznacza atom węgla, kulki białe — atomy wodoru.

Jak nadmieniono, atomy węgla mogą się łączyć z sobą; przez takie połączenie powstawać mogą jakby łańcuchy, do których prócz tego mogą się przyłączać atomy wodoru:

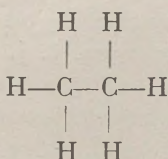


Przytoczyliśmy przykłady takich związków o dwóch i o trzech atomach węgla, lecz oczywiście mogą istnieć, i dalsze. Poznano łańcuchy węglowe składające się z dwóch aż do 60 atomów węgla. Takie związki występują w przyrodzie i były też otrzymane sztucznie w pracowniach chemicznych. Prócz takich łańcuchów prostych istnieją nadto związki o łańcuchach rozgałęzionych, czyli odnogach bocznych, a nawet łańcuchy zamknięte, czyli pierścienie.

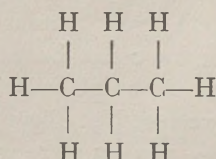
Gdybyśmy w naszych znakach poglądowych zamiast kulek dali całe nazwy pierwiastków, to otrzymalibyśmy to, co nazywamy wzorami chemicznymi. Wzór bowiem w istocie jest niczem więcej, jeno pisemnym wyrazem związku. Jednakże uciekliśmy się do kulek, aby uniknąć wypisywania nazw, nadto zapomocą kulek pragnęliśmy niejako uzmysłwić sobie te maleńkie cząsteczki pierwiastków, jakie przedstawiają sobą atomy. Lecz zamiast całej nazwy można też wypisać tylko początkowe litery nazwy pierwiastków. Ale i ten sposób byłby niedogodny, co wynika już z nazw dwóch przytoczonych pierwiastków — węgla i wodoru. Okazało się znacznie praktyczniej zastosować do wzorów początkowe litery nazw łacińskich, lub greckich. Naprz. węgiel oznacza się przez C — od nazwy Carboneum, wodór przez H — od nazwy Hydrogenium. Ze względu na międzynarodowe znaczenie języków starożytnych ten sposób jest bardzo dogodny. Stosując ten system do trzech przytoczonych związków węgla z wodorem, czyli węglowodorów, otrzymamy wzory następujące, takie, jakich się używa w podręcznikach chemji:



metan



etan



propan

Podpisy pod wzorami oznaczają nazwy, używane w chemji dla każdego z tych związków.

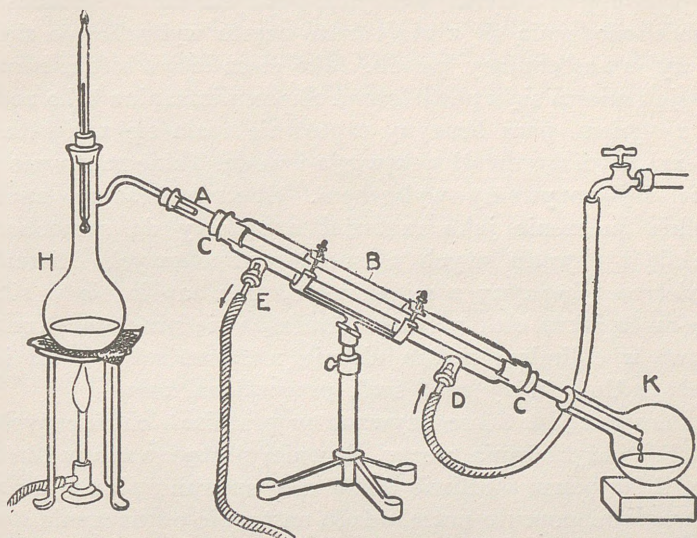
Znaczna ilość węglowodorów w rodzaju metanu, etanu i propanu znajduje się w naftcie. Najprostszy z nich — metan — jest gazem. Zawiera on dużo wodoru, będącego pierwiastkiem najlżejszym. Metan tworzy się podczas butwienia i gnicia ciał zawierających węgiel i częstokroć ulatnia się z bagien; dlatego też nazywano go niegdyś gazem błotnym. Gaz kopalniany, dobywający się często podczas naruszania pokładów węgla, nieraz bywa przyczyną wybuchów w kopalniach.

Drugi z kolei węglowódor — etan, zbudowany z ośmiu atomów, jest także gazem. Gazem jest również i propan, mający 11 atomów w cząsteczce.

Skoro mowa o cząsteczkach, trzeba będzie nieco dokładniej tę nazwę, wciąż w chemii stosowaną, wyjaśnić. Najmniejszą, nie dającą się rozłożyć cząstkę pierwiastków, nazwaliśmy atomami. Nazwa ta pochodzi od greckiego atomos, co oznacza niepodzielny. Można jednak dość łatwo zrozumieć, że i te ciała, które dają się rozkładać na pierwiastki, mianowicie związki, również występować będą w postaci swych najmniejszych wyobrażalnych ilości. Otóż te najmniejsze ilości ciał złożonych nazywamy cząsteczkami (molekułami, drobinami). Najmniejszą ilością węglowodoru, np. metanu, jest tedy cząsteczka, składająca się z jednego atomu węgla i czterech atomów wodoru. Cząsteczka jest, jak widzimy, najmniejszym skupieniem atomów.

Następny węglowódor, zbudowany z czterech atomów węgla, nazywamy butanem. Jest on już cieczą, choć jeszcze bardzo lotną, bo paruje w temperaturze 1° i również w tej samej temperaturze wrze. W miarę posuwania się od węglowodorów prostszych ku coraz bardziej złożonym, t. j. zawierającym coraz większą liczbę atomów węgla, podwyższa się też ich temperatura wrzenia. Np. obecny w naftcie węglowódor o pięciu atomach węgla — pentan wrze w 38° , heksan, który ma 6 atomów węgla, wrze w 70° . Siódmy węglowódor wrze w 100° , czyli w tej samej temperaturze, co i woda. Prócz tego w miarę przybywania atomów węgla węglowodory stają się coraz gęstsze, od cieczy stopniowo przechodzą ku maziom, i wreszcie stają się ciałami stałymi.

Węglowodory dobywa się z ropy naftowej zapomocą sposobu, zwanego destylacją cząstkową lub rozdzielczą. Podczas ogrze-



Rys. 9. Przyrząd destylacyjny.

Jest to przyrząd stosowany w pracowniach chemicznych. W kolbie szklanej H ogrzewa się palnikiem ciecz. Przez boczna rurkę kolby uchodzi para, wywiązująca się z cieczy i dąży do rurki A, otoczonej rurą szeroką B. Jest to właśnie urządzenie oziębiające. Korki C, w których osadzona jest rurka A, zamykają szczelnie otwory rury szerokiej. Przez rurę gumową D napływa do utworzonego w ten sposób płaszcza chłodzącego zimna woda, która następnie uchodzi przez odpływ E. Dzięki temu chłodzenie odbywa się bez przerwy, para skrapla się w rurze A i w postaci kropeł spływa do odbieralnika K. Termometr, osadzony w szyjce kolby, pozwala sprawdzić, w jakiej temperaturze odbywa się destylacja. Urządzenia fabryczne działają w sposób podobny, lecz rozumie się są odpowiednio żbudowane, nie ze szkła, lecz z metalu.

wania ropy w kotle uchodzą z niej naprzód gazy — metan, etan i butan wraz z parą innych łatwo lotnych składników, Składniki te odprowadza się przez rurę do urządzenia oziębiającego, w którym para cieczy skrapla się ponownie, gazy zaś uchodzą niezmienione. Skroplone ciecze spływają do naczyń, zwanych odbieralnikami. Z chwilą wypędzenia rozpuszczonych w nafcie gazów temperatura podnosi się i zaczynają teraz parować tak zwane „węglowodory nisko wrzące“ (rys. 9).

Mieszanina węglowodorów złożonych z pięciu i sześciu atomów węgla stanowi tak zwany eter naftowy, właśnie ze względu

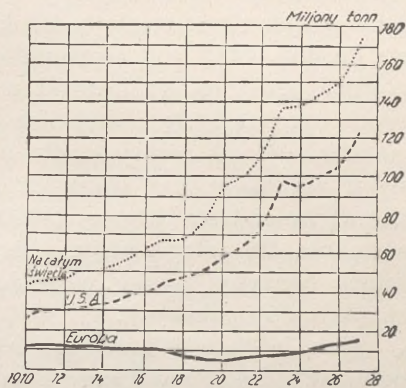
na znaczną jeszcze lotność. Mieszanina dalszych węglowodorów, w części jeszcze szóstego, siódmego i ósmego, znajduje się w sprzedaży pod nazwą benzyny. Benzyna skutkiem nieostrożnego obchodzenia się z nią bardzo często wybucha, co się tłumaczy w następujący sposób. Jako ciecz łatwo lotna, benzyna paruje i miesza się z powietrzem. Skoro mieszanina taka zetknie się z ogniem, para benzyny raptownie spala się z tlenem powietrza, tworząc dwutlenek węgla i wodę. Takie raptowne spalanie się nazywamy wybuchem. Obecnie benzyna znalazła wielkie znaczenie jako materiał napędowy do samochodów, właśnie z powodu swych własności wybuchowych. Mieszanina powietrza i benzyny zamienionej na gaz zapala się w silniku zapomocą iskry elektrycznej. Tworzące się przytem gazy spalinowe w cylindrze silnika ulegają nagłemu rozprężeniu i popychają tłok, który ruch swój przenosi na koło.

Benzyna jest także używana w pralniach chemicznych do prania i oczyszczania rzeczy. Dawniej postępowano w ten sposób, iż najpierw możliwie dokładnie spierano plamy benzyną i ubranie niepoprute przechodziło następnie od naczynia do naczynia z benzyną świeżą. Lecz oczyszczanie chemiczne zyskało na znaczeniu naprawdę dopiero z chwilą wynalezienia mydeł rozpuszczalnych w benzynie (od r. 1894). Przez to bowiem benzyna stała się nie tylko zwykłym rozpuszczalnikiem dla tłuszczów, lecz cieczą naprawdę piorącą, jak woda, która również pierze tylko po dodaniu mydła.

Po oddestylowaniu benzyny z ropy naftowej temperatura wrzenia destylujących się cieczy stopniowo się podnosi, co uwiadczenia termometr. Pomiedzy 150° i 300° do odbieralnika przechodzi mieszanina węglowodorów, znana pod nazwą nafty. Ze względu na bezpieczeństwo nafta nie powinna zawierać już żadnych łatwo zapalnych składników. Przepisy prawne ustanawiają, aby temperatura zapłnienia nafty nie była niższą od 21°. Po oddestylowaniu nafty przechodzą jeszcze wyżej wrzące składniki, które stosuje się jako oleje pędne do silników. Reszta, pozostała w kotle po oddestylowaniu z ropy amerykańskiej nafty właściwej, zdradza własności maziste i jest przerabiana na wa-

zelinę i parafinę. Z ropy kaukaskiej i polskiej z tej pozostałości wyrabiają oleje smarne do maszyn.

Znaczenie ropy naftowej, jako doskonałego źródła energii, z roku na rok wzrasta dzięki postępom technicznym, umożliwiającym coraz szersze zastosowanie przetworów naftowych. Niegdyś przerabiano ropę głównie na materiały oświetlające, obecnie wyrabia się z niej także znaczne ilości olejów pędnych do silników Diesla, w które zaopatrzona jest niemal trzecia część wszystkich okrętów świata. Liczba wszystkich silników na świecie wynosi przypuszczalnie około 30 milionów; łatwo wyobrazić sobie, ile benzyny one zużywają. Już obecnie powstaje pytanie, w jaki sposób pokryć to zapotrzebowanie, skoro zważywszy, iż benzyny dostarczają tylko nisko wrzące składniki ropy. W części



Rys. 10.

Wytwórczość ropy naftowej w milionach ton. (1 tona wynosi 1000 kilogramów).

już i na to znaleziono radę dzięki wynalezieniu sposobu przerabiania mniej cennych, wysoko wrzących składników ropy na benzynę. Jest to tak zwany sposób krakowania, polegający na rozbijaniu cząsteczek większych, z jakich składają się oleje ciężkie i smoła, na cząsteczki mniejsze tych związków, z których jak widzieliśmy, składa się benzyna. Krakowanie polega na zastosowaniu ciśnienia i mocnego ogrzewania przy obecności pewnych substancji, które ułatwiają powyższy rozkład cząsteczek, lecz same się przytem nie zmieniają. Dzięki tej przeróbce niejako uszlachetnia się materiały mniej wartościowe (rys. 10).

W najnowszych czasach powstała w krajach, nie mających własnej ropy naftowej, myśl zupełnego uniezależnienia się od ropy. Zwrócono uwagę na możliwość wytwarzania olejów z węgla kamiennego, czyli zdobycia węgla ciekłego. Myśl tę urze-

czywistniono przez otrzymanie z węgla oleju surowego, z którego przez dalszą destylację można otrzymać prawie wszystkie te składniki, jakie znajdują się w ropie. A chociaż sposób to uciążliwy i kosztowny w porównaniu z prostą przeróbką ropy, to jednak dla państw, jej nie posiadających, może on w pewnych okresach (np. w czasie wojny) mieć znaczenie bardzo doniosłe.

W Niemczech taki sposób opracował Bergius. Węgiel zmielony zarabia się na ciasto ze smołą węglową. Mieszanina ogrzewa się do 400—500° pod ciśnieniem 200 atmosfer, przepuszczając równocześnie wodór. Związki o dłuższych łańcuchach węglowych rozrywają się i skutkiem przyłączenia wodoru stają się ciekłymi. Proces zostaje nadto ułatwiony przez obecność pewnych związków, tak zwanych katalizatorów, które przytem żadnej zmiany nie ulegają. Z 1000 kilogramów węgla otrzymuje się około 490 kilogr. oleju, który podczas destylacji daje 150 kilogr. benzyny, 200 kg. oleju do silników Diesla, nieco olejów smarnych i opałowych.

W największej ilości ropa naftowa występuje w Ameryce półn., w mniejszej w Europie na Kaukazie i w Polsce, wzdłuż północnego stoku Karpat. Kraj nasz należy zatem do uprzywilejowanych przez przyrodę i powinien to umieć należycie ocenić i wyzyskać praktycznie. Zaszczytnem jest też dla nas, iż dobroczyńcą, który obdarzył ludzkość światłem naftowem, był polak, aptekarz Ignacy Łukasiewicz. On to pierwszy wydobył naftę z ropy zapomocą destylacji, przez świadomą pracę celową w r. 1853 i zbudował dla niej pierwszą lampę naftową. W tym samym też roku Łukasiewicz lampami swemi oświecił Szpital Powszechny we Lwowie. Jemu nadto zawdzięczać należy najpierwsze prace nad wydobywaniem ropy naftowej, dzięki czemu założył podwaliny pod cały polski przemysł naftowy. Urodził się w Zadzusznikach pod Tarnowem, umarł 7 stycznia 1882 r.

Skoro pojęcia atomu i cząsteczki stały się dla nas już zrozumiałe, musimy jeszcze uzupełnić nieco wiadomości zdobyte o tlenie. Prócz tlenu zwykłego, istnieje też inna odmiana jego, zwana ozonem. Czem się to jednak dzieje, że mogą istnieć dwa

rodzaje tlenu? Na podstawie wiadomości zdobytych przez doświadczenie wnosimy, iż każda najmniejsza cząstka tlenu, występującego wolno w powietrzu, składać się musi conajmniej z dwóch atomów, to znaczy, że przedstawia sobą cząsteczkę chemiczną. Pierwiastki tylko w rzadkich przypadkach występują w stanie wolnym, gdyż każdy z nich obdarzony jest żądzą, czyli dążeniem do łączenia się z pierwiastkami innemi. Tę chęć wzajemnego nasycenia się nazywamy powinowactwem chemicznem. Gdyby coś podobnego nie miało miejsca, nie możnaby było wyjaśnić sposobu tworzenia się owej niezliczonej ilości związków, które nas otaczają. Lecz nawet i w tych nielicznych stosunkowo przypadkach, gdy pierwiastki występują w stanie wolnym, atomy ich nasycają swoje powinowactwo w ten sposób, iż łączą się same z sobą, parami. W taki to sposób powstały cząsteczki tlenu, znajdujące się w powietrzu. Otóż w pewnych warunkach może się zdarzyć, iż zamiast dwóch atomów tlenu połączą się z sobą na cząsteczki po trzy atomy. Dzieje się to np. wtedy, gdy przez tlen przebiegają iskry elektryczne. W przyrodzie zdarza się to, jak wiadomo, podczas burzy. Taki związek jednak nie jest bardzo trwały, trzeci atom łatwo odczepia się, skoro zdarzy mu się sposobność trwalszego połączenia się z innym atomem lub ciałem. W sposób powyższy z trzech atomów tlenu tworzy się druga jego odmiana, zwana ozonem (od greckiego ozein — pachnieć):



cząsteczka tlenu

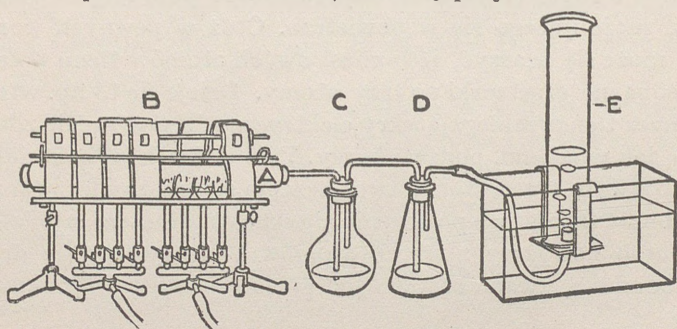


cząsteczka ozonu

Ze względów przytoczonych odmiana ta działa silniej utleniająco, niż tlen zwykły. Ozon do celów technicznych otrzymuje się przepuszczaniem cichych wyładowań elektryczności o wysokim napięciu przez powietrze. W pobliżu dynamaszyn, będących w ruchu, ujawnia się słaby, lecz wyraźny zapach ozonu, cokolwiek przypominający jodynę. Ozon znalazł rozległe zastosowanie. Niszczy on szkodliwe domieszki, znajdujące się w powietrzu, utleniając je na gazy nieszkodliwe. Zapomocą ozonu

oczyszczać można powietrze w pomieszczeniach zamkniętych i ciasnych, skupiających większą ilość ludzi, a przeto mających powietrze zepsute, np. w bankach, teatrach, hotelach, okrętach. Ozon zabija również bakterje, dzięki czemu zastosowany został do sterylizowania wody do picia. W pralniach używają go do bielenia, gdyż nie niszczy tak bielizny, jak chlorek. W ogłoszeniach miejscowości kuracyjnych czytamy często o „powietrzu obfitującym w ozon“. Oczywiście nie ma to żadnego sensu. Nikt nie mógłby oddychać takim powietrzem, gdyż ozon działa silnie drażniąco na błony śluzowe.

Ozon, tworzący się rzeczywiście pod wpływem promieni słonecznych w powietrzu okolic lesistych, gdzie unoszą się pary terpentyny i żywic, szybko znika napowrót, gdyż utleniając obecne w powietrzu domieszki, sam się przytem rozkłada.



Rys. 11.

Urządzenie do wyrobu gazu świetlnego. Zamiast pieca B, można użyć garnuszka glinianego.

Z pośród materiałów oświetlających pozostały nam jeszcze do omówienia gaz świetlny i acetylen. Ciała zawierające węgiel, np. drzewo lub węgiel kamienny, ogrzewane mocno w naczyniach zamkniętych bez dostępu powietrza, rozkładają się i ulegają, podobnie jak ciecz, destylacji, którą w tym przypadku, dla odróżnienia, nazywamy destylacją suchą. Wszystkie składniki lotne podczas tego procesu uchodzą z tych ciał w postaci gazów i par i mogą być uprowadzone przez rurę. Przyrząd, który destylację suchą może nam pokazać doświadczalnie, wyobrażony jest na rysunku 11.

W garnuszku glinianym znajdują się kawałki drzewa lub węgla, zamknięte przykrywką z grubej tektury lub deseczki z wyciętym otworem okrągłym, w którym osadzona jest zgięta rurka szklana. Przykrywka zalana jest szczelnie gipsem z zewnątrz, aby rurka się trzymała, a powietrze nie miało dostępu do wnętrza garnka. Garnuszek umieszcza się na podstawie żelaznej i ogrzewa stopniowo, aby nie pękł, lecz coraz silniej zwykłym płomieniem gazowym lub nawet na maszynce naftowej. Uchodzące przytem z garnka pary i gazy wstępują przez rurkę do naczynia C, w którym pary ciał płynnych skraplają się, gazy zaś, niezdolne do skroplenia się w temperaturze zwykłej, dążą dalej. Pary, skraplające się podczas destylacji, zgęszczają się w naczyniu C w postaci smoły i tak zwanej wody amonjakalnej. Gazy dążą dalej do naczynia D i wreszcie zbierają się pod cylindrem szklanym E, który pełni tu czynność zbiornika gazowego. Ten nasz prosty przyrząd przedstawia w zarysie małą gazownię. W gazowniach miejskich przerabia się na gaz wyłącznie węgiel kamienny i zamiast garnka używa retort z gliny ogniotrwałej, zwanej szamotą, albo też wielkich obmurowanych komór kamionkowych. Urządzenia takie są odporniejsze na mocne ogrzewanie, niż żelazne. Ze 100 kilogramów dobrego węgla otrzymuje się 30000 litrów gazu wagi około 18 kilogramów, około 5 kilogr. smoły i 4 kilogr. wody amonjakalnej; prócz tego w retorcie pozostaje jeszcze około 70 kilogr. węgla, zwanego koksem.

Smoła, czyli tak zwana maź pogazowa, jak widzieliśmy, zgęszcza się w naczyniu C skutkiem oziębienia par i gazów, które uchodzą dalej i w następным naczyniu płuczą się, czyli oczyszczają w przejściu przez znajdującą się tam wodę. Woda rozpuszcza w sobie i zatrzymuje pewne składniki gazu, przede wszystkim zaś amonjak, który bardzoby pogorszył własności gazu, gdyby w nim pozostał.

Amonjak jest gazem, składającym się z azotu i wodoru. Obydwa te pierwiastki znajdują się w węglu kamiennym w postaci związków bardzo złożonych, te zaś pod wpływem wielkiego gorąca rozkładają się i wydzielają amonjak, który jest związkiem stosunkowo prostym w porównaniu z tamtymi. Amonjak

gazowy doskonale rozpuszcza się w wodzie, a roztwór ten, o mocnym i przenikliwym zapachu, w życiu potocznym także zwykle nazywamy amonjakiem.

Czynności płuczki, w której gaz oczyszcza się z amonjaku, na rysunku naszym pełni naczynie D. W gazowniach używają zamiast tego naczyń napęcznionych uwodnionym tlenkiem żelazowym. Zwykle stosuje się pospolitą, występującą w przyrodzie rudę żelazną darniową, mającą powyższy skład chemiczny, uprzednio doskonale zmieloną. Uwodniony tlenek żelazowy pochłania z gazu świetlnego inne gazy, zawierające siarkę, którą natychmiast wiązuje, tworząc siarczek żelazowy. Siarka byłaby w gazie świetlnym składnikiem nader niepożądanym. Podczas spalania się gazu tworzyłaby ona dwutlenek siarki, ów duszący gaz o zapachu ostrym, który, jak to zapewne nieraz mieliśmy sposobność stwierdzić, tworzy się podczas spalania zwykłej siarki w powietrzu. Siarka, płonąc w płomieniu gazowym wskutek wysokiej temperatury, tworzy nawet i kwas siarkowy.

O dokładnym składzie chemicznym gazu świetlnego poucza następująca analiza:

Wodoru	45,2	procent
Metanu	35,0	„
Innych węglowodorów	4,4	„
Tlenku węgla	8,6	„
Azotu	4,8	„
Dwutlenku węgla	2,0	„

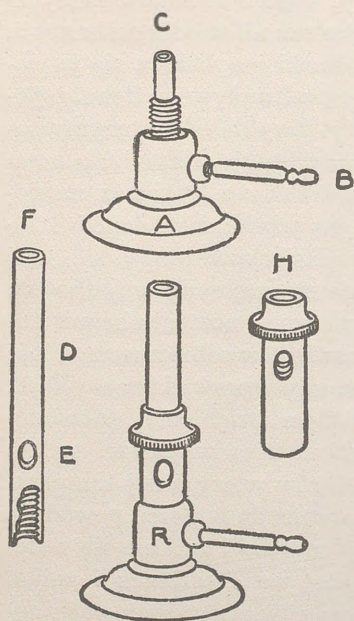
Podczas spalania się gazu świetlnego z węgla, w nim zawartego, tworzy się dwutlenek węgla, z wodoru zaś — woda, uchodząca skutkiem rozgrzania się w postaci pary. W ten sposób gaz świetlny pozornie znika całkowicie, zamieniając się w dwa bezwonne i bezbarwne gazy. Prócz tego pozostała jeszcze w gazie nieznaczna ilość związków siarki, spalając się, tworzy dwutlenek siarki, który zanieczyszcza powietrze w przestrzeni otaczającej. Obecność gazu tego powoduje, iż w mieszkaniach oświetlanych gazem nie można hodować roślin, gdyż te szybko

marnieją. Doświadczenie przekonało jednak, że ta nieznaczna domieszka dwutlenku siarki szczęściem nie jest szkodliwą dla ludzi. Tworzenie się dwutlenku siarki zachodzi nie tylko podczas palenia się gazu, ale i wszędzie, gdzie tylko spala się węgiel i wydzielają się z dymem gazy, więc z kominów fabrycznych, parowozów i t. d. Jest to wielce szkodliwe dla roślinności, a nawet i dla budowli. Dwutlenek siarki rozpuszcza się w wodzie, tworząc kwas siarkawy, który pod wpływem tlenu z powietrza utlenia się na kwas siarkowy. Zwykle lekceważymy sobie tę ilość dwutlenku siarki, jaka występuje w dymie, o czym najlepiej przekonywują nas liczby. I tak np. parowóz na godzinę jazdy wyrzuca w otaczające go powietrze 2 do 2,5 kilogramów wolnego kwasu siarkawego i siarkowego.

Istota płomienia świecącego daje się najlepiej wyjaśnić na płomieniu gazowym, jak to poraz pierwszy uczynił chemik angielski Davy. Że płomień świecący zawiera w sobie znaczną ilość węgla, możemy się łatwo przekonać, gdy wprowadzimy weń na chwilę talerzyk porcelanowy; skutkiem oziębienia, spowodowanego przez talerzyk, węgiel osiada na nim w postaci sadzy. Węgiel ten wydziela się z węglowodorów w wysokiej temperaturze płomienia, a cząstki jego, rozżarzone do białości, powodują światło. Gdy zaś dosięgnie brzegu płomienia i zetknie się z tlenem powietrza, spala się natychmiast na dwutlenek i znika, ulatniając się do otoczenia. Im więcej powietrza doprowadzimy do płomienia, tem więcej węgla się spala, lecz zarazem tem gorętszym staje się płomień, coraz mniej kopci i słabiej świeci skutkiem zmniejszania się ilości żarzącego się w nim węgla. Okoliczność tę wykorzystuje się, stosując gaz do ogrzewania i gotowania. Chemicy używają do tego celu palników wynalezionych przez Bunzena, które z odpowiednimi zmianami zastosowano też do dzisiejszych kuchen gazowych.

Na rys. 12 wyobrażony jest palnik bunzenowski w całości i rozebrany na części. Składa się on z podstawki A, do której przez rurkę B doprowadza się gaz węzłem gumowym. Przez otwór C gaz wychodzi i jeżeli tu go zapalić, płonie zwykłym płomieniem świecącym. W ten sposób jednak nie używa się tego palnika.

Na rurkę C zakręca się kominek D, w którym na wysokości wylotu gazu w C znajdują się naprzeciwko siebie dwa otwory E. Strumień gazu, uchodząc z wylotu rurki C do kominka D, porywa z sobą równocześnie powietrze, przenikające przez otwory



Rys.1 2.

Palnik Bunzena w całości i rozebrany na części.

w kominku. Ostatecznie z górnego wylotu kominka F uchodzi już nie sam gaz, lecz jego mieszanina z powietrzem. Prócz tego na dolnej części kominka znajduje się ruchoma nasadka H z podobnymi otworami, którą można obracać i w ten sposób regulować dostęp powietrza, aby płomień nie świecił. Gaz zapalony u wylotu kominka nie świeci, gdyż przez otwory porywa z sobą tyle powietrza, iż tlen w nim obecny natychmiast spala obecny w gazie węgiel. Dzięki energicznemu spalaniu równocześnie wytwarza się znacznie więcej ciepła. Jeżeli otwory w dolnej części kominka zamknąć, t. j. nie dopuścić do gazu powietrza, płomień natychmiast zaczyna świecić.

Zupełnie podobne urządzenie znajduje się we wszystkich kuch-

niach gazowych. I tam również po otwarciu kurka gaz wydobywa się przez spiczasto zakończoną rurkę i przenika do rury szerszej, w której po bokach znajdują się otwory, doprowadzające powietrze. Mieszanina gazu i powietrza dąży do paleniska, na którym stawia się naczynia kuchenne, i spala się płomieniem niekopącym.

Jak nadmieniono, płomień nieświeący, wskutek szybkiego spalania się wszystkiego obecnego w nim węgla, jest bardzo gorący. Wprowadzony do takiego płomienia zwój drutu platyno-

wego żarzy się, dając silne jasne światło, zwane żarowem; platyna w tej temperaturze nie doznaje żadnej zmiany chemicznej, gdyż jest metalem na ogrzewanie bardzo odpornym. Światło gazo żarowe, rozpowszechnione obecnie, polega na podobnem żarzeniu się odpowiednich ciał, wprowadzonych zamiast platyny do płomienia, oczywiście w sposób udoskonalony. I tutaj stosuje się płomień gazowy zmieszany z powietrzem, jak w palniku bunzenowskim, więc nieświecący. Pod palnikiem lamp gazowych, blisko miejsca dopływu gazu, widzimy kilka małych otworów (zwykle cztery). Gorący płomień nieświecący rozżarza umieszczoną nad palnikiem koszulkę (rys. 13). Koszulka ta nasycona jest mieszaniną tlenków bardzo rzadkich pierwiastków, złożoną z 1 części tlenku ceru i 99 cz. tlenku toru, o których chemicy wiedzieli już oddawna, że przy ogrzewaniu dają bardzo silne światło. Zużytkowanie jednak tych własności dla potrzeb życia codziennego udało się dopiero Auerowi. Wynaleziony przez niego sposób wyrobu koszulek żarowych polega na tem, iż koszulki uformowane z tkaniny napawa się roztworem azotanu cerowego i torowego, i po wysuszeniu spala. Po spaleniu tkaniny pozostaje tylko jej szkielet, złożony z popiołu, zawierającego tlenki wymienionych metali, zachowujący nadany koszulce kształt, lecz bardzo kruchy. Auer już w r. 1885 zbudował pierwszą lampę żarową pokojową, ale dopiero w r. 1891 udoskonalił ją tak dalece, że mogła się rozpowszechnić.

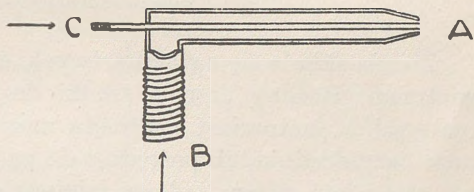
Od tego czasu doznała ona wielu ulepszeń. Przez trafniejszą mieszaninę obu tlenków udało się lampę tak udoskonalić, że dawniejsze płowe, niby księżycowe światło zmieniono na zupełnie białe, o wiele przyjemniejsze dla oka. Gdy w dawnem oświetleniu gazowem, światło pochodziło od żarzenia się cząsteczek węgla, wydzielającego się w płomieniu, to w świetle auerowskim jest ono wynikiem żarzenia się tlenków omówionych metali, które z natury swej mają własność promieniowania światła bardzo jasnego.



Rys. 13.
Palnik do światła gazożarowego.

Codziennie doświadczenie poucza, że pod działaniem wysokich temperatur wszystkie ciała ulegają zmianie. Własność tę uzyskano w chemji zarówno do oddzielania ciał, jak i do ich łączenia. Gdy znaleziono sposoby osiągania wysokich temperatur, przedtem niedostępnych, zdołano też otrzymać wiele takich nowych związków, których dawniej otrzymać nie umiano. Szczególniej wysokie temperatury osiąga się zapomocą łuku elektrycznego, t. j. pomiędzy końcami prętów węglowych płonącej lampy elektrycznej łukowej. Lampa taka jest do pewnego stopnia piecem elektrycznym. Jeżeli między końce obu prętów węglowych wprowadzić mieszaninę wapna i węgla, to wewnątrz niej powstaje gorąco tak wielkie, iż oba te ciała, topiąc się, nawzajem na siebie działają, do czego w inny sposób pobudzić ich nie można. W ten sposób z wapna i węgla tworzy się w piecu elektrycznym związek, nazywany karbidem, albo węglikiem wapniowym. Ponieważ karbid tworzy się w temperaturze bardzo wysokiej, to z tego wynika, że jest on ciałem na wpływ temperatur wysokich odpornym. Dlatego właśnie związek ten jest bardzo nietrwały na działanie wody. Pod tym względem przypomina on własności jednego ze swych składników, mianowicie wapna palonego, które, jak wiadomo, lasuje się, czyli gasi pod działaniem wody. Karbid, obłany wodą, wydziela gaz, który już dawniej otrzymany był przez chemików w inny sposób, i który nazywamy acetylenem. Niegdyś był on bardzo trudny do otrzymania i z tego powodu był bardzo drogi. Ale już od roku 1895 karbid wprowadzono do handlu po cenie na tyle niskiej, że acetylen zaczęto stosować do oświetlania. Sprzyja temu niezmiernie prosty sposób otrzymywania gazu przez zwykłe oblanie karbidu wodą. Ważniejsze znaczenie zyskał acetylen do pewnych celów technicznych, o czem pierwotnie nie myślano. Otóż jeżeli zamiast w powietrzu spalać acetylen w czystym tlenie, osiąga się płomień niezwykle gorący. Tlen wyrabia się obecnie z powietrza ciekłego i sprzedaje w cylindrach stalowych. Do otrzymania takiego płomienia stosuje się dmuchawkę do gazu piorunującego. Nazwą tą w chemji oznaczono mieszaninę wodoru i tlenu ze względu na to, iż od zapalenia gwałtownie wy-

bucha. Jednak w palniku, specjalnie do tego celu zbudowanym, mieszanina ta spala się zupełnie bezpiecznie. Można używać go również i do płomienia acetylenowego. Palnik ten, czyli owa dmuchawka, zbudowana jest w następujący sposób (rys. 14): przez rurkę B wpuszcza się wodór lub acetylen i zapala przy ujściu zwężonym A. Równocześnie przez węższą rurkę C dopływa czysty tlen. Zatem obydwa gazy zupełnie się z sobą nie mieszają, lecz łączą się dopiero u wylotu palnika, w miejscu spalania się. Prąd tlenu, puszczony pod ciśnieniem, silnie dmucha i tworzy ostry płomień acetylenu lub gazu piorunującego,



Rys. 14.

Dmuchawka do spalania acetylenu w tlenie.

Na zastosowaniu takiej dmuchawki polega tak zwane „spawanie samorodne“, zapomocą którego w wielu przypadkach można wygodnie spoić z sobą dwa kawałki żelaza. Chcąc to osiągnąć dawnym sposobem, trzebaby oba kawałki najpierw w miejscach zamierzonego ich spojenia rozżarzyć do białości i następnie przekuć. Wykonanie tego w przypadku większych płyt żelaznych jest sprawą bardzo trudną. Obecnie każdy rzemieślnik pracę taką wykonać może bez wielkiego trudu zapomocą spawania samorodnego, które nie wymaga kucia. W tym celu obie części spawane ku sobie zsuwa i na szczelinę kładzie drut żelazny, który ma dostarczyć żelaza do wypełniania luki. Następnie na miejsce spawane skierowuje płomień acetylenowy z dmuchawki tlenowej. Stożek płomienia ma temperaturę około 3500° , więc brzegi obu części żelaznych oraz drut stapiają się prawie momentalnie i zlewają z sobą, tworząc całość. Po ostygnięciu części te są już spojone samorodnie. Jak wysoka jest wymieniona temperatura płomienia dmuchawki wynika z tego, iż żelazo rozżarzone do czerwoności ma temperaturę 600° , zaś do białego żaru 1300° .

Wykład trzeci

Odżywianie się roślin. Nawożenie. Płodozmian. Ugory. Zachowanie płodności gleby zapomocą nawozów sztucznych. Kości. Superfosfat. Tomaszówka. Sole potasowe. Nawozy azotowe. Amoniak syntetyczny. Saletra syntetyczna. Azotniak wapnia. Odżywianie się ludzi i zwierząt. Białko. Tłuszcze. Węglowodany. Mleko słodkie i kwaśne. Sery. Włókniak. Surowica przeciwbłonicza. Pasza pożywna. Klej. Doświadczenia nad trawieniem.

Ziemia składa się z ciał martwych, a otoczona jest wodą i powietrzem. Rośliny czerpią środki do życia z tych martwych materiałów, natomiast zwierzęta zmuszone są sięgać po żywność bezpośrednio lub pośrednio do państwa roślinnego. Drzewo np. stoi wieki całe na jednym miejscu, a przyroda dostarcza mu wszystkiego, czego do życia potrzebuje: deszcz, daje potrzebną wilgoć, dwutlenek węgla, zawsze obecny w powietrzu, jest źródłem, z którego czerpie ono węgiel na utworzenie drewna i wielu złożonych wytworów, które podtrzymują jego istnienie. Liście, a zwłaszcza obecne w nich kuleczki barwnika zielonego, zwanego chlorofilem, mają tajemniczą własność rozkładania dwutlenku węgla, czerpanego przez rośliny z powietrza, na węgiel i na tlen. Proces ten odbywa się pod działaniem światła słonecznego i w obecności wody. Węgiel roślina zatrzymuje i przyswaja go sobie, natomiast tlen z powrotem wydziela. Jest to dziwne ze względu na to, że dwutlenek węgla jest gazem bardzo trwałym, który w pracowni chemicznej z wielkim tylko zachodem może być na swe składniki rozłożony. Wszak tworzy się on, jak to już nam wiadomo, właśnie w temperaturach wysokich wszelkiego rodzaju płomieni. Zatem wszystek węgiel, obecny w drzewie, i który czerpać możemy z lasów, pochodzi z powietrza.

Wszystkie składniki mineralne potrzebne roślinie, pochodzą z gleby, na której ona rośnie. Obecność swoją zdradzają one po spaleniu rośliny. Podczas spalania węgiel uchodzi z powrotem w powietrze w postaci dwutlenku, woda ulatnia się jako para,

zaś składniki mineralne pozostają w postaci popiołu. Dawniej popiół ten uważano za coś podrzędnego. Dopiero w r. 1850 chemik Liebig dowiódł, że właśnie popiół jest składnikiem, na którego podstawie można wyjaśnić warunki, niezbędne dla życia roślin. To naprowadziło go na myśl o zastosowaniu nawozów sztucznych. Przez to stał się on jednym z dobroczyńców ludzkości.

Zawartość popiołu np. w krzaczku żyta w okresie kwitnienia wynosi 6,38 procent na wagę, w dojrzałych ziarnach żyta znajduje się 1,93 procent popiołu. A oto skład chemiczny samego popiołu:

	w całej roślinie żyta		w ziarnach
Kwasu fosforowego	20,35 %		47,52 %
Soli potasowych	37,16 „		34,50 „
Krzemionki	24,88 „		2,75 „
Wapna i magnezji	12,32 „		14,13 „
Kwasu siarkowego	4,03 „		—
Soli kuchennej	0,76 „		0,90 „
Tlenku żelazowego	0,50 „		0,20 „

Wszystkie te składniki muszą się znajdować w glebie, ażeby na niej żyto mogło rosnąć i wydawać plon. Niektórych z nich, np. krzemionki — tak nazywa się chemicznie dwutlenek krzemu, będący głównym składnikiem czystego piasku — lub tlenku żelazowego, nigdy w ziemi nie zbraknie. Natomiast pozostałe, w miarę uprawy roślin, są przez nie z gleby wyczerpywane, i wskutek tego staje się ona coraz uboższą i coraz mniej płodną. Z badań Liebiga wynika, że o ile gleba ma nie być wyjałowiona, należy do niej stale dodawać kwasu fosforowego, soli potasowych, wapna i azotu.

Wszystkie ludy cywilizowane uprawiały rolę od niepamiętnych czasów, lecz nie miały należnego pojęcia o procesach, jakie się odbywają podczas wzrostu roślin. Usiłowano wprowadzić zjawiska te dokładniej poznać, lecz do roku 1850 w stopniu wystarczającym tego nie osiągnięto. Nawet jeszcze Thaer, wielki reformator rolnictwa, co niemal najpierwszy zajmował się tą sprawą ze stanowiska badań naukowych, upatrywał w popiele

roślin tylko składniki podrzędne i nie dostrzegł, iż zawiera on substancje dla wzrostu roślin nieodzownie potrzebne. Przypuszczał on, iż rośliny rosną tem lepiej, im grubsza jest w glebie warstwa próchnicy, czyli ziemi zmieszanej ze szczątkami dawniej żyjących na niej roślin. Dziś wszakże bez przesady powiedzieć można, iż przed odkryciem Liebiga rolnictwo było prowadzone rabunkowo, gdyż nie zwracano ziemi żadnego z tych przyrodzonych składników, które jej przez uprawę roślin zabierano. W ten sposób niejeden obszar ziemi w dawnych okresach kultury z biegiem czasu został prawie doszczętnie wyjałowiony.

Oddawna zauważono, iż przez uprawę jednej tylko rośliny w ciągu szeregu lat bez przerwy na jednym i tem samym miejscu, wydajność gleby stopniowo się zmniejsza. Z tego też powodu zaczęto stosować tak zwany płodzmian, czyli kolejną uprawę po sobie co rok innych roślin. W księgach traktujących o rolnictwie, pozostałych w spuściźnie po klasycznej starożytności, jest już mowa o płodzmianie, i jeszcze na początku 18 stulecia dzieła rolnicze nic nowego, w porównaniu z okresem z przed 2000 lat, nie zawierały. Przyczyna lepszego urodzaju przy stosowaniu płodzmianu polega na tem, iż z powodu odrębnego składu popiołu poszczególnych roślin uprawnych, gleba nie wyczerpuje się przez szereg lat wciąż tylko z paru tych samych składników.

Coprawda od niepamiętnych również czasów pola nawożono odpadkami, jakie zwykle pozostają w każdym gospodarstwie; zauważono bowiem, iż to korzystnie odbija się na osiągniętych zbiorach. W ten sposób oddawano ziemi przynajmniej część z tego, co jej zabierała uprawa roślin. Jednakże ze względu na to, iż rolnik znaczną część swych plonów sprzedaje, mimo wszystko rok rocznie gleba była bezpowrotnie pozbawiona pewnej ilości swych składników mineralnych. Dlatego też, nawet pomimo takiego użyźniania, musiało wreszcie nastąpić zmniejszenie się wydajności gleby. A chociaż nie umiano sobie tego wytłumaczyć, to jednak skutki tego stanu rzeczy były widoczne po plonach. Spostrzeżenia te doprowadziły do zastosowania systemu ugorów. Polega on na tem, iż po kilku latach uprawy pozostawia się pola nie obsiane dla wypoczynku, co polepsza

plodność w czasie ponownej uprawy. Korzyści, jakie system ten daje, można wytłumaczyć w następujący sposób: kwas fosforowy i sole potasowe występują w glebie w postaci okruchów mineralnych skał, które prawie nierozpuszczają się w wodzie. W takim stanie nie mogą one być wcale pobierane przez korzonki roślin, gdyż te wszelkie związki wsysać mogą tylko w postaci rozpuszczonej. Otóż pod działaniem wilgoci i przy udziale dwutlenku węgla, który z powietrza przenika do gleby i w niej krąży, wspomniane związki nierozpuszczalne, stopniowo przeistaczają się na rozpuszczalne. Proces ten nazywamy wietrzeniem skał.

Dwutlenek węgla, krążący w glebie, pochodzi nie tylko z powietrza; wytwarza się również w samej glebie, w ilości około 75 kilogramów dziennie, licząc na hektar ziemi, pod wpływem działalności życiowej bakterij, których ilość na hektar ziemi ornej wynosi 200 do 400 kilogramów. Owe bakterje ziemne rozkładają w ziemi martwe szczątki roślinne i nawóz, i w ten sposób tworzy się próchnica. Wielka ilość powstającego przytem dwutlenku węgla rozpuszcza obecne w ziemi ornej fosforany nierozpuszczalne, a oprócz tego bardzo sprzyja wzrostowi roślin. To właśnie jest powodem, iż ziemia próchnicowa jest lepsza, niż piaszczysta. Zrozumiemy obecnie, iż w ciągu rocznego wypoczynku gleby, pod wpływem procesów wietrzenia przysporzy się w niej zapas użytecznych dla roślin składników mineralnych rozpuszczalnych, które w ugorach pozostają niewyczerpane. Jeżeli do tego dodać jeszcze i to, co rok rocznie wietrzeje nawet i przy uprawie roślin, to otrzymamy pokaźny zapas substancyj odżywczych, który znów na pewien przeciąg czasu umożliwi osiągnięcie korzystnych zbiorów.

Około roku 1750 zauważono, że skoro pola, przeznaczone na ugory, zasiać w tym samym roku koniczyną, to urodzaj zboża w następnym roku nic na tem nie ucierpi. Głęboko w ziemię sięgające korzonki koniczyny wyciągają składniki mineralne z warstw dolnych, do których korzonki zbóż nie sięgają. Spostrzeżenie to posunęło rolnictwo o wielki krok naprzód, bo mając przez koniczynę większą ilość paszy, można trzymać więcej bydła, a przez to zdobywać też większą ilość nawozu. Praktyka

i doświadczenie nauczyły jeszcze więcej. Gdy urodzaj koniczyny stopniowo malał, zasiewano po niej groch, fasolę, ziemniaki i t. d. W ten sposób doszli wkońcu rolnicy do regularnej zmiany zbóż i roślin okopowych, przegradzając co pewien czas te zasiewy koniczyną.

Jak widzimy ugorowanie stało się zbyteczne. Okazało się to możliwe tylko dzięki temu, że rozmaite rośliny ciągną poszczególne substancje odżywcze mineralne w ilości niejednakowej i w dodatku bądź z płytszych, bądź z głębszych warstw ziemi. Płodozmian prawidłowy polega przeto na takiej kolejności uprawy roślin, aby roślina zasiana w jednym roku pozostawiała w ziemi te składniki mineralne, z których w następnym roku będzie korzystać inna.

W tabelce niżej załączonej podany jest przykład wyczerpywania substancyj mineralnych z hektara ziemi w czteroletnim płodozmianie pszenicy, ziemniaków, jęczmienia i koniczyny przy urodzaju przeciętnym:

Kwas fosforowy	35,2	27,3	30,5	36,2	129,2 kg.
Sole potasowe	61,5	102,7	60,5	144,0	368,7 „
Krzemionka	175,4	10,8	138,6	26,0	350,8 „
Wapno i magnezja	34,9	25,5	35,6	206,4	302,1 „

W czasach obecnych ubytek substancyj odżywczych w ziemi, przez uprawę roślin spowodowany, o ile go nie wyrównywa mierzwienie, pokrywa się przez stosowanie nawozów sztucznych. I właśnie wiekopomną zasługą Liebiga było, że poznawszy jedynie właściwą drogę do ciągłego utrzymania płodności ziemi, wskazał sposób wyrównywania tych strat substancyj mineralnych w glebie, jakie pociąga za sobą uprawa roślin. Można powiedzieć, że jest to sztuka przerabiania kamieni na chleb. Zasługi Liebiga zrozumiano i oceniono należycie nie tylko w jego ojczyźnie.

Przejdziemy obecnie do omówienia wyrobu nawozów sztucznych. Większość ciał, po które w tym celu sięgamy na łono przyrody, zupełnie się nie nadaje do użytku bezpośredniego w rolnictwie; trzeba je pierwiej sposobem chemicznym odpowiednio przetworzyć.

Głównym źródłem, z którego dobywa się tanio kwas fosforowy, są kości, minerał naturalny, zwany fosforytem i żużle tworzące się jako odpadek w fabrykacji żelaza, w postaci zmielonej znane pod nazwą mąki fosforowej Thomasa (tak zw. tomasówka).

Kości składają się przeważnie z fosforanu wapniowego, nadto zawierają tłuszcz i substancje azotowe klejodajne. Tłuszcz wyciąga się z kości zapomocą gorącej benzyny. Służy on do wyrobu mydła i świec. Z kości odtłuszczonych wygotowuje się klej, zwany zazwyczaj klejem kostnym.

Jeżeli kości ogrzewać w kotle zamkniętym i zaopatrzonym tylko w rurę odprowadzającą gazy i pary, jak przy wyrobie gazu świetlnego z węgla, to w rezultacie pozostanie w kotle tylko czarna masa, zwana węglem kostnym, tak jak z węgla kamiennego pozostaje koks. Otrzymany węgiel kostny ma szczególną własność odbarwiania, czyli pochłaniania barwników z roztworów zabarwionych. Naprz. wino czerwone, wyklócone z węglem kostnym i przesączone przez bibułę, staje się bezbarwne i czyste, jak woda, choć od wina dawniejszego różni się tylko brakiem barwy. Tę własność węgla zużytkowano do wielu celów w przemyśle, np. w cukrownictwie do otrzymywania cukru zupełnie białego.

Drobno zmielony węgiel kostny, rozrobiony z odpowiedniami dodatkami, był używany do wyrobu czernidła do obuwia.

Jeżeli zamiast ogrzewania w kotle zamkniętym prażyć kości przy dostępie powietrza w naczyniu otwartem, to wypalą się one do białości skutkiem całkowitego spalania się węgla. Z kości w ten sposób wypalonych wyrabia się mąkę kostną, używaną jako nawóz sztuczny. Prócz tego służą one do wyrobu fosforu oraz szkła mlecznego.

Prócz kości źródłem dobywania kwasu fosforowego są pewne minerały, występujące w wielu miejscach ziemi, zawierające jako składnik główny fosforan wapniowy, obok innych jeszcze domieszek, i znane pod nazwą fosforytu. Wielkie ilości fosforytów znajdują się we Florydzie w Ameryce północnej; zawierają one przeciętnie około 82% fosforanu wapniowego. Domieszki prócz tego w nich obecne, nie przeszkadzają w przeróbce minerału na nawóz sztuczny, zwany „superfosfatem“. Z tego też

powodu zbyt tego minerału do roku 1897 rozszerzył się na cały świat. Z czasem jednak odkryto nowe złoża fosforytów zarówno w Ameryce (w Tennenssee), jako też w innych częściach świata i w Europie, co fosforytom północno-amerykańskim wytworzyło poważną konkurencję.

W kraju naszym fosforyty występują w warstwie godnej uwagi nad Dniestrem, w szczególności w okolicy Niezvisk. Są to pozostałości po pradawnych skamieniałych gąbkach morskich, zawierające około 30% kwasu fosforowego. Dobywanie tych fosforytów rozwija się coraz bardziej i rokuje korzystne wyzyskanie ich dla potrzeb kraju.

Poważną rolę odgrywało też niegdyś guano, lecz skutkiem wyczerpywania się pokładów traci ono coraz bardziej na znaczeniu. Guano powstało z nagromadzonych i rozłożonych wydzielin ptaków morskich, które w wielkich zbiorowiskach przebywały na wybrzeżu peruwjańskim, i na sąsiednich wyspach. Głównymi jego składnikami są kwas fosforowy i azot.

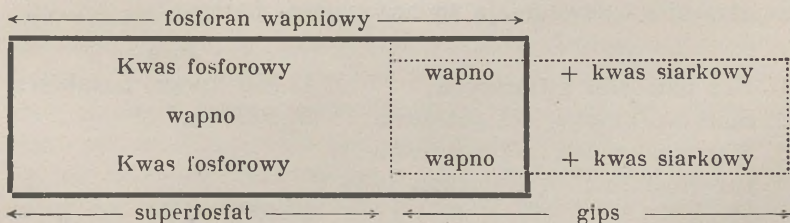
Szczególnie cennem bo tanim źródłem kwasu fosforowego dla rolnictwa jest mąka fosforowa, zwana od nazwiska jednego z jej wynalazców tomasówką. W r. 1879 Thomas i Gilchrist wynaleźli sposób odciągania fosforu z żelaza lanego (surowca) podczas przerobu na stal. Jako odpadek powstaje przytem tak zwana szlaka, której kawałki, zwane żużlem, przerabia się na wymienioną mąkę. Będzie o tem mowa jeszcze w wykładzie jedenastym.

W większości ciał wyżej omówionych kwas fosforowy znajduje się w tej samej postaci, co i w glebie, t.j. jako nierozpuszczalny fosforan wapniowy. Gdyby te substancje rozsypać na roli nawet w stanie najbardziej miałkim, to działanie ich nie byłoby wystarczające, gdyż pod wpływem procesów wietrzenia zbyt powolnie przeistaczałyby się one w postać rozpuszczalną, dostępną do zużytkowania przez rośliny. Z uwagi na to, iż wietrzenie resztek skalnych w ziemi trwa setki lat, byłyby one dla rolnictwa zupełnie bezużyteczne, gdyż rośliny mogłyby je spożytkować całkowicie dopiero po tak długim przeciągu czasu. Zupełnie inaczej jednak przedstawia się sprawa, skoro fosforany zostaną zwietrzone sztucznie, czyli mówiąc językiem che-

micznym rozтворzone, to znaczy zamienione w postać rozpuszczalną w wodzie. Wietrzenie sztuczne, czyli roztwarzanie, odbywa się według Liebiga w taki sposób, iż fosforany dobrze zmiełone oblewa się mocnym kwasem siarkowym. Sposób ten wprowadzono poraz pierwszy w Anglii w r. 1841, i lepszego dotychczas nie wynaleziono. Tak otrzymany nawóz sztuczny nazwano superfosfatem, ponieważ działaniem swym przewyższa fosforany naturalne (super oznacza nad). To, co powoduje w ziemi krążący tam dwutlenek węgla wraz z wodą w ciągu setek lat naturalnego wietrzenia, kwas siarkowy w fabryce chemicznej doprowadza do skutku w jednej prawie chwili.

Kwas fosforowy, w omówionych poprzednio źródłach jego dobywania, występuje przeważnie w postaci związku z wapnem. W fosforycie i kościach dwie cząsteczki kwasu związane są z trzema cząsteczkami wapna. Aby uprzyścić nieco zrozumienie procesu roztwarzania fosforanu wapniowego, postaramy się wyjaśnić działanie kwasu siarkowego na ten związek. Kwas siarkowy z wapnem łatwo tworzy związek, zwany siarczanem wapniowym lub pospolicie gipsem. Jedna cząsteczka kwasu siarkowego może związać tylko jedną cząsteczkę wapna. Jeżeli więc weźmiemy dwie cząsteczki kwasu tego (łatwo się tę ilość oblicza, posilkując się wzorami chemicznymi) i podzielimy nim na mąkę kostną lub fosforyt, to kwas siarkowy odejmie wapno i sam się z nim połączy na gips, natomiast pozostała reszta fosforowa, mająca jeszcze jedną cząsteczkę wapna, utworzy zupełnie nowy związek.

Proces ten uzmysławia niżej przytoczony szemat:



Ten nowy fosforan wapniowy jest rozpuszczalny w wodzie, i rośliny mogą go już pobierać zapomocą korzeni. Ilekroć jest

mowa o nawożeniu fosforowem, zawsze należy rozumieć ten fosforan rozpuszczalny, zwykle zmieszany z gipsem. Gdyby do nawożenia użyć czystego kwasu fosforowego rozpuszczonego w wodzie, to skutkiem jego żrących własności rośliny zostałyby zniszczone.

W tomasówce kwas fosforowy jest związany z wapnem i krzemionką, i ten związek może być przyswajany przez rośliny bez uprzedniego roztwarzania zapomocą kwasu siarkowego. Z tego też powodu tomasówka, jako odpadek przemysłu żelaznego, jest bardzo tanim źródłem kwasu fosforowego, gdyż oszczędza się tutaj kosztów roztwarzania. Tomasówkę stosuje się zwłaszcza do użyźniania łąk, dla których nadaje się ona wyjątkowo korzystnie.

Doświadczenia stwierdziły wszakże, iż fosforan rozpuszczalny w superfosłacie bardzo prędko przeistacza się w ziemi z powrotem na związek nierozpuszczalny. Jednakże po tej przemianie występuje on w glebie w postaci tak subtelnie rozdrobnionej, iż to niezmiernie ułatwia korzeniom roślin jego pobieranie. Dlatego też obecnie postępuje się w taki sposób, iż do nawożenia bierze się tylko trzecią część droższego superfosfatu rozpuszczalnego i zamiast reszty dodaje się mialko zmielonego zwykłego fosforanu nierozpuszczalnego. W postaci zmielonej fosforan łatwiej jest pobierany przez korzenie roślin, niż fosforan występujący w szczątkach skalnych w ziemi. Przekonano się również, iż powyższa mieszanina działa nie gorzej, niż superfosfat czysty; przez obecność rozpuszczalnego, a więc odrazu czynnego superfosfatu dodany fosforan nierozpuszczalny uzyskuje czas na zwietrzenie. Udowadniają to następujące liczby:

	Plon
1. Bez nawozów sztucznych	13.850 kilogr. buraków.
2. Siarczan amonu, sól potasowa	20.600 " "
3. Siarczan amonu, sól potasowa $\frac{1}{3}$ superfosfatu i $\frac{2}{3}$ fosforanu zwy- kłego	20.400 " "

Przejdziemy obecnie do omówienia soli potasowych, jako nawozu sztucznego. Ten sposób nawożenia do roku 1860 był

bardzo kosztowny. Wyłącznem źródłem, z którego czerpano potas w większych ilościach, był węglan potasowy, pospolicie nazywany potaszem. Dawniej przyrządzano potasz przez wygotowywanie popiołu drzewnego i całkowite odparowanie wody. O obecności soli potasowych w popiele roślin przekonaaliśmy się już z przytoczonych poprzednio analiz. Jeszcze około roku 1850 handlarze skupywali po domach popiół w miejscowościach, gdzie opalane drzewem kominy otwarte dawały dużo czystego popiołu, który następnie przerabiano w fabrykach na potasz. Zastosowanie praktyczne potaszu jest bardzo rozległe, mianowicie do wyrobu szkła, w mydlarstwie i przemyśle włókienniczym. To też wysoka cena tego przetworu uniemożliwia stosowanie go jako nawozu sztucznego. W wykładzie dziewiątym, przy omawianiu sody, przytoczone będą jeszcze szczegóły o spółczesnej fabrykacji potaszu.

Inne, obecnie znacznie od potaszu tańsze, a w celach nawozowych używane sole potasowe, mianowicie chlorek potasowy i siarczan potasowy, dobywane są z pokładów solnych, jak np. słynne kopalnie Stassfurckie w Niemczech, nasze kopalnie w Kałuszu i francuskie w Alzacji. W Stassfurcie znano wiele źródeł solnych, z których przez szereg stuleci dobywano sól jadalną. To dało pobudkę do poszukiwania w tej okolicy pokładów soli kamiennej. Podczas wierceń natrafiono też istotnie na pewien rodzaj soli, która jednak miała smak gorzki i której narazie nie umiano zużytkować. Pod warstwą tej soli odkryto pokłady prawdziwej soli jadalnej, i chcąc się do niej dostać, musiano rzucić całą górną warstwę. Z tej bezwartościowej na razie soli powstał tak zwany śmietnik solny, otaczający dookoła kopalnie Stassfurckie. Dopiero w r. 1861 chemik Frank stwierdził, iż owe pozornie bezwartościowe sole śmietnika, zawierają dużo potasu, którego wartość użyźniającą podkreślił już Liebig. W taki to sposób rozwinął się w tej okolicy kwitnący dziś przemysł potasowy, który w sole potasowe zaopatruje liczne kraje świata. Dzięki własnym kopalniom kałuskim jesteśmy jednak pod tym względem niezależnieni. Sole dobywane w kopalniach wymagają uprzedniego przerobu fabrycznego, zanim będą mogły

być użyte jako nawóz. Wytwory uboczne, jakie przytem powstają, częściowo również znalazły zastosowanie techniczne.

Pokłady soli prawdopodobnie stanowią pozostałość po dawnych zatokach morskich, z których woda wielokrotnie wysychała, pozostawiając za każdym razem znaczne ilości soli. Wśród wielu pierwiastków woda morska zawiera także brom, który z wody tej zaczęto po raz pierwszy dobywać we Francji południowej. Związki bromowe, mają duże znaczenie w fotografii do wyrobu klisz i papieru światłoczułego, a także w lecznictwie. Jeżeli przypuszczenie o morskiem pochodzeniu soli stassfurckich jest słuszne, w takim razie powinnyby one również zawierać brom. Okazało się to prawdą i w Stassfurcie wytwarzają obecnie znaczną ilość bromu, jako jednego z pobocznych wytworów przemysłu potasowego.

Zajmiemy się teraz azotem ze stanowiska potrzeb życiowych roślinności. Rośliny zużytkowują azot do wytworzenia białka roślinnego, które w ustroju ich odgrywa rolę naczelnego bodźca życiowego. Białko bowiem występuje zawsze tam, gdzie substancja żyjąca powstaje lub się pomnaża. Z tego wynika, iż brak azotu w rozwoju roślin prowadzić musi do zupełnego ich zmarnienia. To też azot w tworzeniu się przyrody ożywionej jest jednym z najważniejszych składników; zdobycie go i wszechstronne poznanie było przeto jednym z najdonioślejszych zadań, które ludzkość musiała rozwiązać i które pomyślnie rozwiązała.

W analizach popiołów roślinnych nie wymieniano azotu, ponieważ w żadnym prawie ze swych związków pierwiastek ten nie występuje w postaci ogniotrwałej, i w wysokiej temperaturze, potrzebnej do spalenia części roślinnych, ulatnia się jako azot wolny lub w połączeniu z innemi pierwiastkami. Połączenie azotu z wodorem poznaliśmy już poprzednio pod nazwą amonjaku, który tworzy się podczas ogrzewania węgla kamiennego przy wyrobie gazu świetlnego.

Napozór możnaby sądzić, iż rośliny nigdy nie powinny znać braku azotu, skoro otoczone są zawsze przez azot obecny w powietrzu.

W 10000 części powietrza znajduje się 8000 części azotu, a tylko 3 części dwutlenku węgla. A jednak całe zapotrzebowanie węgla pokrywają rośliny, jak to już widzieliśmy, z tego właśnie uboższego źródła, natomiast wcale nie mają możliwości czerpania azotu, który je tak obficie otacza; nie posiadają bowiem urządzenia, któreby do tego celu nadawało się tak, jak ciążka zieleni (chlorofilu) do pobierania dwutlenku węgla. Rośliny czerpią azot zapomocą korzeni tylko z jego związków rozpuszczalnych czyli soli, znajdujących się w ziemi. Wyjątek stanowią tylko rośliny motylkowe (strączkowe), jak np. groch, fasola, wyka, seradela, koniczyna i łubin. Na korzeniach tych roślin znajdują się gruzelki, w których żyją bakterie, uzdolnione do bezpośredniego czerpania azotu z powietrza. Pod wpływem tlenu oraz pewnych składników ziemi bakterie te przemieniają azot na kwas azotowy oraz jego sole, czyli azotany. Z powodu działalności życiowej tych bakterij w korzeniach roślin motylkowych gromadzi się tyle substancyj azotowych, iż przy dostatku kwasu fosforowego i potasu nie tylko doskonale rosną bez nawozu azotowego, lecz nawet po zżęciu, przez korzenie pozostałe w ziemi, same glebę użyźniają azotem. Roślina hodowana na tem miejscu w roku następnym, której korzenie nie mają zdolności gromadzenia azotu, znajduje go tyle, iż nawożenie azotowe staje się zbędnem. Ilość azotu, przysparzanego glebie przez uprawę roślin strączkowych, wynosi 100 do 200 kg na hektar ziemi w ciągu roku.

Doświadczenia praktyczne dowiodły jeszcze na długo przed poznaniem bakterij azotowych, iż na wzrost roślin korzystnie wpływa dodawanie do ziemi związków azotowych. Najodpowiedniejszemi są oczywiście związki azotowe rozpuszczalne w wodzie, jako od razu gotowe do wessania przez korzenie roślin. Z pomiędzy nawozów sztucznych azotowych w użyciu jest obecnie pięć odmian, a mianowicie: amonjak w postaci siarczanu amonowego, saletra czylijska, azotniak wapniowy, saletra wapniowa i mocznik.

W rolnictwie stosuje się amonjak w postaci siarczanu amonowego, który do tego celu okazał się najodpowiedniejszym.

Siarczan amonowy otrzymuje się przez połączenie amonjaku z kwasem siarkowym; powstaje biała sól, i tę rozsypuje się na polach jako nawóz sztuczny. Amonjaku dostarczały dawniej tylko koksownie, produkujące koks z węgla kamiennego dla użytku wielkich pieców, a oprócz tego również gazownie. Dlatego też ilość amonjaku, która mogła być oddana do celów rolniczych, zależała od ilości przerobionego na koks węgla. Stosunki te jednak uległy zmianie. W roku 1910 zapomocą badań naukowych Haber dowiódł możliwości bezpośredniego wyrobu amonjaku przez połączenie obu pierwiastków — wodoru i azotu — z których się składa. Następnie w zakładach chemicznych stowarzyszonych fabryk niemieckich chemik Bosch opracował doświadczenia laboratoryjne na skalę fabryczną. Synteza amonjaku odbywa się w następujący sposób: mieszaninę gazów, złożoną z 1 części azotu i 3 części wodoru, poddaje się ogrzewaniu w cylindrach stalowych (piecach kontaktowych) do temperatury żaru czerwonego, czyli około 500° , pod ciśnieniem 200 atmosfer i w obecności żelaza, jako katalizatora. Jak wielkie to jest ciśnienie, możemy sobie wyobrazić z tego, że w kotle parowym panuje conajwyżej ciśnienie 15 atmosfer, w innych kotłach 30 do 50 atmosfer. Obydwa pierwiastki łączą się wtedy, lecz proces ten ustaje z chwilą, gdy utworzy się w mieszaninie 8% amonjaku. Dlatego też trzeba najpierw utworzony amonjak usunąć, poczem proces znów może odbywać się w dalszym ciągu. Następnie zdobyty tą drogą amonjak przerabia się w części na siarczan amonowy zapomocą kwasu siarkowego, otrzymywanego z gipsu (siarczan wapniowy), w części zaś na mocznik. Zakłady chemiczne niemieckie, wyżej wymienione, wytwarzają rocznie przeszło milion tonn soli nawozowych.

Drugim źródłem azotu jest znana ogólnie saletra. Tworzy się ona przez połączenie kwasu azotowego z potasem lub sodem, i zależnie od tego odróżniamy saletrę potasową i sodową. Saletra potasowa znana jest oddawna; pochodzi ona z Indyj i przed wynalezieniem prochu bezdymnego była używana do wyrobu prochu strzelniczego zwykłego. Ta odmiana saletry jest jednak dla rolnictwa zbyt kosztowna. Tańsza od niej saletra

sodowa ma postać białej, rozpuszczalnej w wodzie soli, i od kraju w którym występuje na łonie przyrody, bywa nazywana saletrą czylijską. W Czyli znajdują się olbrzymie połacie kraju, w których nigdy nie pada deszcz i właśnie w tych okolicach ziemia obfituje w saletrę. Przy częstszych deszczach saletra ta byłaby już dawno wypłukana. Od roku 1830 zaczęto tam eksploatować kopalnie saletry w sposób dość prosty. Ziemię łąguje się gorącą wodą aż do otrzymania nasyconego roztworu saletry. Po przesączeniu tego roztworu wykrystalizowuje zeń podczas stygnięcia saletra zupełnie prawie czysta, będąca przedmiotem handlu. Ciecz pozostała po oddzieleniu kryształów, jak wogóle we wszystkich przypadkach podobnej krystalizacji, nazywa się ługiem pokryształizacyjnym lub macierzystym. Jeżeli taki ług odparować na gorąco, jak to np. czynią u nas w warzelniach soli w Ciechocinku, to pozostają sole, poprzednio w nim rozpuszczone, tak zwane sole macierzyste. Ługów pokryształizacyjnych saletry czylijskiej nie odparowują do ostatka, lecz wydzielają z nich jeszcze jod, znajdujący się tam w niewielkiej ilości. Mimo tego jednak ilość jodu w ten sposób dobywana jest tak znaczna, iż kraj ten stał się głównym dostawcą tego stosunkowo rzadko w przyrodzie występującego pierwiastka dla całego prawie świata. Liczne doświadczenia przekonały, iż saletra, która zawiera ponad 16% azotu, w porównaniu ze wszystkimi innymi rodzajami nawozów azotowych, może swój azot oddawać roślinom najszybciej.

Trzecim rodzajem nawozu azotowego jest azotniak wapniowy. Do wyrobu tego związku stosuje się karbid, czyli węglík wapniowy, który już poznaliśmy. Według sposobu, opracowanego przez Franka i Caro, do kotła z ogrzany m karbide m przepuszcza się azot, otrzymywany zapomocą destylacji powietrza ciekłego. Wystarczy przytem ogrzać silnie karbid w jednym miejscu, aby zapoczątkować proces łączenia się go z azotem, poczem samorzutnie rozprzestrzenia się on na całą zawartość kotła. Powstaje nowy związek, nazwany azotniakiem wapniowym. Jednakże ze względu na to, iż azotniak wapniowy nadaje się jako nawóz nie do wszystkich roślin, wiele

fabryk zmieniło swą wytwórczość, przetwarzając azotniak na amonjak. Odbywa się to na drodze ogrzewania azotniaku z wody w kotłach parowych, przyczem azotniak rozpada się, wydzielając amonjak, ten zaś przerabia się dalej na siarczan amonowy.

Problem zużytkowania azotu z powietrza został rozwiązany w zupełnie odrębny sposób w roku 1905 przez norweczyków Birkelanda i Eyde'go. Za podstawę do swego pomysłu wzięli oni znane już dawniej spostrzeżenie, iż podczas burzy, skutkiem iskier elektrycznych, przeszywających powietrze, z azotu i tlenu w niem obecnego, tworzą się tlenki azotu, które opadają na ziemię wraz z deszczem w postaci kwasu azotowego. Obliczono iż z tego źródła ziemia otrzymuje około $12\frac{1}{2}$ kilogramów azotu związanego chemicznie na hektar w Europie, pod zwrotnikiem zaś, gdzie burze są znacznie gwałtowniejsze, nawet do 50 kilogramów. Wymienieni badacze naśladowali sztucznie przyrodę, przepuszczając przez wilgotne powietrze łuk elektryczny; otrzymali przytem około 1 procentu kwasu azotowego, który następnie wiązywano z wapnem. Tak otrzymywana saletra wapniowa znalazła się w handlu pod nazwą saletry norweskiej.

Niewielka wydajność i wysokie koszty tego pierwotnego sposobu wytwarzania kwasu azotowego z powietrza pobudziły innych badaczy do pomysłów i wreszcie zagadnienie to doczekało się korzystnego urzeczywistnienia. Najświetniejszym specjalistą w tej dziedzinie jest prof. dr. Ignacy Mościcki, obecny Prezydent Rzeczypospolitej. Pobudował On specjalne piece elektryczne, w których z zawrotną szybkością wiruje płonący łuk elektryczny. Przez piec ten przepuszcza się stosowny prąd powietrza, a w wysokiej temperaturze odbywa się wiązanie azotu i tlenu na kwas azotowy. Sposób ten opłaca się nie tylko tam, gdzie, jak w Norwegji, istnieje tania siła wodna, lecz również przy korzystaniu z energii węgla kamiennego i brunatnego.

Wynalazki prof. Mościckiego znalazły szerokie zastosowanie przy czynnym Jego udziale w państwowej fabryce związków azotowych („Azot“) w Jaworznie i nowopobudowanej wielkiej fabryce w Mościcach pod Tarnowem. Dzięki temu

Polska ma zapewnione źródło zdobywania tych niesłychanie ważnych związków zarówno dla potrzeb rolnictwa oraz przemysłu chemicznego i celów wojskowych.

Dzięki tym trzem zdobyczom chemji, jak wyrób amonjaku syntetycznego, azotniaku wapnia i saletry wapniowej, względnie kwasu azotowego z powietrza rolnictwo wszechświatowe uniezależniło się od saletry czylijskiej. Wyczerpanie się jej pokładów, które musiałyby nastąpić conajwyżej po upływie stu lat, groziłoby powstrzymaniem dotychczasowego rozwoju rolnictwa. Jakie zaś skutki dla wyżywienia ludzkości mogłyby mieć brak sztucznych nawozów azotowych, to wynika z następującego rozważania. Przy podwojeniu dotychczasowego użyźniania ziemi azotem, Niemcy mogą nie tylko pokryć całkowicie własne zapotrzebowanie zboża i ziemniaków, lecz nadto znaczną ilość przeznaczyć na wywóz do innych krajów. Niżej przytoczona tabelka pokazuje, jak dalece zwiększyło wydajność gleby stosowanie nawozów sztucznych. Podane są w niej przeciętne zbiory z jednego hektara ziemi w centnarach podwójnych (w Niemczech):

Rok	Pszenvica	Zyto	Owies	Ziemniaki	Siano łakowe
1885—1890	15,1	11,8	14,1	101,8	32,7
1905—1910	20,0	16,7	19,2	139,0	43,3
1913	23,9	19,2	21,9	158,6	49,1

Prócz nawozów już omówionych istnieją w handlu pod nazwą nawozów kwiatnych różne mieszaniny wszelkich substancji odżywczych dla roślin, specjalnie zaś dla roślin ogrodowych i doniczkowych. Mieszaniny te są rozpuszczalne w wodzie i bezpośrednio gotowe do użytku. Przy zasilaniu takich roślin należy postępować bardzo ostrożnie, aby nie dać nadmiernej ilości nawozu, gdyż ta wpływa bardzo szkodliwie. Na kilogram ziemi do kwiatów doniczkowych bierze się około 1 grama nawozu i rozpuszcza w litrze wody. Roztwory mocniejsze mogłyby narażać korzenie roślin doniczkowych, przy wskazaniem zaś rozcień-

czeniu są zupełnie nieszkodliwe. Podana ilość wystarcza na cały rok. Można ją zastosować w ten sposób, iż po pół litra powyższego roztworu dodaje się do ziemi w doniczce co pół roku. Dla roślin ogrodowych ilość soli odżywczych oblicza się według głębokości spulchnienia ziemi. Jeżeli np. na przestrzeni metra kwadratowego spulchniono ziemię na 20 centymetrów głęboko, to do użyźnienia jej bierze się 100 gramów soli nawozowej rozpuszczonej w wodzie w tym samym co i poprzednio stosunku (1 gr na litr).

Związki chemiczne, które powstają na łonie przyrodyżywionej z ciał martwych, czyli nieorganicznych, za sprawą odbywających się procesów życiowych nazywamy organicznymi. Takie to związki tworzą się w świecie roślinnym i stanowią podstawę do odbudowy ustroju zwierząt i człowieka. Do materiałów, które w tym celu zużytkowuje człowiek, należą zboża, owoce jarzyny, ziemniaki i t. p., nadto jaja oraz mięso i mleko zwierząt. Zwierzęta zaś odżywiają się również albo roślinami, albo też mięsem zwierząt innych, tak że w rezultacie cały świat zwierzęcy oraz człowiek czerpią pożywienie ze świata roślinnego.

Pod względem chemicznym środki spożywcze podzielić można na trzy zasadnicze grupy:

ciała białkowe,

tłuszcze,

węglowodany (mączka, cukier).

Oprócz tego osobno wymienić należy jeszcze związki mineralne, wodę i pewne substancje uzupełniające.

Ciała białkowe są to związki zawierające azot o budowie bardzo zawiłej, wytwarzające się w roślinach i będące głównym siedliskiem procesów życiowych. Odkrył je Fourcroy w r. 1790. W ustroju zwierząt, pod wpływem procesów trawienia ulegają one rozkładowi, a wytwory tego rozkładu przenikają do krwioobiegu ciała zwierzęcego. Z wytworów tych powstają w ciele zwierząt jeszcze bardziej złożone ciała białkowe, które pod wpływem procesów życiowych ponownie ulegają zużyciu, czyli rozkładowi. Tworzące się wciąż w ustroju wytwory rozkładu ciał

białkowych muszą być wydalane, gdyż w razie stałego gromadzenia się uniemożliwiłyby one dalsze życie organizmu. Wydalanie to odbywa się za pośrednictwem krwi, która je z sobą uprowadza. Oczywiście muszą się one rozpuszczać łatwo w wodzie, skoro mogą krążyć we krwi. Wraz z krwią przedostają się one w końcu do nerek, których zadaniem jest usuwanie z ustroju nadmiaru wody, a z nią także i związków w niej rozpuszczalnych. Ten nadmiar wody wydzielamy co pewien przeciąg czasu w postaci moczu. W moczu zatem odnajdujemy wszystek azot strawionego białka, a większa jego część obecna jest w postaci związku o budowie bardzo prostej, który nazwano mocznikiem. Oznaczywszy przeto ilość azotu, którą człowiek wydzielił z moczem w ciągu 24 godzin, na tej podstawie obliczyć można tę ilość ciał białkowych, jaką w ciągu czasu wskazanego zużył on do życia.

Nazwa ciała białkowe pochodzi oczywiście od białka, obecnego w jajach, lecz z biegiem czasu pojęcie to zostało znacznie rozszerzone. Przedewszystkiem odróżniamy ciała białkowe w wodzie rozpuszczalne i nierozpuszczalne. Do rozpuszczalnych należy np. białko jaja kurzego, i te ścinają się podczas gotowania, a zmiana powyższa jest wysoce znamioną. Z pośród wielkiej liczby związków, które chemicy z biegiem czasu wytworzyli sztucznie, żaden takiej własności nie posiada.

Wśród wszystkich środków odżywczych najwybitniejsze miejsce zajmuje mleko. Obecny w niem najważniejszy składnik białkowy, zwany kazeiną, czyli sernikiem, ma tę własność, iż podczas gotowania nie ścina się. Skoro jednak znajdzie się w mleku najmniejsza choćby tylko ilość kwasu, białko ścina się natychmiast w postaci kłaczków; można się o tem przekonać, dodając do mleka parę kropel octu.

Podczas gorących letnich dni mleko kwaśnieje i zsiada się napozór zupełnie samorzutnie. Zjawisko to tłumaczy się w następujący sposób. Oprócz sernika zawiera mleko również jemu tylko właściwy składnik, cukier mleczny, który, jak wszystkie inne rodzaje cukru, podlegać może fermentacji, to znaczy pozornie samorzutnej przemianie na inne związki prostsze. Jed-

nakże fermentacja nie jest procesem samorzutnym, lecz jest powodowana przez obecne zawsze w powietrzu, niedostrzegalne dla oka, drobne istoty żyjące, zwane bakterjami. Skoro bakterje trafiają na grunt podatny do swego rozwoju, natychmiast rozpoczynają swą działalność życiową. W powietrzu obecne są bakterje kwasu mlecznego, nazwane tak dlatego, iż rozkładają cukier mleczny na kwas mleczny. Przedostawszy się do mleka, bakterje te w temperaturze 20 do 30° rozpoczynają żwawo swą pracę i dlatego w ciepłe dni mleko zsiada się pod wpływem tworzącego się przytem kwasu mlecznego. Kwas ten ma znamiennej własność zabijania grzybków pleśniowych i dlatego mleko, nawet kwaśne, nie prędko pleśnieje.

Zsiadanie się mleka powodowane jest przez strącanie się obecnego w niem sernika. Ten sam proces można również wywołać innym sposobem sztucznie, mianowicie zapomocą podpuszczki, którą otrzymać można z błony śluzowej czwartego żołądka cielęcego. Ze strąconego tym sposobem sernika, czyli twarogu, odpowiednio przerobionego, wyrabia się sery, należące do bardzo ważnych środków spożywczych.

Dokładny skład mleka przytaczamy w osobnej tabelce, wskazującej ilość składników, obecnych w 100 częściach mleka:

	Mleko krowie	Śmietanka	Mleko kobiece
Wody	87	68	87
Sernika	3	{ 4	0,8
Albuminy	0,5		1,2
Tłuszczu	4	23	4
Cukru mlecznego	5	4	6
Soli mineralnych	0,7	0,5	0,3

Mleko kobiece jest jedynie prawidłowym pokarmem dla niemowląt, ponieważ wszystkie składniki, białko, tłuszcz i węglowodany oraz substancje mineralne zawiera w tym stosunku wzajemnym, jakiego wymaga organizm dziecka. Najważniejsza różnica pomiędzy mlekiem krowiem i kobiecem polega na od-

miennej zawartości sernika, którego w mleku krowiem jest czterokrotnie więcej. Dla odbudowy młodocianego organizmu sernik jest najważniejszą cegielką białkową, a skoro zważymy, iż ciele znacznie szybciej rośnie, niż niemowlę, przeto też potrzebuje ono więcej sernika. Dla niemowlęcia czyste mleko krowie dostarczałoby nadmierną, przekarmiającą ilość sernika i dlatego musi być do celów pokarmowych znacznie rozcieńczone wodą. Większa zawartość albuminy, będącej innym rodzajem ciała białkowego, powoduje iż mleko kobiece zsiada się trudniej, niż krowie. Nakoniec wyższa zawartość soli w mleku krowiem jest znów spowodowana przez potrzeby, związane z szybszym wzrostem cięcia.

Prócz ciał białkowych dotychczas rozpatrzonych, ścinających się od gorąca lub od kwasów, istnieją również i takie, które pozostają w stanie rozpuszczonym tylko dotąd, dopóki znajdują się w żywym ciele, natomiast po wypuszczeniu zeń szybko zsiadają się albo krzepną. Ciała takie znajdują się we krwi. Po wypuszczeniu z ciała, podczas stania na powietrzu, krew bardzo szybko dzieli się na dwie części — skrzepłą masę stałą i ciecz. Część skrzepnięta, plastyczna, zabarwiona czerwono, po wymyciu wodą staje się bezbarwną i zwie się fibryną, czyli włóknikiem.

Część krwi, pozostała po oddzieleniu włóknika, zwie się surowicą krwi. Surowicę krwi zwierząt zastosował Behring w r. 1894 jako środek leczniczy przeciwko błonicy, chorobie powodowanej przez bakterje. Najpierw hodował on laseczniki błonicy w buljonie odżywczym, gdzie podczas rozmnażania się bakterje te wytwarzają silny jad. Po przesączeniu tego buljonu otrzymuje się ciecz, w której jad nie może powstawać już w większej ilości, ponieważ laseczniki zostały usunięte. Jeżeli niewielką ilość tego jadu zastrzyknąć pod skórę zdrowemu zwierzęciu, zapada ono na chorobę, lecz równocześnie w ciele jego wytwarza się jad przeciwny, który można w surowicy krwi zwierzęcia nagromadzić przez ponowne zastrzyki buljonu jadowitego. Otóż taka surowica, zawierająca ów jad przeciwny, stanowi surowicę przeciwbłonicy, i tę można zastrzykiwać ludziom.

Nauka higieny nauczyła nas sposobów zwalczania bakterij chorobotwórczych w otoczeniu zewnętrznem człowieka przy pomocy środków przeciwważnych, czyli bakterjobójczych. Przykład dopiero co przytoczony jest zdobyczą jeszcze większą, gdyż daje możność zabijania zarazków chorobotwórczych, gdy te już przedostały się do organizmu, w sposób oczywiście dla samego organizmu nieszkodliwy.

Jak wiemy już, ciała białkowe tworzą się w świecie roślinnym. Np. w mące pszennej znajduje się ich około 10 procent, w trawie nawet 2 do 3 procent, w sianie zaś 10 do 12 procent. W ziemniakach, wysuszonych na paszę w specjalnych suszarniach, znajduje się około 6 procent białka. Wartość odżywcza takich suchych ziemniaków jest wyższą, niż np. kukurydzy. Gospodarze rolni, gdy nie mają dostatecznej ilości paszy dla bydła, wyprodukowanej u siebie, nabywają tak zwaną paszę wysokowartościową. Są to zwykle otręby oraz placki, czyli tak zwane kuchy, pozostające jako odpadki po wytłoczeniu oleju z różnych nasion oleistych. Cena tego materiału odżywczego reguluje się według zawartości ciał białkowych, dochodzącej prawie do 50 procent, jak np. w kuchach z nasion słonecznika. Jest to najrozsądniejszy i najwygodniejszy sposób obliczania ceny tego materiału, ponieważ zawartość białka łatwo daje się ustalić zapomocą analizy chemicznej. Aby uniknąć nieporozumienia z powodu stosowania nazwy białka, która mimowoli nasuwa porównanie z białkiem jaja kurzego, suponującego jego obecność w nasionach roślin, w świecie handlowym przyjęto nazywać ciała białkowe w paszach proteinami. Nazwa ta pochodzi od greckiego proteuo — zajmuje pierwsze miejsce — i jest w użyciu już od r. 1840 jako wyraz uznania doniosłości tych ciał w znaczeniu odżywczem.

Pod względem chemicznym ciała białkowe są związkami bardzo złożonemi. Mimo tego jednakże około r. 1900 Emil Fischer zdołał wytworzyć w pracowni chemicznej związki syntetyczne zbliżone do ciał białkowych. Jako podstawy do tej pracy użył Fischer aminokwasów, czyli związków, które powstają przy rozpadzie wszystkich ciał białkowych (jak np. kazeiny mlecznej,

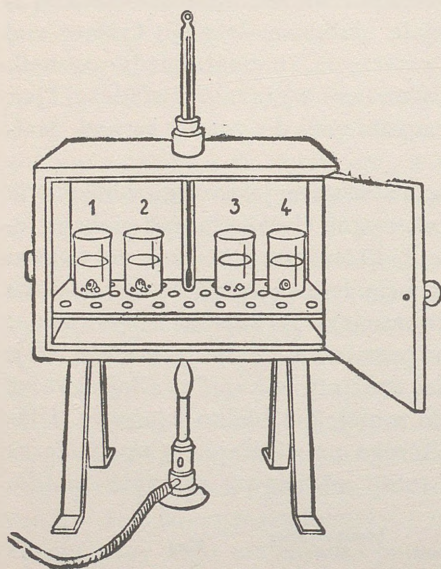
hemoglobiny z krwi, keratyny obecnej we włosach, paznogiach i t. d.) podczas dłuższego gotowania ich z kwasami. Fischer zdołał otrzymać aminokwasy sztuczne i dzięki niesłychanie wielkim wysiłkom połączył je w większe zespoły. Otrzymał on związki złożone z dwunastu różnych aminokwasów, odbudowując w ten sposób sztuczne ciała białkowe. Istnieją tysiące ciał białkowych; każdy rodzaj zwierzęcia, niemal każdy osobnik wytwarza właściwe mu białko, co wyraźnie świadczy, jak niesłychanie złożonem jest zagadnienie, dotyczące sprawy białkowej.

W związku z białkiem pozostał nam jeszcze do omówienia klej. Chrząstki, kości i cała tak zwana tkanka łączna ciała zwierzęcego zawierają substancje, które po dłuższem gotowaniu w wodzie wreszcie rozpuszczają się, lecz po ostygnięciu roztworu tworzą galaretkę, czyli żelatynowację. Po zupełnem wysuszeniu takiej galaretki, czyli po odparowaniu wody, pozostaje klej, który w takiej właśnie postaci widzimy w handlu. Klej również zawiera dużo azotu, nie wiele mniej, niż białko właściwe. Dlatego też w pożywieniu, do którego przedostaje się np. podczas gotowania kości, klej też może częściowo zastąpić białko.

	Białko jaja kurzego	Białko roślinne z pszenicy	Klej	
Węgla	52,25	54,3	50,1	procent
Wodoru	6,90	7,2	7,5	„
Azotu	5,25	16,2	17,5	„
Siarki	1,93	1,0	—	„
Tlenu	23,67	21,3	24,9	„

Wszystkie ciała, jakie nam służą za pokarm, przedostają się do żołądka. W żołądku, a następnie w kiszkiach, wszystkie te części pożywienia, które mają się przyczynić do odżywiania ustroju, muszą zostać wpierw strawione, to znaczy przeprowadzone w stan rozpuszczalny. Dopiero w tej postaci mogą się one dzięki dyfuzji dostać do krwiobiegu, i wraz z krążącą krwią każda część ciała otrzymuje to, co dla niej jest niezbędne. Zasadniczy przebieg procesu trawienia możemy stwierdzić doświad-

czalnie, posługując się sokiem żołądkowym i kilkoma szklaneczkami. Błona wyścielająca żołądek wszystkich zwierząt i człowieka wydziela substancję, zwaną pepsyną. Pepsyna należy do fermentów, czyli do substancyj wytwarzanych przez orga-



Rys 15.
Doświadczenie nad trawieniem.

nizm, pokrewnych ciałom białkowym i obdarzonych osobliwą własnością przyspieszenia procesów, odbywających się powoli; przytem sam ferment wcale nie ulega zmianie. Prócz pepsyny w normalnej treści żołądkowej znajduje się niewielka, przeciętnie 0,2% wynosząca, ilość kwasu solnego. Pospołu z kwasem solnym pepsyna ma własność rozpuszczania białka obecnego w pożywieniu, przeistaczając go na ciała białkowe rozpuszczalne, zwane peptonami.

Jeżeli żołądek zwierzęcia umieścić w glicerynie, to pepsyna rozpuszcza się

i taki właśnie glicerynowy roztwór pepsyny zastosujemy w naszym doświadczeniu nad trawieniem, które wykonamy w sposób następujący (rys. 15).

W cieplarni zaopatrzonej w termometr i ogrzanej do temperatury ciała ludzkiego, czyli mniej-więcej do 37° Celsjusza, umieszczamy cztery szklaneczki z niewielką ilością wody. Do jednej szklaneczki nalewamy trochę powyższego roztworu pepsyny, do drugiej trochę kwasu solnego, zaś do trzeciej i czwartej po trosze pepsyny i kwasu solnego.

Do strawienia użyjemy fibryny, czyli włóknika, o którym wiemy z doświadczenia, iż łatwo podlega trawieniu, oraz białka

z jaja kurzego ugotowanego na twardo. Do szklaneczki 1 i 2 wrzucamy po kawałeczku każdej z tych substancyj, do 3 — tylko włókniaka, do 4 zaś tylko białka. Rozpuszczanie się ciał białkowych nie jest procesem chemicznym w zwykłym pojęciu i nie odbywa się momentalnie, jak wiele z tych procesów, lecz wymaga conajmniej pół godziny, aby go można było zauważyć.

Sprawdzając po pewnym czasie wynik naszego doświadczenia nad trawieniem zauważymy, że sama tylko pepsyna w szklaneczce 1 zupełnie nie zmieniła ani włókniaka ani białka kurzego. Sam kwas solny w szklaneczce 2 również nie zmienił ani białka ani włókniaka, czyli zupełnie nie rozpuścił obu ciał, choć włóknik pod wpływem jego cokolwiek napęczniał.

Zupełnie inaczej zachowała się mieszanina pepsyny i kwasu solnego w szklaneczkach 3 i 4. Pod wpływem tej mieszaniny, naśladującej prawdziwy sok żołądkowy, włóknik w szklaneczce 3 zniknął niemal doszczętnie, czyli rozpuścił się. Bliższe zbadanie utworzonego roztworu przekona, iż włóknik przemienił się na ciało białkowe rozpuszczalne w wodzie, zwane peptonem. Białko kurze w szklaneczce 4 również zostało w znacznym stopniu rozpuszczone i zamienione na pepton; jako trudniej strawne niż włóknik, nie mogło ono całkowicie rozpuścić się w ciągu tego samego czasu. Jeżeli doświadczenie potrwa dłużej, to i białko kurze w całości przejdzie do roztworu w postaci peptonu. Coś podobnego odbywa się również w żołądku. Jajo ugotowane na twardo słusznie uważamy za trudno strawne, choć ostatecznie zdrowemu człowiekowi nic to nie szkodzi, że rozpuszczanie się białka kurzego w żołądku wymaga trochę więcej czasu, niż trawienie innych pokarmów, jak np. mięsa.

Jak już nadmieniono, substancja czynna w żołądku nazywa się pepsyną i działanie swe wywiera tylko w obecności kwasu solnego. Przez wzajemne współdziałanie peptonizują one białko, to znaczy czynią go rozpuszczalnym w wodzie. Nie mniej doniosłe dla odżywiania trawienie pokarmów w kiszkaach, do których wlewa się żółć, odbywa się pod działaniem innej substancji, zwanej trypsyną. Jej zdolność rozpuszczająca czyni strawnymi tłuszcze i rozkłada niezmienione jeszcze ciała białkowe i węglo-

wodany. Części pokarmów, które nie mogą być korzystnie wyzyskane dla organizmu przez procesy trawienne w żołądku oraz w górnym odcinku jelita, które zatem nie mają już żadnej wartości odżywczej, posuwają się dalej jako bezwartościowe i wkońcu są z kiszek wydalone w postaci odchodów. Żółto-brunatny kolor odchodów zależy od obecności barwników żółciowych.

Uznaliśmy za zupełnie zrozumiałe, iż procesy trawienia odbywają się w żołądku i jelicie. Lecz z drugiej strony wszak i sam żołądek zbudowany jest także z substancji mięsnej, to znaczy z ciał białkowych. Czem się to dzieje, że żołądek nie strawi sam siebie, w jaki sposób jest on w stanie oprzeć się wpływowi cieczy trawiącej? Otóż wiemy obecnie, iż żołądek dla ochrony swej kryje w komórkach swych ferment przeciwny działaniu pepsyny, zwany przeciwepepsyną; w ścianach jelita występuje również przeciwtrypsyna, czyli ferment o działaniu przeciwnem trypsynie.

Jednakże w jaki sposób narząd trawienny może wybierać z pożywienia to, co wogóle potrzebne jest dla całego ciała, a w szczególności dla jego poszczególnych części? Skąd on wie, ile fosforanu wapniowego zużytkować muszą dla siebie kości i czego potrzebuje mózg? Jak orjentuje się w tem, aby w ciągu 22 lat, czyli do ukończenia pełnego rozwoju fizycznego ciała, dostarczać krwi niezbędną do tego celu ilość substancyj odżywczych, a potem tego dostarczania zaprzestać? Te tajemnicze uzdolnienia wiedza współczesna przypisuje również substancjom chemicznym, które organizm wytwarza i wydziela w poszczególnych miejscach swych i które są obdarzone swoistym sposobem oddziaływania na narządy i czynności organizmu. Substancje te nazwano „hormonami“, a proces ich powstawania i wydzielania — „wydzielaniem wewnętrznem“. One to, obok układu nerwowego, który dawniej uważano za wyłączne siedlisko procesów regulacyjnych w ustroju, regulują celowem współdziałaniem narządów i czynności ciała. Brak ich wywołuje ciężkie choroby, jak przekonamy się o tem na przykładzie choroby cukrowej.

Wykład czwarty

Pożywienie chemiczne. Masło. Margaryna. Tłuszcze pokarmowe sztuczne. Mąka. Odmiany cukrów Słodysz w owocach. Odżywianie w chorobie cukrowej. Cukier gronowy. Cukierki. Farba cukrowa Cukier trzcinowy. Cukier buraczany. Sacharyna. Spożywanie pokarmów. Sól kuchenna Żelazo jako składnik pokarmów. Witaminy. Cel gotowania Zupa. Zakwas do chleba. Wypiek chleba. Proszki piekarskie.

Białko spożywane z pokarmami służy do zastąpienia substancyj białkowych, które organizm nieustannie zużywa przez swoje procesy życiowe. Prócz ciał białkowych wymaga on jednak innych jeszcze pokarmów, umożliwiających ciągle wydatkowanie siły i utrzymujących temperaturę ciała na wysokości niezbędnej do życia.

Wiemy z doświadczenia, iż człowiek najchętniej spożywa pokarmy mieszane, to znaczy tak dobrane w ciągu dnia, aby starczyły do zastąpienia białka w ustroju zużytego i zawierały tyle pożywienia bezazotowego, ile go potrzeba do utrzymania sprawności sił i odpowiedniej temperatury ciała. Pokarmy bezazotowe dzielimy na dwie grupy — tłuszcze i węglowodany. Ze względu na nieobecność azotu wartość odżywcza obu tych grup związków zależy głównie od zawartego w nich węgla; dlatego też w pokarmach mogą się one nawzajem zastępować, co jest okolicznością niesłychanie doniosłą. Nie mogą one jednakże zastąpić białka, gdyż ono zawiera azot. Natomiast białko może zastąpić tłuszcze i węglowodany, ponieważ zawiera także i węgiel. Przykładem są zwierzęta drapieżne, które odżywiają się niemal wyłącznie białkowym pokarmem mięsnym.

Tłuszcze, stosowane u nas do celów pokarmowych, są przeważnie pochodzenia zwierzęcego, choć w części także i roślinnego. Szerszy ogół, nie mający wykształcenia chemicznego, tłuszcze roślinne nazywa zwykle olejami, jak np. często stosowany olej lniany i oliwa. Natomiast węglowodany pokarmowe dostarczane są wyłącznie przez świat roślinny.

Poznawszy naukowe podstawy zjawisk odżywiania, zrozumimy łatwo opisywany przez podróżników jako osobliwość fakt, iż grenlandczycy piją obficie tran, czyli tłuszcz. Klimat tamtejszy nie pozwala na uprawę roli, człowiek zatem nie ma możliwości zdobywania pokarmów roślinnych, jak mąka, cukier i t. d. i całkowite zapotrzebowanie pożywienia bezazotowego zaspakaja przez tłuszcz. W naszych okolicach spożywamy obydwie grupy pokarmów bezazotowych — tłuszcze w postaci szmalcu i masła, węglowodany zaś pod postacią chleba, potraw mącznych, ziemniaków i t. d. Dalej na południe rozmaitość pokarmów rozszerza się przez tłuszcze roślinne, jak np. oliwa. Jak widzimy, zdołał człowiek wszędzie dostosować swe potrzeby tłuszczów i węglowodanów do warunków przyrody, wśród których żyje. Jednakże Europa jest tak przeludniona, iż obecnie nie mogłaby się obejść bez dowozu tłuszczów z innych części świata. Tylko w okolicach podzwrotnikowych wszystko rośnie tak szybko, iż ludność tamtejsza mniej zużywa, niż zbiera. Stamtąd też czerpiemy znaczne ilości olejów, które zużytkowujemy przeważnie pod postacią margaryny.

W naszej szerokości geograficznej spożywamy znaczną ilość tłuszczu w postaci masła, wyrabianego z mleka. Na powierzchni mleka, stojącego w spokoju, zbiera się warstwa tłuszczu, zwana śmietanką, wyraźnie odcinająca się od części pozostałej, zawierającej sernik i roztwór soli oraz cukru mlecznego, zwany w mleku kwaśnem serwatką.

Oddzielenie tłuszczu można szybko spowodować zapomocą wirówki. A jeżeli śmietanę ubijać w kierzni, to pływające oddzielne kulki tłuszczowe zbijają się na masło, przechodząc ze stanu ciekłego w stały.

Wyrób masła sztucznego został urzeczywistniony w roku 1870 przez francuza Mege-Mouries w zamiarze dostarczania warstwom niezamożnym dobrej i znacznie tańszej namiastki masła naturalnego. Do roku 1904 masło sztuczne wyrabiano tylko z łożu wołowego. Łój przetapia się w temperaturze około 50° i oddziela tłuszcz płynny od opadających na spód domieszek stałych, obecnych w łożu, jak np. błony zwierzęce. Klarowny

tłuszcz, po dodaniu soli, pozostawia się na 24 godziny w temperaturze około 25°, poczem częściowo skrzepniętą masę wyciska w prasie, ogrzanej do tej samej temperatury. W ten sposób oddziela się stałą część tłuszczu, składającą się ze stearynianu gliceryny, który idzie na wyrób świec, natomiast wyciśnięta część płynna, tak zwana oleomargaryna, stanowi odrębny artykuł handlu. Do wyrobu masła sztucznego oleomargarynę miesza się z trzecią częścią oleju bawełnianego(z nasion) i łogowego (sezamowego), połową mleka krowiego i trochę kurkumy celem uzyskania barwy żółtej. Oleje roślinne dodaje się na to, aby dość twardą w temperaturze pokojowej oleomargarynę zmiękczyć i nadać jej konsystencję masła. Do droższych gatunków margaryny dodają mleko pełne, do tańszych zaś mleko odtłuszczone. Mieszanina powyższa, przerabiana w specjalnych maszynach, stopniowo dzieli się na dwie części — masło sztuczne, czyli margarynę i ciecz wodnistą. W celu utrwalenia dodaje się do margaryny jeszcze trochę kwasu benzoesowego.

Od roku 1898 zaczęto dodawać do margaryny żółtko jaja, co zapobiega niepożądanemu pryskaniu tłuszczu podczas smażenia. Dalszym postępowaniem było zastąpienie mleka krowiego przez mleko migdałowe, otrzymywane podczas ucierania migdałów z wodą. Zamiana ta pozwoliła osiągnąć margarynę zupełnie trwałą, uchyliła bowiem zanieczyszczanie bakterjami, wprowadzanymi wraz z mlekiem krowim. Rosnąca wciąż cena tłuszczów zwierzęcych doprowadziła wreszcie do wyrobu masła sztucznego z tłuszczów roślinnych, czyli margaryny roślinnej. Podstawą do wyrobu tego masła jest tłuszcz z orzechów palmy kokosowej, zwany wprost olejem kokosowym, który zapomocą przerabiania z mlekiem migdałowym daje masło sztuczne doskonale rozsmarowujące się na chlebie. Pod względem wartości odżywczej wszystkie dobrze przyrządzone rodzaje margaryny są pełnowartościową namiastką masła naturalnego, jeżeli pominąć pewne składniki odżywcze uzupełniające, obecne w masle, i które zresztą znajdują się również we wszystkich pokarmach spożywanych w ilości wystarczającej. Dawniej umiano przerabiać tłuszcz kokosowy tylko na mydło, o czem będzie jeszcze mowa później.

Prócz masła duże znaczenie jako pokarm posiada również tłuszcz, znajdujący się zazwyczaj w postaci świeżej przy zakupowaniu codziennie mięsie. Należy tu także szmalc wieprzowy, w wielkiej ilości dostarczany przez Amerykę północną, oraz tłuszcze jadalne sztuczne. Składają się one przeważnie z oleomargaryny lub oleju kokosowego, doskonale oczyszczonego, z dodatkiem oleju bawełnianego, nadającego mieszaninie konsystencję szmalcu.

A teraz przejdziemy do węglowodanów. Należą tu mąka, różne odmiany cukrów, dekstryna, wreszcie błonnik, czyli celuloza. Wszystkie te ciała składają się tylko z trzech pierwiastków — węgla, wodoru i tlenu. Cukier, występujący w winogronach i dlatego zwany cukrem gronowym, składa się np. z następującej liczby atomów:

6 atomów węgla,	krócej	C_6
12 „ wodoru	„	H_{12}
6 „ tlenu	„	O_6

W skróceniu można cukier gronowy przedstawić zapomocą wzoru chemicznego $C_6H_{12}O_6$.

Na 12 atomów wodoru przypada 6 atomów tlenu, czyli stosunek liczbowy obu pierwiastków wynosi 2 do 1. Taki sam stosunek, pomiędzy wodorem i tlenem przypada także w wodzie, której wzór jest H_2O . We wzorze cukru pozornie mieści się 6 cząsteczek wody, gdyż 6 razy H_2O wynosi H_{12} i O_6 . Lecz prócz tego mamy tam C_6 czyli 6 atomów węgla, skąd na każdą cząsteczkę wody przypada jeden atom węgla CH_2O , a jeżeli cały ten zespół powtórzyć sześciokrotnie, otrzymamy wzór cukru $C_6H_{12}O_6$. Pozornie zatem wydaje się, jakoby w cukrze węgiel był związany z wodą i właśnie to spowodowało, iż całą tę grupę związków nazwano węglowodanami.

Krochmal, czyli skrobia, albo też mączka, jest związkiem bardzo w świecie roślinnym rozpowszechnionym. Należy on do węglowodanów najważniejszych w odżywianiu, gdyż spożywamy go we wszystkich pokarmach, pochodzących ze świata

roślinnego. Jak nam już wiadomo, ziarna chlorofilowe, obecne w liściach roślin, zużytkowują dwutlenek węgla z powietrza do odbudowy krochmalu. Dlatego też krochmal odnajdujemy we wszystkich zielonych częściach rośliny. W ciągu procesu życiowego roślin gromadzi się on głównie w tych narządach, które służą za zbiorniki zapasowe. Spotykamy go też zwłaszcza obficie w bulwach i korzeniach, w owocach i nasionach. A chociaż wzór chemiczny krochmalu bez względu na roślinę, z której krochmal pochodzi, zawsze odpowiada składowi $C_6H_{12}O_5$, co, jak już wiemy, oznacza sześć atomów węgla, 12 atomów wodoru i pięć atomów tlenu, to jednak ziarna krochmalowe, oglądane przez mikroskop, u każdej rośliny mają wygląd odrębny. Z wzoru $C_6H_{12}O_5$ można obliczyć, iż na wytworzenie 162 gramów krochmalu roślina musi związać 72 gramy węgla i 90 gramów wody. Lecz z uwagi na to, iż w ciągu życia rośliny znaczna ilość wody z niej paruje, łatwo zrozumieć, jak wiele wody rośliny do życia potrzebują.

Krochmal spożywamy zwykle w postaci zmieszanej z innymi pokarmami. Bywa on jednak wytwarzany do niektórych celów technicznych także i w postaci czystej, i stąd spotykamy się u nas często z krochmalem kartoflanym, pszennym, ryżowym i kukurydzowym. W zarysie ogólnym wyrób krochmalu polega naprz. na ucieraniu kartofli i przepuszczaniu przez gęste sita otrzymanej przytem miazgi wodnistej. Wszelkie grubsze domieszki zostają na sitach, krochmal zaś, zawieszony w wodzie, przenika wraz z nią przez oczka sit, tworząc ciecz mleczną, która stojąc w kadzi osadza zwolna na dnie warstwę krochmalu. Po spuszczeniu wody osad krochmalu dobywa się, odwadnia do reszty i suszy w temperaturze możliwie niskiej. Krochmal mokry, ogrzewany od 50—60° zmienia się całkowicie, traci zupełnie swą budowę ziarnistą i przeistacza się na kłajster. Można go do pewnego stopnia porównać z białkiem jaja kurzego: białko w tej temperaturze ścina się, krochmal zaś mokry również gruntownie się zmienia. Gatunki krochmalu oznaczone są w zależności od rośliny, z której pochodzi. Odróżniamy np. krochmal kartoflany, pszenny, ryżowy i t. d. Niektóre odmiany

pochodzą z krajów ciepłych, np. sago, wyrabiane z rdzenia palmy sagowcowej, arrowroot i inne.

W niżej załączonej tabelce znajdujemy analizy, wykazujące zawartość krochmalu w nasionach i bulwach roślin pokarmowych. Przy nasionach zbóż podano skład chemiczny nasion zmielonych, gdyż do odżywiania używamy głównie mąki.

	Mąka pszenna najprzedniejsza	Mąka żytnia Skład przeciętny	Kartofle Skład przeciętny	
Wody	14,86	15,06	75,48	procent.
Ciał białkowych	8,91	11,52	1,00	„
Tłuszczu	1,11	1,79	0,15	„
Węglowodany	Krochmalu	65,93	62,00	20,69 „
	Cukru	2,23	0,95	— „
	Dekstryny	6,03	4,86	— „
	Błonnika	0,33	2,01	0,75 „
	Popiołu	0,55	1,71	0,98 „

Jak już wspomniano, otręby — czyli łupiny nasion i części, które po ich zmieleniu na mąkę nie przechodzą przez najgęstsze sito, używane są jako pasza dla bydła. Oto analizy otręb:

	Otręby pszenne	Otręby żytnie	
Wody	13,2	12,5	procent
Białka	14,1	14,5	„
Tłuszczu	3,7	3,4	„
Węglowodanów	56,0	59,0	„
Błonnika	7,2	6,0	„
Popiołu	5,8	4,6	„

Świadczą one, iż otręby są bogatsze w białko, niż mąka i dlatego też chleb, zawierający więcej otręb słusznie uważamy za bardzo pożywny. Wygląd jego jest ciemniejszy, niż chleba zwykłego i prócz większej ilości białka zawiera on też więcej substancji odżywczych dodatkowych, czyli witamin. Z tych właśnie względów chleb taki jest bardzo odpowiedni przy chorobie cukrowej.

Obecny we wszystkich mąkach błonnik, jak widzimy w analizach przytoczonych, również należy do węglowodanów o wzo-

rze ogólnym $C_6H_{12}O_5$ i dlatego też musi być uwzględniany w wynikach analitycznych obok innych węglowodanów. Jednak z uwagi na to, iż dla ludzi jest zupełnie niestrawny, w przeciwieństwie do pozostałych węglowodanów, obecnych w pokarmach, nie ma on żadnej wartości odżywczej.

Przejdźmy obecnie do cukrów. Mówimy w liczbie mnogiej, ponieważ w przyrodzie istnieje cały szereg różnych odmian cukru, choć liczba ich jest znacznie mniejsza, niż liczba odmian krochmalu.

Pod względem chemicznym krochmal i cukier są to węglowodany bardzo blisko z sobą spokrewnione. Krochmal bardzo łatwo przeistacza się na cukier, mianowicie na cukier gronowy. W życiu codziennem dostrzegamy to bardzo często. Owoce niedojrzałe nie mają smaku słodkiego, nabierają go jednak bardzo prędko, czasami nawet w ciągu kilkunastu godzin, jak np. poziomki. Przemiana ta odbywa się dzięki temu, iż część obecnego w poziomkach krochmalu podczas dojrzewania przeistacza się na cukier. Proces ten odbywa się nie tylko skutkiem dojrzewania, można go wywołać także zapomocą oziębienia owoców poniżej 0° . Wiadomo, iż kartofle zmarznęte mają smak słodki. I tu również przyczyną zmiany jest przemiana krochmalu na cukier.

Krochmal można łatwo przemienić na cukier zapomocą prostego doświadczenia. Jeżeli np. do wody zakwaszonej jakimkolwiek kwasem, np. solnym, dodać krochmalu i mieszaninę krótko gotować, to już część krochmalu przemieni się na cukier. Można to stwierdzić zapomocą następującej reakcji chemicznej.

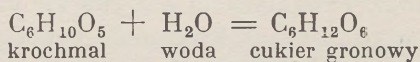
Dodajmy do wody ługu sodowego i roztworu siarczanu miedzi; w mieszaninie strąci się osad niebieski wodotlenku miedzi, czerniejący podczas gotowania cieczy wskutek przemiany na tlenek miedziowy. Od dodania krochmalu przebieg tej reakcji zupełnie się nie zmieni. Skoro jednak zamiast wody weźmiemy roztwór, otrzymany przed chwilą od gotowania krochmalu z kwasem solnym, i dodamy doń ługu sodowego oraz siarczanu miedzi, to już nie powstaną osady niebieskie, lecz ciecz przejrzysta barwy lazurowej. Podczas gotowania ciecz ta nie

czernieje, lecz czerwienieje, gdyż tworzy się nie czarny tlenek miedziowy, tylko czerwony tlenek miedziawy.

Zabarwienie czerwone, występujące w powyższych warunkach, jest reakcją chemiczną właściwą cukrowi gronowemu. Cukier ten musiał zatem utworzyć się z krochmalu podczas gotowania z kwasem. Rozważanie chemiczne łatwo wyświetli nam ten proces, który polega tylko na tem, iż do przemiany na cukier gronowy krochmal przyłączyć musi składniki wody, czyli H_2O .

Krochmal składa się z	przyłącza wodę	i wytwarza cukier gronowy, który się składa z
6 atomów węgla		6 atomów węgla
10 atomów wodoru	2 atomy wodoru	12 atomów wodoru
5 atomów tlenu	1 atom tlenu	6 atomów tlenu
$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$	H_2O	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Krócej możemy napisać:



Przytoczoną wyżej reakcją cukru gronowego posługują się lekarze w celu wykrywania cukru w moczu. Podczas gotowania moczu z ługiem sodowym i siarczanem miedzi, czerwone zabarwienie cieczy świadczy o obecności cukru. Zwykle jednak w tych przypadkach tworzy się zabarwienie nie czysto czerwone, lecz żółte, a różnica ta powodowana jest przez obecne w moczu inne jeszcze składniki chemiczne. Przy chorobie cukrowej chorzy wydzielają z moczem cukier gronowy, który tworzy się w ustroju z krochmalu spożytego z pokarmami.

Już w starożytności lekarze spotykali chorych, którzy mieli nadzwyczajne pragnienie. Sądzono, iż choroba polegała na zbyt szybkim przepływie wypitej wody przez nerki, i nawiązując do słowa greckiego diabaino — przepływać, nazwali ją diabetes.

Medycyna ówczesna była bezsilną wobec tej choroby. Dopiero w r. 1770 wykrył Dobson w moczu takich chorych cukier, zaś w r. 1797 lekarz Rollo zalecił dla cierpiących dietę białkową. Teorja jego jest zdumiewająco prosta i zupełnie zrozumiała

w świetle obecnych poglądów chemicznych. Białko bowiem nie może przeistaczać się na cukier, ponieważ pomiędzy obu temi związkami niema żadnego podobieństwa chemicznego. To samo powiedzieć można również o cukrze i tłuszczu, i dlatego też ani białko ani tłuszcz nie mogą się stać przyczyną powstawania cukru w ustroju. Natomiast przekonaliśmy się stanowczo, jak bliskie pokrewieństwo zachodzi pomiędzy krochmalem i cukrem i jak łatwo krochmal na cukier się przemienia.

Po spożyciu chleba, krochmal w nim zawarty, pod wpływem procesów trawienia przemienia się w jelicie na cukier, ten zaś, jako rozpuszczalny w wodzie, przenika zapomocą dyfuzji do krwiobiegu, który zasila nim cały ustrój. Wartość pokarmowa krochmalu zależy zatem od jego przemiany w ustroju na cukier. W organizmie zdrowym cukier zużywa się całkowicie na pożytek ustroju; węgiel w nim zawarty utlenia się i ostatecznie wydychany jest w postaci dwutlenku węgla, wodór zaś zostaje utleniony na wodę i dlatego w moczu cukier jest nieobecny. Przy cukrzycy część cukru nie zostaje spożytkowana przez ustrój chory i przenika do moczu, w którym zapomocą badania chemicznego łatwo może być stwierdzona. Organizm ludzi chorych przestaje zatem pracować normalnie i nie zużytkowuje wszystkiego cukru, który z pokarmem przechodzi do krwi.

Wydzielanie cukru z moczem ustaje z chwilą, gdy człowiek chory na cukrzycę odżywiać się będzie pokarmami pochodzenia zwierzęcego, jak mięso, jaja, masło i t. d. Dieta wskazana dla niego polegać będzie przeto na możliwym powstrzymaniu się od węglowodanów i odżywianiu pokarmem białkowym i tłuszczowym. Jako pożywienie tłuszczowe nadaje się także oliwa oraz inne oleje roślinne. Natomiast zarówno sam cukier, jako też potrawy przyrządzone z mąki, więc chleb, ziemniaki, owoce, czyli wszystkie pokarmy, zawierające krochmal, dają przy cukrzycy powód do wydzielania cukru w moczu.

Według współczesnego poglądu lekarzy, choroba cukrowa pozostaje w zależności od „wydzielania wewnętrznego”. Zaledwie w ostatnich latach stało się wiadomem, iż trzustka wydziela bezpośrednio do krwiobiegu hormon, zwany insuliną,

który reguluje normalny przebieg węglowodanowej przemiany materji. Jeżeli gruczoł ten przestanie pracować normalnie, hormonu tego zaczyna braknąć i wówczas cukier przechodzi przez ustrój w postaci nierozłożonej i wydziela się z moczem. Otóż insulinę dobywa się z gruczołu trzustkowego zwierząt rzeźnych i w postaci odpowiedniego preparatu zastrzykuje chorym do krwi. Wynik tego zabiegu okazał się bardzo dobry. Środek ten nie może być zażywany do wewnątrz, gdyż rozkłada się pod działaniem pepsyny i trypsyny.

W przemianie chemicznej krochmalu na cukier występują jeszcze wytwory przejściowe pośrednie. Najbardziej znanym z pośród nich jest dekstryna, którą otrzymać można, ogrzewając krochmal do 170° — 200° . Dekstryna bywa używana do klejenia zamiast gumy arabskiej.

Cukier, otrzymywany przez gotowanie krochmalu z kwasami, bywa wyrabiany fabrycznie pod nazwą cukru krochmalowego. Spotykamy go w handlu w postaci nieregularnych żółtawych kawałków. Wynalezienie tego cukru, dokonane przez Kirchhoffa w r. 1811, wywołało nie notowane do tej daty zainteresowanie wśród świata naukowego i handlowego, zwłaszcza z uwagi na istniejący wtedy zakaz dowozu cukru z krajów pozaeuropejskich. W wyrobie fabrycznym najczęściej wyparowuje się roztwór cukru krochmalowego tylko do gęstości syropu i w tej postaci oddaje do handlu, jako tak zwany syrop krochmalowy, albo kartoflany. Syrop ten dość udatnie naśladuje miód i nadaje się do wyrobu pierników. Najważniejsze zastosowanie znalazł on jednak do wyrobu cukierków. Zwykle do tego celu stosuje się mieszaninę cukru trzcinowego i syropu, która daje możliwość otrzymywania cukierków dowolnej twardości. Prócz tego służy też syrop kartoflany do wyrobu farby cukrowej, czyli tak zwanego karmelu. Cukier lub syrop, ogrzany nieco mocniej, stopniowo brunatnieje aż do barwy ciemno-brunatnej. Rozcieńczony po ostygnięciu wodą, barwi ją na kolor żółto-brunatny. Farba tak otrzymywana doskonale nadaje się do barwienia produktów spożywczych, zwłaszcza że jest zupełnie nieszkodliwa.

O wiele bardziej, niż cukier krochmalowy zacieka nas

cukier trzcinowy, z którym mamy do czynienia po kilka razy dziennie, stosując go do słodzenia wielu potraw. Przed wprowadzeniem tego cukru używano do tych celów wyłącznie tylko miodu. Ten rodzaj słodczy nie wszystkim jednak z pewnością dogadzał.

Jak świadczy nazwa, cukier trzcinowy jest pochodzenia roślinnego, mianowicie dostarcza go trzcina cukrowa. Rośnie ona tylko w krajach południowych, i europejczycy poznali cukier w postaci bardzo słodkiego syropu dopiero w okresie wojen krzyżackich. Przedtem wiadano w Europie na podstawie wyprawy Aleksandra Wielkiego do Indyj, że istnieje tam trzcina, „dostarczająca miodu bez udziału pszczół“.

Rafinację, czyli oczyszczanie cukru wytworzonego z trzciny cukrowej, wynaleziono w Persji dopiero w 12 wieku. Do soku wytłoczonego z trzciny dodaje się wapna, które strąca rozmaite zanieczyszczenia; po odparowaniu cieczy wydzielają się kryształki cukru. Przez powtórne rozpuszczenie cukru w wodzie i ponowną krystalizację otrzymuje się cukier czysto biały. W tej postaci dostał się cukier trzcinowy do handlu europejskiego przez Wenecję około roku 1400. Kilogram kosztował wówczas około 45 złotych.

W szybkim czasie stał się cukier wszędzie w Europie towarem bardzo poszukiwanym. Z tego też powodu wyrób jego zaczął się szybko rozwijać, i wszystkie kraje o klimacie odpowiednim do uprawy trzciny cukrowej, jak np. Azja podzwrotnikowa, bardzo gorliwie się nim zajęły. Tak np. w Ameryce środkowej, a zwłaszcza na Antyllach, dokąd sprowadzono trzcinę już w kilka lat po odkryciu Ameryki, w 16 i 17 wieku, przy pomocy niewolników afrykańskich produkowano tak znaczne ilości cukru, że uprawa trzciny w innych częściach świata, nawet w uprzywilejowanych pod względem klimatycznym Indjach, chwilowo lub całkowicie upadła. W Europie obecnie uprawiają trzcinę cukrową tylko w niektórych okolicach na południu Hiszpanji, odciętych przez wysokie szczyty Sierra-Newady, więc dobrze osłoniętych przed działaniem zimnych wiatrów.

Niezwykłe doniosłe w następstwa było odkrycie w r. 1747 przez chemika niemieckiego Marggrafa tego samego cukru, co w trzcinie cukrowej, w buraku. Dzięki temu, że burak, rosnący w Europie wszędzie, może dostarczać tego samego cukru, co podzwrotnikowa trzcina cukrowa, posiadliśmy nową roślinę, podatną do korzystnej uprawy rolnej. Marggraf był zupełnie świadomy doniosłości swego odkrycia. To też krewny jego Achard w r. 1802 uczynił próbę wyrobu cukru na wielką skalę w majątku swym na Śląsku, jednakże bez powodzenia, gdyż cukier kolonialny, jako znacznie tańszy, wykluczał zyskowność przedsiębiorstwa. Powtórę buraki były wówczas jeszcze zbyt ubogie w cukier, metody wyrobu zaś zbyt pierwotne i nieracjonalne. Położenie rzeczy zmieniło się jednak szybko dzięki stosunkom politycznym. Z powodu odcięcia przez Napoleona I dowozu artykułów kolonialnych do Europy, od roku 1806 ceny tych wytworów, dowożonych przez Anglików, niesłychanie wzrosły, a funt cukru kosztował wtedy 2 talary. W takich warunkach wyrób cukru z buraków mógł się znów opłacać, to też skwapliwie został podjęty. Coprawda po skończonej blokadzie, około r. 1813, niemal wszystkie cukrownie europejskie z powrotem upadły. Jednakże zdobyto tyle doświadczenia w praktycznym wyrobie cukru, iż to wreszcie pozwoliło uzyskać trwałe oparcie w walce z cukrem kolonialnym, czemu sprzyjało również wysokie opodatkowanie cukru przywożonego we wszystkich państwach europejskich. Wyrób cukru z buraków z biegiem lat doszedł do imponującej wysokości, przyczem udoskonaliła się też zarówno naukowa, jak i techniczna strona tego przemysłu. Najlepiej zaświadczą o tem następujące liczby. Do wytworzenia 100 kilogramów cukru zużywano:

w roku	1836	—	1800	kilogr.	buraków
„	„	1842	—	1600	„
„	„	1871	—	1100	„
„	„	1900	—	700	„
„	„	1910	—	660	„
„	„	1922	—	579	„

Uprawa buraków i z innych jeszcze względów ma wielkie znaczenie. Burak wydaje bowiem z jednostki ziemi trzykrotnie więcej substancyj odżywczych, niż ziemniaki i czterokrotnie więcej, niż zboża.

Zawartość cukru w burakach, oznaczona swego czasu przez Marggrafa, wynosiła nieco wyżej 6 procent. Dzięki stosownemu doborowi buraków do hodowli nasion oraz odpowiednim nawozom zdołano jednakże już do roku 1890 podnieść tę zawartość do 14%, a do roku 1910 nawet do 18%. Lecz już wtedy na hektar ziemi pod buraki dodawano w Niemczech nawozów sztucznych za 240 złotych. To też z wykresu graficznego widzimy, że do roku 1900 wytwórczość cukru z buraków znacznie przewyższała wytwórczość cukru trzcinowego (rys. 16).

Od roku 1900 jednak cukier trzcinowy znów uzyskuje przewagę nad buraczanym. Łatwo to zrozumiemy uwzględniając, iż u nas z hektara ziemi pod buraki uzyskać można obecnie najwyżej 5000 kilogr. cukru — w r. 1870 uzyskiwano go zaledwie 2000 kg — podczas gdy zabiegliwi plantatorzy holenderscy na wyspie Jawie z tego samego obszaru ziemi osiągają z trzciny cukrowej 15000 kg cukru.

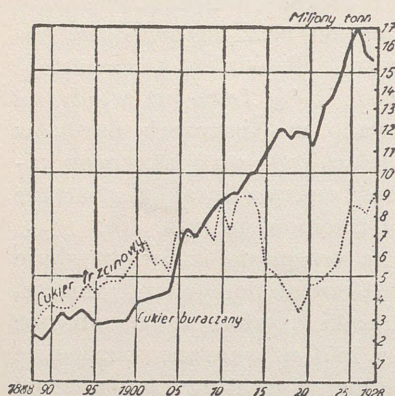
W celu wydobywania cukru buraki są szatkowane i w postaci krajanki, załadowanej w baterję dyfuzerów, wytrawiane wodą. W ciągu kilku godzin wyciąga się z nich wszystkich cukier, potem zaś słodki sok cukrowy musi być wyparowany. Czynność ta nastęrcza znaczne trudności, gdyż skutkiem dłuższego gotowania cukier się zmienia, tracąc własność późniejszego twardnienia, a więc i tworzenia kryształów. Od dość dawna jednak zdołano przezwyciężyć te trudności, mianowicie przez wyparowywanie cukru nie w naczyniach otwartych, lecz w przestrzeni o powietrzu silnie rozrzedzonym, to znaczy w próżni. Punkt wrzenia cieczy w tych warunkach znacznie się obniża, a to z przyczyn następujących.

W wykładzie pierwszym poznaliśmy ciśnienie powietrza. Podczas wrzenia wody uchodząca z niej para musi ciśnienie to przezwyciężyć, aby wogóle mogła się ulatniać. Skoro z naczynia, zawierającego trochę wody, usuniemy powietrze zapomocą

pompy, to w przestrzeni tej para wodna będzie mogła unosić się o wiele łatwiej, gdyż nie potrzebuje ona już przewyższać ciśnienia, wywieranego przez powietrze; woda parować będzie, nie jak zwykle w temperaturze swego wrzenia, wynoszącej 100° Celsjusza, lecz o wiele niższej. Zjawisko to jeszcze łatwiej

wyjaśni następujący przykład. Na szczycie góry Mont-blanc woda wrze już w temperaturze 85°. Tutaj bowiem ciąży nad nią o tyle niższy słup powietrza, czyli ciśnienie o tyle mniejsze, o ile szczyt góry wystaje nad poziom normalny ziemi, na którym woda wrze przy 100°.

Do wyparowywania soku stosuje się w cukrowniach duże kotły żelazne. Wskutek rozrzedzenia powietrza ciecz wrze w temperaturze niższej i sok cukrowy wytrzymuje proces odparowywania bez



Rys. 16.

Wytwórczość wszechświatowa cukru z buraków i trzciny cukrowej w milionach tonn od 1888 do 1928 r. Linia gruba dotyczy cukru trzcinowego, linia kropkowana — buraczanego.

żadnej szkody. Przy dostatecznem zagęszczeniu zaczyna się wydzielanie cukru w postaci żółtawych kryształków. Jest to cukier trzcinowy, nazwany tak z powodu zupełnego podobieństwa chemicznego do cukru, otrzymywanego z trzciny cukrowej. Zapomocą rafinacji zostaje on oczyszczony i oddawany do handlu w postaci głów, albo też kostek kwadratowych. Do zupełnego odbarwienia cukru stosuje się znany nam już węgiel zwierzęcy.

Ciecz pozostała po krystalizacji cukru nazywa się w cukrownictwie melasą. W przeciwieństwie do resztek, pozostających po wyrobie cukru z trzciny cukrowej, melasa buraczana dla ludzi jest niejadalna z powodu palącego smaku. Przez długi przeciąg czasu nie umiano wydobywać z melasy cukru w niej pozostałego. Ale i ta sprawa od r. 1882 została przez chemików rozwiązana,

i obecnie z tych resztek wyciąga się już wszystek prawie cukier. Znaczne ilości melasy już od r. 1896 zużywane są także na paszę dla bydła. Z początku w tym celu mieszano melasę z mielonym torfem. Obecnie zaś znacznie lepiej osiąga się to przez zastosowanie dobrze zmielonej słomy, najlepiej słomy nasion buraczanych z dodatkiem wyciągu z tanich ziół gorzkich, pobudzających apetyt zwierząt. Znaczne ilości melasy przerabia się także za pomocą fermentacji na spirytus.

W związku z cukrem poświęcimy jeszcze słów kilka słodczy sztucznej, będącej wytworem czasów nowszych, tak zwanej sacharynie. Nazwa ta pochodzi od wyrazu łacińskiego *saccharum*, oznaczającego cukier.

Liczne z pośród mnóstwa znanych związków chemicznych mają smak bardzo wydatny. Pomijając cukier, oddawna znano już różne związki o smaku słodkawym, jak np. gliceryna, glikokol i inne. W r. 1885 Fahlberg odkrył związek 300 razy słodszy od cukru i nazwał go sacharyną. Jest to substancja o dość zawilej budowie chemicznej, zwana sulfimidem kwasu benzoesowego. Sacharyna jest pozbawiona wszelkiej wartości odżywczej, zupełnie niezależnie od tego, że do użytku stosowana jest tylko w ilościach niezmiernie małych. Może jednak być stosowana jak cukier do słodzenia wszelkich artykułów. Trzeba ją przeto uważać za rodzaj przyprawy, ponieważ już w ilościach bardzo małych użyta, wydatnie wpływa na smak potraw, pobudzając do ich spożywania. Największy pożytek mają z sacharyny ludzie cierpiący na cukrzycę, gdyż mogą sobie nią słodzić pokarmy, łudząc się ich słodkim smakiem, choć pozornie zastępującym cukier; przed wynalezieniem sacharyny było to dla nich niedostępne. Nie należy jednak zbyt nisko oceniać pożytku, osiąganego przez taki sposób słodzenia potraw. Podczas spożywania pokarmów prócz potrzeb fizycznych pewną rolę odgrywają także i względy duchowe. Stale bowiem możemy spożywać tylko takie pokarmy, które dzięki różnym dodatkom wydają się nam smaczne. Zdaje się, iż te dodatki, jak np. sól, pieprz, musztarda, są niezbędne dla pobudzenia czynności trawiennych.

We wszystkich wszakże przypadkach, gdy sacharyna bywa stosowana w celach zysku zamiast droższego od niej cukru, bez uprzedzenia o tem spożywców, użycie jej jest oszustwem niedozwolonem i winno być karane. Każdy bowiem ma prawo wymagania za swoje pieniądze pożywienia pełnowartościowego, przynoszącego mu prawdziwą korzyść.

Prócz białka, tłuszczu i węglowodanów do utrzymania sprawności organizmu potrzebne są jeszcze woda i składniki mineralne. Z pośród tych ostatnich bezpośrednio spożywamy tylko sól kuchenną, dodając ją celowo do większości potraw. Na ustrój zwierzęcy sól zdaje się wywierać wpływ bardzo pożądanym. Wszak dostrzegamy, iż zwierzęta roślinożerne stale i chętnie liżą sól przy nadarzającej się sposobności. Pozostałe substancje mineralne, niezbędne dla ustroju, jak np. fosforan wapniowy dla kości, obecne są w pokarmach w ilości dostatecznej, co już widzieliśmy w przytoczonych poprzednio analizach, gdzie w postaci popiołu podana była ogólna ilość tych substancyj.

Osobno wymienimy jedną tylko z tych substancyj, mianowicie żelazo. Dzielne zapotrzebowanie żelaza przez człowieka jest bardzo nieznaczne, i ocenić go można przeciętnie na 0,15 miligrama na kilogram wagi ciała. Przy wadze ciała wynoszącej 50 kg czyni to na rok niespełna 3 gramy, a jednak mimo tego niewystarczające pobieranie żelaza, jak wiemy, jest przyczyną bladaczki oraz innych zaburzeń w stanie zdrowia. Człowiek zdrowy potrzebne mu żelazo z łatwością czerpie z pokarmów; natomiast w pewnych chorobach, jak np. przy bladaczce u młodych dziewcząt, łatwość tego czerpania żelaza obniża się tak dalece, iż trzeba się uciekać do sztucznego podawania przetworów żelaza, aby pobudzić organizm do wchłaniania ilości mu potrzebnej. Częstość jednak bywa bardzo trudno zastosować odpowiedni środek leczniczy, gdyż organizm poszczególnych osób bardzo różnie oddziałuje na tego rodzaju kurację. Otóż to jest powodem zjawiania się coraz to innych przetworów leczniczych żelazistych. Najlepiej jednak jest kupować żelazo w postaci jarzyn, jak sałata, szpinak, szparagi i t. d., bo te zawierają go pod dostatkiem.

Żelazo w pokarmach potrzebne jest w ciągu całego życia, wapno zaś głównie podczas wzrostu dzieci. Tabelka niżej załączona przytacza zawartości żelaza i wapna w najważniejszych pokarmach:

W stu gramach	znajduje się miligramów	
	żelaza	wapna
cukru	—	—
białka kurzego	—	18,8
wiśni	0,24	27,2
mleka kobiecego	0,28 — 0,37	29,2
mleka krowiego	0,3	29,2
jablek	0,3	10,6
ryżu	0,88 — 2,20	90,6
chleba białego	0,96	29,5
szparagów	1,2	—
ziemniaków	1,6	—
szpinaku	4,0 — 4,7	27,6
wołowiny	4,7	8,1
pszenicy	4,84	189,0
żółtka ¹	5,6 — 11,9	189,0

W jeszcze mniejszej ilości niż składniki mineralne występują w pokarmach pewne substancje, oznaczone nazwą substancji odżywczych dopełniających. Na ślad ich natrafiono dopiero w paru ostatnich dziesiątkach lat dzięki doświadczeniom na zwierzętach. Pierwsze doświadczenia odnoszą się do r. 1884. Gdy usiłowano odżywiać sztucznie myszy czystym sernikiem, tłuszczem, cukrem mlecznym i solami, zwierzęta ginęły, pozostawały jednak przy życiu, skoro do pożywienia tego dodawano po kilka centymetrów sześciennych świeżego mleka. Wywnioskowano stąd, iż do podstawowych grup związków odżywczych należy dołączyć jeszcze pewne substancje dopełniające, konieczne do utrzymania życia. Osobliwością ich jest to, że działanie swe ujawniają już przy ilościach tak minimalnych, iż nie mogą być brane w rachubę jako zbiorniki energii. Rodak nasz Kazi-

¹ Uwaga: zawartość żelaza w żółtku zmienia się zależnie od pory roku, najwyższa jest w porze lęgu.

mierz Funk nazwał je witaminami, czyli niezbędnymi do życia substancjami azotowymi. Badania lat ostatnich stwierdziły, iż w zasadzie odróżniać należy pięć witamin, które oznaczono literami od A do E, gdyż skład ich chemiczny bliżej jeszcze poznany nie jest. Brak tych witamin w pokarmach wywołuje pewne niedomagania chorobliwe.

Wśród ludów wschodnio-azjatyckich, odżywiających się ryżem polerowanym, to znaczy starannie obłupionym z otaczającej ziarna łuski, zdarzają się ciężkie cierpienia układu nerwowego w postaci choroby zwanej beri-beri. U ludów, spożywających ryż nieobłuskany, choroba ta nie występuje. Otóż stwierdzono, iż łuska ryżowa zawiera w sobie witaminę przeciweurtyczną, czyli witaminę B. Znajduje się ona w nasionach wszystkich roślin, w jajach, komórkach drożdżowych, komórkach wątroby i mózgu, również w mleku.

Wskutek dłuższego odżywiania się konserwami, jarzynami suszonymi i t. p. pokarmami nieświeżymi następują zmiany w mięśniach i kościach, nazywane szkorbutem. Ustępują one wszakże natychmiast przy odżywianiu się mięsem świeżym i świeżymi jarzynami, jak kapusta, buraki, sałata i owocami, jak cytryny, pomarańcze i pomidory. Zawierają one prawdopodobnie witaminę przeciwszkorbutową, czyli witaminę C.

U dzieci odżywianych mlekiem zgęszczonym i różnymi mączkami odżywczymi, występują pewne zmiany w kościach, znane pod nazwą choroby angielskiej (rachitis). I tu również przyczyna tkwi w braku witamin, mianowicie witaminy D, która wybitnie współdziała przy skupianiu się wapna w tkance kostnej. Znajduje się ona w wysokowartościowych pod względem biologicznym tłuszczach, jak masło, śmietana, tran, łój barani i wołowy, brak jej natomiast w tłuszczach roślinnych. Witaminę tę zawierają także jaja, wątroba ryb, świeże jarzyny i mleko. Dotychczas udało się tylko ten jeden rodzaj witaminy wytworzyć sztucznie, mianowicie badania naukowe stwierdziły, iż powstaje ona z ergosteryny pod wpływem naświetlania promieniami ultrafioletowymi. Witaminę tę wprowadzono do handlu pod nazwą wigantolu.

Witamina D pozostaje w ścisłym związku z witaminą A. Przy braku witaminy A w pokarmach występują zaburzenia wzrostu, wzmacnia się wrażliwość na choroby zakaźne i mogą nastąpić też i cierpienia wzroku, kończące się niekiedy nawet ślepotą.

Witamina E jest czynnikiem rozmnażania, więc wpływającym na płęć i płodność. Obecność jej stwierdzono w sałacie i w pewnych gatunkach ryb.

Panie gospodynie powinny pamiętać o tych rzeczach przy sporządzaniu codziennych potraw, dbając o częste zmiany i różnorodność; więcej uwagi powinny nadto zwrócić na pokarmy surowe, bowiem stwierdzono, iż niektóre witaminy od dłuższego gotowania ulegają zniszczeniu. A więc ostrożnie z gotowaniem!

Omówiwszy poszczególne grupy związków potrzebnych do odżywiania oraz substancje dopełniające, przejdziemy z kolei do sprawy gotowania. Pokarmy roślinne i zwierzęce podczas gotowania zachowują się wręcz odmiennie. Sprawa przyrządzania potraw z pokarmów zwierzęcych, mianowicie mięsnych, ze stanowiska wartości odżywczej jest dość obojętna. Surowe mięso befsztykowe siekane, zaprawione odpowiednio solą, pieprzem i t. d. uchodzi za bardzo pożywne. Nie można jednak jeść surowego mięsa ryb i ptaków, lecz po ugotowaniu czy też po usmażeniu nic ono nie traci na swej wartości odżywczej. Jednakże podczas smażenia z dodatkiem wody i tłuszczu stopionego, tworzą się substancje o miłym zapachu i smaku, pobudzające apetyt i zachęcające do jedzenia.

Wpływ gotowania i smażenia na zmianę pokarmów mięsnych uwidoczniają niżej załączone analizy:

		Wody	Związk. proteinowych	Tłuszczu	Substancji wyciągowych	Popiołu
Świeża wołowina	zawiera	70,88	22,51	4,52	0,86	1,23
Po ugotowaniu	„	56,82	34,13	7,50	0,40	1,15
W postaci befsztyku	„	55,39	43,23	8,21	0,72	1,45
Kotlet cielęcy surowy	„	71,55	20,24	6,38	0,68	1,15
Po usmażeniu	„	57,59	29,00	11,95	0,43	1,43

W przytoczonych analizach uderza nas przedewszystkiem, że wołowina po gotowaniu zawiera mniej wody, niż surowa. Zależy to od kurczenia się włókien mięsnych w gorącu. Lecz bardziej jeszcze zdumiewa, iż skład mięsa gotowanego (sztuka mięsa) prawie nie różni się od składu befsztyku, i zwłaszcza że zawartość w obu ciał białkowych jest prawie ta sama. Większą różnicę dostrzegamy tylko w zawartości substancyj wyciągowych, których ilość w befsztyku jest niemal dwukrotnie większa, niż w mięsie gotowanym. Pod nazwą substancyj wyciągowych pojmujemy w analizie związki, które podczas gotowania przechodzą do wody i które nie należą ani do tłuszczów ani do ciał białkowych. Wiemy z doświadczenia, iż one to właśnie działają pobudzająco na smak. Po usunięciu części tych substancyj, co odbywa się podczas gotowania mięsa w wodzie, smak jego staje się jałowy, nie zachęcający do jedzenia. Skoro jednak smak sztuki mięsa zostanie poprawiony zapomocą stosownych przypraw, będzie ona chętnie spożyta, a jej wartość odżywcza prawie nie ustępuje innej potrawie mięsnej.

Zajmując się tą sprawą, stanęliśmy wobec pytania, jak należy gotować mięso dla otrzymania rosolu? W wielu krajach świata zupa wogóle nie jest znaną, u nas jednak jest ona w powszechnem użyciu i zwykle od niej rozpoczyna się obiad. Musimy zatem wyjaśnić, czy mięso zalewać należy wodą gorącą, czy też zimną. Wyjaśnimy to najlepiej zapomocą doświadczenia.

Nieco mięsa siekanego oblejmy wodą zimną i doskonale wymieszajmy. Bierzemy tu umyślnie mięso siekane, aby otrzymać jak największą powierzchnię, a więc i szybszy wynik. Przesączwszy mieszaninę, otrzymujemy przesącz w postaci cieczy zabarwionej na ładny, jasno różowy kolor od obecnego w mięsie w niewielkiej ilości barwnika krwi. Jeżeli teraz przesącz ten zagotujemy w naczyniu szklanem, to barwa jego staje się szara, ponieważ barwnik krwi nie znosi gorąca i natychmiast się zmienia. Przytem równocześnie wydziela się z cieczy masa kłaczków, które, jak się okazuje z badań, składają się z białka. Zatem zimna woda prócz substancyj mineralnych, wyciągnęła z mięsa także nieco rozpuszczalnego białka, które podczas go-

towania musiało się ściąć. Podczas gotowania rosolu kłaczki tego ściętego białka unoszą się ku powierzchni i tu są zwykle zbierane w postaci tak zwanych szumowin, aby rosół był przejrzysty. W ten sposób dla lepszego wyglądu rosolu wyrzekamy się części pożywnych, które stanowi białko.

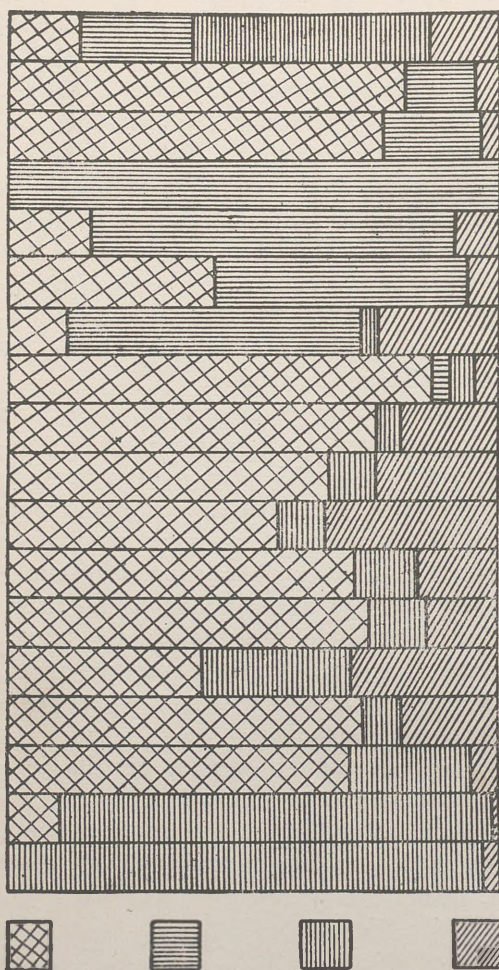
A teraz oblejmy drugą porcję siekanego mięsa wrzącą wodą i pogotujmy przez krótki czas mieszaninę. Mięso natychmiast barwi się szaro, stając się odrazu podobne do sztuki mięsa, bowiem barwnik krwi nie wytrzymuje gorąca. We wrzącej cieczy dostrzegamy tylko niewielką ilość kłaczek białka, a skoro wylejemy ją na sączek, otrzymamy przesącz klarowny, który już wcale się nie zmienia od dalszego gotowania.

Doświadczenie miało tym razem przebieg następujący: na powierzchni mięsa oblanego wrzącą wodą białko ścięło się natychmiast, zamykając szczelnie wszystkie pory mięsa i przez to uniemożliwiając rozpuszczanie się w wodzie zawartych w niem substancyj wyciągowych. Z doświadczeń naszych wynika to samo, o czym poucza również praktyka kuchenna: aby otrzymać rosół smaczny, należy zalewać mięso zimną wodą, która obficie wytrawia z mięsa substancje wyciągowe; ale sztuka mięsa straci wtedy na smaku. Chcąc zaś otrzymać smaczne mięso, trzeba zalewać wodą wrzącą, a wówczas z powodów wyżej przytoczonych rosół wypadnie mniej smaczny.

Rosół zresztą spożywamy więcej dla smaku, niż dla jego wartości pożywnej, która naogół jest niewielka. Najlepiej przekonają nas o tem znów liczby. Przytoczmy tu analizę rosolu, przyrządzonego w sposób zwykły z 500 gramów wołowiny i 190 gramów kości cielęcych. Znalezione w nim:

Wody	95,18 procent
Ciał proteinowych	1,19 „
Tłuszczu	1,48 „
Substancyj wyciągowych	1,83 „
Popiołu	0,32 „

Jak widzimy, głównym składnikiem jest tu woda. Ciała proteinowe składają się głównie z kleju, gdyż ciała białkowe ścięły



Rys. 17.

Rysunek wskazujący zawartość w pospolitszych pokarmach
białka tłuszczu węglowodanów wody

się od gorąca i zostały usunięte w postaci szumowin. Nieznaczna jest także zawartość tłuszczu. A jeżeli mimo wszystko chętnie jadamy rosół w postaci zup, odczuwając podniecający ich wpływ na ustrój nerwowy, to własność tę należy przypisać tylko substancjom wyciągowym i zawartym w nich solom potasowym, które na organizm działają w ten sam sposób. Popiół rosółu analizowanego składał się w połowie z potasu i w czwartej części z kwasu fosforowego. Zwykły dodatek ziół do zup służy oczywiście również tylko do polepszenia ich smaku, natomiast jarzyny, jaja i t. p. zwiększają również ich wartość pożywną.

Gotowanie, pieczenie itd. odgrywają bezwątpienia ważniejszą rolę przy pokarmach roślinnych. Z wyjątkiem bowiem owoców, wszystkie produkty roślinne są do jedzenia za twarde.

Tkanka roślinna, której zawdzięczają swój kształt, musi być wpięrow spulchniona przez gotowanie, zanim się stanie podatną do spożycia.

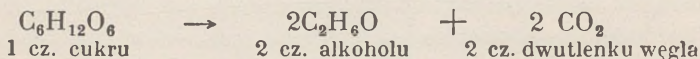
Zboża, ów najważniejszy nasz pokarm roślinny, przed zmieceniem na mąkę muszą być wpięrow pozbawione łuski, otaczającej ziarna. Twarda ta łuska stanowi główną część składową otrąb. Lecz sama mąka także jeszcze się nie nadaje na pokarm dla ludzi, ponieważ soki trawienne tylko z wielką trudnością są w stanie naruszyć ściany komórek, otaczających surowe ziarna krochmalu. Sytuacja zmienia się całkowicie dopiero przy ogrzewaniu mąki w wodzie. Podczas gotowania potraw mącznych wskutek pęcznienia ziarn pękają ściany komórek i wyzwolony w ten sposób krochmal przechodzi w stan kleikowaty łatwy do strawienia. Zupełnie podobny przebieg ma także gotowanie kartofli.

Zupełnie ten sam cel, co gotowanie, ma także pieczenie chleba, przy którym osiąga się owo nadzwyczajne spulchnienie, zapewniające pieczywu wysoki stopień strawności. Przez rozrobienie mąki z wodą otrzymuje się miękkie, lecz bardzo ciągniste ciasto, powstające skutkiem obecności w mące kleju roślinnego, zwanego glutenem. Gluten jest ciałem białkowym, które po zwilżeniu wodą pęcznieje, tworząc kleistą, lepłą masę, zlepiającą ziarna krochmalu. Jeżeli tak otrzymane ciasto upiec bez żadnych dodatków, otrzymuje się twardy placek w rodzaju sucharów okrętowych. Skoro jednak ciasto rozrobione pozostawić na pewien czas w spokoju, wszechynają się w nim stopniowo pewne zmiany. Z powietrza przedostają się do ciasta komórki drożdżowe, czyli drobne istoty żyjące mikroskopijnej wielkości, które wywołują fermentację cukru, powstającego z mąki. O zjawisku tem zaraz będzie mowa. Prócz tego w cieście znajdują się rozmaite bakterje, przedostające się już odrazu z mąką.

Fermentacja drożdżowa, dzięki której powstają wszystkie napoje alkoholowe, dochodzi do skutku z powodu tego, że komórki drożdżowe rozkładają cukier na alkohol i dwutlenek węgla.

1 cząsteczka cukru złożona z	daje	2 cząsteczki alkoholu składającego się z	i	2 cząsteczki dwutlenku węgla, który składa się z
6 atomów węgla		2 atomów węgla		1 atomu węgla
12 atomów wodoru		6 atomów wodoru		2 atomów tlenu.
6 atomów tlenu		1 atomu tlenu		

W skróceniu możemy to napisać zapomocą wzoru:



To znaczy, że jedna cząsteczka cukru rozpada się pod wpływem fermentacji na dwie cząsteczki alkoholu i dwie cząsteczki dwutlenku węgla.

Elastyczność ciasta stoi na przeszkodzie do ułatniania się powstającego podczas fermentacji dwutlenku węgla, który dzięki temu wypełnia całą masę ciasta w postaci drobnych pęcherzyków. Gdy wreszcie ciasto znajdzie się w piecu, stopniowo ułatwia się od gorąca także i wytworzony podczas fermentacji alkohol, co również przyczynia się do spulchnienia chleba. Prócz tego pękają w gorącu komórki wilgotnych ziaren krochmalu, i ten zaczyna przemieniać się na kłajster.

Zewnętrzne warstwy chleba stopniowo rozgrzewają się tak silnie, iż krochmal zaczyna się tu już przemieniać na dekstrynę. Wskutek klejących własności dekstryny ziarenka krochmalu i składniki pozostałe na powierzchni chleba skleją się na ową twardą skórkę, tak dobrze nam znaną.

Ciasto surowe, pozostając przez czas dłuższy w zetknięciu z powietrzem, stopniowo kwaśnieje. W ciągu czasu, potrzebnego do wszczęcia się fermentacji ciasta pod wpływem drożdży, które doń przenikają z powietrza, niepodobna jednakże zapobiec rozwijającej się równocześnie działalności bakteryj, jakie w obfitości znajdowały się już w mące. Bakterje te wywołują tworzenie się kwasu mlecznego i octowego, a te zakwaszają ciasto. Takie kwaśne ciasto oddawna znamy pod nazwą kwasu piekarskiego (zakwas). Aby do ciasta przedostać się mogła dostateczna ilość komórek drożdżowych i bakteryj, na to oczywiście potrzeba czasu dość długiego. Skoro jednak takie ciasto kwaśne

mamy pod ręką i dodamy go do ciasta świeżo zagniecionego, to rośnięcie ciasta następuje stosunkowo szybko, bowiem drożdże i bakterje, jak wiadomo, rozmnażają się bardzo prędko. Dlatego to zazwyczaj część takiego ciasta przechowuje się jako zaczyn do następnego wypieku.

Smak zaczynu udziela się pieczywu. Obecnie zaczyn kwaśny stosuje się tylko do wypieku chleba razowego, który zawdzięcza mu kwaskowy swój smak. Do spulchniania chleba pytłowego unika się zaczynu kwaśnego i używa raczej czystych drożdży. Drożdży tych dostarczały niegdyś browary, w których stanowiły one wytwór uboczny przy wyrobie piwa. Jak mało jednak nawet i ten postępowy sposób pracy zadowalał, stwierdzają to liczne doniesienia fachowych piekarzy np. w Wiedniu i Berlinie około r. 1840, którzy zwracali rządowi uwagę na pilną konieczność zapewnienia piekarniom możliwości otrzymywania drożdży specjalnie przydatnych do wypieku chleba. Następstwem tego było ogłoszenie konkursu, ten zaś z czasem doprowadził do obecnego wyrobu drożdży prasowanych, o których powiemy więcej, omawiając napoje alkoholowe.

Zamiast drożdży zastosowano do wypieku ciasta pewne środki chemiczne, działające w zupełnie inny sposób niż drożdże i z fermentacją ciasta nie mające nic wspólnego. Wymienimy np. tak zwany „amonjak do ciasta“, który właściwie nie jest amonjakiem lecz węglanem amonowym. W zwykłej temperaturze ma on postać białej soli miałkiej lub w grudkach, lecz w gorącu pieca chlebowego rozkłada się na dwutlenek węgla i amonjak. Obydwa te związki, jako gazy, dążą do wydostania się z ciasta, które wypełniają w postaci bąbelków, więc przytem w piecu unoszą ciasto do góry, przez co rośnie ono i zostaje spulchnione.

Częstokroć gospodynie w tym samym celu stosują potasz, czyli węglan potasowy. Jest to sól bardzo odporna na wpływ wysokiej temperatury, więc w piecu chlebowym zupełnie się zmienić nie może. Zastosowanie potaszu polega na tem, aby ciasto, do którego ma być dodany, było dostatecznie zakwaszone. Wtedy dopiero zaczyna się w piecu wywiązywanie się

wewnątrz ciasta dwutlenku węgla. Obecny w cieście kwas mleczny działa na węglan potasowy i rugując zeń dwutlenek węgla, sam łączy się z potasem na mleczan potasowy. Uchodzący gaz oczywiście podnosi ciasto. Skuteczne działanie potaszu możliwe jest jednak tylko w cieście dostatecznie kwaśnem.

Ustaliliśmy zatem, że rośnięcie ciasta powodowane jest przez drożdże skutkiem rozkładu cukru, połączonego zawsze z fermentacją drożdżową. Rozumie się więc, iż zjawisku temu musi zawsze towarzyszyć strata substancji pożywnej, nieodzowna przy każdym wypieku ciasta na drożdżach. Otóż sztuczne środki, zastępujące drożdże i znane pod nazwą ogólną proszków piekarskich, w myśl idei Liebiega, mają na celu uchylenie tej straty przez wytworzenie w inny sposób dwutlenku węgla, potrzebnego do spulchnienia ciasta.

Spółczesne proszki piekarskie składają się przeważnie z mieszaniny winianu potasowego i dwuwęglanu sodowego. Zagniecione z ciastem, obydwa te składniki zaczynają wzajemnie na siebie oddziaływać i przytem wywiązuje się dwutlenek węgla. Z ukończeniem wygniatania ciasto już jest na tyle spulchnione, iż może być natychmiast pieczone. Jednakże chleb w ten sposób upieczony, jest pozbawiony pewnych substancyj, wytwarzanych przez drożdże podczas rośnięcia ciasta i polepszających smak chleba. Gospodynie używają proszków piekarskich tylko do pieczenia ciast domowych.

Wykład piąty

Niezbędna ilość pokarmów. Wartość odżywcza pokarmów najważniejszych. Fermentacja. Wino. Wina owocowe. Napoje owocowe bez alkoholu. Wino szampańskie. Miód. Kumys. Piwo. Słód. Spirytus. Drożdże prasowane. Zytніówka. Spirytus z kartofli. Spirytus drzewny. Wywar. Oczyszczanie spirytusu. Spirytus skażony. Spirytualja. Ocet winny, wyrób octu, ocet drzewny, aceton.

Zastanówmy się teraz nad pytaniem, ile człowiek musi zjadać, aby utrzymać swe siły. Wiemy już, że powinien się odżywiać pokarmem mieszanym, zawierającym substancje azotowe i bezazotowe, a więc ciała białkowe, węglowodany i tłuszcz.

Od tego przeświadczenia nie może nas wstrzymać mniejsza lub większa powściągliwość w odżywianiu się zwolenników wegetarjanizmu. Lekceważąc białko pochodzenia zwierzęcego, muszą oni swe potrzeby zadowalać całkowicie białkiem roślinnym. W pożywieniu roślinnym węglowodany przeważają jednak tak wybitnie, iż aby uzyskać na tej drodze niezbędną ilość ciał białkowych, należy spożyć takiego pożywienia znacznie więcej, niż potrzeba, zupełnie zbytecznie obciążając żołądek. Że przy takim sposobie odżywiania się można egzystować, tego dowodem są sami wegetarianie. Jednakże powoływanie się na zwierzęta roślinożerne, które, jak np. koń lub słoń, choć odżywiają się roślinami, są jednak bardzo silne, jest nieuzasadnione; przyroda bowiem obdarzyła te zwierzęta znacznie dłuższem jelim, przystosowaniem do lepszego wyzyskania węglowodanów. Niektóre zwierzęta roślinożerne mają nadto po kilka żołądków i powtórnie przeżuwiają pokarm.

Bez względu na to, że odżywianie się według metody wegetariańskiej może być dobre lub złe, należy przyznać, iż pokarm wyłącznie tylko białkowy dla ludzi byłby nieodpowiedni. Dowodem tego są chorzy na cukrzycę. Właściwie nie powinni oni wcale odżywiać się pokarmem roślinnym, co jednakże przez dłuższy okres czasu byłoby niepodobieństwem.

Sprawa codziennej racji pokarmowej, niezbędnej dla człowieka, badana była naukowo zapomocą licznych doświadczeń przez Liebiga, Voit'a i Rubnera. Dobrze zbudowany, zatrudniony pracą robotnik, potrzebował w ciągu dnia:

137 gramów białka, 173 gr tłuszczu i 352 gr węglowodanów (krochmalu albo cukru).

Dla młodego lekarza znaleziono doświadczalnie następujące normy liczbowe:

127 gramów białka, 89 gr tłuszczu i 362 gr węglowodanów.

Za przeciętne uważane są następujące liczby:

118 gr białka, 84 gr tłuszczu i 392,3 gr węglowodanów.

Ta ilość białka odpowiada 18,3 gramów azotu i znajduje się w

272	gramach	sera
520	„	grochu
538	„	mięsa chudego
1868	„	ryżu
2650	„	śmietany
2905	„	mleka
4575	„	ziemniaków
796	„	mąki pszennej
905	„	jaj
1430	„	chleba razowego
4796	„	słoniny
7625	„	kapusty białej
17000	„	piwa.

Co się tyczy węgla, to człowiek potrzebuje go dziennie 328 gramów.

Takiej ilości dostarczyć mogą:

450	gramów	słoniny
824	„	mąki pszennej
896	„	ryżu
919	„	grochu
1160	„	sera

1346	gramów	chleba razowego
1410	„	śmietany
2231	„	jaj
2620	„	mięsa chudego
3124	„	ziemniaków
4652	„	mleka
9318	„	kapusty białej
13160	„	piwa

W sprawie węgla pozwolimy sobie na pewne porównanie obrazowe. Odważywszy w naczyniu 328 gramów węgla, choćby np. węgla drzewnego, będziemy zdumieni jego masą, która wydaje się nam wystarczającą raczej do opalenia małego piecyka, a cóż mówić dopiero o ciele ludzkim, dla którego ma dostarczyć ciepła na 24 godziny. Jednakże do trwałego ogrzewania ciała wagi 70 kilogramów do 37° i zachowania jego sprawności potrzeba znacznie więcej węgla, niż to sobie wyobrażamy.

Z uwagi na to, że potrzeby cieplne i sprawność pracy ciała można mierzyć zapomocą jednostek ciepła, zwanych kalorjami, można w postaci kaloryj bardzo często podawać również i potrzebne do tego celu pokarmy. Opieramy się wtedy na tej podstawie, iż substancje odżywcze podczas spalania się wywiązują ciepło, mianowicie w następującej ilości:

1 gram białka dostarcza 4,1 kaloryj, 1 gr tłuszczu — 9,3 kaloryj, 1 gr węglowodanów — 4,1 kaloryj.

W ten sposób obliczono, iż człowiek w ciągu dnia, potrzebuje przeciętnie 3000 kaloryj. Średnio odpowiada to właśnie przytoczonej ilości codziennego pożywienia.

Zbadawszy bliżej liczby przytoczone stwierdzimy, iż jedne z nich przeważnie potwierdzają doświadczenie życiowe, inne zaś mylą. Tak np. potrawa z grochu i słoniny uchodzi za bardzo pożywną i nasze zestawienie liczbowe wskazuje, iż do zadowolenia naszej codziennej potrzeby w rzeczywistości obu tych pokarmów razem wziętych potrzeba stosunkowo niewiele. Gdybyśmy jednak spróbowali osiągnąć ten sam cel zapomocą piwa, to dopiero 17 litrów jego starczyłoby do pokrycia dziennego za-

potrzebowania białka, a 13 litrów dostarczyłoby potrzebnej ilości węgla. Widzimy bowiem z zestawienia liczbowego, iż wartość odżywcza piwa jest bardzo mała. I dlatego piwo uważać należy nie za pokarm, lecz raczej tylko za przyprawę. Wypijając codziennie litr piwa, zadowalamy zaledwie siedemnastą część swych potrzeb pokarmowych.

Ze wszystkich przytoczonych tu produktów spożywczych najlepiej potrzeby pokarmowe człowieka zadowala chleb razowy (żytni); półtora kilograma tego chleba wystarcza do zaspokojenia codziennej racji pokarmowej. I to właśnie tłumaczy nam, dlaczego np. ludność robotnicza, która na pozór gorzej się odżywia, niż warstwy zamożniejsze, utrzymuje siły swoje w całej pełni; żyje ona bowiem chlebem.

Naogół jednakże jadamy znacznie więcej, niż wypada na wagę z liczb, przytoczonych wyżej; byłoby bowiem zupełnie niemożliwym, aby kierując się liczbami, znalezionymi doświadczalnie, zastosować się do nich w ilościowym ustosunkowaniu poszczególnych pokarmów w życiu codziennym. Dlatego też ze spożywanego nadmiaru potraw organizm czerpie, co mu jest przydatne, gromadząc pewną część na zapas, resztę zaś wydziela w postaci niezmienionej.

Zajmiemy się obecnie napojami, przyrządzanymi zapomocą fermentacji. Mięso i potrawy mączne, stojąc przez czas dłuższy, jak wiadomo, pleśnieją. Z powietrza przedostają się do nich zarodniki pleśni, które po pewnym czasie rozwijają się i powodują pleśnienie, czyli pokrywanie się produktów spożywczych sinozielonym korzuchem opilśni. W tym stanie pokarmy są niezdatne do spożywania. Coś zupełnie odrębnego dzieje się z cieciami, zawierającymi cukier. I one, stojąc w naczyniach otwartych, ulegają zmianie, jednakże nie pleśnieją, nie psują się, lecz przemieniają na napoje sfermentowane. Jak wiadomo, podczas tego zaczynają one stopniowo musować i po pewnym czasie nabierają zupełnie odrębnych własności. Można przytem zauważyć, iż na dnie takich cieczy gromadzi się osad, którego przedtem wcale nie było. Osad ten nazwano drożdżami. Po wypiciu ciecze takie działają odurzająco.

Roztwory, zawierające dużo cukru, czyli stężone, procesowi fermentacji nie ulegają, a nawet wręcz przeciwnie, działają utrwalająco, z czego skorzystano do wyrobu konfitur owocowych. Pozatem nie wszystkie rodzaje cukru mogą fermentować bezpośrednio; np. cukier trzcinowy i mleczny takiej fermentacji nie ulegają. Ale i te odmiany cukrów samorzutnie przeistaczają się w roztworze na cukier fermentujący, jeżeli fermentacja zostanie zapoczątkowana przez obecne obok nich w cieczy pewne substancje chemiczne.

Fermentacja powodowana jest przez obecne na każdym miejscu w powietrzu bardzo drobne istoty żyjące, skoro przedostaną się one do cieczy, zawierających cukier. Podczas fermentacji cukier rozszczepia się na alkohol i dwutlenek węgla, co nam tłumaczy odurzające własności tworzących się przytem napojów. Proces ten nazywamy fermentacją alkoholową, a istoty, które go wywołują, zaliczamy do grzybków, zwanych drożdżami — *saccharomyces cerevisiae*. W komórkach tych grzybków tworzy się ferment, zwany zymazą, który przyczynia się do rozbicia cząsteczki cukru. Dlatego też fermentacja nie jest reakcją chemiczną w znaczeniu dosłownem, lecz szeregiem procesów, pozostających w łączności z działalnością życiową drożdży.

Najłatwiej ze wszystkich cieczy fermentuje sok wyciśnięty z winogron. Znany pod nazwą moszczu, sok ten zawiera podatny do fermentacji cukier gronowy oraz wszystkie te składniki, których drożdże, jako istoty żywe, do swego rozwoju potrzebują. Napój, który powstaje skutkiem tej fermentacji, nazywamy winem.

Już na podstawie rozmaitego soku winogron osądzić łatwo, iż zawartość cukru w winogronach bywa bardzo zmienna. Stosownie do tego rozmaita też jest zawartość alkoholu w winach, a ilość jego nie może przekroczyć 16 procent na objętość; przy tej bowiem ilości alkoholu drożdże zamierają.

Sa jednakże wina, jak o tem zaświadczy niżej przytoczona tabelka, w których ilość alkoholu znacznie przekracza 16 procent. Wina takie zawierają alkohol dolany rozmyślnie, bądź dla utrwalenia, bądź też w celu nadania pewnym gatunkom specjalnego smaku, stosownie do upodobań odbiorców.

	Alkoholu	Cukru
Wino śląskie	5,5	—
St. Julien 1865	9,28	—
Chablis 1862	9,30	—
Malvasier	7,50	36,40
Samos	14,96	7,68
Tokaj	10,76	25,34
Portwein	19,82	4,82
Madera	19,12	3,46
Malaga	15,12	15,50
Cherry	21,22	2,04

Widzimy z tego zestawienia, że w winach pochodzących z winogron bardziej słodkich, cukier nie zupełnie sfermentował właśnie ze względów wyżej przytoczonych, z mało słodkich zaś zniknął on całkowicie. Te ostatnie są przeto odpowiednie dla chorych na cukrzycę.

Co się tyczy tak zwanego bukietu, czyli tego delikatnego zapachu, jaki w miarę leżenia wina tworzy się coraz wydatniej, wiemy tylko, iż zależy on od wytwarzania się pewnych związków chemicznych, z których nie wszystkie są należycie poznane. Częściowo są to estry kwasów organicznych, których istota nie może być należycie zrozumiana bez gruntowniejszego przygotowania chemicznego. Tworzą się one w winie pod wpływem bakteryj, które nawet jeszcze po 40 latach znaleziono w butelkach wina zakorkowanego.

Przejdziemy teraz do win owocowych. I te wyrabia się przez wyciskanie soku z owoców (jabłek, gruszek), w ten sam sposób co i z winogron, oraz przez późniejszą fermentację otrzymanego moszczu. Wobec niewielkiej zawartości cukru w takich moszczach, wino owocowe bywa bardzo ubogie w alkohol. W celu zwiększenia ilości tego składnika częstokroć dodaje się do wyciśniętego soku owocowego cukru, dolewa wody i dopiero poddaje fermentacji. Przy wyrobie wina z porzeczek i innych równie mało słodkich owoców, dodatek cukru jest nawet konieczny, jeżeli chcemy otrzymać napój wogóle godny uwagi pod względem zawartości alkoholu.

Od kilku dziesiątków lat istnieją w handlu owocowe napoje bezalkoholowe, nazywane różnemi fantastycznemi nazwami, cieszące się uznaniem abstynentów. Tutaj wyrób odbywa się oczywiście bez fermentacji, aby alkohol nie mógł się wytworzyć. Jako przykład przytoczyć można napój ze skórek jabłkowych, których znaczna ilość pochodzi z Ameryki i stanowi odpadek suszarni jabłek. Suszarnie sprzedają skórki suszone do Europy, gdzie je wygotowują w wodzie i odwar przesączają. Odwar ten nasycy się dwutlenkiem węgla, rozlewa w butelki i wyjaławia (sterylizuje). Oto i cały proces wyrobu. Dwutlenek węgla polepsza jałowy naogół smak tego nowego rodzaju napoju.

Prócz wina zwykłego z moszczu winogronowego w niektórych krajach wyrabiają wino szampańskie; nazwa ta pochodzi od prowincji francuskiej Szampanji, gdzie w opactwie Hautvilliers, około roku 1670, kiper Perignon wynalazł właśnie ten rodzaj wina. Stosowany obecnie sposób wyrobu szampana polega na tem, iż do świeżego wina dodaje się ściśle określoną ilość najlepszego cukru. Po rozlaniu w butelki i zakorkowaniu układa się butelki w piwnicy w położeniu poziomem. Z powodu obecności cukru wino zaczyna na nowo fermentować i tworzący się przytem dwutlenek węgla powoduje burzenie się cieczy po odkorkowaniu. Przyczyną fermentacji są resztki drożdży, pozostałe w gotowem wprawdzie, lecz młodem jeszcze winie pierwotnem. Jeśli się zdarzy, iż wino leżąc nie chce fermentować, trzeba go wtedy wylać z butelek. Dlatego też obecnie przed napełnieniem butelek dodawane są do wina czyste drożdże, co już z pewnością wywoła fermentację. Po całkowitem zfermentowaniu wina i osadzeniu się drożdży butelki ustawia się na korkach i co pewien czas wstrząsa, dzięki czemu drożdże stopniowo osadzają się warstwą na korku. Aby je usunąć, wyciąga się korek, a wtedy zostają one wyrzucone wraz z pierwszą porcją tryskającej cieczy. Potem dopełnia się butelki tak zwanym „likierem“. Dodatek ten, będący tajemnicą wytwórców, wywiera wielki wpływ na ostateczny smak gotowego napoju. Po tym dodatku szampan jest gotowy, lecz dla uszlachetnienia musi jeszcze dłuższy czas leżeć.

Silne ciśnienie gazu w butelkach dawnemi czasy rozsadzało

około czwartej części butelek w czasie wyrobu. Obecnie jednak oblicza się wytrzymałość szkła w stosunku do ciśnienia dwutlenku węgla, i dzięki udoskonalonej fabrykacji butelek pęka zaledwie jeden ich procent. Z opisu powyższego wynika, iż szampań może być wyrabiany wszędzie, gdzie produkują wino. Nie może on jednak być tani ze względu na kłopotliwość wyrobu. Wina musujące tanie, jakie znajdują się w handlu, prócz nazwy, z szampaniem nie mają nic wspólnego i w inny też sposób są wyrabiane. Fabrykacja takich win polega na tem, że zwykle lekkie białe wino słodzi się cokolwiek i gazuje dwutlenkiem węgla, jak wodę sodową.

Gdy mieszkańcy okolic południowych, w których winorośl dojrzewa, już od czasów najdawniejszych przyrządzali wino, a sposoby po temu wskazywała im poniekąd sama przyroda, mieszkańcy północy umieli inną drogą wyrabiać swe napoje alkoholowe, do których człowiek łatwo się przyzwyczaja. W krajach, położonych na północ od Alp, od niepamiętnych czasów używano miodu i dopiero Rzymianie przenieśli winorośl w tamte okolice. Przyrządzanie miodu jest również bardzo proste. Za materiał surowy służy miód pszczeli, wytwór bardzo słodki, a więc bogaty w cukier. Wskutek znacznej zawartości cukru miód sam przez się nie jest w stanie fermentować. Gdy jednak będzie odpowiednio rozcieńczony wodą, pod wpływem drożdży, wpadających z powietrza, zaczyna fermentować i daje napój odurzający, zwany miodem pitnym. Obecnie miód nie jest już napojem tak rozpowszechnionym, jak niegdyś, niemniej jest u nas jeszcze dość rozpowszechniony i ceniony dla przyjemnego smaku i dodatnich właściwości.

Miód śmiało uważać można za narodowy trunek polski i należy ubolewać, iż dał się on wyrugować przez liche wina zagraniczne. Zmniejszona wytwórczość tego napoju pozostaje w związku z coraz słabszym rozwojem pszczelnictwa, brakiem i drożyzną miodu.

Równie dawnym napojem zdaje się być kumys, wyrabiany z mleka kłaczy zapomocą fermentacji, wywołanej grzybkami kefirowym. Kumys rozpowszechniony jest w kraju Zakaspijskim i nie zdołał się rozpowszechnić w innych krajach.

Mleko nie fermentuje pod działaniem drożdży, które doń mogą dostać się z powietrza, a więc nie daje też napoju odurzającego. Wiemy dobrze, iż pod wpływem bakterij kwasu mlecznego kwaśnieje ono, dając mleko zsiadłe, bardzo u nas rozpowszechnione. Z tego względu wyjaśnimy krótko przyczynę tworzenia się kumysu. Jeżeli do mleka rozcieńczonego dziesięciokrotnie wodą dodać kumysu gotowego, to obecny w kumysie grzybek kefirowy przemienia szybko część cukru mlecznego na kwas mleczny. Kwas ten, działając na resztę pozostałą cukru, przeistacza go na odmianę fermentującą z drożdżami i wtedy dopiero następuje rzeczywista fermentacja, przy której tworzy się alkohol i dwutlenek węgla.

W tych stronach Europy, gdzie winorośl nie dojrzewa, nauczono się z biegiem czasu wyrabiać piwo. Aby wyjaśnić przebieg wyrobu tego napoju, musimy zapoznać się z pewnemi szczegółami poprzedzającemi.

Ziarna roślin, rzucone w ziemię wilgotną, kiełkują szybko i po pewnym czasie wypuszczają korzonek, a za nim listki. Korzonek nie jest jednak w stanie odrazu wyżywić listków, więc młoda roślina początkowo korzysta z zapasu krochmalu i białka, nagromadzonego w nasieniu. Przecudowne prawa przyrody tak pokierowały, że równocześnie z kiełkowaniem powstaje ciało, które przemienia krochmal na cukier i dekstrynę, a białko przemienia w stan rozpuszczalny. Tworzące się w ten sposób związki rozpuszczalne mogą odżywiać młodą roślinę do chwili, w której czynność odżywiania będą mogły przejąć na siebie zielone liście. Doświadczenie przekonało, że do wyrobu piwa najlepiej nadaje się jęczmień, choć można wyrabiać go również z pszenicy lub innych zbóż, zwłaszcza zmieszanych z jęczmieniem. Omówimy niżej wyłącznie jednak tylko wyrób piwa z jęczmienia, gdyż jest ono najbardziej rozpowszechnione.

Wyrób piwa rozpoczyna się od przygotowania słodu. W tym celu zalewa się jęczmień wodą na 48 godzin i napełniające ziarno rozrzuca warstwą na klepisku w niezbyt chłodnej piwnicy. Tutaj ziarna zaczynają kiełkować, wypuszczają korzonki i wówczas tworzy się w nich owa substancja, która może krochmal

przemieniać na cukier, nazwana diastazą. Diastaza ma nadto własność przeprowadzania związków azotowych, względnie ciał białkowych, w stan rozpuszczalny w wodzie.

Gdy korzonki osiągną dostateczną długość, ustaloną przez praktykę, kielkowanie się przerywa przez wysuszenie jęczmienia. Produkt otrzymany w taki sposób nosi nazwę słodu. Suszenie słodu odbywa się bądź na powietrzu w miejscu przewiewnem, bądź też w suszarniach mocno ogrzanych, co obecnie jest wyłącznie prawie stosowane. Im wyższą jest temperatura w suszarni, tem ciemniejszy otrzymuje się sól i tem ciemniejszy też i kolor piwa zeń wytworzonego. Jest to zrozumiałe, gdyż w miarę przypalania się słodu tworzy się w nim coraz więcej substancyj brunatnych. Do wyrobu piw ciemnych sól przypala się nawet w stosownych bębnach obrotowych.

Gotowy sól śrótuje się, czyli miele w młynku i zalewa w kadzi wodą ogrzaną od 50—70°. W tej temperaturze krochmal, pod działaniem diastazy, wytworzonej w jęczmieniu podczas kielkowania, najłatwiej przemienia się na cukier. W ten sposób z krochmalu jęczmiennego powstaje cukier, który podczas następnej fermentacji wytwarza obecny w piwie alkohol. Proces ten nazywa się w piwovarstwie brzeczkowaniem, a otrzymana tą drogą brzeczka piwna, czyli słodka ciecz cukrowa, po ostygnięciu odpowiada moszczowi wytłoczonemu z winogron. Pomiędzy moszczem i brzeczką ta tylko zachodzi różnica, że gdy moszcz zawiera cukier gronowy odrazu podatny do fermentacji, to w brzeczce cukier taki zostaje wytworzony sztucznie z krochmalu, znajdującego się w jęczmieniu.

Gdyby jednak brzeczkę sfermentować bez żadnych dodatków, to piwo, w ten sposób otrzymane, byłoby niesmaczne i do użytku niezdatne. Aby otrzymać napój prawdziwie smaczny, trzeba brzeczkę wygotować z dodatkiem pewnych substancyj gorzkich. Dziś do tego celu używa się powszechnie chmielu, którego uprawę rozpoczęto w pewnych okolicach już w dziewiątym stuleciu. Przed poznaniem chmielu w niektórych krajach używano nawet kory dębowej.

Wygotowana z chmielem brzeczka piwna musi być jak naj-

szybciej ostudzona, co dla pośpiechu odbywa się obecnie za pomocą specjalnych maszyn chłodzących. Powolne studzenie pociąga za sobą obawę, że w temperaturze 25—30° fermentacja cukru może pójść w zupełnie innym kierunku, dając powód do tworzenia się wielokrotnie już wspomnianego kwasu mlecznego i octowego, wskutek czego piwo stałoby się kwaśne i niezdatne do użycia. Po oziębieniu do brzeczki dodaje się drożdży z poprzednio warzonego piwa i dalsza prawidłowa fermentacja odbywa się już w wielkich kadziach, ustawionych w piwnicy.

Gdybyśmy czekali, aż odpowiednia ilość drożdży dostanie się do brzeczki z powietrza, co np. praktykuje się w Belgji, cały proces odbywałby się bardzo wolno i nie byłby pewny. Drożdże zaś, dodane rozmyślnie, bardzo szybko rozmnażają się w słodkiej cieczy i przemieniają cukier na alkohol i dwutlenek węgla. Jeżeli fermentacja odbywa się w temperaturze 12 do 15°, to obok szybkiego tworzenia się alkoholu wywiązuje się tak gwałtownie dwutlenek węgla, iż bańki gazu, uchodząc z cieczy, porrywają z sobą komórki drożdżowe i gromadzą je na powierzchni cieczy. Taki przebieg nazywa się fermentacją górną, a piwo przytem powstające odznacza się mniejszą trwałością. W bawarskim sposobie wyrobu fermentacja odbywa się w temperaturze 6 do 8°. Przebiega ona znacznie wolniej i drożdże osiadają warstwą na dnie kadzi, gdyż bąbelki dwutlenku węgla wywiązują się bardzo wolno, spokojnie unosząc się ku górze. Fermentacja taka nazywa się dolną i daje piwo trwalsze, podatne do wywozu i dłuższego leżenia.

W przeciwstawieniu do wina oraz innych napojów alkoholowych, oprócz gorzkiego smaku piwo zawierać musi dwutlenek węgla, bez którego jest mdłe, niesmaczne i do picia nieprzydatne. W celu przysporzenia mu ilości tego gazu, po fermentacji głównej zlewa się piwo do beczek, w których odbywa się jeszcze fermentacja następcza, co prawda bardzo powolna i słaba. Beczki szpuntuje się dopiero na krótko przed oddaniem piwa do użytku. Od tej chwili dalsza fermentacja nasycza piwo gazem, gdyż ten nie może się już ulatniać z beczki zamkniętej. Zawartość dwutlenku węgla w piwie, obliczona na wagę, jest bardzo nieznaczna,

gdyż wynosi zaledwie około 0,2 procentu. Wynika to z wielkiej liczby analiz piwa, które przytaczamy tu w liczbach przeciętnych celem wykazania najważniejszych składników.

Piwo do wyszynku,	Wody	Dwutlen. węgla	Alkoholu	Cukru	Popiołu	Proc.
czyli zimowe	91,81	0,228	3,206	0,442	0,200	%
Leżak, czyli piwo letnie	90,71	0,218	3,679	0,872	0,223	%
Porter	87,10	0,155	5,350	1,340	0,419	%
Piwo jasne	71,64	0,279	2,510	—	0,163	%

Obecnie pozostał nam do omówienia sam alkohol i przetwory z niego wyrabiane.

Odurzające działanie wina znane było od czasów niepamiętnych, jednakże dopiero w 11 stuleciu w Italji udało się wyosobnić z wina sam pierwiastek odurzający, mianowicie zapomocą destylacji, po wynalezieniu retorty, jako właściwego przyrządu destylacyjnego. Skoro do kolby przyrządu destylacyjnego, wyobrażonego na rys. 9 w jego spółczesnej najprostszej postaci, nalejemy wina i będziemy gotować, to w odbieralniku będzie się gromadzić ciecz bezbarwna i przejrzysta jak woda, lecz o zapachu przyjemnym i orzeźwiającym. Destylacja taka jest najprostszym przykładem sposobu pędzenia gorzałki.

Gorzałka zdawała się zawierać niewidzialnego, ukrytego w winie ducha, i stąd właśnie pochodzi jej nazwa łacińska spiritus vini lub krócej poprostu spirytus. Nazwę alkohol, pochodzącą od języka arabskiego, nadał jej dopiero Paracels w roku 1525. Reszta pozostała po wypędzeniu spirytusu, do niczego nieprzydatna, otrzymała nazwę „flegmy“. Od niej pochodzi nazwa deflegmator dla przyrządu używanego do destylacji celem łatwiejszego oczyszczania spirytusu.

Alkohol jest związkciem palnym i po tej własności obecność jego stwierdzić można w każdej cieczy sfermentowanej. Do kolby zaopatrzonej w korek z długą na półtora metra rurką szklaną (rys. 18) wlewamy butelkę piwa i ogrzewamy. Z chwilą, gdy piwo zacznie się gotować, zbliżamy do górnego wylotu rurki płonącą zapalstkę. Uchodząca przez otwór z wrzącego piwa para alkoholu zapala się i płonie wysokim płomieniem, który wkrótce gaśnie,

ponieważ w butelce półlitrowej piwa jest alkoholu niewiele; niemniej spalenie tego alkoholu było najlepszym sposobem stwierdzenia naocznego jego obecności w piwie.

Zamiast spalenia można było alkohol oddestylować, czyli skroplić ponownie jego parę na ciecz, tę zaś zebrać w osobnym naczyniu. W sposób chemiczny łatwo można udowodnić, iż w doświadczeniu powyższem powstaje ten sam alkohol, który otrzymujemy przy destylacji wina.

Posługując się przyrządami metalowymi, zbudowanemi na wzór naszego szklanego przyrządu destylacyjnego (rys. 9), dobywają obecnie z wina bardzo dużo alkoholu, który stosuje się przeważnie do wyrobu koniaku. Dawniej wytwarzano w taki sposób wszystek potrzebny alkohol. Piwo mniej nadawało się do tego celu ze względu na nieznaczną zawartość alkoholu. Zresztą dość wcześnie już poznano sposób dobywania alkoholu ze zboża, mianowicie za pośrednictwem wyrobu wódki zbożowej, co jest znacznie mniej kłopotliwe, niż piwowarstwo. Sposób ten, wynaleziony około r. 1500, opiera się w zarysie na następujących zasadach: za materiał surowy służy głównie żyto, zwykle z dodatkiem jęczmienia. Wyrób rozpoczyna się tak samo, jak w piwowarstwie, od namoczenia i kiełkowania ziarna. Słód przytem otrzymywany przerabia się dalej bez suszenia, czyli w postaci tak zwanego słodu zielonego. Tylko w niektórych przypadkach stosuje się słód wysuszony.

Diastaza, tworząca się w jęczmieniu w procesie słodowania jest w stanie przemienić na cukier znacznie więcej krochmalu, niż go sam słód zawiera. Jeżeli zatem żyto ześrótowane i dla łatwiejszego wyzwolenia krochmalu uprzednio sparzone zalać sło dem i zalać wodą, ogrzaną do 60° , to i wszystek zawarty w niem krochmal również zostanie przemieniony na cukier. Utworzona w ten sposób ciecz słodka zawiera cukier powstały z krochmalu żyta lub jęczmienia i przypomina i w tym również przypadku moszcz winogronowy. Ciecz tę poddaje się fermentacji zapomocą drożdży wyhodowanych na miejscu przez samą gorzelnię. Są to tak zwane drożdże prasowane, obecnie powszechnie do fermentacji stosowane. Piekarze używają ich też do

zaczyniania ciasta przy wypieku pieczywa białego (pszennego), w gospodarstwie domowym służą one do pieczenia ciast.

Drożdże prasowane wyrabia się oddawna już w następujący sposób: przyrządza się brzeczkę z 1 części siodu jęczmiennego i 5 części śrótownego żyta, i poddaje ją fermentacji górnej, sprzyjającej obfitemu rozmnażaniu się drożdży. W tym celu dodaje się drożdży i prowadzi fermentację w temperaturze 30°, czyli naogół bardzo wysokiej. Od roku 1895 zaczęto stosować przepuszczanie powietrza przez brzeczkę fermentującą, gdyż stwierdzono bardzo pomyślny wpływ takiego wietrzenia na wzrost drożdży, a więc też i na wydajność. Wysoka temperatura była potrzebna do wytworzenia w brzeczce pewnej ilości kwasu mlecznego, który sprzyja dobremu przebiegowi fermentacji. Od roku 1900 przekonano się jednak, iż zamiast wytwarzania kwasu mlecznego można dodawać sztucznie kwasu siarkowego, co znacznie upraszcza i przyspiesza pracę, i przez lepszy przebieg fermentacji podnosi wydajność drożdży. Pływająca na powierzchni cieczy masa drożdży zostaje w końcu zdjęta, starannie wymyta wodą, zmieszana z krochmałem w ilości 20% i wyprasowana, t. j. zapomocą prasy uformowana w cegiełki. W tej postaci drożdże znajdują się w handlu pod nazwą prasowanych. Rozwój tej gałęzi prastarego przemysłu fermentacyjnego unaczyniają najlepiej liczby. Ze 100 kilogramów zboża otrzymuje się 14 do 15 procent drożdży i 30 do 32 procent spirytusu. Zastosowanie sposobu przewietrzania brzeczki podniosło wydajność drożdży do 20 procent i zmniejszyło ilość spirytusu do 20 procent. Wprowadzenie kwasu siarkowego ilość drożdży zwiększyło do 40 procent, zmniejszając równocześnie ilość alkoholu tylko do 12 procent.

Wyrób spirytusu z żyta polega na tem, iż ciecz cukrową, otrzymaną zapomocą diastazy słodkiej, zadaje się silnemi drożdżami, które ją szybko sfermentowują. Z chwilą ukończenia fermentacji ciecz poddaje się destylacji. Destylat w postaci wódki zbożowej ma przyjemny smak i zapach, podobnie jak i spirytus z wina, i może być bez dalszych zabiegów użyty do wyrobu wszelkiego rodzaju wódek. Reszta pozostała w kotle de-

stylacyjnym, z której już nic oddestylować nie można, nazywana jest wywarem. Będzie o nim mowa niżej.

Około roku 1820 zaczęto wyrabiać spirytus także i z ziemniaków. Z uwagi na wysoką zawartość krochmalu w ziemniakach, staje się zrozumiałem, iż mogą one służyć za materiał do wyrobu spirytusu, mianowicie przez zcukrowanie krochmalu i zfermentowanie wytworzonego cukru. Rzut oka na liczby przeciętnego urodzaju ziemiopłodów przekonywa, iż z odcinka pola obsadzonego ziemniakami można uzyskać znacznie więcej spirytusu, niż przy uprawie żyta. Już przed laty urodzaj żyta z hektara ziemi wynosił przeciętnie 16000 kg, co dawało około 1040 kg krochmalu; żyto bowiem zawiera około 65% krochmalu. Natomiast z ziemniaków otrzymywano przeciętnie 16000 kg z hektara, a ponieważ zawierają one około 18 procent krochmalu, zatem dawały go 2880 kilogramów.

Widzimy zatem, iż ziemniaki są bardzo wydajnym surowcem do wyrobu spirytusu.

Ziarna krochmalowe w ziemniakach są zamknięte w komórkach. Aby je wyzwolić stamtąd, ziemniaki muszą być najpierw ugotowane. Praktyka dowiodła jednakże, iż w sposób tak prosty nie można uwolnić wszystkiego krochmalu w stopniu wystarczającym do całkowitego zcukrowania zapomocą diastazy słodowej. Warunek ten, niezbędny dla uzyskania dobrej wydajności spirytusu, osiągnięto przez gotowanie ziemniaków nie w naczyniach otwartych, lecz w szczelnie zamkniętych, czyli pod ciśnieniem.

W naczyniu zamkniętem, np. w kotle parowym, wodę jest znacznie trudniej zagotować, niż w otwartem. Punkt wrzenia wody w naczyniu pozbawionem powietrza spada znacznie niżej jej punktu wrzenia normalnego, który pod ciśnieniem zwykłym wynosi 100° Celsjusza. W naczyniu zamkniętem para nie może swobodnie uchodzić z wody ogrzewanej, skutkiem czego wywiera ona ciśnienie na wodę i podwyższa jej punkt wrzenia. Gdy naprz. ciśnienie wzrośnie czterokrotnie w porównaniu z normalnem, czyli będzie wynosić cztery atmosfery, woda będzie wrzała dopiero w temperaturze 150°. W tej to właśnie

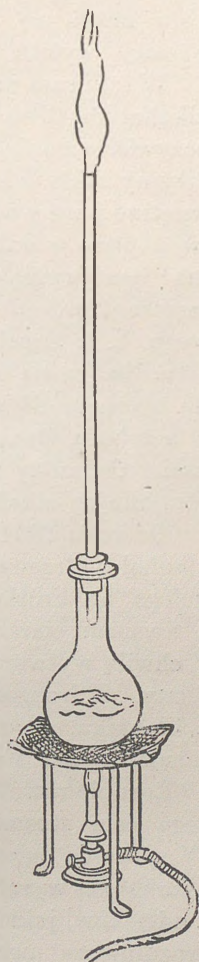
temperaturze, a więc i pod tem ciśnieniem ziemniaki ogrzewa się w tak zwanych parnikach. Z chwilą gdy temperatura w parniku osiągnie 150° , otwiera się wentyl, znajdujący się w dnie parnika, a wówczas ciśnienie wytłacza ugotowaną miazgę ziemniaków do podstawionej kadzi. Tutaj nadmiar ciśnienia ustaje, przeto woda ogrzana o 50° za wysoko, raptownie zaczyna się zamieniać w parę, wydławując na to cały swój nadmiar ciepła. Wskutek tego para rozrywa wszystkie komórki kartofli, oswobodzone zaś i zamienione na klejster ziarna krochmalu łatwo mogą być pod działaniem diastazy zcukrzone. Proces zcukrzania odbywa się w taki sam sposób, jak przy wyrobie wódki żytniej; miazgę kartoflaną rozrabia się z wodą i w temperaturze 60° dodaje słoju jęczmiennego. Otrzymaną ciecz cukrową, przypominającą i w tym przypadku moszcz winogronowy, poddaje się fermentacji zapomocą drożdży. Przez destylację cieczy zfermentowanej otrzymuje się spirytus, reszta zaś przytem pozostała, stanowi wywar.

We wszystkich rodzajach gorzelnictwa, więc tak przy prze-robie żyta, jako też ziemniaków, wywar stanowi doskonałą paszę dla bydła. Łatwo sobie uprzytomnimy, że ze wszystkich składników żyta i ziemniaków w trakcie przerobu ginie tylko krochmal, zamieniony ostatecznie na spirytus; natomiast substancje azotowe, czyli ciała białkowe, pozostają niemal wszystkie w wywarze, stanowiąc o jego pożywnych własnościach. Wywar jest doskonałym uzupełnieniem zwykłej paszy roślinnej, obfitującej przeważnie w krochmal, a ubogiej w białko. To też utrzymywanie gorzelni daje rolnikowi możność hodowania znacznie większej ilości inwentarza, niżby to było możliwe bez gorzelni.

Destylat otrzymywany z wina lub zboża może być bezpośrednio stosowany do wyrobu wódek i likierów, posiada bowiem smak i zapach czysty i przyjemny. Natomiast surowy spirytus kartoflany, czyli tak zwana okowita, przed użyciem do celów przetwórczych musi być wpieryw należycie oczyszczona, czyli rafinowana. Podczas fermentacji brzezki kartoflanej powstaje nie tylko zwykły alkohol i dwutlenek węgla z przemiany cukru, lecz nadto z wytworów rozkładowych białka tworzy się szereg

innych związków, które ze względów chemicznych zaliczono do alkoholi i nazwano alkoholami amyłowemi. Różnią się one od alkoholu zwykłego także i odrębnem działaniem na organizm ludzki, gdyż nawet są trujące. Mieszaninę tych związków, zanieczyszczających okowitę, nazywamy pospolicie olejem fuzlowym. Otóż ten trujący olej fuzlowy musi być z surowego spirytusu usunięty. Taki spirytus kartoflany zawiera zwykle 80 procent alkoholu i 20 procent wody; w mieszaninie tej jest właśnie rozpuszczony olej fuzlowy. Skoro jednak spirytus surowy rozcieńczyć wodą do zawartości tylko 50 procent spirytusu, to mieszanina mętnieje skutkiem wydzielania się drobnych kropelek oleju fuzlowego, który przestaje się rozpuszczać w słabym roztworze spirytusu. Rozcieńczony spirytus 50-cio procentowy filtruje się przez węgiel drzewny, na którym pozostają kropelki oleju fuzlowego. Przy tej sposobności węgiel pochłania i zatrzymuje również barwniki i substancje o przykrym zapachu.

Następnie przesączony spirytus pięćdzieścioprocentowy stęży się z powrotem do 96 procent alkoholu zapomocą odpowiednich aparatów, których sposób działania postaramy się wyjaśnić. Przypomnijmy sobie, jak to zapalaliśmy alkohol u wylotu rurki, osadzonej w korku w szyjce kolby szklanej z wrzącem piwem (rys. 18). Zastosowaliśmy do tego rurkę bardzo długą, nie wyjaśniając powodu tego wówczas. Otóż rurka długa była potrzebna w celu należytego oddzielania się w jej wnętrzu pary alkoholu od pary wodnej. Zapalenie pary alkoholu bezpośrednio u wylotu szyjki kolby nigdyby się nam nie udało ze względu na domieszkę znacznej ilości pary wodnej.



Rys. 18

W rurce długiej para wodna skrapla się wcześniej, niż para alkoholu i spływa z powrotem do kolby, natomiast para alkoholu unosi się dalej znacznie już oczyszczona, dosięgając wreszcie wylotu rurki, gdzie mogła być zapalna.

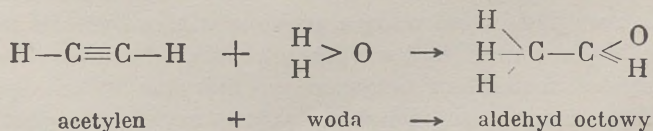
W taki sam mniej-więcej sposób postępuje się, aby otrzymać alkohol możliwie stężony, czyli wysokoprocentowy; przez to oczywiście zmniejszają się koszty transportowe. Na kocioł destylacyjny zakłada się wysoką nasadę w postaci kolumny, w której wewnątrz para wodna zgęszcza się na krople, alkohol zaś skrapla się dopiero w odbieralniku. W ten sposób można jednak otrzymać conajwyżej alkohol 96 procentowy, który przeto zawiera jeszcze 4 procent wody. Otrzymywanie alkoholu 100 procentowego, t. j. zupełnie bezwodnego udało się dopiero przed 100 laty. Osiąga się to zapomocą wapna palonego, które dodaje się do alkoholu 96 procentowego. Wapno odejmuje wodę obecną w alkoholu, lasując się jej kosztem i wiążąc ją przytem chemicznie. Osuszony w ten sposób alkohol destyluje się ponownie, otrzymując alkohol 100 procentowy.

Od roku 1904 wielki przemysł amerykański zaczął wyrabiać alkohol z drzewa. Sposób wyrobu, wynaleziony przez Ewena, polega na krótkotrwałem ogrzewaniu drzewa rozdrobnionego z kwasem siarkowym w kotłach parowych pod ciśnieniem. Z chwilą wytworzenia się cukru kocioł musi być szybko opróżniony. Z rozgotowanej miazgi ługuje się cukier powstały z błonnika, uzyskaną ciecz traktuje wapnem w celu zobojętnienia kwasu siarkowego i poddaje fermentacji z drożdżami. W Europie również wyrabia się alkohol z drzewa, lecz sposób do tego celu stosowany zupełnie różni się od amerykańskiego. W sposobie europejskim głównym celem wyrobu jest błonnik, alkohol zaś wyrabia się od roku 1908 tylko jako wytwór uboczny z odcieków, jakie przy fabrykacji powstają. Istotę tego sposobu zrozumiemy przy uwzględnieniu następujących szczegółów. Jak nam już wiadomo, cukier otrzymuje się zwykle z buraków i trzciny cukrowej, lecz pozatem występuje on w roślinach wogóle; np. w soku klonu cukrowego znajduje się w ilości obfitej. W Kanadzie wyrabiają rocznie około 9 miljonów kilogra-

mów takiego cukru klonowego, który wyróżnia się bardzo przyjemnym aromatycznym smakiem. Pewna ilość cukru znajduje się także w jodle i sośnie. Przy wyrobie błonnika drzewo tych roślin rozgotowuje się z siarczynem wapniowym (będzie o tem mowa w wykładzie ósmym); podczas tej czynności cukier obecny w drzewie przechodzi również do roztworu. Skoro otrzymany roztwór, po zobojętnieniu wapnem kwasu, będzie poddany fermentacji z drożdżami, z cukru wytworzy się alkohol. Ze 100 kilogramów drzewa otrzymuje się w ten sposób około 2 litrów alkoholu. Wyprodukowanie 100 litrów takiego alkoholu, przydatnego do palenia, kosztuje około 35 złotych.

Jednakże istnieje sposób wytwarzania alkoholu z materiału jeszcze tańszego, niż drzewo. Sposób ten, urzeczywistniony w roku 1916, jest dorobkiem ostatnich lat wysiłków techniczno-naukowych ludzkości. Spełnia on marzenia o wytwarzaniu z ciał mineralnych dowolnej ilości związków, które dotychczas były dostępne tylko za pośrednictwem płodów świata roślinnego. Wytwarzanie płodów rolniczych uzależnia nas od wyniku zbiorów, chemja zaś dąży ustawicznie do coraz większego uniezależnienia ludzkości od przyrody.

Za materiał wyjściowy do powyższej fabrykacji alkoholu oraz wielkiej ilości innych związków, aż do sztucznego kauczuku włącznie, służy znany nam już gaz acetylen. Acetylen daje się najdogodniej otrzymywać z karbidu, wytwarzanego w piecu elektrycznym. Stwierdzono doświadczalnie, iż acetylen podczas przepuszczania przez wodę zakwaszoną, w której znajduje się domieszka związków rtęci, pochłania składniki wody i przeistacza się przytem na aldehyd:



Osobliwa nazwa aldehyd wprowadzona jest przez Liebiga. Oznacza ona alkohol dehydrogenatus, czyli alkohol, któremu

odjęto część atomów wodoru. W ten sposób z każdego normalnego alkoholu można otrzymać odpowiadający mu aldehyd; zatem liczba aldehydów jest równie wielka, jak i liczba alkoholi. Ugrupowanie atomów, cechujące aldehydy, czyli tak zwana grupa aldehydowa, jak to stwierdzono doświadczalnie, jest bardzo uzdolnione do reagowania. Dlatego też, biorąc za punkt wyjścia aldehydy, okazało się możliwem zapomocą różnych sposobów otrzymywać niezliczoną ilość związków nowych. Między innemi właśnie przez przyłączenie wodoru do aldehydu, z którym w danym przypadku mamy do czynienia, i który nazywa się aldehydem octowym, można otrzymać alkohol. Takie przyłączenie wodoru nazywamy redukcją. Powstaje przytem ten sam alkohol, który otrzymuje się z ziemniaków, zboża lub drzewa. Zjednoczone fabryki chemiczne niemieckie posiadają w Ludwigshafen nad Renem urządzenie do wytwarzania 30000 hektolitrow w spirytusu karbidowego rocznie. Szwajcarja całe swoje zapotrzebowanie pokrywa spirytusem w ten sposób wytwarzanym.

Alkohol przeznaczony do celów spożywczych jest przez Państwo opodatkowany i z tego źródła wpływają do skarbu państwowego miliony złotych dochodu rocznie. Alkohol używany do celów technicznych jest wolny od tego podatku. Jednakże ze względu na to, iż w obu przypadkach jest to jeden i ten sam produkt, należało znaleźć sposób na to, aby spirytus przeznaczony do palenia i celów technicznych nie był potajemnie używany do picia. Taki spirytus nie może być pozbawiony swych zasadniczych własności chemicznych, przedewszystkiem zaś palności, lecz zapomocą odpowiednich domieszek musi być tak zmieniony, aby utracił własności wódki, a przez smak, zapach i wygląd budził wstręt; wreszcie winien być tak zaprawiony, aby nie mógł być w sposób prosty i bez kłopotliwych przyrządów zpowrotem oczyszczony. Spirytus w ten sposób zmieniony nazywa się denaturowanym, czyli skażonym. Do skażania stosuje się między innemi tak zwane zasady pirydynowe.

Jak wiadomo, podczas wyrobu gazu świetlnego, jako wy-

twory poboczne powstają amonjak i maź pogazowa. W mazi tej znajdują się związki azotowe, które pod względem chemicznym trzeba uważać za pochodne amonjaku i jak on mające przenikliwy i niekiedy bardzo przykry zapach. Można je otrzymywać przez destylację mazi pogazowej, i właśnie zasady pirydynowe należą do wytworów przy tej destylacji dobywanych. Obrzydliwy zapach naszego spirytusu skażonego pochodzi od obecności tych zasad.

Przetwarzanie czystego spirytusu na wódki i likiery jest bardzo proste. W zasadzie polega ono na odpowiednim rozcieńczeniu spirytusu, słodzeniu i przyprawianiu esencjami owocowymi. Esencje te wyrabiane są w fabrykach z owoców i wypuszczane do handlu w postaci gotowej do użytku. Obecnie jednak wytwarza się tak zwane sztuczne etery owocowe sposobem chemicznym bez owoców, i przetwory te coraz bardziej rugują z użycia esencje owocowe naturalne. Niektóre wódki wyrabia się jednak na różnych częściach roślin, jako tak zwane nalewki, których sposób przyrządzania znany jest ogólnie. Mają one smak i zapach odpowiednich części roślinnych.

Inaczej ma się sprawa z koniakiem, arakiem, rumem i wódką, zwaną whisky. Trunki te wyrabia się przez destylację cieczy sfermentowanych. Zawdzięczają one smak swój tylko substancjom, które podczas destylacji ulatniają się razem z alkoholem. Do pewnego stopnia należy je uważać za spirytus nieoczyszczony, z cieczy tych otrzymany, o smaku bardzo przyjemnym. Koniak destyluje się z wina, barwę zaś swą zawdzięcza temu, iż leżąc przez czas dłuższy w beczkach dębowych, wyciąga z drzewa żółty barwnik. Arak wyrabiają w Indjach przeważnie zapomocą destylacji sfermentowanego ryżu. Przerabianie ryżu na napój alkoholowy w głównych zarysach odpowiada oczywiście naszemu wyrobowi wódki z żyta. Rum produkują na Antyllach ze sfermentowanego syropu z trzciny cukrowej. Whisky otrzymują w Ameryce z kukurydzy. Trunki te, jak to wynika ze sposobu ich wytwarzania, jako cieczce destylowane, nie zawierają wcale cukru, gdyż ten destylacji nie ulega; dlatego też, w przeciwieństwie do wódek słodkich, mogą być używane przez ludzi chorych na cukrzycę.

Skład niektórych trunków przytaczamy niżej na podstawie odnośnych analiz:

	Alkoholu		Cukru
Koniak	53,82 %	na objętość	—
Arak	60,74 „	„	—
Rum	77,62 „	„	—
Likier kminkowy	33,90 „	„	31 18 %
Benedyktyn	46,20 „	„	2,57 „

Doświadczenie poucza, iż wino i piwo, wystawione w ciągu pewnego czasu na działanie powietrza, kwaśnieją, tracą swe odurzające własności i nabierają tak ostrego smaku, iż stają się niezdatne do picia. Te nowoutworzone ciecze mogą być jednak używane do zaprawiania potraw, którym nadają przyjemnego smaku kwaskowatego. Podczas kwaśnienia cieczy, zawierających alkohol, ten ostatni zamienia się na kwas octowy; ciecz przytem powstająca nazywa się octem.

Przekonaliśmy się już, jak łatwo sok winogronowy przemienia się na wino; również łatwo z wina otrzymać można ocet winny. Przemiana alkoholu na kwas octowy polega na utlenianiu, czyli doprowadzaniu tlenu. Dlatego też w pracowni chemicznej alkohol można łatwo przemienić na ocet zapomocą środków utleniających. Jednakże zwykły tlen obecny w powietrzu może działać na alkohol utleniająco dopiero w obecności pewnego grzybka, zwanego bakterją octową, *mycoderma aceti*. Bakterja ta, jak wiele drobnych, niedostrzegalnych gołym okiem żyjątek, obecna jest w powietrzu wszędzie, a dostawszy się do środowiska, w którym znajduje się już trochę octu, szybko się rozmnaża i rozpoczyna swoją działalność.

Otrzymywanie octu winnego od dawien dawna odbywa się w następujący sposób: do kadzi dębowej nalewa się nieco wrzącego octu, żeby się drzewo dobrze nim nasyciło, poczem wypełnia się ją do dwóch-trzecich winem. Na tym poziomie znajduje się w kadzi przegroda dziurkowana, aby powietrze łatwy miało dostęp do powierzchni cieczy. Po 14 dniach ciecz całkowicie przemienia się na ocet gotowy już do użytku. Przez umieszczony

w dole kadzi wylew spuszcza się połowę octu i do reszty dolewa świeżego wina, pozostawiając znów do skwaśnienia. W ten sposób postępować można przez lata całe, względnie dopóty, aż zajdzie potrzeba oczyszczenia kadzi. Koniecznym wszakże warunkiem jest tutaj, aby wino nie zawierało więcej, jak 10 procent alkoholu, w razie przeciwnym kwaśnienie postępuje nieprawidłowo. Wina mocniejsze należy odpowiednio rozcieńczyć wodą.

W taki sam sposób przerabiać można także wina owocowe i piwo. Piwo zwykłe, jakie znajduje się w sprzedaży, daje oczywiście ocet ze smakiem gorzkawym, powodowanym przez obecność chmielu; podczas kwaśnienia piwo tej goryczy nie traci. Dlatego też dawniej robiono piwo bez dodatku chmielu i nie używano go do picia, lecz przerabiano na ocet.

Ponieważ wyrób octu polega tylko na utlenianiu alkoholu, przeto każdy spirytus, czy z żyta, czy z kartofli otrzymywany, jednakowo nadaje się do fabrykacji. Dziś większa część octu, znajdującego się w handlu, jest tą właśnie drogą otrzymywana. Spirytus rozcieńcza się wodą do 10 procentowej zawartości alkoholu i w tej postaci można go przerobić na ocet tak samo, jak wino. Jednakże otrzymuje się przytem wydajność znacznie mniejszą, niż z wina, a to ze względu na brak w spirytusie rozcieńczonym wodą substancyj odżywczych, niezbędnych do odżywiania bakterij. Dlatego też od roku 1820 wprowadzono nieco zmieniony sposób tak zwanego pośpiesznego wyrobu octu.

Stosuje się tu wysoką kadź z podwójnem dnem dziurkowanem, wypełnioną wiórami bukowemi, nasyconemi starym octem. Kadź ma z boków liczne otwory, tak przewiercone, że wpuszczają do wnętrza powietrze, lecz nie wypuszczają cieczy. Spirytus rozcieńczony znajduje się w zbiorniku, umieszczonym na kadzi, i stąd powoli kapie na wióry, spływając po znacznej ich powierzchni. Równocześnie powietrze utlenia go łatwo właśnie wskutek wielkiej powierzchni działania, zamieniając na kwas octowy, który zbiera się na spodzie kadzi pod dnem wewnętrznem dziurkowanem wraz z resztą cieczy. Aby wszystek alkohol został przemieniony na kwas octowy, ciecz przepuszcza się w ten

sam sposób przez wióry trzy- lub czterokrotnie. Najmocniejszy ocet spirytusowy w ten sposób otrzymany zawiera nieco ponad 10 procent kwasu octowego. Analizy różnych gatunków octu wykazały następującą zawartość kwasu octowego.

Ocet spirytusowy	10,30 %
„ winny	5,37 „
„ zwyczajny biały	4,63 „
„ zwyczajny ciemny	3,55 „

W użyciu znajduje się też esencja octowa. Jest to ciecz, zawierająca 80 procent kwasu octowego; rozcieńczona odpowiednio wodą, daje ocet przydatny do różnych celów domowych. Esencji octowej nie można wyrabiać sposobem przed chwilą opisanym, gdyż ten pozwala otrzymywać co najwyżej ocet 10 procentowy ze spirytusu rozcieńczonego tej samej mocy. Kwas, znajdujący się w esencji octowej, wyrabia się w zupełnie inny sposób, mianowicie jest jednym z wytworów suchej destylacji drzewa.

Zapomocą destylacji węgla kamiennego wyrabia się, jak to już było wyłożone wyżej, przedewszystkiem gaz i ubocznie woda amonjakalna, maź pogazowa i koks. Podobne wytwory powstają także i podczas suchej destylacji drzewa, jednakże gaz z drzewa świeci zbyt słabo i dlatego nie jest używany. Smoła drzewna znajduje zastosowanie do smarowania drzewa budulcowego, statków rzecznych, parkanów i t. p. Destylat wodny, przy tej destylacji uzyskiwany, jest zasadniczo różny od wody amonjakalnej z węgla, gdyż jest kwaśny, natomiast woda amonjakalna jest zasadowa. Destylat ten nazywany jest octem drzewnym, a ten jest najważniejszym wytworem suchej destylacji drzewa. Fourcroy wykazał w r. 1794, iż ocet drzewny zawiera cenny dla nas kwas octowy, coprawda z domieszką kilku innych związków. Ale i te związki znalazły ważne zastosowanie do różnych celów praktycznych. Jako reszta, nie ulegająca dalszej destylacji, pozostaje w retortach nie koks, jak w przypadku węgla kamiennego, lecz zwykły węgiel drzewny.

Z octu drzewnego prócz kwasu octowego dobywa się też spirytus drzewny. Pod względem chemicznym jest to najprostszy

alkohol, jaki wogóle może istnieć. Nazywamy go alkoholem metylowym. Nie nadaje się on zupełnie do picia, tak samo, jak alkohole, znajdujące się w oleju fuzlowym, lecz jest przydatny do wielu celów technicznych i do palenia. Alkohol metylowy, względnie spirytus drzewny jest trujący. Zanotowano wiele przypadków śmierci i ślepoty po jego wypiciu. Użyty nawet do lakierów i politory, częstokroć był przyczyną porażenia nerwu wzrokowego. Dlatego ostrożnie z nim! Prócz alkoholu metylowego ocet drzewny zawiera także nieco acetonu, który stosuje się jako rozpuszczalnik do wyrobu lakierów i błon przejrzystych. Obydwa te związki odpędza się z octu drzewnego zapomocą destylacji, zaś pozostały kwas octowy wiąże wapnem gaszonem, z którym tworzy octan wapniowy. W celu otrzymania kwasu octowego octan wapniowy oblewa się w kotle żelaznym kwasem siarkowym i poddaje destylacji. Kwas octowy uchodzi w postaci pary, która się zgęszcza w oziębionym odbieralniku na ciecz bezbarwną. Przez odpowiednie rozcieńczenie wodą otrzymuje się kwas 80 procentowy, zwany esencją octową.

Najnowszy sposób wyrobu kwasu octowego opiera się na karbidzie. Jeżeli aldehyd, który otrzymać można z karbidu, zostanie utleniony, wówczas przemienia się na kwas octowy. Wpominiana powyżej grupa aldehydowa COH przeobraża się wówczas na grupę COOH, która cechuje wszystkie kwasy organiczne. Nieraz zapewne mieliśmy sposobność spożycia z potrawami takiego octu otrzymanego z ciał mineralnych, ponieważ wyrób jego, podobnie jak wyrób alkoholu na tej samej drodze, znaczne już obecnie przybrał rozmiary.

Wykład szósty

Proch strzelniczy. Ogień grecki. Piorunian rtęci. Bawełna strzelnicza. Dynamit. Kollodium. Żelatyna wybuchowa. Chlorany wybuchowe. Lakier z nitrocelulozy. Celuloid. Błony przejrzyste. Wełna. Bawełna. Jedwab. Wełna sztuczna. Karbonizacja. Bawełna merceryzowana. Jedwab sztuczny.

O saetrze była już wzmianka gdyśmy omawiali zastosowanie saletry sodowej w rolnictwie nowoczesnem. Inną zupełnie rolę odgrywa bardzo blisko spokrewniona z saetrą sodową saletra potasowa. Stanowiła ona podstawę wszystkich gatunków dawnego prochu strzelniczego, które od roku 1886 stopniowo zostały wyrugowane przez proch bezdymny.

Przystępując do omawiania związków wybuchowych, musimy sobie uprzytomnić, iż kwas azotowy jest wytworem utlenienia azotu, czyli że jest to związek bogaty w tlen. Saletra potasowa, zwana także azotanem potasowym, jest to sól tworząca się z połączenia kwasu azotowego z ługiem potasowym.

Ług potasowy, jak wogóle wszystkie ługi, jest zasadą. Ługi stanowią trzecią wielką grupę związków chemicznych, obok soli i kwasów. Między temi trzema grupami związków zachodzi ścisła łączność, wyrażająca się w tem, iż przez połączenie kwasów i zasad tworzą się sole. Np. z połączenia kwasu solnego i ługu sodowego powstaje znana nam sól kuchenna, zaś saletra potasowa — z połączenia kwasu azotowego i ługu potasowego.

Jeżeli kwasem azotowym działać będziemy zamiast na ług potasowy na takie substancje jak błonnik, to i w tym przypadku utworzy się związek; mianowicie „grupa nitrowa“ obecna w kwasie azotowym przyłącza się do błonnika. Nazwa „grupa nitrowa“ pochodzi od wyrazu łacińskiego nitrum, który oznacza saetrę. Z błonnika tworzy się wówczas związek, zwany nitrobłonnikiem albo nitrocelulozą, który stanowi podstawę wszystkich nowoczesnych materiałów wybuchowych oraz prochu bezdymnego.

Starożytni Grecy i Rzymianie nie mieli saletry, więc też nie znali mieszanin podobnych do prochu. Zdaje się, iż saletra sprowadzona została poraz pierwszy do Bizancjum — stolicy państwa greckiego — w piątym stuleciu z dalekich Indyj lub też z Chin. Otóż w arsenale bizantyjskim przekonano się, iż po zmieszaniu saletry z ciałami łatwo palnymi tworzy się mieszanina tak wybitnie palna, iż po zapaleniu nie daje się ugasić aż do zupełnego spłógnięcia. Własność ta zależy od wysokiej zawartości tlenu w saletrze, wynoszącej 47,5 procent. Mieszając zatem saletrę z substancjami palnymi, wprowadzamy ten najważniejszy dla wszelkiego rodzaju spalania pierwiastek niejako w postaci stałej.

Również w Bizancjum odkryto, iż mieszanina najpodatniejsza do palenia się powinna zawierać saletrę, węgiel i siarkę. Tego rodzaju mieszaniną był „ogień grecki“, i dzięki posiadaniu jego tajemnicy miasto przez długi okres czasu skutecznie odpierało napaści licznych swych wrogów. Posiłkując się tym ogniem mieszkańcy miasta w siódmym wieku spalili wiele okrętów floty Arabów, którzy też wreszcie zupełnie zaniechali swych zamiarów zdobywczych. Natomiast mieszkańcy zachodnich krańców Europy, nie znając jeszcze tego środka obronnego, nie byli w stanie oprzeć się Arabom, którzy też w r. 711 zdobyli Hiszpanję i na całe wieki stali się panami całego prawie kraju. W 10 wieku Bizancjum z pomocą ognia greckiego jeszcze raz skutecznie odparło groźne najścia Bułgarów.

Ogień grecki przyczynił się zatem w wysokim stopniu do ukształtowania się historii świata, a z biegiem czasu, gdy zeń powstał proch strzelniczy, wpływ ten stawał się coraz wybitniejszy.

Zdumiewa, iż Bizantyjczykom udało się tak długo, bo 500 do 600 lat, utrzymać w głębokiej tajemnicy skład chemiczny ognia greckiego; niepodobna bowiem przypuścić, żeby liczni wrogowie, którzy w ciągu tego czasu mieli sposobność doświadczyć na sobie jego skutków, nie usiłowali pojąć tej tajemnicy. Najstarsze dokumenty pisane, dotyczące składu ognia greckiego, pozostawił pisarz bizantyjski Marcus Graecus. Około r.

1200 napisał on książkę, która dotarła do nas w przekładzie łacińskim pod tytułem: „Liber ignium ad comburendos hostes“, co po polsku oznacza: „Księga, traktująca o ogniach do spalania wrogów“. Godnem uwagi jest to, że mieszanina, którą autor podaje dla przygotowania ognia greckiego, była bardzo zbliżona do prochu wojennego, jaki wówczas znano w Europie.

Skład ognia greckiego podany przez Marcusa Graecusa		Skład prochu wojennego z roku 1886.
Siarki	11 procent	10 procent
Węgla	22 „	16 „
Saletry	67 „	74 „

Nie dowiemy się zapewne nigdy, gdzie i kiedy odkryto ową tajemniczą siłę odpierającą, czyli jak się dziś wyrażamy, siłę wybuchową tej mieszaniny; nie miała ona równej sobie w żadnym dostępnym sposobie praktycznego wytwarzania energii, z wyjątkiem tylko naturalnych sił przyrody. Jednakże z chwilą poznania tej siły bardzo prędko nauczono się stosować ją do celów wojennych. W roku 1326 odlano pierwsze działa metalowe, które nabijano kulami żelaznymi. W opisach bitew i oblężeń z owych czasów znajdujemy wzmianki o liczbie użytych wówczas dział. O wiele powolniej postępowała sprawa zmniejszenia broni palnej i stopniowego przekształcania jej na broń ręczną.

Znacznie później niż do celów wojennych weszło w użycie zastosowanie prochu do celów pracy pokojowej, mianowicie do górnictwa; stało się to dopiero około r. 1627. Do tego czasu tylko młot i dłuto obok podkładania ognia były dla ludzkości wyłącznie środkami pomocniczymi przy mozolnej pracy wśród twardych skał. Podkładanie ognia odbywało się w taki sposób, iż skałę ogrzewano i potem oblewano wodą, przez co stawała się kruchą i łatwiej poddawała działaniu młota i dłuta.

Proch czarny był łatwy do wyrobu; wystarczyło tylko po prostu zmieszać z sobą trzy sproszkowane składniki. Mieszanie takiego prochu, który i dziś jeszcze wyrabia się do celów górniczych, nie wymagało już wielkich ulepszeń; zorientowano

się też oddawna co do najodpowiedniejszej grubości ziarna tego prochu. Jako przykład działania takiego prochu ziarnistego może posłużyć to, iż fabryka Kruppa wystawiła na wystawie wszechświatowej w Chicago działo, które przy ładunku 115 kilogramów prochu wyrzucało pocisk ważący 215 kg na odległość 20226 metrów. Pocisk przestrzeń tą przebywał w ciągu 71 sekund, a łuk przezeń opisywany osiągał 6421 metrów wysokości. W roku 1912 strzelano już na odległość 32 kilometrów, co prawda przy użyciu prochu doskonalszego, a słynne działa niemieckie („gruba Berta“) ostrzeliwały w r. 1916 Paryż z odległości 128 kilometrów. Takie niespodzianki przygotowuje dla ludzkości pomysłowy genjusz człowieka, wyzyskany w znaczeniu ujemnem dla kultury.

Pociski armatnie, przebywając w szybkim pędzie znaczną przestrzeń, silnie się rozgrzewają wskutek tarcia o powietrze, tak że nawet mocno twarde czuby stalowe granatów tracą przytem swą twardość i zdolność przebijania przeszkód. Wielkim też, choć w zasadzie prostym był wynalazek pewnego inżyniera szwedzkiego, który w r. 1903 zastosował do pocisków nasady stalowe. Nasady te co prawda również się rozgrzewają, jednakże czuby stalowe pocisków zachowują swą twardość. Granaty z takimi nasadami przebijały płyty stalowe pancerne w sposób dotąd nieznany. Zostało to stwierdzone w bitwie morskiej pod Tsuszimą, w której takimi właśnie granatami Japończycy poraz pierwszy rozgromili flotę rosyjską.

Postępy chemji nowoczesnej spowodowały gruntowne zmiany także i w dziedzinie wyrobu prochu. Chemicy oddawna znali związki, które z powodu nadmiernie wybuchowych własności nie mogły być stosowane do broni palnej; najczęściej bowiem rozrywały lufę, zanim jeszcze zdołały wyrzucić z niej kulę. Jeden tylko związek znalazł zastosowanie w technice broni palnej, mianowicie piorunian rtęci, który wybuchu już od uderzenia. Używano go dawniej, jak i obecnie, do wyrobu spłonek, zapalających w lufie broni proch po uderzeniu kurka. Do roku 1840 zapalanie prochu było o wiele mniej pewne i zawodne; z początku posługiwano się w tym celu lontem i dopiero znacznie

później bardziej dogodnymi skałkami krzemiennymi, działającymi jak krzesiwo, więc dającymi iskry.

Proch strzelniczy, wybuchając, tworzy dużo dymu, który pochodzi z saletry i potasu. Potas jest to metal, który podczas wybuchu przeistacza się na siarczek potasowy oraz inne podobne związki. Są to ciała stałe, które wybuch rozrzuca dookoła w postaci bardzo subtelnie rozdrobnionej i które przez czas dłuższy unoszą się w powietrzu, tworząc ciężką chmurę dymu.

Zupełnie inaczej zachowują się nowoczesne gatunki prochu. Wybuchają one, nie wytwarzając dymu i stąd nazwa proch bezdymny. W taki sposób działa np. bawełna strzelnicza. Na czym więc polega właściwie ta nadzwyczajna różnica pomiędzy prochem dawnym i obecnym? Bawełna jest błonnikiem, a jej cząsteczka zasadniczo składa się z sześciu atomów węgla, pięciu atomów tlenu i dziesięciu atomów wodoru; należy przeto do węglowodanów o składzie $C_6H_{10}O_5$. Traktowany tak zwaną mieszaniną „nitrującą“, składającą się z kwasu azotowego i siarkowego, błonnik łączy się z grupami nitrowymi i wytwarza bawełnę strzelniczą, która pod względem chemicznym stanowi związek jednorodny; natomiast proch dawniejszy jest możliwie dokładną mieszaniną kilku ciał różnorodnych. Proch ten wybuchu stosunkowo powoli, bezdymny zaś momentalnie i przy całkowitym rozpadzie cząsteczki. Kilogram prochu wymaga do spalenia się około setnej części sekundy, natomiast kilogram bawełny strzelniczej tylko $\frac{1}{50000}$ sekundy.

Podczas spalania się bawełny strzelniczej powstaje z węgla dwutlenek węglowy, z wodoru zaś woda, do czego w części przyczynia się tlen, obecny już w samej bawełnie pierwotnej, w części zaś, i to przeważnej, pochodzący z grup nitrowych, znajdujących się w dostatecznej ilości w cząsteczce nitrocelulozy. Wreszcie azot, będący składnikiem grup nitrowych, ulatnia się w postaci gazu wolnego. Widzimy zatem, iż podczas wybuchu tworzą się tylko same gazy, mianowicie dwutlenek węgla, azot i para wodna, która oczywiście musi powstać z wody w wysokiej temperaturze wybuchu. Wszystkie te gazy są bezbarwne, są przeto dla oka nieuchwytnie. Dlatego to mówimy, iż bawełna

strzelnicza spala się bez dymu i podczas wybuchu pozornie znika bez śladu.

Bawełna strzelnicza jest najpierwszym materiałem wybuchowym, którego użyteczność stwierdzono w nowszych czasach. Wkrótce po jej wynalezieniu, około roku 1846, w niektórych państwach wytwarzano ją w znacznych ilościach. Zapasy tego materiału, gromadzone na wypadek użytku, bardzo często wybuchwały pozornie bez żadnej przyczyny zewnętrznej, wyrządzając wielkie spustoszenia. Spowodowało to nieufność dla tego środka na dłuższy przeciąg czasu i dopiero po trzydziestoletnich badaniach i doświadczeniach zdołano wyrób bawełny strzelniczej na tyle udoskonalić, iż obchodzenie się z nią stało się zupełnie bezpieczne.

Dodać należy, iż bawełna strzelnicza mokra jest równie, a nawet bardziej podatna do wybuchu, niż sucha. Najpierwsze torpedy napełniano 12 kilogramami bawełny strzelniczej, sprasowanej pod wielkiem ciśnieniem. Obecnie do tego celu używa się 150 kilogramów trójnیتrotoluolu, który jest materiałem o jeszcze większej sile wybuchowej.

Nic przeto dziwnego, iż nawet najpotężniejsze pancerniki, ugodzone takim pociskiem, nie są w stanie oprzeć się jego kruszącej potędze. Co dziwniejsze, iż nabijanie torped materiałem tak wielce wybuchowym jest czynnością zupełnie bezpieczną; większość bowiem nowoczesnych materiałów wybuchowych, jak i mokra bawełna strzelnicza, wogóle nie wybuchają nawet przy zetknięciu się ze zwykłym płomieniem. Wybuch następuje dopiero od tak zwanego zapłonu wstępnego, który wynalazł Alfred Nobel. Pod tą nazwą należy rozumieć uderzenie niesłychanie szybkie w pojęciu fizycznym. Takie uderzenie można spowodować przez eksplozję piorunianu rtęciowego. Jeżeli więc torpedę, nabitą wilgotną bawełną strzelniczą, zaopatrzyć w zapłon z piorunianu rtęciowego, to wskutek wybuchu zapłonu energia ruchu falowego powoduje zmianę w układzie atomów w cząsteczce bawełny strzelniczej. Zmiana ta jest tak gwałtowna, iż pociąga za sobą nagły rozpad całej cząsteczki, a więc i całej masy wybuchowej, ujawniający się w postaci wy-

buchu, bez względu na to, czy bawełna była sucha, czy mokra. Piorunian rtęci, wybuchając, wywiera ciśnienie 27400 atmosfer, co świadczy, iż uderzenie przezeń wywierane jest tak wielkie, iż musi pobudzić do działania każdy będący w spoczynku materiał wybuchowy. Czynność zapłonu wstępnego można jeszcze spotęgować przez dodanie do piorunianu rtęci azotku ołowowego.

Zanim jeszcze zdołano bawełnę strzelniczą uczynić bezpieczną w użyciu, znano już inny, nowy materiał wybuchowy, który stosowano do celów, nie mających nic wspólnego z wojną, więc np. w górnictwie. Tym materiałem jest dobrze dziś znany każdemu ze słyszenia dynamit. Czemże właściwie jest ten środek wybuchowy?

W swoim czasie poznaliśmy już glicerynę, jako jedną z części składowych tłuszczów. Otóż gliceryna pod działaniem omawianej poprzednio mieszaniny nitrującej ulega nitracji, tworząc trójnitroglicerynę, czyli łączy się z trzema grupami nitrowemi. Utworzony związek obfituje zatem w składnik decydujący o jego własnościach wybuchowych. Nitrogliceryna jest cieczą, podobnie jak i gliceryna, a w tej postaci do celów wybuchowych mało jest odpowiednia. Można jednak otrzymać z niej materiał bardzo dogodny do użytku przez wymieszanie z bardzo miłąłkim piaskiem. Sposób ten podał chemik szwedzki Nobel. Przy odpowiedniej ilości piasku powstaje prawie sucha masa sproszkowana, praktyczna w zastosowaniu. Zamiast piasku zastosował Nobel ziemię okrzemkową, substancję mineralną niezmiernie lekką i miłąłką, której pokłady znajdują się w wielu miejscowościach jako pozostałość po drobnych wodorostach jednokomórkowych. Ziemia okrzemkowa napojona nitrogliceryną stanowi właśnie dynamit, zapomocą którego przekopano tunel St. Gotharda, łączący Niemcy z Włochami, oraz dokonano niezliczonych dzieł ku pożytkowi ludzkości.

Posługując się obliczeniami matematycznymi, balistyka, czyli nauka o działaniu broni palnej ustaliła, iż stosując zamiast dawnego prochu materiał wybuchowy silniejszy, można zmniejszyć średnicę lufy, a więc i całą wielkość broni palnej ręcznej,

a mimo tego osiąga się o wiele lepsze wyniki ogólne. Rozpoczęły się więc poszukiwania nowego, silniejszego prochu bezdymnego do broni ręcznej, a doświadczenie skierowało wysiłki w stronę najodpowiedniejszych do tego celu związków nitrowych.

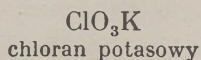
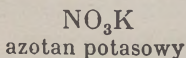
Zapomocą nitracji fenolu — znanego środka dezynfekcyjnego, pospolicie zwanego karbolem — otrzymano trójnitrofenol. Związek ten powstaje przez łączenie się cząsteczki fenolu z trzema grupami nitrowymi. Był on znany od dawna i pod nazwą kwasu pikrynowego stosowany był do farbowania wełny i jedwabiu na kolor żółty. Związek ten ma smak gorzki, skąd też wynikała nazwa jego, gdyż pikros oznacza po grecku gorzki. Kwas pikrynowy można bezpiecznie topić na gorąco i w tej postaci jeszcze lepiej działa jako materiał wybuchowy, ponieważ wybuchu tylko od zapłonu wstępnego. Używano go też do prochów bezdymnych w znacznej ilości. Niemniej dalsze prace nad nowymi, jeszcze silniejszymi środkami wybuchowymi nie ustawały. Już w r. 1891 zaczęto nitrować toluol, który tak samo, jak fenol otrzymuje się przy destylacji mazi pogazowej. W ten sposób otrzymano trójnitrotoluol, który również wybuchu tylko od zapłonu wstępnego i który bezpiecznie można przechowywać w ciągu czasu dowolnego bez wszelkich obaw o samozapłonienie się. Był on uprzywilejowanym materiałem wybuchowym niemieckim, jako środek niemal idealny, bo i bardzo energiczny i bezpieczny w użyciu, niewrażliwy na uderzenia, nie działający na metale, jak żelazo, ołów i inne, wreszcie także i nie trujący.

Bawełna strzelnicza okazała się również materiałem wybuchowym odpowiednim do broni palnej. Zwłaszcza jej własność rozpuszczania się w pewnych cieczach, przydatnych do wyrobu prochu, zdecydowała o zastosowaniu tego materiału do celów omawianych. Znane nam dobrze kolodjum jest to właśnie rozwiązanie bawełny strzelniczej w mieszaninie alkoholu i eteru. Jeżeli kolodjum rozlać na płaszczyźnie, to alkohol i eter ulatniają się i pozostaje przejrzysta błonka, której grubość zależy od ilości wziętego kolodjum. Wystarczy poprostu błonkę taką pociąć na drobne płatki, a otrzymamy proch bezdymny.

Sama tylko bawełna strzelnicza dawała proch zbyt silny do dawniejszej broni palnej, grożący rozerwaniem lufy przed wyrzuceniem kuli. Zaczęto więc dodawać do bawełny rozpuszczonej różnych obojętnych substancyj. Przez jakiś czas stosowano do tego celu kamforę, która niejako rozcieńczała bawełnę strzelniczą, dając prochy bezdymne o dowolnej sile działania, zależnie od potrzeb. Jednakże broń najnowsza wytrzymuje doskonale proch bezdymny nierozcieńczony.

Materiał wybuchowy najsilniejszy, nie nadający się do broni ręcznej, lecz odpowiedni dla artylerji oraz do celów górniczych, otrzymuje się przez oblanie bawełny strzelniczej nitrogliceryną. Powstaje przytem masa galaretowata, ponieważ bawełna się nie rozpuszcza w nitroglicerynie, lecz tylko pęcznieje. Jest to tak zwana żelatyna wybuchowa, najgwałtowniejszy z pośród wszystkich znanych środków wybuchowych. Siła działania tego środka może być nieco regulowana przez zmniejszanie lub zwiększanie zawartości bawełny strzelniczej, ale potędze jej nic nie zdoła dorównać, ponieważ działanie nitrogliceryny nie tylko że nie jest tutaj osłabione przez różne dodatki, jak np. piasek w dynamicie, lecz przeciwnie, znacznie jest spotęgowane przez bawełnę strzelniczą. Podczas wojny światowej zastosowano również szereg innych związków nitrowych, lecz działanie ich polegało tylko na zjawiskach już przez nas omówionych.

Poznaliśmy zatem dostatecznie dawny proch strzelniczy oraz powody, które skłoniły do zastosowania nowoczesnego prochu bezdymnego. Poczyniono nadto niezliczone doświadczenia w innym także kierunku, celem wynalezienia stosownych prochów oraz środków wybuchowych. Jeżeli np. atom azotu w saetrze będzie zastąpiony przez atom chloru, to powstaje związek nowy, zwany chloranem potasowym. Stosując skrócone oznaczenia dla obu pierwiastków — N — dla azotu (od nazwy nitrogenium) i Cl — dla chloru, możemy dla obu tych związków przytoczyć następujące wzory chemiczne, które wskazują na wielkie pomiędzy nimi podobieństwo:



Chloran potasowy odkryty był przez Bertholleta pod koniec ósmnastego stulecia. Odrazu też zaproponował on go w zastępstwie saletry, i rząd francuski polecił zastosowanie tego środka do wyrobu prochu w jednej z fabryk państwowych. Wynik był fatalny. W dniu rozpoczęcia fabrykacji już po obiedzie nastąpił wybuch, który pozbawił życia kilku robotników i przypadkowo obecną w fabryce damę. Mieszaniny, zawierające chloran potasowy, okazały się niesłychanie wrażliwe na tarcie lub uderzenie, tak iż w ciągu przeszło stu lat było zupełnem niepodobieństwem stosowanie tego środka nawet do wyrobu materiałów wybuchowych do celów technicznych. Dopiero około r. 1908 udało się w Niemczech otrzymać zeń materiały kruszące o niezwyklej sile, mianowicie przez dodanie do mieszaniny chloranu potasowego substancyj zmniejszających tarcie, jak oleje i wosk. Materiały takie wybuchają dopiero od zapłonu wstępnego, dzięki czemu stosowanie ich stało się zupełnie bezpieczne. W górnictwie polskim zastosowano z powodzeniem środki wybuchowy, zwany Miedziankitem, składający się z chloranu potasowego napojonego naftą.

Odręcznie przyrządzane mieszaniny chloranu potasowego z innymi związkami i różnemi dodatkami oddawna są stosowane do wyrobu ogni sztucznych. Mieszaniny pakuje się w rurki cylindryczne tekturowe i papierowe, w których się je zapala.

Należy jeszcze podkreślić znaczenie gospodarcze materiałów wybuchowych. Już w pierwszym roku po wprowadzeniu dynamitu do górnictwa i budowy tunelów oszczędzono w Prusach około 12 milionów marek, a to z powodu, że dynamit wymaga nieznacznych wierceń w skale do zakładania nabojęw. Otwory do tego celu muszą być zawsze wiercone bardzo starannie i naboje muszą być ściśle do nich dopasowane. W kopalniach węgla nie można stosować dynamitu, gdyż kruszy on z nadto węgiel i zapala gazy kopalniane wybuchające. Stosuje się w tym przypadku tak zwane bezpieczne środki wybuchowe. Proch, jakiego się tu używa, bywa mieszany z pewnemi dodatkami, które tak znacznie obniżają temperaturę gazów, tworzących się przy wybuchu, iż nie może ona zapalić gazów kopalnianych. Pomysł

w sprawie wyrobu materiałów wybuchowych do różnych celów specjalnych następują jeszcze na długi przeciąg czasu popłatne pole do pracy.

Zapoznawszy się ze znaczeniem nitrocelulozy dla celów wojennych, poznajmy obecnie jej zastosowania o charakterze pokojowym. Z rozpuszczalności tego związku w mieszaninie alkoholu i eteru, alkoholu i benzolu oraz w innych rozpuszczalnikach organicznych skorzystano do wyrobu rozmaitych artykułów użytecznych. W ten sposób wyrabia się cenne lakiery stosowane w przemyśle samochodowym. Rozpuszczalniki ułatwiają się podczas wysychania i pozostaje masa bardzo spoista w postaci warstwy bardzo odpornej na działanie powietrza i wszelkich innych czynników. Lakiery rozprowadza się nie przy pomocy pędzla, lecz zapomocą pryskania, co znacznie skraca i upraszcza pracę.

W roku 1867 Hyatt zauważył, iż podczas ogrzewania bawełny strzelniczej z kamforą tworzy się jednostajna, podobna do rogu masa, dająca się dowolnie kształtować zapomocą form i mająca wogóle własności bardzo użyteczne. Materiał ten znalazł rozległe zastosowanie pod nazwą celuloidu. Niestety celuloid ma tę ujemną stronę, iż jest nadzwyczaj łatwo zapalny, co wynika zarówno z obecności w nim kamfory, jako też i samej nitrocelulozy. Po wielu daremnych wysiłkach, w roku 1907 udało się połączyć bawełnę z kwasem octowym, a otrzymana przytem acetyloceluloza pod wielu względami podobna jest do nitrocelulozy. Nadaje się ona do wyrobu masy zbliżonej do celuloidu i nazwanej cellitem. W przeciwieństwie do celuloidu, cellit nie zapala się prawie zupełnie.

Celuloid jest używany też do wyrobu błon fotograficznych taśmowych. Rozpuszczony celuloid wylewa się na gorący walec, będący w ruchu, na którym zastyga na taśmę o dowolnej długości, ponieważ urządzenie jest mechaniczne. Następnie pozbawia się taśmę po jednej stronie gładkości i zapomocą walców ruchomych powleka w ciemni światłoczułą warstwę bromosrebrną żelatynową. Na tak uczulonej stronie taśmy robione są zdjęcia kinematograficzne.

Odpadki powstające w fabrykach wyrobów celuloidowych przerabiane są na „sztuczną skórę“. W tym celu rozpuszcza się je w spirytusie, dodaje trochę oleju i roztworem tym przesyca tkaniny bawełniane. Rozpuszczalnik się ulatnia i tkanina uzyskuje cechy właściwe skórze pod względem uchwytu, miękkości, ciągliwości i nieprzemakalności. Ostateczny wygląd skóry osiąga się, przepuszczając tkaninę przez gorące walce, które wytłaczają na niej desenie, właściwe tym gatunkom skóry, jakie chcemy naśladować. Imitacje skóry bardzo się rozpowszechniły wobec wzrastających stale cen skór naturalnych. Są używane do pokrywania mebli, na okładki do książek, portfele i teki, nawet na tanie gatunki obuwia (przyszwę).

Pomówmy teraz o odzieży. Do jej sporządzania używa się materiałów wyrabianych z włókien roślinnych i zwierzęcych oraz ze skóry.

Różnica chemiczna pomiędzy włóknem obu rodzajów jest bardzo duża, mianowicie włókna zwierzęce zawierają azot, roślinne zaś nie zawierają go wcale. Włókna zwierzęce, płonąc, wydzielają obrzydliwą woń skutkiem tworzenia się azotowych wytworów spalania, które znamy z zapachu płonących piór lub rogu. Podczas spalania włókien roślinnych ujawnia się tylko zapach płonącego papieru.

O istocie samych włókien nie możemy tu wiele mówić. Z pośród włókien zwierzęcych omówimy tylko wełnę i jedwab, z roślinnych zaś bawełnę i len.

Włókno zwierzęce ma powierzchnię bardzo chropowatą, pokrytą dość licznymi wyrostkami. Z włókien skręca się nici, a z tych wyrabia tkaniny, stosując nici rozciągnięte wzdłuż jako osnowę, którą podczas tkania przeplata się w poprzek nitką nawiniętą na motek i przerzucaną zapomocą czółenka tkackiego; nić poprzeczna tworzy wątek. W ten sposób powstaje tkanina podobna raczej do siatki i mało różniąca się od zwykłego grubego płótna lnianego. Własności i wyglądu właściwego tkaninom wełnianym gotowym nabiera ona dopiero po dalszej obróbce, która polega na foluszu, czyli ubijaniu tkaniny surowej, częściowo skręconej i zmiętej, napojonej roztworem

mydła. Wówczas włókna zaczepiają się nawzajem swoimi wyrostkami i ulegając równocześnie częściowemu rozpierzchnięciu, zlewają się z sobą, tworząc spoistą powierzchnię spłsnioną, właściwą suknu. Sukno podlega jeszcze dalszej obróbce, zwanej wykańczaniem, polegającej na drapaniu, strzyżeniu, prasowaniu i t. d.

Jedwab jest zupełnie pozbawiony własności spłsniania się i dlatego w tkaninach jedwabnych gotowych można odróżnić poszczególne włókna. To samo dzieje się z bawełną i lnem. Tkaniny bawełniane i lniane mogą być dowolnie prane, a mimo to poszczególne nici zawsze w nich luźno leżą obok siebie i mogą być wyskubane palcami.

Więcej niż włókna naturalne, czerpane z przyrody, interesują nas tutaj bawełna merceryzowana, jedwab sztuczny i sztuczna włna. Zaczniemy od wełny sztucznej, jako znanej najdawniej.

Materiały wełniane zniszczone skutkiem długiego używania stają się z czasem bezużyteczne, choć zawierają wszystką prawie wełnę, z której były zrobione. Ulegają one zniszczeniu tylko powierzchownie. Tkaniny dziane w rodzaju trykotów mogą być łatwo z powrotem rozskubane, dając wełnę odpowiednią do ponownego przedzenia, i choć nie tak dobrą, jak świeża, to jednak bardzo użyteczną. Ale skubie się nie tylko takie materiały lecz na większą znacznie skalę także i wszelkie resztki starych, znoszonych ubrań. Do tego celu stosuje się szarpanie. Przedtem jednak stare szmaty muszą być pozbawione wszelkich szwów, co zazwyczaj uskuteczniają robotnice zapomocą wycinania. Powstałe w ten sposób nierównomierne kawałki tkanin pociętych podlegają sortowaniu i są następnie szarpane zapomocą specjalnych maszyn-szarperek. Otrzymuje się przytem przedzę wełnianą o włóknach znacznie krótszych, niż pierwotna, z których składała się dawna tkanina, jednakże bardzo jeszcze stosowną do wyrobu tkanin tańszych.

Fabrykacja byłaby bardzo wygodna, gdyby nie pewne trudności, z którymi musi walczyć. Ze względu na taniość do przedzy wełnianej bywa dodawana bawełna, jako znacznie od wełny tańsza. W ten sposób wyrabiane są tańsze gatunki towarów.

Taki sposób mieszania obu rodzajów włókien stosuje się stosunkowo rzadko, a to ze względu na trudności, które następczą się potem w farbowaniu przędzy, czy też tkanin gotowych. Będzie o tem mowa jeszcze później. Najczęściej postępują w ten sposób, iż osnowę tkaniny dają z przędzy bawełnianej, wątek zaś z wełny. W foluszu wełna ulega spilśnieniu i pokrywa bawełnę. W miejscach, gdzie tkanina w odzieży ulega prędszemu podniszczeniu, więc np. u wylotu rękawów, skutkiem tarcia wełna się niszczy i ukazują się wtedy mocniej skręcone niespilśnione nici bawełniane.

Skoro tego rodzaju zniszczony materiał zostanie przerobiony na wełnę sztuczną, to oczywiście musi zawierać również i bawełnę. Po szeregu takich przeróbek wełna sztuczna, otrzymana z takich materiałów, będzie w końcu zawierała już tylko samą prawie bawełnę. Wynika z tego, iż bawełna jest w wełnie sztucznej składnikiem niepożądanym. W r. 1840 wynalazł Körber sposób uwalniania wełny tej od domieszek bawełny zapomocą tak zwanej karbonizacji. Sposób ten polega na moczeniu wełny w rozcieńczonym kwasie siarkowym lub w innych związkach chemicznych, działających w podobny sposób. Pod wpływem tych związków bawełna ulega rozpadowi i po wysuszeniu przędzy w temperaturze 90° do 95° kruszy się na pył, podczas gdy wełna pozostaje prawie zupełnie nieuszkodzona. Wełna sztuczna karbonizowana i wysuszona, po przerobieniu zapomocą odpowiednich maszyn, zostaje całkowicie uwolniona od bawełny, która odpada w postaci pyłu. Fabryki wełny sztucznej czynne są obecnie we wszystkich krajach przemysłowych. Już w r. 1880 tylko 34 procent sukna, wyrabianego w Anglii, pochodziło z wełny świeżej. Stosowanie wełny sztucznej od tego czasu wszędzie poczyniło znaczne postępy.

Bawełna merceryzowana różni się od zwykłej połyskiem jedwabistym. Wyrób jej pozornie jest bardzo prosty. Bawełnę w stanie silnie naprężonym zanurza się w ługu sodowym i doskonale wypiera. Zresztą są sposoby merceryzacji tak bawełny rozciągniętej, jak i nierozciągniętej, zależnie od rodzaju towaru i celu, do jakiego ma służyć. Sposób ten nie osłabia zupełnie

włókna. Został on wynaleziony w r. 1856 przez Johna Mercera i dziś doprowadzony jest do wielkiej perfekcji, dając możność wyrobu tkanin bawełnianych o wielkim i pięknym połysku, naśladowujących jedwabie.

Jeszcze więcej efektowny, niż bawełna merceryzowana jest jedwab sztuczny, a sposób jego wytwarzania jest jeszcze bardziej przemysłny. Podstawą tego sposobu jest rozpuszczanie bawełny w odpowiednich rozpuszczalnikach. Roztwór otrzymany wytłacza się zapomocą ciśnienia przez rurki o bardzo małej średnicy, tak zwane włoskowate, i włókienka cienkie jak pajęczyna przepuszcza przez ciecz, w której zostają pozbawione rozpuszczalnika. Wtedy wydziela się z powrotem bawełna w postaci stałej, różniąca się od pierwotnej tem, iż tworzy włókienka o wybitnym połysku, dla którego też otrzymały nazwę jedwabiu sztucznego.

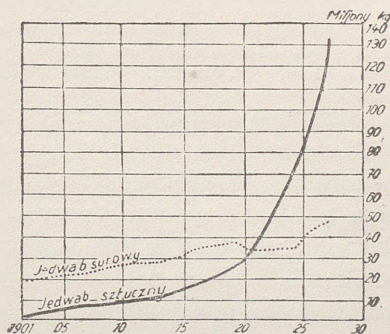
Do rozpuszczania bawełny używa się roztworu, otrzymanego przez rozpuszczenie wodorotlenku miedziowego w amoniaku. Jest to tak zwany miedziowy sposób wyrobu jedwabiu sztucznego. Stosuje się również inne ciecze, rozpuszczające bawełnę, jak np. kwas octowy. W tym przypadku tworzy się octan błonnika, który się z roztworu strąca i osad ponownie rozpuszcza w innym rozpuszczalniku lotnym, a następnie przeciska przez rurki włoskowate. W ten sposób otrzymuje się tak zwany jedwab octanowy.

Najwięcej produkowany jest jedwab wiskozowy. Tutaj wyrób polega na traktowaniu bawełny ługiem sodowym i siarczkiem węgla; tworzy się wtedy masa galaretowata o konsystencji żelatyny, którą się wyciska przez rurki do odpowiedniej kąpieli. Cienkie włókienka tężeją w kąpieli, tworząc jedwab sztuczny.

Żadnego już prawie znaczenia nie odgrywa obecnie jedwab, wyrabiany pierwotnie z nitrocelulozy rozpuszczonej w alkoholu i eterze, czyli z kolodjum. Kolodjum przeciskano przez rurki, jak i w poprzednich przypadkach, otrzymując włókienka. Był to najpierwszy sposób wyrobu jedwabiu sztucznego, wynaleziony w r. 1890 przez Chardonneta i zarzucony dopiero przed kilku laty.

Wytłaczając włókna grubsze, można w taki sam sposób otrzymać dobre naśladownictwa włosów ludzkich. Powiodło się nawet otrzymać doskonałą sztuczną włos końską.

Wyrób jedwabiu sztucznego przewyższył rozmiarami produkcję jedwabiu naturalnego, którego dostarcza gąsienica motyla jedwabnika. Załączamy tu wykres, unaoczniający wytwórczość obu rodzajów jedwabiu.



Rys. 19.

Wytwórczość wszechświatowa jedwabiu naturalnego i sztucznego w milionach kilogramów.

Wykład siódmy

Garbarstwo. Rzemień. Odwłascianie i pęcznienie skór. Garbniki. Kory roślinne. Drzewo Quebracho. Sumak. Wyciągi garbarskie. Garbowanie alunem. Skóra na rękawiczki. Futra. Skóra chromowa. Wyrób zamszu. Skóry do prania. Pergamin. — Bielenie na słońcu. Farbowanie białizny. Bielenie chłorem. Chlorek bielący. Antichlor. Podchloryn sodowy. Kwas siarkowy. Woda utleniona. Farbiarstwo. Zaprawy. Barwniki bezpośrednie. Barwniki smołowe. Indygo. Alizaryna. Pasty do farbowania. Wyciągi z drzew barwiących. Brezylja. Drukarnstwo wzorzyste.

Rzemieniem nazywamy skórę zwierzęcą zapomocą garbowania tak przeistoczoną, aby nie ulegała gniciu, a po wyschnięciu nie twardniała. Wiadomo bowiem, iż skóry zwierzęce świeże nader łatwo podlegają gniciu. Wprawdzie po wyschnięciu tracą one tę własność, jednakże w tym stanie są twarde i łamliwe, a to wskutek sklejania się włókien skórnych. W procesie garbowania garbnik dostaje się pomiędzy włókna i uniemożliwia ich sklejanie się przy wysychaniu. Gibkość rzemienia, zależnie od sposobu garbowania, w mniejszym lub większym stopniu przypomina elastyczność skóry u zwierząt żywych.

Np. skóra podeszwowa jest odporna na gnicie, bardzo spóista, giętka i elastyczna i nie pęka nawet przy forsownem zginaniu. Pozatem nie traci ona formy pod ciężarem ciała ludzkiego, włókna jej są sprężyste i jest złym przewodnikiem ciepła. Jest bardzo odporna na tarcie, przytem lekka, daje się szyc i przybijać gwoździami. Skóry na okłady zewnętrzne prócz tego wyróżniają się jeszcze miękkością, nieprzemakalnością i podatnością do zachowania kształtów nogi.

Skóry przeznaczone do garbowania muszą być najpierw pozbawione włosa. Oddawna w tym celu stosuje się tak zwane pocenie skór, wykonywane obecnie w sposób odpowiednio do postępów techniki garbarskiej ulepszony. Sposób ten polega na rozwieszaniu skór mokrych na pewien przeciąg czasu w zamkniętej przestrzeni wilgotnej. W skórach wszczyna się wtedy proces gnilny, który na tyle spulchnia skórę i osłabia trwałość włosów, iż te bez wielkiego trudu mogą być zeskrobane. Pocenie przerywa

się z chwilą stwierdzenia, iż włos łatwo ustępuje. Skóry spulchnia się w tymże celu również zapomocą środków chemicznych, jak np. oddawna do tego stosowane wapno palone. Wapno zlasowane wodą daje tak zwane mleko wapienne, w którym moczy się skóry. Jeszcze energiczniej działa związek siarki z wapnem, tak zwany siarczek wapniowy lub też chemicznie z nim pokrewny siarczek sodowy. Zwłaszcza związek ostatni jest dziś w garbarstwie do odwłosiania szeroko rozpowszechniony.

Odwłosione skóry przechodzą następnie proces pęcznienia w stosownych zaprawach. W tym celu przyrządza się kąpiel kwaśną zapomocą dobrze już nam znanej fermentacji mleczno-kwaśnej. Otręby pszenne zalewa się wodą, dodaje zaczynu z ciasta kwaśnego i pozostawia w temperaturze 50° do fermentacji. Obok kwasu mlecznego w mieszaninie fermentującej tworzy się także pewna ilość innych kwasów, jak np. kwasu masłowego. W cieczy tak przyrządzonej skóry pęcznieją i stają się niemal podwójnie grube. Od r. 1912 garbarnie używają także gotowego kwasu mlecznego, który okazał się doskonałym środkiem napęczniającym; otwiera on w skórach odwłosionych pory, sposobiąc je przez to do tem łatwiejszego i dokładniejszego pochłaniania garbników w dalszym procesie garbowania.

Garbniki, czyli substancje przeistaczające skórę zwierzęcą na rzemień, występują w bardzo wielu roślinach. Często słyszymy np. o obecności kwasu garbnikowego w herbacie i kawie. Oczywiście, iż garbniki obecne w takich roślinach byłyby zbyt drogie, więc o ich stosowaniu do garbowania nie może być mowy. Materiałem podstawowym do tego celu są zdawna kory różnych drzew, nadewszystko zaś kora dębowa, która pod względem zawartości garbników przewyższa wszystkie inne. U dębu największa ilość kory występuje pomiędzy 15 i 30 rokiem życia drzewa, to też w tym okresie zwykle kora bywa obłupywana. W wielu krajach (np. w połudn. Niemczech i Francji połudn.) prowadzi się w tym celu racjonalne drzewostany dębowe. Prócz kory dębowej używa się także kory sosnowej i jodłowej, a w pewnych okolicach nawet kory orzecha włoskiego, najczęściej jednakże w mieszaninie z korą dębową.

Wobec ogromnego zapotrzebowania skór i braku surowca krajowego przemysł garbarski posługuje się także wielu obco-krajowymi drzewami i krzewami, które zawierają garbniki nie tylko w korze, ale także i w innych częściach rośliny. Z drzew największem uznaniem cieszy się kwebracho. Drewno tej rośliny, przywożone w wielkiej ilości z Argentyny, ma barwę czerwoną i jest bardzo twarde. Stosuje się w postaci trocin w taki sam sposób, jak kora dębowa. Również często stosowany bywa sumak w postaci proszku, otrzymywanego przez zmielenie młodych pędów różnych odmian sumaka, rosnących na południu Europy. Kora drzew mangrowowych, rosnących w krajach podzwrotnikowych, zawiera do 35% garbnika.

Garbowanie odbywa się w ten sposób, iż skóry napęczniałe układa się w dole i przesypuje warstwą miłkłej kory, a gdy się dół napelni, zalewa wodą. Garbniki stopniowo rozpuszczają się w wodzie i zwolna pochłaniane są przez skóry. Skóry grube, jak np. podeszwowe, wymagają do zupełnego przegarbowania bardzo dużo garbnika; dlatego też przesypuje się je wielokrotnie świeżą korą i prowadzi garbowanie około dwóch lat. Tak wygarbowane skóry są rzeczywiście bardzo dobre. Starano się jednak proces ten skrócić. Zdołano to osiągnąć przez zastosowanie wyciągów wodnych kory; najpierw wyciąga się garbniki z kory wodą i dopiero w tych roztworach garbuje skóry. Dzięki temu skrócono proces garbowania do trzech miesięcy.

Sposób powyższy stał się podstawą do zastosowania wyciągów garbarskich zgęszczonych. Oddawna już przywożone są z Indyj Wschodnich wyciągi przyrządzane zapomocą wygotowywania w wodzie drzewa albo liści roślin obfitujących w garbniki. W celu obniżenia kosztów przewozu, wodę możliwie dokładnie odparowywano, otrzymując wyciągi bądź w postaci masy suchej, bądź też gęste syropy. Najważniejszymi tego rodzaju wyciągami jest gambir i katechu. Od r. 1882 wyciągi takie fabrykuje się także w Europie z drzewa dębowego i kasztanowego. Z drzewa kwebracho, dowożonego z Argentyny, wytwarzane są wyciągi garbarskie w wielu miastach portowych Europy. Sposób wyrobu polega tak samo na wygotowywaniu z wodą drzewa rozdrob-

nionego i odparowywaniu roztworu. Czynność ta odbywa się nie w naczyniach otwartych, lecz w wyparnicach próżniowych, które poznaliśmy już w cukrownictwie. Ten sposób zgęszczania wyciągów nie obniża ich wartości, natomiast odparowywanie na ogniu częściowo rozkłada garbniki.

Rozumie się, iż wyrób rzemienia zapomocą takich wyciągów jest o wiele dogodniejszy, niż dawne metody, a przytem ogromnie przyspiesza cały proces. Opatentowano nawet sposób, umożliwiający wygarbowanie najgrubszej skóry podeszwowej w ciągu 36 godzin, przyczem stosuje się roztwór wyciągu, zawierający ośmiokrotnie więcej garbników, niż stosowane przeciętnie. Roztwory takie można oczywiście przyrządzać tylko z gotowych wyciągów. Proces garbowania został przyspieszony dzięki utrzymywaniu skór garbowanych w ustawicznym ruchu. Od r. 1912 przemysł chemiczny dostarczył też garbników sztucznych, wytwarzanych z wytworów suchej destylacji węgla, względnie mazi pogazowej. Związki takie są dodawane do garbników naturalnych (należy tu np. „neradol“).

Oprócz opisanego wyżej sposobu garbnikowego istnieją jeszcze dwa rodzaje garbarstwa, mianowicie białoskórnictwo, czyli wyprawianie zapomocą ałunu, oraz zamszownictwo.

Ałun w pojęciu chemicznem jest to związek podwójny siarczanu potasowego z siarczanem glinowym. Wodny roztwór ałunu z dodatkiem soli kuchennej działa na skórę napęczniałą tak samo, jak garbniki. Glinka obecna w ałunie przenika do skóry i zapobiega jej twardnieniu, skupiając się pomiędzy włóknami skóry. Gdy następnie skóra zostanie przepojona tłuszczem, pochłania go również, tworząc tak zwaną irchę, czyli najmiększą i najelastyczniejszą ze wszystkich gatunków skór wyprawionych. W ten sposób, przy bardzo ostrożnem nacieraniu tłuszczem, aby uniknąć plam, ze skórek młodych zwierząt (kóz i owiec) wyrabia się materiał na rękawiczki glansowne. Skórki takie zazwyczaj wyrabia się przez traktowanie skór surowych napęczniałych ałunem, a następnie żółtkiem jaja z domieszką mąki. Żółtko składa się przeważnie z białka i tłuszczu, który występuje w postaci nadzwyczaj subtelnie rozdrobnionej.

Taki właśnie tłuszcz najłatwiej przenika do skóry i nadaje jej tej miękkości i giętkości, jakiej od dobrych rękawiczek wymagamy.

Skóra wygarbowana ałunem nie jest jednakże tak trwała, jak wyprawiona garbnikiem, to też bywa stosowana tylko do tych celów, które zbyt wielkiej trwałości nie wymagają. Ujemną stronę takiej wyprawy możemy ocenić po zachowaniu się skóry względem wody. Skóra podeszwowa jest dla wody nieprzemakalna, natomiast skóry ałunowe nie tylko rozmiękają, ale nadto woda wyciąga z nich cały materiał garbujący. Dlatego też rękawiczki bardzo przemoczone kurczą się i nieco twardną po wyschnięciu, nabierając zpowrotem wyglądu skóry niegarbowanej.

Zapomocą ałunu garbuje się także i futra. Stosuje się tu sposoby rozmaite, lecz w zasadzie polegają one na wyprawianiu ałunem i tłuszczem. Sposób wyprawiania jest mniej-więcej taki, iż najpierw skórę się pierze w mydle i suszy, potem zaś wciera w nią tłuszcz od strony lewej (skórnej). Wygniatając starannie skórę, wciera się w nią możliwie najwięcej tłuszczu i pociąga kwaśną zaprawą z otrębów, pozostawiając w tym stanie na 24 godziny. Przez ten czas skórka nieco napeężnieje. Po usunięciu otrąb pogrąża się skórę w roztwór ałunu z solą kuchenną, celem ostatecznego wygarbowania. Częstość stosuje się tylko roztwór samej soli z dodatkiem kwasu siarkowego.

Z pośród innych związków chemicznych, jakie do garbowania polecono, dały się zastosować tylko tlenek żelazowy i tlenek chromowy, ale tylko ostatni jest przydatny do garbowania praktycznego. Skóra chromowa jest miękka i wiotka, jak inne gatunki, które jednak przewyższa pod względem odporności na wilgoć i wysoką temperaturę. Nietylko skóry twarde, podeszwowe, lecz także i miękkie skóry na przyszwę dają się doskonale garbować chromem, a wiele fabryk zupełnie zarzuciło garbowanie takich skór garbnikami i przeszło na sposób chromowy.

Wyrób zamszu polega również na garbowaniu tłuszczem. Skóry odwłosione i napeężniałe starannie nasycy się tłuszczem zapomocą wygniatania i walcowania. Tłuszcz wciera się tak długo dopóki skóra go pochłania. Jest to proces nietylko mechaniczny

ale i chemiczny, a koniec jego poznaje się po charakterystycznym zapachu, który się po pewnym czasie ujawnia. Wtedy układa się skóry grubemi warstwami i pozostawia na jakiś czas w spokoju; rozpoczęty proces chemicznego łączenia się skóry z tłuszczem postępuje dalej i towarzyszy mu samorzutne ogrzewanie się skór. Ciepło to ze swej strony sprzyja odbywającym się procesom chemicznym, pod których wpływem skóry zaczynają się wreszcie zabarwiać żółto. Podczas tego tłuszcz stopniowo otacza wszystkie włókna skóry, zapobiegając ich sklejanu się i wreszcie otrzymuje się skórę kompletnie wyprawioną. W tym stanie włókna skóry są tak ściśle połączone z tłuszczem, iż nawet gorąca woda nie jest w stanie tego tłuszczu odłączyć. To też skóry zamszowe mogą być prane. Chcąc oddzielić nadmiar tłuszczu po zabarwieniu się skór na żółto, pierze się skóry w roztworze potaszu, który z tłuszczem nie związanym chemicznie tworzy zawiesinę, dającą się spłukać wodą. Na podobieństwo zamszu wyprawia się także i futra.

W zakończeniu jeszcze słów kilka o wyrobie pergaminu, choć właściwie nie należy on do rodzaju skór garbowanych. Pergamin bowiem, wbrew pospolitej opinii, wcale nie jest rzemieniem. Wyrób jego polega na tem, iż skóry zwierząt bardzo młodych pozbawia się sierści zapomocą wapna i nie garbuje, lecz po możliwie dokładnem oczyszczeniu doskonale rozciąga i suszy. W celu uzyskania gładkiej powierzchni, jaką zwykle widzimy na pergaminie gotowym, posypuje się skóry kredą i poleruje pumeksem. Pergamin nadaje się do oprawy książek, jako powłoka do bębnow i t. p. Jeżeli ma służyć do rysowania i pisanja, pociąga się jego powierzchnię jeszcze cieniutką warstwą białej farby olejnej.

Włókna przedziałnicze są z natury białe lub prawie białe, jak np. len i bawełna; wełna również bywa zabarwiona tylko w stopniu bardzo słabym. Tkaniny białe do stałego noszenia w postaci ubrania byłyby bardzo niepraktyczne. W postaci zabarwionej są one nie tylko piękniejsze, ale i więcej uszlachetnione.

Mimo przyrodzonej białości włókna miewają odcień żółtawy, który oddawna starano się usuwać zapomocą bielenia na słońcu. Że większość barwników płowieje od światła słonecznego, o tem doskonale wiemy z życia codziennego. Światło to niszczy barwniki, a więc i żółte zabarwienie włókien naturalnych może być pod jego działaniem usunięte. Doskonalszą biel tkanin, np. bielizny, uzyskuje się także zapomocą farbkowania. Farbka niebieska (ultramaryna) ma tę własność, iż barwę przyżółconej bielizny dopełnia do czystej bieli.

Gdy z biegiem czasu wyrób tkanin lnianych i bawełnianych z rąk gospodyń przeszedł na warsztaty fabryczne, trzeba było mieć do rozporządzenia znaczny obszar miejsca do wybielania materiałów. Dla przemysłu było to wielce niedogodne i kosztowne. Przy obecnym rozwoju przemysłu tkackiego, skupiającego się często w pewnych zwłaszcza okolicach, zdobycie potrzebnego na ten cel miejsca byłoby wręcz nie do pomyślenia. Trudności te rozwiązała chemja dzięki odkryciu sztucznych sposobów bielenia. Obecnie wszystkie tkaniny lniane i bawełniane bieli się sposobem chemicznym w samych fabrykach.

Najważniejszym środkiem bielącym jest chlorek wapna, zwany chlorkiem bielącym lub poprostu chlorkiem. Składnikiem czynnym chlorku jest pierwiastek chlor. W postaci wolnej jest to gaz żółtawy o wielkiej skłonności do łączenia się z innemi substancjami. Działając niezwykle energicznie na przeróżne ciała, niszczy on także i większość barwników, spotykanych w świecie roślinnym i zwierzęcym. Ze względu jednak na to, iż praca z gazem byłaby dla fabryk bardzo niedogodna, nie używa się do bielenia samego gazu, lecz właśnie chlorku; chlorek zaś otrzymuje się przepuszczaniem chloru gazowego przez wapno, i poraz pierwszy został otrzymany w r. 1799 w Glasgowie przez Tennant'a. 1000 kilogr. chlorku kosztowało początkowo około 5600 złotych, w r. 1825 już tylko około 1080 zł, a w r. 1910 — 220 zł. Po rozrobieniu chlorku z wodą po pewnym czasie opada na dno naczynia osad nierozpuszczalny wapna, nad nim zaś ustaje się przejrzysty roztwór chlorku wapna.

Bielące działanie chlorku polega na utlenianiu, ponieważ pod

działaniem chloru na wodę wydziela się tlen, który właściwie bieli. Pod jego to wpływem ulega rozkładowi barwnik, przyżółcający białe tkaniny lniane i bawełniane, i zupełnie to samo odbywa się podczas bielenia mokrych tkanin na słońcu. Na tem jednak nie kończy się działanie chlorku. Po zniszczeniu barwnika zaczyna się rozkład samego włókna. To jest właśnie powodem, dla którego ten sposób bielenia nie znajduje uznania wśród gospodyń i publiczności, oddającej bieliznę do pralni, używających chlorku. Przy znajomości rzeczy i dobrej woli można jednak temu zaradzić w sposób praktykowany w fabrykach.

Po wybieleniu tkanin nadmiar obecnego chlorku unieszkodliwia się zapomocą antichloru tak dalece, iż włókno skutkiem bielenia sztucznego żadnemu nie ulega uszkodzeniu. Jako antichlor służyć mogą rozmaite związki chemiczne. Najczęściej stosuje się tak zwany tiosiarczan sodowy, który dla bielizny jest absolutnie nieszkodliwy. W zetknięciu z chlorkiem sól ta przemienia się na inny związek, również dla bielizny wcale nieszkodliwy, sam zaś chlorek zostaje przytem przemieniony na całkiem niewinny chlorek wapniowy.

Prócz chlorku bielącego w sprzedaży znajduje się także podchloryn sodowy (eau de Javelle) w postaci roztworu. Jego działanie chemiczne jest zupełnie takie samo, jak chlorku, od którego związek powyższy różni się tem tylko, iż zamiast wapna zawiera sodę żrącą. Stosując go np. do usuwania plam, miejsca oczyszczone należy natychmiast zwilżyć antichlorem, więc np. roztworem tiosiarczanu sodowego w wodzie, gdyż w przeciwnym razie włókno zostaje uszkodzone, i w miejscach dawnych plam powstaną dziury.

Do bielenia tkanin wełnianych chlorek nie może być stosowany, gdyż tworzy z wełną związek żółto zabarwiony. Używa się do tego celu dwutlenku siarki, który działa zupełnie wystarczająco, choć nie jest środkiem bielącym tak energicznym, jak chlorek. Dwutlenek siarki jest to ów gaz duszący, który tworzy się podczas spalania siarki. Jest on łatwo rozpuszczalny w wodzie, więc też stosuje się go w ten sposób, iż materiały przeznaczone do wybielenia zwilża się wodą i rozwiesza w komorach, w których

płonie siarka; dwutlenek siarki napęlnia przestrzeń i przenika do mokrych tkanin. Sposób ten nie wymaga usuwania z tkanin nadmiaru dwutlenku siarki, gdyż wogóle pochłaniają go one niewiele.

Do bielenia używa się także nadtlenu wodorowego, zwanego też wodą utlenioną. Nazwa „nadtlenek“ świadczy, iż w tym przypadku mamy do czynienia ze związkiem, zawierającym tlen w nadmiarze. Woda zwykła jest tylko tlenkiem wodoru. Otóż ten nadmiar tlenu w wodzie utlenionej powoduje, iż ma ona własności bielące. Już od r. 1830 bieli się zapomocą niej takie substancje, których nie wybiela ani chlor ani dwutlenek siarki; bieli ona bardzo dobrze np. pióra, kość słoniową i włosy ciemne, którym nadaje barwę blond. Jeszcze większe znaczenie zyskały od r. 1907 inne nadtlunki, które umożliwiły bielenie sztuczne nawet w gospodarstwie domowym. Do takich związków należy np. nadboran sodowy, który w mieszaninie z mydłem, sodą i szkłem wodnem jest podstawą różnych istniejących w handlu proszków bielących, reklamowanych pod rozmaitemi nazwami fantastycznymi. Nadboran sodowy działa na bieliznę nadzwyczaj łagodnie, przyczynia się do jej wypierania, i równocześnie bieli oraz dezynfekuje. Jednakże fabrykacja nadtlenuków, stosunkowo dość kosztownych, opłaca się tylko przy zastosowaniu prądu elektrycznego. Dlatego też mogły się one rozpowszechnić dopiero w sto lat po wynalezieniu chlorku.

Tkaniny wybielone bardzo często podlegają farbowaniu. Używa się do tego celu barwników rozpuszczonych w wodzie i do tych roztworów zanurza tkaniny. Sposoby, jakie się tutaj stosuje, są bardzo różnorodne, gdyż włókna zwierzęce, jak wełna i jedwab, względem większości barwników zachowują się zupełnie inaczej, niż roślinne.

Jeżeli jakikolwiek barwnik, np. czerwień anilinową, rozpuścimy w wodzie i przez roztwór będziemy wielokrotnie przeciągać wełnę lub jedwab, to barwnik stopniowo przenosi się z cieczy na włókna, które barwią się przytem pięknie na czerwono. W tym przypadku włókna zachowują się tak, jak węgiel

zwierzęcy, z którego pomocą odbarwialiśmy ciecz zabarwioną. I podobnie jak węgiel wyciąga barwnik z takiej cieczy i zatrzymuje go na sobie, tak też i włókna zwierzęce mają zdolność pochłaniania barwników z roztworu i trwałego łączenia się z nimi.

Skoro jednak do roztworu powyższego barwnika zanurzymy bawełnę, to przekonamy się, iż włókna roślinne nie mają zdolności zatrzymania na sobie tego barwnika. Bawełna bowiem, choć pozornie zabarwiona, po wypłukaniu w wodzie puści wszystek barwnik, wełna zaś i jedwab nawet po doskonałym wypraniu pozostaną już zabarwione.

W sposób tak prosty i wygodny wełna i jedwab mogą być barwione nie wszystkimi jednakże barwnikami. Często i tu uciekać się trzeba do tych sposobów złożonych, któremi aż do roku 1844 posługiwano się przy farbowaniu bawełny. Do utrwalania barwników na włóknie trzeba się posługiwać zaprawami, których istotę zaraz poznamy.

Gdy do roztworu żelazocjanku potasowego (cjank *zółty*) dolejemy roztworu soli żelazowej, utworzy się natychmiast piękny osad niebieski związku, nazywanego błękitem pruskim.

Chcąc barwnikiem tym ufarbować tkaninę, najlepiej będzie zanurzyć ją najpierw w jednym roztworze, potem zaś w drugim. Jeżeli np. tkanina nasyci się najpierw roztworem soli żelazowej, to po zanurzeniu w roztworze żelazocjanku potasowego barwnik niebieski straci się we włóknach i będzie do nich przylegał. Barwnik ten jest w wodzie nierozpuszczalny, więc po wypłukaniu pozostanie na tkaninie, gdyż się nie zmyje. Tkanina zatem będzie ufarbowana, choć co prawda w danym przypadku niedość trwale, gdyż barwnik się ściera przy tarcu.

Przykład powyższy przedstawia nam zasadę stosowania zapraw. Chcąc barwić przy pomocy zapraw, trzeba najpierw napoić tkaninę roztworem, zwanym zaprawą. Zaprawy zwykle są bezbarwne, choć czasami miewają też pewne zabarwienie, jak np. zielone zaprawy chromowe. Podczas takiego zaprawiania związki obecne w zaprawach nasycają włókna, po zanurzeniu zaś tkaniny w roztworze barwnika łączą się z nimi i tworzą pożądaný barwnik nierozpuszczalny, trwale zespolony z włóknem.

Do zapraw w znacznej ilości bywa używany wodorotlenek glinowy, który sam przez się jest związkami bezbarwnym. Już w procesie garbowania przekonaaliśmy się, iż wodorotlenek glinowy (względnie glinka) łączy się także z włóknami skóry zwierzęcej. Zdradza on również skłonność do łączenia się z włóknami zwierzęcymi i roślinnymi. Wspomnieliśmy już wyżej, iż ałun jest to sól podwójna siarczanu potasowego i glinowego; znano go już w starożytności jako jedyny dostępny związek glinowy rozpuszczalny w wodzie i od tego też czasu odgrywa on poważną rolę w farbiarstwie. Umiano go od bardzo dawna wydobywać w różnych częściach Europy z rozmaitych kopalni. Jednakże oddawna starano się zastąpić ałun przez inne tańsze rozpuszczalne w wodzie związki glinowe, ponieważ obecny w nim siarczan potasowy do farbowania jest zupełnie bezużyteczny. Główną rolę odgrywa w farbowaniu tylko glinka. Bawełna zaprawiona roztworem rozpuszczalnej soli glinowej i potem wygotowana w roztworze czerwieni alizarynowej barwi się na bardzo trwałe kolor czerwony. Barwnik związany z glinem trwale jest zespolony włóknom, na podobieństwo tego, cośmy widzieli przy barwieniu błękitem pruskim, lecz nie tylko się nie wypiera, ale także i nie wyciera.

Związek, tworzący się z zaprawy i barwnika, nazywamy lakiem. Lak taki można rozumieć się otrzymać nie tylko na włóknie. Otrzymamy go także, skoro np. do roztworu soli glinowej dolejemy wprost roztworu alizaryny; strąci się wtedy osad czerwonego laku. Z laków wysuszonych, utartych i rozrobionych pokostem, otrzymuje się farby malarskie, używane pospolicie do malowania. Farby takie wyrabiane są obecnie w różnych barwach z trwałych barwników sztucznych, tak zwanych smołowych, które sposobem chemicznym wytwarza się z wytworów destylacji mazi pogazowej.

Glinka jest zasadą, i wiele innych związków o własnościach do niej podobnych daje się również w farbiarstwie korzystnie stosować, nie tak jak w garbarstwie, gdzie jej zastąpić prawie niepodobna. Tlenek żelazowy i chromowy, które już poznaliśmy, bardzo ważną odgrywają rolę jako zaprawy. Oprócz nich do

utrwalenia barwników na włóknie nadaje się szereg innych tlenków, a zwłaszcza tlenek cynowy, stosowany w postaci mieszanin, zawierających chlorek cynawy.

Cyna i obecnie jeszcze nie należy do metali zbyt tanich, niegdyś była nawet bardzo droga. Za panowania Henryka ósmego w Anglii cyna dorównywała w cenie srebru, a kielichy cynowe oraz cynowe ozdoby stołowe traktowane były na równi ze srebrnymi. W Holandji w r. 1640 odkryto, iż tkaniny zaprawione roztworem cyny, po ufarbowaniu w roztworze koszynili dają tak piękny kolor szkarłatny, jakiego dotąd nigdy jeszcze nie widziano. Od tego czasu metal ten zaczął w farbiarstwie odgrywać pierwszorzędną rolę, zwłaszcza gdy się przekonano, że równie korzystnie wpływa on też na żywość innych barw. A choć obecnie zapomocą barwników smołowych sztucznych można uzyskiwać jeszcze piękniejsze barwy szkarłatne, niż zapomocą koszynili, to jednak mimo tego znaczenie cyny w farbiarstwie utrzymało się, gdyż nadaje się ona wybornie do utrwalania najrozmaitszych kolorów.

Oprócz poznanych tu najważniejszych tlenków metalicznych bardzo ważną rolę jako zaprawa odgrywa także tanina. Związek ten znajduje się w ilości dochodzącej do 50 procent w galasówkach, które tworzą się na liściach dębu, jako narośle chorobliwe, skutkiem ukłucia pewnej muchy przy składaniu przez nią jajek. Z roztworami wielu barwników tanina również tworzy bezpośrednio laki barwne; dzięki temu tkaniny nasyczone taniną mogą być barwione trwale. Jeszcze korzystniejszym okazało się nasycanie tkanin, zaprawionych taniną, roztworem soli antymonowych. Przytem tworzy się na włóknie najpierw związek taniny z solą antymonu. Tkanina zaprawiona w ten sposób podwójnie, z wielu barwnikami wytwarza laki złożone z taniny, soli antymonowej i barwnika.

Zauważyliśmy już wyżej, iż do r. 1884 wcale nie znano barwników, poza kilku barwnikami roślinnymi, któreby nadawały się do farbowania bawełny bez zapraw. Farbowanie zapomocą zapraw wydaje się bardzo proste w opisie, w rzeczywistości zaś wymaga ono wielkiego doświadczenia i znajomości

rzeczy. Np. otrzymanie na bawełnie czerwieni alizarynowej, o której poprzednio była mowa, słynącej pod nazwą czerwieni tureckiej, jest bardzo trudne i kłopotliwe. Szczególną cechą tego farbowania jest konieczność dodawania olejów do zaprawy, poczem dopiero farbuje się w alizarynie, o której jeszcze pomówimy. Ten sposób farbowania dawno już był znany na wschodzie, lecz dopiero w Europie został udoskonalony i od tego czasu fabryki Europejskie zaopatrują niemal cały Wschód w wyroby sposobem tym farbowane.

Omawiana gałąź farbiarstwa bardzo ucierpiała, gdy w r. 1884 pojawił się barwnik, którym można było farbować bawełnę bez żadnych zapraw. Barwnik ten, nazwany czerwinią Kongo, został wynaleziony w Łodzi, i niezależnie od fabryki niemieckiej, która nabyła od wynalazcy patent, wkrótce potem wytwarzany był w Łodzi przez J. Śniechowskiego, założyciela pierwszej polskiej fabryki barwników w Zgierzu. Chcąc zabarwić na czerwono kawałek tkaniny bawełnianej, trzeba tylko rozpuścić trochę czerwieni Kongo w wodzie i w roztworze pogotować przez krótki przeciąg czasu tkaninę; w ten sposób może farbować każdy, nawet najprostsza wieśniaczka, w zwykłym garnku lub kociołku. Coprawda w porównaniu z czerwinią turecką zabarwienia te są bardzo nietrwałe, niema jednakże najmniejszych trudności w odświeżeniu barwy przez ponowne ufarbowanie tkaniny spłowiałej. Barwniki, farbujące wprost, czyli bez żadnych zapraw, nazwano bezpośrednimi. Czerwień Kongo była pierwszym barwnikiem bezpośrednim, i po niej zaczęto wkrótce wyrabiać barwniki takie we wszelkich innych kolorach. Około roku 1898 pojawiły się barwniki smołowe, zawierające siarkę, o zupełnie podobnych własnościach, które w porównaniu z poprzednimi wyróżniają się trwałością na światło i pranie.

Nazwa barwniki smołowe nie może być rozumiana dosłownie. Smoła pogazowa jest to czarno-brunatna, cuchnąca maź, z której nie można wprost wytworzyć barwników. Zapomocą destylacji otrzymuje się z niej szereg wytworów, będących podstawą do późniejszego wyrobu ciał barwnych.

Pierwszej destylacji smoły do celów naukowych dokonał

Runge w r. 1834, a jego prace ówczesne stały się podstawą dla rozwoju społecznego przemysłu barwnikowego. Podczas destylacji smoły najpierw destylują się oleje bezbarwne, z których wydziela się benzol i tuluol. Oba te związki służą za materiał wyjściowy do wyrobu barwników. Po nich destylują się związki, które po oziębieniu częściowo ponownie krzepną. Otrzymuje się z nich fenol, czyli kwas karbolowy, oraz naftalinę, z której wyrabiane jest sztuczne indygo. Destylacja dalsza dostarcza nadto wielu związków innych, z pośród których wymienimy tylko jeszcze antracen. Po oddestylowaniu wszystkich składników pozostaje w kotle destylacyjnym czarna, podobna do koksu masa, używana jako materiał opałowy.

Barwniki mogą być wytwarzane ze wszystkich wymienionych wytworów destylacji. Pierwszy barwnik smołowy odkrył warszawianin Natanson w uniwersytecie dorpckim, lecz niestety odkrycia tego nie wyzyskał. Po nim, w r. 1856, barwnik ten otrzymał Perkin w Londynie i wprowadził go do użytku pod nazwą czerwono-fioletowej moweiny. Barwnik został otrzymany przez utlenianie nieczystej aniliny dwuchromianem potasowym. Wkrótce potem Hofmann, utleniając anilinę zmieszaną z toluolem, otrzymał piękny barwnik czerwony, nazwany fuksyną.

Barwniki smołowe często nazywanesą anilinowemi ze względu na to, iż wiele z nich można z aniliny wytwarzać, anilinę zaś łatwo otrzymuje się z benzolu. Barwniki anilinowe znalazły zastosowanie nie tylko w farbiarstwie; niektóre z nich okazały się, wbrew przewidywaniom, bardzo pożyteczne także i w lecznictwie, mianowicie w zwalczaniu zarazków chorobotwórczych, czyli bakteryj. Przed 60 laty Weigert stwierdził iż rozmaite bakterje barwią się zapomocą barwników anilinowych, i to dało możność ich dostrzegania i odróżniania, tembardziej, iż otoczenie, w którym się znajdują, pozostaje przytem niezabarwione. Przykładem zastosowania barwników do takiego celu jest plwocina ludzi chorych na płuca. Pomimo obecności wielkiej liczby bakteryj w takiej plwocinie niepodobna byłoby wykryć ich zapomocą mikroskopu, a tembardziej rozpoznać i dokładnie odróżnić. Po zabarwieniu zaś staje się to bardzo łatwe, i doskonale można

odróżniać pojedyncze zabarwione bakterje, co niezmiernie ułatwia badanie. Właśnie dzięki temu w r. 1882 Koch wykrył laseczniki gruźlicy, które od fuksyny zabarwiają się na czerwono. Metoda barwienia bakterij barwnikami anilinowemi stała się podstawą zwalczania chorób zakaźnych.

Znany od czasów bardzo dawnych barwnik niebieski, zwany indygiem, wyrabiany był w Indjach z soku pewnych roślin. Sok jako taki jest bezbarwny, lecz pod działaniem powietrza, skutkiem utleniania i fermentacji, stopniowo wydziela się zeń nierozpuszczalny barwnik niebieski. Nie bez słuszności barwnik ten nazwano królem wszystkich barwników, gdyż jego wspaniała barwa niebieska o lekkim odcieniu czerwonawym, zdradza taką odporność na światło, powietrze, kwasy i ługi, wreszcie także i na pranie, jakiej nie spotykamy u żadnych innych barwników.

W Europie środkowej również rośnie roślina, mianowicie urzet farbiarski, której sok, stojąc na powietrzu, wydziela trochę indyga, niestety jednak tylko 0,3 procent, czyli o wiele mniej niż indygowiec indyjski. Z braku dogodnej komunikacji ze Wschodem dawnymi czasy w Europie farbowano wyłącznie barwnikiem, dostarczany przez urzet. Plantacje urzetu w niektórych okolicach bardzo się rozwinęły, gdyż zapotrzebowanie na barwnik było bardzo duże, a plantatorzy osiągalni znaczne zyski. Jeszcze około r. 1600 były tem zatrudnione setki wsi w Turynji. Przemysł ten nie mógł jednakże konkurować ze znacznie tańszem indygiem i nawet pomimo wprowadzenia cel ochronnych upadł z chwilą, gdy komunikacja ze Wschodem stała się łatwiejszą. Indygo wkrótce opanowało cały świat.

Poszukując sposobu uniezależnienia się od indyga, genialny Napoleon I wyznaczył nagrodę miliona franków za wynalezienie sposobu wytwarzania indyga sztucznego. Myśl ta została urzeczywistniona dopiero jednak prawie w sto lat później. Za czasów Napoleona chemja nie była jeszcze w stanie dokonać takiego dzieła. W latach osmdziesiątych zeszłego stulecia stwierdził Bayer, iż trwały na światło barwnik niebieski indygo spokrewniony jest chemicznie z naftaliną, dobywaną z mazi pogazowej. Pod koniec tegoż stulecia synteza techniczna tego bar-

wnika była już faktem dokonanym. Jest to zasługą wielkich niemieckich fabryk chemicznych.

Od r. 1897 indygo sztuczne znalazło się już w handlu, a ludność odległej Bengalji musiała stopniowo zaniechać uprawy indygowca i zająć się uprawą innych roślin. Jeszcze w r. 1894 Indje dostarczyły indyga za 150 milionów złotych, zaś w r. 1910 już tylko za 12 milionów. Kilogram indyga sztucznego kosztował wtedy około 18 złotych, zaś koszt wyprodukowania kilograma wynosił około 15 złotych. Indygo sztuczne już wtedy pokrywało 85% zapotrzebowania ogólnego tego barwnika na całym świecie.

Indygo należy do tak zwanych barwników kadziowych. Barwnik wytwarza się dopiero na samem włóknie pod działaniem powietrza. Kąpiel barwiąca, czyli tak zwana kadź, jest to roztwór barwnika, otrzymywany przez redukcję wapnem i siarczanem żelazawym (witryol żelazny). Barwa tego wytworu jest niepozorna, lecz gdy ubarwione w nim tkaniny zostaną rozwieszone na powietrzu, wówczas dopiero pod działaniem tlenu tworzy się na włóknach barwnik ciemno-niebieski.

Do takich barwników kadziowych należą także barwniki indantrenowe, ostatnio mocno reklamowane przez fabryki niemieckie. Wynałazcą ich jest Renè Bohn. Wyróżniają się one najwyższą trwałością względem wszystkich czynników, które tu wchodzi w rachubę, a nawet mogą przetrwać okres użyteczności samych tkanin. Nazwa ich została urobiona z liter początkowych wyrazów indygo i antracen, który też stanowi podstawę do ich otrzymywania.

Inną rośliną farbiarską jest krapp, czyli marzanna farbiarska, dająca możność otrzymywania rozmaitych kolorów, głównie zaś pięknej czerwieni. Hodowano ją w całej Europie południowej, lecz także w Azji oraz innych częściach świata. Do farbowania używano korzeni tej rośliny, które na Wschodzie nazywano Alizari. Korzenie zawierają cały szereg barwników, które później od wschodniej nazwy ich nazwano alizarynowemi. Pomimo skrzętnych badań chemicznych, jakie nad nimi prowadzono od r. 1823, przez długi przeciąg czasu, z powodu wiel-

kich trudności, wyniki osiągnięte były bardzo nieznaczne. Dopiero w roku 1868 Liebermann i Graebe zdołali udowodnić, iż związkiem podstawowym barwników korzenia marzanny farbiarskiej jest alizaryna, chemicznie blisko spokrewniona z antracenenem, któryśmy już poznali jako węglowodór obecny w mazi pogazowej. Okazało się, iż alizaryna jest to dwuoksyantrachinon, który też następnie zdołano wytworzyć sztucznie z antracenu. W ten sposób dokonano syntezy sztucznej alizaryny.

Po udoskonaleniu laboratoryjnego sposobu otrzymywania barwnika i przystosowaniu go do produkcji fabrycznej, przemysł chemiczny natychmiast się nim zajął i z biegiem czasu doprowadził do doskonałości. Doszło do tego, iż barwnik naturalny nie mógł konkurować ze sztucznym, jako znacznie tańszym, i skutkiem tego uprawa marzanny upadła na całym świecie.

Wspomniano wyżej, iż zapomocą barwnika marzanny, a więc także i zapomocą alizaryny można uzyskiwać rozmaite kolory. Barwnik jest wprawdzie tylko jeden, lecz barwy ostateczne zależą od rodzaju zaprawy, użytej do farbowania. Na zaprawie glinowej i cynowej uzyskuje się prześliczną czerwień, zaprawy żelazowe dają barwy ciemno-fioletowe, a nawet prawie czarne, skoro użyć nadmiaru soli żelaza, wreszcie zaprawy chromowe dają bordo czerwone. Zdumiewające zjawiska barwne osiągnąć można, skoro tkaninę bawełnianą w różnych miejscach zaprawić osobno rozmaitemi zaprawami. Po wyschnięciu będzie ona prawie zupełnie bezbarwna. Gdy następnie tak zaprawioną tkaninę zanurzyć w roztworze wodnym pasty alizarynowej, która sama przez się ma tylko barwę żółtawą, i pogotować przez czas krótki, to w miejscach zaprawionych zjawiają się wszystkie odpowiednie barwy. W handlu alizaryna znajduje się w postaci pasty, jak zresztą wiele innych barwników; pasta jest mieszaniną barwnika ze znaczną ilością wody, gdyż w tym stanie o wiele łatwiej, niż proszek zupełnie suchy, daje się roz mieszać z wodą na jednolity roztwór, przydatny do barwienia.

Wyciągi wodne wielu innych roślin podzwrotnikowych również nadają się do farbowania na zaprawach; należą tu np.

wiórki kampeszowe, czyli tak zwane drzewo niebieskie, wiórki pernambuko, zwane drzewem czerwonym i w. inn. W celu zaoszczędzenia kosztów przewozu z drzew tych bardzo często na miejscu lub w miastach portowych wygotowują wyciągi stężone w zupełnie ten sam sposób, o jakim była mowa przy wyciągach garbarskich. Farbiarnie stosują więc najczęściej gotowe wyciągi. Barwniki smołowe sztuczne wytworzyły niebezpieczną konkurencję barwnikom roślinnym, które też z czasem zapewne zupełnie wyjdą z użycia.

Obok farbiarstwa należy jeszcze wspomnieć o druku wzorzystym tkanin. Niegdyś wzory barwne na tkaninach rysowano i barwiono wprost odręcznie. Potem wynaleziono sposób pokrywania miejsc, które miały pozostać niezafarbowane, powłoką nieprzepuszczającą barwnika; stosowano zwykle w tym celu mieszaninę stopioną wosku i żywicy i po ufarbowaniu uzyskiwano białe wzory na barwnym tle. Rozpowszechnione obecnie batikowanie tkanin polega właśnie na takim sposobie.

Następnie wprowadzono drukowanie wzorów zapomocą wycinanych w drzewie stempli, smarowanych farbą i odciskanych na tkaninie. Drukowanie ręczne oddawna już zastąpiono maszynowem, do czego obecnie istnieją rozmaite sposoby. Albo drukuje się farbami zagęszczonemi klajstrem, dekstryną lub gumą arabską, co zapobiega rozpływaniu się barwników po tkaninie, albo też najpierw drukuje się zaprawy i deseń barwny zjawia się dopiero po wypłókanui tkaniny w kąpieli farbiarskiej. Wreszcie można także wytrawiać wzory na tkaninie zaprawionej; wytrawa niszczy zaprawę i w tych miejscach tkanina nie chwyta barwnika wcale, albo też barwnik usuwa się przez wypranie.

A teraz omówimy jeszcze atrament, ów płyn barwiący, częściej niż wszelkie inne stosowany. Do najdawniej używanych należy atrament czarny, będący zawiesiną wodną galusanu żelazowego. Otrzymuje się go przez zmieszanie wyciągu wodnego galasówek z roztworem siarczanu żelazowego. W celu nadania atramentowi niezbędnej gęstości dodaje się niewielką ilość roztworu gumy arabskiej, niekiedy cukru. Atramentu nie można otrzymać przez zwykłe rozpuszczenie barwnika anilinowego (np.

fuksyny albo eozyny) w wodzie, gdyż roztwory takie łatwo spływają z pióra i plamią papier. Niezbędne są dodatki, nadające cieczy gęstości, nie pozbawiając jej własności łatwego spływania z pióra. Stosuje się do tego celu gumę arabską, dekstrynę i cukier.

Atramenty kopjowe i hektograficzne różnią się od zwykłych właśnie zawartością większej ilości gumy, cukru, oraz barwnika i gliceryny. Dzięki temu podczas kopjowania część atramentu łatwo przechodzi na odbitkę, część zaś pozostaje na pierwotnym miejscu.

Przy sposobności wspomnimy także o tak zwanych atramentach sympatetycznych, które właściwie odgrywają rolę raczej w romansach, aniżeli w życiu praktycznym. Pismo napisane takim atramentem, np. roztworem wodnym żelazocjanku potasowego, po wyschnięciu jest zupełnie niewidoczne. Jeżeli osoba wtajemniczona pociągnie takie pismo pędzlem zwilżonym roztworem rozcieńczonym chlorku żelazowego, wówczas ukazuje się czytelnie pismo niebieskie: żelazocjanek potasowy utworzył z chlorkiem żelazowym związek barwny — błękit berliński. W ten sposób, dobierając odpowiednio dwa roztwory prawie bezbarwne, które jednak po zmieszaniu tworzą osady barwne, można uzyskać pismo we wszystkich prawie kolorach.

Prawdziwy atrament sympatetyczny ma być czemś jeszcze bardziej tajemniczym. Po ujawnieniu pisma niewidocznego nie powinno ono pozostać już na zawsze, jak w przypadku dopiero co przytoczonym, lecz raczej powinno po przeczytaniu przez osobę wtajemniczoną zniknąć ponownie. Atrament taki można przyrządzić z chlorku kobaltowego. Roztwór tej soli jest prawie bezbarwny i napis zapomocą niego na białym tle sporządzony jest zupełnie niewidoczny. Skoro jednak papier z napisem zostanie ogrzany, to chlorek kobaltowy traci wodę związaną w nim chemicznie i przechodzi w związek bezwodny ciemnoniebieskiej barwy; dzięki temu można pismo odczytać. Po ostygnięciu pismo stopniowo zpowrotem znika, gdyż związek po ochłodzeniu znów z powietrza wodę i tworzy bezbarwny chlorek kobaltowy uwodniony.

Stwierdziliśmy wyżej, iż prócz barwników sztucznie otrzymanych w pracowniach chemicznych, fabryki barwników wytwarzają także barwniki naturalne, jak alizaryna oraz indygo. Możemy się domyślać, że i substancje pachnące, jak i barwniki, są to także określone związki chemiczne. W rzeczy samej zdołano już wydobyć substancje pachnące z roślin i otrzymać je w stanie częściowo przynajmniej chemicznie czystym. Należy tu np. zapach migdałów gorzkich, który pod względem chemicznym okazał się związkiem niesłychanie prostym. Jest to aldehyd benzoesowy, związek wywodzący się wprost z obecnego w mazi pogazowej toluolu, względnie benzolu. Dziś olejek sztuczny z migdałów gorzkich jest związkiem bardzo tanim. Otrzymano także sztuczny zapach fiołków. Potrzeba było na to niesłychanego wysiłku duchowego, wcale nie mniejszego od tego, jaki był niezbędnym do odbudowy sztucznego indyga. Za kilogram jononu, czyli sztucznego olejku fiołkowego, płacono przez wiele lat po 16000 złotych.

I zupełnie tak samo, jak zdołano stworzyć wiele barwników sztucznych, nie mających swych przedstawicieli w przyrodzie, tak też otrzymano znaczną ilość sztucznych substancyj pachnących. Zapotrzebowanie na te substancje stało się tak znaczne, iż powstały wielkie fabryki chemiczne, które je stale wytwarzają. W zakresie wytwarzania zapachów sztucznych podstawowemi stały się prace F. Thiemanna i O. Wallacha w końcu ubiegłego stulecia. Odkryli oni wanilinę, substancję zapachową wanilii, eugenol, obecny w olejku goździkowym, kumarynę, olejek cynamonowy i inne. Substancje te otrzymano sztucznie z benzolu. Szereg zaś innych, jak wymieniony już jonon, pachnący bżem terpineol oraz olejki cytrynowy, kminkowy, miętowy, koprowy, terpentynowy, wreszcie kamforę wspomnianą przy omawianiu celuloidu, otrzymano syntetycznie z terpenów, czyli związków będących stosunkowo prostemi węglowodorami.

Wykład ósmy

Malarstwo olejne. Oleje schnące i nieschnące. Olej lniany. Pokost. Lakier. Błonnik. Klejenie papieru. Substancja słomy. Bibułka drukarska. Połączenia błonnika. Prawo patentowe.

Zarówno w malarstwie wodnem, jak i olejnym, dopiero od niewielu lat stało się możliwe zastosowanie trwałych na światło barwników sztucznych smołowych. Dotychczas stosowano tylko farby mineralne, utrwalając je na odpowiednio spreparowanym podkładzie. Np. cegła doskonale zmielona i roztarta z olejem daje farbę malarską czerwoną niesłychanie trwałą. W taki sam sposób stosuje się rozmaite zabarwione minerały, występujące w przyrodzie. Zapomocą prażenia albo też stapiania z sobą rozmaitych substancyj otrzymuje się również mieszaniny barwne, które po zmieleniu służą jako farby. Np. szkło, jak to wiadomo już od 400 lat, barwi się niebiesko, jeżeli podczas wyrobu dodać doń związków kobaltu. Po zmieleniu szkło takie daje tak zwaną smaltę, czyli barwnik zielono-niebieski bardzo trwały. Wyras smalta oznacza to samo, co stop. Farby otrzymuje się także z osadów barwnych nierozpuszczalnych, które tworzą się po zmieszaniu roztworów wodnych dwu różnych soli. Np. roztwory chromianu potasowego i octanu ołowiu tworzą chromian ołowiu, stosowany pospolicie pod nazwą żółcieni chromowej.

Do przyrządzania farb olejnych nadaje się nie każdy olej. Np. oliwa daje plamy tłuste, które nigdy nie wysychają; zmieszana z proszkiem barwnym dałaby przeto farbę wcale nie schnącą. Otóż oleje z punktu widzenia ich użyteczności do celów malarzkich dzielimy na dwie grupy — oleje schnące i oleje nieschnące.

W olejach nieschnących, więc np. w oliwie, znajduje się przeważnie kwas oleinowy i gliceryna, które występują również w tłuszczach zwierzęcych. Natomiast oleje schnące w miejsce powyższego kwasu zawierają różne inne kwasy o nazwach, pochodzących zwykle od nazw samych olejów. Np. olej lniany, za-

liczony do olejów schnących, zawiera kwas linolowy. Olej ten otrzymuje się przez wytłaczanie siemienia lnianego. Nasiona zazwyczaj obfitują w oleje; siemie lniane, tłoczone na zimno, daje około 22%, na gorąco zaś nawet 28% oleju.

Wszystkie oleje, tak schnące, jak i nieschnące, pod wpływem powietrza doznają pewnych zmian. Oliwa i oleje nieschnące jełczeją, natomiast oleje schnące, rozsmarowane cienką warstwą na podkładzie nieprzenikliwym, jak np. metal lub szkło, wysychają, tworząc twardą powłokę. Jeżeli zawierać będą domieszany proszek barwny, to zarazem przylepiają go trwale na danym podkładzie. Masa wyschnięta jest zupełnie sucha i nie puszcza farby. Jełczenie olejów nieschnących zależy od powolnego częściowego ich rozkładu na wolne kwasy tłuszczowe i glicerynę. Wysychanie zaś olejów schnących jest powodowane przez utleniający wpływ tlenu powietrza; przytem kwas linolowy oraz inne doń podobne, łącząc się z tlenem, zmieniają się gruntownie i tworzą twarde masy. Należy uwzględnić i to również, że pewne oleje, jak np. olej bawełniany, należą do grupy pośredniej, to znaczy wysychają tylko częściowo, przyczem gęstną, lecz nie tworzą twardej suchej powłoki. Nazywane są olejami półschnąciami.

Godnem uwagi jest to, że oleje schnące wysychają znacznie szybciej, jeżeli proces utleniania będzie przyspieszony sztucznie. W tym celu gotuje się je ze związkami wydzielającymi tlen, np. z tlenkiem ołowiu (glejtą ołowianą). Olej lniany wygotowany z glejtą służy za podstawę do wyrobu farb olejnych handlowych i znany jest pod nazwą pokostu.

Pokost bywa używany nie tylko w postaci utartej z proszkami barwnymi. Stosuje się go także wprost do malowania płaszczyzn uprzednio zabarwionych farbami wodnymi lub zupełnie nagich, a wtedy wysycha, tworząc przezroczystą, szklistą powłokę. Sposób taki nazywamy pokostowaniem. Przypomina on lakierowanie zapomocą lakierów, które otrzymuje się przez rozpuszczenie żywic w pokostach albo też w rozpuszczalnikach łatwo lotnych.

Jako lakieru używa się także roztworu szellaku w spirytusie. Lakier taki jest dogodny, gdyż spirytus na powietrzu łatwo się

ulatnia. Większe znaczenie ma taki roztwór jako politura, której zastosowanie polega na wcieraniu w powierzchnię gładką drzewa roztworu szellaku w spirytusie przy równoczesnem zwilżaniu olejem lnianym lub pokostem.

Przez gotowanie oleju lnianego utlenionego z korkiem mielonym i żywicami otrzymuje się masę, którą się przesysca grube tkaniny jutowe i suszy; w ten sposób wyrabia się linoleum. Wymalazek linoleum pozostaje w związku z dawną fabrykacją ceraty; dokonany został w r. 1860 przez angiłka Waltona.

Przejdziemy teraz do omówienia papiernictwa.

W czasach zamierzchłych pisano wyłącznie tylko na przedmiotach, których dostarczała sama przyroda, więc na kamieniach, deszczułkach drewnianych, skórach. Jednakże już w starożytnym Egipcie wynaleziono sposób wyrabiania papieru z łodygi papirusa. Łodygę tej rośliny cięto na możliwie cieniutkie i szerokie płyty. Dwa takie płyty składano z sobą w poprzek i suszono, ściskając w prasie. Tworzył się przytem arkusz, który możliwie wygładzano i używano do pisania. Prócz tego materiału w starożytności oraz w początkach średniowiecza posługiwano się pergaminem, i dopiero w 8 wieku zaczęto wyrabiać ze szmat lnianych materiał, który można uważać za pierwowzór dzisiejszego papieru.

Jako pomniki pisma na tego rodzaju papierze przechowały się w Europie bulle papieskie, wydane w 8 i 9 wieku. Według wszelkiego prawdopodobieństwa papieru tego dostarczali hiszpańscy saraceni, najstarszym bowiem dokumentem historycznym, pisany na papierze lnianym, jest traktat pokojowy, zawarty pomiędzy Kastylją i Aragonją.

W czasie obecnym używa się znacznie więcej papieru do drukowania, aniżeli do pisania. Papier terazniejszy składa się z cieniuteńkiej warstwy silnie spłśnionych włókien roślinnych. Włókna zwierzęce nie nadają się do tego celu, gdyż dają wytwór zbyt miękki, podobny do sukna.

Ze względu na taniłość, na papier przerabia się nie świeże włókna roślinne, lecz szmaty, pochodzące ze zużytych szczątków odzieży lnianej i bawełnianej.

Włókna roślinne zbudowane są z błonnika, czyli celulozy, tworzącego krótkie włókienka oraz substancyj je sklejających, czyli inkrustujących. Błonnik czysty należy do węglowodanów; składa się z 6 atomów węgla, 10 atomów wodoru i 5 atomów tlenu. Liczba atomów tych trzech pierwiastków jest tu taka sama, jak i w krochmalu.

Niegdyś wyrabiano papier w następujący sposób. Mokre szmaty pozostawiano na 2 do 3 dni. Pod wpływem procesu gnilnego, który wszczyna się w ciągu tego czasu w masie szmat, substancja inkrustująca (czyli sklejająca i wypełniająca) włókna błonnika ulegała częściowemu rozpuszczeniu, wyzwalając równocześnie same włókna. W celu zupełnego ich oddzielenia całą masę gotowano dłuższy czas z dodatkiem wapna i wreszcie po dodaniu większej ilości wody doskonale ubijano. Utworzoną papkę robotnicy czerpali na gęste sito i przetrząsając oddzielali wodę. Na sicie pozostawała cienka warstwa spilśniona włókien błonnika mocno z sobą splecionych, którą przenoszono na grube płótno i przykrywano drugim kawałkiem płótna. Odpowiednią ilość takich warstw układano w jedną grubą warstwę i wytłaczano w prasie celem możliwie dokładnego wyciśnięcia wody, a następnie rozdzielano, zdejmowano płótna i suszono.

Otrzymywano w ten sposób papier gąbczasty, podobny do bibuły. Można go było używać do druku oraz do pakowania, lecz nie nadawał się on do pisania, gdyż był zbyt porowaty i przesiąkliwy dla atramentu, a pismo się na nim zalewało. Papier taki po zanurzeniu w zimnej mieszaninie wody i kwasu siarkowego i doskonałym wymyciu w wodzie daje pergamin; błonnik na powierzchni papieru przemienia się przytem częściowo na cukier, i skutkiem rozpuszczania się włókna zlewają się z sobą, tworząc jednolitą gładką i nieprzesiákliwą powierzchnię.

Żeby nadać papierowi większej trwałości i zmniejszyć jego porowatość, masę papierową poddaje się klejeniu. Ten wyraz techniczny niezupełnie jasno przedstawia istotę sprawy; klej bowiem, dodany do papki wodnistej, rozpuszczałby się równocześnie w wodzie, i po wyciśnięciu tylko część nieznaczna jego mogłaby pozostać w papierze. Sytuacja zmieni się, skoro prócz

kleju będzie równocześnie dodany alun. Już w garbarstwie i farbiarstwie poznaliśmy skłonność alunu do łączenia się z włóknem. I w tym przypadku zachodzi coś podobnego. Włókna zatrzymują glinę z alunu, ta zaś ze swej strony wiąże się z klejem. Rozumie się tedy, iż po odcedzeniu wody z papki papierowej glina i klej, zwarte z włóknami, muszą je doskonale skleić, a równocześnie wypełniają w masie wszystkie pory. Papier staje się więc nieprzeziąkliwy i podatny do pisania. Alun tworzy z klejem masę nierozpuszczalną w wodzie, papier staje się przeto również mniej wrażliwy na zwilżanie.

Powierzchnia papieru, wyrabianego ręcznie na sitach, nigdy nie może być dostatecznie gładka i równa; taki papier musi być następnie wyprasowany. Prasuje się go bądź na mokro pomiędzy gładkimi płaszczyznami, albo też satynuje, to znaczy przepuszcza pomiędzy dwoma walcami o powierzchni idealnie polerowanej, które w ten sam sposób wygładzają powierzchnię papieru.

Stopniowo też udało się pracę ręczną całkowicie zastąpić przez maszynową. Dawniej poszczególne arkusze papieru mogły mieć conajwyżej rozmiary największego sita, którem mógł operować robotnik, obecnie zaś maszyny dostarczają taśm papieru znacznej szerokości przy długości wręcz nieograniczonej.

Aby szmaty przerobić na masę papierową, zamiast gnojenia i ubijania wygotowuje się je w mocnym ługu alkalicznym w celu możliwie dokładnego rozpuszczenia substancji inkrustującej. Używa się ługu sodowego, z którym zapoznamy się bliżej, omawiając mydlarstwo. Rozgotowane szmaty przechodzą do podłużnego koryta, w którym wiruje walec zaopatrzony w noże. W dnie koryta również znajdują się noże ustawione w odpowiednim położeniu względem walca. Maszyna taka, mająca pewne podobieństwo do młyna, nazywa się holendrem. Walec poruszany siłą mechaniczną, stopniowo rozdrabnia rozgotowane szmaty i rozciera je z wodą na papkę.

Zkolei papka zostaje wybielona chlorem, i wszelki nadmiar szkodzący chloru jest usuwany zapomocą antichloru. Teraz następuje klejenie masy papierowej. Do papieru maszynowego kleju nie używa się zupełnie, lecz zastępuje przez odpowiednie

żywicy, np. kalafonję, znacznie od kleju tańszą. Żywice rozgotowuje się z ługiem sodowym na mydło żywiczne, które dolewa się do masy papierowej i równocześnie dodaje alunu. Glinka, znajdująca się w alunie, przyłączona zostaje i w tym przypadku przez błonnik. Ze swej strony łączy się ona ze składnikami żywicy, które sklejają włókna w papierze, czyniąc go podatnym do pisania.

Zupełnie gotowa już masa papierowa, odpowiednio rozrzedzona wodą, dostaje się na mosiężne wiecznie ruchome sito, zrobione z taśmy bez końca. Sito obraca się na walcach, a równoczesny jego ruch trzęsący ułatwia spilśnianie się włókienek. Na sicie mogą być wyplatane wzory, które odbijają się na gotowym papierze. Masa papierowa traci na sicie większość zawartej w sobie wody i z sita przechodzi bezpośrednio pomiędzy walce obciążnięte filcem, które wyciskają z niej resztę wody. Jeszcze wilgotna taśma papierowa zostaje następnie przepuszczona pomiędzy dwoma gorącymi walcami metalowymi, które ją osuszają i równocześnie po obu stronach doskonale wygładzają. Opuszczając walce, taśma papierowa nawija się maszynowo w zwoje i w tej postaci opuszcza fabrykę.

Niesłychanie wielkiego zapotrzebowania papieru oddawna już nie można zadowolić szmatami. W czasach obecnych, ze względu na znaczny rozwój prasy nie daje się to pomyśleć, ponieważ przeciętnie człowiek dostarcza mniej odpadków bawełnianych i lnianych, niż zużytkowuje błonnika w postaci papieru do pisania i gazet. Papiernictwo rozrasta się szybciej, niż inne gałęzie przemysłu, a stosunek tego rozwoju przed wybuchem wojny światowej wynosił $2\frac{3}{4}$ do 3%. Z tego względu usiłowano dopomóc papiernictwu w poszczególnych krajach przez podwyższenie celi wywozowych od szmat, dając możność papierniom łatwiejszego zaopatrywania się w surowiec.

To jednakże nie wiele przyczyniło się do polepszenia sprawy. Zaczęto więc oglądać się za materiałem, któryby mógł skutecznie zastąpić w papiernictwie szmaty. Dzięki rozwojowi wiadomości chemicznych doszło wreszcie do tego, iż obecnie istnieje wiele papierni, które szmat nie przerabiają wcale.

Len jest źródłem, z którego czerpie się błonnik do wyrobu tkanin lnianych, a więc także i papieru. Otóż błonnik znajduje się także i w innych roślinach. To samo widzieliśmy również w przypadku krochmalu. Lecz pomimo zupełnie jednakowego składu chemicznego błonnika w różnych roślinach, jego własności fizyczne mogą być odrębne. I tak np. słoma, w stosowny sposób rozgotowana, dostarcza błonnika przydatnego do wyrobu papieru. Bardzo odpowiednim okazał się też błonnik, którego dostarcza alfabras — roślina, rosnąca w znacznych ilościach w Ameryce Północnej, a zwłaszcza w Algierze. Lecz żaden z tych surowców naogół nie daje materiału tak dobrego do przerabiania na papier, jak szmaty lniane. Ostatecznie jednak także i każda większa roślina, a więc i każde drzewo, musi zawierać błonnik. I rzeczywiście przerabianie drzewa na papier ostatecznie w zupełności się powiodło.

Już w roku 1765 kaznodzieja Schäffer zalecał wytwarzanie papieru z drzewa rozdrobnionego na włókna. Na myśl o zastąpieniu włókien ze szmat przez włókna drzewne naprowadziły go rozważania nad budową gniazd osich. Urzeczywistnienie tej myśli odwlokło się jednak aż od roku 1846, w którym po raz pierwszy zaczęto wytwarzać papier z drzewa tartego. Sposób wyrobu był bardzo prosty i polegał na ucieraniu odpowiedniego gatunku drzewa zapomocą kamienia młyńskiego w obecności wody.

Papka w ten sposób otrzymywana oczywiście nie mogła mieć budowy włóknistej, a jej zdolność spłśniania się była bardzo nieznaczna. Pozatem wypełniające ją cząstki żywicy drzewnej utrudniały lub wręcz uniemożliwiały należyte wybielenie masy. Dlatego też masa ta mogła być stosowana tylko w połączeniu ze szmatami; długie włókna szmaciane dodawały trwałości wyrabianemu w ten sposób papierowi. Papka drzewna była więcęć środkiem wypełniającym, niż zastępującym galgany. Pod względem wypełniania fabrykacja posunęła się jeszcze dalej. Zaczęto do masy papierowej dodawać gips i zbliżone do niego substancje białe, nie mające zupełnie własności spłśniających i tylko wypełniające przestrzeń pomiędzy włóknami, co wprowadzie więćkszą masę, lecz równocześnie osłabia trwałość papieru.

Obok czysto mechanicznego mielenia drzewa wkrótce zwrócono się do wspomnianej już słomy i wynaleziono sposób tak dokładnego jej rozgotowywania zapomocą ługu sodowego, iż dała się ona po wymyciu wodą rozdrabniać na holendrach, jak papka papierowa. Masa w ten sposób otrzymywana daje się bielić chlorkiem i może być dodawana w znacznej ilości do błonnikowej masy papierowej. Otrzymany z tego papier cechuje się już lepszymi własnościami. W taki sam sposób daje się przerabiać również i alfagras, który daje masę puszystą, a papier z niego otrzymany przy tym samym ciężarze jest grubszy, niż wyrabiany z innych materiałów. Papier drukarski wyrabiany z tego materiału wyróżnia się nadzwyczajną lekkością.

Rozgotowywanie drzewa następuje znacznie więcej trudności, niż rozgotowywanie słomy i alfagrasu z dodatkiem stosownych związków chemicznych, o ile zamiast ucierania chcemy w ten sposób uzyskać zeń masę papierową; drzewo jest materiałem twardszym i znacznie więcej spoistym. Sposób, jaki do tego celu zastosowano, polega na otrzymywaniu błonnika przy pomocy ługu sodowego.

Sposób ten podał Watt w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Zasada sposobu polega na rozgotowywaniu drewna — przeważnie sosnowego i świerkowego — z ługiem sodowym pod bardzo znacznem ciśnieniem. Używa się kotłów leżących, ogrzewanych wprost w ogniu, jak kotły parowe zwykłe. Drzewo pakuje się do kotłów w koszykach drucianych i wpuszcza ług. Dostateczne rozgotowanie drewna wymaga 10 atmosfer ciśnienia.

Po opuszczeniu kotła kawałki drzewa mają wygląd ciemno-brunatny, lecz substancja otaczająca i wypełniająca włókna błonnika jest całkowicie rozpuszczalna w wodzie. Skoro teraz drzewo takie, pozostanie przeniesione do wody i rozdrobnione, to owa substancja rozpuszcza się i na sitach po przecedzeniu pozostanie tylko błonnik. Błonnik taki o włóknie dość długiem, nazywany błonnikiem sodowym, daje się bardzo dobrze bielić i wespół z innym materiałem przerabiać na papier.

Powyższy sposób fabrykacji około r. 1884 doczekał się groźnego konkurenta w postaci błonnika siarczynowego i dziś

błonnik sodowy wytwarzany jest w znacznie mniejszych ilościach, niż siarczynowy. Można było przypuszczać, iż oprócz ługu sodowego znajdzie się jeszcze inny środek, który pozwoli rozpuścić w drewnie substancję inkrustującą, nie naruszając zbytnio błonnika. Z biegiem czasu poznano wiele takich środków, lecz z nich najcenniejszym ze względów praktycznych okazał się kwaśny siarczyn wapniowy.

Sole kwasu siarkawego nazywają się w chemji siarczynami; w odróżnieniu przeto od błonnika wytwarzanego zapomocą ługu sodowego, błonnik uzyskiwany przy pomocy siarczynów, nazywano siarczynowym. Praktyczny sposób wyrobu takiego błonnika podał po raz pierwszy Mitscherlich, choć przed nim dokonano wielu bezowocnych prób w tym kierunku. Istnieje nawet pewien patent angielski z roku 1866, w którym został przytoczony w całości tenże sposób, jednakże ani jeden kilogram błonnika wyrobianego na podstawie tego patentu nigdy nie ukazał się w handlu. Pewna fabryka amerykańska, która zamierzała rozpocząć produkcję według tego patentu, po wielkich stratach pieniężnych musiała zaniechać fabrykacji.

Zasadniczo w żadnym kraju nie można nic opatentować, co już gdziekolwiek było w taki sam lub zbliżony sposób opisane. W Niemczech pomysły opublikowane mogą się stać przedmiotem patentu dopiero po upływie stu lat od ostatniej publikacji. Napozór wydaje się rzeczą trudną wpaść na pomysł, któryby już przedtem nie był gdziekolwiek próbowany lub zamierzony. Stwarza to znaczne trudności dla wynalazców, ale częstokroć umieją sobie oni radzić, obchodząc urzędowe formalności. Tak się też stało i z pierwszym angielskim patentem na wyrób błonnika siarczynowego. Niemcy skorzystali z tej okoliczności, iż w drzewie obecne są garbniki, które podczas wyrobu błonnika muszą być usunięte. I oto zgłoszono tam patent, który właściwie miał na celu wyrób błonnika siarczynowego, w tej formie, jakoby chodziło o wydobywanie z drzewa garbników, przeznaczonych do celów garbarskich. Garbniki miały być wydobywane zapomocą kwaśnego siarczynu sodowego, a błonnik miał być przytem tylko wytworem ubocznym. Biorąc ściśle, był to po-

prostu podstęp w imię zasady, którą często się tam spotyka wśród wielu poczynañ, iż cel uświęca środki. Nic też dziwnego, iż na tle tych patentów powstały później spory i procesy, ciągnące się przez długi okres czasu.

Porzućmy jednak sprawę patentów i zobaczmy, czem właściwie jest kwaśny siarczyn wapniowy. Jak wiadomo, siarka zapalona płonie i znika, a na miejsce jej zjawia się gaz ostry i duszący. Jest to związek siarki z tlenem, zwany dwutlenkiem siarki. Tak samo spala się w powietrzu węgiel, i łącząc się z tlenem, wytwarza gaz bezbarwny, zwany dwutlenkiem węgla. Dwutlenek węgla bywa częstokroć nazywany kwasem węglowym, a o dwutlenku siarki wyrażamy się często jako o bezwodniku siarkawym lub kwasie siarkawym. Istotnie, gaz ten rozpuszczony w wodzie nabiera własności kwasu. Kwasy, łącząc się z zasadami, wytwarzają sole. Skoro więc gaz, tworzący się z siarki płonącej w piecu, przepuszczać przez naczynie albo też wieżę wypełnioną wilgotnym wapniakiem, to dwutlenek siarki nie uchodzi, lecz łączy się z wapnem jako zasadą, tworząc sól, zwaną siarczynem wapniowym. W takim urządzeniu po wapniaku zwykle spływa zraszająca go woda, która gromadząc się na spodzie wieży, rozpuszcza w sobie obficie dwutlenek siarki. W tej kwaśnej cieczy wapniak rozpuszcza się w dalszym ciągu, wytwarzając kwaśny siarczyn wapniowy.

Roztwór kwaśnego siarczynu wapniowego rozpuszcza w sobie większość metali. Najodporniej zachowuje się względem niego tylko ołów, który nadaje się do celów technicznych ze względu na niską stosunkowo cenę. Dlatego też wielki przemysł chemiczny posługuje się bardzo często naczyniami ołowianami, albo też grubo ołowiem wyłożonemi, wzgl. pobielonemi.

Podczas przerabiania na błonnik siarczynowy, drzewo gotuje się z siarczynem wapniowym pod ciśnieniem około 3 atmosfer. Kotły do tego celu nie mogą być robione z ołowiu, gdyż ten na takie ciśnienie jest zbyt miękki. Dlatego też wyrób kotłów do powyższego procesu był zadaniem bardzo trudnem. Obecnie są w użyciu kotły parowe ze zwykłej blachy kotłowej pociągniętej żywicą i wyłożone płytami ołowianami. Powierzchnia tych

płyt pokryta jest dwoma warstwami cegiełek kwasoodpornych w ten sposób, iż szczeliny pomiędzy cegiełkami pierwszej warstwy przykryte są powierzchnią gładką drugiej warstwy cegiełek. To zabezpiecza powierzchnię metalu przed dostępem cieczy gryzącej. Ogrzewanie kotła odbywa się zapomocą umieszczonych wewnątrz rur do przepływu pary.

Barwa drzewa po wygotowaniu w kwaśnym siarczynie wapiowym jest jaśniejsza, niż była pierwotnie. Jest to zasadnicza różnica w porównaniu z tem, co zachodzi przy gotowaniu drzewa z ługiem sodowym. Wiemy bowiem, iż dwutlenek siarki jest środkiem bielącym, a ostateczne wybielenie otrzymanego w ten sposób błonnika chlorem jest już rzeczą łatwą.

Najlepszego błonnika zapomocą tego sposobu dostarcza jodła biała. Prócz niej stosuje się sosnę, zwłaszcza w Norwegji i Finlandji. O rozmiarach produkcji błonnika siarczynowego daje pojęcie to, iż wielkie fabryki przerabiają dziennie 12 do 15 morgów dobrego lasu sosnowego. Błonnik siarczynowy przewyższa nietylko pod względem jakości błonnik sodowy, lecz ruguje także i szmaty, jako surowiec papierniczy.

O wyrobie spirytusu z odcieków tego przemysłu nadmieniliśmy już, omawiając napoje alkoholowe.

Wykład dziewiąty

Wapno palone. Potasz. Soda. Kwas siarkowy. Sól glauberska. Kwas azotowy. Soda krystaliczna. Soda amonjakalna. Potasz sztuczny. Popiół z melasy. Popiół z potu owczego. Mydło. Potasz żrący. Soda żrąca. Mydło maziste. Wypełnianie mydła. Mydło łojowo-żywiczne. Woda twarda i miękka. Plasty lecznicze.

Mydło wyrabia się działaniem rozpuszczonych w wodzie alkaliów żrących na tłuszcze. Stąd też omówienie mydła poprzedzić musi bliższe zaznajomienie się z temi alkalicznymi. Otrzymywanie ich niegdyś połączone było z wyrobem węglanów alkalicznych i może być zrozumiałe tylko w związku z niemi. Obecnie alkalia wytwarza się sposobem elektrycznym, mianowicie zapomocą elektrolizy. Najważniejszym węglanem alkalicznym jest soda.

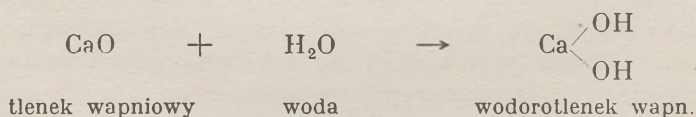
Dawnemi czasy znano tylko jedno alkali żrące, mianowicie wapno palone, które, jak i obecnie, wypalano z wapniaka. Bryły wapniaka ustawiano stożkowo, tworząc w środku otwór na paleńsko i wyzyskując w ten sposób należycie ciepło. Obecnie wypalanie odbywa się w wielkich piecach murowanych według tej samej zasady. Wapniak wypalony pozornie wygląda niezmiennym, lecz własności jego są zupełnie inne. Zwilżony wodą, zimny kawałek takiego wapniaka, ponownie się rozgrzewa do tego stopnia, iż woda zaczyna zeń parować i twardy kamień stopniowo rozpada się na proszek, z wodą tworzący papkę. Wapniak, zwany także wapieniem, występuje w przyrodzie jako skała w ilościach olbrzymich. Najczystsze jego odmiany stanowią marmur i szpat wapienny, mniej czyste występują w postaci kredy.

Wapniak wypalony, czyli poprostu wapno palone, służy do wyrobu zaprawy mularskiej, o której będzie mowa niżej.

Na podstawie zdobytych już wiadomości chemicznych zachowanie się wapniaka możemy łatwo wytłumaczyć: wapniak jest to węglan wapniowy. Podczas ogrzewania dwutlenek węgla uchodzi zeń w postaci gazu i pozostaje wapno. Wapień natu-

ralny jest doskonałym materiałem budowlanym, ponieważ jest niewrażliwy na czynniki atmosferyczne. Natomiast w stanie wypalonym, jak zaznaczono, całkowicie rozpada się pod działaniem wody, a proces ten nazywamy gaszeniem albo lasowaniem wapna. Gaszenie wapna jest to reakcja czyli proces chemiczny pomiędzy wodą i wapnem palonym, które chciwie łącząc się z sobą, wywiązują tyle ciepła, iż woda rozgrzewa się do wrzenia i masowo uchodzi w postaci pary. Zjawisko to dla nieobeznanych ze szczegółami natury chemicznej wydaje się czemś tajemniczem.

Wapno jest tlenkiem wapnia, czyli połączeniem tlenu z metalem wapniem. Czytelnik polski powinien należycie odróżniać wapń, jako metal, od wapienia-skały i wapna, czyli tlenku wapniowego, gdyż nazwy te wydają się nieco podobne. Tlenek wapniowy obdarzony jest z natury skłonnością do łączenia się chemicznego z wodą. Wywiązuje się przytem dużo ciepła, ponieważ tlenek wapniowy przeistacza się na wodorotlenek wapniowy, czyli na wapno gaszone:



Wapno gaszone ma własności silnie żrące, to znaczy, iż zgryza czyli niszczy pewne substancje. Z tego to względu zostało zaliczone do alkaliów. Pod względem chemicznym jest ono zasadą, ponieważ z kwasami tworzy sole (przypominamy tu szczegóły o fosforanie wapniowym, przytoczone podczas omawiania nawozów sztucznych). Rozrobione z nadmiarem wody na papkę, wapno gaszone mimo tego jest w wodzie prawie nierozpuszczalne. Łączenie się chemiczne z wodą, a rozpuszczalność w wodzie, są to własności odrębne i nawzajem niezależne.

Już w średniowieczu umieli mydlarze przyrządzać przy pomocy wapna alkali rozpuszczalne w wodzie, potrzebne do wyrobu mydła. Od tego czasu nosi ono nazwę alkali żrącego.

Alkali takie i teraz jeszcze otrzymuje się tak samo, jak wówczas, z potaszu i wapna żrącego. Sposób ten poznamy niebawem, lecz wprzód obeznamy się należycie z potaszem.

Jak już wiemy, wszystkie rośliny lądowe czerpią z gleby sole potasowe, które też obecne są w każdym drzewie. W popiele otrzymanym po spaleniu drzewa znajdujemy sole potasowe, zwykle w postaci węglanu potasowego, który jest solą rozpuszczalną w wodzie. Przez wygotowanie popiołu drzewnego w wodzie otrzymuje się roztwór soli potasowych. Po zlaniu tego roztworu z nad nierozpuszczonych części popiołu i po odparowaniu cieczy do sucha otrzymuje się pozostałość, która stanowi potasz.

Zastosowania potaszu są bardzo rozległe. Był on i jest nadal używany do wyrobu mydła, do fabrykacji szkła, o czym będzie mowa niżej, w farbiarstwie i t. d. W miarę zużycia lasów w Europie i zmniejszonej przez to produkcji popiołu drzewnego ilość potaszu znacznie się uszczupliła. Brak ten dał się poważniej odczuć po raz pierwszy we Francji, gdzie też w r. 1775 Akademia Francuska ogłosiła konkurs z nagrodą 2500 liwrow (około 20000 zł.) coprawda nie na wyrób potaszu sztucznego, lecz na najlepszy sposób przemiany soli kuchennej na sodę; soda bowiem w większości przypadków może służyć jako środek zastępujący potasz. Okoliczność tę zrozumiemy bardzo łatwo. Potasz, jak zaznaczono, jest to węglan potasowy. Soda jest węglanem sodowym. W czasie ogłoszenia konkursu nie znano na ziemi innego źródła potasu poza potaszem i saletą potasową. Nie było zatem wówczas możliwości sztucznego wytwarzania potaszu z innych takich związków potasowych. Przemysł potasowy Stassfurcki rozbudowany został dopiero od roku 1863.

Sodę dobywano wówczas również tylko z jednego i to bardzo niewygodnego źródła, mianowicie z popiołu spalonych roślin morskich, głównie w Hiszpanji północnej, gdzie taki popiół nazywano barilla. Rośliny morskie zamiast soli potasowych zawierają sole sodowe, które czerpią z soli kuchennej rozpuszczonej w wodzie morskiej. To też popiół tych roślin, wygotowany w wodzie, nie dostarcza węglanu potasowego (potaszu), lecz węglan sodowy (sodę). Barilla bardzo często była tak dalece zła,

iż zawierała tylko 5 procent sody. Soda jest tedy związkiem sodowym. Skoro jednakże chodzi o związki sodowe, to niewyczerpane ich źródło mamy w przyrodzie w soli kuchennej, która składa się z sodu i chloru.

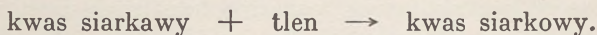
Rozumiemy zatem doniosłość rozpisania konkursu w r. 1775 na wytwarzanie sody z soli kuchennej, skoro z powodów wyluszczonych było rzeczą niemożliwą otrzymywanie potaszu sztucznego. O znaczeniu tego konkursu świadczą najlepiej liczby. W r. 1814-1000 kilo sody krystalicznej kosztowało jeszcze około 2400 zł., w r. 1820-1200 zł., a w r. 1900 około 120 zł. Ceny ówczesne rokowały zatem dla wytwarzania sody sztucznej ogromne zyski.

Po próżnych wysiłkach wielu chemików wyrób sody sztucznej został pomyślnie rozwiązany przez Leblanca. Sposób jego został opatentowany w r. 1791 wkrótce po wprowadzeniu francuskiego prawa patentowego. Był to sposób bardzo złożony i wymagał do wykonania nie tylko wielorakich wiadomości chemicznych, lecz także i wielkiego wysiłku duchowego oraz pomysłowości w przenoszeniu doświadczeń laboratoryjnych i licznych ubocznych reakcyj na techniczny warsztat pracy. Z tych względów stał się on nie tylko punktem wyjścia, lecz także wzorem do naśladownictwa dla społecznego wielkiego przemysłu chemicznego. To też sława wynalazcy i jego sposobu pozostanie po wszystkie czasy niezapomnianą.

Leblanc, podobnie jak wszyscy jego rówieśnicy, nie mógł bezpośrednio przemienić soli kuchennej, czyli chlorku sodowego, na węglan sodowy. Powiodło mu się jednakże dość łatwo przemienić sól kuchenną na siarczan sodowy, a ten dopiero na sodę. Stwierdził on mianowicie, iż sodę otrzymać można, stapiając siarczan sodowy z kredą i węglem. Kreda, jak wiemy, jest to węglan wapniowy, który w tym procesie dostarcza potrzebnego dwutlenku węgla. Po wylugowaniu powyższego stopu wodą utworzona soda zostaje rozpuszczona w wodzie i po odparowaniu wody wydziela się w postaci krystalicznej. Źródłem sodu jest w tym procesie sól kuchenna, zaś dwutlenku węgla dostarcza kreda.

W celu przemiany soli kuchennej na sodę według sposobu Leblanca trzeba najpierw przemienić sól na siarczan sodowy. Siarczan sodowy jest nazywany solą glauberską od nazwiska jego odkrywcy, Glaubera. Potrzebne są do tego celu znaczne ilości kwasu siarkowego i dlatego sposób powyższy wymaga równocześnie własnej fabryki tego kwasu. Z tego też powodu wytwarzanie sody według Leblanca przyczyniło się także i do udoskonalenia fabrykacji kwasu siarkowego.

Już o tem wiemy, iż siarka, płonąc na powietrzu, tworzy dwutlenek siarki w postaci duszącego gazu. Gaz ten, rozpuszczając się w wodzie, wytwarza kwas siarkawy. Aby z kwasu siarkawego otrzymać kwas siarkowy, trzeba przyłączyć jeszcze jeden atom tlenu:



Otóż kwas siarkawy może tylko z wielką trudnością przyłączyć tlen z powietrza bezpośrednio. Jednakże w obecności kwasu azotowego przyłączanie tlenu odbywa się bardzo łatwo. Doświadczenie pouczyło, iż najlepiej odbywa się to w wielkich komorach wyłożonych ołowiem w celu ochrony metalu przed działaniem kwasu.

W przestrzeni komór kwas azotowy kosztem części swego tlenu utlenia kwas siarkawy na kwas siarkowy. Równocześnie przez komory przepuszcza się powietrze i parę wodną. Dzięki temu związki, powstające z kwasu azotowego napowrót odtwarzają kwas azotowy, który właściwie podczas całego procesu nie ulega wcale zużyciu i tylko część jego ginie skutkiem nieuniknionych strat fabrykacji; w roku 1800 strata wynosiła 16 procent kwasu azotowego, obecnie wynosi tylko 0,6 procent. Kwas azotowy odgrywa w procesie rolę przenosiiciela tlenu z powietrza na kwas siarkawy. Tworzący się kwas siarkowy gromadzi się w postaci cieczy na dnie komór. Fabrykacja kwasu siarkowego tym sposobem wymaga, jak widzimy, również pomocniczej fabryki kwasu azotowego.

Kwas azotowy w życiu potocznem bywa nazywany saletrzanym, ponieważ otrzymuje się go przez destylację saletry z kwa-

sem siarkowym. Ze względu na taniość stosuje się saletrę sodową. W praktyce stosowany bywa do oddzielania srebra i złota, ponieważ rozpuszcza srebro, nie naruszając zupełnie złota.

Prawie w ciągu stu lat wyrabiano kwas siarkowy, posługując się kwasem azotowym, i równocześnie pracowano nad udoskonaleniem fabrykacji. Wynikiem tej pracy było powstanie nowego sposobu, który stał się niebezpiecznym współzawodnikiem dawnego. Podstawa tego sposobu jest następująca: platyna bardzo subtelnie rozdrobniona, nazywana także gąbką platynową, posiada własność przyspieszania pewnych reakcyj chemicznych, które w zwykłych warunkach odbywają się bardzo wolno. Substancje, które działają tylko przez swoją obecność i same przytem nie doznają żadnej zmiany, nazwano katalizatorami albo substancjami kontaktowymi. I właśnie dwutlenek siarki w obecności platyny łatwo przyłącza tlen z powietrza i tworzy trójtlenek siarki, ten zaś łączy się chciwie z wodą, tworząc kwas siarkowy. Kwas siarkowy w ten sposób wytwarzany, nazwano kontaktowym. Urzeczywistnienie techniczne tego pozornie bardzo prostego i oddawna stosowanego w pracowniach sposobu okazało się jednakże bardzo trudne. Niemniej wszakże dzięki wytrwałej pracy dwóch chemików Badeńskiej Fabryki Aniliny i Sody, Knietscha i Bruncka, udało się wreszcie zagadnienie to pomyślnie rozwiązać.

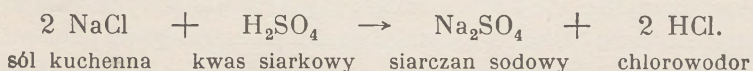
Kwas siarkowy wytwarzano dawniej w fabrykach sody z siarki. W Europie występuje siarka w większych ilościach tylko na Sycylii i dopiero w r. 1906 wytworzyła jej niebezpieczną konkurencję siarka północno-amerykańska, dobywana w Luizjanie i Texas. W r. 1838 ówczesny król Neapolu ogłosił monopol na siarkę sycylijską i wydzierzałwił kopalnie pewnej firmie marsylijskiej, a ta podniosła cenę siarki z 200 na 560 zł. za 1000 kilo. Angielscy wytwórcy kwasu siarkowego wnieśli z tego powodu skargę do swego rządu, co zagrażało pewnego rodzaju wojną siarkową. Ostatecznie monopol na siarkę został odwołany. Niewielkie ilości siarki naturalnej mamy coprawda w Polsce i ta się może przydać w razie potrzeby, lecz w konkurencji handlowej i w przemyśle nie odgrywa ona znaczącej roli.

Potrzeba rodzi wynalazki. Chociaż w Europie źródła siarki wolnej są naogół bardzo skąpe, to jednakże wszędzie na całym świecie znajdują się bogate złoża związków siarkowych, mianowicie siarczku żelaza, zwanego przez mineralogów pirytem. Piryt spala się w piecach tak samo, jak siarka, a że zawiera około 48 procent siarki, więc też podczas spalania wytwarza znaczną ilość dwutlenku siarki, a ten można przerabiać na kwas siarkowy. Obecne w pirycie żelazo spala się również, dając tlenek żelazowy, z którego można wytwarzać żelazo. Istnieją także piryty, zawierające miedź, a te pochodzą przeważnie z Rio Tinto w Hiszpanji. Ten rodzaj pirytów najchętniej jest przez fabryki kwasu przerabiany, ponieważ wydobywanie miedzi z pirytów jest znacznie łatwiejsze i obniża koszty dobywania siarki. W tych szczegółach przemysłowych mamy przykład pewnych ubocznych reakcyj, stosowanych w dawnym przemyśle sodowym.

Kwas siarkowy należy do wytworów przemysłowych, wyrabianych w zakresie jak największym. Służy do wyrobu wielu innych kwasów, które otrzymywać można tylko za jego pośrednictwem, podczas gdy sam nie wymaga do wytworzenia żadnego innego kwasu, ponieważ wyrabiany jest z siarki i tlenu z powietrza. Zużycie kwasu siarkowego sięga rozmiarów olbrzymich. Wystarczy uprzytomnić sobie, jak wielkich ilości jego potrzeba choćby tylko do przerabiania fosforytów na nawozy sztuczne oraz do wyrobu siarczanu amonowego, stosowanego również do celów rolniczych. Wytwórczość światowa kwasu siarkowego wynosi około 8 milionów tonn, z czego na Stany Zjednoczone przypada $2\frac{1}{3}$ milionów, na Niemcy i Francję po $1\frac{1}{2}$ miliona, na Anglię $1\frac{1}{3}$ miliona ton. W Polsce istnieje kilka fabryk, a niektóre wskutek nadprodukcji i braku zbytu musiały przerwać pracę. W Niemczech na godzinę wytwarza się 150000 kilogramów kwasu, który zaraz zostaje zużyty. Dla wielu gałęzi przemysłu kwas siarkowy służy za środek pomocniczy do wyrobu wielu innych ważnych związków.

Pod działaniem kwasu siarkowego na sól kuchenną tworzy się

siarczan sodowy, stosowany dawniej do fabrykacji sody, a równocześnie wywiązuje się chlorowódor:

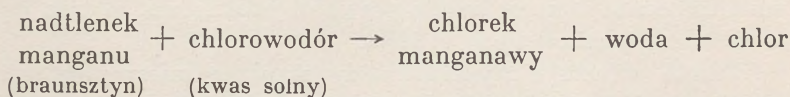


Chlorowódor jest to związek gazowy, podobnie jak dwutlenek siarki i gazowy amonjak, i tak samo jak one rozpuszcza się w wodzie. Wodny roztwór chlorowodoru stanowi kwas solny, znajdujący się w handlu. Zawiera on około 33 procent rozpuszczonego chlorowodoru. Kwas solny jest to ciecz lekko dymiąca na powietrzu. Własność ta zależy od tego, iż chlorowódor, ulatniający się z kwasu, skupia dookoła siebie cząsteczki obecnej w powietrzu pary wodnej, a te tworzą mgłę.

Gaz ten swego czasu dla rozpoczynającej się fabrykacji sody był strasliwym dodatkiem. Nie miał on wtedy żadnego zastosowania technicznego i poprostu wypuszczano go z komina wspólnie z gazami paleniska. Stało się to powodem przykrych skarg, gdyż w okolicy fabryk gaz ten zniszczył kompletnie całą roślinność. Z powodu takiej fabryki na jednym z przedmieść Bruxeli w krótkim czasie stale tępiały narzędzia wszystkich mieszkających tam rzemieślników. W celu usunięcia gazu jedna z fabryk wybudowała komin 150 metrów wysokości, czyli dwukrotnie wyższy od wysokiej wieży kościelnej. Skutek był taki, iż zamiast mieszania się z powietrzem w górze, gaz przy powietrzu wilgotnem opadał na dół w postaci ciężkich obłoków. Aby położyć kres skargom kilka fabryk przeniosło się nawet na małe wysepki w kanale angielskim. Wszystko to czyniono, wiedząc dobrze, jak łatwo chlorowódor rozpuszcza się w wodzie. Lecz nawet i w ten sposób nie można było się pozbyć tego okropnego gazu, skoro bowiem wodny jego roztwór dostał się do rzek, zatruwał w nich ryby.

Chlorowódor był więc prawdziwą plagą dla fabrykantów do czasu, gdy z biegiem lat stosunki uległy zupełnej zmianie. Zastosowanie główne znalazł stopniowo kwas solny do wyrobu chlorku bielącego, używanego w znacznej ilości jako środek bielący. W celu przemiany chlorowodoru na chlorek, gaz wpusz-

cza się do wody, która go pochłania. W ten sposób pozbawia się go całkowicie szkodliwego działania na otoczenie fabryki. Następnie roztwór wodny ogrzewa się z braunsztytem, — związkim manganu i tlenu (nadtlenek manganu). W zetknięciu obfitującego w tlen braunsztynu z chlorowodorem tlen łączy się z wodorem, tworząc wodę, chlor zaś wyzwala się w postaci wolnej. Przepuszczany ponad warstwą wapna gaszonego, wytwarza on chlorek bielący:



Na urządzenie pierwszej fabryki sody według swego sposobu Leblanc potrzebował znacznej sumy pieniężnej. Dostarczył mu jej książę Orleański, zwany podczas rewolucji Egalité, którego lekarzem domowym był Leblanc. Na decyzję księcia wpłynęła korzystna opinia o wynalazku profesora chemji d'Arcet'a. W r. 1793 Egalité zginął pod nożem gilotyny, a fabryka wraz z pozostałym jego majątkiem została zasekwestrowana na rzecz państwa. Skoro jednak na skutek przeciągającej się wojny nastąpiły utrudnienia w handlu zamorskim i brak potaszu odczuwany był coraz bardziej, Komitet Dobra Publicznego postanowił zwolnić wszystkie wynalezione sposoby wyrobu sody. Skutkiem tego jednakże stracił moc patent Leblanca. Dopiero w r. 1799 oddano mu zpowrotem dawną fabrykę, lecz z braku środków nie zdołał on już jej doprowadzić do należytego porządku i w końcu, popadłszy w zwątpienie, ten wielki wynalazca w r. 1806 skończył samobójstwem.

Sposób Leblanca nie został coprawda zapomniany, lecz trwał bez wielkiego powodzenia do czasu, aż go fabrykanci angielscy postawili wreszcie na należnym poziomie. Z powodu tego wszakże, iż w Anglii nawet sól używana w przemyśle była opodatkowana w wysokości 120 zł. od 100 kilogramów, przemysł sodowy i w tym kraju rozwinął się należycie dopiero po usunięciu tej przeszkody.

Aby zniechęcić mydlarzy do używania sody popiołowej (ba-

rilla) i przyzwyczać do sody sztucznej, początkowo sodę fabryczną dawano w Londynie darmo. Ale trwało to bardzo krótko. Praca z sodą czystą była i wiele dogodniejsza i pewniejsza, niż z bardzo niejednorodną pod względem składu barillą. Bardzo prędko doszło do tego, iż wytwórcy cieszyli się, mogąc uzyskać nawet surowy jeszcze stop sodowy w tej postaci, w jakiej wychodził on z pieców. Ze stopu tego, nie zepsuci przez używanie barilli, wylugowywali oni sobie sami czystą sodę. W ten sposób soda uzyskała wreszcie trwałe prawo obywatelstwa. Wyrób jej w Niemczech zaczął się w r. 1843.

Zatem w celu otrzymania sody stapiano mieszaninę soli Glauberskiej, kredy i węgla. Po wylugowaniu stopu wodą otrzymywano sodę w roztworze wodnym. Po stężeniu roztworu przez odparowanie, soda wydziela się w postaci kryształów. Kryształy te prócz węglanu sodowego zawierają jeszcze 63% wody. Jest to tak zwana woda krystalizacyjna, związana w całość wraz z materią sody. Własność związania wody przez kryształy cechuje bardzo wiele soli krystalicznych.

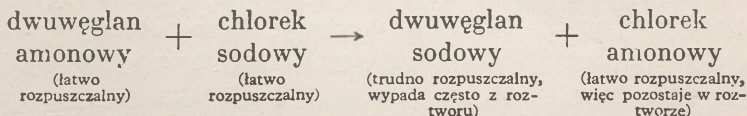
Pozostając przez czas dłuższy w zetknięciu z powietrzem, soda krystaliczna ulega zmianie, mianowicie traci część swej wody krystalizacyjnej, kryształy wietrzeją i stopniowo rozpadają się na proszek. Znaczna zawartość wody podraża koszty transportu sody krystalicznej. To skłoniło fabryki do wyrobu także i sody bezwodnej, którą się otrzymuje przez ogrzewanie sody krystalicznej. Soda bezwodna ma postać białego proszku i bywa nazywana sodą kalcynowaną, ponieważ proces suszenia nazywa się kalcynowaniem.

Poznaliśmy zatem w głównych zarysach przemysł sodowy według Leblanca oraz pewne, nie wszystkie jednak, procesy przemysłowe z wyrobem sody związane. Po upływie 60 lat, licząc od r. 1824, jako daty, od której zaczyna się właściwy rozwój wielkiego przemysłu sodowego, przemysł ten, zdawałoby się na dobre umocniony i związany z wielu wspaniałymi zdobyczami technicznymi, zaczyna się chwiać. Doszło do tego, iż obecnie powyższy sposób wyrobu sody znów został zarzucony.

Oddawna już znany był znacznie prostszy od leblankow-

skiego sposób przemiany soli kuchennej na sodę. W sposobie Leblanca sól kuchenną trzeba było najpierw przemienić na sól glauberską. Sposób nowy przemianę tę pomija, a jego wykonanie w pracowni żadnych nie nastęrcza trudności. Zasada jego jest następująca.

Amonjak łączy się z dwutlenkiem węgla i wodą na węglan amonowy, a przy nadmiarze dwóch ostatnich związków na dwuwęglan amonowy. Skoro roztwór dwuwęglanu amonowego zostanie dodany do roztworu soli kuchennej (chlorku sodowego), to skutkiem wzajemnego oddziaływania na siebie obu roztworów tworzy się osad stosunkowo trudno rozpuszczalnego w wodzie dwuwęglanu sodowego oraz chlorek amonowy, który pozostaje w roztworze:



Tutaj więc sól kuchenna w roztworze wodnym zimnym bez kłopotu przemieniona zostaje na dwuwęglan sodowy. Zbyteczne są wielkie urządzenia sposobu Leblanca, jak fabryka kwasu siarkowego, piece do stapiania, konieczność zużytkowania kwasu solnego i t. p. Sposób nowy teoretycznie wydaje się bardzo prosty. Po raz pierwszy opatentowano go w r. 1838. W latach 1855—1857 wyrabiano zapomocą niego sodę w jednej z fabryk francuskich. W owych czasach jednakże w zastosowaniu fabrycznem tej metody musiano spotkać się z takimi trudnościami, iż wreszcie przerwano produkcję, jako mniej popłatną w porównaniu ze sposobem Leblanca.

Trudności polegały przedewszystkiem na tem, iż wydzielający się dwuwęglan sodowy zatykał wszystkie rury, przez które przechodził dwutlenek węgla i amonjak, przepompowywane do roztworu soli kuchennej. Jednakże wkońcu wszystkie trudności zostały pokonane przez Solvaya, i obecnie całe olbrzymie zapotrzebowanie światowe sody pokrywane jest dzięki jego sposobowi.

A oto przebieg tego wyrobu. Do roztworu soli w zamkniętym aparacie pompuje się amonjak, a po wystarczającym nim nasyceniu roztworu, wprowadza się obficie dwutlenek węgla. W cieczy tworzy się dwuwęglan amonowy, który natychmiast działa na sól kuchenną, powodując tworzenie się dwuwęglanu sodowego.

Do wyrobu są zatem potrzebne roztwór soli kuchennej, amonjak i dwutlenek węgla. Soli kuchennej dostarczają kopalnie albo też solanki, co jest jeszcze dogodniejsze, gdyż daje od razu sól rozpuszczoną. Amonjak czerpie się z destylacji węgla kamiennego, albo też używa się amonjaku syntetycznego. Nakoniec dwutlenek węgla pompuje się z wapienników, w których jest wypalane wapno. Jak już wiemy, wapień podczas wypalania rozkłada się na wapno i dwutlenek węgla. Paliwo, zapomocą którego ogrzewa się piece wapienne, skutkiem spalania się węgla również wytwarza dwutlenek węglowy, obecny obficie w uchodzących z pieca gazach kominowych. Gazy te zużytkowuje się również.

Wytworem, który w opisanym sposobie solvayowskim, powstaje, jest dwuwęglan sodowy. Aby zeń otrzymać sodę, trzeba go jeszcze przemienić na węglan sodowy. To już nie nastrocza żadnych trudności, wystarcza bowiem dwuwęglan względnie lekko ogrzać, aby wypędzić zeń drugą cząsteczkę dwutlenku węgla i otrzymać sodę, czyli węglan sodowy.

W ługach, z których wydzielił się dwuwęglan sodowy, pozostaje chlorek amonowy. Związek ten zużytkowuje się w celu wypędzenia zeń dość kosztownego amonjaku, który na nowo służy do fabrykacji. Gdyby nie to, sposób solwayowski byłby zbyt kosztowny. Amonjak można ze związków jego rugować zapomocą każdej zasady mocniejszej. Ługi, zawierające chlorek amonowy, gotuje się z wapnem, wypalaniem w piecach, dostarczających dwutlenku węgla. Wapno, jako zasada mocniejsza, wypędza z cieczy gazowy amonjak. Gaz ten oczywiście od razu ponownie wpuszcza się do roztworu soli kuchennej, więc nieprzerwanie krąży on w procesie fabrykacji:

chlorek amonowy + wapno $\rightarrow$ chlorek wapniowy + amonjak.

Jako wytwór ostateczny procesu otrzymuje się ług, zawierający już tylko chlorek wapniowy. Roztwór ten, albo też chlorek wapniowy, który zeń otrzymać można przez odparowanie (nie należy utożsamiać go z chlorkiem wapna, czyli chlorkiem bielącym), nie znajduje żadnego zastosowania w większej ilości. Nie pozostaje zatem nic innego, jeno poprostu wypuszczenie jego roztworu do najbliższej rzeki.

Widzimy więc, iż w żadnym stadium procesu solwayowskiego nie można otrzymywać chloru, który znajduje się w soli kuchennej, i że chlor ten ostatecznie zostaje odrzucony w postaci chlorku wapniowego. W sposobie Leblanca natomiast otrzymywano chlor w postaci chlorowodoru, który bądź jako taki, bądź też po przerobieniu na chlorek bielący, przedstawia znaczną wartość. Z procesu Leblanca pozostało tylko stadium początkowe, mianowicie ogrzewanie soli kuchennej z kwasem siarkowym w celu otrzymania kwasu solnego. Atoli fabryki trudniące się tem, nie przerabiają tworzącego się przytem siarczanu sodowego na sodę, lecz sprzedają go hutom szklanym do wyrobu szkła. Nie opłaca się też im przerabiać kwasu solnego na chlor, lecz muszą szukać dlań zbytu w tych dziedzinach przemysłu, które kwas ten zużywają.

Zaniechanie wytwarzania chloru z kwasu solnego ma następującą przyczynę. Prąd elektryczny ma własność rozkładania wielu związków na pierwiastki, z których one się składają. Za pomocą elektryczności, czyli na drodze tak zwanej elektrolizy, obecnie otrzymuje się chlor z chlorku sodowego lub chlorku potasowego zupełnie niezależnie od jakiegokolwiek sposobu fabrykacji sody. Przytem otrzymuje się równocześnie sód i potas w postaci cennych związków, mianowicie wodorotlenków sodowego i potasowego, czyli sody żrącej i potażu żrącego. Zastosowanie tych alkaliów poznaliśmy już w przemyśle papierniczym, a niebawem dowiemy się o wielkiem ich znaczeniu w mydlarstwie.

Lecz w r. 1914 przemysł Solwayowski, dzięki zastosowaniu elektryczności, stał się dostawcą także i chloru. Dzięki temu obecnie dostarcza on już wszystkiego, co swego czasu czyniło

tak cennym sposób Leblanca. W fabrykach dzisiejszych sól kuchenną rozkłada się prądem elektrycznym, otrzymując chlor gazowy i sodę żrącą. Roztwór sody żrącej, czyli ług sodowy używa się zamiast wapna do gotowania z roztworami chlorku amonowego w celu wypędzenia z nich amonjaku. Zamiast bezwartościowego chlorku wapniowego, który był odpadkiem, otrzymuje się teraz sztuczny roztwór chlorku sodowego, który ponownie rozkłada się zapomocą elektrolizy. Powstają znów chlor i soda żrąca, którą powtórnie stosuje się do destylacji amonjaku. Chlor gazowy zostaje bądź skraplany i sprzedawany w cylindrach stalowych lub cysternach, bądź też przerobiony na chlorek bielący.

W taki oto sposób konieczność zastąpienia niezbędnego niegdyś potasu przez sodę stała się bodźcem dla powstania nieistniejącego przedtem na świecie przemysłu chemicznego. Zawdzięczając gwałtownemu rozwojowi angielskiego przemysłu bawełnianego, który nastąpił w r. 1780, wywołując nieznane przedtem zapotrzebowanie artykułów farbiarskich, środków bielących oraz innych chemikaljów, przemysł chemiczny bardzo prędko znalazł okazję do wytwórczości związków chemicznych i wielu artykułów masowych, dzięki czemu rozwinął się i udoskołał.

Mimo wielkiego zapotrzebowania sody i wyrugowania przez nią potaszu z wielu gałęzi przemysłowych, znaczenie potaszu i jego zużycie pozostało dość znaczne. W większej części jest on nadal wyrabiany z popiołu drzewnego, a znaczny udział w tej wytwórczości zajął w ostatnich latach Kaukaz. Prócz tego od połowy ubiegłego stulecia otworzyły się dwa osobliwe źródła dla potaszu. Jednym z nich jest melasa, drugim pot owczy.

Melasa jest to ług pokryształizacyjny, pozostający po ostatecznem wydobyciu cukru. Jest ona używana w znacznej ilości jako pasza dla bydła, lecz obecnie znaleziono sposób dobywania pozostałego w niej cukru. Prócz tego znaczne ilości melasy przerabia się zapomocą fermentacji także i na spirytus. Po oddestylowaniu spirytusu z melasy sfermentowanej pozostaje reszta, zwana wywarem. Wywar ten pozbawiony jest wartości odżywc-

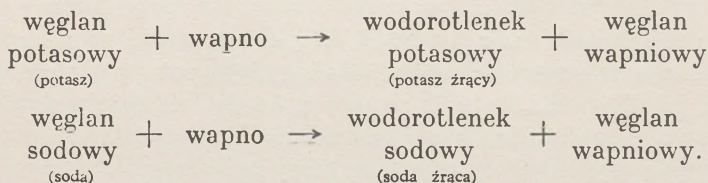
czych, gdyż zawiera już tylko sole, które pochodzą z buraków i z nich dostają się do roztworu podczas wylugowywania cukru. Sole te obfitują w potas, pochodzący z gleby, ponieważ burak należy do roślin potasowych. Wywar melasowy, wyparowany do sucha i zwęglony, daje tak zwany węgiel wywarowy, z którego przez wylugowanie wodą, tak samo, jak z popiołu roślinnego, wydobyć można potasz.

Jeszcze bardziej osobliwym źródłem potaszu jest pot owczy. Fabryki, trudniące się praniem wełny surowej, dostarczanej w wielkich ilościach z Australji, Afryki i Ameryki południowej, uzyskują w swych ściekach pokaźną ilość potu owczego. Pot ten, jak dowiodły badania naukowe, bardzo obfituje w sole potasowe. Odparowując ścieki pralni i spalając pozostałość, otrzymuje się węgiel bogaty w potasz, który sposobem fabrycznym się wydobywa.

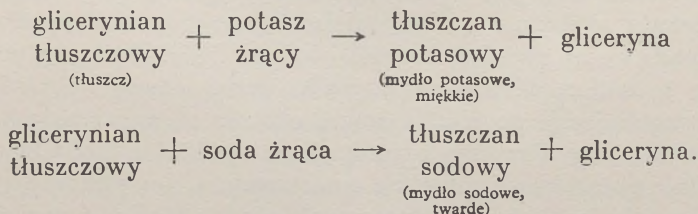
Ani potasz, czyli węglan potasowy, ani soda, czyli węglan sodowy, nie mogą być stosowane bezpośrednio do wyrobu mydła. Mydła wyrabiane są z tłuszczów, na które potasz i soda nie działają. Aby działanie to umożliwić, węglany alkaliczne należy wprzód przemienić na alkalja żrące — potasz i sodę żrącą, czyli na wodorotlenek potasowy i sodowy.

Wielokrotnie już wspomniano, iż wapniak, który na łonie przyrody występuje w wielu miejscowościach, podczas prażenia rozpada się na dwutlenek węgla i wapno żrące. Myśl, aby w ten sam sposób rozkładać węglany alkaliczne, sodowy i potasowy, przemieniając je na alkalja żrące, okazała się w rzeczywistości niewykonalną. Przyczyna tego poprostu jest taka, iż obydwie powyższe związki są kompletnie ogniotrwałe, t. j. wytrzymują żar pieca, nie rozkładając się na swe składniki. Atoli w przeciwieństwie do nierozpuszczalnego w wodzie wapienia, potasz i soda rozpuszczają się bardzo łatwo. Jeżeli do roztworu takiego dodać wapna palonego, to wapno odbiera tym związkom dwutlenek węgla i łączy się z nim, tworząc zpowrotem, ale już na zimno, węglan wapniowy, czyli taki sam związek, jakim pierwotnie był wapień, z którego w piecu wapno wypalono. A ponieważ węglan

wapniowy nie rozpuszcza się zupełnie w wodzie i opada na spód, przeto ciecz ponad nim zebraną można zlać. Nie zawiera ona już wcale dwutlenku węgla, gdyż ten połączył się z wapnem. Skoro użyto roztworu potaszu, to po traktowaniu go wapnem i oddzieleniu węglanu wapniowego w cieczy obecny jest tylko wodorotlenek potasowy, czyli potasz żrący. Jeżeli wzięto roztwór sody, ciecz zawiera tylko wodorotlenek sodowy, czyli sodę żrącą. Poniższe równania krótko proces powyższy nam wyjaśniają:



W powyższy sposób dotarliśmy do ługów mydlarskich. Gотовane z tłuszczami, ługi te dają mydła. Należy dodać, iż tłuszcze są to związki kwasów tłuszczowych z gliceryną, które krótko nazywamy glicerynianami tłuszczowymi. Tworzenie się mydła polega na rozkładzie tłuszczów na glicerynę wolną i kwas tłuszczowy, który odrazu łączy się ze żrącym alkali. Proces ten nazywamy zmydleniem i krótko możemy unaocznić zapomocą następ. równań:



Mydło ma być wynalazkiem celtyckim i początkowo służyło jako środek upiększający, a dopiero potem zaczęto go używać do mycia. Mydlarstwo, jako rzemiosło, zaczęto uprawiać około r. 800, w czem słynęli zwłaszcza arabowie, i z czasem rozpowszechniło się ono na całym świecie.

O procesach chemicznych, dzięki którym mydło powstaje,

nie miano oczywiście żadnego pojęcia, a wyrób był tylko rzemiosłem opartem wyłącznie na doświadczeniu. Dopiero chemik francuski Chevreul wyjaśnił naturę tłuszczów, wykazując, iż są one związkiem gliceryny i kwasów tłuszczowych. Dzięki temu proces wyrobu mydła został należycie wyświetlony, a gdy następnie drogi potasz zastąpiono przez znacznie tańszą sodę, rozpoczął się masowy wyrób mydła, czyniąc go dostępnym nawet dla ludzi najbiedniejszych.

Działanie mydła polega na tem, iż wodne ich roztwory mają wybitną zdolność zwilżania, otaczania i przesycania cząstek brudu, przylegających do powierzchni ciał i tkanin, dzięki czemu dają się one łatwo usuwać przy tarcu i praniu. Roztwory mydła tworzą łatwo zawiesinę (emulsję) z tłuszczami, co sprzyja usuwaniu z tkanin plam tłuszczowych. Niezliczone doświadczenia biegłych techników mydlarskich podczas blokady Niemiec w wojnie światowej przekonały, iż wszystkie usiłowania, zmierzające do stworzenia namiastki mydła, okazały się daremne, że jest ono czemś zupełnie nie dającym się zastąpić. Tylko jedynie mydło łączy w sobie wszystkie własności, niezbędne do oczyszczania: słabą alkaliczność, nie nadżerającą skóry i nie niszczącą włókna tkanin, rozpuszczalność w wodzie, nieszkodliwość dla zdrowia oraz zdolność tworzenia piany.

W dawnych czasach jako tłuszczów używano tylko łoju zwierzęcego i oliwy i dopiero w miarę rozpowszechniania się handlu zaczęły się pojawiać nowe tłuszcze i oleje, dostarczane z innych części świata. Niektóre gałęzie przemysłu dostarczają obecnie tłuszczu w postaci ubocznych wytworów przemysłowych. Mamy tu na myśli tłuszcz kostny. Wyżej już wyczerpująco omówiliśmy zużytkowanie kości. Dla tamtych celów obecność tłuszczu w kościach nie miała żadnego znaczenia i dlatego przedtem kości są zwykle odtłuszczane. Dawniej kości mocno wygotowywano w wodzie i przytem tłuszcz wypływał na powierzchnię. Sposób ten był jednak bardzo niedostateczny. Obecnie kości potłuczone wyciąga się benzyną w specjalnych aparatach; benzyna rozpuszcza tłuszcz, a potem zostaje oddzielona przez destylację. W ten sposób kości dostarczają 10 procent tłuszczu.

Od rodzaju użytego do zmydlenia ługu zależą bardzo cechy mydła. Ług potasowy daje mydła potasowe nigdy nie twardniejące, więc mydła miękkie, czyli maziste, natomiast ług sodowy, daje mydła sodowe, twarde.

Do wyrobu mydeł mazistych używa się olejów możliwie taniach, jak tran rybi, olej konopny, lniany, sojowy, które gotuje się w kotłach żelaznych z ługiem potasowym. Koniec działania ługu poznaje się po tem, iż mieszanina się nie rozdziela i nabiera własności kleistych. Mydło maziste składa się z tłuszczanu potasowego (sól potasowa kwasów tłuszczowych), czyli właściwego mydła, i zawiera pozatem glicerynę odczepioną od tłuszczu, wodę i pewien nadmiar ługu potasowego. Mydło takie na powietrzu nigdy nie wysycha i zawsze pozostaje miękkie. Daje się ono także wypełniać, to znaczy znosi pewne domieszki, napozór niewidoczne. Można np. dodawać doń szkła wodnego (jest to krzemian sodowy) lub roztworów siarczanu potasowego. Czyszczące własności mydła nic na tem nie zyskują, a wypełnianie najczęściej bywa stosowane w celu obniżenia ceny mydła, bowiem środki wypełniające są tańsze od mydła. Najczęściej wypełnianie graniczy ze zwykłym fałszerstwem.

Przed wynalezieniem sody, jak już wiemy, używano do zmydlenia tylko ługu, przyrządzanego z potaszu. Z tego powodu dawnymi czasy można było wyrabiać tylko mydło maziste. Ale już oddawna zauważono, iż w mydle następują znaczne zmiany, skoro do ugotowanej i zaklejonej masy mydlanej dodać soli kuchennej. Wiemy obecnie, iż mydło wtedy wysala się, t. j. wypływa na powierzchnię, pod niem zbiera się ciecz wodnista, którą się wylewa. Skutkiem tego mydło właściwe staje się znacznie uboższe w wodę, przyjmuje postać białej masy, która twardnieje, stygnąc. Wszyscy mydlarze minionych wieków mogli potracić głowy w dociekaniu przyczyny tego stwardniającego działania soli kuchennej. Dziś tłumaczymy to w sposób bardzo prosty: sól kuchenna (chlorek sodowy), działając na mydło (tłuszczan potasowy), wymienia z nim nawzajem swoje składniki i tworzy się chlorek potasowy i tłuszczan sodowy. Mydło maziste potasowe ulega przemianie na twarde mydło sodowe:



Tłuszczan sodowy nie jest w stanie związać wszystkiej wody, pochodzącej z ługu potasowego, użytego do zmydlenia tłuszczu. Dlatego też woda ta zbiera się pod warstwą mydła, rozpuszczając w sobie glicerynę, pochodzącą ze zmydłonego tłuszczu, oraz chlorek potasowy. Roztwór ten może być potem wylany. Jeżeli jedno wysolenie nie wystarcza do należnego stwardnienia mydła, to czynność tę powtarza się po raz drugi. Po zastygnięciu rzadki pierwotnie klej mydlany, wysolony solą kuchenną, daje prawdziwe mydło toaletowe. Wysolenie nigdy nie jest całkowite, to znaczy iż część niewielka mydła potasowego w masie pozostaje. Otóż ta część mydła nietwardniejącego nadaje mydłu bardzo pożądaną miękkość. Ze 100 części łożu, przerobionych według tego kłopotliwego sposobu, otrzymuje się około 160 części twardego mydła rdzeniowego.

Jednakże obecnie wszystkie mydła sodowe wyrabia się przez zmydlanie tłuszczów odrazu ługiem sodowym, łatwym do otrzymywania od czasu wynalezienia sody. Sposób ten dostarcza odrazu mydeł twardych. Mydła sodowe również mogą być wypełniane, mianowicie zapomocą wody. Masę zmydloną gotuje się przez czas dłuższy z wodą, a potem zastyga ona również na twardo, nie wydzielając pod spodem cieczy wodnistej. Gotowy produkt nazywany jest przez mydlarzy mydłem wygładzonym i zawiera około 50% wody. Z oleju kokosowego można wyrabiać mydła, dające się jeszcze silniej wypełniać.

Kraje podzwrotnikowe, obfitujące w palmę kokosową, dostarczają do Europy jądro orzecha kokosowego wysuszone i zwane w handlu kopra. Wytlacza się zeń około 65% tłuszczu, topiącego się w 21°, więc w temperaturze pokojowej jeszcze dość twardego. Tłuszcz ten nazywany bywa masłem kokosowym. Z niego to wyrabia się także margarynę, o której już pisaliśmy. Do wyrobu margaryny tłuszcz się oczyszcza. Do stopionej masy tłuszczu przepuszcza się parę wodną przegrzaną, która porywa obecne w tłuszczu substancje lotne. Potem wymywa się tłuszcz

roztworem sedy, który pozbawia go wolnych kwasów tłuszczowych. Po zastygnięciu otrzymuje się tłuszcz zupełnie pozbawiony zjełczałego smaku, doskonale nadający się do wyrobu sztucznego masła.

Olej palmowy otrzymuje się z owocni owoców palmy olejowej, rosnącej na wschodnich wybrzeżach Afryki oraz w Ameryce środkowej. Owocnię wygotowują krajowcy w celu otrzymania tłuszczu, nasiona zaś w postaci bardzo twardych pestek wytłaczane są w Europie. Dostarczają one około 40% tłuszczu, wytloki zaś pod nazwą placków palmowych służą jako doskonała pasza dla bydła mlecznego.

Olej kokosowy zmydla się niesłychanie łatwo i łatwość tę przenosi też na mieszaniny z innymi tłuszczami. Mieszaniny te ogrzewane i zarazem mieszane z mocnym ługiem sodowym już przy 40° ulegają zupełnemu zmydleniu. Po ostygnięciu mydło twardnieje i jest gotowe, bowiem olej kokosowy ma jeszcze i tę własność, iż mydło z niego zastyga w całej masie wraz z wodą. Dzięki temu ze 100 części mieszaniny olejów otrzymuje się 300 do 600 części mydła, czyli dwa do czterech razy więcej w porównaniu z wydajnością łożu.

W mydlarstwie używane są obecnie także i tłuszcze stwardnione. Postaramy się wyjaśnić, na czym polega to stwardnianie. Kwasy tłuszczowe, występujące w tłuszczach, w części są stałe, w części zaś ciekłe. Związki kwasów tłuszczowych ciekłych z gliceryną są również ciekłe, jak np. oliwa. Kwasy tłuszczowe ciekłe różnią się chemicznie od kwasów tłuszczowych stałych szczegółami budowy, której wyrazem jest cokolwiek mniejsza zawartość w nich wodoru. W ciągu 50 lat daremnie usiłowano wynaleźć sposób stwardniania kwasów ciekłych przydatnych dla techniki, choć w pracowni chemicznej na małą skalę można to było osiągnąć przez przyłączenie do kwasów ciekłych wodoru. Dopiero w r. 1902 dokonał tego Normann. Dodawał on do olejów niklu subtelnie sproszkowanego, mieszaninę ogrzewał i wpuszczał do niej wodór. W tych warunkach oleje i tłuszcze miękkie pochłaniają wodór i przeistaczają się na bardziej cenne tłuszcze twarde. Równocześnie z tem ginie brzydka woń tłuszcz-

czów miękkich i utworzone tłuszcze stałe są zupełnie bezwonne. Np. z tranu rybiego cuchnącego otrzymuje się tłuszcz stały bezwonny, który podczas wojny z braku tłuszczów w Niemczech stosowano do wyrobu margaryny powszechnie używanej.

W handlu znajdują się również tak zwane mydła żywiczne. Z samej tylko żywicy, np. z kalafonji, nie można wyrabiać mydeł przydatnych w życiu codziennem, gdyż ich własności są nieodpowiednie. W technice jednak, co już np. spotkaliśmy w papiernictwie, żywicę rozgotowaną na mydło z ługiem sodowym, stosuje się jako środek klejący. Można ją z powodzeniem stosować do wyrobu zwykłych mydeł tańszych w mieszaninie z łojem lub olejem palmowym. Po zmydleniu tłuszczów ługiem dodaje się podczas wyrobu około połowy żywicy w stosunku do ilości użytego tłuszczu. Żywica rozpuszcza się w ługu i wespół z tłuszczem tworzy mydło zupełnie odpowiednie do użytku.

Streszczając wiadomości o mydle, powiedzieć można krótko, iż tworzy się ono podczas gotowania łoju lub tłuszczów doń podobnych oraz olejów z ługiem potasowym albo sodowym. Jednakże oprócz obu tych ługów istnieje jeszcze wiele innych alkaliów, z czego wynika, iż łącząc je z kwasami tłuszczowymi, można otrzymać szereg innych odpowiednich i podobnych do mydeł związków.

Na pierwszym miejscu można wymienić mydło wapienne, czyli związek wapna palonego z kwasami tłuszczowymi. Mydło to jest zupełnie nierozpuszczalne w wodzie. Nie można zatem otrzymać zeń pieniącego się roztworu wodnego, a więc także stosować go do mycia i prania. Mydło wapienne bardzo często dostrzegamy podczas mycia się i prania, i jest ono wrogiem każdej gospodyni. Z powodu swej nierozpuszczalności natychmiast strąca się ono w postaci osadu, skoro tylko nastreńczy się do tego okazja. Woda zwyczajna zawiera zawsze nieco rozpuszczonego wapna; tylko woda destylowana i deszczowa jest od niego wolna. Mydło, rozpuszczone w wodzie zwykłej, natychmiast łączy się z wapnem i nierozpuszczalne mydło wapienne mąci wodę, jak to spostrzegamy, myjąc się. W ten sposób ginie część mydła związanego z wapnem. Im więcej wapna woda zawiera, tem

większą jest ta strata. Mydło bowiem dopiero wtedy będzie się należycie rozpuszczać w wodzie, dając mydliny, gdy już wszystko wapno obecne w wodzie straci się w postaci mydła wapiennego. Dopiero wtedy mydliny pienia się i występują w pełni czyszczące własności mydła, o które nam chodzi. W życiu codziennem odróżniamy wodę miękką i twardą. Woda miękka zawiera mało wapna, a deszczówka nie zawiera go wcale lub prawie wcale. W tym przypadku wystarcza odrobina mydła, aby uzyskać pianę. Natomiast woda twarda, np. obfitujące w wapno wody źródlane, do wytworzenia piany wymaga zużycia znacznej ilości mydła i obficie mąci się od obecnych szumowin mydła wapiennego. Np. twarda woda wielu studzien w Łodzi niszczy od $1\frac{1}{2}$ do 3 kilogramów mydła na 1000 litrów wody, dając bezużyteczne mydło wapienne. Mydło to ma jeszcze i tę ujemną stronę, iż przywiera do bielizny, plamiąc ją, uszczywnia i kruszy włókno i przyspiesza żółknięcie bielizny, powodując jeszcze i przykrą zjełczałą woń. Dlatego też we wszystkich pralniach dodają do wody przed praniem sodę. Soda strąca wapno w postaci węglanu wapniowego, który już na mydło nie działa i nie może z niem tworzyć mydła wapiennego. Dzięki temu można się zabezpieczyć przed stratą mydła, a bielizna wychodzi z prania znacznie lepsza.

Widzimy zatem, iż mydło wapienne praktycznie jest zupełnie bezwartościowe. Korzystniej stosunki układają się w innych przypadkach, np. gdy do ugotowania mydła zastosować tłuszcz i jako alkali tlenek ołowiu zamiast ługu sodowego.

Tworzy się wtedy tłuszczan ołowiu, czyli mydło ołowiane, które znajduje zastosowanie do wyrobu plastrów. Plastrami nazywamy masy twardsze i bardziej ciągniste niż maści, stosowane do celów leczniczych zewnętrznych. Podstawę plastrów stanowi czyste mydło ołowiane i z niego też, stosując odpowiednie dodatki, wyrabia się rozmaite plastry lecznicze. Tak np. plaster lepki jest to płótno lniane nasmarowane mieszaniną 500 części mydła ołowianego ogrzanego do $60-80^{\circ}$, 50 części wosku, 50 części stopionej żywicy dammarowej albo kalafonji i 5 części terpentyny.

Zupełnie czem innem jest plaster angielski. Wyrabiają go z tafty jedwabnej, którą w stanie rozciągniętym pociąga się z jednej strony roztworem najlepszego kleju w rozcieńczonym spirytusie. Smarowanie powtarza się dopóty, aż zwilżona próbka plastra trwale przyklei się do ręki. Rozczyn kleju zwykle zapachnia się rozpuszczoną żywicą bźdzwinową lub innym pachnidłem.

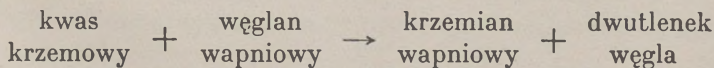
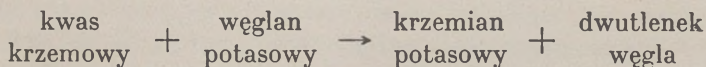
Wykład dziesiąty

Szkło. Lustra. Szkło potasowe i sodowe. Szkło kwarcowe. Sztuczne kamienie ozdobne. Szkło mleczne. Gлина. Il. Cegła. Zaprawa mularska. Cegła wapienno-piaskowa. Cement. Szklivo. Wyroby garncarskie. Majolika. Porcelana. Fotografia. Kamień piekielny. Chlorek, bromek i jodek srebra. Dagerrytypja. Wywoływanie klisz. Talbotypja. Sposób białkowy. Mokry sposób kolodjonowy. Suche klisze bromosrebrne. Fotografowanie widma. Retuszowanie. Klisze barwoczułe. Fotografia kolorowa. Żelatyna chromianowa. Druk pigmentowy. Promienie röntgenowskie. Rad.

Szkło wodne, o którym wspomniano przy mydle jako o środku używanym do wypełniania, jest to łatwo rozpuszczalna sól sodowa kwasu krzemowego, czyli krzemian sodowy. Sól ta, podobnie jak i krzemian potasowy, są to jedyne łatwo rozpuszczalne związki kwasu krzemowego. Rozpuszczalność tę tracą one jednak, skoro zostaną stopione z innymi solami krzemowymi.

Jeżeli np. piasek kwarcowy, który jest właśnie kwasem krzemowym, stopić z wodorotlenkiem potasowym i wapniowym, powstaje stop, będący mieszaniną krzemianu potasowego i wapniowego, nierozpuszczalny w wodzie. Stop ten, odpowiednio przyrządzony i wykonany, nazywamy szkłem.

Już od czasów starożytnych wyrabiano szkło przez stapianie piasku z potasem (węglanem potasowym) i węglanem wapniowym. W wysokiej temperaturze pieca piasek, który pod względem chemicznym jest kwasem mocniejszym, ruguje dwutlenek węgla z jego związków, w danym przypadku z węglanów potasowego i wapniowego. Po ulotnieniu się dwutlenku węgla, czyli kwasu węglowego, stop składa się ostatecznie z mieszaniny krzemianu potasowego i krzemianu wapniowego i tworzy po ostygnięciu szkło:



Sole kwasu krzemowego w chemii nazywane są nazwą ogólną krzemianów, szkło zatem jest stopioną mieszaniną kilku krzemianów.

Jak wynika z tego określenia, przy wyrobie szkła nie potrzeba koniecznie używać potaszu i węgla wapniowego, i w praktyce rzeczywiście zastępuje się je częściowo lub całkowicie przez inne składniki, mianowicie przez odpowiednie do danego celu kwasy innego rodzaju oraz inne zasady. Najważniejsze z nich wymienimy w dalszym ciągu.

Do stapiania surowców używanych w fabrykacji szkła zawsze potrzebna jest temperatura bardzo wysoka. Już to wystarcza, aby opowiadanie Plinjusza o wynalezieniu szkła zaliczyć do bajek. Według tego opowiadania szkło miało być wynalezione przypadkowo przez kupców fenickich, którzy, gotując posiłek, umieścili garnek w ognisku na bryłach sody¹. Soda stopiła się od ognia, i zmieszana z piaskiem ziemi oraz obecnymi w niej innymi składnikami, utworzyła szkło. Żar takiego ogniska nie mógł wystarczyć do stopienia tych składników na szkło. Badania dokonane w starożytnych grobowcach dowodzą, iż szkło jest znane od czasów najdawniejszych, co zresztą nie może dziwić, ponieważ od czasu poznania sposobów wytopiania metali ludzkość zdobyła doświadczenie w otrzymywaniu wysokich temperatur.

W starożytności klasycznej szkło było bardzo drogie, co już w księdze Hioba znajduje odpowiedni wyraz: „mądrości nie dorówna wartość złota ani szkła“. Najstłynniejsze w średniowieczu fabryki szkła znajdowały się w Murano pod Wenecją. Dziś szkło wyrabia się w każdym kraju, gdzie robocizna nie jest zbyt kosztowna, głównie zaś w Czechach.

Zastosowanie szkła okiennego, tak oczywiste i zrozumiałe dla każdego i nie dające się niczem innym zastąpić, z powodu wysokiej ceny, rozpowszechniło się stopniowo i w ciągu długiego okresu czasu. Żaden starożytny dom grecki lub rzymski nie

¹ Znawcy języków starożytnych tak przełożyli ten wyraz. Nie ulega naturalnie wątpliwości, iż Plinjusz nie mógł znać tego, co dziś nazywamy sodą.

miał szyb szklanych, tak jak nie znano ich w pałacach Karola Wielkiego, Wilhelma Zwycięzcy lub Mieszka I. W 10 wieku wyposażono w nie kościoły, a około 14 wieku zaczęto je stosować także i w bogatszych domach prywatnych. Ale upłynęło jeszcze kilkaset lat, zanim szyby zdołały całkowicie wyrugować z okien pęcherze zwierzęce, przetłuszczony papier i drewniane okiennice. Tem się też prawdopodobnie tłumaczy okoliczność, że poeci z początku wieków średnich z takim zapalem witali pojawienie się wiosny, która uwalniała ludzi od konieczności spędzania długich zimowych miesięcy w mieszkaniach napół ciemnych, zaledwie słabo oświetlanych kopcem smolnem łuczynem.

Do wyrobu szkła potrzebny jest przede wszystkim kwas krzemowy, który Jędrzej Śniadecki nazwał krzemionką. Mamy go pod dostatkiem w postaci piasku albo też kwarcu, będącego odmianą krystaliczną krzemionki. Im czystszy jest ten surowiec, tem lepiej nadaje się do użytku. Zanieczyszczenie piasku przez obecny w nim tlenek żelazowy działa bardzo szkodliwie, gdyż tworzący się podczas topienia szkła krzemian żelazawy ma barwę bardzo ciemną. To jest przyczyną ciemnego zabarwienia, właściwego tanim gatunkom szkła. Dawnymi czasy wszystko szkło okienne było zielonkawe, gdyż piasek zupełnie wolny od żelaza jest w przyrodzie dosyć rzadki, a w wielu miejscowościach wogóle nie występuje. Nowoczesne środki komunikacji pozwalają go łatwo przewozić bez względu na odległość.

Do pewnych specjalnych gatunków szkła, krzemionkę zastępuje się znacznie droższym od niej kwasem bornym. Udziela on szkłu niezwykle pięknego połysku, czyniąc go użytecznym do pewnych celów optycznych.

Każde szkło zawierać musi bądź potas, bądź sód, a że w dawnych czasach stosowano tylko potas w postaci potaszu, przeto znano tylko szkło potasowe. Używanie potaszu w szklarstwie spowodowało, iż huty szklane chętnie zakładano w okolicach lesistych. Dzięki temu posiadano pod dostatkiem paliwa do pieców, a z popiołu wyrabiano odrazu potasz.

Z czasem w miejsce potaszu zastosowano sodę. Fabrykacja

sody nastęrczała jednakże jeszcze tańszego środka zastępującego zarówno potasz, jako też sodę. Jak wiadomo, najpierwszem zadaniem przy wyrobie sody według sposobu Leblanca była przemiana soli kuchennej na siarczan sodowy. Otóż ten siarczan używany jest do stopu szklanego zamiast sody, a że do stopu dodaje się także i węgiel, przeto przerabianie siarczanu sodowego na sodę do celów szklarskich staje się całkowicie zbyteczne. W stopie i w tym przypadku tworzy się krzemian sodowy.

Węglan wapniowy stosuje się zwykle w postaci kredy, gdyż ta w swej odmianie najczystszej jest prawie chemicznie czystym węglanem wapniowym stosunkowo łatwo dostępnym, a przytem wcale lub prawie wcale nie zawiera żelaza. Zamiast wapna, jak nadmieniono, używać można wielu innych zasad. Często używany jest zwłaszcza tlenek ołowiu. Huty szklane zużytkowują także i szkło stare, przetapiając go powtórnie, i z tego to względu szkło potłuczone, masowo powraca do fabryk.

Doskonale zmielone i wymieszane surowce stapiane są w piecach o kształcie wanien. Piece zapewniać muszą uzyskanie wysokiej temperatury przy możliwie małym zużyciu paliwa. Z tego względu obecnie zaopatruje się je w paleniska regeneracyjne, o których urządzeniu będzie mowa podczas omawiania hutnictwa żelaznego.

Szkło stopione czerpią robotnicy długimi fajkami szklarскими i wydmuchują w formach o dowolnych kształtach. Przedmioty większe i bardziej pojemne wymagają pracy dwóch ludzi. Fajka jest to poprostu kawałek rury metalowej obłożony po środku drzewem do ujęcia w razie rozgrzania się metalu.

Wyrób zwykłych butelek od roku 1908 odbywa się zapomocą maszyny, wynalezionej przez Owena. Doprowadzenie tej maszyny do doskonałej sprawności kosztowało około 4 milionów złotych. Potem jednak same tylko fabryki europejskie zapłaciły za patent 25 milionów złotych. Maszyna ta przy pomocy dwóch robotników i 3 pomocników robi dziennie 20000 butelek, na co przedtem potrzeba było 80 dmuchaczy. Wyroby szklane gotowe, przechodzą do pieców, w których bardzo wolno stygną,

bez tego bowiem byłyby tak kruche, iż zupełnieby nie mogły iść do użytku. Od r. 1920 także i szkło okienne wyrabia się z pomocą maszyn.

Wynalazkiem bardzo doniosłym było także odlewanie szkła, które zaczęto już w 17 wieku. Szkło roztopione wylewa się na dostatecznie wielkie stoły metalowe otoczone dookoła wystającą listwą. Wielkie szyby, które widzimy w oknach wystawowych sklepów wyrabia się przez oszlifowanie płyt szklanych w taki właśnie sposób odlanych. Dowolna grubość, w jakiej płyty takie można odlewać, umożliwia zastosowanie takich płyt do podłóg, które równocześnie przepuszczają światło z góry. W tym przypadku oczywiście płyt nie potrzeba szlifować.

Płyty szklane służą też do wyrobu luster, które już oddawna wyrugowały z użycia zwierciadła metalowe. Niegdyś posługiwano się pięknie polerowanymi płytami ze srebra albo też ze stopu, składającego się z 2 części miedzi i jednej części cyny; stop taki ma barwę bardzo białą. Zwierciadła takie były bardzo niewygodne w użyciu, gdyż z powodu wrażliwości chemicznej metale zmieniają się na powierzchni; srebro np. bardzo łatwo czernieje. Lustra szklane mają powierzchnię odbijającą od spodu, zabezpieczoną przed wpływem czynników zewnętrznych.

W celu otrzymania lustra na jedną stronę płyty szklanej, umieszczonej poziomo, nakłada się arkusz cynfolji, czyli warstwę cienko walcowanej cyny, i tę oblewa się rtęcią. Rtęć rozpuszcza cynę, tworząc amalgamat, który ma własność doskonałego lustrowania i bardzo mocno przywiera do szkła. Następnie płytę stopniowo unosi się w położenie pochyle, powodując spływanie nadmiaru amalgamatu, co trwa około 4 tygodni, poczem lustro jest gotowe.

Lustra takie nie pozostawiają nic do życzenia, lecz wyrób ich jest bardzo niebezpieczny dla pracowników, którzy ulegają stopniowemu zatruciu przez parę rtęci. Rtęć bowiem, podobnie jak woda, choć w stopniu o wiele słabszym, paruje już w temperaturze zwykłej.

Prócz luster rtęciowych od dłuższego czasu wyrabiane są też lustra z podkładem srebrnym osadzonym na szkłe. Sposób

wyrobu polega tu na zastosowaniu roztworu soli srebrnych, które bardzo łatwo osadzają srebro metaliczne przy dodaniu pewnych substancyj. Przy stosownym doborze tych dodatków srebro nie strąca się szybko w postaci proszku, lecz bardzo wolno, i wówczas ściany naczyń, w którym strącanie się odbywa, pokrywają się piękną powłoką lustrzaną. Posrebrzenie jednostronne szkła odbywa się tu przez oblanie płyty stosowną mieszaniną, która po pewnym czasie wydziela srebro. Srebro jest metalem najbielszym ze wszystkich, więc też lustra srebrzone w w porównaniu z dawnymi rtęciowymi wydają się jaśniejsze; wystarczy zawiesić obok siebie dwa takie lustra, aby się o tem przekonać. Wyrób takich lusterek jest zupełnie nieszkodliwy, gdyż niema tu trującej pary rtęciowej. Są też one pomimo zastosowania srebra dość tanie. Na metrze kwadratowym powierzchni lustrzanej osadza się tylko około 2,5 gramów srebra metalicznego, którego wartość jest bardzo niewielka.

Szkła potasowe są znacznie trudniej topliwe, niż sodowe. Dlatego też wyroby ze szkła potasowego służą przede wszystkim do celów chemicznych i fizycznych. Szkło przeznaczone do celów chemicznych, np. na naczynia laboratoryjne do gotowania, zostało w ostatnich czasach nadzwyczajnie udoskonalone. Postęp ten dokonał się na podstawie wyzyskania zdobytych wiadomości naukowych o chemicznych i fizycznych własnościach szkła. Naczynia takie muszą być bardzo cienkie, aby ogrzewały się szybko i równomiernie. Mimo tego w rękach doświadczonych tłuką się one niezbyt często. Do roku 1895 ogrzewanie naczyń musiało się odbywać zawsze bardzo ostrożnie; obecnie zaś istnieją nawet takie gatunki szkła, które z cieczą ogrzaną do 180° i 200° można zanurzyć w zimną wodę, nie obawiając się pęknięcia. Jest to postęp, którego dawna technika szklarska nie mogła nawet uważać za możliwy. Ale i ten postęp błędnie wobec zastosowania naczyń z czystego kwarcu topionego. W temperaturze łuku elektrycznego kwarc topi się na masę dostatecznie ciekłą, z której można wyrabiać naczynia podobne do szklanych. Naczynia kwarcowe właściwie nie mogą być utożsamiane ze szklanymi w znaczeniu dotychczasowym. Zewnętrznie

jednak nie różnią się one wcale od szklanych, lecz z powodu trudności wyrobu są bardzo drogie. Są one zupełnie niewrażliwe na wpływy temperatury, można je rozżarzyć do czerwoności i zaraz zanurzyć w zimną wodę bez najmniejszej szkody.

W roku 1922 przybyło do Europy jeszcze bardziej udoskonalone prawdziwe szkło, nazwane „Pyrex“. Zawiera ono 80 procent kwarcu stopionego z dodatkiem kwasu bornego, glinki i wodorotlenku sodowego. Naczynia z tego szkła są również zdumiewająco niewrażliwe na wpływ gorąca i tak mocne, iż wytrzymują rzucenie na podłogę. Tem się tłumaczy chętnie stosowanie w gospodarstwie garnków, rondli i t. d. ze szkła Pyrex. Ujemną stroną tego szkła w praktyce chemicznej jest jego stosunkowo łatwa rozpuszczalność. Opinia szkła Pyrex w szybkim tempie spada od czasu, gdy zaczęto go wytwarzać we Francji w związku z chęcią obniżenia kosztów przewozu. Obecnie żadne naczynie nie ostoi się rozbiciu po upuszczeniu na podłogę, wiele z nich pęka podczas zwykłych robót, zaś naczynia dęte są bardzo nierówne i przez to kruche.

Słów kilka należy poświęcić także i gatunkom szkła łatwotopliwego. Szkło takie otrzymuje się przez częściowe zastąpienie wapna tlenkiem ołowiu. Służy ono do wielu robót szklarskich. Przez wytlaczanie wyrabiane są z tego szkła częstokroć niezbyt pięknie zdobione talerze, miski i zastawy, bardzo obecnie rozpowszechnione i naśladujące „kryształ“. Szkło wytłaczane oczywiście nigdy nie posiada ostrych brzegów szlifowanych fasetek, ale i cena jego, w porównaniu z drogiem, szlachetnie szlifowanym szkłem, jest stosunkowo bardzo niska.

Usuwać wapno zupełnie i stapiając szkło tylko z krzemionki, potaszu i tlenku ołowiu, otrzymuje się szkło ołowiane. Jest to szkło o tak wielkim polysaku, iż może służyć do naśladowania drogich kamieni, zwłaszcza gdy do stopu będą dodane substancje barwiące. Kamienie sztuczne z tego szkła dobrze oszlifowane i wypolerowane ze wewnątrz nie dają się odróżnić od djamentów oraz barwnych kamieni szlachetnych. Różnica polega jednak na tem, iż skutkiem częstego noszenia kamienie te szybko się rysują, gdyż szkło ołowiane, w przeciwstawieniu

do prawie niezniszczalnych prawdziwych kamieni szlachetnych, jest bardzo miękkie.

W celu zabarwienia wszystkich gatunków szkła dodaje się do stopu odpowiednich substancyj chemicznych. Najpiękniej zabarwione jest niewątpliwie szkło rubinowe. Barwę uzyskuje się tutaj przez dodatek do stopu złota w postaci odpowiedniego związku, np. tak zwanej purpury złotej. Z tego prawdziwie pięknego szkła wyrabiane są karafki, miski i kosztowne zastawy stołowe. Ilość złota, niezbędna do zabarwienia, jest bardzo nieznaczna.

Imitacje drogich kamieni ze szkła ołowianego są zupełnie bezwartościowe. Jednakże wysiłki chemików oddawna skierowane były ku otrzymaniu sztucznemu kamieni szlachetnych prawdziwych, podobnie do tego, co powiodło się im z barwnikami, np. z alizaryną oraz indygiem. Istotnie, Berneuil w r. 1902 osiągnął poraż pierwszy zupełnie pomyślny wynik z rubinem. Analiza rubinu dowiodła, że składa się on z czystej tylko glinki, zabarwionej śladami chromu. Czysta glinka jest niesłychanie trudno topliwa. Nabiera ona własności rubinu, gdy płomień piorunujący puszczać z dmuchawki do skrzyneczki, w której znajduje się wałeczek z glinki. Równocześnie na ten wałeczek, padają z góry przez sitko minimalne ilości mieszaniny glinki z tlenkiem chromowym. Tworzy się pręcik, który szybko zwiększa swą objętość i daje się doprowadzić do wagi 50 karatów (około 10 gramów). Rubiny naturalne i sztuczne do 5 karatów zupełnie nie dają się odróżnić z wyglądu. Jednakże rubin naturalny w miarę zwiększającej się wielkości zyskuje na piękności, natomiast syntetyczny znacznie przytem traci. Rubin sztuczny pięciokaratowy kosztuje około 20 złotych, za naturalny zaś płacono około 1000 złotych; obecnie ceny tych kamieni znacznie spadły. Od roku 1910 istnieją w sprzedaży również sztuczne szafiry. W żaden sposób nie można ich odróżnić od kamieni naturalnych. Karat szafiru sztucznego kosztuje 20 złotych, naturalnego zaś do 400 złotych. Wkrótce zaczęto też wyrabiać inne sztuczne kamienie szlachetne. Różnią się one od prawdziwych tylko tem, iż powstanie swe zawdzięczają nie

trwającemu setki lat działaniu przyrody, lecz skróconemu znacznie sposobowi przemysłu chemicznego.

Obecnie można wytwarzać dziennie 15000 karatów sztucznych kamieni szlachetnych. Możnaaby zatem przypuszczać, iż wkrótce zbraknie dla nich odbiorców. Byłoby to słuszne, gdyby kamienie sztuczne były używane wyłącznie tylko dla ozdoby. Do tego jednak nadają się tylko okazy dobrze udane, pozostałe zaś ze względu na niezwykłą ich twardość stosowane są w przemyśle zegarmistrzowskim i elektrotechnice. Zapotrzebowanie tego materiału jest bardzo znaczne.

Szkło mleczne otrzymuje się przez dodanie do stopu szklanego fosforanu wapniowego, zwykle w postaci popiołu kostnego. Powstaje stop zupełnie jednorodny i przezroczysty, który przeobraża się dalej, jak szkło zwykłe. Dopiero podczas stygnięcia fosforan wapniowy ponownie się wydziela i nadaje szkłu gotowemu pożądanej nieprzezroczystości. Podobnie jak fosforan sodowy działają też różne inne substancje, jak np. kryolit. Jest to minerał, występujący w Grenlandji i zawierający glinę i sól w połączeniu z fluorem, a przytem zupełnie wolny od żelaza. Szkło mleczne, otrzymane zapomocą kryolitu nadaje się szczególnie na klosze do lamp, gdyż nie widać przez nie żarzącego się płomienia; przez szkło z fosforanem wapniowym prześwieca ten płomień zabarwiony krwisto.

Teraz możemy przystąpić do omówienia wyrobów glinianych. W przyrodzie napotykamy w wielu miejscach utwory mineralne, nazywane gliną. W stanie suchym glina przedstawia się jako masa ziemista, mało spoista i krucha, przylepiająca się do języka; w stanie mokrym jest ona plastyczna i miewa barwę białą, szarą, zielonkawą, niebieskawą lub brunatną. Zależnie od domieszek, które zawiera, zastosowanie gliny bywa różne i uzyskuje ona rozmaite nazwy. Najpospoliciej występuje il, czyli glina, zawierająca dość dużo piasku, zabarwiona brunatno-żółto wodorotlenkiem żelazowym. Odmiana ta służy do wyrobu cegły. W stanie surowym cegła wysuszona na powietrzu jest bardzo nietrwała i od deszczu całkowicie rozmięka. W pewnych

okolicach cegła surowa mimo to bywa używana do wypełniania wewnętrznego ścian w budynkach fabrycznych.

Cegłę właściwą o własnościach trwałego kamienia otrzymuje się po wypaleniu cegły surowej. Dawniej wypalanie odbywało się w ten sposób, iż ustawiano stosy z cegieł, przegradzając rzędy drzewem lub węglem, i oblepiano zzewnątrz gliną. W tak zbudowanym piecu pierwotnym rozniecano od spodu ogień. Obecnie używa się wielkich okrągłych pieców murowanych. Przez wypalenie cegła uzyskuje odporność na wodę, gdyż wszystkie obecne w glinie łatwo topliwe cząstki prawie zupełnie się ulatniają, nietopliwa masa kamienna zespala się na twardą i mocną całość. Równocześnie obecny w glinie w większej ilości wodorotlenek żelazowy wypala się w ogniu na tlenek, nadając cegle gotowej barwy czerwonej. W przeciągu tysięcy lat cegła taka była bez konkurencji, lecz ostatecznie znalazła ją w postaci cegły wapienno-piaskowej.

Podczas murowania cegły spajane są z sobą zapomocą zaprawy mularskiej, czyli mieszaniny wapna gaszonego z piaskiem.

Wapień rozpada się podczas wypalania na swoje składniki — wapno palone (tlenek wapniowy) i dwutlenek węgla. Pod względem twardości wapno palone stosunkowo mało się różni od wapienia, choć jest bardziej kruche. Ma jednak dziwną własność zupełnego przeistaczania się pod wpływem wody, mianowicie całkowicie się rozpada na proszek. Tworzy się wtedy wapno gaszone, które z wodą tworzy papkę, a ta zmieszana z piaskiem daje zaprawę mularską.

Pomiędzy warstwą cegieł zaprawa mularska stopniowo zupełnie twardnie. Proces ten rozpoczyna się od zewnątrz i zależy od tego, iż wapno, obecne w zaprawie, pochłania z powietrza dwutlenek węgla, przeistaczając się zpowrotem na wapień, t. j. węglan wapniowy. Aby proces ten przyspieszyć, ustawiają w nowych budowlach kosze z płonącym węglem; dostarczają one obficie dwutlenku węgla, sprzyjając przemianie wapna na węglan wapniowy, a równocześnie przyspieszają parowanie obecnej w zaprawie wody. W ciągu setek lat również i piasek wywiera

swoje działanie: jako kwas krzemowy, łączy się on z wapnem, tworząc krzemian wapniowy, będący związkiem nadzwyczaj trwałym. Tem się tłumaczy wielka trwałość bardzo starych murów ceglanych. Trwałość zaprawy mularskiej zawdzięczamy przeto nie budowniczym dawnych epok, ale czasowi.

Wytrzymałość krzemianu wapniowego znana jest oddawna, lecz wykorzystanie praktyczne tego datuje się dopiero od roku 1896. Tworzenie się krzemianu wapniowego w zaprawie w temperaturze zwykłej odbywa się niesłychanie wolno. Proces ten przyspieszyć można przez ogrzewanie piasku z wapnem gaszonym i na tem właśnie polega wyrób cegły wapienno-piaskowej. Z mieszaniny piasku i wapna gaszonego wytłacza się w prasie cegły i te ogrzewa w kotłach zamkniętych powyżej 100° . Po ostygnięciu cegły mają barwę prawie białą, są twarde i odporne na działanie wody, powietrza i mrozu; nadają się doskonale do budowy mniejszych budynków oraz ścian wewnętrznych.

Zaprawa mularska zwykła może twardnieć tylko na powietrzu, gdyż potrzebny jest do tego dwutlenek węgla. Dlatego też nie nadaje się ona do budowli podwodnych, gdyż brak tu dwutlenku. Skoro jednak będą dodane do niej pewne domieszki, np. większa ilość wypalanej gliny, która zawiera krzemionkę i glinę, to zaprawa uzyskuje własność twardnienia pod wodą. Tego rodzaju zaprawę nazywamy cementem. Jest to mieszanina, która już nie lasuje się jak wapno. Doskonale zmielona i zarobiona z wodą, tworzy zaprawę, która po pewnym czasie twardnie na masę bardzo mocną i twardą. Już starożytni Rzymianie używali cementu do swych budowli wodnych. Wyrabiali go z wapienia zawierającego dużo krzemionki, który w przyrodzie występuje w różnych miejscowościach. W czasach obecnych, gdy zapotrzebowanie cementu do budowli wodnych i betonowych dosięgło rozmiarów olbrzymich, cement wytwarzany jest sztucznie. Wapień miesza się z gliną przed wypaleniem i w ten sposób, zachowując odpowiedni stosunek ilościowy obu składników, otrzymuje się wszelkie pożądane gatunki cementów, niezależnie od możliwości zdobycia naturalnych wapieni krzemionkowych. Podczas wypalania cementu w temperaturze około 1400° wapno pa-

lone, jako zasada mocna, działa na glinę i tworzy się związek, który potem musi być subtelnie zmielony. Inny rodzaj cementu wyrabiany jest przy użyciu szlaki z wielkich pieców hutniczych. Szlaki te różnią się od cementu tylko mniejszą zawartością wapna. Po sproszkowaniu dodaje się do nich wapna i na nowo wypala. Wypalona i zmielona masa tworzy cement. W ten sposób od roku 1890 zostały zużytkowane bezwartościowe dotychczas szlaki, a wynalazek ten jest prawdziwym triumfem w nowocześniejszej technice zużytkowania odpadków.

Krzemian glinowy jest składnikiem podstawowym wszystkich glin. W postaci czystej związek ten w gorącu pieców nie topi się. Ogniotrwałość tę znacznie zmniejszają jednak dodatki piasku, czyli kwasu krzemowego, wapna, wodorotlenku potasowego, tlenku żelazowego i inn. Z procesu fabrykacji szkła wiemy, iż krzemiany potasowy, wapniowy i żelazowy dają się stopić na szkło. Otóż związki te, obecne w glinie jako domieszki, stapiają się podczas wypalania. Wskutek tego cegła zlewa się wewnątrz swej masy, i te napół płynne stopione cząstki szkliste krzepną podczas stygnięcia i powodują właśnie trwałość cegły.

Odwrotnie do tego, cegła bardzo uboga w związki wymienione jest bardziej ogniotrwała. Z odpowiednich gatunków gliny, które występują w przyrodzie dość pospolicie, wyrabia się cegłę ogniotrwałą, używaną w przemyśle do budowy palenisk i pieców. Cegła taka bywa też nazywana szamotową.

Plastyczność gliny umożliwia zastosowanie jej do wyrobu różnorodnych przedmiotów. Dzięki użyciu tarczy obracającej się zdołano wyrabiać naczynia pękate o przekroju okrągłym. Warsztat garncarski z taką tarczą u wielu ludów, np. u chińczyków jest wynalazkiem bardzo starym i był używany w okresie, poprzedzającym najstarsze zabytki piśmiennictwa.

Naczynia takie, wypalane w ogniu, są tak samo, jak cegła, dość mocne, jednakże są porowate i przepuszczają wodę. Nie nadają się więc do użytku i co najwyżej mogą służyć jako doniczki do kwiatów. Ściany takich naczyń wysysają nalane do nich ciecze, przepuszczają je nawet zupełnie, co uniemożliwia wręcz ich wymycie, a więc używanie do gotowania i jedzenia. Zapo-

biega się temu zapomocą polewy, czyli powlekania powierzchni warstwą szkliwa.

Słyszeliśmy już, że do łatwo topliwych gatunków szkła należy szkło ołowiane. Najtańszą polewę otrzymuje się z jakiegokolwiek związku ołowiowego, występującego w przyrodzie, nadającego się do tego celu. Związek taki uciera się razem z gliną, rozrabia z wodą i tą mieszaniną powleka powierzchnię naczyń. Podczas wypalania w piecu mieszanina topi się i krzemionka gliny tworzy z ołowiem szkło. Ściany naczynia pokryte warstwą szkła przestają być porowate i po jednorazowym wypaleniu są gotowe do użytku. Garncarze używają błyszczu ołowianego, który występuje w wielu miejscowościach ziemi jako minerał naturalny. Jednakże z powodu trujących własności ołowiu naczynia polewane w ten sposób nie mogą służyć do celów kuchennych. Potrawy przyrządzane z octem rozpuszczają w sobie ołów z polewy. Sprzedaż takich naczyń kuchennych jest obecnie zabroniona. W nowszych czasach usiłowano zmienić polewy w taki sposób, aby podczas wypalania przeprowadzić wszystkich ołów na związek zupełnie trwały, któryby od potraw nawet bardzo nieznacznie kwaśnych, zupełnie nie ulegał rozpuszczeniu.

Znacznie trwalszą od wyrobów garncarskich zwykłych jest tak zwana kamionka. Do jej wyrobu stosuje się glinę bardzo plastyczną, która w temperaturze stosunkowo niskiej zlewa się tak dalece, iż wkońcu tworzy masę zupełnie dla cieczy nieprzepuszczalną. Zrobione z niej tanie dzbany i garnki jasno-szare lub brunatne zupełnie nie wymagają polewy uszczelniającej. Ale i w tym przypadku, jak wogóle przy wyrobie naczyń glinianych, stosuje się polewanie w sposób bardzo prosty, aby wyrobom nadać gładkości i zewnętrznego połysku.

Gdy piec zupełnie się rozgrzeje i naczynia wypalone dostatecznie zleją się w swej masie, do ognia wrzuca się soli kuchennej i na pewien czas zamyka wyloty wyciągów. Sól kuchenna jest cokolwiek lotna, przeto piec napęlnia się jej parą, która jak wiemy, składa się z chloru i sodu. Dzięki temu następuje zetknięcie się obecnej w glinie krzemionki z sodem. Na powierzchni naczyń

powstaje trochę krzemianu sodowego, który wespół z innymi krzemianami gliny tworzy szkło. Jak widzimy, wrzucenie soli do pieca wystarcza do wyszklenia tych tanich wyrobów kamionkowych, które również wymagają tylko jednorazowego wypalenia.

Z gliny bardzo czystej, to znaczy możliwie wolnej od żelaza, otrzymuje się wyroby kamionkowe prawie białe po jednym wypaleniu. Jeżeli pokryć je następnie białym szkliwem i wypalić powtórnie, to powstaną wyroby kamionkowe prawdziwe, nie różniące się prawie od porcelany. Wyroby te jednakże nie dorównują trwałością porcelanie, gdyż szkliwo ich, wtapiane w temperaturze stosunkowo niskiej, nie może być porównywane z doskonałością szkliwa porcelanowego. Szkliwo kamionkowe rysuje się bardzo prędko od używania naczyń, rysy nie dają się już usunąć, i to nadaje naczyniom nie tylko brzydkiego, ale także i nieapetycznego wyglądu.

Powyższe własności szkliwa kamionkowego zależą od wypalania w temperaturze niskiej, do czego zniewala oszczędzanie paliwa. Szkliwo łatwotopliwe uzyskuje się przez dodatek boraksu do tlenku ołowiowego. Przy odpowiednio dobranym składzie tej mieszaniny ołów zostaje związany chemicznie w sposób natyle trwały, iż nie ulega rozpuszczeniu od kwasów, i naczynia kamionkowe mogą być bez obawy używane do celów kuchennych.

Naczynia kamionkowe po jednorazowym wypaleniu uzyskują całkowitą trwałość. Powtórne wypalenie w temperaturze o wiele niższej, niezbędne do wyszklenia naczyń, nie jest w stanie spowodować zlewania się ponownego masy kamiennej; dlatego też w przeciwstawieniu do porcelany nie zwiększa ono trwałości wyrobów. Z drugiej zaś strony niema też obawy o to, aby w drugim wypalaniu wyroby kamionkowe mogły się wypaczyć, więc utracić swe regularne kształty, jak to się zdarza z porcelaną. Dlatego też pod spodem wyrobów kamionkowych można zauważyć tylko trzy punkty, na których szkliwo w porównaniu z resztą powierzchni zostało nieco wgniecione. Są to miejsca, na których talerz opierał się podczas wpalania szkliwa. U talerzy-porcelanowych spodni brzeg jest zupełnie pozbawiony szkliwa, a przyczynę tego za chwilę poznamy.

Obok zwykłej kamionki omówić należy fajans. Nazwa tego rodzaju wyrobów glinianych pochodzi od miasta włoskiego Faenza, dokąd przemysł ten przybył ze Wschodu. Wartość fajansu polega tylko na kształcie i zdobieniu. Takie samo znaczenie ma także majolika, która przypomina wyspę Majorkę. W starożytności wyrabiano tam dużo takich naczyń.

Fajans wymaga gliny bardzo podatnej i plastycznej, gdyż miski, talerze i liczne przedmioty z niej wytwarzane bywają często bardzo subtelnie zdobione i to stanowi całą ich wartość. Do takich należą np. niezmiernie dziś cenione miski Palissis'a. Wyroby fajansowe wypalane są słabo. Z powodu wysokiej ogniotrwałości stosowanej gliny fajans zlewa się bardzo mało, ozdoby więc i figurki doskonale zachowują swoje kształty. Lecz z innej strony wiadomo, iż glina niedość w gorącu zlane jest porowata. Dlatego też fajans po pierwszym wypaleniu musi być pokryty szkliwem i ponownie umieszczony w piecu. Szkliwo może być tak dobrane, aby topiło się na białe lub barwne szkło nieprzezroczyste. Szkliwo białe nieprzezroczyste osiąga się przez dodatek do zwykłej mieszaniny szklanej tlenku cynowego. W tym przypadku do gliny fajansowej trzeba dodawać nieco wapna, gdyż bez tego szkliwo cynowe wypada porysowane.

A teraz przystąpimy do omówienia porcelany, która ze wszystkich wyrobów glinianych jest materiałem najdoskonalszym. Porcelana ma pewne cenne własności wspólne ze szkłem, w innych je nawet przewyższa, np. jest twardsza i daleko lepiej znosi zmiany temperatury, nie pękając. Nie daje się natomiast tak wielostronnie obrabiać, a zamiast przezroczystości zadowolić się tu trzeba jej przeświecającą bielą.

W Chinach i Japonii porcelana znana jest od bardzo dawna. W Europie według wszelkiego prawdopodobieństwa wynalazcą jej był alchemik saski Böttger w r. 1703. Narazie otrzymał on porcelanę barwy brunatnej, lecz około r. 1710 zdołał otrzymać materiał czysto biały i od tej daty wyroby porcelanowe wytwarzane są fabrycznie w Miśni. Do miejscowości tej udał się Böttger z polecenia króla Augusta Mocnego jako więzień, gdzie miał się zajmować wytwarzaniem złota. Wśród rozlicznych swych, czę-

stokroć bezplanowych doświadczeń, wpadł na pomysł wytwarzania porcelany.

Od dobrej porcelany wymaga się nieskazitelnej białości, a wszystkie jej zalety ujawniają się wtedy, gdy jest wypalona w temperaturze możliwie wysokiej. Z tego powodu do wyrobu nadaje się tylko glina zupełnie pozbawiona żelaza, gdyż tylko taki materiał może znosić niesłychane gorąco pieców. W nowszych czasach zastosowano w tej fabrykacji także talk. Czysta glina, odpowiadająca tym warunkom, nosi nazwę kaolinu. W celu oczyszczenia kaolin się wypławia, czyli traktuje większą ilością wody. Przytem grubsze domieszki opadają na spód, cząstki zaś subtelne pozostają zawieszone w wodzie. Ciecz spuszcza się do innego naczynia i tu dopiero osiada na dnie czysta glina. Po takim oczyszczeniu glina ta jest tak dalece ogniotrwała, iż w ogniu pieca prawie zupełnie się nie zlewa i aby naczynia z niej sporządzone można było wypalić, trzeba dodać do niej uprzednio nieco topnika, czyli materiału ułatwiającego stapianie. Materiałem takim jest zmielony na mąkę i wypławiony skaień potasowy, minerał, występujący w przyrodzie i w wysokiej temperaturze topiący się na szkliwo. Nie zdziwi to nas zbyt, skoro zważymy, iż skalenie są podwójnemi krzemianami glinu i potasu albo sodu, niekiedy również wapnia; są to bowiem po części te same materiały, z których wyrabia się szkło.

Naczynia uformowane z wypławionego kaolinu i skalenia bez innych dodatków podczas wypalania paczyłyby się i kruszyły, tracąc nadane im kształty. Zapobiega się temu przez dodatek do masy porcelanowej krzemionki. Masę przygotowaną z tych trzech składników formuje się na kole garncarskiem, i wyrobione naczynia bardzo wolno suszy. W tym stanie są one niesłychanie kruche. Z suszarni wyroby przenosi się do pieca, gdzie są pierwszy raz wypalane w temperaturze mocnego żaru czerwonego.

Porcelana wypalona raz tylko jest porowata i znajduje zastosowanie jedynie na naczynia do ogniw galwanicznych. Wskutek przepuszczalności takich naczyń ciecz w nie nalana

tylko powierzchownie styka się z cieczą, znajdującą się w naczyniu zewnętrznym, lecz się z nią nie miesza, co dla wywołania prądu elektrycznego jest warunkiem niezbędnym.

Po pierwszym wyprażeniu w ogniu, porcelana podlega polewaniu, czyli szkleniu. Do tego celu, w przeciwieństwie do wszelkich innych wyrobów glinianych, stosuje się szkliwo niesłychanie trudno topliwe, które pokrywa powierzchnię gotowej porcelany jako prawdziwe, choć nieprzezroczyste szkło. Dzięki niemu właśnie porcelana uzyskuje swe znakomite własności.

Jako szkliwo stosuje się samą masę porcelanową, do której się dodaje większą ilość skalenia jako topnika. Sproszkowaną i wypaloną masę szkliwa rozrabia się wodą na rzadką papkę, w której zanurza się porcelanę matową po pierwszym wypaleniu. Na powierzchni naczyń osiada wtedy dostateczna ilość proszku. Miejsca pod spodem talerza, które stykają się z płaszczyzną pieca, winny być obtarte ze szkliwa, gdyż w razie przeciwnym talerze przykleiłyby się do podstawy podczas wypalania. Dlatego też dno u talerzy porcelanowych nigdy pod spodem nie jest płaskie, jak np. u wyrobów szklanych, lecz zwykle posiada wystające obrzeżenie. Przed umieszczeniem w piecu ściera się szkliwo tylko z tego obrzeżenia, nie zaś z całego dna. Miejsca nieoszlone są szorstkie i brudzą się łatwo podczas używania, gdyż nie tak łatwo dają się oczyścić. Po tych szorstkich miejscach na dnie można od porcelany odróżnić nawet najlepsze zbliżone do niej wyroby kamionkowe, u których tych oznak zupełnie brak.

Wtapianie szkliwa odbywa się w drugim ogniu, i w porównaniu z wypalaniem naczyń kamionkowych, w temperaturze bardzo wysokiej. Kamionka już po pierwszym wypaleniu uzyskuje właściwą wytrzymałość, której wtapianie szkliwa nie zwiększa. Porcelana zaś surowa, czyli raz wypalona, dostatecznie już twarda, w drugim, mocniejszym ogniu zlewa się całkowicie. Dopiero teraz powstaje owa twarda masa, która po stopieniu się na całość ze szklivem uzyskuje tak wielką odporność na wszelkie wpływy zewnętrzne. Za przebiegiem procesu wypalania śledzi się, badając co pewien czas próbki porcelany,

wyjęte z pieca. Szkliwo, topiąc się stopniowo, staje się coraz gładsze; z chwilą gdy porcelana stanie się przeświecającą szklenie zostało ukończzone, i wtedy piec wraz z całą zawartością pozostawia się do powolnego ostygnięcia.

Oczywiście, że i porcelana nieoszkłona może być odrazu wypalona tak samo, jak podczas szklenia. Zlewa się ona wtedy tak dalece, iż traci swą porowatość. Powierzchnia jej zachowuje pewną szorstkość i ma wygląd matowy. Ten rodzaj nazywa się porcelaną biskwitową, i z niej wyrabiane są biusty, posążki oraz przedmioty, na których szkliwo byłoby rzeczą niewłaściwą.

Malowanie porcelany odbywać się może dwojakim sposobem: maluje się pod szkliwem, albo też na jego powierzchni. Do malowania pod szkliwem, więc do porcelany raz tylko wypalonej, można używać tylko nielicznych tlenków metalicznych, które wytrzymują wielkie gorąco drugiego ognia, czyli wypalania ostrego; należą tu tlenek kobaltowy dla błękitu, tlenek chromowy dla zieleni, tlenek uranowy dla czerni (uran należy do pierwiastków rzadkich).

Zaletą tego sposobu malowania jest jego niezniszczalność. Znajdujące się pod glazurą, ozdoby malowane, mogą się zniszczyć wraz ze zniszczeniem całego naczynia. Malowanie pod szkliwem jest stosunkowo ograniczone w barwach, natomiast malowanie na szkliwie ma do rozporządzenia wszystkie dowolne barwy, co widzimy np. w całych obrazach, malowanych na dużych płytach; tego rodzaju sztukę uprawiały zwłaszcza fabryki w Sèvres. Farby, do tego celu stosowane, są to również tlenki metali. Miesza się je z doskonale utartem bezbarwnym szkłem ołowianem i rozrabia z olejem. Naczynia pomalowane ogrzewa się w piecu muflowym do temperatury tak wysokiej, aby szkliwo zaczęło się topić; wówczas topią się także składniki farb i zlewają się ze szkliwem naczyń. Piec muflowy jest to rodzaj skrzynki z gliny ogniotrwałej. Płomień pieca ogrzewa skrzynkę dookoła, a przedmioty, w niej ustawione, zabezpieczone są tym sposobem od kopcia i gazów paleniska.

W podobny sposób odbywa się również złocenie, czyli na-

kładanie ozdób złotych na porcelanę. Używa się do tego cieczy złocejącej, przyrządzanej przez rozpuszczenie złota w wodzie królewskiej. Roztwór ten z odpowiednimi dodatkami nakłada się na porcelanę. Po wypaleniu występuje błyszcząca pozłota.

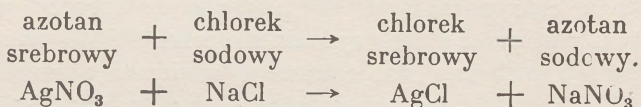
Dalszą treść niniejszego wykładu poświęcimy fotografii. Rozpocznijmy od omówienia podstaw historycznych tej sztuki.

W 13 stuleciu odkryty został we Włoszech kwas azotowy. Kwas ten doskonale rozpuszcza srebro, tworząc roztwór bezbarwny, który po odparowaniu daje pozostałość białą; jest to sól, zwana azotanem srebrowym. W życiu powszednim, od czasów bardzo dawnych, sól tę nazywają kamieniem piekielnym. Przyczyną nazwy tej jest szczególna własność soli: wszystkie przedmioty nią posmarowane na świetle dziennem bardzo szybko czernieją. Lekarze dość często używają kamienia piekielnego do przypalania w chorobach skórnych, a miejsca natarte zwilżoną solą po pewnym czasie czernieją. Czernieje także i pismo napisane roztworem azotanu srebra, a plamy czarne częstokroć nie dają się już wcale usunąć. W ten sposób znaczy się często bieliznę, używając powyższego roztworu jako atramentu wiecznego. Przyczyna czernienia powodowana jest przez skłonność azotanu srebrowego do rozkładu na jego składniki, przyczem srebro wydziela się w postaci nadzwyczaj subtelnego czarnego proszku. Przytoczone dopiero co przykłady z życia codziennego świadczą, iż przyczyną tego rozkładu jest światłoienne. Otóż na tego rodzaju rozkładzie soli srebrowych opiera się cała fotografia. Atoli do otrzymywania obrazów sam kamień piekielny służyć nie może, gdyż jego rozkład odbywa się zbyt dowolnie.

Są jednak sole srebrowe, rozkładające się znacznie szybciej, niż azotan srebrowy, i te nadają się do sporządzania obrazów fotograficznych. Są trzy rodzaje soli, które do tego celu stosujemy, a mianowicie chlorek srebrowy, bromek srebrowy i jodek srebrowy. Sole te łatwe są do otrzymania. Korzystając z tego, iż one nie rozbuszczają się w wodzie, można je strącić w postaci osadów, skoro do roztworu azotanu srebro-

wego dodać roztworu chlorku sodowego (soli kuchennej), albo też bromku i wreszcie jodku sodowego.

Stosując sól kuchenną, otrzymamy chlorek srebowy i azotan sodowy:



Azotan sodowy jest to sól rozpuszczalna, przeto pozostaje w roztworze, wypada zaś tylko nierozpuszczalny chlorek srebowy, który po wymyciu wodą jest zupełnie czysty. Chlorek srebowy jest znany już od bardzo dawna, bromek zaś i jodek srebowy dopiero od stu lat, względnie od czasu odkrycia pierwiastków bromu i jodu.

Już alchemicy mieli dużo do czynienia z chlorkiem srebowym. Związek ten jest nadzwyczaj wrażliwy na światło; z chwilą wystawienia na światło czysto biała jego barwa narażenie staje się fioletową i wkońcu całkowicie czernieje. Do sporządzania obrazów zastosował go po raz pierwszy lekarz Schultze z Halli w r. 1727. Układał on litery wycięte z papieru na rozpostartej warstwie chlorku srebowego. Miejsca nieprzykryte, wystawione na działanie światła, stawały się ciemne. Zdjąwszy litery, zobaczył jasne ich obrazy na ciemnym tle, lecz wkrótce i te jasne miejsca pod działaniem światła również poczerniały wskutek rozkładu niezmienionego poprzednio chlorku srebowego. Spostrzeżenie to nie miało wszakże żadnego zastosowania praktycznego.

Dopiero w r. 1839 Talbot uzyskał zapomocą chlorku srebowego obrazy prawdziwe, stosując sposób następujący: zanurzał on papier w roztworze soli kuchennej i potem smarował go roztworem azotanu srebra. Przez zetknięcie się obu tych roztworów tworzyła się na papierze warstwa chlorku srebowego, wrażliwa na światło. Na rozłożonym arkuszu takiego papieru Talbot układał przeświecające rysunki. Po wystawieniu na światło słoneczne, chlorek srebra czerniał najsilniej w tych miejscach, przez które rysunek przepuszczał najwięcej światła. Skoro jednak

rysunek został zdjęty z papieru, to po pewnym czasie cały papier stopniowo czerniał, tak samo, jak w doświadczeniach Schultzego. Główną zasługą Talbota jest jednak to, iż zdołał on zatrzymać rysunek na papierze i utrwalić go.

W tym celu postępował w następujący sposób: papier z odbitym nań przez słońce rysunkiem przenosił do wrzącego roztworu soli kuchennej, umieszczonego w ciemni, aby uchronić go przed dalszem działaniem światła. Gorący roztwór soli rozpuszczał w sobie chlorek srebrowy niezmieniony, natomiast nie rozpuszczał chlorku srebrowego czerniałego, czyli już zmienionego chemicznie.

Zastanawiając się nad tą sprawą, łatwo dojdziemy do wniosku iż obraz w ten sposób otrzymany musiał być odbiciem negatywnem rysunku pierwotnego; miejsca ciemne rysunku przepuszczały oczywiście najmniej światła. Na papierze zatem w tych miejscach chlorek srebra wcale prawie się nie zmieniał i po wypłukaniu w soli kuchennej został usunięty. W ten sposób miejsca ciemne rysunku pierwotnego na odbitce były białe lub prawie białe, jasne zaś wypadły ciemno. Jednakże Talbot powtórnie układał ten negatyw na papierze światłoczułym, otrzymanym przez posmarowanie chromianem srebrowym i powtarzał znów naświetlanie i płukanie. W taki sposób powstawała znów odbitka negatywna z negatywu pierwotnego rysunku, czyli dokładna kopja wielkości oryginału.

Ściśle rzecz biorąc, sposób Talbota był niczem więcej, jeno fotograficznem kopjowaniem rysunków gotowych naturalnej wielkości. Dopiero Daguerre w pierwszej połowie ubiegłego stulecia pierwszy otrzymał obraz drogą właściwej fotografii, on też uważany jest powszechnie za jej twórcę.

Daguerre osiągał obrazy zapomocą ciemni optycznej, tworzył więc obrazy nowe, a nie używał obrazów gotowych. Ciemnia optyczna jest to przyrząd, umożliwiający otrzymywanie z pomocą soczewek obrazów świetlnych z otoczenia na szybie matowej. Przyrząd ten pozwala równocześnie dowolnie zmniejszać obrazy, znajdujące się 1 rzęd soczewką. W porównaniu z czysto

reprodukcyjnym sposobem Talbota, wynalazek ten był rzeczywiście olbrzymim krokiem naprzód.

Daguerre nastawiał swój aparat na przedmiot fotografovany, i otrzymawszy ostre jego odbicie na matówce, zakładał zamiast niej płytkę srebrną. Płytką tą była przedtem wystawiona na działanie pary jodu i wskutek tego pokrywała się warstewką jodku srebrowego. Soczewka i płytka światłoczuła w aparacie są czemś w rodzaju oka sztucznego, bowiem płytka odgrywa rolę siatkówki oka. Po parogodzinnem oddziaływaniu światła na płytkę zjawiał się na niej obraz przedmiotu, znajdującego się przed aparatem, ale utrwalenie obrazu przedstawiało jeszcze ogromne trudności, i dopiero przypadek pozwolił mu je pokonać.

Zdarzyło się, iż jedną z płytek, wystawioną w aparacie na działanie światła nie przez czas dłuższy, lecz bardzo krótko, Daguerre poddał działaniu pary rtęci. Zauważył on, iż rtęć osiadła najmocniej na tych miejscach płytki, które były najsilniej oświetlone, i na płytce zjawiał się błyszczący metaliczny obraz fotografowanego przedmiotu, wykonany rtęcią. Para rtęci wywołała na płytce srebrnej obraz poprzednio dla oka niewidzialny. Jest to dobrze widoczne na starych dagerotypach, które jeszcze w wielu domach z dawnych czasów się przechowują. Sposób ten umożliwił odrazu fotografowanie żywych osób, gdyż odpadła konieczność parogodzinnego, niemożliwego w praktyce siedzenia przed aparatem bez ruchu; obecnie, jak wiadomo, można się fotografować nawet w pełnym ruchu.

Choć na płytce światłoczułej, wystawionej w ciemni optycznej na bardzo krótkie działanie światła, oko ludzkie żadnych jeszcze zmian nie dostrzega, to jednak działanie chemiczne promieni świetlnych zdążyło już spowodować rozkład związku srebrowego i niema bynajmniej potrzeby przedłużać naświetlania aż do skutku widocznego. To właśnie nazawsze pozostanie najdonioślejszem w wynalazku Daguerre'a. Odtąd bowiem stało się możliwem rozkład soli srebrowej, zapoczątkowany przez światło, kończyć zapomocą stosownych chemikaliów bez dalszego uciekania się do światła, i w ten sposób wywoływać ne-

gatyw obrazu. Podziw, jaki budziły obrazy sporządzone w sposób, utrzymywany w tajemnicy, był niesłychany. To też po wspaniałem przemówieniu fizyka Arago parlament francuski na posiedzeniu w lipcu r. 1839 postanowił udzielić Daguerrowi oraz jego współpracownikowi Niépce rentę dożywotnią ze skarbu państwowego wzamian za publiczne ujawnienie tajemnicy.

Wkrótce po ujawnieniu sposobu zaczęło się poszukiwanie środków zastępujących drogie płyty srebrne, i Talbot zamiast nich zastosował z powodzeniem swój papier światłoczuły do użytku w ciemni optycznej. Jako związku srebrowego użył on, naśladując Daguerra, zamiast chlorku srebrowego — jodku srebra. Papier zanurzany był w roztworze soli srebrowej, a potem w roztworze jodku potasowego.

Do usuwania z papieru naświetlanego reszty niezmiennego jodku srebra, zamiast używanego niegdyś roztworu wrzącego soli kuchennej, zastosował on teraz roztwór tiosiarczynu sodowego, który bardzo łatwo już na zimno rozpuszcza chlorek, bromek i jodek srebrowy. Od tego czasu do chwili obecnej tiosiarczyny sodowy powszechnie jest do tego celu stosowany. Jednakże szorstkość papieru, nawet najlepszego, dawała się niekorzystnie we znaki na obrazach otrzymywanych sposobem Talbota i obrazy Daguerra, wykonywane na błyszczących płytach srebrowych, odnosiły nad niemi zwycięstwo.

Zmieniło się to jednak od chwili, gdy Niépce zastosował do celów fotograficznych białko. Płytki szklane oblane roztworem białka i jodku potasowego, wysuszone i zanurzone w roztworze azotanu srebrowego, stają się uczulonymi na wpływ światła. Wówczas bowiem w warstewce białka strąca się jodek srebrowy, który wraz z białkiem tworzy na szkłe gładką warstwę; na takich płytach otrzymywać można doskonale obrazy.

Obrazy zmniejszone, jakie daje ciemnia optyczna, są negatywami. Dopiero po odbiciu na papierze światłoczułym, jak to już stosował dla swych rysunków Talbot, dają one pozytyw, czyli właściwy obraz przedmiotu odfotografowanego. Białko zastosowano także i do wyrobu papieru fotograficznego, na którym kopiuje się negatywy. W tym celu papier pokrywa się światło-

czułą warstwą białka, przez co uzyskuje on gładkość i połysk i daje możność otrzymywania obrazów bardzo efektownych.

Niepożądana skłonność roztworów białka do pleśnienia spowodowała zastosowanie zamiast białka kolodjum. Sposób ten wprowadził po raz pierwszy Fry. Kolodjum jest to roztwór bawełny strzelniczej w mieszaninie alkoholu i eteru. Nazwa pochodzi od wyrazu łacińskiego colla — klej, gdyż roztwór taki pierwotnie polecony był przez Maynarda do klejenia.

Niewidzialna dla oka przemiana, której ulega płytka przy bardzo krótkiem naświetleniu i którą Daguerre uwidoczniał i zamienił na obraz zapomocą pary rtęciowej, jak o tem już przekonał się, może i nawet musi być naturalnie ujawniona także i na płytach szklanych, jakiemi zastąpiono dawne płyty srebrne, czyli na płytach z białkiem lub kolodjum. Czynność tę, nazywamy wywoływaniem, a środki do tego celu używane — wywoływaczami. Z początku używano wywoływaczy ze szczawianem żelazawym i kwasem pyrogalusowym, później zaczęto wypróbowywać różne inne związki chemiczne, z pośród których szczególnie przydatnym okazał się hydrochinon.

W pierwszym okresie rozwoju fotografii używano płyt kolodjonowych, które wyrabiano w sposób następujący. Przyrządzano roztwór bromku i jodku potasowego w kolodjum i roztworem tym oblewano po jednej stronie płytkę szklaną. Płytką szybko wysycha, ponieważ eter i alkohol odrazu prawie się ulatniają. Następnie pogrążano płytkę do roztworu azotanu srebrnego, oczywiście już w ciemni; w warstwie kolodjonowej strąca się wtedy bromek i jodek srebrowy, a cała jej powierzchnia ponadto pokryta jest jeszcze nadmiarem roztworu azotanu srebra. Mokłą płytę zaraz po wyjęciu z roztworu zakładano w aparat fotograficzny i robiono zdjęcie. Naświetloną płytę zanurzano w ciemnym pokoju do roztworu kwasu pyrogalusowego, który odtleniał nadmiar azotanu srebrnego na kliszy na srebro metaliczne, zaś na bromek i jodek srebrowy wcale nie działał. Srebro wydzielone w postaci subtelного proszku osiadało na oświetlonych miejscach płyty w ilości ściśle odpowiadającej natężeniu światła, podobnie do tego, jak niegdyś para rtęci w spo-

sobie Daguerra. W ten sposób występował obraz odwrócony, czyli negatywny. Utrwalenie tego obrazu, czyli usunięcie z płyty niezmienionego bromku i jodku srebrowego odbywało się przez zanurzanie w roztworze tiosiarczanu sodowego, który rozpuszczał obydwie powyższe związki. Ze względu na użycie kwasu pyrogalusowego sposób ten nazwać można kwaśnym. Próby stosowania przyrządzanych w sposób powyższy na zapas płyt wysuszonych doznały niepowodzenia, nie pozostało zatem nic innego, jeno stosowanie za każdym razem płyt świeżo zanurzanych w roztworze azotanu srebra.

Około połowy ubiegłego stulecia Russel dokonał ciekawego odkrycia, iż działanie światła na płytę w ciemni optycznej może być uwidocznione równie dobrze i bez strącania osadu srebra metalicznego, pochodzącego z obecnego na płycie nadmiaru azotanu srebra. Przeciwnie nawet, można nadmiar azotanu srebra doskonale z płyty wypłókać wodą, zrobić zdjęcie w aparacie i potem zanurzyć płytę w alkalicznym roztworze pyrogallolu (dodaje się alkali do rozpuszczonego w wodzie kwasu pyrogalusowego), a wtedy bromek i jodek srebra w miejscach naświetlonych odrazu rozkładają się stosownie do natężenia światła. Obraz wywołuje się wtedy bez nadmiaru srebra i następnie utrwała zapomocą tiosiarczanu sodowego, który usuwa z płyty niezmieniony bromek i jodek srebrowy. Sposób ten znacznie posunął naprzód sztukę fotografii, zbliżając ją do zastosowania płyt suchych. Przekonano się bowiem, iż nadmiar azotanu srebra w roztworze jest zupełnie zbyteczny, a co zatem idzie, że klisza nie koniecznie musi być mokra. Wkrótce też okazało się iż alkaliczny roztwór pyrogallolu daleko lepiej działa na bromek niż na jodek srebrowy i odtąd bromek srebrowy uzyskał w fotografii znaczenie dominujące.

W r. 1871 Maddox zalecił zamiast kolodjum żelatynę, która też do chwili obecnej stosowana jest do wyrobu od tak dawna upragnionych płyt suchych. Właściwym wszakże wynalazcą płyty suchej był Bennet w r. 1878. Dowiódł on, iż przygotowana naprzód emulsja żelatynowa bromosrebrna należy do stopnia wrażliwości na światło, który stanowi całą jej wartość i zaletę, uzyskuje

dopiero skutkiem ogrzewania. Spostrzeżenie to stało się podwaliną fotografii nowoczesnej. Od tej pory zaczyna się wyrób płyt żelatynowych suchych, a zasada jego jest następująca.

W pomieszczeniu ciemnem przyrządza się roztwór wodny bromku amonowego (zamiast dawniej używanego bromku potasowego), dodaje doń żelatyny, a po jej rozpuszczeniu, roztworu azotanu srebrowego. Temperatura mieszaniny wynosi początkowo 75° i stopniowo doprowadzana jest do wrzenia. W utworzonej w ten sposób zawieszinie tworzy się bromek srebrowy oraz azotan amonowy, który zostaje całkowicie usunięty przez wielokrotne moczenie zastygłej masy żelatynowej w czystej wodzie destylowanej. Masę się suszy, potem topi przez ogrzewanie i używa do polewania płyt. Wysuszone możliwie tylko w suszarni, płyty są gotowe do użytku. Pakowanie ich odbywa się w zupełnej ciemności, względnie przy wyłączeniu światła dziennego. Płyty takie są około dziesięciu razy czulsze, niż dawne mokre płyty kolodjonowe.

Z wynalezieniem płyt suchych fotografia zaczęła się ogromnie rozpowszechniać wśród amatorów. Jednakże wyrób płyt, który z powodów zrozumiałych stanowił najtrudniejsze zadanie fotografii, nie mógł pozostać w rękach amatora, ani nawet fotografa zawodowego, lecz stał się specjalnością fabryczną, wymagającą wielkich środków i doświadczenia.

Płyta sucha przy pomocy ciemni optycznej, zaopatrzonej w dobry obiektyw, pozwala z łatwością otrzymywać doskonałe negatywy. Jak wiemy, czułość ich jest tak znaczna, iż na wolnem powietrzu wystarcza część sekundy do odpowiedniego naświetlenia. Zapoczątkowany w miejscach naświetlonych płyty rozkład bromku srebrowego, zupełnie dla oka niedostrzegalny, może być poprowadzony dalej zapomocą wywoływacza aż do stosownego natężenia. Z chwilą osiągnięcia tego stanu rzeczy, czyli po należytem wywołaniu obrazu, które ustala się, oglądając płytę przy świetle czerwonym w ciemnym pokoju, płytę zanurza się w roztworze tiosiarczanu sodowego. Jest to proces utrwalania, polegający na usuwaniu przez tiosiarczan nierozłożonego bromku srebrowego z płyty. Gdy to nastąpi, negatyw

jest gotów i trzeba go tylko wypłókać w wodzie i wysuszyć. Pozostaje tylko zrobienie odbitek z negatywu na papierze światłoczułym, i fotografie są gotowe.

Fotografja polega, jak widzimy, na działaniu chemicznem światła na sole światłoczułe, specjalnie zaś na bromek srebrowy. Fizyka poucza, iż światło białe składa się z mieszaniny różnych barw, które dostrzegamy w pasmie tęczy. Światło dzienne można rozszczepić na barwy tęcowe zapomocą pryzmatu szklanego. Otrzymujemy wtedy tak zwane widmo tęcowe. Otóż jeżeli spróbujemy takie widmo odfotografować, to przekonamy się, iż jeden z krańców widma, mianowicie od strony barwy czerwonej, zupełnie na płytę fotograficzną nie działa. Zauważymy natomiast iż kraniec drugi, mianowicie od strony barwy fioletowej, a nawet jeszcze i poza fioletem, dla oka niewidocznym, działa na płytę najsilniej. Część pozafioletowa widma, niedostrzegalna dla oka, wydaje się czarną, jednak na płytę fotograficzną działa. Te własności barwnych części widma w stosunku do płyty światłoczułej tłumaczą nam powód, dla którego płyty wyjęte z ciemni optycznej możemy bez obawy wywoływać w ciemnym pokoju przy świetle czerwonym, choć przecież płyty te są tak wrażliwe na światło białe. Podobnie tłumaczy się także i to, że barwy czerwona, żółta, a nawet zielona, bardzo słabo działają na płytę, co sprawia trudności np. podczas fotografowania obrazów olejnych, a do pewnego stopnia nawet podczas zdjęć portretowych.

Sposób uniknięcia tych trudności podał Vogel. Zastosował on płyty pokryte emulsją bromosrebrną z dodatkiem odrobiny odpowiednich barwników. Przez ten dodatek płyty stają się wrażliwe również i na te barwy, które poprzednio działania nie wywierały. Czyli poprostu płyta zabarwiona na pewne kolory staje się wrażliwą na światło tejże barwy. Od tej chwili stało się możliwem fotograficzne reprodukowanie barwnych obrazów olejnych, wiernie oddające tło ogólne obrazu, co stwierdzamy na reprodukcjach społecznych. Fotografie dawniejsze, albo też zdejmowane zapomocą płyt zwykłych, wykazują niewłaściwe odcienie i stopniowanie barw w wielu miejscach obrazu.

Tym sposobem zadanie wiernego odtwarzania obrazów

barwnych w kolorze czarnym zapomocą techniki fotograficznej można uważać za rozwiązane ostatecznie. Zadaniem zupełnie odrębnem jest jednakże możność otrzymywania fotografii wielobarwnej, czyli zdjęć w barwach naturalnych. Pomyślny wynik usiłowań w tym kierunku, datujący się od r. 1907, postaramy się tu podać w streszczeniu.

Przedmioty barwne od wielu już lat z powodzeniem są odtworzone sposobem druku barwnego pigmentowego, lecz jak świadczy nazwa, nie jest to sposób czysto fotograficzny. Technika tej metody jest następująca: oprócz soli światłoczułych, o których dotychczas była mowa, istnieją inne jeszcze mieszaniny światłoczułe. Jeżeli np. przyrządzić roztwór żelatyny z dodatkiem dwuchromianu potasowego i pokryć tą mieszaniną powierzchnię jakiegokolwiek przedmiotu, a następnie wystawić na działanie światła słonecznego, to żelatyna bardzo szybko staje się zupełnie nierozpuszczalną w wodzie. Przyczyna zjawiska zależy od tego, iż dwuchromian potasowy pod działaniem światła przechodzi częściowo na tlenek chromowy, ten zaś działa na żelatynę garbująco i czyni ją nierozpuszczalną.

Papier posmarowany wyżej opisaną żelatyną chromowaną i wysuszony po ciemku może służyć do odbijania negatywów fotograficznych zapomocą naświetlania. W miejscach naświetlonych żelatyna staje się nierozpuszczalna. Po wymoczeniu w wodzie w ciemni żelatyna niezmieniona schodzi z odbitek, a obraz jaki się ukazuje, nie jest bynajmniej czarny, jak na papierze srebrowym, lecz wogóle widoczny jest bardzo słabo i tylko od pozostałej na papierze, cokolwiek zabarwionej żelatynie nierozpuszczalnej. Jeżeli żelatyna zostanie przedtem zabarwiona jakimkolwiek barwnikiem, to otrzymuje się odbitki takiej samej barwy; żelatyna żółta daje odbitki żółte, czerwona — czerwone, a niebieska — niebieskie. Trzy takie różnobarwne odbitki przezroczyste, otrzymane z tego samego negatywu, fotografowanego na płycie barwoczułej, ułożone jedna na drugiej ściśle według konturów obrazu, dają wynik zdumiewający. W myśl teorii o mieszanii barw otrzymuje się przytem piękne obrazy wielobarwne. Lecz pomimo prostoty sa-

mej zasady tego sposobu, wykonanie praktyczne zdjęć wielobarwnych nastręcza znaczne trudności. Bardzo często postępuje się w ten sposób, iż najpierw sporządza się trzy negatywy fotograficzne, umieszczając przed soczewką ciemni optycznej po kolei płytkę ze szkła czerwonego, niebieskiego i żółtego. Z tych trzech negatywów sporządza się pozytywy, które barwi się temi samemi barwnikami, jakich użyto do uczulenia płyt i wreszcie te trzy pozytywy układa się na sobie. W ten sposób otrzymuje się obraz, który w świetle przechodzącem ma naturalne barwy oryginału. Reprodukcje barwne można otrzymywać, sporządzając z każdego pozytywu kliszę drukarską i odbijając na papierze każdą z nich po kolei farbą drukarską odpowiedniej barwy.

Oprócz tego sposobu są w użyciu inne jeszcze metody reprodukcji obrazów. Podstawą ich wszystkich jest, jak i w druku pigmentowym, negatyw fotograficzny, czyli obraz przedmiotu, otrzymany sposobem fotograficznym zapomocą soli srebrowych. Zatem wszystkie te sposoby zasadniczo opierają się na fotografii.

Liczni i pierwszorzędni badacze od wielu lat pracowali nad wynalezieniem sposobu bezpośredniego otrzymywania fotografii w barwach naturalnych. Lecz dopiero w r. 1907 bracia Lumière myśl tę urzeczywistnili praktycznie. Sporządzili oni mieszaninę, składającą się z dwóch części ziarn krochmalowych zabarwionych zielono i po jednej części ziarn zabarwionych na czerwono i niebiesko. Barwa tej mieszaniny wypada prawie biała. Sporządziwszy z tej mieszaniny emulsję z pomocą substancji klejącej, pokrywali nią powierzchnię płyty szklanej w taki sposób, aby ziarna krochmalu tworzyły jednolitą warstwę, nie przykrywając się nawzajem i aby pomiędzy poszczególnemi ziarnami nie było pustych miejsc. W ten sposób tworzyła się na płycie warstewka, odgrywająca rolę filtru dla promieni świetlnych. Warstewka ta była polakierowana i pokryta światłoczułą emulsją bromosrebrną żelatynową. Utworzoną w ten sposób suchą kliszę fotograficzną zakłada się w ciemni optycznej w taki sposób, aby promienie świetlne, wpadające przez so-

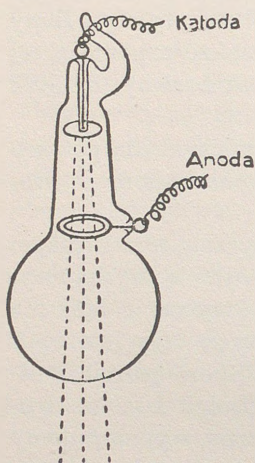
czewkę, najpierw przenikały przez szkło płyty, potem przez filtr z ziarn krochmalowych i dopiero wówczas działały na emulsję bromosrebrną. Po wywołaniu płyty otrzymuje się fotografię barwną na szkłe, która naogół nic nie pozostawia do życzenia. Sposób postępowania jest przytem tak prosty, iż nawet dla amatorów fotografii żadnych nie nastęrcza trudności. Od roku 1910 istnieją też w handlu nie tylko płyty ale i filmy niemieckie do fotografii wielobarwnej. Jednakże zapomocą tej fotografii można otrzymać tylko jeden obraz barwny, odbitek robić nie można.

Fotografia jest cennym środkiem pomocniczym dla potrzeb naukowych. Omówimy tu bliżej fotografowanie zapomocą promieni Röntgena.

Wiadomo powszechnie, że iskra elektryczna, przebiegając z jednego miejsca na drugie, czy to pod postacią błyskawicy, czy też wytworzona zapomocą maszyny elektrycznej, dąży nie po linii prostej, lecz zygzakowatej. Przyczyną tego jest opór powietrza, który na swej drodze spotyka. Skoro jednak weźmiemy rurkę szklaną z wtopionemi z obydwóch końców drutami, które będą służyć za bieguny elektryczne, wypompujemy z rurki powietrze aż do jednej tysięcznej atmosfery i będziemy przepuszczać prąd elektryczny; to iskry zupełnie nie przeskakują od bieguna do bieguna. Zamiast tego jednak wewnątrz rurki pomiędzy obu biegunami zjawia się światło na całej długości, ponieważ wewnątrz niema już powietrza, któreby stanowiło opór dla przebiegającej elektryczności. Skoro zamiast powietrza w rurce znajdą się równie silnie rozrzedzone gazy, to zależnie od ich rodzaju powstaje światło rozmaicie zabarwione. Rurki takie znane są pod nazwą Geisslerowskich — od nazwiska słynnego wydymacza szkła, który wyrabiał je w przedziwnie pięknych kształtach. Jeżeli z rurek takich powietrze wypompowane będzie w tym stopniu, aby ciśnienie wewnątrz wynosiło zaledwie milionową część atmosfery, to znaczy przy rozrzedzeniu bez porównania większe, niż w rurkach geisslerowskich zwykłych, wówczas podczas przepuszczania elektryczności wystąpią zjawiska zupełnie inne. Tym razem świeci już nie cała

rukka, lecz z jednego bieguna, nazwanego katodą, wybiegają pęczki promieni, które otrzymały nazwę katodowych, podczas gdy na drugim biegunie, zwanym anodą, nie widzimy żadnych prawie zjawisk świetlnych.

Skoro zamiast zwykłej rurki zastosujemy naczynie, wyobrażone na rys. 20, to promienie katodowe wogóle nie dążą w kie-



Rys. 20.
Kierunek promieni katodowych
i röntgenowskich.

runku anody, lecz bez względu na jej położenie, kierują się dalej, prostopadle do punktu wstępowania ich i na przeciwległej ścianie naczynia, na którą uderzają, wywołują jasną plamę. Promienie katodowe równocześnie z tem przeistaczają się na promienie röntgenowskie.

W r. 1895 Röntgen zajął się zbadaniem promieni katodowych nazewnątrz rurki¹, w której je wytwarzał i doświadczenie swe wykonywał w pokoju ciemnym. Nakrywszy rurkę szczelnie czarnym suknem i umieściwszy na przedłużeniu niewidzialnych zupełnie promieni katodowych arkusz papieru pokryty roztworem platynocjanku barowego, zauważył Röntgen, iż papier zaczął świecić, wydając żółte światło fluoryzujące. Papier zupełnie niewidoczny w ciemnym pokoju, dzięki promieniom również niewidzialnym, stał się nagle widoczny. Ujawniło się tutaj wysoce godne uwagi działanie promieni, które musiały przenikać z przykrytej, a więc zupełnie niewidocznej rurki, a których obecność zdradziło zjawisko wywołanej przez nie fluorescencji.

¹ Początkowo Röntgen posługiwał się rurkami, wyobrażonemi na rys. 20. Kształt tych rurek z biegiem czasu doznał licznych zmian i ulepszeń, atoli zasada ich pozostała nadal ta sama. Z tego względu uważaliśmy za właściwe przytoczyć pierwotną, najprostszą i najbar-dziej zrozumiałą ich postać.

Pod nazwą fluorescencji pojmujemy własność pewnych związków, do których zaliczamy także i platynocjanek barowy, przemieniania promieni pozafioletowych na widzialne promienie świetlne. Niebiesko-zielonkawy odbłask, jaki dostrzegamy u nafty, również polega na fluorescencji. Dostrzegamy ją dzięki temu, że w zwykłym świetle dziennym obecne są znane oddawna promienie pozafioletowe. Nowy rodzaj promieni, odkryty przez Röntgena, jak się okazuje, również może wywoływać zjawiska fluorescencji.

Fluoryzowanie platynocjanku barowego w pokoju ciemnym mogło być spowodowane tylko przez rurkę zupełnie zakrytą, w której wytwarzane były promienie katodowe. Fluorescencja zjawianie się swoje zawdzięczać musiała jakiemuś rodzajowi promieni, powstającemu równocześnie z promieniami katodowymi, lecz różnemi od nich i dla oka niewidzialnemi, gdyż w przeciwnym razie musiałyby one rozwidnić ciemny pokój. Książka albo deska, umieszczona na przedłużeniu promieni katodowych, wcale nie przeszkadzały świeceniu umieszczonego za nimi papieru z platynocjankiem barowym. Wynika z tego, iż nowy rodzaj promieni przenika także i przez te przeszkody.

Umieściwszy zamiast tego papieru płytę fotograficzną suchą, Röntgen zauważył, iż pomimo zupełnego braku światła owe promienie niewidzialne działają na nią zupełnie tak samo, jak światło widzialne zwykłe i dają zdjęcia fotograficzne. Po umieszczeniu pomiędzy rurką i płytą fotograficzną przedmiotów znacznie twardszych niż papier i drzewo, po wywołaniu kliszy w zwykły sposób, wystąpił na niej obraz tych przedmiotów.

Ponieważ promienie te przenikają przez miękkie części ciała, lecz nie przechodzą przez znacznie twardsze od nich kości, przeto ręka umieszczona na płycie po naświetleniu promieniami temi daje obraz szkieletu kostnego. Zatem promienie rentgenowskie przenikają przez mięso tak, jak światło zwykłe przez szkło, przez kości zaś są tak samo zatrzymywane, jak światło zwykłe przez przedmioty nieprzezroczyste.

Promienie röntgenowskie nie załamują się w przejściu przez

soczewkę, przeto obrazy z pomocą nich otrzymywane są tylko dokładnemi plamami cieniowemi przedmiotów, mającemi ściśle taką samą wielkość. Pod tym względem różnią się one zasadniczo od właściwych fotografii, które dają możność przeniesienia obrazu całej okolicy na kilka centymetrów kwadratowych powierzchni, i co zależy od własności załamывania się promieni świetlnych w przejściu przez ośrodki gęstsze, jak np. soczewki.

Niewidoczne dla oka ludzkiego promienie röntgenowskie działają zatem na światłoczułe sole srebrne tak, jak światło zwykłe, czyli że ich własności czysto chemiczne są zupełnie takie same, jak i własności światła słonecznego. Nie są to ani pozafioletowe ani pozaczzerwone promienie światła, ponieważ nie ulegają załamaniu w soczewce ani w pryzmacie. Nie można ich też nazywać światłem w dotychczasowem pojęciu tego wyrazu, ponieważ ich nie widzimy. Nie są to również promienie katodowe, gdyż te świecą w rurce, jak światło zwykłe. Raczej powstają one z promieni katodowych, gdy te uderzają na szklaną powierzchnię rurki röntgenowskiej. Jest to zatem zupełnie nowy rodzaj promieni. Jaką wartość dla nauki i życia miało to odkrycie, wykazały dalsze doświadczenia. Dla chirurgji stały się one środkiem niezastąpionym do prześwietlania przy rozpoznawaniu złamania kości, wykrywaniu obecności obcych ciał w ustroju i t. d. Posługuje się nimi wiele również i medycyna wewnętrzna, wreszcie stosuje się je jako środek leczniczy przy zwalczaniu gruźlicy skórnej i raka.

W roku 1896 Becquerel zajął się pytaniem, czy zjawiska wywoływane przez promienie Röntgena nie dałyby się odwrócić, to znaczy, czy nie możnaby wytworzyć promieni röntgenowskich zapomocą ciał fluoryzujących, skoro te promienie wywołują fluorescencję. Chcąc się o tem przekonać, na płycie fotograficznej przykrytej czarnym papierem w celu zabezpieczenia od światła, układał on rozmaite substancje fluoryzujące. Przy doświadczeniach tych stwierdził, iż związki uranu dają na kliszy swe odbicie, widoczne po wywołaniu kliszy. Promienie te zdradzają jednak swą odrębność od rentgenowskich po tem, iż np. na zdjęciu ręki widoczny jest tylko ogólny jej kontur,

nie zaś kości tylko, jak na fotografii röntgenowskiej. Rozpoczęło się tedy poszukiwanie ciał, działających w sposób podobny, czyli ciał radjoczynnych (od nazwy radjus — promień), t. j. wytwarzających promienie. Własnością tą wyróżniał się osobliwie pewien minerał, zwany blendą smolistą, który zawierał dość znaczną ilość uranu. Minerał ten występuje pod Joachimowem w Czechach. Składa się on z szeregu różnych związków chemicznych. Podczas rozkładu tego minerału dotarto do właściwej substancji promieniotwórczej. Pracę tę, wręcz tytaniczną, podjęli państwo Curie (Piotr Curie, był profesorem fizyki w Sorbonie i pracował wraz z małżonką, panią Marią Skłodowską, obecnie profesorem fizyki po mężu). Wykrytemu przez siebie pierwiastkowi promieniotwórczemu nadali oni nazwę radjum (rad). Ten niesłychanie kosztowny pierwiastek występuje w ziemi w ilościach bardzo nieznacznych. Dotychczas wydobyto go zaledwie około 300 gramów. Jeden gram kosztuje obecnie około 600000 złotych.

Zdumiewającą własnością radu jest to, iż podlega on nieustannemu rozpadowi, któremu towarzyszy osobliwe promieniowanie. Promieniowanie to, o własnościach nader szczególnych, otrzymało nazwę emanacji. Skoro udało się stwierdzić, iż emanacja jest gazem, stało się jasnem, iż promienie towarzyszące zjawisku, są tylko promieniami pozornymi i że w rzeczywistości są one czemś materialnem; wszak słyszy się często o strumieniu, czyli promieniu wody, choć woda jest także materją. Otóż emanacja radowa znajduje się w wielu źródłach, które od wieków uważane są przez ludzkość za obdarzone własnościami leczniczymi, mimo iż te własności nie mogły być usprawiedliwione przez ogólny skład chemiczny samej wody. W ten sposób wyjaśniono tajemnicę licznych źródeł mineralnych, jak również i to, że źródła te działają leczniczo tylko na miejscu. Emanacja bowiem jest bardzo nietrwała i szybko z wody się ulatnia. Promienie, wytwarzane przez rad, działają nadzwyczaj energicznie, a nawet wręcz niszcząco na skórę i organizm. Przy odpowiedniem zastosowaniu promienie te zyskały obecnie doniosłą rolę w leczeniu cierpień skóry i raka. W wielu państwach

budowane są specjalne instytuty do badań nad zastosowaniem radu w lecznictwie. Instytut taki buduje się obecnie w Warszawie ze składek publicznych i będzie nosił nazwisko wielkiej współodkrywczyni radu, pani Marji Skłodowskiej-Curie. Najszersze warstwy społeczne winny przyczynić się swemi składkami do jak najprędzszego urzeczywistnienia tego wielkiego i pożytecznego dla Państwa dzieła.

Wykład jedenasty

Metale szlachetne i nieszlachetne. Rudy. Złoto. Platyna. Woda królewska. Srebro Stosunek wartości złota do srebra. Stopa złotowa. Redukcja tlenków metalicznych. Żelazno lane. Stal. Żelazo kuje. Wielkie piece. Szlaki. Koks. Proces pudlowania. Żelazo walcowane. Drogi szynowe. Cementacja stali. Stal odlewnicza. Stal bessemerowska. Żelazo zwierciadlane. Mangan. Odfosforowanie żelaza. Stal mieszana. Stal niklowa. Stal chromowa. Ogrzewanie gazowe. Zużytkowanie torfu. Zbiorniki ciepła. Cynk. Galwanoplastyka. Potas. Sód. Glin. Żelazo bez węgla.

W życiu potocznym słyszymy o podziale metali na dwie wielkie grupy: metali szlachetnych i nieszlachetnych, czyli pospolitych. Różnica pomiędzy nimi polega głównie na tem, iż metale szlachetne wcale lub tylko nieznacznie zmieniają się pod wpływem pierwiastków innych, przedewszystkiem zaś w zetknięciu z tlenem i siarką; natomiast metale nieszlachetne w tych warunkach ulegają zmianie bardzo łatwo, dzięki temu, iż z siarką i tlenem łączą się chemicznie.

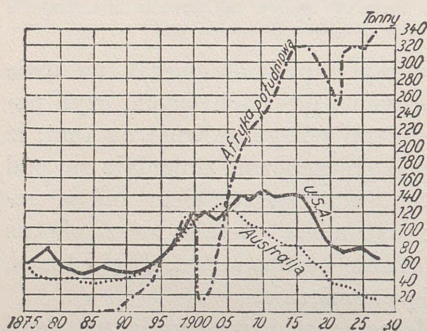
Z tego też powodu metale szlachetne występują na ziemi przeważnie w postaci pierwiastków, dają się przeto otrzymać w postaci czystej względnie łatwo. Metale nieszlachetne w nieskończoności czasu zostały pod działaniem tlenu częściowo przeobrażone na tlenki, zaś pod działaniem siarki na związki siarkowe, albo też występują w postaci związków o budowie jeszcze bardziej złożonej.

Aby metale nieszlachetne mogły zostać zużytkowane do celów praktycznych, trzeba je zapomocą odpowiednich procesów uwolnić ze związków, pod których postacią występują w przyrodzie. Związki te uważamy najczęściej za sole tych metali, jeżeli występują w przyrodzie nagromadzone w ilościach tak znacznych, iż wydobywanie z nich metalu sposobem technicznym się opłaca.

Złoto i platyna, które ze względów chemicznych zaliczamy do metali szlachetnych, występują na ziemi zwykle w postaci prawie czystej. Znajdujemy je zazwyczaj w piasku rzeczny lub w złożach piaszczystych, z których dobywane są zapomocą

wyplókiwania. Piaski te noszą nazwę złotonośnych. Niekiedy złoto znajduje się wkropione w twarde skały, a wówczas skałę się rozbija, kruszy i miele, metal zaś bądź wypłókuje wodą, bądź też wyciąga zapomocą rtęci lub cjanku potasowego, które rozpuszczają w sobie złoto.

Skały złotodajne w Afryce południowej zawierają około 15 do 20 gramów złota w 1000 kilogramach masy skalnej, co stanowi wartość 80 do 100 złotych. Dobywanie złota odbywa się



Rys. 21.

Ilość złota wydobytą w najważniejszych miejscach jego występowania na ziemi w tonnach w ciągu lat 1875—1927.

tam w następujący sposób: materiał skalny rozdrabnia się w maszynach z dodatkiem wody i rtęci, która rozpuszcza złoto, tworząc z niem amalgamat. Amalgamat ten poddaje się destylacji, przyczem rtęć oddestylowuje się w postaci pary, złoto zaś pozostaje w retorcie. Z powodu własności skał afrykańskich znaczna część złota nawet po tej obróbce

pozostawała w miale skalnym i zdawała się być straconą. Jednakże w r. 1891 Forest wynalazł sposób wyługowywania tych resztek zapomocą roztworu cjanku potasowego. W ten sposób udało się wydobyć ze skał prawie wszystko złoto. W tym celu miał skalny oblewa się w kadziach słabym roztworem cjanku potasowego i przez mieszaninę przedmuchuje powietrze, którego działanie utleniające sprzyja procesowi rozpuszczania złota. Po zlaniu otrzymanego roztworu dodaje się doń sproszkowanego cynku, który się rozpuszcza, wstępuje do związku na miejsce złota, i wyrugowane skutkiem tego złoto wydziela się w postaci metalicznej. Sposób ten nadaje się tak doskonale, iż obecnie w wielu miejscach świata stosują go do przerabiania ubogich rud złotodajnych, których przedtem zupełnie się nieopłacało zużytkowywać. Stanowi on nie-

zaprzeczenie największy wynalazek, jaki kiedykolwiek zdołano obmyśleć w górnictwie złotem. To też sposób powyższy niesłychanie przyczynił się do zwiększenia produkcji złota. Od r. 1910 w wielu kopalniach zupełnie zaniechano stosowania rtęci i zastąpiono ją ługowaniem rudy zmielonej roztworami cjanku potasowego.

Dobywanie srebra jest już procesem daleko więcej złożonym. Sposoby wydzielania srebra z jego związków nadają się wyłącznie tylko dla tego jednego metalu i są zbyt skomplikowane abyśmy tu je mogli rozpatrywać; niemniej są bardzo interesujące i udoskonalone w takim stopniu, iż to wybitnie przyczyniło się do spadku cen srebra.

Złoto i srebro zawsze były środkiem płatniczym i z tego względu zajmujemy się sprawą stosunku pomiędzy wzajemną wartością obu tych metali.

Najdawniejsze wiadomości, dotyczące tej sprawy, pochodzą z roku 710 przed Narodzeniem Chrystusa. W fundamentach pałacu króla Sargona w mieście assyryjskim Khorsabad, pochodzącem z tego właśnie okresu czasu, znaleziono płytę złotą i srebrną z napisami, z których wynika, iż wówczas funt złota wart był tyle, co $13\frac{1}{2}$ funtów srebra. Zasługuje na uwagę, iż mniej-więcej ten sam stosunek zachowuje się w czasach późniejszych stale, więc np. w Rzymie starożytnym i średniowieczu.

Zupełnie dokładny stosunek złota do srebra znany jest bez przerwy od r. 1687, w którym kupcy zaczęli notować na giełdzie londyńskiej i hamburskiej ceny obu metali. Na podstawie tych dowodów przekonywamy się, że stosunek tych cen w ciągu prawie dwóch stuleci, bo aż do roku 1874, bardzo niewielkim tylko ulegał wahaniom, i jeden funt złota naogół wart był tyle, co $15\frac{1}{2}$ funtów srebra. Zmienia się to dopiero w r. 1874. Olbrzymi wzrost produkcji srebra w Ameryce, przewyższony potem na dłuższy okres czasu przez Australję, spowodował tak znaczny nadmiar srebra na świecie, iż podaż znacznie przewyższała popyt. Doszło do tego, że za funt złota otrzymywano już nie $15\frac{1}{2}$, lecz około 45 funtów srebra.

Z kilograma złota bito monet za 5568 zł., natomiast kilogram srebra w r. 1914 kosztował 144 złote.

W starożytnej Grecji i Rzymie przez dłuższy czas posiadano tyle złota, ile go tylko było potrzeba do bicia monet. Dlatego też w dziełach pisarzy z owych czasów nie znajdujemy skarg na brak monety złotej. Jednakże wędrówka narodów, która w pierwszych wiekach po Narodzeniu Chrystusa zniszczyła cały świat kulturalny, pociągając za sobą ruinę wszystkich niemal kopalni, stopniowo doprowadziła do rozproszenia się ówczesnych zapasów złota i wywołała z czasem niesłychany brak tego metalu. Brak ten stał się przyczyną powstania alchemji. W przedsiębiorczym umyśle człowieka zrodziło się pragnienie sztucznego wytwarzania złota we wszelki możliwy sposób, w celu zdobycia tego niezmiernie wygodnego środka, potrzebnego do zakupu wszelkich towarów i stworzenia podstawy dla stosunków handlowych. Celu tego, jak wiadomo, nie osiągnięto, ponieważ wytwarzanie złota sztucznego jest rzeczą nieosiągalną. Jednakże olbrzymi nakład pracy, straconej na te wysiłki, doprowadził do nagromadzenia wielkiej liczby wiadomości chemicznych, z których z czasem rozwinęła się chemja, jako nauka.

Dopiero około r. 800, gdy Karol Wielki stworzył olbrzymie państwo, stosunki polityczne zostały na tyle uporządkowane na nowo, iż dał się odczuwać brak monet, mających powszechny kurs. Z powodu braku złota jedynym metalem, który w tym celu mógł być brany w rachubę, było tylko srebro. Karol Wielki tedy wydał prawo monetarne, zwane stopą srebrną, gdyż obejmuje ono tylko monety srebrne. Z funta srebra (libera) bito 20 sztuk monet, zwanych solidus (szylling). Każdy solidus dzielił się na 12 sztuk, zwanych denarami (pens). Jak widzimy jest to ten sam podział, którego do dnia dzisiejszego używa się w Anglii. Funt szterlingów ma 20 szylingów po 12 pensów. Ten podział pieniędzy angielskich jest obecnie tylko czysto powierzchowny; na owe czasy również i w Anglii obowiązywała stopa czysto srebrna, obecnie zaś już od stu lat wprowadzono tam stopę złotą. Różnica w porównaniu z okresem z przez 1100 lat jest przede wszystkim ta, iż obecnie wartość funta sterlin-

gów wynosi tylko około 40 złotych (w złocie), podczas kiedy za Karola Wielkiego, aż do ostatnich 50 lat, wartość funta srebra wynosiła 180 zł. (w złocie). Przyczyną takiego spadku wartości srebrnego funta sterlingów od czasów średniowiecza było to, iż królowie angielscy w braku pieniędzy świadomie pogarszali ich jakość. Jeszcze gorzej niż tamci postępowali królowie francuscy, którzy wartość liwra bezpośrednio przed wybuchem rewolucji doprowadzili do 8 złotych; wartość lirów włoskich spadła nawet do $1\frac{1}{2}$ złotego.

Monety złote w Europie bite były na nowo po raz pierwszy w północno włoskich republikach miast Pizy, Genui, Wenecji. Rozgałęziony handel, uprawiany przez te miasta z Azją mniejszą, słynącą z rzek złotonośnych, stopniowo dostarczył im tyle złota, iż bicie monety zaczęło być popłatne. Początek dała Florencja w r. 1252. Stąd pochodzi nazwa monet złotych florenów. Nieco później pojawiły się dukaty, które bili książęta włoscy. W Niemczech oraz innych krajach powstały guldeny (Gold-złoto).

Dopóki istniał mniej-więcej stały stosunek pomiędzy złotem i srebrem, t. j. do r. 1874, było rzeczą obojętną, czy mieć funt monety złotej, czy też $15\frac{1}{2}$ funta srebrnej — w obliczeniu na zawartość czystego złota i srebra. W każdej chwili można było bowiem monety złote zamienić na odpowiednią ilość srebrnych i odwrotnie. Był to okres bimetalizmu uzasadnionego. Wszystkie państwa biły swoje monety ze złota i srebra w stosunku wagowym 1 do $15\frac{1}{2}$, ponieważ obydwie te metale z powodu wysokiej ceny nadawały się do tego celu.

Historja bimetalizmu angielskiego od połowy 17 stulecia świadczy jednak o tem, iż bimetalizm nie zdołał zadowalać przez dłuższy okres czasu potrzeb płatniczych we wzajemnych stosunkach handlowych pomiędzy narodami, stojącemi na poziomie techniczno-handlowym. Pomimo nieznacznych, lecz wciąż dających się odczuwać wahań w stosunku wartościowym złota do srebra dość prędko doszło do tego, iż zależnie od chwilowego stanu rzeczy opłacało się płacić bądź złotem, bądź srebrem. Stosownie do okoliczności, kupcy stapiali monety złote lub srebrne, ponieważ za metale w sztabach uzyskiwali więcej,

niż za nominalną wartość monet. To spowodowało, iż w Anglii już w roku 1816 wprowadzono stopę czysto złotą, aby uniezależnić się od tych wahań. Przejście to dało świetne wyniki. Od tej chwili wszystkie należności powyżej jednego funta sterlingów musiały być na żądanie odbiorcy płacone w zlocie. Każdy kupiec, który się zatrzymał gdziekolwiek w świecie, wiedział, iż odtąd będzie mógł żądać pokrycia swych należności w Londynie w zlocie i że musi je otrzymać. To nadzwyczajnie przyczyniło się do uczynienia z Londynu najpewniejszego ośrodka handlu pieniężnego dla całego świata i utrzymania go w tej roli dopóty, dopóki Anglia posiadała stopę złotą.

Gdy wszakże nadszedł czas, że za funt złota dawano 16, 17, a nawet więcej funtów srebra, wtedy również inne państwa były zmuszone zaprzestać przyjmowania srebra, dostarczonego przez osoby prywatne do mennic, i wtedy to nastąpił ostateczny koniec bimetalizmu. We wszystkich państwach cywilizowanych istniało prawo, nakazujące mennicom bicie monety według stopy obowiązującej z metalu szlachetnego, dostarczonego przez osoby prywatne. Według obowiązującego prawa mennice powinny były wybijać na jednakową sumę monet z $15\frac{1}{2}$ funtów srebra i 1 funta złota. Tymczasem $15\frac{1}{2}$ funta srebra można było kupić za $\frac{9}{10}$ funta złota lub nawet jeszcze taniej. Skutkiem takiego stanu rzeczy wszystkie monety złote musiałyby oczywiście natychmiast z danego państwa wywędrować. Kupcy bowiem, w danym przypadku bankierzy, wywoziliby złote monety zagranicę, aby tam za funt złota nabyć już nie $15\frac{1}{2}$, ale nawet 30 i więcej funtów srebra, z którego na ich żądanie bitoby w mennicach własnego kraju monety. Mennice te już i bez tego musiały wybijać z $15\frac{1}{2}$ funtów srebra taką ilość monet, która, stosownie do oznaczonej na nich wartości, odpowiadała sumie równej jednemu funtowi złota. Monety te każdy obywatel musiał przyjmować w swym kraju jako pełnowartościowe. Wynika z tego, iż handlarz, przy stosunku powyższym, na sprzedaży każdego funta złota i na monecie, wybitej z nabytego za uzyskane pieniądze srebra, zarabiał $14\frac{1}{2}$ funta srebra. A były nawet lata, w których, jak nadmieniono, za funt złota można było

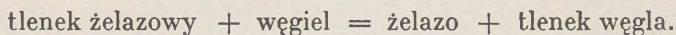
otrzymać 46 funtów srebra. Gdyby więc jakieś państwo chciało wybijać monetę na rachunek osób prywatnych, to te ostatnie na każdym funcie złota zarabiałoby do 30½ funtów srebra. Staje się zupełnie oczywiste, iż w tych warunkach w danym kraju nie pozostałoby ani jednej monety złotej.

Skoro powyższy stosunek wagowy obliczymy na pieniądze, to otrzymamy następujący rachunek: w Londynie, który aż do wybuchu wojny światowej był punktem decydującym w handlu metalami szlachetnymi, uncja srebra (około 31 gramów) kosztowała do r. 1874, z bardzo nieznacznymi tylko odchyleniami, około 60 pensów; tymczasem w okresie późniejszym cena uncji spadła nawet poniżej 20 pensów. Przed wybuchem wojny uncja srebra kosztowała 24 pensy, w lutym r. 1920 — 89 pensów, zaś w lutym r. 1921 już tylko 30 pensów.

Państwo Niemieckie z powodu posiadania stopy złotej było przed wojną uniezależnione od wahań wartości srebra. Bowiem przy stopie złotej prawdziwą wartość zachowuje tylko pieniądz złoty. Dlatego też prawo niemieckie jasno określało, że z jednego kilograma srebra ma się bić 200 marek, i to w takiej ilości, aby na każdego mieszkańca przypadało po 20 marek. Przy tym systemie nie może być zupełnie mowy o braniu w rachubę ceny srebra, nie przebitego na monetę. Dlatego też 20 marek srebrnych w monetach jednomarkowych nie przedstawiały naprawdę tej samej wartości, co jedna sztuka 20-markowa w złocie. Gdyby ktoś przypadkowo stopił te 20 jednomarkówek, to za stopioną bryłkę, zawierającą zgodnie z prawem 100 gramów srebra, otrzymałby tylko handlową cenę bieżącą za srebro. Przed wojną wartość ta wynosiła 7 marek, stosownie do ceny około 72 marek za kilogram srebra. Wartość 20 marek w srebrze była tylko warunkowa i ustalona dzięki przepisom prawnym, obowiązującym w państwie. Równość tych przepisów w stosunku do każdego obywatela, obowiązanego ponosić ciężary życia państwowego, uwzględniała jednak także interes jednostki. Dlatego też prawo równocześnie określiło, iż nikt nie jest obowiązany do przyjmowania w razie wypłaty więcej jak 20 marek srebrnych jednorazowo. W ten sposób moneta srebrna

w Niemczech była tylko monetą pomocniczą. Jeżeliby jednak moneta 20-markowa złota uległa stopieniu, np. skutkiem pożaru, to utworzona z niej bryłka złota, pomimo straty, poniesionej na jej wybicie, zachowywała wartość 20 marek. Dlatego to zarówno w Niemczech, jak zresztą na całym świecie, pieniądze złote zachowują zawsze pełną swą wartość.

Metale nieszlachetne wydobywane są z rud, w których postaci występują w przyrodzie; rudy te są to przeważnie związki tlenowe (tlenki) albo siarkowe (siarczki). Wytapianie metali z tlenków odbywa się zapomocą ogrzewania z węglem w odpowiednich piecach. Proces ten polega na odjęciu tlenu, czyli odtlenieniu związków i nazywany też bywa redukcją. Można go wyrazić zapomocą następującego równania:



Nieco inaczej postępuje się ze związkami siarkowemi. Te trzeba najpierw ogrzewać przy dostępie powietrza, czyli wyprażyć. Siarka ulega przytem spaleniu na dwutlenek siarki, metal zaś na tlenek metalu. Dopiero w drugim okresie procesu uzyskany tym sposobem tlenek metalu odtlenia się (redukuje) zapomocą węgla. Np. wydobywanie cynku z siarczku cynkowego przebiega w sposób następujący:

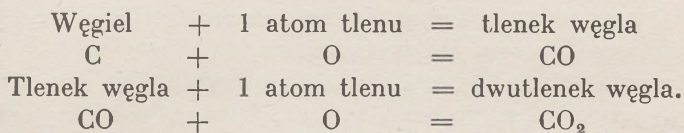
1. Siarczek cynkowy + tlen = dwutlenek siarki + tlenek cynkowy.
2. Tlenek cynkowy + węgiel = cynk metaliczny + tlenek węgla.

Siarczek cynkowy występuje w przyrodzie w postaci minerału, zwanego blendą cynkową.

Gdyby awutlenek siarki, który przytem się wydziela, uchodził w powietrze, to niszczyłby całkowicie roślinność na dość znacznej przestrzeni. Dlatego też obecnie gaz ten chwyta się dzięki odpowiednim urządzeniom pieca i przerabia na kwas siarkowy.

W równaniach powyższych, wyrażających przebieg redukcji tlenków metalicznych węglem, zaznaczono, iż podczas prażenia w piecu węgiel utlenia się tylko na tlenek węgla; wbrew temu widzieliśmy, iż we wszystkich przypadkach omawianych do-

tychczas, węgiel spalał się od razu na dwutlenek węgla. Do zrozumienia procesów, które obecnie omawiamy, należy poznać zachowanie się węgla względem tlenu, czyli bieg spalania się węgla. Otóż przyczyna spalania się węgla podczas wytapiania metali na tlenek węgla zależy od tego, iż temperatura, niezbędna do odtlenienia tlenków metalicznych, wystarcza zaledwie na to, aby węgiel mógł przyłączyć tylko jeden atom tlenu; tworzy się wtedy tlenek węgla. Gaz ten może później w dalszym ciągu przyłączać drugi atom tlenu, tworząc dwutlenek węgla. Procesy te ułaoczniają dostatecznie jasno następujące równania:



A teraz pomówimy o sposobach dobywania żelaza. Oddawna już odróżnia się trzy gatunki żelaza:

Żelazo odlewne, zawierające 2,3 lub więcej procent węgla.

Stal o zawartości 1,6 procent i mniej węgla.

Żelazo kujne o zawartości do 0,5 procent węgla.

Żelazo, które zawiera od 1,6 do 2,3 procent węgla jest do użytku technicznego nieprzydatne.

Żelazo odlewne jest względnie łatwo topliwe, nadaje się przeto do wyrobu odlewów, ale kuć go nie można; podczas rozgrzewania bowiem ze stanu stałego przechodzi bezpośrednio w stan ciekły. Natomiast stal i żelazo kujne mięknią podczas ogrzewania, dają się przeto kuć. Stal zmiękczonea przez rozgrzanie może być stopiona tylko w temperaturze bardzo wysokiej, natomiast żelazo kujne w zwykłym piecu żarowym zupełnie stopić się nie daje. Wyroby wykute ze stali mogą być twardzone (hartowane) przez szybkie oziębianie. Wyroby z żelaza kujnego twardzone być nie mogą. Pojęcie kujności oznacza to, iż stal i żelazo kujne w temperaturze jasnego żaru na tyle mięknią, iż pod uderzeniami młota, albo pod wpływem stosownego ciśnienia, przybierają dowolne kształty.

Obydwa te gatunki żelaza są również spawalne, to znaczy,

iz zmiękczone w temperaturze białego żaru, dwa osobne kawałki ich mogą być połączone w jeden bez stopienia, lub użycia osobnych środków sklejających albo lutujących, li tylko zapomocą silnego kucia. Nasuwa się tu porównanie z woskiem, którego dwa kawałki rozmiękczone w palcach można ugnieść na jednolitą bryłkę.

Obecnie wytwarzać można liczne odmiany pośrednie, pomiędzy stalą, a żelazem kujnem, w których różnica zaciera się na tyle, iż niesposób częstokroć orzec, czy mamy do czynienia ze stalą, czy też z żelazem. Właściwszem przeto w tych przypadkach jest nadawanie tym gatunkom żelaza nazw, wynikających z końcowego procesu ich wytwarzania.

Gatunki żelaza kujnego po części otrzymuje się w ten sposób, iż przekuwa się je bez stapiania. Gatunki te noszą nazwę stali lub żelaza spawalnego. Inny proces polega na przetapianiu materiału surowego, który po ostygnięciu staje się już kowalnym. Gatunek ten nosi nazwę stali lub żelaza topionego.

Do wyrobu stali i żelaza spawalnego z pominięciem topienia materiału wyjściowego, stosuje się sposoby, zwane w technice pudlowaniem, cementacją i temperowaniem. Wyrób stali i żelaza topionego odbywa się zapomocą sposobu bessemerowskiego oraz siemens—martynowskiego.

Jak przekonaliśmy się, każde żelazo handlowe zawiera węgiel. Wyjątek stanowi tylko żelazo wytwarzane elektrolitycznie od r. 1911. Technika wyrobu wszystkich innych metali zmierza do otrzymania ich w stanie możliwie jak najczystszym, gdyż tylko wtedy ujawniają one szczególne swoje własności. Z żelazem dzieje się zupełnie inaczej. Rzecz znamienna, iż właśnie „zanieczyszczenie“ żelaza węglem jest wręcz nieodzowne do tego, aby nadać mu te wszystkie własności, które czynią zeń najużyteczniejszy ze wszystkich metali.

Więcej niż 2,3 procent węgla żelazo rozpuszcza w sobie tylko w temperaturze bardzo wysokiej. Dlatego też w starożytności wogóle nie znano żelaza odlewnego, natomiast żelazo kujne znane już było od niepamiętnych czasów. Na podstawie pewnych dowodów należy przypuszczać, iż sposób wyrobu tego

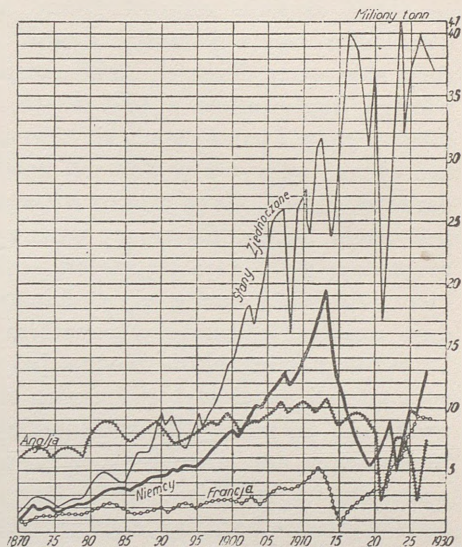
żelaza wynaleźli Filistyni około r. 1500 przed Chrystusem. Dobywanie żelaza kujnego zależało od poziomu kultury danego narodu. Juljusz Caesar opowiada, iż kiedy przybył do Brytanji około piątego dziesiątka lat przed Chrystusem, złoto i żelazo były tam w równej prawie cenie, żelazo bowiem w niewielkiej tylko ilości nabywali mieszkańcy od przyjezdnych kupców.

W owych zatem czasach wyrób żelaza był jeszcze nieznan w Anglii, w kraju, gdzie dokonano później najważniejszych odkryć w dziedzinie przemysłu żelaznego i gdzie przez długi szereg wieków produkcja surowca żelaznego była największa na kuli ziemskiej. Dopiero bowiem pod koniec 19 wieku zaczynają pod tym względem górować Stany Zjednoczone Ameryki północnej, terytorjalnie przecież o wiele większe od Anglii. Zresztą

Stany Zjednoczone w krótkim czasie zajęły naczelne miejsce w wytwórczości światowej żelaza. Na rys. 22 wytwórczość ta przedstawiona jest graficznie.

Wytapiania żelaza z rud nie można wyjaśnić bez przytoczenia sposobów osiągania wysokich temperatur, jakie tu są potrzebne. Sposób, w jaki to się odbywa i całe urządzenie jest niezmiernie ciekawym zadaniem technicznym. We właściwych miejscach będą też omówione sposoby zastosowania i rodzaje paliwa, do celów powyższych służące.

Drzewo, węgiel i każdy inny rodzaj paliwa, zapalone na



Rys. 22.
Wytwórczość surowca w milionach ton w najważniejszych państwach.

ziemi, dają płomień migający mało użyteczny z powodu niedostatecznego dostępu powietrza, niezbędnego do spalania zawartego w nich węgla. Zupełnie inaczej płonie ten sam materiał ułożony na ruszcie z otworami; wtedy bowiem powietrze może swobodnie dochodzić także i od spodu. Ponadto trzeba jeszcze zapewnić szybkie odprowadzenie wytworów spalania, więc dwutlenku węgla i reszty gazów. Osiąga się to zapomocą rury stosownej długości, umocowanej nad paleniskiem. Powietrze, napływające z pod rusztu, powoduje przeciąg, który porywa gazy, i paliwo spala się równomiernie i rażno. Rura taka, której rolę odgrywa w domach komin, działa jako urządzenie przewietrzające. Gazy mocno rozgrzane od ognia, więc dwutlenek węgla, azot dopływający wraz z powietrzem i para wodna, rozprężają się i stają lżejsze od powietrza otaczającego. Skutkiem tego dążą one w górę, działają zatem ssąco, co powoduje wciąż świeży napływ powietrza przez ruszt.

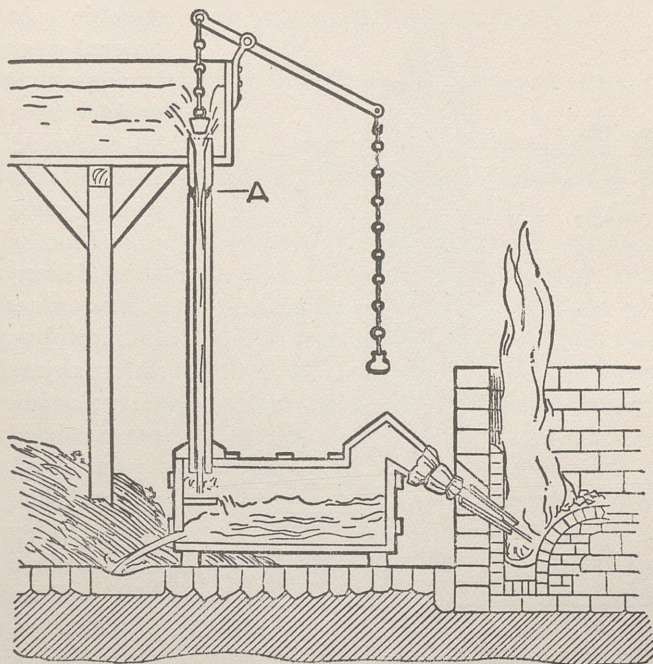
W płomieniu takim można już zredukować tlenki niektórych metali, czyli wytopić z nich metal, ale temperatura nie wystarcza tu jeszcze do odtlenienia rudy żelaznej. Żelazo wytopić można dopiero wtedy, gdy powietrze będzie wdmuchiwane wprost w ogień, czyli gdy proces spalania się węgla będzie jeszcze bardziej energiczny. Tego rodzaju urządzenie spotykamy w kuźniach, gdzie do rozdmuchiwania ognia używa się miecha.

Otóż w starożytności rudę żelazną odtleniano w piecu kowalskim i stosownie do postępowania otrzymywano bądź bryły żelaza kujnego, bądź też stali. Zależało to od ilości rozpuszczonego w żelazie węgla.

Wyniki, jakie przytem osiągnano, zależały od czystości rudy, jaką rozporządzano, oraz od wprawy, doświadczenia i wiadomości fachowych pracowników, którzy umiejętność swoją dziedziczyli z ojca na syna. Tym się tłumaczy sława, jaką cieszyły się w świecie ostrza damasceńskie i toledańskie, w tych bowiem okolicach sztuka wyrobu stali została doprowadzona do szczególniejszego rozkwitu. Pradawny ten sposób wyrobu żelaza z rudy, zapomocą pieca kowalskiego, został oczywiście zupełnie

zarzucony. On też tłumaczy sławę niektórych starożytnych kowali (rys. 23).

W zwykłym piecu kowalskim żelazo wytopić można tylko z gatunków rudy łatwych do odtlenienia. Mimo stopniowego roz-

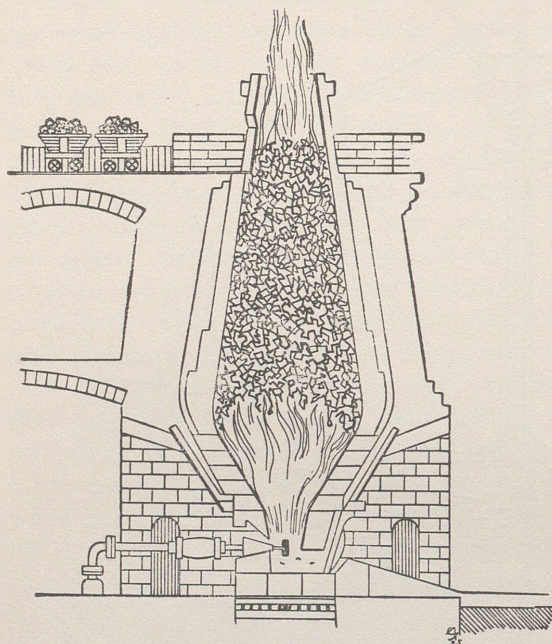


Rys. 23. Piec kowalski.

Rysunek wyobraża starodawny piec hiszpański. Miech jest tu zastąpiony przez dmuchawkę wodną. Po otwarciu kłapy górnej woda ze zbiornika spada przez rurę, porywając z sobą powietrze z otoczenia przez otwory A w rurze. W dolnej skrzyni powietrze oddziela się od wody i dzięki znacznemu ciśnieniu wody wdmuchiwane zostaje dopaleniska.

powszechnienia się tego sposobu dobywania żelaza w różnych krajach, nie wszędzie jednak rozporządzano rudą łatwą do odtleniania, i to zmusiło do poszukiwania sposobów podwyższenia temperatury pieca. Zdołano to osiągnąć przez obmurowywanie paleniska kamieniem, co z czasem doprowadziło do powstania pieca szachtowego (rys. 24), który ostatecznie przyjął postać wielkiego pieca hutniczego. Przy takim urządzeniu ciepło pa-

leniska nie ulegało rozproszeniu przez bezpośrednie promieniowanie do otoczenia, lecz zostało zatrzymane wewnątrz dzięki rozgrzanym ścianom kamiennym pieca. Temperatura pieca wzrosła przez to tak dalece, iż żelazo w nim wytopione rozpuszczało



Rys. 24.
Wielki piec w r. 1830.

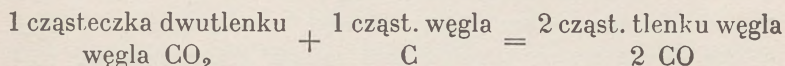
w sobie ponad 2 procent węgla i było wypuszczane w postaci cieczy, jako żelazo odlewne.

Wynalazek ten według wszelkiego prawdopodobieństwa, dokonany został w Alzacji południowej w pobliżu dzisiejszej Milhuzy; najdawniejsze bowiem kawałki żelaza odlewne go pochodzą z tej właśnie miejscowości i sięgają roku 1490. Wynalezienie żelaza odlewne go zbiega się zatem z odkryciem

Ameryki. Rozpowszechnianie się tego wynalazku postępowało wszakże bardzo wolno. W Anglii wyrób żelaza odlewne go zaczyna się dopiero w r. 1547, w Prusach zaś w r. 1667.

Rysunek 24 wyobraża wielki piec z r. 1830. Skorzystamy zeń tylko dla ułatwienia sobie zrozumienia przebiegu dobywania surowca. Piece spółczesne zbudowane są już nieco inaczej. Wymagają one po tuzinie przewodów powietrznych, podczas gdy piec wyobrażony na rysunku ma tylko jeden przewód. Piec jest w stanie czynnym otwarty u góry. U pieców obecnych i z tem jest nieco inaczej. Przed wpuszczeniem do pieca powietrze zostaje naj-

pierw ogrzane zapomocą ogrzewaczy wiatrowych, dopiero potem miechy wdmuchują je do pieca. W zetknięciu z węglem powietrze to odrazu spala go na dwutlenek, ten zaś, w bardzo wysokiej temperaturze łączy się w dalszym ciągu z węglem, załączającym w warstwach wyższych, tworząc tlenek węgla:



Z pieca zatem ulatnia się tlenek węgla zmieszany z azotem.

Tlenek węgla jest gazem palnym, a więc użytecznym, a że uchodząca z pieca mieszanina gazów zawiera go 24 do 34 procent, przeto wypuszczanie jej w powietrze stanowi znaczną stratę materiału palnego. W ten sposób postępowano dawniej. W czasach późniejszych część tego gazu zużytkowywano do ogrzewania powietrza wtłaczanego do pieca, część zaś spalano pod kotłami parowymi. Sposób chwywania gazu zalecił w r. 1830 Faber du Faur, który wymyślił nasadę zamykającą wylot pieca i odprowadzającą gazy do stosownych urządzeń. Powyższe dwa sposoby jeszcze nie zużytkowują wszystkiego gazu, jaki się z pieca wydziela. To też już w r. 1886 Lükmann zaproponował stosowanie tego gazu do silników gazowych, używanych w samej fabryce, lecz sposób ten urzeczywistniono dopiero w r. 1898. Nowe to źródło siły, o wydajności setek tysięcy koni, pod względem taniości może być porównywane tylko z wartością wodospadu. Ilości gazu uzyskiwane z wielkiego pieca są wręcz olbrzymie; np. w r. 1910 z wielkich pieców w Niemczech uchodziło na godzinę 7650000 metrów sześciennych gazu.

Żelazo metaliczne, powstające przez odtlenienie w piecu rudy zapomocą węgla, opada stopniowo coraz niżej, aż wreszcie dostaje się do miejsca tak gorącego, iż topi się, rozpuszczając w sobie równocześnie odpowiednią ilość węgla. Ale musi ono jeszcze przebyć tę część pieca, w którą wdmuchuje się powietrze. W miejscu tem, z powodu nadzwyczaj wysokiej temperatury, żelazo musiałoby się spalić zpowrotem na tlenek żelazowy, lecz

zapobiegają temu specjalne środki, jakie równocześnie się stosuje. Są to tak zwane szlaki.

Wielki piec załadowuje się nie tylko węglem i rudą, lecz ponadto także wapniakiem i gliną (glina jest to krzemian glinowy), a w razie potrzeby jeszcze i piaskiem. Dodatki te uzależnione są od składu chemicznego rudy, względnie od obecności w niej tych składników, które należy usunąć, jak również i od tego, jakimi dostatecznie tanimi minerałami przyrodzonymi rozporządza dana okolica. W wysokiej temperaturze pieca substancje powyższe topią się, tworząc krzemian podwójny wapniowo-glinowy, będący rodzajem szkła, które tutaj nazywamy szlaką. Mieszaninę składników szlaki dobiera się zwykle w taki sposób, aby stopiła się na szkło dopiero wówczas, gdy żelazo rozpuści w sobie dostateczną ilość węgla i wytworzy surowiec. Szkło to otacza wtedy poszczególne krople żelaza i zabezpiecza je przed działaniem powietrza, wtłaczanego do pieca. W ten sposób metal przebywa ów niebezpieczny dlań pas pieca, w którym znajduje się powietrze rozżarzone, nie zdążywszy się spalić. Poniżej tego pasa stopione żelazo ciężarem swym dzieli się od znacznie lżejszej odcień szlaki. Po wypuszczeniu z pieca wylewa się stopione żelazo i płynna również szlaka. Po zastygnięciu żelazo stanowi surowiec, szlaka zaś tworzy porowatą masę szklistą i twardą, i jak już wspomnieliśmy, znajduje zastosowanie do wyrobu cementu.

Dobywanie żelaza rozwinęło się na wielki przemysł dopiero z chwilą wynalezienia żelaza odlewnego. Do tego czasu kowal w swym piecu mógł otrzymać dziennie zaledwie 2 do 3 bloków żelaza po 80 funtów, które dopiero w dniu następnym mógł zużytkować do dalszej obróbki. Produkcja żelaza odlewnego przebiega zupełnie inaczej. Piec puszczony w ruch musi się nagrzewać dzień i noc, aby się rozgrzał dostatecznie, bo wtedy tylko żelazo może się wytopić. Działając bez przerwy, piec taki może dostarczyć bardzo znacznej ilości żelaza. Dzięki temu żelazo odlewne stało się tanim artykułem użytkowym. Do obsługi wielkiego pieca potrzebna jest pewna ilość robotników, którzy muszą czuwać na zmianę, dzień i noc bez przerwy. Dawny czeladnik

kowalski z rzemieślnika przeistoczył się na robotnika zarobkowego, właściciel zaś pieca, czyli dawny majster kowalski, stał się wielkim przemysłowcem.

Surowiec żelazny zawiera zatem powyżej 2,3 procent węgla. Jeżeli się uda część tego węgla spalić, to z surowca utworzy się stal albo żelazo kujne. Rzeczywiście, przez prażenie surowca w piecu kowalskim przy obfitym dostępie powietrza część węgla ulega spaleni, surowiec traci topliwosć i przeistacza się w miękka masę ciastowatą. Zależnie od doświadczenia i zręczności robotnika, tworzy się wtedy albo stal, albo żelazo kujne. Znacznie łatwiej jednak powstaje żelazo, ponieważ jest bardzo trudno utrafić na moment, w którym ujawniają się własności stali. Aby otrzymać żelazo kujne należy tylko spalić węgiel możliwie dokładnie. Najczęściej przytem pozostaje jeszcze tyle węgla, iż uzyskana sztaba zachowuje własności tego żelaza. Ten sposób przerabiania surowca na żelazo kujne nazywa się „świeżeniem“ (fryszerką).

Otrzymywanie żelaza kujnego z surowca wytopionego z rudy w wielkim piecu sposobem świeżenia jest daleko tańsze, niż wytwarzanie go w dawny sposób sposobem kowalskim bezpośrednio z rudy. Z tego też powodu prastary ten sposób, praktykowany przez ludzkość w ciągu tysięcy lat i nawet przez antyczną kulturę klasyczną w najmniejszym stopniu nie ulepszony, w czasach nowożytnych stosunkowo szybko wyszedł z użycia. Przyczyna większej taniości sposobu nowoczesnego polega na tem, iż w piecu kowalskim 40 do 50 procent żelaza, zawartego w rudzie, ulega zeszlakowaniu zanim uzyska się żelazo kujne; w wielkim piecu z tej samej przyczyny ginie zaledwie 4 do 5 procent żelaza. Dlatego też surowiec wytworzony w wielkich piecach stał się podstawą całego przemysłu żelaznego i pozostanie nią nadal.

Tak stały rzeczy około roku 1620. W Anglii szczególnie wytwarzanie surowca już wówczas dosięgnęło znacznych rozmiarów, kraj ten bowiem okazał się do tego najbardziej podatnym ze wszystkich. Ludność uzdolniona technicznie z zapalem wzięła się do spożytkowania bogatych i licznych kopalń rudy,

liczne zaś rzeki, kraj ten przerzynające, umożliwiały łatwy wywóz materiału gotowego do innych krajów. Na owe czasy nie znano jeszcze prawie wcale dróg bitych, zwykłe zaś drogi polne po każdym deszczu rozmiękały, zupełnie uniemożliwiając przewożenie większych ilości surowca. Dlatego też produkcja żelaza w miejscowościach odległych od rzek lub wybrzeża morskiego była niemożliwą. Zmieniło się to dopiero z chwilą pobudowania kolei żelaznych.

Jako paliwa używano do wielkich pieców przez długi przeciąg czasu węgla drzewnego. Znaczny popyt na ten węgiel spowodował wyrąbanie lasów angielskich, wobec czego narzuciła się konieczność zastosowania innego rodzaju paliwa. Gdyby dziś chciano wyrób wszystkiego surowca oprzeć na węglu drzewnym, to w ciągu dziesięciu lat zużyłoby wszystkie lasy całego świata. Zamiast węgla drzewnego nastreśli się w Anglii węgiel kamienny. Węgiel ten jednakże nie nadaje się do celów hutniczych. Obserwując palenie się węgla kamiennego zauważymy, iż przed spalaniem mięknie on z powodu wytapiania się żeń substancyj smolistych. W wielkim piecu na pół stopione bryły węgla posklejałyby się, powietrze nie mogłoby swobodnie przenikać przez nie i piec nie działałby prawidłowo. Ażeby temu zaradzić, zaczęto węgiel kamienny przerabiać na koks. W tym celu ogrzewano go w przestrzeni zamkniętej, do której powietrze nie mogło swobodnie przenikać, zupełnie tak samo, jak i drzewo podczas przerabiania na węgiel. W ten sposób usuwano z węgla wszystkie składniki łatwo topliwe i lotne, pozostałość zaś przedstawiała się w postaci materiału twardego, zupełnie odpowiedniego na paliwo do wielkich pieców.

Okolo r. 1700 zaczęło się w Anglii stosowanie wielkiego pieca wynalezione go przez Dubley'a, opalanego koksem, a skoro zdobyto nieograniczoną ilość tego paliwa, wyrób surowca ogromnie się zwiększył. W r. 1800 dosięgnął on niesłychanych wręcz rozmiarów, a kres tego rozwoju jest jeszcze bardzo odległy.

Znaczna twardość koksu pozwoliła zwiększyć wysokość pieca do 30 metrów bez obawy o to, aby ładunek pieca zbił się w jednolitą masę. Piec taki zużywa w ciągu dnia ogromne ilości

rudy, węgla i różnych dodatków, a podniesienie tego wszystkiego w górę i wsypanie do pieca byłoby niemożliwe przy dawnych prymitywnych urządzeniach. Umożliwiło to dopiero wynalezienie maszyn parowych i kolejki żelaznej.

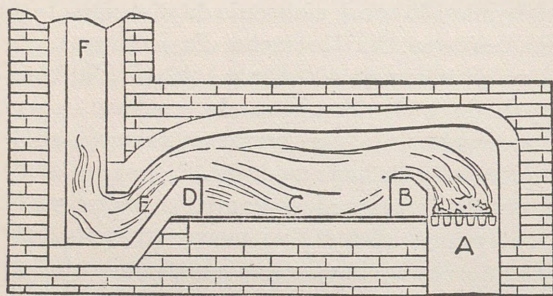
Wielkie piece przystosowane do węgla kamiennego około r. 1800 dawały na dobę 4 tonny surowca. Pierwszy piec na Śląsku, od r. 1796 bez przerwy obsługiwany koksem, wytwarzał dziennie 4,5 tonny. Lecz już po ulepszeniu i powiększeniu w r. 1875 piece takie dawały dziennie 100 tonn, a obecnie dają w ciągu tego czasu około 400 tonn surowca. Na to trzeba dla jednego pieca dziennie 1000 tonn rudy żelaznej, 400 tonn koksu i 330 tonn dodatków potrzebnych do wytworzenia szlaki, co łącznie wynosi 175 wozów kolejowych. Ostatnim wyrazem rozwoju społecznych wielkich pieców o takiej wydajności jest żelazny piec pancerny. Jest on zbudowany nie z kamienia, lecz prawie w całości z żelaza odlewnego albo stali i wewnątrz wyłożony tylko warstwą cegły ogniotrwałej dziesięć centymetrów grubości. Przez cały czas działania pieca pancierz żelazny musi być nieustannie studzony i w tym celu otoczony jest płaszczem wodnym; na metr kwadratowy płaszcza zużywa się na minutę 6 litrów wody chłodzącej.

Na tonnę wytworzonego surowca w r. 1800 zużywano 8 tonn koksu. W r. 1850 zużycie koksu spadło do 3 tonn, zaś w r. 1900 już tylko do jednej tonny, co stanowi granicę oszczędności możliwej wogóle do osiągnięcia. Doniosłość żelaza dla życia gospodarczego ludzkości najwymowniej ujawnia się w tem, że już w r. 1900 wartość pieniężna rocznej produkcji żelaza wynosiła półtora raza więcej, niż wartość wszystkich metali pozostałych, wliczając w to złoto i srebro, choć żelazo jest metalem najtańszym ze wszystkich.

Brak węgla drzewnego, jak już wiemy, po raz pierwszy w Anglii stał się przyczyną wprowadzenia pieców do koksu. Jednakże otrzymywany surowiec zawsze przerabia się na stal i żelazo kujne, o ile niema być stosowany do odlewów. Przetwarzanie surowca na stal odbywało się w piecach kowalskich przy mocnym dostępie powietrza, który to sposób nazywa się świe-

zeniem. Węgiel, zawarty w surowcu, spala się przytem, a ilość jego z 2,3 procent spada do 0,5 procent, co właśnie stanowi o przemianie surowca na żelazo kujne.

Jako paliwo do świeżenia nadaje się wyłącznie tylko węgiel drzewny, węgiel bowiem kamienny zawiera składniki, zwłaszcza takie, jak siarka, które ze względów chemicznych wpływają na proces szkodliwie. Podczas obróbki sztaby surowca w piecu kowalskim składniki te nieustannie stykałyby się z żelazem, i z tego



Rys. 25.

Piec płomienny, proces pudłowania. A rusz z paleniskiem. B próg płomienny, dzielący paliwo od trzona. C trzon, na którym żelazo się ogrzewa i miesza. D próg, dzielący trzon od wylotu E, przez który gazy spalinowe dążą do kolumny F.

powodu otrzymane wreszcie żelazo kujne byłoby zupełnie bezwartościowe.

Surowiec wytwarzany w przemyśle na wielką skalę był zawsze tani i dostępny w wielkich ilościach; natomiast żelazo

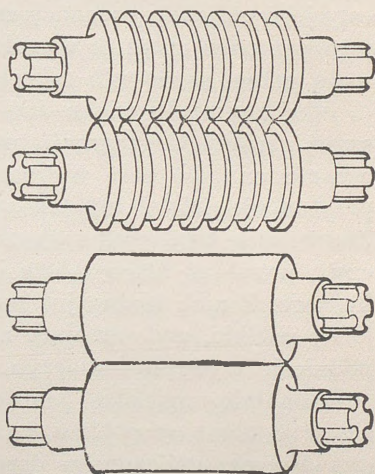
kujne mimo tego było drogie, jak i niegdyś, gdyż wyrób jego odbywał się na małą skalę sposobem przekuwania sztaby po sztabie w piecu kowalskim, jak i za dawnych czasów, i że musiano do tego celu używać drogiego węgla drzewnego.

Przezwrot w tych stosunkach wywołał wynalazek Cort'a, opatentowany w r. 1784. Wynalazek polega na oddzieleniu płomienia od stykania się z surowcem podczas procesu wytwarzania żelaza kujnego, skutkiem czego popiół z paliwa nie styka się wcale z żelazem, więc na nie nie działa. W tym celu Cort zupełnie zarzucił dawny piec kowalski i zastosował do przemiany surowca na żelazo kujne piec płomienny. Proces ten, zwany pudłowaniem, dotąd jest w użyciu, choć paleniska pieców w różnych okolicach uległy znacznym zmianom. Jak widzimy na rys. 25, w piecu płomiennym na surowiec działa tylko sam płomień, powstający ze spalania paliwa na ruszcie. Na trzonie pieca C od-

dzielonym od paleniska progiem B, ogrzewa się naraz większą ilość sztab surowca które podczas tego systematycznie przekłada się ręcznie, czyli niejako miesza (to puddle — po angielsku mieszać). Skutkiem tego węgiel, obecny w surowcu, ma ułatwione spalanie się prawie zupełne, a w wyniku otrzymuje się od razu większą ilość żelaza kujnego. Piec czynny być musi całą dobę bez przerwy, aby nie ostygł, co sprawia, iż wyrób żelaza kujnego przekształcił się również na wielki przemysł. Przy tej samej liczbie robotników, poza wielką oszczędnością paliwa, uzyskuje się tym sposobem dzieśnięć razy więcej żelaza, niż za pomocą dawnego procesu świeżenia. W Europie środkowej piece do pudlowania wprowadzono około r. 1824.

Przed wprowadzeniem sposobu pudlowania poszczególne sztaby surowca przekuwano w piecach kowalskich dawnym sposobem bądź ręcznie, bądź za pomocą większych młotów poruszanych napędem wodnym. Dlatego też dawniejsze wyroby kowalskie nigdy nie miały powierzchni gładkiej, i nawet na wyrobach taśmowych, w dzisiejszym wykonaniu idealnie prawie gładkich, rozpoznać można było ślady uderzeń młota.

Dawny sposób obróbki ręcznej byłby wogóle nie dopomyślenia przy tak olbrzymich ilościach żelaza kujnego, jakich dostarczają piece pudlowe. Wówczas to Cort wpadł na pomysł walcowania żelaza. Rozżarzone do czerwoności sztaby żelaza zaraz po wyjściu z pieca, wprowadzał pomiędzy walce odpowiednio ukształtowane, które nadawały im pożądanym kształtów (rys. 26). Walce ściśle do siebie przylegają i są odpowiednio wykrojone tak, aby dawały albo płaską taśmę, albo też kratówkę okrągłą lub



Rys. 26.
Walce parzyste.

kanciatą, zawsze jednak zupełnie gładką. Jeżeli np. walec górny i dolny otrzymają wycięcia, odpowiadające przekrojowi poprzecznemu szyny kolejowej, to walcownia wyciskać będzie ze sztab rozżarzonych szyny. Blachę natomiast uzyskamy, przepuszczając sztabę pomiędzy walcami zupełnie gładkimi, odsuniętymi od siebie stosownie do jej grubości.

Cort, jak wielu innych wynalazców, z prac swoich nie osiągnął żadnych korzyści. Liczne doświadczenia i próby pochłonęły cały jego majątek, i wkońcu zmarł on w nędzy. Niemniej sława jego przetrwa, gdyż te wynalazki stały się podwaliną dla rozwoju potęgi przemysłu żelaznego i maszynowego.

Pod koniec 18 wieku James Watt wynalazł w Anglii maszynę parową. Użyteczność maszyny jego była wszakże bardzo ograniczona, bo parę wytwarzano w kotłach z żelaza lanego, przytem niewielkich, gdyż nie umiano jeszcze odlewać większych. Zmieniło się to jednak z chwilą, gdy zapomocą walcowania zaczęto wyrabiać blachy duże i zupełnie równomierne z żelaza kujnego. Z nich można już było zapomocą nitowania budować kotły wielkie, wytwarzające znaczne ilości pary, co oczywiście podniosło wydajność maszyn.

Kopalnie angielskie, jak to już zaznaczyliśmy, znajdowały się przeważnie w pobliżu rzek; oddawna już posługiwały się one drogami wyłożonemi drzewem, dla ułatwienia transportu ciężarów z kopalni do statków na rzece. W tym celu układano na ziemi poprzeczne belki i łączono je z sobą podłużnemi. Żeby zaoszczędzić częstego zmieniania belek podłużnych, niszczących się od kopyt końskich, nabijano je deskami, które w miarę niszczenia zastępowano nowemi.

W roku 1767 nastąpił w przemyśle żelaznym nadzwyczajny kryzys. W jednej z wielkich fabryk, posiadającej znaczne zapasy żelaza, bloki surowca przelano na płyty podłużne. Aby choć w części wykorzystać ten materiał, zanim znów nastęrczy się okazja sprzedaży, użyto go do wyłożenia drogi zamiast desek powierzchniowych. W ten sposób powstało coś w rodzaju drogi żelaznej szynowej, która okazała się niezwykle użyteczną. Na twardym i gładkim podkładzie z żelaza konie dźwigały cięż-

zary daleko większe, niż na deskach, a przytem żelazo prawie wcale się nie niszczyło. Po skończonym kryzysie tę drogę żelazną nie tylko pozostawiono, ale także i inne fabryki stopniowo pobudowały takie same.

Można śmiało powiedzieć, iż w ten sposób stworzono drogę najodpowiedniejszą dla wozów parowych. W niedługim też potem czasie, w r. 1812, Stephenson zbudował pierwszą lokomotywę, która mogła przewozić ludzi. Gdybyśmy przejrzeni mnóstwo nieudanych projektów, dotyczących maszyn parowych, których plany znaleźć można w papierach angielskiego urzędu patentowego z owych czasów, zrozumielibyśmy odrazu szacunek, jakim otaczali współcześni wynalazcę, któremu wreszcie powiodło się ostateczne rozwiązanie tego trudnego i tylokrotnie już opracowywanego zadania.

Po wynalezieniu metody pudlowania żelazo kujne stało się łatwo dostępnem, ale wyrób najcenniejszego gatunku żelaza, mianowicie stali, w dalszym ciągu przedstawiał się niepomysłnie.

Otrzymywanie stali z surowca zapomocą pudlowania jest również trudne, jak i zapomocą dawnego sposobu świeżenia, choć teoretycznie może się wydawać, iż żadnych tutaj przeszkód być nie powinno; wystarczyłoby bowiem poprostu przerwać pudlowanie w chwili, gdy żelazo zawierać będzie tę ilość węgla, jaka powinna znajdować się w stali. Technicznie jednak jest to zupełnie niemożliwe.

Ale już na początku 18 stulecia, czyli na długo przed wynalezieniem pudlowania, zaczęto wyrabiać we Francji północnej nowy rodzaj stali, zwanej cementową. Pierwszą pracę naukową o tej metodzie zawdzięczamy żyjącemu wówczas uczonemu francuskiemu Reaumuirowi. Gdyby do żelaza udało się wprowadzić tyle węgla, aby zawartość jego z $\frac{1}{2}$ procent wzrosła do $1\frac{1}{2}$ procent, to żelazo kujne, jak już w tem mówiliśmy, powinno by nabrać własności stali. Na tej właśnie zasadzie opiera się wyrób stali cementowej.

Sztaby żelaza kujnego układa się w skrzyniach z gliny ogniotrwałej, mieszczących po 8 tonn, i przesypuje sproszkowanym węglem drzewnym. Skrzynie te ogrzewa się w odpowiednich

piecach płomiennych do 1000° w ciągu 6 do 8 dni. Podczas tego węgiel stopniowo przenika do masy żelaza i przemienia je na stal. Stal ta nie może jednak być zupełnie jednolita, ponieważ zewnętrzne części sztab zawierają węgla więcej niż wewnętrzne. Wadę tę usiłowano usunąć zapomocą skrupulatnego przekuwania sztab. Od r. 1811 stal cementowa wytwarzana jest również w Niemczech.

A teraz omówimy przemianę żelaza odlewnego na żelazo kujne zapomocą temperowania. Wyrób bardzo wielu przedmiotów, zwłaszcza drobniejszych z żelaza kąowego, jak n. p. łączniki do rur gazowych, klucze, okucia do okien i drzwi w domach i w. inn. sposobem kowalskim jest rzeczą dość trudną i kosztowną. Dlatego też takie bardziej złożone przedmioty wyrabia się o wiele dogodniejszym sposobem odlewniczym i gotowe odlewy układa w skrzyni ogniotrwałej, przesypując je tlenkiem żelazowym, albo poprostu sproszkowaną rudą żelazną. Zależnie od grubości wyrobów, ogrzewa się je w skrzyni tej w ciągu 10 do 20 dni. W ciągu tego czasu tlen zawarty w rudzie działa na węgiel obecny w żelazie odlewnym i spalając go, przemienia to żelazo na kujne. Po wyjęciu ze skrzyni przedmioty posiadają własności żelaza kujnego i mogą być obrabiane w ten sposób, jak i przedmioty odrazu z takiego żelaza zrobione. Z biegiem czasu jednak temperowanie ustąpiło miejsca metodzie bezpośredniego odlewania przedmiotów wprost ze stali.

Stal rzeczywiście jednorodną, która obecnie ustępuje tylko stali otrzymywanej drogą elektryczną, wynalazł w r. 1730 zegarmistrz angielski Hundsmann. Zajmując się udoskonaleniem sprężyn zegarowych ze stali cementowanej zauważył on, iż większa ich część łamała się podczas roboty wskutek nierównomiernych własności tej stali. Próbując ją ulepszyć, przekonał się, iż niewielka ilość takiej stali daje się stopić w tyglu w temperaturze bardzo wysokiej.

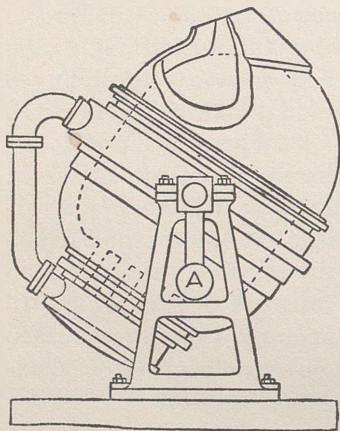
Jest to rzecz zupełnie zrozumiała. Skoro żelazo, zawierające 2,3 procent węgla, czyli żelazo odlewne, daje się względnie łatwo stapiać, to czemuż miałoby się to nie udać z żelazem nieco uboższem w węgiel, w temperaturze odpowiednio podwyższonej?

Odkryta przez Hundsmanna stal odlewna przedstawia masę o własnościach zupełnie jednorodnych i jest materiałem, który pod wielu względami niczem innym nie da się zastąpić. Sposób Hundsmanna pozostawał tajemnicą paru fabryk angielskich, które za produkowaną przez siebie stal żądały wręcz fantastycznych cen. A jednak płacono je chętnie, gdyż materiału tak odpowiedniego do pewnych celów nigdzie nie można było dostać. Oczywiście, iż w wielu miejscowościach skrzętnie pracowano nad odkryciem tajemnicy wyrobu stali angielskiej. Szczególniej wytrwale poświęcił się temu Krupp, założyciel słynnych fabryk żelaznych, który w r. 1840 posiadał małą fabryczkę stali odlewnej w Essen. Syn jego rozwinął to przedsiębiorstwo do rozmiarów wprost olbrzymich, zwłaszcza od czasu, gdy w r. 1851 na wystawie w Londynie zaprezentował imponujące rozmiarami wyroby odlewnicze: stalowe walce polerowane i działa sześciofuntowe z lufą stalową. Fabryka rozwinęła się potem do tego stopnia, iż zatrudniała 100000 robotników i do roku 1910 była największą na całym świecie. Dopiero w tym okresie czasu została zdystansowana przez trust stalowy północno-amerykański, który zatrudniał przeszło 205000 robotników.

Stal odlewna tego gatunku, zwana stalą tyglową, nie pozostawia już nic do życzenia, lecz jest kosztowna ze względu na znaczną ilość niezbędnych do jej wyrobu procesów. Do wyrobu jej surowiec najpierw musi być pozbawiony węgla zapomocą pudłowania i zamieniony na żelazo kujne. Żelazo to jest następnie przez szereg dni prażone w sproszkowanym węglu, aby znów nasyciło się węglem i przemieniło na stal cementowaną, którą wreszcie przetapia się w temperaturze bardzo wysokiej w tyglach, mieszczących najwyżej po 45 kilogramów. Dopiero w czasie najnowszym przekonano się, iż doskonałą stal odlewną otrzymać można przetapianiem w tyglach stali Siemens-martinowskiej (będzie o niej mowa), o wiele tańszej niż stal cementowana.

Stal tania i bardzo podobną do odlewnej stali tyglowej zawdzięcza technika dopiero Bessemerowi, który podczas odczytu w dniu 13 sierpnia 1856 r. w Cheltenhamie oznajmił zdumionym słuchaczom, iż stal, która dotychczas kosztowała około 2400 zł.

za tonnę, będzie można wyrabiać po cenie 240 do 280 złotych. Sposób jego polega na przemianie stopionego surowca bez dalszego zużycia paliwa na stal odlewną. Podczas gdy przemiana 3 tonn surowca na żelazo kujne wymagała 24 godzin czasu, znacznej ilości węgla i pracy ludzkiej, proces bessemerowski na takąż przemianę 30 tonn surowca zużywa 15 minut. W celu otrzymania stali Bessemer przelewał stopiony surowiec do naczy



Rys. 27.

Gruszka Bessemera (konwerter) narysowana w przekroju. A. Dopływ powietrza.

zynia w kształcie gruszki, którego dno jest zaopatrzone w liczne otworki. Naczynie to zrobione jest z grubych nitowanych płyt i wyłożone wewnątrz wysoce ogniotrwałą gliną, która zabezpiecza ściany naczynia od wysokiej temperatury, powstającej w czasie procesu. Przez dłuższy czas do wylepienia naczynia używano prawie czystej krzemionki. Po nachyleniu gruszki wpuszcza się do niej stopiony surowiec. Prostując położenie gruszki, przez otwory w dnie wdmuchuje się powietrze zapomocą maszyny. Zawarty w surowcu wę

giel spala się natychmiast w wielkim żarze gruszki. Równocześnie z tem spala się także i krzem, wywiązując ogromną ilość ciepła. Krzem jest pierwiastkiem bardzo zbliżonym do węgla. Dostaje się on do żelaza w wielkim piecu stąd, iż krzemionka, obecna w rudzie i dodatkach, w wysokiej temperaturze pieca odtlenia się częściowo na krzem metaliczny, który rozpuszcza się w żelazie. Także i mangan obecny w surowcu ulega podczas tego utlenieniu. Współ z krzemem oraz nieznaczną ilością utlenionego żelaza przechodzi on do szlaki (rys. 27).

Podczas tego procesu temperatura masy utrzymuje się samorzutnie na wysokości 1800 do 2000°, co wystarcza do utrzymania żelaza w stanie stopionym bez dodatkowego zastosowania paliwa. Po upływie 10 minut węgiel zostaje prawie zupełnie

spalony i to tak dalece, iż trzeba umyślnie dodać pewną ilość surowca, aby wraz z nim znów wprowadzić taką ilość węgla, która zawarty w gruszcze stop przemieni na stal.

Dobiera się przytem surowiec obfitujący w mangan, pierwiastek wogóle pokrewny żelazu, a przytem mający własność redukowania obecnego jeszcze w stopie tlenku żelazowego na żelazo metaliczne. Surowiec, który zawiera znaczniejszą ilość manganu, błyszczy mocno na powierzchniach przełomu i bywa nazywany żelazem lustrzanem. Niektóre huty zajmują się specjalnie wyrobem żelaza manganowego, używanego do procesu bessemerowskiego. Ten rodzaj żelaza, jako taki, nie ma dotychczas żadnego innego zastosowania technicznego.

Zatem proces bessemerowski od r. 1856 daje możność masowego wytwarzania taniej stali. Stal wypuszczona z gruszki Bessemera po zastygnięciu, ale jeszcze w stanie rozżarzonym do czerwoności, może być zaraz walcowana na szyny stalowe; pozwala to uniknąć specjalnego rozgrzewania i zaoszczędzić zużycie paliwa. Widzimy zatem, iż przemiana rudy żelaznej na szyny stalowe może być w ten sposób dokonana już po upływie 3 godzin.

Coprawda proces bessemerowski może być stosowany tylko do żelaza, nie zawierającego fosforu. W przyrodzie jednak występują bardzo obficie rudy żelazne, które zawierają pewną ilość tego pierwiastka. Okazało się, iż surowiec, z takich rud wytopiony, jeżeli nie zawiera tylko znikomo małych ilości fosforu, nie nadaje się zupełnie do użytku lub też conajwyżej może służyć na wyroby podrzędne, od których nie wymaga się większej trwałości, np. na kraty cementarne i t. p. Fosfor powoduje kruchość żelaza, a przeto przerabianie takiego surowca na stal lub żelazo kujne zupełnie jest nie do pomyślenia.

Już w okresie lat 1830—1840 dzięki analizom chemicznym stwierdzono, iż fosfor jest przyczyną powyższych własności żelaza. Wiedzano także i o tem, iż niema środka, z którego pomocą możnaby w wielkim piecu usunąć z żelaza fosfor, dostający się wraz z rudą. Zresztą to samo stwierdzamy jeszcze i teraz. Nad sprawą usuwania fosforu z żelaza pracowano bardzo

wiele, lecz bez powodzenia, aż wreszcie udało się to pomyślnie rozwiązać w sposób bardzo prosty Thomasowi i Gilchristowi.

Zapomocą bardzo wielu doświadczeń stwierdzono, iż proces bessemerowski nie jest w stanie usunąć z żelaza ani odrobiny fosforu. Zresztą zwrócił na to uwagę już sam wynalazca tego sposobu. Dlatego też wszystek fosfor, obecny w surowcu, przechodzi do bloków stalowych, albo też do wyrobionych z nich szyn kolejowych, osi i bandaży. W stali szynowej dopuszczalną jest zawartość 0,1 najwyżej 0,2 procent fosforu, natomiast w stali przeznaczonej do innego użytku nawet dziesiąta część tej ilości jest zupełnie niedopuszczalna.

Do przerabiania według pierwotnego sposobu bessemerowskiego, przystosowanego do rud wolnych od fosforu, nadawały się tylko rudy pochodzące z niektórych części Europy, jak np. żelaziak czerwony z Cumberlandu i Westermorelandu na zachodnim wybrzeżu północnej Anglii oraz niektóre rudy z Hiszpanji, Algieru, Szwecji, Styrii i inn.

To też niezwykle poruszenie wywołała wiadomość, że w Cleveland na wschodnim brzegu Anglii, w wielkiej hucie żelaznej Bolckow, Vaughan et Co, udało się w gruszcze Bessemera otrzymać stal bezfosforową z surowca fosfor zawierającego. W okolicy tamtej rud wolnych od fosforu zupełnie nie było.

Przed wynalazkiem Bessemera używano szyn kolejowych kutech z materiału, który fosforu nie zawierał; szyn stalowych wtedy jeszcze nie było. Sposób Bessemera dał możliwość wyrobiania takich szyn tak tanio i w tak ogromnych ilościach, że szyny kute bardzo prędko wyszły z użycia, jako znacznie mniej trwałe.

Wskutek tego w Cumberland rozwinęła się na wielką skalę produkcja szyn ze stali bessemerowskiej z miejscowych rud żelaznych, nie zawierających fosforu; w Cleveland zaś nie można ich było wyrabiać, gdyż rudy tamtejsze, ze względu na obecność fosforu, do tego celu były nieprzydatne. Dlatego też wyrabiano tam tylko szyny żelazne kute, lecz popyt na nie coraz bardziej się zmniejszał ze względu na mniejszą ich trwałość, a koleje coraz więcej zaczęły używać szyn stalowych.

Huty w Cleveland, chcąc wyzyskać potężne swoje urządzenia, musiały sprowadzać rudy hiszpańskie, nie zawierające fosforu, wytapiały z nich surowiec, a ten przerabiały na stal bessemerowską. Przedsiębiorstwa prosperowały nadal jak najpomyślniej. Jednakże nie zadowolono się tym stanem rzeczy i w dalszym ciągu wytrwale pracowano nad wynalezieniem sposobu, któryby pozwolił wykorzystać rudy krajowe, leżące bezużytecznie tuż pod ręką. Cel ten osiągnięto w zakładach firmy wyżej wymienionej, a sposób, w jaki tego dokonano, był następujący.

Jak nam już wiadomo, Bessemer, w celu zabezpieczenia swej gruszki przed działaniem wysokiej temperatury, wykładał ją wewnątrz materiałem możliwie ogniotrwałym. Materiał ten zawierał wiele krzemionki, a ta jest związkiem chemicznym o własnościach kwasu. Thomas i Gilchrist zaś wpadli na pomysł wręcz przeciwny, t. j. wyłożyli gruszkę materiałem zasadowym, mianowicie ceglami, zawierającymi bardzo dużo wapna. Prócz tego wraz z surowcem dodawali do gruszki znaczną ilość wapna, czyli związku zasadowego.

W wysokiej temperaturze gruszki spala się węgiel obecny w surowcu, tworząc dwutlenek węgla; spala się też i fosfor, z którego powstaje kwas fosforowy. Dwutlenek węgla uchodzi w powietrze, zaś kwas fosforowy, jako związek ogniotrwały, pozostaje w gruszce. Tutaj jednak kwas ten łączy się z wapnem, obecnym w cegle i dodanym umyślnie, tworząc fosforan wapniowy, który staje się częścią składową szlaki. W taki oto prosty sposób fosfor zostaje usunięty ze stali utworzonej w gruszce. Zadanie odfosforowania surowca w gruszce Bessemera zostało ostatecznie rozwiązane.

Szlaki, stanowiące odpadek tego procesu i zawierające fosforan wapniowy, po zmieleniu dają tak zwaną mąkę fosforową Thomasa (tomasówkę), stosowaną jako nawóz sztuczny. Tym sposobem fosfor, który niegdyś stanowił przeszkodę, stał się w postaci tej mąki użytecznym artykułem zbytu i przyczynił się do potania stali. Doszło nawet do tego, iż wytwórcy przestali używać do procesu bessemerowskiego czystego wapna,

lecz stosują wapniak zanieczyszczony fosforem, aby w ten sposób zwiększyć zawartość fosforu w szlakach. Wartość tomasówki otrzymywanej przy wytworzeniu tonny stali wynosiła w r. 1910 około 10 złotych. Oprócz tego należy uwzględnić i to jeszcze, iż rudy żelazne zanieczyszczone fosforem są tańsze i bardzo rozpowszechnione w różnych krajach. Prawie 90 procent wszystkich złóż rudy nie mogło być przerabiane według dawnego sposobu bessemerowskiego. Nakoniec metoda tomasowska daje możliwość produkowania gatunków żelaza bardzo ubogich w węgiel, więcej zbliżonych do żelaza kujnego, niż do stali. Dzięki temu wytworzyła ona groźną konkurencję dla kosztowniejszego od niej procesu pudlowania, który dotychczas był wyłącznym źródłem dobywania żelaza kujnego.

Nie należy jednak przypuszczać na podstawie naszego opisu, iż pomysł tak szczęśliwy udał się wynalazcom za jednym zamachem. Wręcz przeciwnie, urzeczywistnienie jego było owocem pracy wieloletniej. Samo tylko przygotowanie cegieł zasadowych, należycie ogniotrwałych, potrzebnych do wykładania gruszki, wymagało wielu lat pracy i znacznego nakładu środków pieniężnych, nie dając wcale pewności, czy przewidywane wyniki dadzą się osiągnąć przy pracy na wielką skalę.

Ponieważ większość wielkich wynalazków bywa wynikiem mozolnych i długich prac, a nie wyłącznie tylko przypadkowego genialnego pomysłu, przeto po ogłoszeniu każdego z nich powstaje zazwyczaj spór o pierwszeństwo. Tak np. myśl wyściewiania gruszki Bessemiera powłoką zasadową w celu odfosforowania żelaza była podnoszona już w latach sześćdziesiątych, a w r. 1875 i potem ponownie jeszcze w r. 1878, omawiana była w pismach fachowych w różnych krajach. A jednak, mimo, iż naogół uważano ją za projekt niewykonalny, już w r. 1879 widzimy jej całkowite urzeczywistnienie.

Lecz możliwość wyrobu stali nie ogranicza się do sposobu, którego omawianie przed chwilą zakończono. Proste rozumowanie nasuwa jeszcze sposób inny. Żelazo odlewne zawiera powyżej 2,3 procent węgla, żelazo kujne około 0,5 procent. Jeżeli je razem stopić, to przy ilościach odpowiednio dobranych otrzyma

się produkt pośredni, który, zależnie od zawartości węgla, zbliża się własnościami bądź do stali, bądź do żelaza. Trudność urzeczywistnienia tej myśli polegała na tem, iż przez dłuższy przeciąg czasu nie umiano zbudować pieca płomiennego, którego temperatura wystarczałaby do stopienia żelaza kujnego, w piecach zwykłych nietopliwego. Poraz pierwszy otrzymał stal według tego sposobu francuz Martin, a wkrótce po nim, w r. 1865, Siemens zbudował piec, w którym proces ten można było prowadzić w sposób dostatecznie łatwy.

Mieliśmy już sposobność przekonania się, iż proces pudłowania, od czasu wynalazku Corta, przetrwał bez zmian, pomijając pewne ulepszenia w sposobie ogrzewania pieców. Do swych pieców płomiennych, ogrzewanych zapomocą ognia płonącego na rusztach, Cort używać musiał tylko najlepszych, a więc drogich gatunków węgla kamiennego, dających długi płomień. Obecnie ogrzewa się te piece gazem, wytwarzanym na miejscu zapomocą urządzeń, zwanych generatorami.

W celu wytworzenia gazu układa się na ruszcie grubą warstwę paliwa, które wcale nie potrzebuje być w najlepszym gatunku. Powietrze wpada przez ruszt, lecz z powodu grubej warstwy paliwa, ilość jego nie wystarcza do spalenia węgla na dwutlenek i skutkiem tego tworzy się tylko palny tlenek węgla. Gaz ten uchodzi wraz z innemi gazami palnemi, które tworzą się z paliwa w rozgrzanym piecu, lecz oprócz tego w mieszaninie gazów znajduje się jeszcze i azot, który wraz z powietrzem przedostaje się przez ruszt pieca. Z powodu tej obecności azotu gaz generatorowy różni się od zwykłego gazu świetlnego, który, jak wiadomo, otrzymuje się przez ogrzewanie węgla w retortach zamkniętych bez dostępu powietrza.

Generatory służące do przerabiania na gaz wszelkich odpadków węglowych, zwykle bardzo zanieczyszczonych kamieniami, obmyślił Mond. Osobliwością tego wynalazku jest to, iż w trakcie wytwarzania gazu przez generatory przepuszcza się parę wodną. Dostarczają one gazu bardzo taniego i nadającego się do silników. Zapomocą generatorów tego samego typu spodziewano się w r. 1909 ostatecznego rozwiązania doniosłej sprawy tech-

nicznego spożytkowania torfu, jako paliwa bardzo taniego. W ciągu szeregu lat sprawą tą zajmowali się wykształceni i wytrawni technicy na terenie torfowisk Westfalji, lecz niestety, mimo wspaniałych urządzeń i znacznego nakładu kapitału, przedsięwzięcie to zupełnie się nie udało. Przekonano się, iż techniczne zużytkowanie torfu możliwe jest tylko w pewnych oderwanych przypadkach, ponieważ wartość opałowa tego paliwa jest zbyt niska.

Przez dłuższy czas gorące gazy z generatora wpuszczano do pieca płomiennego i spalano je tam przy doprowadzaniu powietrza. Ogromne ulepszenie w spożytkowaniu gazu generatorowego spowodowało wprowadzenie regeneratorów, wynalezionych przez Siemens'a. Po wykonaniu swej pracy w piecu płomiennym, czyli po rozgrzaniu znajdującego się tam materiału, gaz uchodził przez komin w postaci rozżarzonej mieszaniny spalonej, unosząc z sobą wielkie ilości ciepła. Otóż obecnie mieszaninę gazów spalinowych najpierw przepuszcza się przez komory wyłożone kratą z cegły ogniotrwałej, której oddają swe ciepło, rozgrzewając ją bardzo silnie; dopiero potem gazy te uchodzą ostatecznie do komina. Komory te są właśnie regeneratorami, czyli właściwie zbiornikami ciepła.

Gaz, wytworzony w generatorze i przeznaczony do spalania, przepuszczony zostaje najpierw przez jedną z takich rozżarzonych komór. Skutkiem tego temperatura gazu znacznie się podwyższa i dopiero ten gorący gaz dostaje się do pieca płomiennego, w którym natrafia na powietrze, niezbędne do jego spalania. Ale i to powietrze było przedtem również przepuszczone przez rozżarzony regenerator, wstępuje zatem do pieca z zasobem ciepła, uzyskanego w zbiorniku.

Komory regeneratorów można włączać lub wyłączać zapomocą zasów, można je więc kolejno ogrzewać, aby służyły bez przerwy do podgrzewania gazu i powietrza, albo też ogrzewały się w miarę utraty ciepła. Oszczędność paliwa, przez takie urządzenie uzyskiwana, w porównaniu z dawnym sposobem bezpośredniego ogrzewania pieców, wynosi 40 do 50 procent.

Zdawało się, iż dzięki zastosowaniu generatorów i regeneratorów osiągnięto kres w możliwości dalszego wyzyskania paliwa. Atoli w r. 1895 Siemens raz jeszcze prześcignął samego siebie. W systemie poprzednio opisanym wszystkie spalony gaz ulatnia się z komina, wszystkie zatem węgiel uchodzi w powietrze pod postacią dwutlenku węgla. Siemens po raz drugi przepuszcza gaz spalony w takiej ilości, na jaką system pozwala, w mieszaninie ze świeżem powietrzem, przez generator i tutaj rozżarzony dwutlenek węgla, obecny w gazach spalinowych, styka się z płonącym węglem. Tworzy się przytem tlenek węgla, który ponownie zostaje zużyty do ogrzewania pieca. W ten sposób część dwutlenku węgla z gazów kominowych została ponownie przemieniona na palny tlenek węgla i spożytkowana do ogrzewania.

Ale nawet i w piecach, zaopatrzonych w generatory i regeneratory, nie udawało się otrzymać stali ani żelaza przez stapianie żelaza lanego z odpadkami żelaza kujnego. Umożliwiło to dopiero wprowadzenie przez Siemens'a sposobu ogrzewania płomieniem wolnym. Na podstawie rozważań teoretycznych w r. 1885 doszedł Siemens do wniosku, iż płomień wtedy dopiero pozwoli uzyskać temperaturę najwyższą, jeżeli nie będzie uderzał w ściany pieca, lecz będzie płonął w jego wnętrzu w postaci olbrzymiego, wolnego języka. Do owego czasu budowano piece płomienne tej wielkości, aby płomień wypełnił je możliwie całkowicie. Stosownie do swych wniosków Siemens odpowiednio powiększył piec i osiągnął zdumiewające wyniki. Temperatura pieców zwiększyła się do tego stopnia, iż nie były w stanie wytrzymać jej nawet najlepsze gatunki cegły ogniotrwałej. W piecach takich już względnie łatwo można było otrzymywać stal i żelazo kujne topione.

Nawet i w procesie Siemens-Martinowskim początkowo wyścielano piece materiałem kwaśnym. Potem wszakże zmieniono wyściółkę na zasadową i przerabiano surowiec z fosforem, co dało możność oczyszczania go, czyli odfosforowania. Od r. 1899 ulepszone piece tak, aby proces ten mógł odbywać się bez przerwy. Żelazo topione, metodą powyższą wytwarzane, jest tak

doskonale spawalne, iż stało się groźnym konkurentem dla właściwego żelaza kujnego, wyrabianego systemem pudlowania. Metoda ta daje też możność zużytkowania podczas topienia stali starego żelaziwa lanego i kujnego. Nakoniec pozwala ona wytwarzać wyborowe i tanie żelazo wprost z surowca, który po wytopieniu w wielkim piecu odrazu przelewa się do pieców martinowskich. Niepodobna powątpiewać, iż system ten z czasem wyruguje znacznie kosztowniejszy sposób pudlowania, co zresztą po części już się stało; np. na Górnym Śląsku pudlowanie zarzucono już od r. 1910.

Na tem zakończymy omawianie przemysłu żelaznego od czasów najdawniejszych do chwili obecnej. Najnowszy postęp w wyrobie stali zapomocą pieca elektrycznego zostanie jeszcze uwzględniony osobno.

Dobywanie innych metali, np. miedzi, ołowiu, niklu i t. d. polega na tem, iż naturalne ich rudy przetwarza się na tlenki metaliczne, te zaś redukuje, czyli odtlenia zapomocą węgla. Wyjątek stanowi tylko glin (aluminium) i do pewnego stopnia cynk.

Ozdobą wielu starych kościołów i zamków są ich dachy miedziane, pokryte piękną patyną. W czasach obecnych dachy daleko częściej kryje się metalem, niż dawniej, lecz zamiast płyt miedzianych stosuje się blachę cynkową. Miedź jest prawie niezniszczalna, ale jest droga, natomiast blacha cynkowa znacznie jest od niej tańsza, ale też i trwałość jej wystarcza zaledwie na 25 lat. Cynku dawniej do tego celu nie używano, gdyż zaledwie od stu lat nauczono się otrzymywać go w większych ilościach.

Przyczyna tak późnego poznania cynku metalicznego i blachy cynkowej tłumaczy się przez okoliczność następującą. Podczas ogrzewania tlenku cynkowego z węglem następuje co prawda przemiana tlenku na metal, czyli tworzy się cynk i tlenek węgla, jednakże odbywa się to w temperaturze tak wysokiej, iż cynk, jako metal lotny, zostaje zamieniony na parę. Jeżeli proces ten wykonywać w zwykłym piecu, stosowanym do redukcji metali, to cynk bardzo prędko ulotni się w postaci pary,

która zetknąwszy się z powietrzem, natychmiast spłonie, dając z powrotem tlenek cynkowy. Innemi słowy tym sposobem otrzymanie czystego metalu jest niemożliwe.

Wyrób cynku w Europie rozpoczął się dopiero około r. 1750 (w Chinach zdaje się wyrabiano go wcześniej), gdy zamiast pieców otwartych zastosowano do ogrzewania tlenku cynkowego z węglem retortę, t. j. przestrzeń zamkniętą przed dostępem powietrza i ognia z zewnątrz. Para cynku nie mogła się wówczas spalać z braku powietrza i metal stopiony wypływał z retorty. Upłynął jednak jeszcze znaczny przeciąg czasu, zanim w r. 1805 z metalu tak wybitnie kruchego, jakim jest cynk, nauczono się odlewać i walcować wielkie blachy, jakie obecnie w powszechnem są użyciu.

Najmłodszy z pośród wszystkich metali, jakie w życiu codziennem bywają stosowane, mianowicie glin, wyróżnia się też zgoła odrębnemi swemi własnościami. Metal ten jest najpospoliczszym na ziemi, lecz nigdy nie występuje w postaci rodzimej. Jego związek z tlenem — tlenek glinowy — od dawien-dawna nazywany jest przez chemików glinką. Nazwa łacińska aluminium pochodzi od łacińskiej alumen, co oznacza alun, gdyż wiadano zdawna, iż alun jest związkiem glinki i potasu z kwasem siarkowym; jest to sól podwójna — siarczan glinowo-potasowy. Piękna nazwa polska glin pochodzi od gliny, która jest związkiem krzemionki i glinki, czyli krzemianem glinowym o budowie bardzo zawiłej.

Stąd też każda cegła obfituje w glin, a każda skorupa po garnku glinianym byłaby surowcem, czyli rudą, odpowiednią do wyrobu glinu, skoroby glin mógł być wytwarzany z tlenku glinowego drogą odtleniania zapomocą węgla, w sposób praktykowany przy dobywaniu innych metali. Niestety, w danym przypadku jest to niemożliwe, a nawet zgoła wykluczone, bowiem powinowactwo tlenu do glinu jest większe, niż do węgla. Dlatego też tlenek glinowy nie rozkłada się podczas ogrzewania z węglem.

Jednakże w pracowni chemicznej metale otrzymywać można nie tylko zapomocą redukcji węglem ich związków tlenowych.

Istnieją do tego jeszcze sposoby inne, co prawda bardziej złożone i kłopotliwe, i właśnie jednym z tych sposobów glin po raz pierwszy był otrzymany w postaci maleńkich kuleczek przez Wöhlera w r. 1827. Następnie w r. 1852 Bunzen otrzymał glin elektrolitycznie przez rozkład jego związku z chlorem i sodem. Pierwsze doświadczenia, skierowane ku wynalezieniu sposobu produkcji fabrycznej glinu, które pochłonęły znaczne fundusze, wykonane zostały na zlecenie Napoleona III. W obliczu grożącej wojny krymskiej miał on nadzieję uzyskania lekkiego metalu, odpowiedniego do wyrobu pancerzy ochronnych dla wojska.

Sposoby czysto chemiczne były jednak zbyt kosztowne. Glin nie stałby się może nigdy metalem tak tanim, gdyby nie elektryczność, która z powodu wynalezienia dynamomaszyny stała się nagle dostępną i tanim źródłem energii. Do czasu wynalezienia dynamomaszyny, elektryczność otrzymywano z ogniw galwanicznych, ale sposób ten był bardzo kosztowny. W obróbce metali można ją było stosować tylko do jednego celu, mianowicie do powlekania powierzchni metali tanich drogimi. Sposób ten, wynaleziony w r. 1839, nazywany galwanoplastyką, od połowy ubiegłego stulecia był stosowany do masowego wyrobu przedmiotów posrebrzanych. Obecnie odgrywa on znaczną rolę przy niklowaniu wyrobów metalowych, bowiem nikiel jest bardzo odporny na wpływ powietrza i wilgoci, a przedmioty niklowane długo zachowują piękny swój połysk.

Działanie elektryczności na związki chemiczne badane było jednak już znacznie wcześniej. Już w r. 1775 Priestley stwierdził, iż ogień, wytworzony przez maszynę do elektryzacji, która była jedynym znanym mu źródłem elektryczności, rozkłada amonjak gazowy. Wiemy iż amonjak jest związkiem azotu i wodoru. Skoro przez gaz ten będziemy przepuszczać iskry elektryczne, to ulegnie on rozkładowi na obydwa te pierwiastki. W r. 1782 odkryto, iż ogień elektryczny rozkłada także i wodę na jej składniki — wodór i tlen.

Z chwilą, gdy przekonano się, iż elektryczność wytwarzać można o wiele dogodniej zapomocą ogniw galwanicznych, niż

zapomocą maszyny do elektryzacji, zajęto się gorliwie badaniem jej działania na związki chemiczne. Już w r. 1806 zdołano zapomocą elektrolizy otrzymać dziwnie lekki metal potas, a po nim także i sód; elektroliza polegała na przepuszczaniu prądu elektrycznego przez roztwory związków potasowych i sodowych, które prąd elektryczny rozkładał na ich części składowe.

W sposób podobny zapomocą elektryczności otrzymać się daje także i glin, należący również do metali lekkich. Glinę czyli tlenek glinowy, wprowadza się do stopionej mieszaniny dwóch minerałów — kryolitu i fluorku wapniowego — i przez ciecz rozżarzoną przepuszcza prąd elektryczny. Odbywa się to w specjalnym piecu elektrycznym (rys. 28). Elektryczność rozkłada stopiony w żarzącej się kąpeli tlenek glinowy na obydwa jego składniki, mianowicie na glin, który topiąc się opada na dno, oraz tlen, uchodzący w postaci gazu. Jako źródło glinu stosuje się minerał boksyt, który prócz glinu zawiera jeszcze żelazo i krzemionkę. Ceny glinu stopniowo spadały: w r. 1855 kilogram kosztował 2000 zł., w r. 1856 — 600 zł. w 1886 — 200 zł., w 1911 — 2,3 zł. Wytwórczość wszechświatowa glinu wyniosła w r. 1928 ponad 200000 tonn, przyczem największą ilość wyprodukowały Stany Zjednoczone, Niemcy i Norwegja, która rozporządza tanim źródłem siły wodnej. Dzięki zabiegom Prezydenta Rzeczypospolitej, p. I. Mościckiego i dokonany przez Niego ulepszeniom w dziedzinie technicznych urządzeń elektrycznych, glin wyrabiany jest obecnie także i u nas, co kraj nasz uniezależnia od produkcji obcej.

Obok zastosowania do wyrobu naczyń kuchennych, znaczenie techniczne i przemysłowe glinu jest obecnie niesłychanie wielkie. Jego niski ciężar, wynoszący około $\frac{1}{2}$ ciężaru żelaza, czyni go materiałem idealnym do budowy statków powietrznych, samolotów i wozów motorowych, zwłaszcza od czasu, gdy jego wytrzymałość została spotęgowana dzięki wynalezieniu odpowiednich stopów, co ułatwiło także i technikę odlewniczą w tym metalu. Od dość dawna znany już jest bronz glinowy, będący stopem miedzi i glinu o barwie złocistej. Szczególniejsze znaczenie techniczne uzyskał metal zwany duraluminium, który

otrzymuje się przez stapianie glinu z niewielkim dodatkiem magnezu, poczem stop się praży i nagle studzi. Pod względem wytrzymałości metal ten nie ustępuje dobrej stali topionej.

Do otrzymania jednego kilograma glinu potrzeba zużyć energii równej 40 koniom parowym na godzinę. Stąd też w metalu tym nagromadzony jest olbrzymi zasób energii, który można wyzyskać do pewnych celów. Wiemy np. iż węgiel redukuje tlenek żelazowy na żelazo, gdyż odbiera mu tlen, z którym się łączy na dwutlenek węgla. Jednakże do redukcji całego szeregu tlenków innych metali energia węgla nie wystarcza. W tych przypadkach tlenki ogrzewa się z glinem, który dzięki ukrytej w nim energii gwałtownie odbiera tym związkom tlen, redukując je na metale. Glin redukuje z wielką łatwością tlenek chromowy na chrom metaliczny, tlenek molibdenowy na molibden, przy czem oczywiście sam przeistacza się na tlenek glinowy, który w postaci szlaku wypływa na powierzchnię stopionych metali.

W roku 1911 powiodło się także otrzymanie żelaza technicznie użytecznego zapomocą elektrolizy roztworów soli żelazowych, ogrzanych do 120° . Jest to jedyny gatunek żelaza, nie zawierający nawet śladów węgla, co stanowi wynalazek bardzo doniosły. Żelazo elektrolityczne jest metalem idealnym do wyrobu elektromagnesów; silnik elektryczny o sile normalnej pół konia, mający elektromagnesy z żelaza elektrolitycznego, pracował w ciągu szeregu miesięcy z wydajnością 1,3 konia bez objawów przeciążenia.

Wykład dwunasty

Stopy. Monety. Bronzy. Patyna. Mosiądz. Tombak. Nowe srebro. Alfenid. Metal Brytanja. Metal czcienkowy. Stal niklowa. Stal chromowa. Metale rzadkie.

Alka'oidy. Morfina. Metan. Benzen. Pirydyna. Koniina. Chinolina. Antipiryna. Fenacetyna. Narkotyki. Chloral. Eter. Chloroform. Środki przeciwnie. Jodoform. Kwas karbolowy. Sublimat. Mentol. Kwas benzoowy. Kwas salicylowy. Germanina. Salwarsan.

Przekonaliśmy się już na przykładzie glinu, iż metale znajdując zastosowanie nie tylko pod zwykłą swą postacią, lecz także w mieszaninach, otrzymywanych przez stopienie z sobą kilku metali różnych; powstają wtedy stopy, których własności częstokroć okazują się cenniejsze, niż własności poszczególnych metali, w skład stopu wchodzących.

Najdawniej znany stopem jest bronz, zwany także spiżem. Nazwa bronz jest skrótem wyrazów *aes Brundusinum*, co znaczy metal brundyjski (dzisiejsze Brindisi), podobnie jak łacińska nazwa miedzi — *cuprum* pochodzi od wyrazów *aes Cyprium*, czyli metal z Cypru. Bronz jest stopem miedzi i cyny, zazwyczaj z przewagą miedzi. Do czasu odkrycia żelaza, zdaniem wielu uczonych, ludzkość posługiwała się wyłącznie naczyniami z bronzu i dlatego cały ten okres jej rozwoju historycznego nazwano epoką bronzu. I dziś jeszcze bronz używany bywa w znacznych ilościach do różnych celów, a jednym z nich jest np. wyrób dzwonów kościelnych. Dawniej stosowano bronz także i do wyrobu luf działowych. Pragnąc zdobyć do tego celu bronz najdoskonalszy, w różnych państwach prowadzono nieustanne próby i badania nad temi mieszaninami, a dzieła, w których wszystko to zostało opisane, tworzą pokaźną bibliotekę.

Doskonała odlewność bronzu czyni zeń materiał niezwykle podatny do wyrobu dzieł sztuki, a liczne odlewy rzeźb i pomników w bronzie, świadczą o podatności tego materiału do celów artystycznych. Dzieła sztuki, odlane w bronzie, pod wpływem czynników atmosferycznych nie tylko nie ulegają zniszczeniu,

lecz nawet przeciwnie, z biegiem czasu pokrywają się piękną rdzą o szlachetnym wyglądzie, znaną pod nazwą patyny. Pod względem chemicznym rdza ta jest to zasadowy węglan miedzi. Patyna posiada tę właściwość, iż nadając bronzom barwę malachitowo zieloną, zachowuje równocześnie charakter metaliczny i nie tłumi metalicznego połysku, który przebija się z pod zabarwienia. Pod tym względem różni się ona biegunowo od malowania; przez pomalowanie można również uzyskać połysk, ale zawsze tylko powierzchniowy, w przeciwieństwie do głębszego odbłysku metalicznego z pod patyny. Tworzenie się patyny bywa uniemożliwione przez liczne kominy, wydzielające wytwory spalania węgla kamiennego. Z powodu obecności w węglu siarki powietrze bywa zanieczyszczone kwasem siarkawym, który przeszkadza tworzeniu się patyny na pomnikach.

Miedź tworzy również stopy z cynkiem. Jednym z najczęściej używanych stopów tego rodzaju jest mosiądz. Chociaż sposób dobywania cynku poznano dopiero w 18 stuleciu, oddawna jednak wiadano, że gdy podczas wytapiania miedzi z jej rud dodać równocześnie pewnych innych rud, np. rudy nazywanej wtedy kadmją, potem galmanem, to zamiast miedzi czerwonej otrzymuje się żółtą. Pod nazwą kadmji czyli galmanu, rozumiano zatem rudy cynkowe. Arystoteles już w r. 330 przed naszą erą wspomina o tem, iż w Indjach znajduje się miedź podobna zupełnie do złota, którą jednakże można od złota odróżnić po smaku. Gdy bowiem wino z kubków złotych smakuje wybornie, to w naczyniach sporządzonych z metalu, zawierającego miedź, nabiera ono smaku nieprzyjemnego, metalicznego. Ten sposób odróżniania złota i miedzi można uważać za bardzo użyteczną metodę analityczną w epoce Arystotelesa.

Przy odpowiedniem unormowaniu ilości miedzi i cynku mosiądz doskonale naśladuje złoto, i ze stopu takiego, zwanego tombakiem, wyrabiane są rozmaite przedmioty, znajdujące się w handlu. Barwa stopu nabiera jeszcze większego podobieństwa do złota po dodaniu ołowiu. Mosiądz tego typu jest wszakże niedość odporny na wpływ powietrza, łatwo się utlenia i śniedzie. Przez lekkie pozłocenie można go uczynić odpornym na

działanie powietrza. W ten sposób powstał tak zwany talmi-gold, z którego wyrabiano tandetne wyroby, naśladowujące złoto.

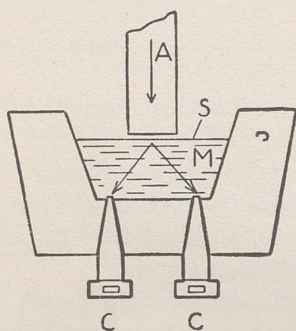
Tak zwane nowe srebro otrzymano przez stopienie miedzi, cynku i niklu. Niegdyś w okresie lat 1820 — 1860 stop ten cieszył się szerokiem rozpowszechnieniem, lecz po wynalezieniu sposobu trwałego srebrzenia galwanicznego zupełnie wyszedł z użycia. Nowe srebro trwale posrebrzone nazwano alfenidem. Jednakże do wyrobów tego rodzaju zaczęto z czasem stosować jeszcze tańszą mieszaninę metali, np. tak zwany metal brytanja, otrzymywany przez stopienie 90 części cyny i 10 części antymonu. Obecnie znane są stopy jeszcze tańsze, dające się również trwale posrebrzać i złocić.

Poświęcimy jeszcze kilka słów stopom, z którymi stosunkowo rzadko spotykamy się w życiu codziennym, a które jednak wielce się przyczyniają do naszego rozwoju umysłowego i dostarczają nam pokarmu duchowego. Należy tu przede wszystkim stop, z którego odlewane są czcionki drukarskie. W skład tego stopu wchodzi ołów oraz w mniejszej ilości antymon i cyna.

Własności stopów przekonały, iż użyteczność wielu metali, jak np. miedzi, cynku i inn., znakomicie można spotęgować przez ich wzajemne stapianie, ponieważ uzyskiwane w ten sposób nowe mieszaniny nabierają nowych i cennych właściwości. Na tej podstawie usiłowano również polepszyć drogą stopów właściwości żelaza, ale do r. 1896 próby w tym kierunku przedsiębrane nie wydały wyników pożądanых. Wkrótce potem wszakże udało się zwiększyć twardość stali przez dodatek zupełnie czystego niklu. Wytrzymałość stali niklowej jest prawie dwukrotnie większa, niż najlepszej stali odlewnej. Mimo wysokiej ceny tej stali zaczęto wyrabiać z niej lufy armatnie oraz płyty do opancerzania okrętów wojennych. W r. 1909 ze stali niklowej zbudowano w Niemczech pierwszy most. Stal ta umożliwiła także budowę olbrzymich turbin parowych, znacznie dziś w przemyśle rozpowszechnionych. Koła tych turbin, mierzące 2 do 3 metrów średnicy, wykonywać muszą 4000 obrotów na minutę. Z powodu siły odśrodkowej, która przy tym ruchu się rozwija, żelazo zwykle rozpadłoby się na kawałki, natomiast

koła ze stali niklowej mogą wytrzymać napięcie 4, a nawet pięciokrotnie większe.

Na wystawie wszechświatowej w Paryżu w r. 1900 wystawiono wały szybkoobrotowe ze stali wolframowej. Wytrzymałość ich, w porównaniu z dotychczasowymi, była siedmiokrotnie większa, co pozwoliło siedmiokrotnie zwiększyć wydajność pracy maszyn, w nie zaopatrywanych. Stal społeczna, do tych celów stosowana, prócz wolframu i chromu, zawiera zwykle znaczniejszą ilość molibdenu, wanadu i kobaltu.



Rys. 28.

Piec do elektrolitycznego wyrobu stali pomysłu Girod'a.

rys. 28 wyobrażony jest najprostszy piec elektryczny do topienia stali, wynalazku Giroda. P — jest to naczynie ogniotrwałe, A — elektroda węglowa, S — warstwa szlaku, pływająca na powierzchni stopionego metalu — M. Przez dno pieca przechodzą dwa czopy metalowe, które służą za przewodniki i stanowią jedną z elektrod. Za ich pośrednictwem metal włączony zostaje w obwód prądu, jak to na rysunku wskazują strzałki. Dawna technika ogrzewania pozwalała otrzymać w metalurgii żelaza temperatury tylko do 2000°, w piecu zaś elektrycznym można uzyskać powyżej 3500°. Piec elektryczny umożliwia masową produkcję stali równorzędnej ze stalą odlewną tyglową. W tym celu stal topioną, otrzymaną w gruszkach bessemerowskich albo piecach martinowskich, przetapia się ponownie w piecu elektrycznym. Otrzymuje się wtedy materiał zupełnie jednolity, gdyż podczas

Wysokie wymagania pod względem trwałości i wydajności pracy materiału stawiane są również w przemyśle samochodowym. Stosuje się tutaj gatunki stali, o których w r. 1900 żadnego jeszcze nie miano pojęcia. Cena takiego materiału w porównaniu z jego trwałością oraz niewielkimi rozmiarami silników wybuchowych, które z niego się buduje, żadnej nie odgrywa roli. Wyrób tych gatunków stali odbywać się może w tyglu albo też w temperaturze żaru pieca elektrycznego. Na

topienia nie styka się on wcale z gazami spalinowymi, i zupełnie podobny do wytwarzanego sposobem tyglowym. W piecu elektrycznym udaje się połączyć ze stalą także i różne dodatki, jak np. chrom, wanad, krzem, tytan i inne, co pozwala otrzymywać specjalne gatunki stali o własnościach szczególnie cennych. Epokowym w dziedzinie wytwórczości szlachetnych gatunków stali był w r. 1912 wynalazek Kruppa, który otrzymał stal z dodatkiem chromu, molibdenu lub cyrkonu. Stal ta zupełnie nie daje się zmiękczyć i nie poddaje się działaniu świdrów ani narzędzi sporządzonych z innych gatunków metalu; nie topi się ona nawet w ogniu dmuchawki do spawania samorodnego.

Tego rodzaju gatunki stali zdecydowały również o wyniku walki, toczącej się oddawna pomiędzy pociskiem i pancerzem ochronnym. Ze względu bowiem na odporność nowoczesnych granatów stalowych, zaopatrzonych w stalowe nasady, we współzawodnictwie pomiędzy działem i pancerzem nie decyduje już lufa działowa, lecz pocisk. Granaty stalowe, sporządzone z materiału należycie odpornego, dzięki energii, udzielanej im przez spółczesne działa, mogą przebijać wszelkie opancerzenia okrętów. Potwierdza to ostatnia bitwa morska pod Skagerakiem, w której wielki statek bojowy angielski poszedł na dno w ciągu 6 minut, prawdopodobnie naskutek przebicia pancerza przez granat ze stali chromowej i eksplozję tego granatu w komorze amunicyjnej.

W technice stal i żelazo częstokroć ulegają wielkiemu zniszczeniu (korozji), naprz. pod działaniem kwasów i pary przegrzanej. Rdzewieją one przytem, grubość ich się zmniejsza, tworzą się spękania i t. d. Zapobiega się temu przez malowanie i pokrywanie powierzchni metalu substancjami odpornymi na działanie czynników niszczących. Ideałem wszakże byłby metal, który wogóle nie rdzewieje. Po długich doświadczeniach powiodło się Strausowi w zakładach Kruppa otrzymać stal, nie ulegającą rdzewieniu. Własność ta uzależniona jest od składu chemicznego stali (znaczný dodatek krzemu, chromu i niklu) i specjalnego jej ogrzewania. Gdy stal zwykła, ogrzewana w ciągu 100 godzin w atmosferze pary wodnej do temperatury 1000°,

traci na wadze 416 gramów, taka sama ilość stali nie rdzewiejącej w tych samych warunkach traci tylko 6 gramów. Dlatego też obecnie ze stali tej wyrabiane są koła turbin, czopy wentyli, jak również przedmioty codziennego użytku, jak noże, widelce, łyżki, nożyczki, antałki do piwa, narzędzia chirurgiczne, zęby i podniebienia sztuczne, garnki do gotowania i wiele innych.

Nazwy metali rzadkich — molibdenu i cyrkonu — dla przeciętnej publiczności nie są dostatecznie znane. W ostatnich wszakże latach niektóre z pośród metali rzadkich stały się wśród ogółu bardzo popularne ze względu na rozpowszechnienie żarówek elektrycznych, wolframówek i osramówek. Pierwsze żarówki elektryczne, wynalezione przez Edisona, miały w bańce szklanej, pozbawionej powietrza, osadzoną cieniutką nić z węgla. Nić ta, rozgrzana przez prąd elektryczny, żarzyła się i wydawała światło. Jednakże zdolność promieniowania takiej nici, w stosunku do ilości przepływającego przez nią prądu, była bardzo mała. Zaczęto więc zastanawiać się nad tem, aby nić tę zastąpić przez materiał odpowiedniejszy, i po 25 latach pracy w tym kierunku Auer zagadnienie to pomyślnie rozwiązał. Najprościej byłoby zastosować tutaj cieniutki drucik metalowy. Jednakże metale najczęściej używane, jak żelazo, miedź i t. d., rozżarzone przez prąd elektryczny do białości, w bańce pozbawionej powietrza, topiły się. Należało zatem zastosować metale znacznie trudniej topliwe. Po wielu próbach zatrzymano się przy metalach, których rudy występują na ziemi w ilościach stosunkowo nieznacznych i które chemicy dobywali wówczas w pracowniach swych w małych tylko ilościach. Były to metale rzadkie wolfram i osm. Większe ilości tych metali były narazie wyrabiane tylko w oddziałach chemicznych fabryk elektrotechnicznych, gdzie też badano ich własności na cieniutkich drucikach. Ze względu na wysoką topliwość, wielką kruchość i trudną obróbkę tych metali, wytwarzanie z nich takich drucików wymagało pokonania niewiarogodnych wręcz trudności. W dzisiejszych lampach wolframowych żarzy się drucik z wolframu metalicznego, w osramówkach zaś drucik

ze stopu osmu i wolframu. Zaleta lamp tych polega na tem, iż przy tej samej ilości prądu elektrycznego dają one conajmniej dwukrotnie więcej światła, niż żarówki węglowe. Innemi słowy, dostarczają one tę samą ilość światła o połowę taniej.

Pod koniec wykładów niniejszych zajmiemy się jeszcze rozwojem chemji lekarskiej, której ludzkość ma niesłychanie wiele do zawdzięczenia i która rozwijała się wraz z postępem wiedzy lekarskiej. Postęp, jaki w tej dziedzinie poczyniła chemja w ciągu ostatniego stulecia, przewyższa wszystko, cokolwiek na tem polu zostało przedtem osiągnięte.

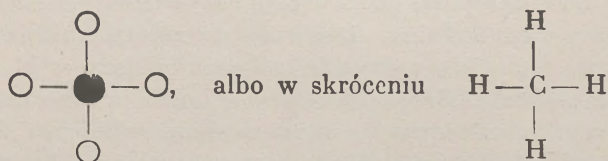
Początek stanowiło odkrycie alkaloidów, pod których nazwą pojmujemy substancje występujące w roślinach o charakterze zasadowym. Nazwę tę podał w roku 1848 Meissner. Przed odkryciem alkaloidów przypuszczano, iż z roślin dobywać można tylko kwasy, jak np. kwas cytrynowy, winowy i inne, oraz substancje obojętne, jak krochmal, cukier i t. d. Badając surowce roślinne, stosowane w lecznictwie, Derosne już w r. 1804 odkrył substancję zasadową, którą nazwał „solą opiumową“. Własności jej były tak osobliwe, iż odkrywca uważał ją za substancję „roślinno-zwierzęcą“. Dopiero w r. 1817 Sertürner z owej soli opiumowej wydobył czystą morfinę i stwierdził jej zasadowe własności.

O wartości alkaloidów nie będziemy tu zbyt się rozwodzić. Powszechnie dziś znaną jest chinina jako środek przeciwgorączkowy i przeciwmalaryczny, morfina jako środek nasenny i kojący bóle, atropina, która cechuje się własnością rozszerzania źrenicy oka, kokaina, stosowana do znieczulania miejscowego, czyli działająca wyłącznie tylko na miejsca, w które została wprowadzona. Przed poznaniem alkaloidów w postaci substancyj czystych stosowano surowce roślinne, w których związki te występują. A chociaż ilość alkaloidów bywa w roślinach bardzo nieznaczna, to jednakże nawet i w tej postaci ujawnia się ich silne, wręcz zdumiewające działanie. Tak np. spożycie muchomora wywołuje uczucie unoszenia się w powietrze, z czem prawdopodobnie związane są średniowieczne podania o fruwaniu czarownic.

W roślinach alkaloidy są zazwyczaj zmieszane z licznymi innymi związkami chemicznymi, które osłabiają ich działanie, zupełnie go niwecząc lub zmieniając w kierunku zgoła niepożądanym. Przykładem tego jest morfina, którą dobywa się z opium. Opium wytwarzane jest bezpośrednio z roślin (makówek niedojrzałych) i zawiera cały szereg różnych silnie działających związków chemicznych. A chociaż wśród nich morfina występuje w ilości największej, to jednakże samo opium nie mogłoby być używane do uśmierzania bólów; nadaje się ono jednak doskonale do innych celów leczniczych. Kilogram morfiny w r. 1912 kosztował około 720 złotych, kilogram opium tylko 50 zł.

Badanie chemiczne alkaloidów przekonało o wielkiej złożoności ich cząsteczek chemicznych. Zdawna już wiadomo, iż do poznania budowy chemicznej związków nie wystarcza stwierdzenie rodzaju oraz liczby atomów, które w skład ich wchodzi; trzeba ponadto ustalić, w jaki sposób atomy te są z sobą powiązane. Dopiero po rozwiązaniu tego niezwykle trudnego zadania praca chemiczna daje możliwość odwrócenia sprawy, czyli sztucznego łączenia z sobą atomów w pracowni chemicznej w celu wytworzenia związków naturalnych w sposób nawskróś sztuczny.

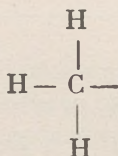
Wspomnieliśmy już poprzednio, iż wszystkie związki organiczne można wyprowadzić od węglowodoru, zwanego metanem albo gazem bagiennym, który składa się z jednego atomu węgla i czterech atomów wodoru:



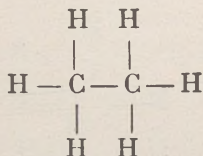
(Kulka czarna oznacza atom węgla, kulki białe — atomy wodoru).

Chcąc od metanu przejść do dalszych związków nowych, trzeba na miejsce atomów wodoru wprowadzić inne atomy, albo nawet całe ich zespoły, czyli grupy. Przytem grupa jednowartościowa, t. j. rozporządzająca jedną jednostką powinowactwa,

może wstępować tylko na miejsce każdej innej grupy jednowartościowej, każda grupa dwuwartościowa może zająć miejsce dwóch grup lub atomów jednowartościowych i t. d. Np. następujący zespół atomów

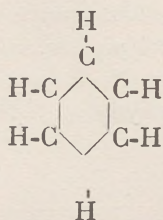


jest resztą jednowartościową metanu, ponieważ brakuje tu jednego atomu wodoru —H. Dwie takie grupy mogą się połączyć z sobą, gdyż każda z nich jest jednowartościowa. Utworzy się wtedy łańcuch złożony z dwóch reszt i powstanie cząsteczka związku nowego



będącego węglowodorem etanem C_2H_6 , który także już poznaliśmy.

W ten sposób łańcuchy węgla, przedłużając się w sposób przytoczony wciąż o grupę $-\text{CH}_3$, mogą się dowolnie zwiększać, a nawet rozgałęziać w boczne strony i zamykać, tworząc pierścienie. Łańcuch złożony np. z sześciu atomów węgla może się końcami swymi połączyć wewnętrznie, czyli zamknąć, i wtedy wytworzy pierścień. Jeżeli przy każdym atomie węgla pozostanie tylko po jednym atomie wodoru, wówczas atomy węgla będą musiały połączyć się z sobą przez podwójnie jednostki swego powinowactwa, ponieważ węgiel jest pierwiastkiem czterowartościowym. Zamiast wiązań pojedynczych powstaną wtedy wiązania podwójne i taki węglowodór wyrazi się zapomocą wzoru:

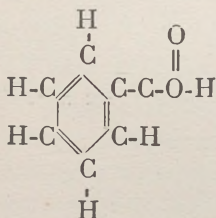


albo też

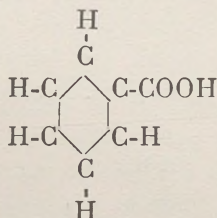


Benzen

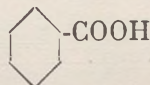
Benzen wykryty został w r. 1826 przez Faradaya w gazie świetlnym skroplonym. Nazwa tego węglowodoru pochodzi stąd, iż został on po raz pierwszy otrzymany z kwasu benzoesowego, którego wzór budowy przytaczamy niżej zapomocą wzoru właściwego i wzorów uproszczonych:



albo



albo

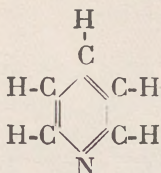


Wzory kwasu benzoesowego.

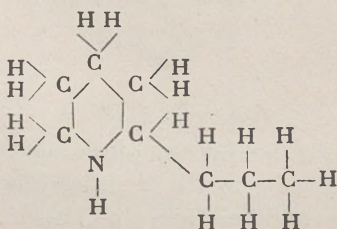
W większej ilości benzen znajduje się w mazi pogazowej, z której też dobywany bywa w przemyśle na wielką skalę. Stanowi on podstawę olbrzymiej ilości bardzo ważnych związków chemicznych, np. większość barwników tak zwanych anilinowych z niego właśnie jest wyrabiana. Wyrób tych barwników byłby niemożliwy bez poznania budowy pierścienia benzenu. Związek ten jest także podstawą znacznej liczby środków leczniczych, których otrzymywanie zawdzięczamy również tej samej okoliczności.

Od r. 1880 wiadomo także, iż zespoły pierścieniowe atomów mogą się składać nie tylko z węgla i wodoru. Także inne pierwiastki, jak np. azot, mogą stanowić jedno z ogniw zamkniętego

pierścieniowo łańcucha. Azot, po łacinie Nitrogenium, jest pierwiastkiem trójwartościowym (bywa też i pięciowartościowym), a skróconym jego symbolem jest litera N. Najprostszym takim pierścieniem jest związek zwany pirydyną, C_5H_5N :



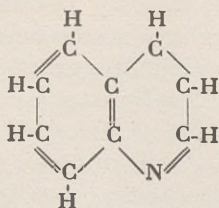
Pirydyna również znajduje się w mazi pogazowej, a wszystkie alkaloidy, czyli wymienione poprzednio składniki roślin, tak silnie działające na organizm ludzki, z nielicznymi tylko wyjątkami są pochodnymi pirydyny. Tak np. w Pietraszniku plamistym znajduje się alkaloid trujący koniina o wzorze ogólnym $C_8H_{17}N$. Podstawą koniiny jest pirydyna, a sposób rozmieszczenia 26 atomów w jej cząsteczce unaocznia wzór niżej przytoczony:



Budowa ta została stwierdzona przez Ladenburga, który w r. 1888 otrzymał ją sztucznie z pirydyny.

Zbadanie chininy, $C_{20}H_{24}N_2O_2$, tego najslynniejszego środka przeciwgorączkowego, dopiero w r. 1909 postąpiło tak daleko, iż można było stwierdzić, w jaki sposób ułożone są w cząsteczce jej 48 atomów, ale było to o wiele trudniejsze, niż w przypadku koniiny. Już przed 80 laty zdołano przez suchą destylację chininy otrzymać chinolinę. Udowodniono, iż chinolina jest zbudowana

wana z dwóch zespolonych z sobą pierścieni, mianowicie benzenowego i pirydynowego:



Pomimo spadku cen chininy, jaki z biegiem czasu nastąpił, kilogram jej w roku 1912 kosztował jeszcze około 80 złotych. Z tego powodu chinolina, z niej dobywana, musiałaby być związkiem bardzo drogim. Tymczasem już wtedy kilogram chinoliny kosztował znacznie taniej, niż chinina, bo tylko 20 zł. Przyczyną tego było, iż chinolinę w ilościach dowolnych dobywano z mazi pogazowej i wobec tego kosztowna chinina do jej otrzymywania była zupełnie zbyteczna.

Przypuszczano oddawna, iż chinolina stanowić musi tak zwany szkielet chininy. Powzięto więc myśl przekonania się, czy po przyczepieniu do chinoliny tych samych atomów i grup atomowych, jakie występują u chininy, stanie się ona takim środkiem przeciwgorączkowym. Myśl ta niezmiernie była pojętna, gdyż nastęrczała możliwość sztucznego wyrobu środka leczniczo cennego i potrzebnego.

Coprawda nie zdołano jeszcze osiągnąć wyniku ostatecznego pomysłu, lecz po licznych doświadczeniach udało się otrzymać w r. 1881 pierwszy sztuczny związek przeciwgorączkowy. Został on już oddawna zarzucony, gdyż po nim otrzymano szereg innych, lepiej działających, a w miarę postępu przybyszają coraz nowsze i lepsze. Najbardziej rozpowszechnione z nich i cieszące się największym uznaniem są antipiryna, pyramidon i fenacetyna.

Mówiliśmy na wstępie o morfinie, jako środku usypiającym i kojącym, który dla lecznictwa stał się nabytkiem nadzwyczaj cennym. Znaczenie morfiny ujawniło się zwłaszcza od r. 1855,

gdy Wood zastosował ją w postaci zastrzyków podskórnych, wskutek czego morfiną dostaje się odrazu do krwiobiegu. Niestety jednak, używanie morfiny jest bardzo niebezpieczne ze względu na nałóg zgubny morfinizmu, powodowany przez przyzwyczajenie się do niej. Zaczęto więc usilnie pracować nad wynalezieniem środka, któryby mógł zastąpić morfinę bez szkody dla organizmu. Pierwszym środkiem tego rodzaju był chlorał, związek zbliżony nieco do chloroformu, a po nim powstał szereg innych. Okazało się bowiem, iż zdolność usypiająca właściwa jest wielu związkom chemicznym, należącym do odrębnych grup. Wszak nawet zwykły alkohol jest także związkiem nasennym, lecz coprawda obfitsze jego spożycie wywołuje niepożądane objawy dopiero następnego dnia.

Liczne środki nasenne mają również tę niedogodność, iż działaniu ich towarzyszą pewne niepożądane objawy uboczne. Jednym z lepszych tego rodzaju środków był w ostatnich czasach weronal, otrzymany przez Emila Fischera podczas badań nad pochodnymi mocznika, do których właśnie należy. Od tego czasu zjawily się już inne środki ulepszone na podstawie najnowszycb postępów naukowych.

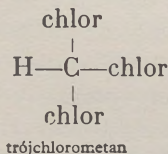
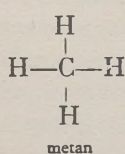
Celem i warunkiem zasadniczym środków nasennych jest to, aby sprowadzały sen możliwie zbliżony do naturalnego. Jak wiadomo, niektóre środki sprowadzają sen tak mocny, iż podczas niego mogą być wykonywane najcięższe nawet operacje chirurgiczne i chory wcale nie odczuwa bólu. Pierwszym środkiem tego rodzaju był eter, który otrzymuje się dość łatwo z alkoholu. W tym celu alkohol destyluje się z kwasem siarkowym i dlatego eter bywa nazywany eterem siarczanym, choć siarki zupełnie nie zawiera. Eter odkryty został przez Cordusa w r. 1530, a już w r. 1541 Teofrastus Bombastus Paracelsus wspomina o jego własności usypiającej: „dla smaku słodkiego kury go chętnie piją, zasypiając potem na pewien czas, lecz budzą się bez szkody dla zdrowia“.

Należy ubolewać, iż dopiero po 300 latach wysnuto wniosek praktyczny z doświadczeń Paracelsa na kurach. Doświadczenia te wykazały, iż eter sprowadza sen głęboki, nie powodując

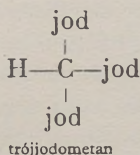
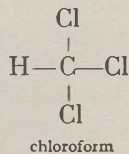
szkody dla zdrowia. Myśl zastosowania eteru do usypiania ludzi rzucił poraz pierwszy chemik amerykański Jackson w r. 1846; namówił on dentystę Mortona, aby usypiał eterem pacjentów przed wrywaniem zębów. Doskonale wyniki tego zabiegu tak zachęciły chirurga Warrena, iż odważył się na dokonanie operacji na chorym, uspionym zapomocą eteru, aż do zupełnego znieczulenia; stało się to dn. 17 października 1846 roku. Od dnia tego rozpoczyna się operowanie chorych bez bólu.

Zaraz też zaczęły się poszukiwania innych środków, jeszcze odpowiedniejszych, niż eter. W owym czasie podczas operowania lekarze posługiwali się często narzędziami rozpalonemi w ogniu, eter zaś jest związkiem bardzo łatwo zapalnym. I oto już w r. 1847 Simpson zalecił chloroform, który niemal wszechwładnie zapanował w chirurgji i używany jest do dziś dnia. Niemniej jednak wciąż czynione są wysiłki, aby i ten środek zastąpić przez lepszy i mniej niebezpieczny. Bardzo często też stosuje się chloroform w mieszaninie z eterem.

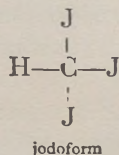
Chloroform został odkryty przez Liebiga, który go otrzymał w r. 1831 z chloralu. Obecnie wytwarza się ten związek znacznie tańszym sposobem przez działanie chlorku wapna na alkohol. Chloroform jest związkiem chemicznym o budowie bardzo prostej i w sposób prosty daje się otrzymać w pracowni. Wystarcza w tym celu w dobrze już nam znanym węglowodorze metanie zastąpić trzy atomy wodoru przez atomy chloru. Możemy to przedstawić zapomocą wzorów:



albo ostatecznie
czyli



czyli



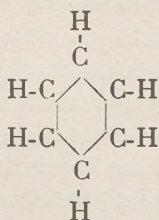
Pod wzorami chloroformu umieściliśmy wzory jodoformu, aby wskazać na zupełne podobieństwo budowy chemicznej obu tych środków. Jodoform jest środkiem antyseptycznym, czyli przeciwważnym i różni się od chloroformu tylko tem, iż zamiast atomów chloru posiada atomy jodu. Przy tej sposobności mamy możność przejścia od środków „narkotycznych“ czyli nasennych do środków przeciwważnych. Pierwsze prowadzą znieczulenie podczas operacyj chirurgicznych, ostatnie zaś dają możność pomyślnego leczenia ran. Niesłychanie doniosły w skutkach postęp w leczeniu ran zawdzięczamy lekarzowi angielskiemu Listerowi, dla którego stały się bodźcem genialne prace Pasteura nad bakterjami.

Bakterje, jako najdrobniejsze, niedostrzegalne dla oka nieuzbrojonego żyjątka, jak pył unoszą się w powietrzu na każdym miejscu i mogą złatwością przenikać do ran, powodując ropienie, a nawet zakażenie, które bywa przyczyną ciężkich chorób ogólnych, a często śmierci. Ponieważ jest niepodobieństwem zabezpieczyć ranę przed dostępem powietrza zanieczyszczonego pyłem, zaczęto w połowie siedmdziesiątych lat ubiegłego stulecia, na propozycję Listera, używać do opatrywania ran środków odkażających, t. j. zabijających bakterje, które przedostały się do ran. W tym celu Lister zastosował kwas karbolowy.

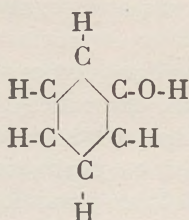
Szpitala dobrze zorganizowane poszły jeszcze o krok dalej. Zaniechano zupełnie użycia środków antyseptycznych i zamiast nich wprowadzono metodę aseptyczną, czyli postępowanie zupełnie wolne od bakteryj. Polega ono na tem, iż narzędzia chirurgiczne wygotowuje się celem zabicia bakteryj, płaszcze operacyjne lekarzy wyjaławia się, czyli sterylizuje gorącą parą wodną, ręce zaś uwalnia od bakteryj przez mycie i opłukanie alkoholem. W ten sam sposób myje się powierzchnię ciała w miejscu operowanem, a ranę opatruje bandażem z wyjałowionej waty i gazy. Dzięki temu całkowicie wykluczono stykanie się miejsca chorego z substancjami przeciwważnymi, które mimo wszystko zwykle działają trująco. Ten sposób postępowania dostępny jest nie tylko w szpitalach dobrze urządzonych, ale i poza niemi, a chirurgia posługuje się nim powszechnie. Postępowanie asep-

tyczne rozpowszechniło się też w akuszerji od czasu, gdy Semelweiss wykazał, iż przyczyną gorączki połogowej jest zakażenie podczas zabiegów połogowych.

Kwas karbolowy, zwany w chemji fenolem, jest to związek bardzo pokrewny benzenowi i otrzymuje się również przy destylacji mazi pogazowej. Od benzenu różni się on tylko obecnością jednego atomu tlenu w cząsteczce, jak o tem świadczy budowa obu tych związków:



benzen



fenol (kwas karbolowy)

Jak niesłychanie wiele ludzkość zawdzięcza Listerowi, uprzytomnimy sobie łatwo z powodu dawniejszych wojen, podczas których większość żołnierzy ginęła skutkiem zakażenia ran. Nawet jeszcze w r. 1870 stwierdza to wojna prusko-francuska. A chociaż uważano, iż medycyna wtedy już stała bardzo wysoko, to jednakże na całym świecie przygotowano szarpie do opatrunków ze starych szmat lnianych, jak za dawnych czasów, bez zastosowania jakichkolwiek środków ostrożności. Można sobie wyobrazić, jakie masy wszelkiego rodzaju substancyj zakaźnych, pochodzących ze szmat, z powietrza i brudnych rąk, wprowadzano choremu do rany przy takim opatrunku z szarpi. Niewątpliwie też szarpie były przyczyną śmierci wielu ludzi, których można było uratować. Obecnie stosuje się watę wyjałowioną, to znaczy zupełnie wolną od bakterij żyjących. Dzięki wyjaławianiu wszystkiego, cokolwiek pozostaje w zetknięciu z raną, poczynając od rąk i narzędzi, a kończąc na opatrunku, rany goją się szybko, najczęściej zupełnie nie ropiejąc. Oczywiście, iż większe operacje, jak i dawniej, połączone są

z pewnem niebezpieczeństwem, lecz zakażenie jest prawie zupełnie wykluczone. Dzięki wprowadzeniu metod antyseptycznych, wyłączających ropienie, umożliwiaone zostały liczne operacje, które dawniej musiały się kończyć śmiercią z powodu zakażenia.

Obecnie istnieje znaczna ilość środków przeciwważnych, a popyt na nie wciąż wzrasta dzięki postępom, jakie uczyniła higiena i bakterjologia. Kwas karbolowy może być zastąpiony przez środki znacznie lepsze, a nawet w wielu przypadkach nie powinien być stosowany; stwierdzono bowiem, iż wielokrotnie był on przyczyną zatrucia rany, wywołując rodzaj gangreny i konieczność odjęcia kończyn. Do skaleczeń i ran krwawiących karbolu używać nie należy. Doskonałym środkiem odkażającym jest alkohol, gdyż ma on własność odwadniania komórek bakteryj, przez co pozbawia je czynnika najniezbędniejszego dla życia. Jodoform, pomimo nader przykrewj woni, wciąż jeszcze bywa przez chirurgów stosowany do opatrunków dla swych własności przeciwnilnych. Do celów bakterjologicznych często-kroć stosowany bywa sublimat, czyli chlorek rtęciowy, który należy do związków silnie trujących i bezwonných. Działa on bakterjobjczo w znacznych nawet rozcieńczeniach. Środek ten mógłby zapewne wyrugować wszystkie inne związki przeciwważne, lecz z powodu wybitnie trującego działania na organizm ludzki, zastosowanie jego jest ograniczone. Własności odkażające posiadają także i olejki eteryczne, o których była już mowa z racji zapachów sztucznych. Np. olejek miętowy, zawdzięczający swój zapach obecnemu w nim mentolowi, bywa ważnym składnikiem antyseptycznym eliksirów do płukania ust, pasty do zębów oraz proszku do zębów. Do tegoż celu od niedawna stosuje się także tymol i salol, odkryty przez Nenciego w r. 1882 i pozatem bardzo ważny środek leczniczy.

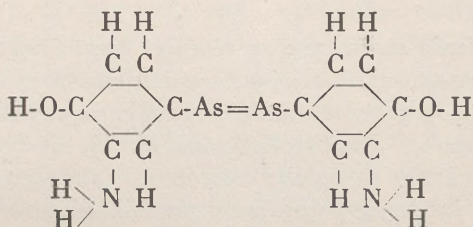
W gospodarstwie domowym potrzebny bywa niekiedy środek przeciwnilny nie tylko nieszkodliwy dla zdrowia, ale i zupełnie bezwonny, mianowicie do utrwalania konserw wszelkiego rodzaju. Nadał się do tego celu zwłaszcza kwas benzoesowy, dodawany także do margaryny i masła sztucznego. Jest to środek

zupełnie nieszkodliwy, będący też składnikiem naturalnym pewnych roślin, np. borówek. Po spożyciu tego kwasu część jego przechodzi do moczu w postaci niezmienionej. Dawniej kwas benzoesowy dobywano z kosztownej żywicy bęździnowej, którą sprowadzano z Indyj; obecnie wyrabia się go z wytworów destylacji mazi pogazowej w sposób natyle prosty i tani, iż kilogram kwasu kosztuje około 5 zł. Do utrwalenia konserw owocowych bywa też używany kwas salicylowy w ilości mniej-więcej jednego grama na kilogram. Związek ten łączy w sobie własności kwasu karbolowego i benzoesowego, lecz jest zupełnie bezwonny.

Do odkażania stosowane są również pewne wytwory destylacji mazi pozagowej, działające bardzo energicznie. Należy tu np. krezol, który w mieszaninie z roztworem mydła znany jest pod nazwą lyzolu. Jako środek tani, nadaje się lyzol do odkażania powszechnego w walce z chorobami zakaźnymi. Pod zakażeniem, czyli infekcją, pojmujemy przenikanie drobnoustrojów, dostrzegalnych tylko przez mikroskop, do ustrojów żyjących. Rozmnażanie się tych istot w organizmie wywołuje objawy chorobowe. Zapomocą środków przeciwważnych można drobnoustroje zabijać, o ile nie przedostały się jeszcze do krwiobiegu.

Jednakże nowoczesna chemja lekarska odnalazła środki pozwalające zwalczać sprawców choroby nawet i wówczas, gdy chorobotwórcze swe działanie na organizm wywierają one skutkiem przeniknięcia w głąb jego, więc nawet i do krwiobiegu. Wspomnimy tu o epokowych pracach Ehrlicha, który podał sposób zwalczania we krwi sprawców ciężkiej choroby, zwanej śpiączką. Zastosował on do tego celu pewne otrzymane z benzenu barwniki (fuksyna, fiolet metylowy, zieleń malachitowa). Fabryki niemieckie i francuskie zaczęły wyrabiać środek przeciwko śpiączce, jak np. znany preparat Bayera 205 albo germanina, lub francuski Fourneau, które dały możność osiągnięcia zdumiewających wyników w leczeniu śpiączki w okolicach podzwrotnikowych. Budowa związków tych, trzymana na razie w tajemnicy, obecnie jest dostatecznie znana i wiadomo, iż nie zawierają one pierwiastków trujących, jak rtęć, arsen lub antymon.

Ale koroną wszystkiego jest salwarsan, jako środek przeciwko najstraszliwszej chorobie ludzkości, mianowicie przeciwko kile (syfilis)! Ten środek leczniczy jest związkiem zbudowanym z dwóch pierścieni benzenu i prócz zwykłych pierwiastków — węgla, wodoru, tlenu i azotu — zawiera jeszcze arsen. Dla zadowolenia ciekawości czytelnika przytoczymy tu budowę tego ważnego związku. Nawet ta odrobina wiadomości chemicznych, jaką można było dać w wykładach popularnych, wystarczy do zrozumienia osobliwości tej budowy:



Salwarsan (As — atomy arsenu).

Samowystarczalność gospodarza Polski, do której zmierza wysiłek narodu przez pracę jednostek i myśli kierownicze jego przodowników, postęp swój zaznaczyła również i w wytwórczości niezbędnych środków leczniczych. Wśród szeregu leków także i związek, odpowiadający salwarsanowi, wytwarzany jest u nas z surowców wyłącznie krajowych, zadowalniając potrzeby lecznictwa krajowego i znajdując nawet znaczny zbyt i uznanie za granicą. Przemysł chemiczny krajowy, mimo licznych trudności, rozwija się coraz pomyślniej; dziś już może on dostarczać wielu surowców i przetworów połowicznych, z których w wielu większych i mniejszych warsztatach pracy wytwarzane są liczne artykuły techniczne oraz znaczna liczba środków leczniczych. Byt państwa jest ściśle zespolony z rozwojem przemysłu wogóle, a chemicznego w szczególności.

WYKAZ ABECADŁOWY NAZWISK

(cyfry oznaczają stronicę; p. = patrz)

A

Achard 70
Arago 202
d'Arcet 165
Auer 31, 258

B

Bayer 140, 271
Becquerel 212
Behring 53
Bennet 204
Bergius 24
Berneuil 187
Berthollet 119
Bessemer 239, 243
Birkeland 48
Bohn René 141
Bosch 46
Böttger 11, 194
Brunck 162
Bunzen 29, 250

C

Caesar Juljusz 225
Cambacérés 17
Caro 47
Chardonnet 124
Chevreul 173
Cordus 266
Cort 234, 245
Curie Piotr 213

D

Daguerre 200—201
Davy 29
Derosne 259
Dobson 66
Dublej 232

E

Edison 258
Ehrlich 271
Ewen 102
Eyde 48

F

Faber du Faur 229
Fahlberg 73
Faraday 263
Fischer Emil 54, 266
Forest 216
Fourcroy 50, 108
Fournneau 271
Frank 43, 47
Fry 203
Funk Kazimierz 76

G

Geissler 209
Gilchrist 40, 242—243
Girod 256
Glomber 161
Graebe 142
Graecus Marcus 111

H

Helmont van 15
Hoffmann 139
Huntsmann 238
Hyatt 120

I

Irynyis 11

J

Jackson 267

K

Karol Wielki 218
Kekulé 262
Kirchhoff 68
Knietzsch 162
Koch 140
Körber 123
Krupp 113, 239, 257
Książę Orleański (Egalité) 165

L

Ladenburg 264
Lavoisier 5
Leblanc 160, 165, 183
Liebermann 142
Liebig 35, 38, 43, 84, 86, 103, 267
Linde 7
Lister 268—269
Lumière 208
Lürmann 229

Ł

Łukasiewicz Ignacy 24

M

Maddox 204
Marcus Graecus 111
Marggraf 70
Martin 245
Maynard 203
Mége-Mouriès 60

Meissner 259

Mercer John 124

Mitscherlich 154

Mond 245

Morton 267

Mościcki Ignacy prof. dr 48

N

Napoleon I 140

Natanson 139

Nencki 270

Niépce 202

Nobel Alfred 115—116

Normann 176

O

Oczapowski Jan 5

Owen 183

P

Palissis 194

Paracelsus Teofrastus 15, 96, 266

Pasteur 268

Perignon 91

Perkin 139

Plinjusz 181

Pristley 250

R

Reaumur 237

Rollo 66

Röntgen 209—210

Rubner 86

Runge 139

Russel 204

S

Sargon król 217

Schäffer 152

Schrötter 11

Schultze 199

Semmelweiss 269

Sertürner 259

Siemens 245—247
Simpson 267
Skłodowska Marja 213
Solvay 167
Stephenson 237
Straus 257

Ś

Śniadecki Jędrzej 5, 182
Śniechowski J. 138

T

Talbot 199—200
Tennant 132
Thaer 35

Thomas 39—40, 242—243
Thiemann F. 145

V

Vogel 206
Voit 86

W

Wallach O. 145
Walton 148
Warven 267
Walt 153
Watt James 236
Weigert 139
Wood 266
Wöhler 250

SKOROWIDZ ABECADŁOWY

(Cyfry oznaczają stronicę; p. = patrz)

A

Aceton 109
Acetyloceluloza 120
Acetylen 26, 32, 103
Alchemja 218
Albumina 52
Aldehyd 103
— benzoesowy 145
— octowy 104
Alfagras (roślina) 152
Alfenid 255
Alizari 141—142
Alizaryna 141—142
Alkalja 157
Alkaloidy 259
Alkohol 95—96
— amyłowy 101
— dehydrogenatus 103
— metylowy 109
Aluminjum p. glin
Ałun 129, 136
Amalgamat 184
Aminokwasy 54
Amonjak 27—28
— do ciasta p. węglan amonowy
— gazowy 250
Amonjaku synteza 46
Analiza powietrza 3—7
Anilina 139
Antichlor 133
Antipiryna 265

Antracen 139
Antyseptyka 268—269
Arak 105
Argon 7
Arrowroot 64
Aseptyka 268—269
Atom 18, 20
Atrament 143—144
— czarny 143
— hektograficzny 144
— kopjowy 144
— sympatyczny 144
Atropina 259
Azot 5—7, 44, 264
Azotan amonowy 205
— cerowy 31
— potasowy 110, 118
— sodowy 199
— srebrowy (kamień piekielny) 198
— torowy 31
Azotany 45
Azotniak wapniowy 45, 47

B

Bakterja octowa (mycoderma aceti) 106
Bakterje azotowe 45
— w glebie 37
Bakterjologia 270
Balistyka 116

Balony (statki powietrzne) 7
Barilla 159
Barometr 3
Barwienie tkanin 134
Barwnik kadziowy 141
Barwniki anilinowe 139
— bezpośrednie 138
— indantrenowe 141
— smołowe 138—139
Batikowanie tkanin 143
Bawełna 121
— merceryzowana 122
— strzelnicza 114—115
Befszyk 77—78
Benedyktyn 106
Benzen (benzol) 262
Benzol (benzen) 139, 262
Benzyna 22
Beri-beri (choroba) 76
Białko 50
— jaja kurzego 55
— roślinne 44
— — z pszenicy 55
Białoskórnictwo 129
Bielenie chemiczne 132—133
— kości słoniowej 134
— na słońcu 132
— piór 134
— włosów ciemnych 134
— włókien 132—133
Bimetalizm 219—220
Blenda cynkowa 222
— smolista 213
Błękit pruski 135
Błonica 53
— surowica 53
Błonnik (celuloza) 64—65, 149
— siarczynowy 153—154, 156
— sodowy 153—154
Błony fotograficzne 120
Boksyt 251
Braunsztyn 165
Brom 44

Bronz glinowy 251
Bronz (spiż) 253
Bromek srebrowy 198
Brytanja (metal) 255
Brzezka piwna 94
Brzeczkwanie 94
Bukiet (zapach wina) 90
Butan 20

C

Cegła 189
— ogniotrwała (szamotowa) 191
— wapienno-piaskowa 189
Cellit 120
Celuloid 120
Celuloza p. błonnik
Cement 190
— ze szlaki 191
Cementacja 224
Cerata 148
Chablis r. 1862 (wino) 90
Cherry (wino) 90
Chinina 259, 264—265
Chinolina 264—265
Chleb pytlowy 83
— razowy 83, 88
— żytni 88
Chlor 132, 169
Chloral 266
Chloran potasowy 118—119
Chlorek amonowy 167
— bielący p. chlorek wapna
— cynowy 137
— potasowy 43
— rtęciowy (sublimat) 270
— sodowy 167
— srebrowy 198—199
— wapna 132
— wapniowy 133, 169
Chlorofil 34
Chloroform 267
Chlorowodór 164

Chmiel 94
 Choroba angielska (rachitis) 76
 — cukrowa 66—67
 Chrom 257
 Chromian ołowiu 146
 Ciała białkowe 50
 — białkowe nierozpuszczalne 51
 — — rozpuszczalne 51
 — — sztuczne 54—55
 Ciała ciepłota 9
 Ciemnia optyczna 200
 Ciepłota ciała 9
 Cjanek żółty p. żelazocjanek potasowy
 Cukier buraczany 70
 — gronowy 62, 66
 — klonowy 103
 — krochmalowy 68
 — mleczny 51, 89
 — trzcinowy 69, 89
 — w moczu 66
 — wyrób 71—72
 Cukry 65
 Cyna 137
 Cynk 248
 Cyrkon 258
 Częsteczka (molekuła) 20
 Czernidło do obuwia 39
 Czerwień alizarynowa 136
 — anilinowa 134
 — Kongo 138
 — turecka 138
 Czerwono-fioletowa moweina 139

D

Dagerotypy 201
 Deflegmator 96
 Dekstryna 68
 Denaturat p. spirytus skażony
 Destylacja 21
 — sucha 26

Diabetes 66
 Diastaza 94
 Djeta białkowa 66—67
 Dmuchawka tlenowo-acetylenowa 32—33
 Dobywanie żelaza 223
 Drobina p. częsteczka
 Drożdże 83, 88
 — prasowane 83, 97—98
 Druk pigmentowy 207
 — wzorzysty tkanin 143
 Drzewa barwiące 143
 Drzewo czerwone p. wiórki pernambuko
 — mangrowowe 128
 — niebieskie p. wiórki kampe-szowe
 Dukaty 219
 Duraluminum 251—252
 Dwuoksyanttrachinon 142
 Dwutlenek siarki 28, 133, 155
 — węgla (kwas węglowy) 7-8, 28—29, 155, 223
 Dwuwęglan amonowy 167
 — sodowy 84, 167
 Dyfuzja 8
 Dynamit 116

E

Eau de Javelle p. podchloryn sodowy
 Elektroliza 157, 169, 250
 Elektromagnes 252
 Eliksir do zębów 270
 Emanacja radowa 213
 Ergosteryna 76
 Esencja octowa 108
 Etan 19—20
 Eter 266
 — naftowy 21
 Etery owocowe sztuczne 105
 Estry 90
 Eugenol 145

F

Fajans 194
 Farba cukrowa (karmel) 68
 Farbaniebieska (ultramaryna) 132
 Farbkowanie żelazny 132
 Farby malarskie 136
 — mineralne 146
 — olejne 147
 Fenacetyna 265
 Fenol (karbol) 117, 139, 269
 Fermentacja 88
 — alkoholowa 89
 — dolna 95
 — drożdżowa 81
 — górna 95
 Fibryna p. włóknik
 Fiolet metylowy 271
 Fiołki 145
 Flegma 96
 Floreny złote 219
 Fluorescencja 211
 Folusz 121
 Fosfor 4
 — (przemiana żółtego fosforu na czerwony) 11
 Fosforan wapniowy 74
 Fosforany 37
 Fosforyty 39—40
 Fotografia 198
 — barwna 208
 Fryszerka p. proces świeżenia
 Fuksyna 140, 271
 Funt szterlingów 218
 Futra garbowanie 130

G

Galusan żelazowy 143
 Galasówka 137
 Galman p. kadmja
 Galwanoplastyka 250
 Gambir 128
 Garbarstwo 126—127

Garbnik 126, 128
 Garbowanie alunem 130
 — chromem 130
 Gaszenie wapna 158
 Gatunki żelaza 223—224
 Gaz (powstanie nazwy) 15
 — bagienny p. metan
 — błotny p. metan 245
 — generatorowy 245
 — piorunujący 6—7, 32
 — świetlny 26—28
 — — wpływ na rośliny 28
 Gazy szlachetne 7
 Gąbki skamieniałe 40
 Gąsienica jedwabnika 125
 Generator 245
 Germanina p. preparat Bayera
 Gips p. siarczan wapniowy
 Gleba
 — bakterje 37
 Glejta ołowiana 147
 Gliceryna 16, 146
 Gliceryniany tłuszczowe 172
 Glin (aluminjum) 248—249, 251
 Glina 188
 — ogniotrwała (szamota) 27
 Glinka (tlenek glinowy) 136
 Gluten 81
 Gniazdo os 152
 Gorzalka 96
 Gotowanie 77
 Gruba Berta (działo) 113
 Grupa nitrowa 110
 Gruzlica (laseczniki) 140
 — skórna 212
 Grzybek kefirowy 92
 Guano peruwjańskie 40
 Guldeny 219

H

Haber 46
 Hartowanie 223
 Heksan 20

Hel 7
 Higjena 270
 Holender (maszyna) 150
 Hormony 58
 Hubka 11
 Hydrochinon 203

I

Ił 188
 Indygo 140
 — sztuczne 139, 141
 Indygowiec 141
 Infekcja p. zakażenie
 Instytut radowy 214
 Insulina 67—68
 Ircha 129

J

Jaja na twardo (strawność) 57
 Jarstwo (wegetarjanizm) 85
 Jedwab 121—122
 — naturalny 125
 — octanowy 124
 — sztuczny 122, 124
 — wiskozowy 124
 Jedwabnik 125
 Jęlczenie olejów 147
 Jęczmień 93
 Jod 47
 Jodek srebrowy 198
 Jodła biała 156
 Jodoform 267—268
 Jonon 145

K

Kadmja (galman) 254
 Kadź (kąpiel barwiąca) 141
 Kalafonja 151, 177
 Kalcynowanie 166
 Kalorje 87
 Kamfora 118, 145
 Kamień piekielny p. azotan sre-
 browy
 — ozdobny sztuczny 186—187

Kamionka 192
 Kaolin 195
 Karbid p. węglík wapniowy
 Karbol p. fenol
 Karbonizacja 123
 Karmel 68
 Kartofle 64
 Katalizatory 24, 162
 Katechu 128
 Kazeina (sernik) 51
 Kąpiel barwiąca (kadź) 141
 Kiła (syfisy) 272
 Klej 55
 — kostny 39
 Klejenie papieru 149
 Klisze barwoczułe 206
 — suche 204—205
 Klon cukrowy 102
 Knot do świec 17
 Kobalt 146
 Kokaina 259
 Koks 27, 232
 Kolej szynowa 236
 Kolodjum 117—118, 203
 Koniak 97, 105
 Koniczyna 37
 Koniina 264
 Komórki drożdżowe 81
 Kopra 175
 Kora dębowa 94, 127
 — jodłowa 127
 — orzecha włoskiego 127
 — sosnowa 127
 Korozja 257
 Koszynila 137
 Koszulka gazożarowa 31
 Kości skłád 39
 — słońowej bielenie 134
 Krakowanie 23
 Krapp (marzanna farbierska)
 141—142
 Krążenie krwi (szybkość) 9—10
 Kreda 157

Krew 9, 53
Krezol 271
Krochmal (skrobia) 62—63
Kryolit 188
Krypton 7
Krzem 240, 257
Krzemian 181
— glinowy 191
— podwójny wapniowo-glinowy 230
— sodowy (szkło wodne) 180
Krzemionka 182
Krzeziwo 11
Ksenon 7
Kuchnie gazowe 29
Kuchy 54
Kumaryna 145
Kumys 92—93
Kurkuma 61
Kwas azotowy (saletrzany) 45, 48, 161, 198
Kwas benzoesowy 263, 270
Kwas borny 182
— fosforowy 5, 41
— karbolowy 268, 270
— krzemowy (piasek kwarcowy) 180
— krzemowy (krzemionka) 182
— linolowy 147
— mleczny 52
— octowy 106, 108
— — z karbidu 109
— oleinowy 146
— piekarski (zakwas) 82
— pikrynowy 117
— saletrzany p. kwas azotowy
— salicylowy 271
— siarkawy 29, 161
— siarkowy 28, 29, 161, 163, 222
— — kontaktowy 162
— solny 56, 164
Kwas węglowy p. dwutlenek węgla

Kwasoród p. tlen
Kwasy tłuszczowe 16, 176
— — oleinowy 16
— — palmitynowy 16
— — stearynowy 16
Kwaśny siarczyn wapniowy 155
Kwaśny zaczyn 82
Kwebracho (drzewo) 128

L

Laki barwne 136
Lakierowanie 147
Lampa elektryczna łukowa 32
Laseczniki gruzlicy 140
Lasowanie wapna 32, 158
Len 121, 152
Leżak (piwo letnie) 96
Likier kminkowy 106
Linoleum 148
Liry włoskie 219
Liwr 219
Lokomotywa (pierwsza) 237
Lustra szklane 184
Lyzol 271

Ł

Łańcuchy węglowe 260—261
Ług sodowy 174
— mydlarski 172
— pokryształizacyjny 47
— potasowy 110, 174
— sodowy 174
Łuk elektryczny 32
Łuska ryżowa 76

M

Madera (wino) 90
Majolika 194
Malaga (wino) 90
Malarstwo 146
Malowanie porcelany 197

Malvasier (wino) 90
 Mangan 240—241
 Margaryna 60—61, 175
 Marki niemieckie 221
 Marmur 157
 Marzanna farbiarska 141—142
 Masa drzewna 153
 Masło 60
 — kokosowe 175
 — sztuczne 60
 Maż pogazowa 105
 Mąka fosforowa (tomasówka)
 39—40, 243
 — kostna 39
 — pszenna najprzedniejsza
 (skład) 64
 — żytnia (skład) 64
 Melasa 72, 170
 Mentol 270
 Merceryzacja bawełny 123
 Metale nieszlachetne 215
 — szlachetne 215
 Metan (gaz błotny) 19—20, 245,
 260
 Miech kowalski 226
 Miedziankit 119
 Miedź 248
 Mierzwienie 38
 Mięso gotowane 78
 Migdały gorzkie 145
 Miód 92
 Mleczan potasowy 84
 Mleko (skład) 51—52
 — kobiece 52
 — migdałowe 61
 — wapienne 127
 — zsiadłe 51
 Mocz 51
 Mocznik 45, 51, 266
 Molekuła p. cząsteczka
 Molibden (metal) 258
 Morfina 259
 Mosiądz 254

Moszcz winogronowy 89
 Moweina 139
 Mycoderma aceti p. bakterja
 octowa
 Mydło 157, 172—174
 — miękkie (maziste) 174
 — ołowiane 178
 — twarde 174
 — wapienne 177
 — wygładzone 175
 — wysalanie 175
 — żywiczne 177

N

Naczynia kwarcowe 185
 Nadboran sodowy 134
 Nadtlenek manganu 165
 — ołowiu 6
 — wodorowy (woda utlenio-
 na) 134
 Nafta 17
 Naftalina 139
 Nalewki 105
 Napoje bezalkoholowe 91
 Napój ze skórek jabłek 91
 Nawozy do kwiatów 49
 — sztuczne 38
 Nawożenie 35
 Neon 7
 Neradol 129
 Nitroblonnik (nitroceluloza) 110
 Nitroceluloza p. nitroblonnik
 Nitrogliceryna 116
 Nitrum p. saletra
 Nowe srebro 255

O

Ocel 106—107
 — drzewny 108
 — spirytusowy 108
 — winny 106
 — zwyczajny biały 108

Oceł zwyczajny ciemny 108
Octan wapniowy 109
Odbarwianie wina czerwonego 39
Odchody (kał) 58
Oddychanie 1
Odfosforowanie żelaza 241—242
Odtlenianie związków (redukcja) 222
Odwołanie skóry 126
Odżywianie się roślin 34
Ogień grecki 10, 111
Ogrzewanie generatorowe 246
Okowita 100
Oksydacja p. utlenianie
Oksygenium p. tlen
Olej bawełniany 61, 147
— fuzłowy 101
— kokosowy 61, 176
— lniany 146
— łogowy (sezamowy) 61
— palmowy 176
— rzepakowy 17
Oleje nieschnące 146—147
— półschnące 147
— schnące 146—147
Olejek cynamonowy 145
— cytrynowy 145
— goździkowy 145
— miętowy 145
— kminkowy 145
— koprowy 145
— miętowy 270
— terpentynowy 145
Oleomargaryna 61
Oliwa (do palenia) 17
Ołów 6, 155
Opium 259
Orzech kokosowy 175
Osm (metal) 258
Osramówki 258
Otręby (skład) 64
Owocnia 176
Ozon 24—25

P

Pachnidła sztuczne 145
Palenisko regeneracyjne 183
Palnik Bunzena 29—30
Papiernictwo 148—152
Papirus 148
Parafina 16, 23
Pasta do zębów 270
Patyna 254
Pensy 218
Pentan 20
Pepsyna 56
Peptony 56
Pergamin 131, 148
Pernambuko 148
Pęcznienie skór 126
Pędzenie gorzałki 96
Piasek kwarcowy (kwas krzemowy) 180
Piec elektryczny 251
— kowalski 226—227
— pancerny 233
— płomienny 234
— szachtowy 227—228
Pieczenie 81
Pieczywo białe (pszenne) 98
Pierścień benzenowy 262
— pirydynowy 264
Pierwiastki chemiczne 18
Pietrasznik płamisty 264
Piór bielenie 134
Piorunian rtęci 113
Pirydyna 264
Piryt p. siarczek żelaza
Piwa wartość odżywcza 87—88
— wyrób 93—94
Piwo do wyszynku (zimowe) 96
— jasne 96
Placki palmowe 176
Plaster 178
— angielski 179
— lepki 178
Platyna 215

Platynocjanek barowy 211
 Pleśnienie 88
 Plwocina 139
 Płodozmian 36
 — prawidłowy 38
 Płomień (istota) 14
 — gazowy 29
 Płyty kolodjonowe 203
 Pocenie skór 126
 Podchloryn sodowy (eau de Javelle) 133
 Podkład rtęciowy do luster 184
 — srebrny do luster 184
 Podpuszczka 52
 Pokost 147
 Pokostowanie 147
 Polewa 192
 Politura 148
 Popiół (skład) 35
 Porcelana 194—196
 — biskwitowa 197
 Porter 96
 Portwein 90
 Potas 251
 Potasz 159, 171
 — do ciasta 83
 Potaż żrący p. wodorotlenek potasowy
 Pot owczy 170—171
 Potrzeby żywnościowe człowieka 86
 Powietrza zużycie przez człowieka 9
 Powietrze 1
 — ciężar 1—3
 — skład 3, 7
 — skraplanie 7
 — wydychane (skład) 9
 Powinowactwo chemiczne 25
 Pożywienie chemiczne 60
 Pranie w benzynie 22
 Prasowanie papieru 150
 Prawo pieniężne 221

Preparat Bayera (germanina) 271
 Proces świeżenia (fryszarka) 231
 Proch bezdymny 110, 114
 — czarny 112—113
 — strzelniczy 46, 110, 114
 Promienie katodowe 210
 — pozafioletowe 211
 — Röntgena 209—211
 — ultrafioletowe 76
 Propan 19—20
 Proszek do zębów 270
 Proszki piekarskie 84
 Proteiny (ciała białkowe) 54
 Przeciwpepsyna 58
 Przeciwtrypsyna 58
 Próchnica 37
 Pudlowanie 224, 234—235
 Pyramidon 265
 Pyrex (szkło) 186
 Pyrogallol 204

R

Rachitis p. choroba angielska
 Racja pokarmowa 86
 Rad p. radjum
 Radjoczynność ciał 213
 Radjum (rad) 213
 Rafinacja 69
 Rak 212
 Rany gojenie 269
 Rdza p. tlenek żelaza
 Rdzewienie żelaza 5
 Redukcja 104, 222
 Regeneratory 246
 Rękawiczki glansowne 129
 Ropa naftowa 21—22
 Rosół 79—80
 Rośliny motylkowe (strączkowe) 45
 Rozpalanie ognia 10
 Roztwarzanie p. wietrzenie sztuczne
 Rzemień 126

Rubin naturalny 187
— sztuczny 187
Ruda żelazna darniowa 28
Rum 105
Rurki Geisslera 209
Ryż 76

S

Saccharomyces cerevisiae (drożdże) 89
Sacharyna 73
Sago 64
Saletra (nitrum) 47, 110
— czylijska 45, 47
— norweska 48
— potasowa 46, 110
— sodowa 46
— wapniowa 45
Salol 270
Salwarsan 272
Samos 90
Satynowanie papieru 150
Sernik (kazeina) 51—52
Serwatka 60
Siarczan amonowy 45, 48, 163
— potasowy 43
— sodowy (sól Glauberska) 161, 164
— wapniowy (gips) 41
Siarczek cynkowy 222
— żelaza (piryt) 163
— żelazowy 28
Siarczki 222
Siarczyn 154
— wapniowy kwaśny 155
Siarka 28, 162
Siemię lniane 147
Silniki Diesla 23
Skaleń potasowy 195
Skalki krzemienne 114
Skały wietrzenie 37
— złotodajne 216
Skóra chromowa 130

Skóra podeszwowa 126
— sztuczna 121
Skrapianie powietrza 7
Skrobia p. krochmal
Szlaka 40
Słoma 152
Słód 93
— wysuszany 97
— zielony 97
Smalta 146
Smażenie 77
Smoła 27
— drzewna 108
Soda 157, 160, 178
— amonjakalna 167
— bezwodna (kalcynowana) 166
— krystaliczna 166
— Leblanca 165—166
— popiołowa (barilla) 165
— żrąca p. wodorotlenek sodowy
Sole antymonowe 137
— macierzyste 47
— potasowe 43
Sosna 156
Sód 251
Sól Glauberska p. siarczan sodowy
— jadalna 43
— kamienna 43
— kuchenna 74, 110
Spalanie 10
— się węgla 223
Spawanie samorodne 33
Spirytus 96
— drzewny 108
— skażony (denaturowany) 104
— z drzewa 102
— z karbidu 103
— z ziemniaków 99—100
Sposób bessemerowski 224

Sposób Siemens-martynowski 224

— Solvaya 168

Srebro 217

Stal 233

— bessemerowska 239—240

— cementowa 237

— jednorodna 238

— nierdzewiąca 257

— niklowa 255

— odlewna 238—239

— Siemens-martynowska 247

— Thomasa 244

— tyglowa 239

— wysokoodporna 256

Stearynian gliceryny 61

St. Julien r. 1865 (wino) 90

Stop 253

Stopa srebrna 218

— złota 219

Stwardnianie olejów 177

— tłuszczów 176

Sublimat (chlorek rtęciowy) 270

Substancja kontaktowa 162

Substancje wyciągowe 78

Suchary okrętowe 81

Sulfimid kwasu benzoosowego
(sacharyna) 73

Sumak 128

Superfosfat 39—41

Surowica krwi 53

— przeciwbłonicza 53—54

Syfilis p. kiła

Synteza 5

— amonjaku 46

Syrop krochmalowy (kartoflany)
68

Szafir sztuczny 187

Szamota p. glina ogniotrwała

Szampan 91

Szlaki 230

Szmaty lniane 148

Szpat wapienny 157

Szellak 147

Szkło 180—181

— kwarcowe 186

— lustrzane 184

— łatwotopliwe 186

— mleczne 39, 188

— okienne 182

— ołowiane 186

— potasowe 182, 185

— rubinowe 187

— sodowe 185

— wodne p. krzemian sodowy

Szkorbut 76

Szmalec gęsi 16

— wieprzowy 16, 62

Sztuka mięsa 78

Szumowiny 79

Szylingi 218

Ś

Śmietanka (skład) 52, 60

Śmiernik solny 43

Śpiączka 271

Środki bielące 134

— nasenne 266—267

— przeciwgorączkowe sztucz-
ne 266

— przeciwwzakaźne 268—269

Świece 15

— łojowe 16

— stearynowe 16

— parafinowe 17

— woskowe 17

Światło gazozarowe 31

Świeżenie p. proces świeżenia

T

Talk 195

Talmigold 255

Tanina 137

Taśma fotograficzna 120

Technika palenisk 226

Temperowanie 224, 238
Terpeny 145
Terpineol 145
Tiosiarczan sodowy 133, 202
Tkanina bawełniana 122
— lniana 122
Tkaniny 121
Tlen (kwasoród) 5—6
Tlenek 223
— ceru 31
— chromowy 130, 252
— cynowy 137
— glinowy (glinka) 249
— ołowiu 6, 147, 183
— toru 31
— wodoru (woda) 10
— żelaza (rdza) 5
— żelaza uwodniony 28
— żelazowy 130, 163
Tlenki 6, 222
— azotu 48
Tłuszcz kostny 173
— wołowy 16
Tłuszczan ołowiu (mydło ołowia-
ne) 178
Tłuszcze 16, 50
— stwardnione 176—177
Tokaj (wino) 90
Toluol 117
Tomasówka (mąka fosforowa)
39—40, 42
Tombak 254
Topnik 195
Tran 60
— rybi 177
Trawienie 55—57
Trójnitrofenol 117
Trójnitrogliceryna 116
Trójnitrotoluol 115, 117
Trypsyna 57
Tuluol 139
Tymol 270
Tytan 257

U

Ugory 36
Ultramaryna p. farbka niebieska
Urzet farbiarski 140
Utlenianie (oksydacja) 6

W

Walce parzyste 235
Wanad 257
Wanilina 145
Wapniak 157
Wapń 158
Wapno lasowane 158
— palone 32, 157
— w pokarmach 74
Wartość odżywcza ziemniaków 54
— — kukurydzy 54
Wazelina 22—23
Wegetarjanizm p. jarstwo
Wełna 121
— sztuczna 122
Weronal 266
Węgiel 18
— drzewny 232
— kamienny 232
— kostny 39
— płynny 23—24
Węglan amonu 83
— potasowy 42—43
— — do ciasta 83
— wapniowy 9, 183
Węglany alkaliczne 157
Węglik wapniowy (karbid) 32
Węglowodany 50, 62
Węglowodory 18
Whisky 105
Wielki piec 227—229
Wielki przemysł chemiczny 170
Wietrzenie skał 37
— sztuczne (roztwarzanie) 41
Wigantol 76
Winian potasowy 84
Wino 89—90

- Wino owocowe 90
— szampańskie 91
— śląskie 90
Witryol żelazny 141
Wiórki kampszowe (drzewo niebieskie) 143
Wiórki pernambuko (drzewo czerwone) 143
Wirówka 60
Witamina A 77
— B p. witamina przeciwnieurytyczna
— C p. witamina przeciwskorbutowa
— D p. witamina przeciwrachityczna
— E 77
— przeciwnieurytyczna (B) 76
— przeciwskorbutowa (C) 76
— przeciwrachityczna (D) 76
Witaminy 64, 75—76
Włos ludzki sztuczny 125
Włosów ciemnych bielenie 134
Włos koński sztuczna 125
Włóknik (fibryna) 52
Włókno roślinne 121
— zwierzęce 121
Woda 10
— amonjakalna 27
— destylowana 177
— deszczowa 177
— krystalizacyjna 166
— miękka 178
— twarda 178
— utleniona p. nadtlenek wodorowy
— zwyczajna 177
Wodorotlenek glinowy 136
— potasowy (potaż żrący)
— sodowy (soda żrąca) 169
Wody mineralne 213
Wolfram (metal) 258
Wolframówki 258
Wosk pszczeli 17
Wódka zbożowa 97
Wybuch 22
Wyciągi garbarskie 128—129
Wydajność gleby (tabelka) 49
— wielkich pieców 233
Wydzielanie wewnętrzne 58
Wyjaławianie 269
Wypalanie cegły 189
Wyrób cukru 71—72
— papieru 150—152
— surowca 225
— zamszu 130
— szkła 182
Wyroby garncarskie 192
— gliniane 188
— kamionkowe 193
— szklane 183
Wysychanie olejów 147
Wytwórczość cukru (wykres) 72
— wszechświatowa jedwabiu (wykres) 125
— żelaza 225
Wywar 99
Wywoływacze 203
Wywoływanie 203
Wzory chemiczne 19
- Z**
- Zaczyn 82
Zakażenie (infekcja) 271
Zakwas 82
Zamszownictwo 129, 131
Zapach wina (bukiet) 90
Zapałki 10—12
Zapłon wstępny 115—116
Zapotrzebowanie w kalorjach 87
Zaprawa chromowa 142
— cynowa 137, 142
— glinowa 142
— mularska 157, 189
— żelazowa 142
Zaprawianie 135

Zaprawy 135
Zboże 81
Zieleń malachitowa 271
Ziemia okrzemkowa 116
Złocenie porcelany 197—198
Złoto 215—216
Zmydlenie 172
Zymaza (ferment) 89
Związki chemiczne organiczne 50
Zwierciadła metalowe 184

Ż

Żarówki elektryczne 258
Żelatyna wybuchowa 118
Żelaza dobywanie 223
— wytwórczość 225

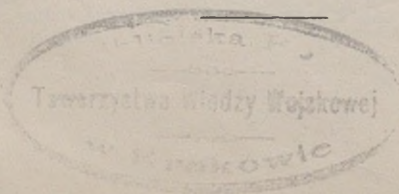
Żelaziak czerwony 242
Żelazo elektrolityczne 252
— handlowe 224
— odlewne 223
— kujne 223
— lustrzane 241
— topione 224
— w pokarmach 74
Żelazocjanek potasowy (cjanek
żółty) 135
Żółcień chromowa 146
Żużel 40
Żyto 35
Żywica 177
— lędzwiowa 271



SPIS RZECZY:

	Str
WYKŁAD PIERWSZY: Oddychanie. Ciężar powietrza. Barometr. Analiza powietrza. Tlen. Azot. Gazy szlachetne. Powietrze ciekłe. Odrębność powietrza wdychanego i wydychanego. Zachowanie ciepłoty ciała. Spalanie. Utlenianie. Zapałki	1
WYKŁAD DRUGI: Istota płomienia. Świece. Skład tłuszczów. Oleje. Nafta. Węglowodory. Oczyszczanie chemiczne. Pierwiastki. Wzory chemiczne. Atom i cząsteczka. Destylacja. Benzyna. Węgiel ciekły. Wazelina. Parafina. Wyrób gazu świetlnego oraz wytworów ubocznych. Gotowanie na gazie. Światło gazozarowe. Karbid (węglik wapniowy). Acetylen. Spawanie samorodne	14
WYKŁAD TRZECI: Odżywianie się roślin. Nawożenie. Płodozmian. Ugory. Zachowanie płodności gleby zapomocą nawozów sztucznych. Kości. Superfosfat. Tomasówka. Sole potasowe. Nawozy azotowe. Amoniak syntetyczny. Saletra syntetyczna. Azotniak wapnia. Odżywianie się ludzi i zwierząt. Białko. Tłuszcze. Węglowodany. Mleko słodkie i kwaśne. Sery. Włóknik. Surowica przeciwbłonicza. Pasza pożywna. Klej. Doświadczenia nad trawieniem	34
WYKŁAD CZWARTY: Pożywienie chemiczne. Masło. Margaryna. Tłuszcze pokarmowe sztuczne. Mąka. Odmiany cukrów. Słodzyc w owocach. Odżywianie w chorobie cukrowej. Cukier gronowy. Cukierki. Farba cukrowa. Cukier trzcinowy. Cukier buraczany. Sacharyna. Spożywanie pokarmów. Sól kuchenna. Żelazo jako składnik pokarmów. Witaminy. Cel gotowania. Zupa. Zakwas do chleba. Wypiek chleba. Proszki piekarskie	59
WYKŁAD PIĄTY: Niezbędna ilość pokarmów. Wartość odżywcza pokarmów najważniejszych. Fermentacja. Wino. Wina owocowe. Napoje owocowe bez alkoholu. Wino szampańskie. Miód. Kumys. Piwo. Słód. Spirytus. Drożdże prasowane. Żytniówka. Spirytus z kartofli. Spirytus drzewny. Wywar. Oczyszczanie spirytusu. Spirytus skażony. Spirytualja. Ocet winny, wyrób octu, ocet drzewny, aceton	85
WYKŁAD SZÓSTY: Proch strzelniczy. Ogień grecki. Piorunian rtęci. Bawełna strzelnicza. Dynamit. Kollodium. Żelatyna wybuchowa. Chlorany wybuchowe. Lakier z nitrocelulozy. Celuloid. Błony przezryste. Wełna. Bawełna. Jedwab. Wełna sztuczna. Karbonizacja. Bawełna merceryzowana. Jedwab sztuczny	110
WYKŁAD SIÓDMY: Garbarstwo. Rzemień. Odwłascianie i pęcznienie skór. Garbniki. Kory roślinne. Drzewo Quebracho. Sumak. Wyciągi garbarskie. Garbowanie ałunem. Skóra na rękawiczki. Futra. Skóra	

- chromowa. Wyrób zamszu. Skóry do prania. Pergamin. Bielenie na słońcu. Farbowanie bielizny. Bielenie chlorem. Chlorek bielący. Antichlor. Podchloryn sodowy. Kwas siarkowy. Woda utleniona. Farbiarstwo. Zaprawy. Barwniki bezpośrednie. Barwniki smolowe. Indygo. Alizaryna. Pasty do farbowania. Wyciągi z drzew barwiących. Brezylja. Drukarstwo wzorzyste 126
- WYKŁAD ÓSMY:** Malarstwo olejne. Oleje schnące i nieschnące. Olej lniany. Pokost. Lakier. Blonnik. Klejenie papieru. Substancja słomy. Bibułka drukarska. Połączenia błonnika. Prawo patentowe 146
- WYKŁAD DZIEWIĄTY:** Wapno palone. Potasz. Soda. Kwas siarkowy. Sól glauberska. Kwas azotowy. Soda krystaliczna. Soda amonjakalna. Potasz sztuczny. Popiół z melasy. Popiół z potu owczego. Mydło. Potasz żrący. Soda żrąca. Mydło maziste. Wypełnianie mydła. Mydło łojowo-żywiczne. Woda twarda i miękka. Plastry lecznicze 157
- WYKŁAD DZIESIĄTY:** Szkło. Lustro. Szkło potasowe i sodowe. Szkło kwarcowe. Sztuczne kamienie ozdobne. Szkło mleczne. Glina. II. Cegła. Zaprawa mularska. Cegła wapienno-piaskowa. Cement. Szklivo. Wyroby garncarskie. Majolika. Porcelana. Fotografia. Kamień piekielny. Chlorek, bromek i jodek srebra. Daggetotypja. Wywoływanie klisz. Talbotypja. Sposób białkowy. Mokry sposób kolodjonowy. Suche klisze bromosrebrne. Fotografowanie widma. Retuszowanie. Klisze barwoczułe. Fotografia kolorowa. Żelatyna chromianowa. Druk pigmentowy. Promienie röntgenowskie. Rad 180
- WYKŁAD JEDENASTY:** Metale szlachetne i nieszlachetne. Rudy. Złoto. Platyna. Woda królewska. Srebro. Stosunek wartości złota do srebra. Stopa złotowa. Redukcja tlenków metalicznych. Żelazo lane. Stal. Żelazo kujne. Wielkie piece. Szlaki. Koks. Proces pudłowania. Żelazo walcowane. Drogi szynowe. Cementacja stali. Stal odlewnicza. Stal bessemerowska. Żelazo zwierciadlane. Mangan. Odfosforowanie żelaza. Stal mieszana. Stal niklowa. Stal chromowa. Ogrzewanie gazowe. Zużytkowanie torfu. Zbiorniki ciepła. Cynk. Galwanoplastyka. Potas. Sód. Glin. Żelazo bez węgla 215
- WYKŁAD DWUNASTY:** Stopy. Monety. Bronzy. Patyna. Mościadź. Tombak. Nowe srebro. Alfenid. Metal Brytanja. Metal czcionkowy. Stal niklowa. Stal chromowa. Metale rzadkie. Alkaloidy. Morfina. Metan. Benzen. Pirydyna. Koniina. Chinolina. Antipiryna. Fenacetyna. Narkotyki. Chloral. Eter. Chlороform. Środki przeciwnilne. Jodoform. Kwas karbolowy. Sublimat. Mentol. Kwas benzoesowy. Kwas salicylowy. Germanina. Salwarsan 253





60139/2