

## Z historii poznania składników powietrza.

Dwa odczyty publiczne.

Przez Jana Zawidzkiego.

(Dokończenie).

Posiew, rzucony szczęśliwą ręką Blacka, wydał niebawem jeszcze obfitsze plony! Około r. 1770 pojawiły się na horyzoncie chemicznym trzy gwiazdy pierwszorzędnej wielkości, poczęli działać równocześnie trzej znakomici badacze, synowie trzech narodów, różni zarówno pod względem zajmowanych stanowisk społecznych, jak i pod względem charakterów, usposobień i zdolności, lecz dążący niezłomnie do wspólnego, jednego celu—do poznania istoty powietrza i jego składników.

Najstarszy z nich wiekiem, to namiętny szermierz religijny i zagorzały polityk. Drugi z kolei, to skromny pomocnik aptekarski, stroniący od świata, ludzi i rozgłosu, a oddany wyłącznie tylko eksperymentom chemicznym. Wreszcie najmłodszy z nich, to magnat, mąż stanu, a zarazem świecznik nauki francuskiej.

Zaczynijmy od pierwszego z nich Josepha Priestleya (1723+1804), urodzonego w r. 1723. Syn drobnego fabrykanta sukien z pod Leeds, sposobił się Priestley od lat najmłodszych do stanu duchownego. Wrodzone zdolności lingwistyczne, dzięki którym z władał on całkowicie 10-ma językami nowożytnymi i starożytnymi, zdawały się rokować mu świetną karierę w hierarchii duchownej. Niestety, jego niespokojny, niepowściągliwy charakter, jego bezwzględne i namiętne występowania w sporach religijnych stworzyły mu zbyt wielu wrogów i nieprzyjaciół. Nazbyt prędko zraził on ku sobie wiernych parafian, to też nigdzie dłużej nie zasiedział i całe życie musiał się tulać z parafii do parafii.

Przypadkowo zapoznał się Priestley w r. 1761 ze słynnym Franklinem, a znajomość ta stała się dlań pobudką do wszczęcia studyów specjalnych w zakresie fizyki. Niebawem też ukazała się w druku jego historia elektryczności, a nieco później historia optyki, które to dzieła zjednały mu rozgłos uczonego, a zarazem i stopień doktorski. W r. 1767 inny przypadek kazał mu zamieszkać w bezpośrednim sąsiedztwie browaru. Obserwując codziennie niemal wydzielanie się gazów z kadzi fermentacyjnych, powziął Priestley szczęśliwą myśl doświadczalnego zbadania tych osobliwszych substancji. Nie posiadając prawie żadnego przygotowania chemicznego, nie rozporządzając środkami materyalnemi niezbędnymi dla urzędzenia jakiegoś takiego laboratorium, oddał się od tym studyom z namiętnością i bezwzględnością, właściwą jego charakterowi. Szczęśliwy traf zapoznał i zaprzyjaźnił go w trakcie tego (1773) z lordem Shelbo-

urne, który nietylko zaofiarował mu wygodne stanowisko swego kapelana i towarzysza, lecz zarazem dostarczył mu środków materialnych na urządzenie odpowiedniej pracowni chemicznej.

Prawie lat 10 prowadził Priestley swe studia nad gazami, których wyniki zestawiał w 6-cio tomowym dziele zatytułowanym: „Doświadczenia i obserwacje nad różnymi gatunkami powietrza”. W trakcie tego poróżnił się on jednak z lordem Shelbourne, porzucił swe badania naukowe i oddał się ponownie sporom i polemikom teologicznym, któremi wypełnił przeszło 80 voluminów. Nadto wmieszał się w agitację polityczną na rzecz rewolucji francuskiej, czem do tego stopnia oburzył przeciwko sobie ludność miasta Birmingham, iż ciemne tłumy pospólstwa zniszczyły jego domostwo, spaliły jego cały dobytek wraz z cenną biblioteką oraz pracownią chemiczną. Prześladowany na każdym kroku przez inteligentne sfery własnego społeczeństwa, musiał Priestley opuścić ziemię ojczystą i w r. 1794 wyemigrował do Stanów Zjednoczonych, gdzie jako skromny rolnik, w ciszy preryi amerykańskich, dokonał swego burzliwego żywota w r. 1804.

Swe badania nad gazami rozpoczął Priestley od powtórzenia doświadczeń Blacka i Cavendisha nad bezw. węglowym oraz wodorem. W trakcie tych eksperymentów poczynił on wiele nowych postrzeżeń nad własnościami pomienionych dwóch gazów, a jednocześnie odkrył nowy gaz, zwany dziś tlenkiem azotu. Mieszając zebrany nad wodą tlenek azotu ze zwykłym powietrzem, zauważył on znaczne zmniejszenie się objętości tego ostatniego. Zarazem zauważył on, iż pozostała część zwykłego powietrza nie podtrzymywała ani procesów gorzenia, ani też procesów oddychania. Ztąd wywnioskował Priestley, iż tlenek azotu przedstawia dogodny środek oznaczania dobroci powietrza, czyli jego przydatności dla procesów oddychania.

To było pierwszym ważniejszym odkryciem Priestleya w dziedzinie chemii ciał gazowych. Za nim nastąpiły inne nieporównanie donioślejsze. W sierpniu 1774 r. odkrył on, iż t. zw. czerwony tlenek rtęci, nagrzany do wysokich temperanur, rozkłada się na rtęć metaliczną, wydzielając jednocześnie gaz, który z tlenkiem azotu tworzy czerwone pary pochłaniane w zupełności przez wodę.

Badając dokładniej własności tego gazu, przekonał się Priestley, iż podtrzymuje on oddychanie zwierząt znacznie lepiej, aniżeli zwykłe powietrze. Ciała palne spalają się w nim nieporównanie szybciej i gwałtowniej niż w powietrzu atmosferycznym. Tak np. drzazga tlejąca zapala się natychmiastowo płomieniem.

W gazie tym, nazwanym przez się powietrzem deflogistowanym, t. j. pozbawionem flogistonu, poznał Priestley tę część składową powietrza zwykłego, która podtrzymuje procesy oddychania i gorzenia. Jest to przeto ten sam gaz, który John Mayow odkrył już w r. 1668 i nazwał go powietrzem saletrzanem, a który obecnie zwiemy tlenem.

Prawie jednocześnie wydzielił Priestley i drugi składnik po-

wietrza, mianowicie azot, odkryty uprzednio przez Rutherforda. Prócz tego w ciągu dalszych swych studyów odkrył on jeszcze 6 innych gazów, których własności i zachowanie się zbadał dokładnie.

Nie będąc z powołania chemikiem, a tylko amatorem eksperymentatorem, Priestley odkryć tych nie wyzyskał należycie pod względem teoretycznym. Dla niego istniały tylko gołe fakty doświadczalne, które też gromadził z gorączkowym niemal pośpiechem. Ujęcie tych faktów w pewną całość, wysnucie z nich ogólniejszych wniosków teoretycznych przechodziło jego możność.

Prócz odkrycia tylu nowych substancji gazowych winniśmy Priestleyowi wydoskonalenie techniki badań doświadczalnych nad temi ciałami. On to wprowadził do pracowni chemicznych t. zw. wannę pneumatyczną, on pierwszy zastosował rtęć przy badaniach nad gazami, pochłanianymi przez wodę. Rysunki, wyjęte z dzieł Priestleya, dają nam niejakię pojęcie o stosowanych przezeń naczyniach i aparatach pnenmatycznych.

Nieco wcześniej od Priestleya zajął się badaniami nad powietrzem Karol Wilhelm Scheele (1742+1786), urodzony w r. 1742 w miasteczku Stralsund w Pomeranii szwedzkiej. Syn dość zamożnego kupca, z kolei siódmy z pośród jedenaściorga rodzeństwa, uczył się początkowo do szkoły prywatnej, a następnie do gimnazjum miejscowego. Jednakże nauki teoretyczne bynajmniej nie nęciły młodego Scheelego. Zamiłowany od dzieciństwa w zajęciach praktycznych, zwłaszcza w malarstwie, tokarstwie i stolarstwie, zainteresował się on bardzo wcześniej chemią i farmacją. Dogadzając własnemu jego żądaniom, odebrał go ojciec z gimnazjum i w 14-ym roku życia umieścił w aptece swego przyjaciela Bauch a w Gottenborgu. Apteka Bauch a była, jak na owe czasy, dostatnio zaopatrzoną nietylko w liczne odczynniki chemiczne, lecz również i w cenne dzieła chemiczne. Tam to zapoznał się Scheele poraz pierwszy ze znakomitymi kursami chemii Lemeryego i Boerhaava, z wykładami Neumanna, zarówno jak i z laboratorium chymicum Kunkela. Książki te wraziły się w jego młodociany umysł, i rozbudziły w nim zapal do studyów chemicznych. Ukradkiem, w tajemnicy przed towarzyszymi, spędzał on godziny wieczorne oraz noce całe na przerabianiu doświadczeń opisanych w dziełach Kunkela i Neumanna.

Eksperymentując w ten sposób, bez wyraźnego celu i określonego planu, zdobył Scheele podczas ośmioletniego pobytu w Gottenborgu olbrzymi zasób wiadomości praktycznych z chemii. Wykonując bezładnie, niesystematycznie tysiące doświadczeń i operacji, zauważył on i odkrył mnóstwo rzeczy, które najczęściej uchodzą uwadze systematyków. Prawie z każdym z produktów chemicznych, które w owym czasie dostały się do rąk jego, wiąże się to lub inne z jego późniejszych odkryć.

Przeszedłszy w r. 1765 do apteki Kjellströma w Malmö, Scheele uprawiał już w podziw, zarówno towarzyszy, jak i pryncypała, rozległością swych wiadomości chemicznych. Tem niemniej ani na chwilę nie ustawał on w pracy eksperymentalnej.

Z Malmö przeniósł się Scheele początkowo do Stockholmu, a następnie w r. 1770 do Upsali, gdzie się zapoznał i zaprzyjaźnił ze sławnym prof. chemii, Torbenem Bergmannem. Znajomość ta wywarła dodatni wpływ na rozwój geniuszu Scheelego, zwłaszcza na skrytykowanie i sformowanie się jego pojęć teoretycznych.

Lecz i w Upsali nie długo zasiedział się Scheele. Po pięcioletnim pobycie, w trakcie którego wykończył najobszerniejszą swą pracę nad powietrzem i ogniem, zapragnął on ponownie ciszy i spokoju. Jego melancholijny nastrój nie mógł się pogodzić z roztargnieniami wielkomięskimi. Odrzucając liczne zaszczytne propozycje, jakie mu w owym czasie czyniono, odrzucając ofiarowywane sobie katedry chemii w Berlinie i Anglii, ucieka on do głuchej prowincyi i w r. 1775 obejmuje zarząd apteki w ustronnej mieścinie Köping. Tam to, zdala od świata naukowego, w ciszy i spokoju, oddaje się on całkowicie swym ulubionym studjom doświadczalnemu. Tam też, nabawiwszy się podczas eksperymentowania w nieopalonej szopie ciężkich dolegliwości podagrycznych, kończy pracowity swój żywot w r. 1786, mając zaledwie lat 43.

Scheele był niewątpliwie jednym z najgenialniejszych eksperymentatorów chemików, jakich wydała ludzkość. Prawdopodobnie ani przed nim, ani po nim żaden ze śmiertelnych nie dokonał tylu samodzielnych doświadczeń. Poczynając od 15-go roku życia, zajęcia laboratoryjne pochłaniały wyłącznie jego czas, jego zmysły i jego umysł. Szczęśliwym czuł się on tylko w otoczeniu swych chemikaliów podczas eksperymentowania. Poza tem wszystko inne mało go obchodziło—nie przedstawiało dlań ani uroku ani wartości. To też, jako chemikowi eksperymentatorowi, Scheelemu wszystko się udaje. Najtrudniejsze problemy i zagadnienia rozwiązuje on z pomocą środków nadzwyczaj prostych. Kilka retort i tygli, kilka butelek od piwa i pęcherzy wołowych stanowiło całe jego laboratorium. Zręczność, bajeczna pewność ręki zastępowały mu resztę. Z tymi pierwotnymi środkami i narzędziami dokonał on najdelikatniejszych doświadczeń, odnalazł najbardziej skryte i nieuchwytnie pierwiastki. Nie było takiego ciała, którego dotknąwszy się, nie dokonałby Scheele nowego odkrycia. Żaden z chemików nie odkrył tylu nowych pierwiastków, nie otrzymał tylu różnorodnych związków co Scheele!

Już w trakcie pierwszych swych doświadczeń samodzielnych wykrył Scheele różnicę pomiędzy saletrą zwykłą i przepaloną, już wówczas zebrał gaz, wydzielający się podczas przepalania saletry. Nieco później, lecz w każdym razie przed rokiem 1773, otrzymał Scheele tenże sam gaz, będący niczem innym jak tlenem, innymi sposobami, przyczem zbadał dokładniej jego własności. Wyniki tych badań ogłosił on łącznie dopiero w swej wielkiej pracy o powietrzu i ogniu, która ukazała się w druku zaledwie w r. 1777. W tej to rozprawie dowodzi Scheele, iż powietrze atmosferyczne przedstawia mieszaninę dwóch gazów, mianowicie t. zw. powietrza ogniowego czyli tlenu z powietrzem zepsutem czyli azotem. Jedynie powietrze ogniowe podtrzy-

muje procesy spalania i oddychania. Spalając w powietrzu zwykłym fosfor lub wodór, można zeń usunąć tlen i tym sposobem oznaczyć jego ilość. Tą drogą znalazł Scheele, iż mniej więcej  $\frac{1}{3}$  część powietrza zwykłego składa się z tlenu, zaś  $\frac{2}{3}$  z azotu.

Powietrze ogniowe czyli tlen, otrzymał Scheele w stanie czystym najrozmaitszymi sposobami, jako to: prażeniem w zamkniętych naczyniach saletry, węglanu srebra, węglanu rtęci, czerwonego tlenku, rtęci, oraz azotanu magnezu. Mieszając następnie jedną część otrzymanego tą drogą tlenu z 4 częściami powietrza zepsutego czyli azotu, otrzymał on powietrze sztuczne, niczem nie różniące się od atmosferycznego. Umieszczając w tem sztucznym powietrzu, zarówno jak i w atmosferycznym, różne owady, jako to muchy i pszczoły, przekonał się, iż, po pochłonięciu powstałego bezw. węglowego, pozostałe  $\frac{2}{3}$  części gazu przedstawiały azot. A zatem tylko tlen jest w stanie podtrzymywać procesy oddychania.

Dalej wykrył Scheele, iż procesy zwapniania czyli rdzewienia metali polegają na łączeniu się tych ciał z tlenem powietrza.

Również i drugi składnik powietrza atmosferycznego, t. zw. przezeń powietrze zepsute czyli azot, wydzielił on w stanie czystym, rozkładając srebro piorunujące. Wreszcie znalazł on, iż azot jest nieco lżejszy od tlenu oraz, iż zwykły amoniak przedstawia połączenie azotu z flogistonem, czyli z wodorem.

Z tych pięknych odkryć i postrzeżeń Scheele nie wyciągnął ogólniejszych wniosków, nie zbudował na ich zasadzie nowej, ogólnej teorii procesów gorzenia czyli utleniania.

Dokonał tego dopiero nieśmiertelny Lavoisier! Koleje losów tego znakomitego badacza są nazbyt dobrze znane szerszemu ogółowi inteligentnemu, bym się nad nimi szerzej rozwodził. Przyjmuje tylko w krótkości najważniejsze dane z jego życia. Antoine Lavoisier (1743+1794) urodził się w Paryżu w r. 1743. Ojciec jego dorobił się na przedsiębiorstwach handlowych znacznej fortuny, to też nie szczędził trudów i kosztów na staranne wykształcenie swego ukochanego jedynaka. Początkowe nauki odebrał Lavoisier w znanym kolegium Mazarina, wyższe zaś studia w słynnej Sorbonnie. Tam to zapoznał się on gruntownie z matematyką i astronomią pod bezpośrednim kierownictwem Abbé de La Caille, z botaniką pod światłym przewodnictwem Bernarda de Jussieu, z którego szkoły wyszli najlepsi z ówczesnych chemików francuzkich. Tym sposobem otrzymał Lavoisier przygotowanie naukowe, o jakim nie mógł marzyć ani Priestley ani też Scheele.

Mając tak znakomitych przewodników w różnych dziedzinach wiedzy, Lavoisier nie mógł się początkowo zdecydować na wybór przedmiotu swych studiów specjalnych. Pierwsze prace samodzielne rozpoczął w r. 1763 w dziedzinie geognozyi, pomagając Guettardowi w ułożeniu karty geologicznej Francyi. Następnie badał zjawiska krzepnięcia gipsu palonego, a wreszcie zajął się rozwiązaniem zadania konkursowego, dotyczącego najlepszych sposobów oświetlania ulic. Już podczas pracy nad tem zadaniem wykazał on

niezwykłą wytrwałość oraz przenikliwość, które cechowały wszystkie późniejsze jego badania naukowe.

Gruntowna praca nad oświetleniem nie tylko przyniosła mu pierwszą nagrodę, lecz zarazem zwróciła nań uwagę świata naukowego, skutkiem czego Akademia Nauk zaliczyła go już w r. 1768 w poczet swych członków rzeczywistych. Jednocześnie niemal otrzymał Lavoisier intratne stanowisko fermiera jeneralnego, czyli odpowiedzialnego poborcy podatków państwowych. Tym sposobem zyskał on olbrzymie środki materyalne, których w następstwie nie szczędził na cele naukowe.

Mniej więcej koło tegoż roku 1768 rozbudziło się w nim zamiłowanie do doświadczalnych badań chemicznych, którym od tej pory poświęcał wszystkie swój czas wolny od zajęć obowiązkowych, czas, który większość śmiertelników zwykła obracać na przyjemności oraz rozrywki towarzyskie.

W r. 1771 wszedł Lavoisier w związki małżeńskie z panną Paulze, córką fermiera jeneralnego. W niej znalazł on wierną towarzyszkę życia, a zarazem dzielną współpracowniczkę w swych studiach naukowych.

W r. 1776 rząd francuski zamianował go głównym dyrektorem państwowych fabryk prochu i saletry. Działalność swą na tem stanowisku zaznaczył Lavoisier znakomitym wydoskonaleniem wyrobu prochu, skutkiem czego proch francuski zyskał sławę jednego z najlepszych. Podniósł on również wyrób asygnat państwowych, a nadto był jednym z najczynniejszych organizatorów komisji, opracowującej nowy system miar i wag metrycznych. Wreszcie brał czynny udział niemal we wszystkich komisjach rządowych, opracowujących ważniejsze kwestye natury technicznej, naukowej lub administracyjnej.

Zapoznawszy się na stanowisku fermiera jeneralnego z zasobami ekonomicznymi kraju, z potrzebami materyalnemi ludzkości, zarówno jak i z wadami panującego systemu podatkowego, zebrał on olbrzymi materiał statystyczny, dotyczący tych kwestyi. Materiał ten, opatrzoney cennemi uwagami i spostrzeżeniami, zestawił Lavoisier w dziele, traktującym o bogactwach terytoryalnych Francji, które Zgromadzenie Narodowe postanowiło wydać kosztem państwa.

Już tych kilka danych wystarczy, by dać pojęcie, jak rozległa, jak wszechstronna, jak płodna była działalność Lavoisiera. Zarówno jako mąż stanu, jako sumienny administrator oraz genialny uczoney oddał on swej ojczyźnie nieocenione usługi. Tem niemniej padł on ofiarą ślepych namiętności politycznych, ofiarą krwiożerczych instynktów słynnego Robespiera.

Skutkiem niecnego oskarżenia, wytoczonego poborcom podatkowym, trybunał rewolucyjny skazał na śmierć 28 byłych fermierów, jeneralnych, w ich liczbie i Lavoisiera. Ze spokojem i rezygnacją poniósł on dnia 8 maja 1794 r. swą genialną głowę pod nóż gilotyny.

Rozpatrzmy obecnie prace Lavoisiera nad powietrzem i procesami spalania, prace które imię jego uczyniły nieśmiertelnem.

W r. 1772 złożył Lavoisier Paryzkiej Akademii Nauk pakiet zapieczętowany treści następującej: „Przed kilku dniami odkryłem, iż siarka, spalając się, tworzy kwas, przyczem jej waga zwiększa się; toż samo dzieje się i z fosforem. Ten przyrost na wadze jest skutkiem pochłaniania znacznych ilości powietrza. Metale, podane zwapnianiu, także zyskują na wadze. Przekonałem się, iż ten ich przyrost na wadze powodowany jest również pochłanianiem powietrza. W rzeczy samej, prażąc w zamkniętych naczyniach wapno metaliczne wraz z węglem, obserwujemy, iż procesowi redukcji czyli zamiany na metale towarzyszy wydzielanie się nowszych ilości powietrza”.

Wypowiedziana w tych kilku zdaniach myśl zasadnicza, iż powietrze bierze czynny udział zarówno w procesach spalania jak i procesach utleniania metali, stała się odtąd ideą przewodnią wszystkich późniejszych prac Lavoisiera. Wdrożony przez uprzednie studenta do ścisłych pomiarów fizycznych, zaopatrzonego w najdelikatniejsze przyrządy i aparaty własnego pomysłu, wreszcie uzbrojony w wagę bajecznej czułości, przystępuje do systematycznego wypełnienia programu, nakreślonego w pomienionej notatce.

Już w r. 1774 komunikuje on Akademii Nauk, iż nagrzewając stopioną cynę w szczelnie zamkniętych retortach, zauważył znaczne zmniejszenie się objętości powietrza, wypełniającego retortę, zarazem jednak zwiększenie się wagi cyny. Przyrost na wadze cyny odpowiadał w zupełności wadze powietrza, które wpadało do retorty po jej otwarciu. Ztąd wnosi Lavoisier, iż cyna zwapnia się skutkiem pochłanianego powietrza.

W tej pierwszej pracy nie zdaje on sobie jeszcze sprawy z tego, czy wszystko powietrze, czy też tylko pewna jego część bierze czynny udział w procesach zwapniania metali. Lecz oto Priestley odkrywa w r. 1774 tlen, a Lavoisier natychmiast pojmuje zasadniczą doniosłość tego odkrycia. W rok później przedstawia on Akademii nową pracę, w której już dowodzi, że procesy zwapniania metali polegają na ich łączeniu się z tlenem powietrza. Dowodzi to faktami następującymi: czerwony tlenek rtęci, prażony w wysokiej temperaturze, rozkłada się na tlen i rtęć metaliczną. Prażony natomiast z węglem, wydziela zamiast tlenu bezw. węglowy. A zatem bezw. węglowy przedstawia połączenie węgla z tlenem. Wobec tego zaś, iż wszystkie tlenki metaliczne, prażone z węglem, wydzielają również bezw. węglowy, zamieniając się na metale, więc i one przedstawiają połączenia metali z tlenem powietrza. W tymże samym roku dokonał Lavoisier spalania dyamentu i wykazał, że jedynym produktem owego spalania jest bezw. węglowy.

W r. 1777 ogłosił on badania szczegółowe nad spalaniem fosforu i siarki, któreimi dowiódł, iż fosfor spala się na bezw. fosforowy, zaś siarka na bezw. siarkawy. Ten ostatni, łącząc się z większą ilością tlenu, tworzy bezw. siarkowy czyli siarczany. A zatem oba te

kwasy różnią się tylko względną zawartością tlenu. Podobny stosunek zachodzi również między tlenkiem azotu, a kw. azotowym.

Z tych badań wyciąga Lavoisier ogólny wniosek, iż metale łącząc się z tlenem, dają wapna metaliczne czyli tlenki, zaś pierwiastki niemetaliczne tworzą z tlenem połączenia natury kwasowej. Tlen jest przeto stałym składnikiem kwasów, wobec czego nazywa go Lavoisier oxygène, czyli kwasorodem. Że zaś sole przedstawiają połączenia tlenków metalicznych z kwasami, więc i one zawierają tlen. Posiłkując się swoją czułą wagą, Lavoisier pierwszy oznaczył ilości tlenu, wchodzące w skład bezw. węglowego, zarówno jak i całego szeregu tlenków metalicznych.

Rozwinięta w tych pracach nowa teoria procesów spalania miała do przewyżczenia jedną tylko trudność. Według Lavoisiera zarówno wapna metaliczne jak i kwasy przedstawiały połączenia tlenowe. Tymczasem działając kwasami na metale, otrzymujemy zazwyczaj wodór. Jakiśmy widzieli, tą drogą otrzymali pomieniony gaz zarówno Boyle jak i Cavendish. Na pytanie, skąd się bierze wodór w kwasach, geniusz Lavoisiera nie znalazł i nie mógł znaleźć odpowiedzi, bowiem brakło mu tego poczucia, tego zmysłu chemicznego, który cechował najdrobniejsze prace takiego Scheelego. Pomimo licznych, niesłychanie ścisłych prac doświadczalnych, Lavoisier był bardziej teoretykiem aniżeli praktykiem. Do szczegółów, do faktów doświadczalnych przywiązywał on tyle tylko wagi, o ile były mu one przydatne lub niezbędne dla jego idei i poglądów. Lavoisier posiadał szeroki pogląd, genialne pojęcie całokształtu zjawisk, którego brakło zarówno Scheelemu jak i Priestleyowi. To też, chociaż nie odkrył on ani jednego pierwiastku, ani jednego nawet związku chemicznego, słusznie zalicza go historia w poczet najgenialniejszych chemików. Dzięki temu to szerokiemu objęciu przedmiotu, Lavoisier jednym rzutem oka oceniał doniosłości najdrobniejszego faktu chemicznego, natychmiast wyzyskiwał go dla swych idei, natychmiast wcielał do swego systemu.

Nie dziw przeto, iż gdy Cavendish odkrył w r. 1783, że woda przedstawia połączenie tlenu z wodorem, Lavoisier od razu zrozumiał całą doniosłość tego odkrycia dla teorii gorzenia. Natychmiast powtórzył on doświadczenia Cavendisha. Otrzymał wodę spalaniem większych ilości wodoru, następnie rozłożył ją przepuszczeniem jej pary nad żarzącymi się opilkami żelaznymi. Wreszcie oznaczył jej skład wagowy.

Teraz wszelkie trudności, wszelkie wątpliwości zostały rozwiązane. Wodór wydzielający się podczas rozpuszczania się metali w kwasach, pochodził z wody! Teraz już śmiało wystąpił Lavoisier przeciwko panującej teorii flogistonu, śmiało i otwarcie ogłosił swą teorię gorzenia, swój system antyflogistyczny, który po dziś dzień stanowi osnowę całej chemii.

W szeregu rozpraw, datujących się od r. 1783 dowiódł on, iż nauka Stahla jest błędną, bowiem procesy spalania się ciał nie są



rozkładem, lecz przeciwnie łączeniem się tych ciał z tlenem powietrza!

Wobec tego tlen zajął w chemii odrazu stanowisko dominujące, pierwszorzędne. Cóż bowiem przedstawia większość procesów, zachodzących w przyrodzie, jeśli nie procesy łączenia się z tlenem. Spalanie drzewa, węgla i nafty, rdzewienie metali, zjawiska fermentacyi, gnicie resztek zwierzęcych i roślinnych, to jeden, to tenże sam proces utleniania.

W r. 1777 Lavoisier dokonał szeregu badań ścisłych nad procesami oddychania, którymi dowiódł, iż polegają one na pochłanianiu tlenu powietrza i wydzielaniu bezw. węglowego. A zatem i oddychanie zwierząt jest niczem innym jak powolnem spalaniem substancyi organicznych. Ono to stanowi źródło ciepła, źródło energii organizmów zwierzęcych.

W zacnym gronie 80-ciu pierwiastków chemicznych tlen zachowuje się jak plebejusz, gotowy z każdym się zadawać i łączyć, gotowy mieszać się do wszelkich spraw i zdarzeń. Załedwie kilka pierwiastków, natury arystokratycznej, trzyma się odeń zdala, lub zgoła wcale się z nim nie zadaje.

Tlen, to ów proletaryusz, wszędzie obecny i niezbędny, lecz właśnie skutkiem tego nie doceniany, nie uwzględniany. On, który jest źródłem wszelkiego życia i ruchu na ziemi, nie przedstawia żadnej wartości, nie ma żadnej ceny. Przyroda dostarcza nam go za darmo zawsze i wszędzie, w dowolnej ilości. Jego zapas w powietrzu atmosferycznym jest niesłychanie olbrzymi, wynosi bowiem przeszło milion miliardów ton (1,216.10<sup>15</sup>).

Czyż jednak, wobec tych niezmiernych procesów spalania, jakie od milionów lat bezustannie zachodzą na powierzchni kuli ziemskiej, zapas wolnego tlenu w powietrzu atmosferycznym zupełnie się nie zmienił, czyż się stale nie zmienia?

Troisty rachunek arytmetyczny powiada nam, iż sam rodzaj ludzki konsumuje rok rocznie, skutkiem oddychania, przeszło 456 milj. ton O, wydzielając jednocześnie 657 milionów ton CO<sub>2</sub>. Sam węgiel kamienny, dozywany corocznie, pochłania podczas spalania 2,130 milj. ton O, wydzielając 2,930 milj. ton CO<sub>2</sub>. A przecież dwa te procesy, to tylko drobniotka cząstka, załedwie odsetka tego całopalenia, które bezustannie zachodzi w przyrodzie! Zatem skład nowej atmosfery winien się bezustannie zmieniać, jej zasób wolnego tlenu winien się stale zmniejszać!

Jest że tak istotnie?

Pytanie to postawił już Lavoisier, postawił je Priestley zarówno jak i inni współcześni im chemicy. Lecz nietylko stawiali oni owo pytanie, a również próbowali dać na nie odpowiedź, wyznaczając skład powietrza atmosferycznego.

Pierwsze próby czynione w tym kierunku przez Priestleya i Magellana wykazały, iż powietrze,brane z różnych miejscowo-

ści, zawiera niejednakowe ilości tlenu. Ztąd wywnioskowali oni, iż zdrowotnymi, przydatnymi do zamieszkania są tylko te okolice, których powietrze zawiera dostateczną ilość tlenu. Niestety, wnioski te i przypuszczenia rozwiął w r. 1783 znany nam już Cavendish. Posiłkując się wypracowanymi przez się ścisłymi metodami analizy gazów, wykazał on, iż niezależnie od miejscowości, zarówno jak i pory roku, stosunek tlenu do azotu w powietrzu atmosferycznym pozostaje stałym. Mianowicie w 100 objęt. powietrza mamy zawsze 20,84 obj. O oraz 79,16 obj. N.

Znany powszechnie podróżnik i przyrodnik Aleks. Humboldt potwierdził w zupełności wyniki badań Cavendisha, analizując tysiące prób powietrza, czerpanych zarówno z różnych stron świata, jak i na różnych wysokościach.

Czemże się więc dzieje, iż pomimo tak olbrzymiej rok rocznej konsumpcji tlenu, jego odsetka w powietrzu stale określa się liczbą 20,84? Czemu zawartość bezw. węglowego, pomimo ciągłego wydzielania tak wielkich ilości, nie przekracza 0,03%.

Odpowiedź na to zasadnicze pytanie dał nam Jan Ingenhousz (1730+1799), lekarz holenderski, bawiący na dworze Maryi Teresy.

Już Priestley zauważył koło r. 1773, iż powietrze zepsute skutkiem oddychania zwierząt, lub też skutkiem dokonywanych w niem procesów palenia, znacznie się poprawi, gdy umieści w niem świeże rośliny. Dokładniejszym zbadaniem tego nad wyraz ciekawego zjawiska zajął się jednak dopiero Ingenhousz. W szeregu zmyślnych doświadczeń, prowadzonych od r. 1773 do 1779 (a ogłaszanych w dziele zatytułowanem „Doświadczenia nad roślinami”), wykazał on, iż zielone części roślin, zwłaszcza liście i łodygi, wystawione na działanie światła słonecznego, pochłaniają z powietrza znaczne ilości bezw. węglowego, wydzielając natomiast tlen. Wbrew przytoczonemu dawniej twierdzeniu van Helmonta, jakoby rośliny czerpały swe pożywienie wyłącznie z wody, dowiódł Ingenhousz swemi doświadczeniami, iż przeważnie karmią się one powietrzem, mianowicie zawartym w powietrzu bezw. węglowym. Posiłkując się energią promieni słonecznych, roślina rozkłada pobierany bezw. węglowy na jego składniki, z których zatrzymuje węgiel, tlen zaś zwraca z powrotem atmosferze.

Ingenhousz wykazał również, że rośliny, podobnie jak zwierzęta, oddychają i to w tenże sam sposób, pochłaniając tlen i wydzielając bezw. węglowy. Jednakże ten ostatni proces jest znikomy w porównaniu do pierwotnego.

A zatem równowagę tlenu i bezw. węglowego w powietrzu atmosferycznym utrzymują rośliny. One to uskuteczniają bezustanny obieg tlenu i węgla w przyrodzie!

Lecz tego! Badania geologiczne wykazują, iż niegdyś, przed milionami lat, atmosfera nasza wcale nie zawierała tlenu, lub zawierała go nadzwyczaj mało. Dopiero skutkiem rozwoju wegetacji roślinnej, która w ubiegłych etapach geologicznych była nie-

porównanie bujniejszą od dzisiejszej, nagromadziły się z czasem w atmosferze te olbrzymie zapasy wolnego tlenu.

Ssanowni Słuchacze! Czas wyznaczony niniejszej pogadance dobiega ku końcowi! Tymczasem o drugim z najważniejszych składników powietrza—o azocie, prawie nic jeszcze nie powiedzieliśmy. Pozwólcie przynajmniej w kilku słowach scharakteryzować jego stanowisko i rolę.

Azot—to dumny arystokrata! Z takim jak tlen plebejuszem—nie chce się on zadawać. Więc chociaż losy obu im wyznaczyły wspólne miejsce w atmosferze, chociaż bezustannie jeden ociera się o drugiego, nie łączą się jednak z sobą. Trzeba olbrzymiego nakładu pracy i energii, by ich do tego przymusić. Lecz i wówczas gdy wejdą we wzajemne połączenie, przy lada okazji zrywa azot te związki, wydostając się na swobodę. Wszystkie połączenia azotu, zarówno z tlenem jak i z innymi pierwiastkami, są niestałe—nie trwałe. Widzieliśmy tego przykład na saetrze, która z taką łatwością oddawała swój tlen ciałom palnym, wydzielając jednocześnie wolny azot. Większość substancji wybuchowych, stosowanych zarówno do celów technicznych jak i militarych, przedstawia połączenia azotowe. Takimi jest proch myśliwski, proch bezdymny, nitrogliceryna, dynamit, bawełna strzelnicza, oraz wiele innych.

Chociaż więc powietrze atmosferyczne dostarcza nam olbrzymich ilości wolnego azotu, jednakże korzystać z nich nie możemy. By wprowadzić ten azot w związki użyteczne trzeba znacznego nakładu pracy, a jak wiadomo praca kosztuje. Tem się też tłumaczy, iż w najtańszych związkach kilogram azotu kosztuje przeszło  $\frac{1}{2}$  rubla.

Tylko pewne rośliny, zwłaszcza strąkowe, jak groch, łubin, wyka, nadto konieczyna, umieją spożytkowywać wolny azot atmosferyczny. Zwierzęta zaś pobierają niezbędne im związki azotowe wyłącznie z substancji roślinnych.

Jednakże obecnemu prądowi demokratyzacyi wszystkiego i wszystkich—nie mógł się ostać azot. Tylokrotnie wspomniany Cavendish zauważył w roku 1785, iż skutkiem silnych wyładowań elektrycznych następuje połączenie azotu z tlenem. Metodę tą zastosowali w ostatnich czasach do celów technicznych, mianowicie dla otrzymywania kw. azotowego, różni wynalazcy, w ich liczbie dwaj nasi rodacy, prof. Kowalski z Fryburga oraz inżynier Mościcki, były wychowaniec tutejszej politechniki. Dziś więc otrzymujemy dziesiątki tysięcy ton kw. azotowego wprost z powietrza. A zatem i azot począł się demokratyzować.

Lecz azot to jeszcze nie największy z arystokratów świata chemicznego, z arystokratów zamieszkujących naszą atmosferę.

W r. 1894 odkrył prof. William Ramsay z Londynu, iż nasze powietrze zawiera prócz  $N_2O$ ,  $CO_2$ , H oraz pary wodnej, jeszcze pięć dotychczas nieznanych pierwiastków, pięć gazów szlache-

tnych. Imiona ich: Hel, Neon, Argon, Krypton i Ksenon. Są to arystokraci czystej krwi, żaden z nich nie wchodzi w połączenia z jakimkolwiek bądź innym pierwiastkiem chemicznym.

Niestety brak czasu nie pozwala mi zająć się, chociażby pobieżnie, tymi nad wyraz ciekawymi osobnikami świata chemicznego. Co najwyżej mogę tylko przedstawić charakterystyczne widma owych pierwiastków.

Sz. Słuchacze! Przedstawiając Wam w tym krótkim zarysie historię poznania powietrza, zapoznając Was z kolejami losu głównych jego badaczy zarówno jak z treścią i znaczeniem ich prac, pragnąłem wskrzesić przed Wami pamięć tych nieustraszonych wojowników wiedzy, pragnąłem wzbudzić szacunek dla ich dzieł wiekopomnych, z których nie jedno jeszcze się poniewiera na poddaszach naszych dworów i pałaców. Wreszcie pragnąłem wrazić w pamięć Waszą słowa poety, który mówi:

„Stara, szanowna, pyłem siwa, księga,  
 „Cudownie przeszłość z obecnością sprzęga.  
 „Z niej myśl krzepiąca, że w śmierci godzinie  
 „Człowiek nie cały w cieniach grobu ginie;  
 „Z niej wiara żywa w jedność narodową,  
 „Z niej moc, niosąca zamiast miecze—słowo!”

Dwa odczyty publiczne, wygłoszone d. 10 i 17 marca 1907 r. w fizycznym audytorium instytutu politechnicznego w Rydze (z cyklu zorganizowanego przez Polskie Tow. Oświatowe).

## Dział patentowy.

### PATENTY ROSYJSKIE

podali „Włodarkiewicz i Sieklucki“.

**Sposób oczyszczania tłuszczów i olejów, a w szczególności kokosowego oleju za pomocą wody wapiennej.** Dany tłuszcz lub olej zostaje zmieszany z węglem sproszkowanym, ziemią okrzemkową lub gliną, a następnie z wodą wapienną. W celu usunięcia emulsji ogrzewa się otrzymaną mieszaninę pod niewielkim ciśnieniem do 105—110° C.

(Pat. ros. № 11567, C. Fresenius, Offenbach—Men, Niemcy).