

WĘGIEL

Jego odmiany, własności i pożytki.

ODCZYT POPULARNY

A 94.

NAPISAŁA

Zofja Joteyko-Rudnicka.†

0034-46360



WARSZAWA.

Skład główny w „Księgarni Polskiej” J. Sikorskiej — Warecka 14.

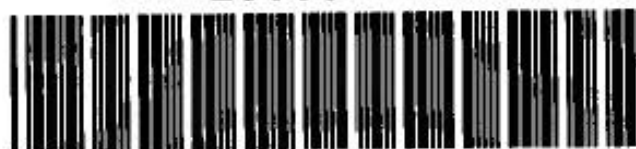
—
1903.

25,00

SPIS ROZDZIAŁÓW.

- I. O odmianach węgla spotykanych w przyrodzie.
- II. Główne własności węgla.
- III. O odmianach węgla sztucznie wyrabianych.
- IV. Skąd się wziął węgiel kamienny?
- V. Niektóre związki węgla. Gaz węglowy. Czał.
- VI. Krążenie dwutlenku węgla w powietrzu.

1000820608



I.

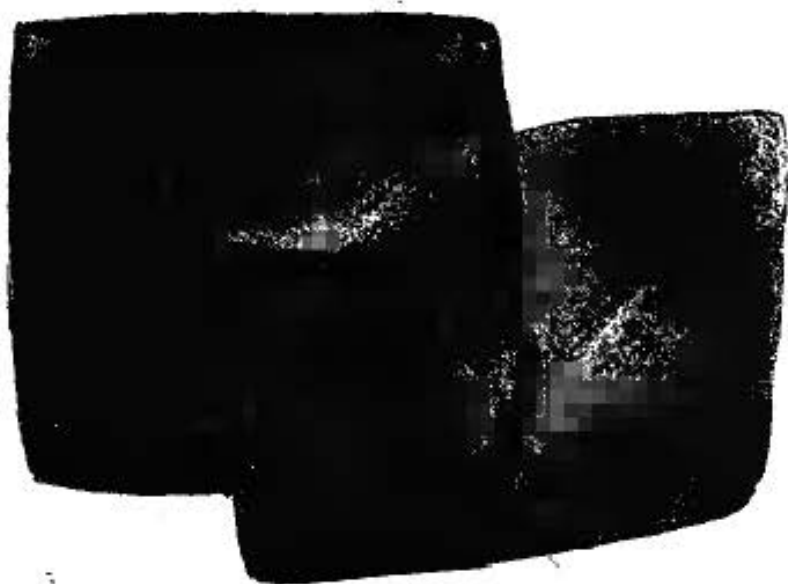
O odmianach węgla, spotykanych w przyrodzie.

Wszyscy znamy węgle drzewne, używane w kuchni lub do samowara, oraz węgle kamienne, kopane w ziemi i używane powszechnie na paliwo w miastach, do kotłów parowych, parowozów i t. p. Nie każdemu jednak wiadomo, że węgiel znajduje się w przyrodzie nietylko w postaci tych brył czarnych, co płoną wesółym ogniem w naszych piecach; — przeciwnie, nie są one węglem czystym. Węgiel czysty, to jest taki, który nie zawiera w sobie nic innego oprócz węgla, kopie się jedynie w postaci szarego kamienia, zwanego *grafitem*, i kryształu przezroczystego, zazwyczaj bezbarwnego, zwanego *djamentem*. Przypatrzmy się bliżej tym dwom odmianom węgla czystego.

Grafit znajdujemy w znacznych pokładach na Syberji, w okolicach Irkucka, i w Kalifornji w Ameryce, w mniejszej zaś ilości spotykamy go w Anglii, Francji, Hiszpanji i innych. Składa się on z drobnych płaskich kryształów, które wyglądają jak bla-

szki sześciokątne, szarawe, połyskujące, a tak miękkie, że można je rysować paznokciem. Jeśli potrzymamy grafitem po papierze białym, to zostawi na nim ślad ciemny—i z tego powodu używają grafitu do wyrabiania ołówków.

Kryształy djamentu wyglądają zupełnie inaczej, niż kryształy grafitu. Są to ośmiościany przezroczyste i bezbarwne, jak szkło, a tak twarde, że trudno



Kryształy ośmiościenne djamentu.

znaleźć minerał, któryby djamentowi w tem dorównał. Przytem kryształy djamentu obdarzone są niezmiernym blaskiem, mieniącym się, jak krople wody, wszystkimi barwami tęczy, i dlatego są bardzo poszukiwane, jako kamienie ozdobne; a że są rzadkie i znaleźć je trudno — cena ich przewyższa cenę innych klejnotów. Czasem trafiają się djamenty żółte, zielone, popielate, czerwone, niebieskie, a nawet czarne. Najbogatsze kopalnie djamentów znajdowały się dawniej w Indjach w Azji, obecnie zaś najwięcej tych klejnotów dostarcza południowa Afryka, Brazylja w Ameryce Południowej, oraz Australja.

Inaczej zupełnie, niż grafit i djament, przedstawia się węgiel kamienny. Mówiliśmy już, że nie jest on czystym węglem. Wszyscy wiedzą, że po spaleniu zostawia on mniej lub więcej obfity popiół, który stanowi resztę niepalną, nie dającą się spalić. Dowodzi to, że węgiel kamienny jest zanieczyszczony obcemi ciałami, zupełnie od niego odrębnymi.

Węgiel kamienny jestto kamień czarny; bryłowaty, nie mający żadnego kształtu właściwego, to jest *bezkształtny*, lub nieprawidłowo kanciasty, błyszczący, kruchy i zbity. W ziemi spoczywa na głębokości wogóle nieznacznej, w cienkich lub grubych, kilkusażniowych warstwach, czyli pokładach. Pokłady węgla kamiennego znajdują się przeważnie na północnej półkuli ziemi — na południowej zaś są daleko rzadsze. Niezmiernie bogate pokłady tego kamienia znajdują się w Anglii, gdzie zajmują przestrzeń wielką przeszło na 20,000 wiorst kwadratowych. Obliczono, że w r. 1896 wydobyto z tamtejszych kopalń około 12,000 milionów pudów węgla. W Niemczech istnieją również bogate kopalnie węgla kamiennego, które dostarczyły w r. 1897 ilość olbrzymią 5,000 milionów pudów węgla. W Belgji ciągną się zasobne w węgiel pokłady na 160 wiorst. Nie brakuje zresztą tego pożytecznego kamienia ani we Francji, ani w Austrii, ani w Królestwie Polskiem. W naszych kopalniach węgla kamiennego w zagłębiu Dąbrowskiem pracuje dziś około 20,000 robotników, którzy wydostają rocznie przeszło 240 milionów pudów węgla. Zagłębie to ciągnie się aż na Śląsk i Galicję i zajmuje powierzchnię równą

800 wiorstom kwadratowym. Wszystkie jednak te kopalnie nikną wobec olbrzymiej ilości węgla kamiennego, znajdującego się w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Są one blisko 8 razy większe od wszystkich pokładów węgla na całym świecie razem wziętych. W Chinach (w Azji), w głębi Afryki, w Australji znajdujemy również węgiel w łonie ziemi.

Obliczono, że w r. 1890 wydobyto ogółem ze wszystkich kopalń świata 30,780 milionów pudów węgla kamiennego; w r. 1894 ilość ta wzrosła jeszcze do 33,600 milionów pudów — ludzie bowiem coraz więcej potrzebują węgla do najrozmaitszych celów.

W przyrodzie zatem istnieją trzy postacie węgla: dwie zupełnie czyste i krystaliczne, ale za to rzadkie, to jest grafit i djament — i jedna mocno zanieczyszczona, bezkształtna i bryłowata, ale za to pospolita i niezmiernie dla nas pożyteczna, to jest węgiel kamienny.

II.

Główne własności węgla.

Pomimo wielkiej różnaitości wyglądu, różne odmiany węgla przedstawiają niektóre własności wspólne.

Wszystkie są ciałami stałymi, pozbawionemi smaku; nie można też ich przetopić, tak jak przetapiamy siarkę, ani zamienić na ciecz wrzącą, a potem na parę. Niedawno dopiero przekonano się, że w bardzo znacznem gorącu, które otrzymać można we właściwych piecach elektrycznych, węgiel mięknie, a nawet częściowo ulatnia się, zamieniając się na parę węglową.

Wszystkie odmiany węgla są niezmiernie wytrzymałe na działanie wilgoci, wody i ciepła — dlatego węgiel kamienny mógł przechować się w łonie ziemi od czasów bardzo odległych i w niczem się nie zmienił.

Żaden gatunek węgla nie rozpuszcza się ani w wodzie, ani w innych cieczach, zwykle używanych do rozpuszczania, np. w kwasach tak silnych, jak kwas siarczany, w spirytusie, benzynie i t. p. Jeśli jednak przetopimy żelazo i we wrzącą rzucimy kawałek węgla kamiennego, to rozpuści się on, jak sól w wodzie, zniknie w masie żelaznej. Jeśli w roztopioną masę żelazną wrzucimy dużo węgla, a potem ciecz wrzącą przestaniemy ogrzewać i ostudzimy, to żelazo skrzepnie, stwardnieje, a zastygając, pokryje się drobnymi kryształami ciemnymi, które przy bliższem badaniu okazują się grafitem. A więc węgiel rozpuszcza się w żelazie roztopionem i wydziela się ze stygnącego żelaza, ale w postaci kryształów grafitu.

Tym sposobem uczeni doszli do *przekrystalizowania* węgla kamiennego, to jest do zamieniania bezkształtnych, zanieczyszczonych brył węgla ka-

miennego na kryształy grafitu, będące węglem czystym.

Oddawna już ludzie zastanawiali się nad tem, jakby to sztucznie zmienić zwykły węgiel kamienny albo grafit w prześliczny i cenny djament. Oczywiście, w tym celu trzeba było *skrystalizować* węgiel kamienny lub grafit. Długi czas nie udawało się to wcale. Przed niedawnym wreszcie czasem pewien uczony francuzki doszedł do upragnionego celu. Rozpuszczał on węgiel we wrzącem żelazie, używając nietylko największego gorąca, jakie możemy wytworzyć, ale także *bardzo silnego ciśnienia*. Przekonał się, że po ostudzeniu węgiel ścina się wówczas w kryształy djamentu. Kryształki, otrzymane w ten sposób, są jednak bardzo drobne, tak, że jeszcze nie mogą równać się z tymi, które same wytworzyły się w łonie ziemi. Może jednak z czasem uda się otrzymywać kryształy djamentu większe i piękniejsze.

Najważniejszą wszakże własnością węgla jest to, że się pali. Wszystkie jego odmiany są palne, nawet djament spala się do szczytu—i nic z niego nie zostaje. Wiemy już *), że, gdy siarka się pali, wówczas przyciąga ona z powietrza gaz zwany tlenem, łączy się z nim, tworząc związek, który nazywamy gazem siarkowym. Otóż przy paleniu się węgla mamy zupełnie to samo: węgiel przyciąga tlen z powietrza, łączy się z nim i tworzy gaz, zwany pospolicie *gazem węglowym*. Węgiel zatem, spalając się, daje gaz węglowy, który uchodzi w po-

*) Patrz: „Siarka” — Z. Rudnickiej.

wietrze, a że jest pozbawiony barwy i zapachu, więc nie jest dla nas łatwo dostrzegalny. Grafit i djament, które są czystym węglem, spalają się całkowicie; podczas zaś palenia węgla kamiennego, węgiel czysty spala się z niego i uchodzi, jako gaz, a inne ciała w nim zawarte, które nie dają się spalić, pozostają jako popiół.

Zapomocą spalenia znakomity uczony francuzki Lavoisier (wymawia się Lawuazje), który żył przeszło sto lat temu, stwierdził pierwszy, że djament, będący królem klejnotów, jest w istocie tylko węglem. Spalił go poprostu i pokazał, że djament, paląc się, wytwarza gaz węglowy, który tylko z węgla może wziąć początek.

III.

O odmianach węgla, sztucznie wyrabianych.

Oprócz grafitu, djamentu i węgla kamiennego, które są odmianami przyrodzonymi węgla, są jeszcze inne, sztucznie wyrabiane przez człowieka.

Na świecie istnieje mnóstwo ciał, które łatwo zmieniają się w węgiel. Można zwęglić drzewo, kości, mięso, chleb i t. p. Jakim sposobem się to dzieje? boć przecież na pierwszy rzut oka ani drzewo, ani kości, mięso lub chleb nie mają nic wspólnego z węglem. Jednak jak fosfor znajduje się w fosforytach wcale do niego nie podobnych, a siarka

w białku nic a nic jej nie przypominającym *), tak i węgiel może tworzyć związki zupełnie od siebie różne. Chemicy przekonali się, że drzewo, kości, mięso, chleb zawierają związki węgla i że węgiel znajduje się w nich nawet w bardzo znacznej obfitości.

Wiemy już, że z rud siarkowych można wytopić siarkę przez bardzo silne gorąco, że z kości i fosforanów umiemy wydostać fosfor. Otóż można wyciągnąć i węgiel z jego związków.

W tym celu należy palić ciała, zawierające węgiel, w taki sposób, aby nie miały dość powietrza, — wtedy zwęgla się. Dzieje się tak dlatego, że węgiel, aby się mógł zupełnie wypalić, potrzebuje dużo tlenu z powietrza: wówczas zamienia się całkowicie na gaz węglowy, uchodzący w powietrze, a dla oka niewidoczny. Jeśli jednak nie dozwolimy powietrzu przyływać w ilości dostatecznej do ciała zapalonego, zawierającego w sobie węgiel, wtedy część tylko węgla będzie mogła spalić się na gaz węglowy, a reszta węgla, nie znajdując już dla siebie tlenu, wydzieli się jako czarna, mialka, lekka masa kopciu, czyli sadzy.

W taki właśnie sposób powstają *sadze* w naszych kominach. Jeśli palimy w piecu węglem kamiennym, torfem lub drzewem, to zwykle jest tam za mało powietrza, aby wszystek węgiel mógł się wypalić — i dlatego część węgla osadza się na ścianach wewnątrz komina, jako sadze węglowe. Sadze zatem są węglem bardzo mialkim, miękkim i puszystym, jak aksamit.

*) Patrz „Fosfor“ i „Siarka“ — Z. Rudnickiej.

Przypuśmy spodkiem płomień jasno palącej się świecy: na spodku osadzi się wnet czarna plama kopciu, czyli sadzy. Dlaczego? Świeca paliła się dobrze, dopóki ze wszystkich stron była otoczona powietrzem; jeśli przydusimy płomień, to tem samem zmniejszamy dostęp powietrza. A że w łożu, stearynie, wosku, także w nafcie, jest dużo węgla, więc tylko część jego się spali, czyli połączy z tlenem powietrza na gaz węglowy,—część zaś węgla nie znajdzie już dla siebie tlenu — i dlatego osadzi się na spodku jako czarny nalot. Z tej samej przyczyny osadza się kopeć na szklach lamppek naftowych, jeśli wskutek zanieczyszczenia otworów palnika powietrze niedobrze dochodzi do płomienia.

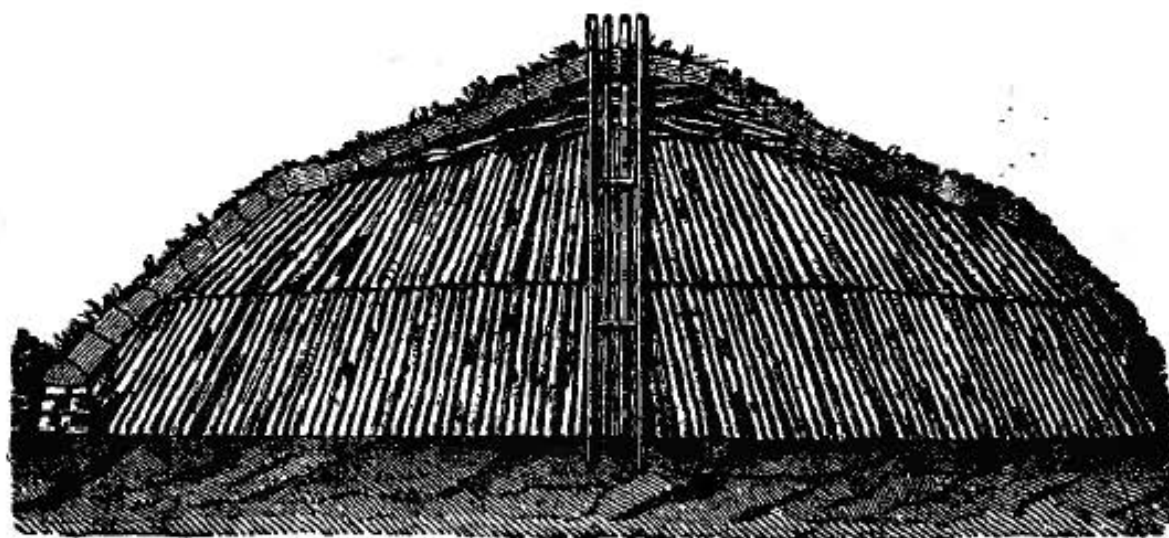
W przemyśle otrzymują sadze na wielką skalę, gdyż są one potrzebne do wyrabiania farby czarnej drukarskiej i na inne cele. Palą różne tłuszcze, oleje, żywice i t. p. ciała, zasobne w węgiel, pod przykryciem, aby powietrze miało trudny dostęp,—ale żeby zawsze mogło napływać w małej ilości, bo bez niego ani olej, ani żywica, ani żadna inna materia nie mogłaby się zupełnie palić. Powstaje okropny dym i swąd czarny, który zostaje wciągnięty do osobnych komór i tam osiada w postaci sadzy, którą można zebrać.

Oprócz sadzy, istnieją jeszcze inne gatunki węgla, sztucznie wyrabiane z drzewa lub kości. Węgiel wyciągamy z nich jednak zupełnie innym sposobem. Nie palimy ich, jak poprzednio, w małej ilości powietrza, lecz *ogrzewamy* silnie w naczyniu zamkniętem. Sposób taki zowie się *suchą dystrylacją*.

Jeśli do mocnego naczynia żelaznego, połączonego z rurą, włożymy drzewa lub kości i będziemy je ogrzewali na silnym ogniu, — to pod wpływem gorąca zaczną się wydobywać z drzewa lub kości rozmaite gazy, woda w postaci pary i różne materje lotne, które wyjdą rurą nazewnątrz. W naczyniu zaś po pewnym czasie zamiast drzewa lub kości znajdziemy węgiel, — gdyż ten nie daje się ani przetopić, ani odparować, nie może ulecieć, więc zostaje jako reszta.

Taki węgiel zowiemy *drzewnym*, jeśli powstał z drzewa, a *kościwym*, jeśli powstał z kości.

Węgiel drzewny wypalamy z drzewa po lasach. Gromadzimy w stos gałęzie drzew wysuszone i pocięte, układając je tak, aby zostawić wolne miejsce



Stos drzewa, z którego wypala się węgiel drzewny,
(przekrajany napół).

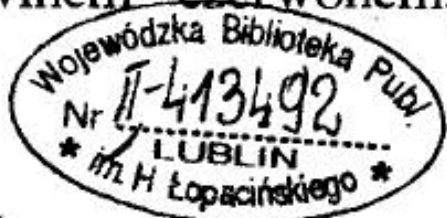
od wierzchołka stosu do podstawy. Następnie cały stos zasypujemy ziemią, oprócz wierzchołka, gdzie zostawiamy otwór — poczem w otwór ten wkładamy wióry zapalone. Ogień powoli rozchodzi się we-

wnątrz stosu—ponieważ jednak powietrze napływa bardzo powoli i w bardzo małej ilości, więc drzewo nie pali się, lecz powoli tli się i zwęgla. Jeśli drzewo tli się za wolno, wówczas robimy małe otworki po bokach stosu, aby powstał przeciąg i aby mogła wejść większa ilość powietrza. Po kilku dniach, gdy drzewo zupełnie się zwęgliło, zasypujemy wszystkie otwory ziemią, aby ogień zagasić, i czekamy, aż stos zupełnie się oziębi,—wtedy dopiero wybieramy węgiel.

Węgiel drzewny jest czarny, lekki, miękki, kruchy, dziurkowaty i zachowuje kształt drzewa, z którego został wypalony. Węgiel kostny jest szarawy, twardszy, kruchy, dziurkowaty i zachowuje kształt kości, z której został otrzymany.

Węgiel drzewny i węgiel kostny mają jeszcze jedną własność niezmiernie ważną. Aby ją poznać, postąpmy w taki sposób.

Weźmy lejek nieduży, wstawmy go do butelki lub słoika, a wewnątrz wyścielmy go kawałkiem szmatki czystej, lub zmoczoną bibułą, tak złożoną, aby dobrze przylegała do wnętrza lejka. Gdy ułożyliśmy sobie taki prosty przyrządek, weźmy trochę węgla kostnego, przedtem miało utłuczonego, wsypmy go do szklanki i nalejmy nań wina czerwonego. Łyżeczką albo prętem szklanym pomieszajmy węgiel z winem, a następnie wylejmy wszystko razem do lejka na jego szmatkę lub bibułę. Po chwili zobaczymy, że dolnym końcem lejka sączyć się zacznie i spadać kroplami do butelki lub słoja jakaś ciecz bezbarwna, na wygląd podobna do wody. Ciecz ta jest naszym winem czerwonym, ale jakże bar-



dzo zmienionem! Straciło zupełnie piękną swą barwę purpurową—co prawda, straciło też i smak wina.

Ani bibuła, ani szmatka, same nie mogą w niczem wpłynąć na zmianę barwy wina czerwonego, tylko węgiel kostny może to uczynić.

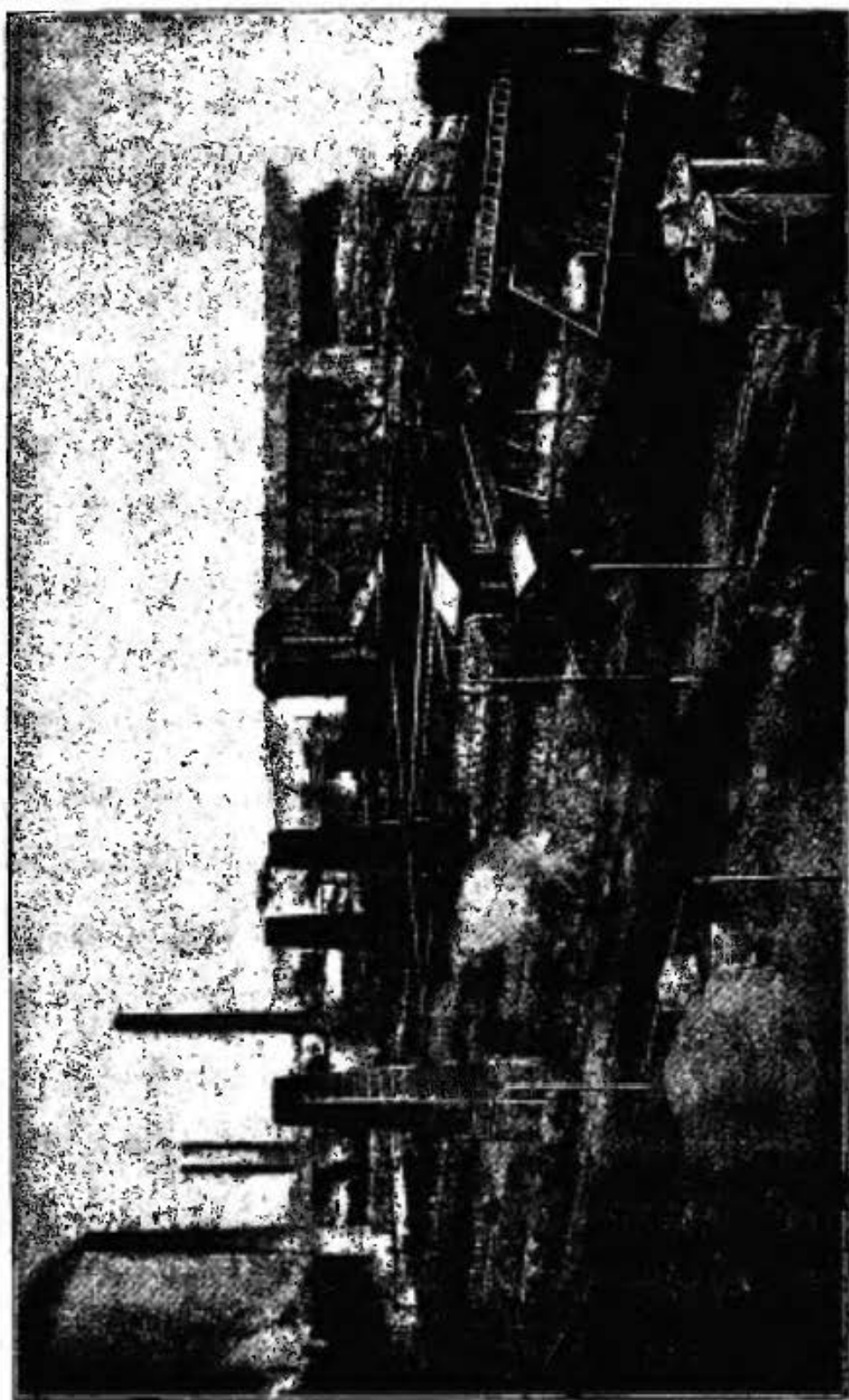
Przekonano się, że i węgiel drzewny, szczególnie drobno zmielony, niweczy barwę wielu cieczy, czyli je odbarwia. Woda mętna lub zabarwiona, przeciekając przez warstwę węgla kostnego albo drzewnego, przechodzi całkiem przejrzysta. To też węgli drzewnych używamy często do oczyszczania wody w tak zwanych *filtrach*; jestto bardzo potrzebne, gdyż woda mętna jest niezdrowa do picia. Węgla kostnego używają także w cukrownictwie do odbarwiania syropu cukrowego, który początkowo jest mętny i brudny.

Jest jeszcze jedna odmiana sztuczna węgla, znana w dużych miastach i hutach żelaznych, mianowicie *koks*. Jest to węgiel stalowo szarej barwy, bardzo lekki i dziurkowaty. Otrzymuje się z węgla kamiennego zapomocą suchej dystylacji tego węgla.

Do bań (retort) żelaznych, bardzo mocnych, nakładamy pełno węgla kamiennego i ogrzewamy je silnie w piecu; wtedy węgiel zmieni się w ten gorący tak, jak zmieniło się drzewo i kości przy suchej dystylacji.

Ogrzewany w zamkniętej retorcie, zaopatrzonej rurą, węgiel kamienny wydaje ze siebie wiele dymu, gazów i pary wodnej, które uchodzą rurą, czyli *dystylują się*. Rura ta prowadzi do *zbiornika* chłodnego; tutaj woda i materje, które

w retorcie z powodu silnego gorąca były zamienione na pary, skraplają się od zimna, — zupełnie tak

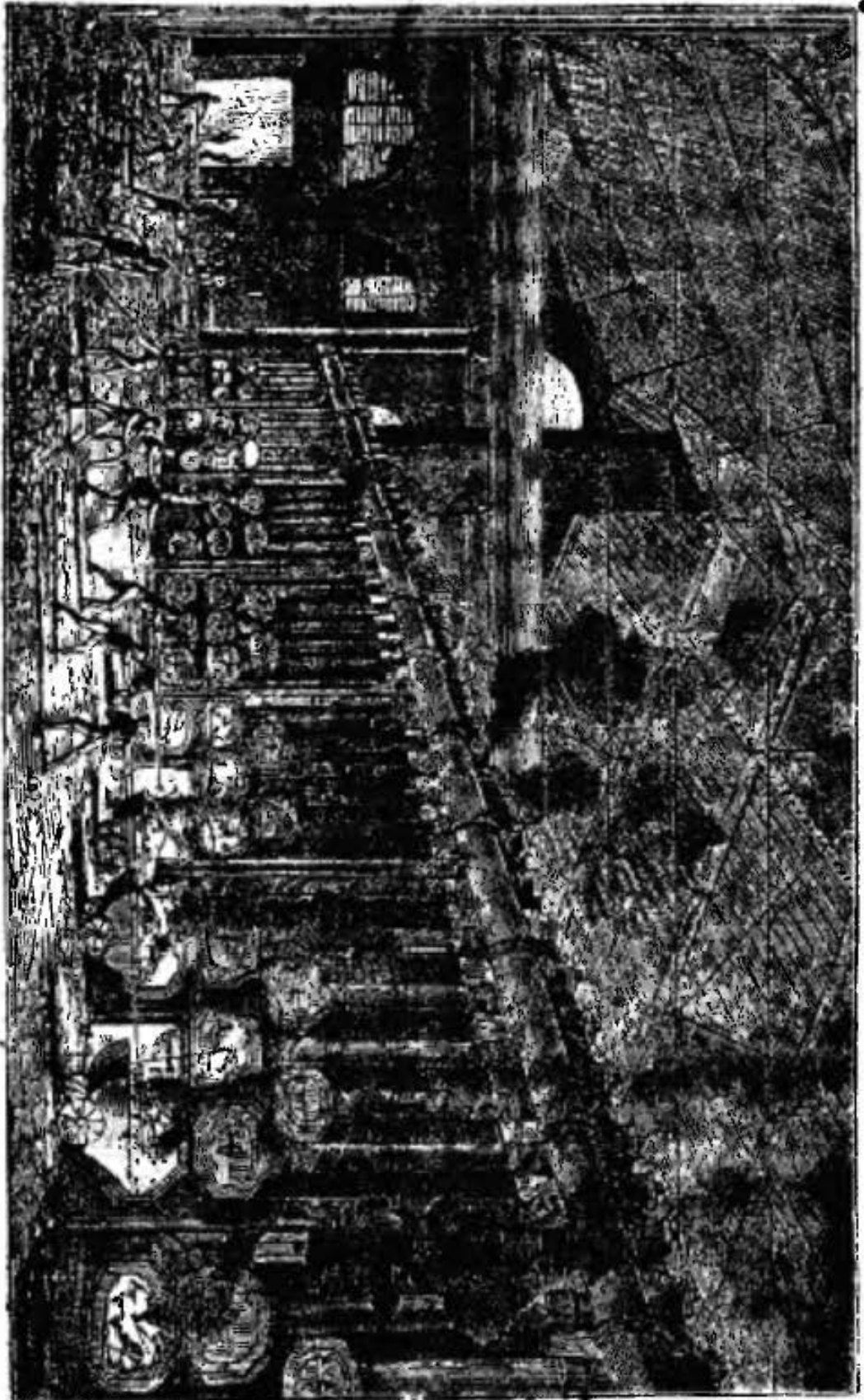


Ogólny widok gazowni.

samo, jak para wodna, buchająca z garnka, skrapla się na chłodnej pokrywie. Gazy zaś przechodzą

dalej przez rurę do wielkiej bani, zwanej *gazometrem*, gdzie się gromadzą.

Wnętrze gazowni—widok pieca z retortami, w których z węgla kamiennego wypala się gaz świetlny.



Zobaczmy, co pozostało z węgla kamiennego w retortach i cośmy zebrali w zbiorniku i gazometrze.

W retorcie pozostaje ciało stałe, lekkie, porowate, szare, będące koksem. Możemy palić go, jak węgiel, i używać na paliwo—co też robią w Warszawie i innych miastach.

W zbiorniku znajdujemy czarną ciągnącą się masę, z silnym zapachem: jest to *smoła*.

W gazometrze wreszcie zebraliśmy gaz: jest to gaz świetlny, którym oświetlają ulice w Warszawie, Łodzi, Lublinie i innych miastach, a to dlatego, że pali się jasnym płomieniem, dającym dużo światła. Jeśli wejdziemy do gazowni, to jest do fabryki gazu oświetlającego, wówczas zobaczymy w fabryce tej olbrzymi piec, w którym grzeją się wielkie retorty żelazne, pełne węgla kamiennego; znajdziemy tam zbiornik na smołę i gazometr pełen gazu oświetlającego, od którego przeprowadzają gaz zapomocą rur podziemnych do latarni po ulicach, do sklepów, mieszkań i wszędzie, gdzie go potrzebują.

Skąd się wziął węgiel kamienny?

Skąd się wziął węgiel kamienny?

W książeczce Władysława Umińskiego p. n. „Węgiel kamienny” opowiedziano szczegółowo, w jaki sposób powstały na ziemi pokłady węgla kamien-

nego; dlatego tutaj przypominamy o tem tylko wiadomości najważniejsze.

W bardzo odległych czasach ziemia pokryta była olbrzymimi lasami, w których rosły paprocie drzewiaste, skrzypy i widłaki, tak wielkie, jak nasze dzisiejsze drzewa. Ziemia była wówczas niezmiernie urodzajna, nie wyczerpana niczem. Coraz więc wydawała nowe drzewa na miejscu tych, które obalały się i zaścielały ziemię. Cóż się robiło z tymi pniami co roku obalonymi, których przecież musiała się gromadzić wielka ilość? Unosiły je wody, osadzały na dnie jezior lub w kotlinach zagłębionych, zasypywały żwirem, piaskiem i mułem. A tak drzewa te gniły i butwiały powoli; leżąc zaś pod ciężką warstwą ziemi wiele lat, twardniały coraz bardziej, aż zmieniły się w czarny kamień, będący węglem kamiennym. W niektórych kopalniach węgla znajdujemy rozmaite ślady takiego pochodzenia węgla kamiennego, a nawet całe pnie drzew zwęglone.

Niektóre odmiany węgla kamiennego powstały inaczej, mianowicie z roślin wodnych, morskich; które opadały przez długie wieki na dno morza i tam uległy zwęgleniu, jak mchy na naszych torowiskach.

V.

Gaz węglowy. Czad.

Wspominaliśmy, że węgiel, paląc się, łączy się z tlenem powietrza i daje gaz węglowy. Gaz ten

jest tedy związkiem węgla i tlenu i nie przypomina wcale węgla, z którego powstał. Jest to gaz przezroczysty i bezbarwny, jak powietrze. Unosi się on w powietrzu w ilości dość znacznej; znajduje się także w glebie i w wodzie gruntowej.

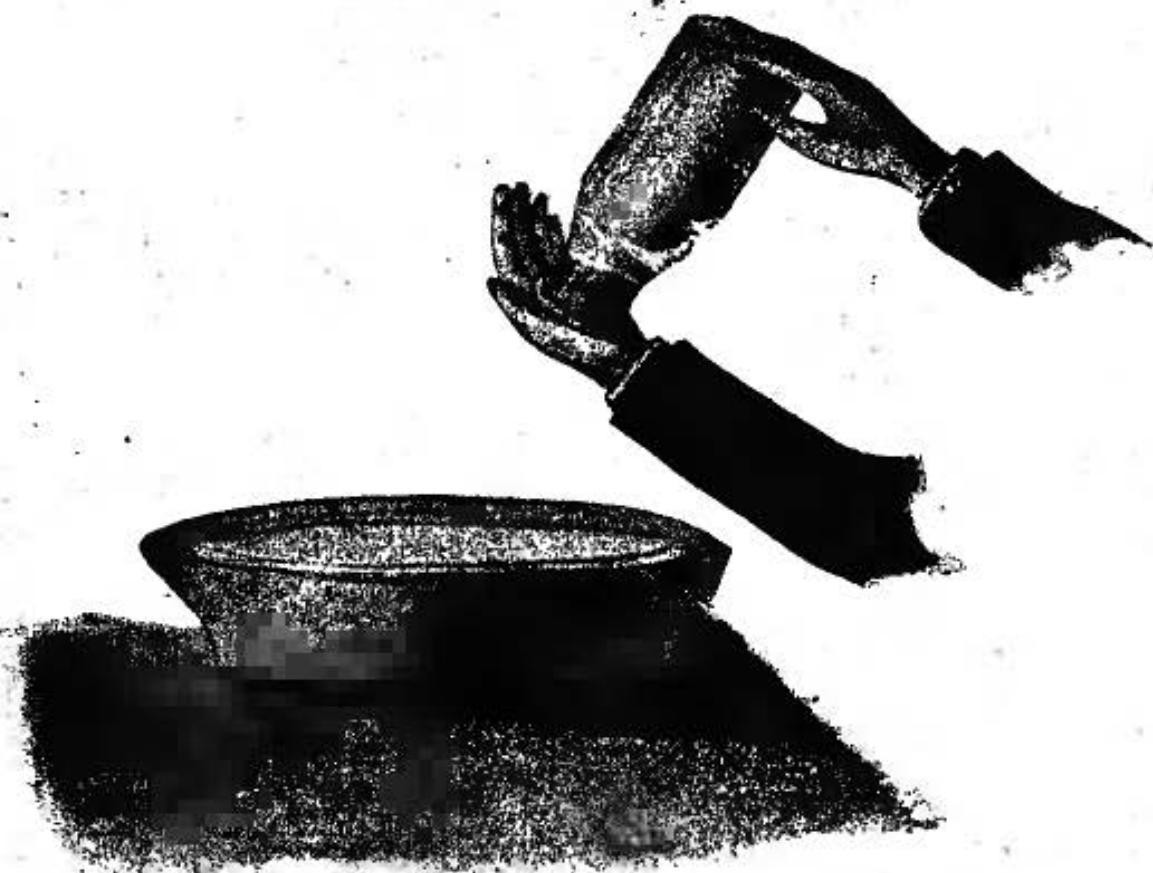
W celu bliższego zapoznania się z gazem węglowym, przyrządzimy go sobie sztucznie. W tym celu weźmy butelkę zwyczajną, dopasujmy do niej szczelnie korek, a następnie przedziurawmy go świdrem w taki sposób, aby mógł przesunąć przez dziurkę cienką rurkę szklaną, wygiętą tak, jak to widać na rysunku. Rurkę szklaną można wygiąć, ogrzewszy ją wpierw silnie w ogniu. Najlepiej zapalić lampkę spirytusową i nad jej gorącym płomieniem potrzymać rurkę szklaną w tym miejscu, gdzie ma być wygięta. Ponieważ płomień spirytusowy jest bardzo gorący, więc w krótkim czasie szkło mięknie w nim tak, że możemy je wyginać swobodnie. Trzeba się jednak śpieszyć, bo po chwili szkło twardnieje napowrót.

Wyciągnąwszy rurkę, zwróćmy uwagę, aby koniecznie ciasno wchodziła w korek, a korek szczelnie zamykał butelkę.

Weźmy teraz miskę z wodą i słoik szklany, byle niezbyt szeroki; słoik zanurzymy w wodę, napełnijmy go wodą, poczem zatknijmy mocno ręką i postawmy do góry dnem w misce, bacząc, aby woda z niego nie uciekła. Przyrząd nasz już jest gotowy. W nim zbierzemy gaz węglowy.

W tym celu weźmy trochę kredy w kawałkach; włóżmy w butelkę, poczem szybko nalejmy jakiego kwasu rozcieńczonego wodą, np. siarczanego lub

esencji octowej, — prędko zakorkujemy, a koniec rurki, zakrzywiony do góry, wstawmy po chwili pod wodę do wnętrza słoja.



Słój, napelniony wodą, przewracam do góry dnem nad miską.

Zobaczymy wnet dziwne zjawisko. W butelce, po nalaniu kwasu, mieszanina zaczyna syczeć, burzyć się, podnosić się jak wrzątek; przez koniec zaś rurki, przeprowadzonej wewnątrz słoja pod wodą, wydzielają się małe pęcherzyki jakiegoś gazu, które lecą do góry słoja, gromadzą się tam i wypychają wodę ze słoja nadół do miski; w miarę jak tych baniek gazowych odrywa się coraz więcej z końca rurki, tem więcej gromadzi się ich u góry i tem bardziej wypychają one wodę ze słoja, aż wreszcie zajmują słój cały.

Mamy więc tym sposobem słoć, pełen jakiegoś gazu, zamiast wody. Każdy rozumie, że, gdybyśmy wzięli słoć, napełniony nie wodą, lecz jak zwykle powietrzem, to byśmy nie mogli zebrać w nim żadnego gazu obcego, bo gaz ten zmieszałby się z powietrzem, a więc nie byłby czysty.



Gaz węglowy zbiera się w słoju nad wodą.

Może jednak myślicie, że w słoju zebraliśmy nie żaden jakiś gaz szczególny, ale poprostu powietrze? Żeby się przekonać, czy tak jest w istocie, zapalmy drzazgę lub zapalkę i szybko wrzucmy ją do słoja, ustawivszy go przedtem dnem nadół. Przekonamy się, że drzazga wnet gaśnie. Zapalmy świeczkę i zapaloną włożmy w słoć; świeca zgaśnie także. Gaz przez nas zebrany nie jest zatem powietrzem, choć jest bezbarwny i przezroczysty, jak ono, — gdyż w powietrzu drzazga, świeca, zapalka palą się doskonale, — w gazie zaś owym gasną.

Żeby się przekonać, czem jeszcze gaz nasz różni się od powietrza, zbierzmy go tak, jak przed chwilą, w drugi i trzeci słoik. Złapmy chrząszcza, mysz,

lub jakieś inne drobne zwierzę, wpuścmy do słoja, pełnego gazu, któryśmy zebrali, i przykryjmy spodkiem. Po chwili zwierzę zdechnie. Dusi się ono, bo nie ma powietrza do oddychania. Gaz zatem nasz jest zupełnie innym od powietrza: jestto właśnie gaz węglowy.

Jeśli zbliżymy powąchamy gaz węglowy, to przekonamy się, że ma szczególniejszy zapach, trochę szczypiący; a jeśli usta zbliżymy do słoja, to uczu-

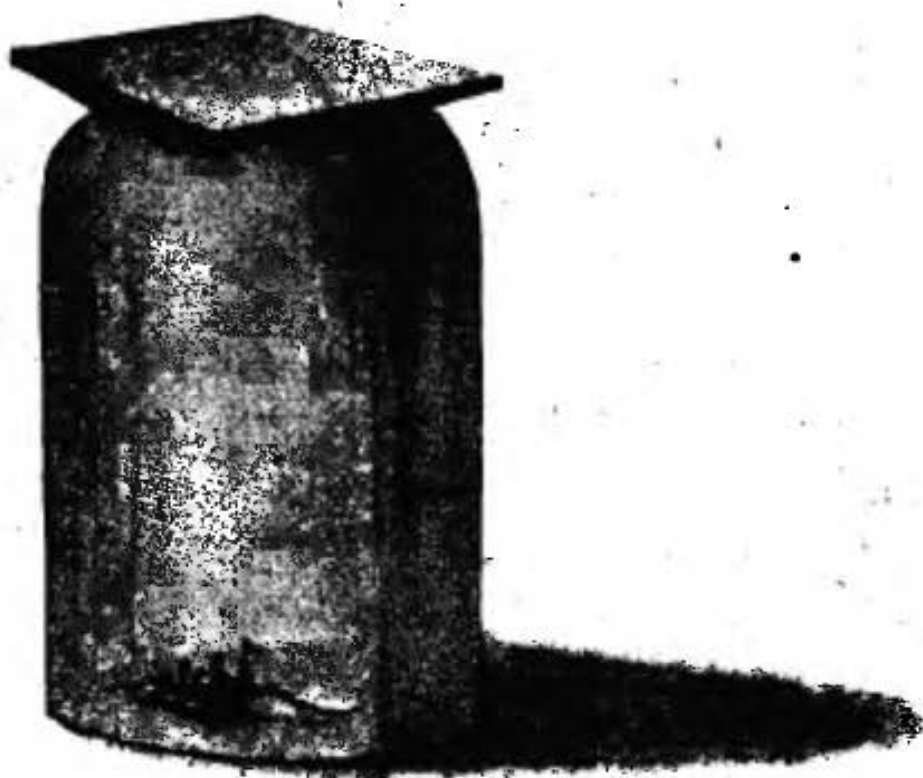


Drzazga zapalona gaśnie w gazie węglowym.

jemy smak kwaśkowany. Smak ten i zapach przypominają bardzo wodę sodową, którą dostać można w aptekach, zamkniętą w syfonach lub butelkach—woda ta bowiem jest zwykłą wodą, w którą wtłoczono gaz węglowy.

Gaz zatem węglowy ma smak i zapach sobie właściwy, — powietrze zaś nie ma żadnego smaku, ani zapachu.

Co jednak jest najdziwniejszem, — że gaz węglowy nie ucieka szybko ze słoja otwartego, może w nim stać dość długo; a przekonać się możemy o jego obecności stąd, że zapalona zapalka lub drzazga gaśnie w słoju. Dowodzi to, że gaz węglowy jest ciężki, a w każdym razie cięższy od powietrza, i dlatego trudno i powoli uchodzi ze słoja. Uczeni



Zwierzę umiera w gazie węglowym.

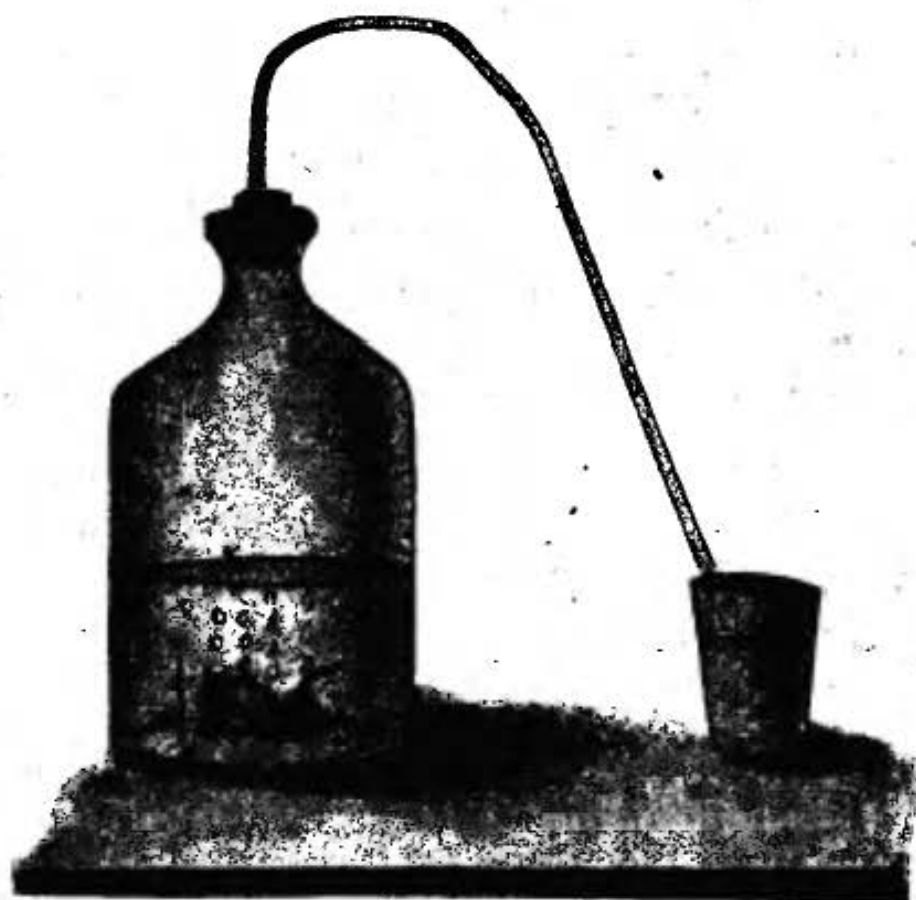
przekonali się, że gaz ten jest półtora raza cięższy od powietrza. Z tej przyczyny gromadzi się łatwo w miejscach położonych nisko, jak w piwnicach, jaskiniach, pieczarach, na dnie kopalni, studzien, beczek i t. p. We Włoszech, pod miastem Neapolem, jest jaskinia, zwana „psią“, na dnie której gro-

madzi się wciąż gaz węglowy. Człowiek, wchodzący do tej jaskini, nie odczuwa wcale obecności owego gazu, gdyż połową wznosi się nad jego warstwę; pies zaś, daleko niższy od człowieka, pada po chwili uduszony zebrany przy ziemi gazem węglowym.

Z powodu tego znacznego ciężaru gazu węglowego, można przelewać go z jednego naczynia w drugie tak, jak wodę. Postawmy na stole zwykajny słoć szklany, a na dnie jego zapalmy świecę; teraz zbierzmy pełny słoik gazu węglowego za pomocą naszego przyrządu i lejmy go na zapaloną w słoju świecę, tak, jakbyśmy leli wodę. Chociaż na oko nie dostrzeżemy z początku żadnej różnicy, gdyż gaz węglowy nie ma barwy i wygląda tak, jakbyśmy próżny słoć nachylali nad drugim, w którym płonie świeca, to jednak spostrzeżemy po chwili, że płomień świecy blednie i gaśnie. Gaz nasz, opadając powoli na dno słoja, zagasił świecę. A teraz weźmy drzazgę zapaloną i wsuńmy ją do owego pierwszego słoja, w którym był z początku gaz węglowy. Zobaczymy, że drzazga teraz doskonale w nim płonie: a więc gaz węglowy naprawdę wypłynął z jednego słoja w drugi.

Nie wyczerpaliśmy jednak wszystkich własności gazu węglowego. Chodzi nam także o to, aby módz *odrazu* rozpoznać go od innych gazów, np. od powietrza, do którego jest pozornie bardzo podobny. Do tego najlepiej posłużyć może woda wapienna, której dostanie za parę groszy w każdej aptece. Jestto woda, w której rozpuszczono nieco wapna, tak, aby nic nie straciła ze swej przejrzystości.

stości. Weźmy więc małą kolbę, *) wlejmy w nią nieco wody wapiennej, a wewnątrz tej cieczy zanurzymy koniec rurki szklanej, wychodzącej z butelki, w której z kredy i kwasu wytwarzamy gaz węglowy. Gaz ten uchodzi pęcherzykami,



Przepuszczamy gaz węglowy przez wodę wapienną i otrzymujemy biały osad wapna.

które, przechodząc przez wodę wapienną, zmieniają całkiem jej wygląd: z przezroczystej staje się ona mętną i białą jak mleko; widzimy wyraźnie, że pływa w niej jakby leciutki biały proszek, który zgromadzi się na dnie, jeżeli usuniemy w czas wodę wapienną i pozostawimy w spokoju.

*) Wspominaliśmy już w odczytach poprzednich, że kolbę zowiemy butelką ze szkła nie pękającego w ogniu.

Biały ten proszek, który nadaje wodzie wapiennej pozór mleka, pochodzi od wapna, które było rozpuszczone w wodzie, i od gazu węglowego. Rzeczywiście gaz węglowy połączył się z wapnem na związek, który zowiemy *węglanem wapnia*, gdyż zawiera i gaz węglowy, i wapno. Ponieważ zaś ów węglan wapnia nie rozpuszcza się w wodzie, więc unosi się w niej, a potem opada na dno w postaci białego proszku. Gaz zatem węglowy wytwarza *biały osad* w wodzie wapiennej i tem różni się od wszystkich innych gazów, podobnych do niego, z pozoru—a tych nie brak.

Nie jest-że to dziwne, że ten biały jak mleko osad, któryśmy nazwali węglanem wapnia, zawiera w sobie czarny, smolący węgiel? W każdym razie, nie mniej dziwnem jest to, że w białej kredzie musi znajdować się również węgiel, skoro, obłana kwasem, kreda wydziela gaz węglowy, tym bowiem sposobem nazbieraliśmy przed chwilą sporą ilość tego gazu.

Teraz, gdy znamy już własności gazu węglowego i wiemy, jak go rozpoznać, możemy łatwo przekonać się, czy istotnie węgiel, paląc się, wydziela ze siebie gaz węglowy. Umocujmy kawałek węgla na drucie, zapalmy go i spuśćmy do słoja, — słoje zaś nakryjmy spodkiem. Po chwili węgiel wypali wszystek tlen, znajdujący się w słoju i zgaśnie. Usuńmy wówczas szybko spodek, nalejmy w szklaną wodę wapienną, nakryjmy napowrót spodkiem i kłóćmy. Woda wapienna natychmiast zbieleje jak mleko, dowodząc tem, że w słoju, po spaleniu się węgla, jest sporo gazu węglowego, i on to wytworzył biały proszek z wapnem wody

wapiennej. A więc węgiel, płonąc, wytwarza naprawdę gaz węglowy.

Jest jeszcze inny związek węgla z tlenem, który wydobywa się również z węgla płonących, a nazywa się *czadem*. On to powoduje okropne wypadki zaczadzenia. Gaz węglowy tworzy się wówczas, gdy węgiel płonie w pełnym powietrzu, gdzie znajduje obfitość tlenu. Czad zaś powstaje, gdy węgiel pali się nie pełnym płomieniem, w małej ilości powietrza, i nie znajduje dość tlenu, aby całkiem się spalić.

Wytwarza się on w piecu, gdy większa część węgla wypali się i ciąg przez to się zmniejszy, lub jeśli zatkamy rurę ciagową pieca, gdy węgle w nim jeszcze płoną. Poznać można czad po niebieskim płomyku, jakim się pali.

Czad, choć jest związkiem węgla i tlenu, tak samo jak gaz węglowy, posiada własności całkiem odrębne. Jestto zupełnie inny związek, zawierający w sobie dwa razy mniej tlenu, niż gaz węglowy. Chemicy gaz węglowy zowią *dwutlenkiem węgla*, a czad—*tlenkiem węgla*. Oznacza to, że gaz węglowy ma w sobie dwa razy więcej tlenu od czadu.

A więc najprzód ów tlenek węgla, czyli czad, pali się płomieniem błękitnym, czem różni się od gazu węglowego, który wcale nie płonie. Czad jest bezbarwny, jak powietrze, i tak samo, jak ono, ciężki, nie ma żadnego zapachu i jest niezmiernie trujący. Ponieważ zaś nie ma ani smaku, ani żadnej barwy, ani woni, więc trudno jest rozpoznać, czy naszedł z pieca do izby; nic nie wskazuje jego obecności,

stąd też często bywają wypadki otrucia owym gazem, czyli *zaczadzenia*.

Zaczadzenie objawia się bólem i zawrotem głowy, szumem w uszach, przyśpieszonym biciem serca, wielką bezsilnością. Najlepszym środkiem ocucia ludzi, którzy jeszcze nie zaczadzieli na śmierć, jest świeże powietrze,—trzeba ich wynieść jak najprędzej na świeże powietrze, zrzucić ubranie, które mogłoby przeszkadzać oddychaniu swobodnemu, i pomódz choremu oddychać. Jedyną radą na uniknięcie takiego niebezpieczeństwa jest pilnowanie, aby w piecu był dobry ciąg, aby nie był zanieczyszczony sadzami, i żeby rury ciągowej nie zasuszać, aż się węgle wypalą.

VI.

Krażenie dwutlenku węgla w powietrzu.

Przekonano się, że gaz węglowy znajduje się *zawsze* w powietrzu i to w ilości takiej, że na 10,000 kwart powietrza wypadają 3 kwarty gazu węglowego. Zdaje się to niedużo, a jednak wystarcza roślinom do życia. Rośliny bowiem,—któżby się domyślił!—nie mogą się obyć bez tego gazu, w którym, jak wiemy, zwierzęta się duszą. Przekonano się, że w świetle słonecznem wszystkie zielone części roślin, azatem przedewszystkiem liście, wysysają gaz węglowy z powietrza. Nie zatrzymują go one je-

dnak w całości; wybierają one tam z gazu węglowego węgiel, a tlen zwracają.

Zachodzi teraz pytanie, na co roślina potrzebuje węgla? Po zastanowieniu się, sami odpowiecie na to pytanie. Wiemy, że w drzewie jest wiele węgla, skoro można z niego otrzymać węgiel drzewny. Ale nie tylko drzewa, lecz wszystkie rośliny można zwęglić. Istotnie, całe ciało roślin, azatem ich komórki, soki, ścianki, zarówno w liściach, pniu, korzeniu, jak w kwiatach i owocach, składają się ze związków węgla:—węgiel jest w całej roślinie.

Rośliny nie zaopatrują się w węgiel w taki sam sposób, jak w siarkę lub fosfor, to jest nie wysysają go korzeniami z gleby, lecz wybierają go z powietrza zapomocą liści. Gaz węglowy jest więc dla roślin niezbędnym pokarmem, bez którego nie mogłyby wcale istnieć.

Ale i ciało człowieka jest pod tym względem podobne do ciała roślin, że zawiera w każdym miejscu dużo węgla: można zwęglić ciało człowieka i ciała zwierząt. Dowodzi to, że i my, i zwierzęta nie możemy 'obyć się bez węgla. Nie wybieramy go jednak z powietrza tak, jak rośliny, bo gaz węglowy, jak wiemy, jest dla ludzi i zwierząt szkodliwy, — wywołuje śmierć przez uduszenie. W jaki sposób i my, i zwierzęta otrzymujemy węgiel, sami nie wiedząc o tem? Oto spożywamy węgiel,—to jest z pokarmami roślinnymi i zwierzęcymi wprowadzamy węgiel w nasze ciało. Rośliny zbierają węgiel z powietrza, urabiają z niego mnóstwo związków swego ciała, i tym sposobem do-

starczają człowiekowi i zwierzętom pokarmu bogatego w węgiel.

Cały świat żyjący jest złożony ze związków węgla,—znajdujemy go zatem w mięsie, w cukrze, krochmalu, żywicy, w drewnie, tłuszczach, olejach, w olejkach pachnących, co się wydzielają z kwiatów i wonią cudną zapęlniają powietrze, i t. p.

Widzimy z tego, że węgiel jest podstawą życia na ziemi, że bez niego nie mógłby istnieć świat istot żyjących. Związkiem zaś głównym węgla, który jest tak czynny i tak pomocny w życiu całej przyrody, jest niepozorny gaz węglowy.

Pomimo, że rośliny wybierają ciągle gaz węglowy z powietrza, nie obawiamy się, aby go kiedy zabrakło w przyrodzie. Najprzód dlatego, że ludzie, zwierzęta i rośliny wydychają gaz ten ze siebie. Nalejmy do szklanki trochę wody wapiennej i przez czas jakiś wydychajmy powietrze z ust do środka szklanki. Spostrzeżemy, że woda wapienna bieleje, co dowodzi, że, wydychając, napuściliśmy do szklanki gazu węglowego.

Gaz ten wydziela się również z węgla kamiennego; który spalamy w piecach domowych, fabrykach, kolejach żelaznych, statkach parowych i t. p. Z roślin butwiejących lub ciał zwierząt gnijących węgiel wydobywa się, jako gaz węglowy, i ulatuje w powietrze.

A więc gazu tego nie zabraknie w powietrzu, bo, choć go wybierają rośliny, to on jednak nie ginie: wchodzi on w ciało ludzi, roślin i zwierząt, a mimo to nie ginie w przyrodzie, jeno po

niej *krąży*, tak jak krew po ciele ludzkim,—i z roślin, ludzi i zwierząt napowrót dostaje się do powietrza, aby ponownie rozpocząć swoją wędrówkę.

Bez słońca wszakże rośliny nie miałyby mocy do wyciągania węgla z gazu węglowego—ono daje im dość ciepła, dość siły do tej pracy. Bez dobroczynnych zatem promieni słońca cała wędrówka, czyli krążenie gazu węglowego, o której tu mówiliśmy, nie mogłaby mieć miejsca, a życie wszelkie zamarłoby na ziemi. Dlatego też na wiosnę, gdy słońko zacznie mocniej dogrzewać, budzi się świat roślinny z długiego snu zimowego, życie zaczyna drgać w odrętwiałych z zimna roślinach, które wkrótce przyodzieją się szatą zieleni. Razem z tem życiem, co dookoła zaczyna kipieć, rozpoczyna się praca rolnika nad glebą, a raczej nad roślinami, które ziemia ma wydać, czyli nad przyszłym plonem.

Prócz olbrzymiego znaczenia dla życia roślin, zwierząt i ludzi, węgiel w postaci gazu węglowego wywiera też niezmierny wpływ na martwą skorupę ziemi. Bądź unosząc się w powietrzu, bądź nurtując wraz z wodą gruntową w głębi ziemi, przyczynia się gaz ten do rozpuszczania jednych minerałów, do osadzania innych—krąży nieustannie w głębi ziemi, wywołując wielkie zmiany w jej składzie. O tem potężnem działaniu gazu węglowego na skorupę ziemską powiemy bliżej w innym odczycie.

K O N I E C

