

zaś w połączeniach typu X_2O_5 charakter kwasny zanika.

WĘGIEL, C

Węgiel znajduje się w przyrodzie w stanie wolnym i związanym przytem w tak wielkich ilościach i pod tak rozmaitą postacią, że chemja związków węglowych jest dziedziną niezwykle obszerną i złożoną, to też wydziela się ją z chemji ogólnej i traktuje oddzielnie pod nazwą chemji organicznej. Pomimo tego musimy zapoznać się chociażby z zasadniczymi własnościami tego pierwiastka, jak również musimy omówić zasadnicze związki węglowe, mające duże znaczenie czy to w życiu codziennym, czy też w przemyśle.

Zo związków węglowych niezmiernie rozpowszechnionym jest węglan wapniowy $CaCO_3$ - sól kwasu węglowego pod postacią minerału wapienia /skały wapienne/. Kreda i marmur pod względem chemicznym są tym samym węglanem wapniowym. Minerał dolomit jest węglanem magnezowowapniowym $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. Jeżeli pominiemy związki organiczne, związki składające się z C, H, O₂ i

N₂, to możemy przejść obecnie do omówienia węgla kopalnego. Węgiel kopalny - węgiel kamienny, nie jest czystym pierwiastkiem; na zasadzie analizy elementarnej możemy powiedzieć, jakie pierwiastki występują obok węgla w węglu kamiennym, możemy również określić ich procentową zawartość, jednak analiza ta nie daje najmniejszego nawet wyobrażenia o jego chemicznej budowie. W pewnej mierze zagadnienie to oświecić może wyjaśnienie sprawy powstawania węgla. Obecnie przyjmuje się ogólnie pogląd, że węgle powstały z nagromadzonych resztek substancji organicznych, przedewszystkiem pochodzenia roślinnego, na skutek różnych procesów, początkowo prawdopodobnie fermentacyjno-biologicznych, następnie chemicznych i fizycznych. Hipoteza ta znajduje potwierdzenie i uzasadnienie nie tylko w badaniach mikroskopowych struktury węgla, ale i w wynikach prac laboratoryjnych, dotyczących przemian substancji roślinnych pod działaniem temperatury i ciśnienia. Rośliny składają się z C, H₂, O₂, N i substancji mineralnych, jeżeli spalamy je przy dostatecznym dopływie powietrza, to spa-

li się wszystko prócz składników mineralnych
t.j. popiołu. Przy bardzo powolnym spalaniu
i przy dostatecznym dopływie tlenu istota rzeczy
się nie zmieni - również pozostanie tylko
popiół. Wyobraźmy jednak sobie, że substancje
roślinne nagromadzone w jednym miejscu w olbrzymich
ilościach zostały pokryte warstwą ziemi,
nieprzepuszczającą powietrza. Następuje butwienie,
następuje powolne spalanie się kosztem
tlenu zawartego w roślinach i kosztem tlenu powietrza,
które razem z roślinami zostało ziemią przywalone;
wywiązują się przytem CO_2 , H_2O i CH_4 i t.d. Tlenu jednak jest tak niewiele, że
cała masa węgla pozostanie jako materiał dla
przyszłego węgla kamiennego. Najmłodszym "węglem
kamiennym" jest torf, którego roślinne pochodzenie
nie ulega żadnej wątpliwości; lignit - posiada widoczną
gołąm okiem strukturę pni drzew; węgiel brunatny
zdradza jeszcze również pochodzenie roślinne; w węglu
kamiennym widoczne to jest dopiero pod mikroskopem.
Duże złoża węgla kamiennego znajdują się w Ameryce
Północnej, Anglii, Niemczech, Francji, Belgii, Rosji;
Polska posiada bogate złoża węgl-

ła kamiennego w trzech zagłębiach w okręgu krakowskim, dąbrowieckim i śląskim

Wartość opałowa i skład %owy różnego rodzaju węgla ilustruje tabelka

	C	H ₂	O ₂ i N ₂	Wartość opałowa
drzewo	49	6	45	4000 ksl.
torf	55	5	40	4500 "
węg brunatny	66	5	29	5000 "
" kamienny	86	4	10	8000 "
antracyt	94	3	3	8200

Najstarszym jest antracyt podobny z wyglądu do węgla kamiennego, jest od niego twardszy, ściślejszy, trudniej się zapala. Spożycie węgla kamiennego przez przemysł jest ogromne i tak ściśle związane ze stanem przemysłu, że o rozwoju lub upadku przemysłu sądzić możemy ze wzrastającego lub zmniejszającego się spożycia węgla

Produkcja węgla kamiennego w tysiącach ton.

	1895	1900	1905	1910	1911
Stany Zjednoczone	175133	244643	356272	405025	429300
Anglja	102705	226705	239918	263677	276200
Niemcy - brunatny	-	-	-	63531	73700
Austria	10791	12440	13673	15171	49100
brunatny	21869	26668	28781	32792	-
Francja	27133	23722	25208	37862	39000
brunatny	437	633	709	708	-
Rosja	9099	16157	18668	23927	26000
Belgja	20458	23463	21775	23084	23100
Ogółem	582239	767218	935854	1152000	1165000

Węgiel drzewny otrzymuje się przez ogrzewanie drzewa bez dostępu powietrza /sucha destylacja/. Udoskonalony sposób techniczny zwęgiania polega na ogrzewaniu drzewa w retortach zamkniętych, przy czem wytwory destylacji zużytkowane zostają w sposób właściwy. Wytwory destylacji są częściowo gazowe, częściowo ciekłe, no i stałe - pozostałość w retorcie. Gazy składają się głównie z wodoru, metanu CH_4 , etylenu C_2H_4 , acetylenu C_2H_2 , tlenku węgla i dwutlenku węgla. Ciecz jest mieszaniną wody, spirytusu drzewnego czyli alkoholu metylowego CH_3OH , kwasu octowego CH_3COOH i acetonu CH_3/CO ; drugi rodzaj cieczy który się przytem otrzymuje t.zw. dziegieć, składa się z najróżnorodniejszych ciał organicznych. Pozostały w retorcie węgiel drzewny jest porowaty, kruchy; posiada on pewne własności szczególne, których inne rodzaje węgla nie okazują. Pochłania znaczne ilości gazów, np. 90 % amoniaku, 95 % siarkowodoru. Pochłonięte gazy można wypędzić z powrotem przez ogrzewanie węgla drzewnego w próżni. Wchłanianie gazów przez węgiel nazywamy adsorbcją. Węgiel adsorbuje też ciała rozpuszczone; z tej własności korzystamy

przy oczyszczaniu wody do picia, spirytusu od niedogonu, przy klarowaniu syropów cukrowych i t.p.

Gdy prażymy bez dostępu powietrza węgiel kamienny, to również otrzymujemy produkty gazowe, ciekłe i stałe. Stałym jest koks, pozostały w retortach, ciecz smolista składa się ze związków organicznych, z t.zw. związków aromatycznych, ciecz wodnista - woda pogazowa - zawiera dużo związków amonowych, to też ogrzewana z Ca/OH/_2 wydziela amonjak, gaz składa się z wodoru, metanu, acetylenu, CO, CO₂ i t.d. Prażenie bez dostępu powietrza węgla kamiennego jest to nic innego, jak fabrykacja gazu świetlnego. Gazowe wytwory suchej destylacji węgla nim dojdą do konsumenta ulegają całemu szeregowi procesów, zmierzających do usunięcia z gazu świetlnego tych składników, produkty spalania których są szkodliwe dla zdrowia ludzkiego, jak również i tych, które z biegiem czasu osiadałyby w przewodach gazowych, mogąc je nawet całkowicie zapchać.

Węgiel drzewny zarówno jak i koks nie są jeszcze czystym węglem. Chemicznie czyste wę-

giel otrzymać możemy przez prażenie ciał, składających się wyłącznie z C, H₂ i O₂. Cukier, krochmal, t.zw. węglowodany dają po wyprażeniu już tylko węgiel, który całkowicie /bez pozostałości/ spala się na CO₂. Czystym węglem są również sadze, które otrzymać możemy, gdy zimny przedmiot wsuniemy do płomienia świecy. Wydzielanie się sadzy dowodzi niecałkowitego spalania substancji. Sadza spalana daje tylko CO₂. Ciężkość sadzy, zależnie od stopnia czystości, wynosi 1,57 - 2,3, jednak sadza wrzucona na wodę uporczywie trzyma się na powierzchni; sadza zrobiona spirytusem i wrzucona do wody toni. Sadze są porowate i powietrze w nich zawarte pozwala im tonąć, gdy jednak przez rozrobienie sadzy ze spirytusem wypełnimy jej pory, to wrzucona do wody toni. Sadze w dotyku są tłuste. Używa się ich do wyrobu farb, tuszu. Tusz chiński wyrabia się z sadzy, otrzymanej ze spalania kamfory.

Węgiel otrzymany z cukru, krochmalu, pozostałe sadze są bezpostaciową odmianą, prócz niej znane jeszcze dwie krystaliczne odmiany węgla - diament i grafit.

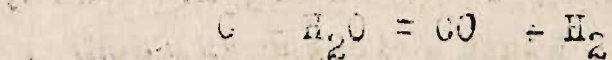
Grafit możemy otrzymać sztucznie. Węgiel bezkształtny prażony silnie sublimuje na grafit; antracyt prażony daje koks. Koks zmieszany z krzemionką i prażony przechodzi w węgiel krzemowy, który w temp. $3000 - 4000^{\circ}$ rozkłada się i daje grafit; węgiel bezkształtny rozpuszcza się w roztopionym żelazie, przy powolnym zastyganiu tego roztworu część węgla krystalizuje, gdy teraz podzielimy na zastygłą masę kwasem solnym, to żelazo rozpuści się, pozostanie grafit. Grafit kopalny jest mniej lub więcej zanieczyszczony, jest to masa krystaliczna, barwy szarej, o słabym połysku, miękka. Grafit odporny jest na działania atmosferyczne, chemiczne i na działanie wysokich temperatur. Używa się jako domieszki do wyrobu okówków, naczyń ogniotrwałych /30 % grafitu, 20 % gliny i 50 % SiO_2 /.

Drugą odmianą krystaliczną węgla jest diament. Występują one w Indjach, Brazylii i Afryce południowej. Dyamenty kopalne czyste są bezbarwne, zanieczyszczone barwno aż do zupełnie czarnych włącznie. Przed Lavoisier'em i Berzelijem, że diament jest czystym krzemem, dopiero

ten uczony dowiódł, że jest to czysty węgiel. Dyament posiada bardzo wielką zdolność załamywania światła i z tego też powodu ceniony jest jako materiał ozdobny, dający piękną grę barw. Mierzy się go na wagę /karaty/; cięż. właściw. 3,5, jest on ciałem najtwardszym w przyrodzie. Proszek dyamentowy używa się jako materiału szlifierskiego, odłamkiem dyamentu rysuje się szkło, które przy odpowiednim naciśnięciu pęka w miejscu rysy. Moissan pierwszy otrzymał sztucznie dyament. Rozpuszczał on węgiel w stopionym żelazie i masę stopioną raptownie studził; tworzyła się twarda skorupa, która, kurcząc się, powodowała wewnątrz wysokie ciśnienie. Gdy masa powoli ostygła, żelazo rozpuszczono w kwasie solnym i pomiędzy cząstkami nierozpuszczonymi znaleziono trochę małych kryształów - nie większych jak 0,5 mm., posiadających cechy dyamentu.

Węgiel spala się przy niedostatecznym dopływie powietrza na tlenek węgla CO , wobec nadmiaru powietrza na dwutlenek. Bezpośrednio wiązać się może tylko z jednym z chlorowców, a mianowicie z fluorem na CF_4 ; w wysokiej temperaturze łączy się z siarką na CS_2 ; z wodą również w wysokiej temperaturze.

rzo daje gaz palny, zw. wodnoczadowym:



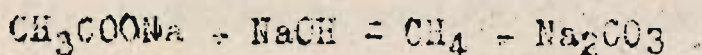
W wysokiej temperaturze pieca elektrycznego łączy się węgiel z wieloma metalami i niektórymi niemetalami. Tworzące się przytem związki nazywają się węglnikami, np. węgiel krzemowy SiC , węgiel glinowy Al_4C_3 , węgiel wapniowy CaC_2 . Bezpośrednie łączenie się węgla z wodorem odbywa się trudno. Jeżeli wodór przepuszczać przez rurę, w której pomiędzy elektrodami węglowymi wytwarza się łuk Volty, powstaje acetylen C_2H_2 i bardzo niewiele metanu CH_4 .

Połączenia wodorowe węgla /węglowodory/

Metan CH_4

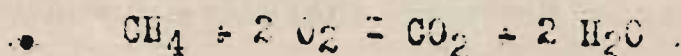
Metan, inaczej gaz błotny lub też gaz kopaliniany. Druga z tych nazw pochodzi stąd, że metan wydziela się z błot, trzecia stąd, że metan ulatnia się z pokładów węgla podczas naruszania warstw. W obu wypadkach tworzy się wskutek butwienia ciał roślinnych /rozkład bez dostępu powietrza/. W okolicy Baku metan wydziela się z głębi

na powierzchnię ziemi. W laboratorium otrzymujemy go zwykle przez ogrzewanie suchej mieszaniny octanu sodowego /sól kwasu octowego CH_3COONa / i wodorotlenka sodowego:



W praktyce nie używamy NaOH , lecz wapna sodowego t.j. wapna gaszonego nie wodą, ale NaOH .

Metan jest gazem bezbarwnym, przezroczystym, bez zapachu, gęstość jego równa się 0,5575, 1 litr w 0° i 760 mm. waży 0,6208 gr., temp. wrzenia skroplonego równa się -164° temp. krzepnięcia -186° . Spala się płomieniem nieswiecącym na dwutlenek węgla i wodę:



Mieszanina metanu z tlenem lub powietrzem po zapaleniu silnie wybucha - podobnie do mieszaniny tlenu i wodoru.

Metan, jak już mówiliśmy, niejednokrotnie ułatwia się z pokładów węgla podczas naruszania warstw, mieszaniny się z powietrzem kopalni i zapalony od płomienia lamppek górniczych wybucha ze straszną siłą, powodując śmierć górników

zniszczeniu i zniszczeń. Celem umożliwienia pracy w tego rodzaju kopalniach Davy zbudował lampkę bezpieczeństwa dla górników.

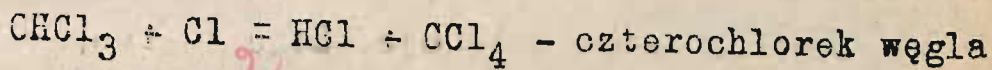
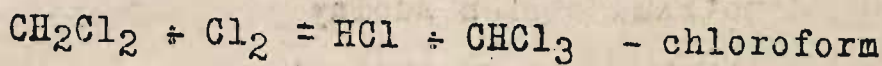
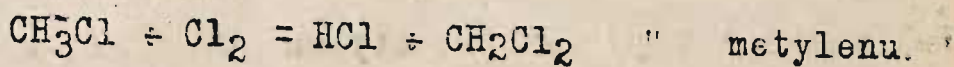
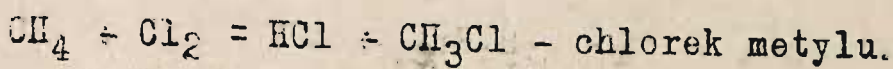
W lampce Davy'ego płomień nie styka się bezpośrednio z powietrzem, otaczającym lampkę, jest on otoczony siatką drucianą. Przez siatkę metan przenika do wnętrza lampki i zapalony od płomienia wybuch, wybuch jednak następuje tylko we wnętrzu lampki, lampka powinna być tak zbudowana, aby pierwszy wybuch w lampce gasił jej płomień, w przeciwnym zaś razie następuje drugi wybuch, potem w tempie przyspieszonym trzeci, czwarty i t. d. aż w końcu, gdy górnik dostatecznie szybko nie zgasi lampki - eksploduje cała masa mieszaniny metanu i powietrza. Aby wyjaśnić dlaczego przez pewien czas metan wraz z powietrzem wybuch tylko w lampce przerebimy kilka prostych doświadczeń. Gęstą siatką metalową przykrywamy do połowy długości płomień palnika Bunsena. Siatka płomień zatrzymuje i dopiero po dość długiej chwili płomień może przeskoczyć nad nią. Umieścmy teraz ostudzoną siatkę w pewnej odległości ponad otworem palnika, pustym gaz i zapalmy go ponad siatką a płomień nie przeskoczy pod nią. a raczej prze-

skoczy, ale dopiero po pewnym czasie. Otóż płomień przeskakuje pod lub nad siatką dopiero wtedy, gdy siatka rozgrzeje się do odpowiedniej temperatury. Do gęstego metalowego sitka, trzymanego nad naczyniem szklanym, wlewamy spirytus i zapalamy go; spirytus pali się tylko w sitku. Zapałka zapalona i zanurzona w nafcie - gaśnie, jednak gdy naftę ogrzejemy uprzednio do pewnej temperatury i powtórzymy to samo, to się zapali. Z powyższych doświadczeń wynika, że materiały palne mogą się zapalić tylko wtedy, gdy są ogrzane do pewnej temperatury, zwanej temp. zapalności lub zapłonienia. Siatka w lampce Davy'ego w czasie wewnętrznych wybuchów, zabiera tyle ciepła wytworzonego przez wybuchy, że mieszanina wybuchowa poza siatką nie może się ogrzać do temperatury zapłonienia, gdy jednak kolejno po sobie następujące wybuchy w lampce rozgrzeją siatkę do temperatury równej lub przewyższającej temperaturę zapłonienia mieszaniny CH_4 i powietrza, to warstwy tej mieszaniny, otaczające lampkę ogrzeją się do temp. zapalności i już następny wybuch w lampce powoduje eksplozję gazu w kopalni.

Metan jest materiałem, który ulega niewielu

reakcjom; nie jest w stanie przylączyć do siebie jakiegokolwiek atomu lub grupy atomów, zdolny jest tylko do wymiany wodorów na inne atomy lub grupy.

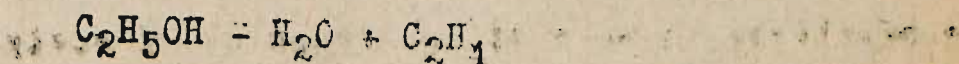
Chlor zastępuje w metanie najpierw jeden atom wodoru, potem drugi i t.d.



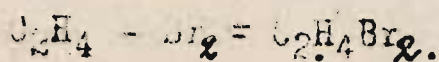
Dla tych ciał używane też bywają nazwy - jednochlorometan, dwuchlorometan i t.d.

Metan stoi na czele grupy węglowodorów, które w podobny sposób ulegają działaniu chloru lub bromu.

E t y l e n C_2H_4 - stoi na czele grupy związków szeregu etylenowego. Otrzymać go można z alkoholu. Na alkohol działamy H_2SO_4 , w odpowiedniej temperaturze, następuje jakby odwodnienie alkoholu.



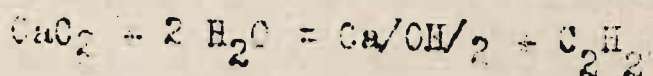
Etylen gaz bezbarwny, przezroczysty, bez smaku i zapachu, jego temp. kryt. 130° , temp. wrzenia 105° , znajduje się w gazie świetlnym, pali się płomieniem świecącym. Strumień etylenu odbarwia wodę bromową - etylen łączy się z bromem na bromek etylenu



Jak widać z tej reakcji, etylen różni się zasadniczo od metanu, etylen zdolny jest łączyć się z dwoma atomami lub grupami atomów, gdy metan tej zdolności nie wykazuje. Stąd też nazwa związków nienasyconych dla grupy węglowodorów szeregu etylenowego, w odróżnieniu od związków nasyconych, których przedstawicielem jest metan. Nienasycone węglowodory szeregu etylenowego odbarwiają roztwór nadmanganianu potasowego

Acetylen C_2H_2 może być bezpośrednio otrzymany z pierwiastków, za pomocą łuku elektrycznego. W praktyce otrzymuje się z węgla wapniowego /karbidu/. Tlenek wapniowy, zmieszany z węglem i podany w płomiu elektrycznym przechodzi w węgiel wapniowy, który wrzucony do wody rozpada się bardziej na wodę i tlenek wapniowy i acety-

len, uchodzący w postaci gazu



Acetylen gaz bezbarwny, przezroczysty, o charakterystycznym nieprzyjemnym zapachu, trującą znajdując się w gazie świetlnym. Jest on przedstawicielem trzeciego szeregu węglowodorów. Alen, podobnie jak i etylen, jest związkiem nenasyconym. Acetylen jest związkiem endotermicznym, t. j. związkiem, który podczas swego rozkładu wydzielając ciepło, a więc jest materiałem wybuchowym. Mieszanina C_2H_2 z powietrzem /tlenem/ jest gazem piorunującym, który wybuchu bez względu na stosunek składników równie niebezpieczną jest mieszanina o dużej zawartości acetyleny, a mianowicie tleny, jak i odwrotnie. Obchodzenie się z acetylenem gazowym pod zwykłym ciśnieniem nie jest niebezpieczne, jeżeli jednak znajduje się w cylindrach pod ciśnieniem chociażby tylko trzech atmosfer, wówczas łatwo wybuchu od uderzenia, rozkładając się na swe składniki i wydzielając masę ciepła. Flammen acetylenowy, jako silnie świecący używany bywa do oświetlenia, przyczem aby płomień nie zopcił, acetylen musi znajdować się

ciśnieniem. Oświetlenie acetylenowe nie może współzawodniczyć z oświetleniem gazowym /gaz świetlny/, a to z racji wybuchowych własności acetylenu pod ciśnieniem. Acetylen w specjalnych warunkach może łączyć się z metalami i dawać tak zwane acetylenki - materiały o silnych wybuchowych własnościach, które eksplodują samorzutnie.

P ł o m i e ń. Omawiając własności pierwiastków czy też związków, widzieliśmy, że gdy jedno z nich spalały się płomieniem nieświecącym, to inne dawały płomień wybitnie świecący, gdy jeszcze inne spalały się płomieniem kopcącym. Metan i alkohol etylowy /zwykły spirytus/ spalały się płomieniem nieświecącym, etylen i acetylen dawały płomień świecący, terpentyna spalała się płomieniem bardzo silnie kopcącym. Wyjaśnimy od czego zależą podobne zjawiska.

Płomień wogóle powstaje, kiedy pali się gaz, ciało stałe, jak żelazo, magnez i inne spalają się bez płomienia. Jeżeli zaś podczas spalania się ciała stałego /węglu kamiennego, drzewa, świecy i t. p./ widzimy płomień, pochodzi to stąd, że w wysokiej temperaturze ciała stałe wydzielają palne gazowe produkty rozkładu. Pło-

mień świeci wówczas, kiedy znajdują się w niej cząstki stałe. Zwykły płomień gazowy świeci dlatego, że wydzielone w czasie spalania cząstki węgla żarzą się. One to osiadają jako sadze na zimnych przedmiotach, włożonych do płomienia. Wiele gazów, ze spalania których tworzą się tylko ciała gazowe, nie świeci zupełnie albo bardzo słabo, np. metan, wodór i in. Płomień gazowy, świecący wskutek rozpalonych w nim cząsteczek węgla, przestaje świecić, jeżeli gaz uprzednio zmieszamy z nadmiarem powietrza, t.j. gdy doprowadzimy taką ilość tlenu, który wystarczy na całkowite spalanie cząstek węgla. Na tem polega budowa palnika Bunsena, używanego w pracowniach do ogrzewania. Jeżeli chodzi o otrzymanie silnego światła, to w płomień nieświecący wstawiamy t.zw. koszulkę Auera, która doprowadzona przez płomień do wysokiej temperatury - silnie świeci. Metan spala się płomieniem nieświecącym, gdyż ilość tlenu, dochodząca do tego gazu podczas jego palenia wystarczy na całkowite spalanie węgla i wodoru; rzecz się ma inaczej z etylenem i acetylenem, cząsteczki których bogatsze są w węgiel; ^{przy spalaniu} tych gazach ilość tlenu, dopływająca drogą naturalną, nie wystar-

czy już na całkowite spalanie produktów rozkładu i część z nich /część węgla/ rozszerza się tylko i może być zebrana w postaci sadzy.

Skoro gaz pali się w powietrzu, nazywamy go palnym, a tlen powietrza przyzwyczajaliśmy się uważać za czynnik, podtrzymujący palenie. Te wyrażenia, używane w języku codziennym, oznaczają tylko pojęcia względne: można bowiem zapalić płomieniem tlen w takim gazie, który nazywamy palnym; płomień tego rodzaju nazywamy płomieniem odwróconym. Powietrze może się palić płomieniem w atmosferze gazu świetlnego, w atmosferze wodoru, metanu i t.d.

Zjawisko płomienia odwróconego z łatwością możemy zaobserwować w następujących warunkach. Cylinder do lampy zamykamy od dołu korkiem o dwa otwory. Przez otwór węższy przechodzi rurka A, doprowadzająca gaz; przez szerszy - rura B do powietrza. Zdejmujemy nasamprzód cylinder i zapalamy gaz płynący z rurki A. Następnie nakładamy cylinder, płomyk gazowy pali się spokojnie ponieważ przez szerszą rurę B dochodzi dostateczna ilość powietrza. Teraz powoli zwiększamy dopływ gazu; po niejakim czasie płomyk nad

zgaśnię, wzamian ukazuje się duży, błądy płomień nad B; jest to palące się powietrze w cylindrze, napełnionym całkowicie gazem oświetlającym. Jednocześnie u górnego otworu cylindra możemy zapalić gaz, uchodzący w nadmiarze; tak, że przyrząd jednocześnie pokazuje płomień zwykły /nad cylindrem/ i odwrócony /w cylindrze/. Że u wylotu rury B pali się rzeczywiście powietrze, możemy się przekonać, wprowadzając do płomienia powietrza przez rurę B cienką rurkę C z małym płomykiem gazowym. Płomyk gazowy C pali się spokojnie w płomieniu B.

Tlenowe połączenia węgla.

Rozpatrzmy dwa tlenowe połączenia węgla: tlenek węgla CO i dwutlenek węgla CO₂. Jak jeden tak i drugi powstają przez spalanie węgla lub ciał węgiel zawierających.

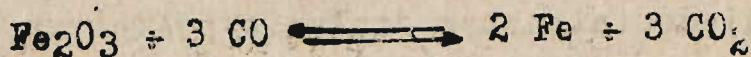
Tlenek węgla CO w przyrodzie nie spotyka się, otrzymuje się zawsze przez spalanie węgla przy niedostatecznym dopływie powietrza, czyli jest produktem niecałkowitego spalania się węgla. ME-

todą laboratoryjną najłatwiejszą chociaż nie najtańszą jest otrzymywanie dwutlenku węgla z kwasu mrówkowego HCOOH ; za pomocą kwasu siarkowego od cząsteczki HCOOH odciągamy jedną cząsteczkę wody:



CO jest gazem bezbarwnym, przezroczystym, bez zapachu, o gęstości 0,96702, temp. krytycz.

- $139,5^\circ$, ciśn. kryt. $35,5^\circ$ atm., temp. wrzenia - 190° , temp. topn. - 211° ; spala się niebieskawym płomieniem na dwutlenek. Tlenek węgla zbliżony jest w swych własnościach do gazów idealnych. Pod względem chemicznym należy do ciał o silnie redukujących własnościach, łączy się łatwo nie tylko z wolnym tlenem, lecz w odpowiednich temperaturach może go odbierać innym związkom. Tę własność CO wykorzystujemy w procesach metalurgicznych, które w swej istocie polegają na przeprowadzeniu tlenku metalicznego w wolny metal:

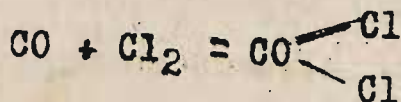


Powietrze wtłaczane do wielkiego pieca spala koks nie tylko na CO , lecz i na CO_2 ; dwutlenek wę-

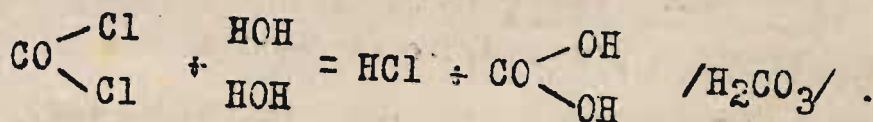
drując do wylotu pieca musi przejść przez war-
stwę rozżarzonego koksu, z którym pod wpływem wy-
sokiej temperatury reaguje:



Proces ten jest odwracalny; w wysokich tempe-
raturach przebiega w kierunku \longrightarrow w niższych
w odwrotnym \longleftarrow . CO łączy się łatwo z chlo-
rem już pod wpływem światła słonecznego:



Materiał ten zwany fosgenem o wybitnie trują-
cych własnościach hydrolizuje woda:



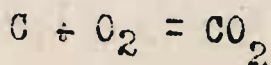
Tlenochlorek węgla czyli fosfen daje więc z wo-
dą dwa kwasy chlorowodorowy i węglowy H_2CO_3 - jest
przeto chlorobezwodnikiem kwasu węglowego. Tlenek
węgla daje jeszcze połączenia z niklem i żelazem.
Dla zdrowia jest on bardzo szkodliwy i wywołuje
objawy zatrucia. Główną częścią składową czerw-
nych ciałek krwi jest hemoglobina, która w płucach
łączy się z tlenem na oksyhemoglobinę. Ta ostatnia

wędrując razem z krwią po organizmie ludzkim oddaje mu tlen, przechodząc z powrotem w hemoglobinę, która znów w płucach łączy się ze świeżym tlenem i t.d. Tlenek węgla łączy się również z hemoglobina na karboksyhemoglobinę, przez co hemoglobina nie może już należycie spełniać swego zadania. Jeżeli połowa hemoglobiny krwi związana jest z CO, to zatrucie jest śmiertelne, przy mniejszej ilości zapomocą sztucznego oddychania można objawy zatrucia usunąć. Obecność w krwi tlenku węgla możemy stwierdzić, zapomocą analizy spektralnej.

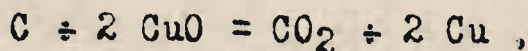
Dwutlenek węgla albo bezwodnik węglowy - CO₂
spotykamy w przyrodzie zarówno w stanie wolnym, jak i związanym w postaci węglanów. Jest on stałą domieszką atmosfery, średnio w ilości 0,04 %; wiele źródeł mineralnych zawiera CO₂, w niektórych miejscowościach wydobywa się ze szczelin ziemi. Wydechamy go z płuc, co łatwo stwierdzić, przepuszczając strumień wydychanego przez nas powietrza przez wodę wapienną lub barową - z któremi dwutlenek tworzy białe nierozpuszczalne węglany wapniowy lub barowy. Wytwarza się on również przy gniciu i całym szeregu procesów

fermentacyjnych.

Znajduje się on w każdej wodzie - rzecznej, morskiej, źródlanej. Otrzymuje się przez całkowite spalanie węgla:



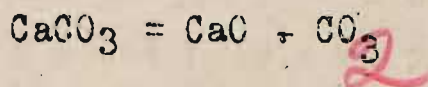
Można też otrzymać go przez spalanie węgla zmieszanego z odpowiednimi tlenkami:



lub też gdy nad rozżarzonym tlenkiem przepuszczać strumień CO

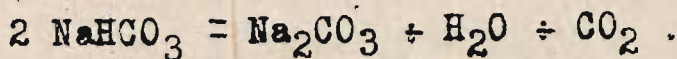


Węglały występują w przyrodzie w olbrzymich ilościach pod postacią wapieni, kredy, marmuru i t.d. Z tych minerałów możemy otrzymać bezwodnik węglowy zapomocą prażenia:

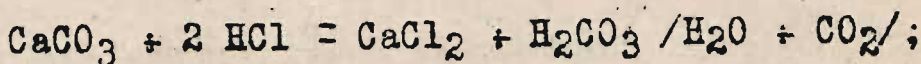


u nas proces ten przeprowadzamy nie w celu uzyskania CO_2 , lecz w celu otrzymania CaO , który stosowany bywa jako zaprawa murarska. Wszystkie węglany obojętne za wyjątkiem Na_2CO_3 i K_2CO_3 rozkła-

dają się przy prażeniu na tlenki metaliczne i CO_2 , zaś węglany kwasne przedewszystkiem na wodę, CO_2 i węglan obojętny:



W laboratorium dwutlenek otrzymujemy w przyrządach Kippa z węglanu /marmuru/ i kwasu solnego:

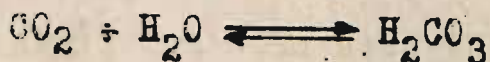


stosowanie zamiast kwasu solnego kwasu siarkowego jest niekorzystne, ponieważ otrzymalibyśmy w wodzie trudno rozpuszczalny siarczan wapniowy CaSO_4 , gdy chlorek wapniowy w wodzie rozpuszcza się łatwo.

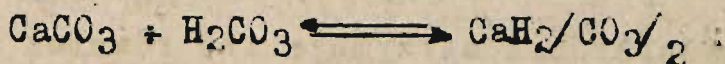
Własności fizyczne CO_2 . Gęstość 1,52909, temp. krytyczna $30,9^\circ$, ciśnienie kryt. 77 atm., temp. wrzenia ciekłego - 79° , 1 obj. wody w temp. 15° rozpuszcza 1 obj. CO_2 . Dwutlenek węgla ciekły wyrabia się na wielką skalę i zawarty w bombach stanowi przedmiot handlu. Ciekły przez szybkie parowanie zestala się na śnieżną masę. Mieszanina stałego CO_2 z eterem używana bywa do oziębiania; przycozem uzyskać można temp. - 80° .

Własności chemiczne CO_2 . Bezwodnik węglowy

palenia nie podtrzymuje. W wodzie rozpuszcza się, a ponieważ ten roztwór ma odczyn lekko kwaśny, więc przyjmujemy w nim istnienie kwasu węglowego w ilościach bardzo niewielkich, to znaczy, że tylko niewielka ilość rozpuszczonego CO_2 wiąże się z wodą według równania:



Reakcja ta jest odwracalna; przez ogrzewanie możemy całkowicie odpędzić CO_2 z roztworu wodnego, kwas węglowy dysocjuje na $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ i na $\text{H}_2 + \text{CO}_3^{2-}$; jest to kwas dwuzasadowy - daje sole obojętne i kwaśne. Węglany /prócz Na i K/ są w wodzie nierozpuszczalne, rozpuszczalność ich jednak zwiększa się, gdy woda zawiera CO_2 . Tworzą się prawdopodobnie wtedy węglany kwaśne, łatwiej rozpuszczalne od obojętnych. Taki proces rozpuszczalności ma szczególne znaczenie w przyrodzie; najczęściej zachodzi on przy spotkaniu węglanu wapnia z wodą, która prawie zawsze zawiera choć ślady dwutlenku węgla:



Roztwór wodny $\text{CaH}_2/\text{CO}_3/2$ spotykając w podziemnej wędrówce większe szczeliny lub jaskinie, spada w nich kroplami i wobec zmniejszenia się ciśnienia /pod ziemią większe niż na powierzchni/ rozkłada się na kwas węglowy, który się ulatnia i na węglan wapniowy; w pozbawionej w taki sposób kwasu węglowego wodzie węglan wapniowy nie może pozostać w roztworze, lecz osiada na stropie jaskini w stanie krystalicznym, tworząc stalaktyty, t.j. sople naciekowe, zwieszające się ze stropu. Na przeciwko stalaktytów na dnie jaskini odbywa się w dalszym ciągu osadzanie się węglanu wapniowego, który, narastając powoli, tworzy tam słupy, wznoszące się do góry, zwane stalagmitami. - Z czasem jedne i drugie nacieki łączą się ze sobą i wskutek tego powstają całe kolumny, sięgające od dna jaskini aż do jej stropu. Dwutlenek węgla jest związkem biernym; duża domieszka w powietrzu, rozcieńczając zbyttnio tlen, jest szkodliwa dla zdrowia.

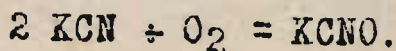
Dwusiarczek węgla - CS_2 . Siarka prażona z

węglem w piecu elektrycznym łączy się z nim na CS_2 ; dwusiarczek otrzymuje się również, gdy pary

siarki przepuszczać ponad rozżarzoną węglem. Związek ten jest cieczą bezbarwną, mocno załamującą światło, w stanie czystym ma zapach względnie przyjemny, lecz siarczek węgla handlowy ma odrażającą woń; wrze w temp. 46° . Używany jest przeważnie jako rozpuszczalnik - rozpuszcza obficie jod, siarkę, fosfor i inne.

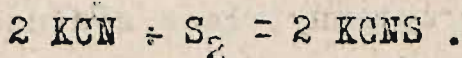
Cjanowódór HCN. Substancje organiczne, zawierające azot, prażone z metalicznym sodem lub potasem, dają ciała wzoru NaCN, ewentualnie KCN - ciała białe, krystaliczne, zwane cjanekami sodu lub potasu. Ciała te, o charakterze wyraźnych soli, pod wpływem wody hydrolizują się na odpowiedni wodorotlenek i HCN - cjanowodorowy kwas /kwas pruski/; kwas ten otrzymujemy przez działanie np. HCl na cjanek. Jest to ciało niezmierzenie trujące, powąchanie wystarczy, by wywołać śmiertelne zatrucie.

Cjanek potasu utlenia się w ten sposób, jak gdyby wprost przyłączał atom tlenu



Związek ten, zwany cjanianem potasowym, o charakterze soli kwasu cjanowego HCNO. Gdy cjanek po-

tasowy ogrzewać będziemy z siarką, to otrzymamy siarkocjanian potasowy



Siarkocjanian ciało stałe, krystaliczne, w wodzie dobrze rozpuszczalne; odpowiada mu kwas siarkocjanowy - HCNS, podobnie nietrwały i podobnie istniejący w kilku odmianach, jak kwas cjanowy. Kwas siarkocjanowy inaczej rodanowy; sole, rodanki alkaliczne są doskonałymi odczynnikami na Fe^{+++} . Roztwór soli żelazowej potraktowany roztworem rodanku potasowego daje czerwonokrwisty rozpuszczalny rodanek żelazowy. Po wyklóceniu roztworu rodanku żelazowego eterem przechodzi rodanek do eteru.

K r z e m , Si.

W przyrodzie martwej krzem odgrywa podobną rolę, jak węgiel w przyrodzie ożywionej. W stanie wolnym nie znajdujemy go; przedstawicielem grupy minerałów, zawierających krzem, jest dwutlenek krzemowy SiO_2 , który występuje w najrozmaitszych postaciach - kwarc, kryształ górski,