

silnie dysocjujące, przeto ożywia ona znakomicie przyrodę pod względem chemicznym, umożliwiając bardzo szybki przebieg licznych procesów jonowych.

W przeciwstawieniu do związków mineralnych, przeważna część połączeń organicznych nie ulega dysocjacji elektrolitycznej, lub też ulega jej w stopniu bardzo nieznacznym. Z tego też względu wszelkie reakcje, zachodzące pomiędzy związkami organicznymi, przebiegają często w tempie bardzo powolnem, jak np. przejawy życia materji roślinnej i zwierzęcej.

IX. WĘGIEL. MATERJAŁY OPAŁOWE.

1. ALOTROPJA WĘGLA.

WŁASNOŚCI ODMIAN ALOTROPOWYCH.

Obok tlenu, azotu i wodoru jednym z najważniejszych pierwiastków chemicznych, odgrywających doniosłą rolę czynną w zjawiskach przyrodzonych, jest niewątpliwie węgiel. Już ta okoliczność, że wszystkie materje pochodzenia organicznego stale zawierają węgiel, jako składnik główny i charakterystyczny, wskazuje wymownie na jego znaczenie praktyczne. Poza tem węgiel oraz jego połączenia stanowią najważniejsze i najwydajniejsze źródło wolnej energii chemicznej, zużytkowywanej w celu ogrzewania i zamiany na pracę mechaniczną. Ciepło bowiem, wytwarzane podczas spalania węgla oraz jego związków, ogrzewa nasze mieszkania, wprawia w ruch maszyny fabryczne, porusza parowozy, motory parowców, samochodów i samolotów. Węgiel, jako środek redukujący używany jest w hutnictwie, podczas otrzymywania i wytapiania metali z rud kruszcowych. Wreszcie połączenia węgla stanowią jedyne pożywienie organizmów zwierzęcych, są zatem jedynem źródłem ich energii życiowej.

Ze względów tych wynika sama przez się konieczność bardziej szczegółowego zajęcia się tym pierwiastkiem oraz szerszego uwzględnienia jego zastosowań praktycznych.

ODMIANY ALOTROPOWE.

Węgiel występuje, jak wiadomo, w trzech różnych odmianach alotropowych, a mianowicie w dwóch odmianach krystalicznych — diamencie i graficie oraz jednej niekrystalicznej, zwanej węglem bezpostaciowym. Odmiany te różnią się

między sobą przede wszystkim swymi własnościami fizycznymi i to tak dalece, iż długi czas uważano diament za substancję całkiem różną od węgla, pokrewną krzemionce (SiO_2). Dopiero Lavoisier wykazał, że diament spala się w czystym tlenie oraz, że daje przytem gazowy produkt spalania (CO_2), identyczny z produktem spalania zwykłego węgla.

Diament jest substancją stałą, krystaliczną, przezroczystą i bezbarwną. Niektóre diamenty naturalne bywają zabarwione domieszkami obcemi na kolor mniej lub bardziej żółty (bort), czerwony, a także i na kolor czarny (carbonado). Diamenty oszlifowane, zwane brylantami, znajdują zastosowanie jako drogocenne kamienie ozdobne. Wagę diamentów podaje się w karatach (= 0,2 gr.)

W przyrodzie diament występuje najczęściej w piaskach napływowych, najobficiej w Brazylii, w Indjach Wschodnich, Angoli oraz Kongu. Bardzo obfite złoża diamentów odkryto przed laty kilkudziesięciu w Transvaalu, w lawie kwarcytowej, wypełniającej wewnątrz wygasłego krateru wulkanicznego, położonego pod Kimberley. Całkowitą produkcję diamentów do roku 1926 obliczają na 28000 kg wartości 7000 milionów marek w złocie.

☒ Drobnitkie kryształki diamentów znaleziono również w meteorytach, np. w wielkim meteorycie, który spadł w r. 1886 w Rosji, w gubernji penzeńskiej i zbadany został przez Łaczinowa i Jerofejewa. Fakt ten naprowadził chemika francuskiego Moissana na pomysł sztucznego otrzymywania diamentów. ☒

Moissan dowiódł w r. 1893, że diamenty dają się sztucznie otrzymać przez wykryształizowanie węgla z jego roztworów w stopionym żelazie, pod wielkiem ciśnieniem. W celu otrzymania diamentów wypełnił on naczynia żelazne stopionym szarym surowcem żelaznym, nasyconym węglem, a następnie ochładzał go raptownie przez pogrążenie do zimnej wody. Wskutek tego na powierzchni ciekłego surowca wytwarzała się stała powłoka, a zawarta w tej powłoce ciekła masa, rozszerzając się podczas krzepnięcia, wywierała wielkie ciśnienie na powierzchnię masy pozostałej.

W tych warunkach część rozpuszczonego w żelazie węgla wykryształizowywała pod postacią mikroskopowych kryształków diamentu. Sposób ten nie znalazł jednak dotąd zastosowania praktycznego.

Diamant krystalizuje w kryształach układu regularnego, najczęściej w postaci ośmiościanów. Bort oraz carbonado nie wykazują wyraźnej postaci krystalicznej. Kryształy diamentu posiadają twardość największą ze wszystkich znanych substancji stałych, rysują przeto wszystkie inne substancje i dają się szlifować oraz obrabiać tylko zapomocą proszku diamentowego. Na tej wielkiej twardości diamentu polega w znacznej mierze jego zastosowanie zarówno w jubilerstwie, jak i w technice. W technice stosują diamenty (carbonado) do krajania szkła, do obróbki metali oraz do kruszenia skał podczas wykonywania sposobem kanadyjskim głębokich wierceń (np. w poszukiwaniu ropy).

Prócz twardości, kryształy diamentu cechuje w wysokim stopniu ich zdolność załamania promieni świetlnych. Współczynniki załamania promieni świetlnych o różnej długości fal przedstawiają się dla diamentu oraz szkła białego w sposób następujący:

promienie	długość fali (λ)	współczynnik załamania światła (n) diament	szkło białe
czerwone A	760 $\mu\mu$	2,402	1,519
żółte D	589 „	2,417	1,525
fiolkowe H	397 „	2,465	1,541

Ponieważ zaś pomiędzy wielkością współczynnika załamania światła, a zdolnością odbicia substancji stałych, przezroczystych istnieje pewna równoległość (zdolność odbicia diamentu wynosi 84%, szkła 56%), przeto kryształy diamentu cechuje silny połysk.

Grafit, druga odmiana alotropowa węgla występuje w postaci sześciobocznych cieniutkich tabliczek układu heksagonalnego, barwy ciemno-szarej o połysku metalicznym. W przeciwstawieniu do diamentu jest on bardzo miękki i plastyczny, czemu zawdzięcza liczne zastosowania praktyczne. Mieszanina sproszkowanego grafitu i gliny służy do wyrobu ołówków (z masy takiej formują się przeciki, poddawane następnie wypalaniu; ołówki bywają tem twardsze, im większy zawierają procent gliny). Grafit niedający popiołu bywa używany jako smar łożysk maszynowych w celu zmniejszenia tarcia osi metalowych. Cieniutkie płytki grafitu wypełniają bowiem szczerline nierówności powierzchni łożyska i wskutek tego zmniejszają tarcie stykających się powierzchni. Grafit stosują również do

wyrobu tygli ogniotrwałych oraz szczotek w maszynach dynamoelektrycznych.

W przyrodzie grafit występuje najczęściej w żyłach położonych nieraz dosyć głęboko, a spotykanych obficie na Borneo, Cejlonie, w Czechosłowacji, Bawarii, we Włoszech oraz na Sycylii. Zapotrzebowanie światowe grafitu w roku 1917 oceniano na 100 000 tonn.

Obecnie grafit otrzymuje się przeważnie sztucznie ze zwykłego węgla przez nagrzewanie go w piecach elektrycznych do temperatury 3000° , w której zwykły węgiel ulega powolnej przemianie na grafit. Obecność pewnych zanieczyszczeń mineralnych, jak np. karborundu (węglika krzemu SiC) oraz wapna (CaO) przyspiesza proces ten katalitycznie. Technicznie otrzymywanie grafitu metodą amerykańnika Achesona wykonywa się w ten sposób, iż odmiany węgla, antracyty, zawierające od 10 do 25% popiołu, poddaje się w piecach elektrycznych działaniu bardzo wysokiej temperatury. W warunkach tych węgiel zamienia się całkowicie na grafit, a składniki popiołu ułatwiają się do tego stopnia, iż otrzymany grafit zawiera zaledwie 0,1% popiołu.

Węgiel bezpostaciowy jest trzecią odmianą alotropową węgla. Najbardziej czysty jest węgiel bezpostaciowy, otrzymany przez zwęglenie cukru oraz węgiel z sadzy, powstający przy niezupełnem spalaniu ropy naftowej. Również węgiel retortowy jest węglem bezpostaciowym.

Węgiel jest materją najtrudniej topliwą ze wszystkich znanych nam substancyj stałych. Temperatura topnienia węgla nie została dotychczas dokładnie oznaczona—leży w każdym razie około 3500° ¹⁾.

Stosując natomiast równanie van der Waalsa obliczono następujące prężności pary węgla:

temperatura bezwzględna	ciśnienie w atmosferach
3870°	1,0 (temperatura sublimacji)
4000°	2,14
4400°	16,6 (temperatura topnienia)
5800°	2320 (temperatura krytyczna)

¹⁾ Przypuszczenie to potwierdzają pomiary Fajansa i Ryschkewitscha, wykonane w roku 1926.

Na trudnej topliwości węgla polega zastosowanie grafitu do wyrobu tygli, węgla retortowego do wyrobu elektrod lamp elektrycznych łukowych, względnie pieców elektrycznych oraz do wyrobu nici węglowych, stosowanych dawniej w lampach żarowych (w temp. 1800° prężność pary węgla w próżni wynosi zaledwie 1/100 mm).

Węgiel ulatnia się (sublimuje) wprawdzie i w niskich temperaturach, czego dowodem powstawanie nalotu węglowego na wewnętrznej powierzchni elektrycznych lampek żarowych (starego systemu, posiadających nitki węglowe) po długim ich używaniu. Proces ten zachodzi jednak niezmiernie powoli.

WŁASNOŚCI FIZYCZNE I CHEMICZNE ALOTROPOWYCH ODMIAN WĘGLA.

Zaznaczyliśmy już poprzednio, że omówione wyżej trzy odmiany węgla bardzo się różnią pomiędzy sobą pod względem własności fizycznych. W uzupełnieniu tego przytoczymy jeszcze kilka danych liczbowych, odnoszących się do ich gęstości oraz przewodnictwa elektrycznego.

	gęstość	opór elektryczny właściwy
diamant	3,51	$3 \cdot 10^{13}$ — $5 \cdot 10^{14}$ ohmów
grafit	2,25	$1 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-3}$ „
węgiel (retortowy) . . .	1,87	$4,9 \cdot 10^{-3}$ — $6,9 \cdot 10^{-3}$ „

Z danych tych wynika, że diament jest najbardziej zgęszczoną odmianą węgla, grafit zaś odmianą najlepiej przewodząca prąd elektryczny. Z tego też względu grafit oraz węgiel retortowy są używane do wyrobu elektrod, stosowanych w galwanoplastyce, do ogniw elektrycznych oraz w piecach elektrycznych.

Omawiając dawniej pojęcie alotropji zaznaczyliśmy, że alotropowe odmiany tego samego pierwiastka różnią się przede wszystkim zasobem wolnej energii. Co się tyczy wolnej energii chemicznej alotropowych odmian węgla, to wprawdzie bezpośrednio nie daje się ona oznaczyć, jednak pośrednio możemy o niej wnioskować z ciepła spalania tych substancyj, które wynosi dla jednego gramoatomu (12 gr):

diamentu	94,48 Kal.
grafitu (β)	94,27 „
węgla (bezpost.) . . .	96,9 „

Stąd otrzymujemy dla przemiany



Z danych tych wynika zatem, że węgiel bezpostaciowy jest odmianą alotropową najbardziej czynną pod względem chemicznym, a jednocześnie najmniej trwała. Co do pierwszego, to istotnie tak jest. Natomiast co się tyczy tendencji przemiany węgla na diament, względnie na grafit, to wprawdzie w wysokich temperaturach węgiel ulega samorzutnej przemianie na grafit, przemiana na diament daje się jednak uskutecznić, jak to wykazał Moissan, tylko w pewnych szczególnych warunkach, a mianowicie pod wpływem bardzo wysokiego ciśnienia.

Zachowanie chemiczne. Względem większości odczynników chemicznych wszystkie trzy odmiany węgla zachowują się mniej więcej jednakowo, z tą tylko różnicą, iż jedne z nich reagują energiczniej, inne słabiej, jedne szybciej—drugie powolniej.

Węgiel jest pierwiastkiem o wiele mniej czynnym pod względem chemicznym, aniżeli wodór i tlen. Wchodzi on jednak bezpośrednio w połączenia zarówno z metaloidami, jak i z metalami, aczkolwiek w temperaturach względnie wysokich. W temperaturze zwykłej łączy się tylko z tlenem i fluorem i to w tempie bardzo powolnem. W temperaturach bardzo wysokich (np. w łuku Volty) węgiel łączy się bezpośrednio z metaloidami (np. z chlorem, siarką, borem i krzemem), z niektórymi metalami lekkimi (z litem i wapniem) oraz z wieloma metalami ciężkimi, tworząc w tym wypadku t. zw. węgliki albo karbidy.

Tlen i fluor działają na węgiel w zależności od temperatury, przyczem w temperaturach wyższych działają szybciej aniżeli w niższych, jak to wynika z poniższych danych:

	Tlen działa		Fluor
	powoli	szybko	powoli
na diament w temperaturze	750°	800°	700°
„ grafit „ „	650°	700°	500°
„ węgiel „ „	50 — 100°	350 — 450°	75°

2. NATURALNE MATERJALY OPAŁOWE, ICH POWSTAWANIE, WYSTĘPOWANIE ORAZ ZASOBY W PRZYRODZIE.

Większość związków węglowych, w szczególności zaś t. zw. związki organiczne ulegają w temperaturze 400—500° procesowi «zwęglania», czyli samorzutnego rozkładu, połączonego z wydzielaniem wchodzącego w ich skład węgla w stanie wolnym pod postacią węgla bezpostaciowego.

Gdy np. będziemy ogrzewać cukier lub zwykłą bawełnę w rurce szklanej, wobec ograniczonego dostępu powietrza, to substancje te ulegną szybkiemu rozkładowi na produkty gazowe, ulatniające się oraz na stały węgiel.

Te procesy zwęglania związków organicznych, zwłaszcza pochodzenia roślinnego, dokonywują się na wielką skalę w przyrodzie w temperaturze zwykłej, aczkolwiek w tempie bardzo powolnem.

Ciemne zabarwienie gleby, czyli urodzajnej warstwy ziemi, świadczy wymownie o zachodzącym w niej częściowem zwęglaniu nawozu stajennego oraz różnych resztek roślinnych. Znacznie dalej posuwa się proces zwęglania na podmokłych łąkach torfiastych, prowadząc do wytworzenia pokładów t. zw. torfu. Woda pokrywająca obumarłe resztki roślin błotnistych, przeważnie traw i mchów, chroni je od nadmiernego dostępu powietrza, a tem samem od utleniania, jednocześnie zaś przyspiesza samorzutny ich rozkład. Dzięki temu przeważna część tlenu, wodoru oraz azotu, wchodzących w skład owych resztek roślinnych, wydziela się pod postacią dwutlenku węgla (CO_2), wody, metanu (CH_4), amonjaku oraz azotu, natomiast główna masa węgla pozostaje jako t. zw. torf, czyli konglomerat różnych związków węglowych, zawierający około 55% węgla.

Węgiel brunatny, czyli lignit jest produktem nieco dalej posuniętego zwęglania materiału drzewnego, zawiera od 65—75% węgla. Powstał on, podobnie jak węgiel kamienny, z różnych roślin błotnistych, w szczególności z drzewiastych paproci, sigillaryj, widłaków i t. p., naprzód drogą powolnego ich rozkładu pod warstwami wody wobec ograniczonego dostępu powietrza, a następnie drogą dalszego, jeszcze powolniejszego rozkładu w głębi uwarstwionych pokładów geologicznych, pod znacznemi ciśnieniami.

Węgla kamienne są jeszcze dalej posuniętym produktem powolnego zwęglania substancji drzewnej, zawierającym od

75—90% węgla. Wreszcie najbardziej bogatym w węgiel produktem naturalnym jest antracyt, zawierający do 95% węgla.

Stopniowy postęp naturalnego procesu zwęglania substancji drzewnej uwidoczni nam najlepiej następująca tablica, podająca skład procentowy omówionych wyżej produktów.

PROCENTOWY SKŁAD SUBSTANCYJ.

	C	H	O+N	S	Górna wartość opałowa
Drzewo	50	6	44		3000—4500 Kal./kg
Torf	50—60	5—7	30—46		5000—5700 „
Węgiel brunatny	65—75	4—7	12—25	0—7	6000—7400 „
Węgiel kamienny	75—90	4—6	3—15		8000—8500 „
Antracyt	90—95	4—4,5	3—5,5		8000—8500 „

Dzisiaj nie ulega wątpliwości, że torf, węgiel brunatny i kamienny powstały z roślin tak lądowych, jak i błotnistych oraz wodnych, drogą powolnie przebiegających procesów rozkładu, przy zamkniętym lub też bardzo ograniczonym dostępie powietrza. Tym czynnikiem, zamykającym dostęp powietrza, była najczęściej woda. W owym procesie zwęglania obumarłych roślin celuloza, z której głównie się składają ściany komórek roślinnych, zostaje częściowo rozłożona przez bakterie gnilne, przyczem jako produkty rozkładu wydzielają się dwutlenek węgla CO_2 , woda oraz metan CH_4 , pozostałość natomiast wzbogaca się w węgiel. Im dłużej przeto trwa proces zwęglania, tem bardziej wzbogaca się substancja w węgiel. O tem, że tak jest, istotnie świadczy skład pokładów węgla z różnych okresów geologicznych, wykazujący, że z wiekiem geologicznym w pokładach zwiększa się zawartość czystego węgla, zmniejsza natomiast zawartość tlenu i wodoru. Możemy przeto uważać torf, węgiel brunatny i kamienny za produkty stopniowego, coraz dalej posuwającego się procesu zwęglania celulozy, odpowiadające różnym jego etapom. Według innych uczonych za materję macierzystą węgla należy uważać nie celulozę, która zostaje całkowicie rozłożona dzięki działalności bakterij, a ligninę, drugi składnik ścianek komórek roślinnych.

PRODUKCJA I ZASOBY ŚWIATOWE WĘGLA KAMIENNEGO.

Węgiel kamienny stanowi główne źródło wolnej energii chemicznej, dostępnej człowiekowi i wyzyskanej do celów

technicznych. Poza węglem źródła wolnej energii stanowią jeszcze ropa naftowa, gaz ziemny oraz naturalne spadki wodne.

Jednakże przeszło 90% wolnej energii zużywanej do celów motorowych czerpie ludzkość z ciepła spalania węgla kamiennego. Znajomość danych dotyczących wielkości produkcji tego materiału, jak również jego zasobów światowych, ważna jest wobec tego dla każdego technika.

PRODUKCJA WĘGLA
(w tysiącach tonn).

Rok	Stany Zjedn.	Anglja	Niemcy	Francja	Polska	Belgia	Rosja	Czecho- słowacja	Holan- dja
1913	517062	292044	490109	40051	—	22842	29055	14269	1873
1927	542372	256271	453595	63374	37912	27551	32169	14676	9322
1928	516634	241590	450876	64472	40599	27543	34505	15172	10694
1929	545916	260839	463437	67314	46214	26931	—	16751	11613

PRODUKCJA WĘGLA W POLSCE
(w tysiącach tonn).

Rok	Całkowita produkcja		Górny Śląsk		Zagłębie Dąbrowskie		Zagłębie Krakowskie		Śląsk Cieszyński	
		% ¹⁾		% ¹⁾		% ¹⁾		% ¹⁾		% ¹⁾
1913	40985	100,00	31998	100,00	6834	100,00	1971	100,00	183	100,00
1926	35759	87,25	25950	81,1	7232	105,85	2356	119,6	220	120,7
1927	38031	92,8	27731	86,7	7647	111,9	2440	123,8	213	116,6
1928	40553	98,95	30209	94,4	7608	111,3	2533	128,55	204	111,2
1929	46147	112,6	34144	106,7	8940	130,8	2844	144,3	219	119,7

Najdawniejszą wzmiankę o węglu kamiennym spotykamy u Theophrasta na 315 lat p. Chr. Najstarsze wiadomości o wydobywaniu węgla kamiennego w Europie Środkowej sięgają jednak dopiero X-go stulecia. Wydobywano wówczas węgiel w Zwickau (Słowiańskim Zniczu) w Saksonji. Następnie około r. 1113 w okolicach Akwizgranu, około r. 1183 w Sheffield w Anglii, w początkach zaś XIII stulecia około Liège w Belgji. Początki eksploatacji węgla śląskiego sięgają końca XVI stulecia (1594). Na większą wszakże skalę poczęto dobywać węgiel kamienny do celów przemysłowych dopiero w połowie

¹⁾ Obliczone w stosunku do produkcji z r. 1913, przyjętej za 100.

XVIII w., naprzód w Anglii, następnie w Niemczech. W drugiej połowie XIX w. światowa produkcja węgla kamiennego wzrastała w tak szybkim tempie, że w r. 1913 osiągnęła kolosalnej cyfry 1350 milionów tonn rocznie.

Głównymi producentami węgla kamiennego są obecnie Stany Zjednoczone, Anglia oraz Niemcy.

Stwierdzone oraz prawdopodobne zasoby węgla kamiennego w górnych warstwach skorupy ziemskiej (do 2000 m) według opinii członków kongresu geologicznego w Toronto (r. 1913) wynoszą przeszło siedem biljonów tonn i rozmieszczone są w poszczególnych częściach świata w sposób następujący.

ŚWIATOWE ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO I BRUNATNEGO.
(w milionach tonn).

	Stwierdzone	Prawdopodobne	Całkowite
1) Ameryki	416 891	4 688 637	5 105 528
2) Europy	274 189	510 001	784 190
3) Azji	20 502	1 259 084	1 279 586
4) Australji	4 073	166 337	170 410
5) Afryki	499	57 340	57 839
Razem . .	716 154	6 681 399	7 397 553

**ZASOBY WĘGLA KAMIENNEGO I BRUNATNEGO
W POSZCZEGÓLNYCH PAŃSTWACH.**
(w milionach tonn).

	Stwierdzone	Prawdopodobne	Całkowite
Niemcy	79 630	166 885	246 521
Zagłębie Saary	16 548	—	16 548
Anglia	141 499	48 034	189 533
Polska	8 000	167 012	175 012
Francja	4 504	13 079	17 583

Wynika stąd, że pod względem produkcji węgla kamiennego Polska zajmuje czwarte miejsce w Europie, pod względem zaś zasobów trzecie. W Polsce istnieją przeto naturalne warunki do rozwoju silnego przemysłu zarówno chemicznego, jak i mechanicznego.

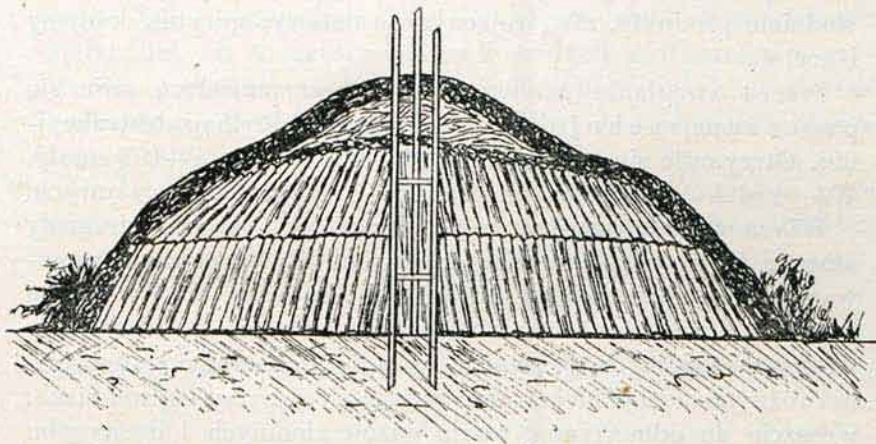
3. SZTUCZNE MATERJAŁY OPAŁOWE. WĘGIEL DRZEWNY I KOKS.

Naturalne materiały opałowe nie nadają się do wszystkich celów technicznych, ze względu na obecność w nich pewnych szkodliwych domieszek, w szczególności siarki, a następnie ze względu na to, iż są one zbyt mało skoncentrowanym paliwem, materiałem miękkim, nie dającym podczas spalania dostatecznie wysokich temperatur. Dlatego też człowiek zdawien dawna dążył do sztucznego oczyszczenia i skoncentrowania tych produktów drogą t. zw. procesu zwęglania, względnie koksowania.

WĘGIEL DRZEWNY.

Najdawniejszym sztucznym materiałem opałowym jest węgiel drzewny, stosowany dawniej na wielką skalę do wytapiania żelaza z rud oraz w paleniskach hutniczych.

Fabrykacja węgla drzewnego odbywa się w okolicach leśnych w sposób dosyć prymitywny w t. zw. mielerzach, t. j. w kopcach, zbudowanych z polan drzewnych, ułożonych prawidłowymi warstwami i przykrytych zzewnątrz warstwą ziemi.



Rys. 93.
Przekrój mielerza.

Kopce te zbudowane są w ten sposób, że u podstawy ich pozostawia się szereg kanałów, doprowadzających powietrze i zbiegających się w kanale kominowym, odprowadzającym produkty spalania.

Mielerz taki zapala się od spodu; gdy się cały rozżarzy, zatykają ziemią wszystkie otwory, w celu ograniczenia dalszego dostępu powietrza. Pod działaniem wysokiej temperatury, wywołanej procesem spalania, cała masa drzewna ulega powolnemu zwęgleniu.

Pojemność mielerzy wynosi od 20 do 300 m³, czas trwania wypalania od 15 do 30 dni, wydajność węgla 15 do 30% wagowych, licząc na niesuszone drzewo.

Zależnie od wysokości temperatury otrzymuje się węgiel czerwono-brązowy lub czarny. W temperaturze 300° otrzymuje się z drzewa czerwony produkt zwęglenia, zawierający 73% węgla; w temperaturze 400° produkt zwęglenia jest czarny i zawiera 80% węgla.

Sucha destylacja drzewa. Podczas przebiegu procesu zwęglania drzewa w mielerzach, znaczna część węgla uchodzi w powietrze w postaci lotnych jego połączeń z wodorem, tlenem i azotem. W celu uniknięcia tych strat drzewo poddaje się obecnie zwęgleniu w zamkniętych retortach żelaznych, ogrzewanych z zewnątrz.

Otrzymuje się w ten sposób oprócz węgla ter czyli smołę oraz wodniste produkty, zawierające kwas octowy, spirytus drzewny i aceton.

Proces zwęglania drzewa bez dostępu powietrza zwie się procesem suchej destylacji lub destylacji destrukcyjnej. Otrzymuje się podczas niego 25—30% węgla, 4—10% smoły, 40% produktów wodnistych oraz 20—30% produktów gazowych.

Własności adsorbcyjne węgla drzewnego. Węgiel drzewny stosuje się w gospodarstwie domowym do ogrzewania samowarów, w technice zaś był on dawniej stosowany do wytapiania żelaza z rud. Obecnie znajduje on zastosowanie do filtrowania wód wodociagowych, przeznaczonych do picia oraz do odbarwiania różnych cieczy, zwłaszcza roztworów cukru w cukrowniach, wreszcie do odbenzynowywania gazów ziemnych i do wyrobu węgla aktywowanych.

Te zastosowania węgla drzewnego polegają na jego zdolności pochłaniania znacznych ilości gazów oraz substancji, znajdujących się w stanie rozpuszczonym. Zdolność ta, zwana adsorbcją, jest związana z wielkim rozdrobnieniem węgla drzewnego, skutkiem czego okazuje on wielką «powierzchnię właściwą» (czyli stosunek powierzchni do masy).

Tę wielką powierzchnię właściwą węgiel drzewny zawdzięcza, jak wiadomo, komórkowej budowie drzewa, porowatego w wysokim stopniu. Normalna porowatość drzewa potęguje się jeszcze w węglu drzewnym. Mitscherlich obliczył już przed 80 laty, że 1 gr węgla drzewnego posiada powierzchnię równą 8 m². Wszelkie ciała stałe posiadają zdolność zagęszczania na swej powierzchni substancyj gazowych oraz substancyj rozpuszczonych. Tak np. szkło jest stałe pokryte cieniutką warstewką ciekłej wody, której grubość jest mniejsza od $\frac{1}{1000}$ mm, wykazującej tak małą prężność pary i przyciąganej przez szkło z tak wielką siłą, że nawet w temperaturze 500° oraz w próżni z trudnością daje się całkowicie usunąć. Należy uwzględnić to podczas wykonywania dokładnych ważeń np. tygli.

Ponieważ większość ciał stałych, spotykanych w przyrodzie, zwłaszcza ciał krystalicznych, występuje w postaci mniej lub bardziej zbitej, gruboziarnistej — czyli wykazuje stosunkowo bardzo nieznaczna powierzchnię właściwą, przeto i zjawiska adsorpcji zazwyczaj usuwają się z pod naszej obserwacji. W tych jednak przypadkach, gdy substancje stałe posiadają strukturę drobnoziarnistą, jak np. węgiel drzewny, glina wypalona, gdy przeto ich powierzchnia właściwa bywa stosunkowo bardzo wielka (jak się to często zdarza z osadami wytrącanymi z roztworów podczas wykonywania analiz chemicznych), wówczas i własności adsorpcyjne tych substancyj są widoczne i odgrywają częstokroć doniosłą rolę.

Ma to miejsce między innymi i dla węgla drzewnego oraz węgla kostnego. Tak np. 1,57 gr węgla kokosowego pochłania następujące objętości różnych gazów

	NH_3	CO_2	O_2	N_2	H_2
	178	97	35	19	4,5 cm ³
temperatura wrzenia (sublimacji) pochłanianego gazu.	—33,4°	—78°	—183,0°	—195,67°	—252,79°

Stąd wynika, że objętości pochłoniętych gazów są tem większe, im łatwiej daje się skroplić dany gaz oraz im niższa jest temperatura przebiegu procesu adsorpcji.

Tę zdolność adsorpcyjną węgla drzewnego można wykazać na przykładzie jego zachowania się względem np. amonjaku.

Węgiel drzewny pochłania z powietrza parę wodną w ilości, dosięgającej 15% jego wagi. Dewar wyzyskał własność tę ad-

sorbeyną węgla w celu otrzymania dokładnej próżni w lampkach żarowych i osiągał ją przez wprowadzanie do lampek węgla ochłodzonego do -180° , który pochłaniał zawarte w nich gazy.

Substancje rozpuszczone w cieczach, podobnie jak gazy, są energicznie adsorbowane przez węgiel drzewny i kostny.

⊗ W nowszych czasach poczęto stosować t. zw. «węgiel aktywny» do masek przeciwgazowych. Maski te po raz pierwszy znalazły zastosowanie na wielką skalę podczas ostatniej wojny światowej do obrony przeciw «atakam gazowym». Podczas pokoju są one stosowane na mniejszą skalę do ochrony górników, robotników ziemnych i strażaków podczas przebywania ich w atmosferze szkodliwych gazów. ⊗

Nieco obszerniej zastanowiliśmy się tu nad własnościami adsorbeyjnemi substancyj stałych ze względu na rolę, jaką własności te odgrywają w zjawiskach przyrodzonych i w technice. Ważną rolę odgrywają również własności adsorbeyjne gleby. Gleba jest, podobnie jak węgiel, substancją drobnopięnistą, posiadającą wielką powierzchnię właściwą. Dzięki temu wykazuje ona wybitne własności adsorbeyjne. Wchłania więc przedewszystkiem pożądlivie wilgoć z powietrza oraz wiele substancyj rozpuszczonych w wodach naturalnych. Adsorbuje np. bardzo silnie sole kwasu fosforowego. Z soli różnych metali gleba adsorbuje silniej sole potasowe, a bardzo słabo sole sodowe. Wskutek tego sole sodowe łatwo wypłukują się i nagromadzają w oceanach, potasowe natomiast pozostają w glebie. Do tego stanu rzeczy przystosowała się cała nasza roślinność, dla rozwoju której sole potasu są niezbędne, sole zaś sodu zbędne.

Zdolności adsorbeyjne gleby umożliwiają stosowanie w rolnictwie nawozów mineralnych. Z różnych gatunków gleb, piaszczyste są najbardziej grubopięniste, gliniaste oraz próchnicowe — najbardziej rozdrobnione (koloidalne) — dlatego też najsilniej adsorbują.

Uprawa mechaniczna, spulchniająca glebę, potęguje jej rozdrobnienie. Analogiczny wpływ wywiera nawóz stajenny.

KOKS.

Naturalny węgiel kamienny zawiera znaczne ilości cennych składników gazowych, utrudniających jednak stosowanie go do pewnych celów technicznych, zwłaszcza w hutnictwie. Dlatego

też węgiel kamienny poddaje się t. zw. koksoванию, polegającemu na usunięciu składników lotnych zapomocą procesu suchej destylacji.

Niektóre gatunki węgla tłustych ulegają częściowemu stopieniu w temperaturach 350—450°. Dzięki temu, poddane procesowi suchej destylacji, stapiają się, a następnie tracąc składniki gazowe tworzą bryły twarde, porowate, ważące od 1 do 10 kg, zwane koksem.

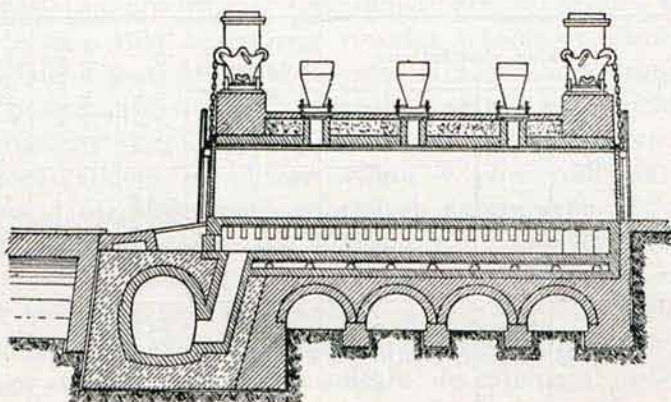
Pod względem zachowania się węgla kamiennych w nieco wyższych temperaturach można je podzielić na t. zw. węgle spiekające się (Backkohle) oraz niespiekające, czyli t. zw. węgle piaskowe (Sandkohle). Podział ten odpowiada jednocześnie wiekowi węgla oraz zawartości w nim substancji gazowych, jak to wynika z następującego zestawienia.

Rodzaje węgla	Skład elementarny				Próba koksowania		Własności koksu	Ciężar wła- ściwy węgla	Zdolność odparowa- nia wody na kg czys- tego węgla
	C %	H %	O+H %	O+N H	części lotn. %	koksu %			
Gazowo- płomienne	75-80	5,5-4,5	19,5-15,0	4-3	55-60	45-40	niespieczo- ny lub słabo spieczony	1,25	6,7-7,5
Gazowe	80-85	5,8-5,0	14,2-10,0	3-2	60-68	40-32	spieczony lecz silnie popiekany	1,28-1,3	7,6-8,3
Koksownicze o dłuższym płomieniu	84-89	5,5-5,0	11,0-5,5	2-1	68-74	32-26	spieczony; średnio zbity	1,3	8,4-9,2
Koksownicze o krótszym płomieniu	88-91	5,5-4,5	6,5-5,5	1	74-82	26-18	spieczony; bardzo zbity	1,3-1,35	9,2-10,0
Chude i an- tracytowe	90-95	4,5-4,0	5,5-3,0	1	82-90	18-10	słabo spie- czony lub niespiecz.	1,35-1,4	9,0-9,5

Proces koksowania węgla wykonywa się bądźto w gazow-
niach, bądź też w koksowniach. W koksowniach zależy

głównie na jakości koksu, gdy celem gazowni jest otrzymanie produktów lotnych o wysokiej wartości opałowej. Znaczne jednak różnice, istniejące pomiędzy gazowniami a koksowniami pod względem ich budowy i prowadzenia procesu koksowania, w ostatnich czasach stopniowo się zacierają. O ile więc dawniej w gazownictwie stosowano wyłącznie retorty, bądźto poziome bądź też pionowe, to w ostatnich czasach zaczęto budować piece komorowe, których różne typy stosowano od dawna w koksownictwie. Sam proces koksowania wykonywa się w piecach poziomych, pochyłych, względnie pionowych, o pojemności około kilkunastu metrów sześciennych, ogrzewanych z zewnątrz do temperatury około 1000°C .

Podczas procesu koksowania otrzymujemy oprócz koksu lotne produkty destylacji, które przepuszczamy przez chłodnice, a na-



Rys. 94.

Przekrój podłużny poziomego pieca koksowego.

stępnie płóczki, celem oddzielenia smoły, benzenu, naftalenu oraz wody amonjakalnej. Gazy nieskroplone służą natomiast jako materiał opałowy, stosowany do wykonania procesu koksowania (do tego celu zużywa się w nowoczesnych koksowniach około 50% otrzymanego gazu), albo do celów oświetleniowych, względnie chemicznych, np. jako produkt wyjściowy do syntezy amonjaku.

Smola, otrzymana podczas procesu koksowania oraz fabrykacji gazu świetlnego, stanowi podstawę przemysłu chemicznego organicznego, wobec czego koksownictwo oraz gazownictwo, owe dwie podstawy przemysłu organicznego, rozwijają się bardzo szybko, jak to wynika z następujących danych liczbowych.

PRODUKCJA KOKSU.

(w tys. tonn).

Państwo	1900	1905	1910	1913	1920	1922	1923	1924	1925
Niemcy	11990	16491	23600	34630	26103	29664	12703	23720	26810
Zagłębie Saary	—	—	—	1777	240	254	133	216	272
Anglja	11895	10821	12120	13004	12814	9181	13635	12957	10000
Francja	2300	2300	2700	4027	1761	2362	4287	4600	3070
Polska	—	—	—	—	1206	1331	1376	950	964
Belgja	1523	2527	3111	3523	1835	2850	4157	4160	4108
Holandja	—	—	—	—	139	247	268	462	—
Czechosłowacja	1241	1469	2155	2562	1591	878	1474	2219	1997
Rosja	2244	2300	2750	4443	10	112	262	462	—
Hiszpanja	381	448	521	596	281	383	244	848	839
Włochy	46	35	397	498	96	168	275	150	150
Stany Zjednoczone	18628	29230	37838	42002	46580	33679	50337	39604	45997
Kanada	143	634	819	1380	1204	616	1038	1243	1335
Inne państwa	184	147	365	620	1205	767	1200	750	750
Światowa produkcja	50485	66402	86376	107285	93859	81935	91389	92330	96292

PRODUKCJA KOKSU W POLSCE.

Rok	w tysiącach tonn	% ¹⁾
1913	918	100,0
1927	1402	152,5
1928	1668	181,7
1929	1858	202,4

Do wyrobu koksu nadaje się szczególnie węgiel tłusty. W Polsce typowych węgla koksowniczych nie posiadamy, do wyrobu zaś koksu stosuje się z konieczności dobrze spiekające się węgle gazowe (z kopalń Górnego Śląska).

4. ZWIĄZKI WĘGLA Z WODOREM. METAN I ACETYLEN.

Węgiel i wodór łączą się ze sobą w niezmiernie licznych i różnorodnych stosunkach stechiometrycznych, o wiele częściej i różnorodniej od wszelkich innych dwóch pierwiastków. Liczba poznanych dotychczas związków węgla z samym tylko wodorem dochodzi do kilkunastu tysięcy, z wodorem zaś, tlenem

¹⁾ Obliczone w stosunku do produkcji z r. 1913, przyjętej za 100.

i azotem do 150 000, to też związki te wraz z połączeniami węgla z innymi pierwiastkami wydzielają się zazwyczaj w odrębną całość, zwaną chemią organiczną i odrębnie się je traktuje.

Tutaj omówimy pokrótce tylko kilka najważniejszych i najprostszych połączeń wodorowych węgla, w szczególności metan i acetylen.

METAN CH_4 .

Najprostszym połączeniem węgla z wodorem jest metan, związek wzoru CH_4 , zwany w mowie potocznej gazem błotnym lub kopalnianym, znany już Pliniuszowi. Dokładniej zbadał go dopiero Volta w r. 1777.

Jest to gaz bezbarwny i bezwonny, niemal dwa razy lżejszy od powietrza. Jego temperatura krytyczna $t_k = -82,5^\circ$, temperatura wrzenia $t_w = -164^\circ$, temperatura krzepnięcia $t_t = -184^\circ$. Pali się on płomieniem ledwie świecącym, utleniając się na wodę i dwutlenek węgla



Występowanie. Metan występuje w przyrodzie bardzo często, nieraz w olbrzymich ilościach, wydobywając się ze szczelin i pęknięć skorupy ziemskiej. Towarzyszy on stale występowaniu węgla kamiennego oraz ropy naftowej.

Gaz ziemny, występujący bardzo obficie w Stanach Zjednoczonych, Rumunji oraz na Podkarpaciu małopolskim, składa się z metanu z domieszką innych węglowodorów¹⁾. Dawniej na gaz ten nie zwracano żadnej uwagi i dopiero mniej więcej przed kilkudziesięciu laty poczęto go wyzyskiwać w Ameryce na większą skalę do celów opałowych i motorowych oraz poczęto wydzielać z niego węglowodory trudniej lotne, dające t. zw. gazolinę i stosowane w motorach wybuchowych.

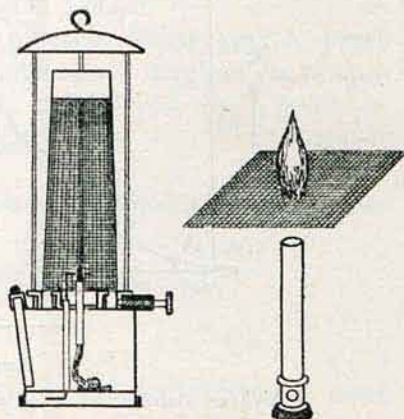
W Małopolsce poczęto zużytkowywać gaz ziemny na krótko przed wojną światową. Podczas wojny zaś eksploatacja ta rozwinęła się tak szybko, iż w r. 1916 w Boryslawiu produkcja gazu ziemnego doszła do 350 milionów m^3 , w roku zaś 1928 całkowita produkcja Polski wynosiła 459,5 milionów m^3 .

¹⁾ Małopolski gaz ziemny zawiera: 75—90% metanu, 4—6% etanu, 1—3,5% azotu, a nadto wyższe węglowodory, homologi metanu i etanu.

Z czasem małopolski gaz ziemny będzie stanowił obok węgla kamiennego, łupków bitumicznych oraz ropy naftowej—bardzo wybitne źródło energii wolnej.

Metan występuje w większych ilościach również w kopalniach węgla kamiennego, jako t. zw. gaz kopalniany, zwłaszcza w kopalniach węgla chudego. Gaz ten wywołuje częste wybuchy w kopalniach, ponieważ powietrze zawierające 6 do 16% metanu zapalone — spala się wybuchowo.

Aby zapobiec tym wybuchom, chemik angielski Humphry Davy skonstruował już w początkach XIX stulecia, górniczą lampkę, t. zw. lampę bezpieczeństwa — różniącą się od zwykłych lamp olejowych tem, że płomień jej jest odgraniczony od powietrza zewnętrznego gęstą siatką metalową, zawierającą 144 oczka na cm^2 . Urządzenie to zapobiega przedostawaniu się płomienia z wnętrza lampy na zewnątrz, ponieważ siatka metalowa, będąca dobrym przewodnikiem ciepła, szybko rozprasza ciepło, obniżając temperaturę gazowej mieszaniny wybuchowej poniżej jej punktu zapłonu. Proste doświadczenie z płomieniem gazowym oraz siatką drucianą najlepiej nam tę rolę siatki uwidocznia (rys. 95).



Rys. 95.

Lampa górnicza bezpieczeństwa Davy'ego i zasada jej działania.

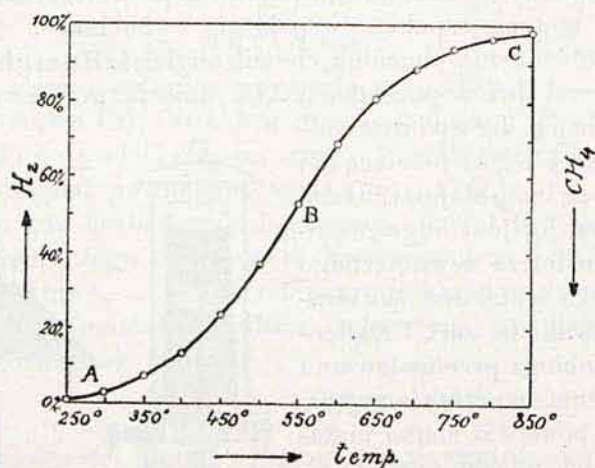
Metan powstaje również podczas powolnego rozkładu resztek roślinnych pod wodą i dlatego występuje nieraz dosyć obficie w szlamie, zbierającym się na dnie wód stojących, zwłaszcza bagnisk i trzęsawisk, jako t. zw. gaz błotny. Wytwarza się on tam z błonnika, czyli celulozy wskutek procesu fermentacji, wywoływanego przez pewien rodzaj bakterij gnilnych. Występuje on również i w gazach kiszkowych.

Synteza metanu. Wodór łączy się z węglem bezpośrednio w wyższej temperaturze tworząc metan, zwłaszcza w obecności pewnych metali sproszkowanych, jak nikiel lub kobalt, przyspieszających reakcję tę katalitycznie. Proces ten jest odwracalny



i prowadzi do stanów równowagi, zależnych od temperatury. M. Mayer i V. Altmayer wykonali te oznaczenia w r. 1907 i otrzymali następujące dane liczbowe:

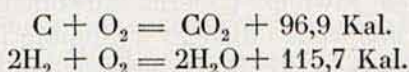
temperatura	250°	350°	450°	500°	550°	600°	650°	750°	850°
% CH ₄	98,79	93,12	76,80	62,53	46,69	31,68	19,03	6,08	1,59
% H ₂	1,21	6,88	23,20	37,47	53,31	68,32	80,97	93,92	98,41



Rys. 96.

Wykres stanu równowagi podczas syntezy metanu podług Mayera i Altmayera.

Graficznie stosunki te wyraża krzywa *ABC*, przedstawiona na rysunku 96. Powstawanie metanu z pierwiastków jest reakcją egzotermiczną; daje się to wyliczyć z następujących danych termochemicznych:



skąd sumując (I) $\text{C} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 212,6 \text{ Kal.}$
a że (II) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 190,85 \text{ Kal.}$

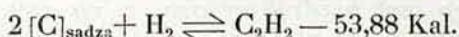
przeto, odejmując równanie II od równania I, otrzymamy:



Zgodnie z tem wraz ze wzrostem temperatury równowaga przesunęwa się na niekorzyść metanu. W temperaturze około 1000° cała ilość metanu winna rozłożyć się na pierwiastki składowe.

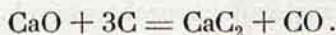
ACETYLEN C_2H_2 .

Z innych połączeń węgla z wodorem wspomniemy jeszcze o acetylenie, związku o składzie C_2H_2 , który w ostatnim trzydziestoleciu znalazł dosyć szerokie zastosowanie praktyczne do oświetlenia. Otrzymuje się on bezpośrednio ze swych pierwiastków składowych w łuku Volty pomiędzy elektrodami węglowymi w atmosferze wodoru (Berthelot 1838 r.).

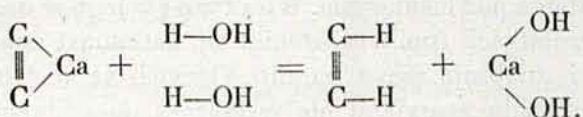


W praktyce otrzymuje się go zazwyczaj przez działanie wody na t. zw. karbid, czyli węgiel wapnia CaC_2 .

Węgiel wapnia tworzy się w piecach elektrycznych przez nagrzewanie mieszaniny wapna palonego z węglem (w temperaturze 2000°):



Rozkład karbidu pod działaniem wody zachodzi według równania

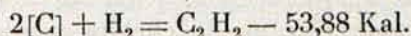


Acetylen jest gazem bezbarwnym o nieprzyjemnej woni (wywoływanej przez domieszki fosforowodoru i innych gazów), skraplającym się w temperaturze 0° pod ciśnieniem 26 atmosfer. Temperatura krytyczna $t_k = +35,9^{\circ}$.

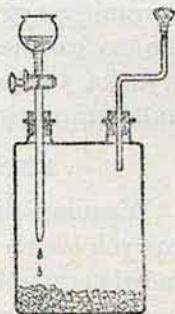
Acetylen spala się płomieniem kopącym, świecącym bardzo silnie i dlatego jest stosowany do oświetlania wozów kolejowych, samochodów, rowerów oraz w sygnalizacji wojaskowej.

Z punktu widzenia energetycznego acetylen jest w przeciwieństwie do metanu związkiem wybitnie endotermicznym, powstającym ze składników ze znacznym nakładem pracy.

Jego ciepło powstawania wynosi



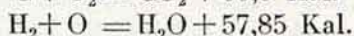
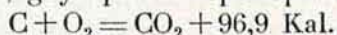
Wskutek tego podczas spalania acetyleny wydziela się znacznie więcej ciepła, aniżeli podczas spalania jakiegokolwiek in-



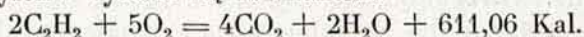
Rys. 97.

Lampa acetylenowa.

nego węglowodoru, gdyż prócz ciepła spalania węgla i wodoru



wydziela się nadto ciepło powstawania acetyleny. Proces spalania acetyleny wyraża się równaniem:



Wobec tak wielkiego ciepła spalania, temperatura płomienia acetylenowego jest bardzo wysoka, a co zatem idzie, zawieszane w płomieniu acetylenowym cząstki stałego węgla rozżarzają się bardzo silnie, dając jasne światło.

Jako związek wybitnie endotermiczny, acetylen okazuje tendencję do samorzutnego rozkładu, przebiegającego w sposób wybuchowy. Pod ciśnieniami nieco większymi od jednej atmosfery rozkłada się on istotnie wybuchowo. Okoliczność ta ogranicza zakres jego zastosowań praktycznych.

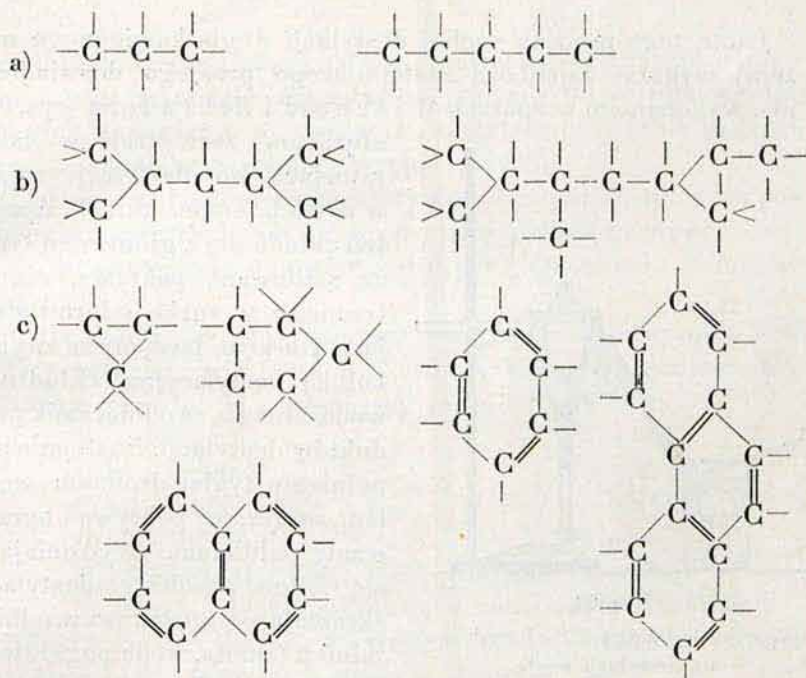
Wskutek omówionych powyżej własności wybuchowych acetylen nie może być przechowywany, ani transportowany w skroplonym stanie pod ciśnieniem. R o z t w o r y jego w organicznych rozpuszczalnikach (np. w acetonie) są natomiast zupełnie bezpieczne i znajdują się w handlu. Oczywiście w tym wypadku ciepło rozkładu acetyleny nie wystarcza do podniesienia jego temperatury aż do granicy wybuchu.

W ostatnich czasach, dzięki usiłowaniom szwedzkiego inżyniera D a l e n a (laureata Nobla), acetylen znalazł szerokie zastosowanie w sygnalizacji morskiej (latarnie morskie i t. p.). Stosuje się go również w palnikach acetyleno-tlenowych, wyzyskując wysoką temperaturę tego płomienia do stapiania oraz t. zw. autogenicznego spawania metali.

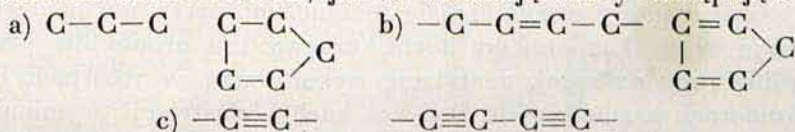
MNOGOŚĆ POŁĄCZEŃ WODOROWYCH WĘGLA.

Wspomnieliśmy już poprzednio, że liczba związków wodorowych węgla dochodzi do kilkunastu tysięcy. O związkach tych mówi szczegółowo chemja organiczna. Tutaj nie możemy jednak pominąć milczeniem czynników, wywołujących to tak wielkie bogactwo tych związków oraz różnorodność ich typów.

Najważniejszym z tych czynników jest niewątpliwie tendencja atomów węgla do wzajemnego łączenia się w większe skupienia, powodująca tworzenie się łańcuchów węglowych prostoliniowych, bądź też rozgałęzionych, bądź wreszcie zamkniętych w sposób pierścieniowy.



Drugim z tych czynników jest zdolność atomów węgla do łączenia się ze sobą w różny sposób, przez wyzyskanie nie tylko pojedynczych, ale i podwójnych, a nawet potrójnych jednostek wartościowości, jak to wskazują wzory następujące:



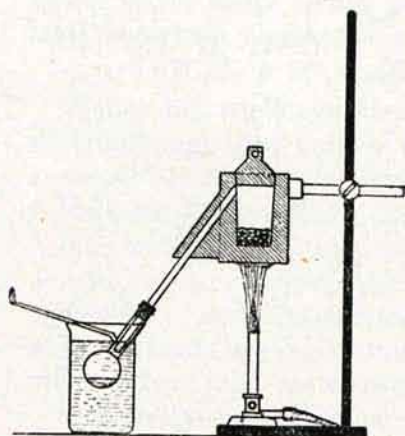
Poza tem istnieją jeszcze inne mniej doniosłe czynniki, o których szczegółowo mówi chemja organiczna.

5. SZTUCZNE GAZOWE MATERJĄŁY OPALOWE. SPALANIE; PŁOMIEŃ.

GAZ ŚWIETLNY.

Wielkie dogodności praktyczne stosowania paliwa gazowego sprawiły, że już z końcem XVIII wieku poczęto naprzód w Anglii, a następnie na kontynencie europejskim wytwarzać palne związki gazowe z węgla kamiennego. Najdawniej i najczęściej stosowanym paliwem gazowym jest zwykły gaz świetlny, otrzymywany drogą suchej destylacji węgla kamiennego, brunatnego, torfu lub odpadków z przeróbki ropy naftowej.

Istotę tego procesu suchej destylacji węgla kamiennego możemy wykazać zapomocą następującego prostego doświadczenia, wykonanego w aparacie Fischera i Schradera (rys. 98),



Rys. 98.

Aparat Fischera i Schradera do destylacji węgla.

służącym zazwyczaj w laboratoriach do destylacji węgla w niskich temperaturach. Aparat ten składa się z glinowego tygla ze szlifowaną pokrywą, zaopatrzonego w rurkę odprowadzającą. Rurkę tę łączymy ze zwykłą kolbką destylacyjną, chłodzoną wodą, służącą za odbieralnik produktów destylacji. Następnie napełniamy tygiel drobnym węglem, zamykamy pokrywą i ogrzewamy palnikiem. Wydzielające się lotne produkty destylacji skraplają się częściowo w odbieralniku (smoła, woda pogazowa), pozostała zaś część uchodzi

w postaci gazu boczną rurką, u wylotu której można go zapalić. W tyglu natomiast pozostaje półkoks względnie koks, w zależności od temperatury do jakiej destylację doprowadzono.

Gaz świetlny otrzymuje się technicznie przez suchą destylację węgla kamiennego, torfu, drzewa lub produktów przeróbki ropy naftowej, destylację wykonywaną w retortach lub komorach szamotowych. Podczas suchej destylacji wymienionych materiałów otrzymuje się jako produkty zasadnicze: koks, wodę pogazową, smołę pogazową oraz gaz świetlny. Suma wartości handlowej produktów otrzymanych z suchej destylacji węgla kamiennego przewyższa wartość produktu wyjściowego.

Z produktów tych koks przedstawia bardzo cenny stały materiał opałowy (p. str. 283).

Równie cenne są wody pogazowe, zawierające, w zależności od produktu destylowanego, kwas octowy, alkohol metylowy, aceton oraz amonjak, używany do wyrobu nawozów azotowych [np. siarczanu amonowego $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$].

Smoła pogazowa obfituje w wielkie ilości różnorodnych lotnych związków węglowych, z których najważniejsze są: ben-

zen, toluen, ksylen, fenol, naftalen, antracen, substancje bardzo cenne jako materiały macierzyste, służące do wyrobu syntetycznych barwników organicznych, syntetycznych środków leczniczych, substancyj wybuchowych i innych.

Gaz świetlny wreszcie służy do oświetlania ulic oraz pomieszczeń mieszkalnych, a także jako paliwo gazowe, stosowane do poruszania motorów gazowych, ogrzewania pomieszczeń i t. p.

Pod względem chemicznym gaz świetlny jest mieszaniną wodoru z różnemi związkami węglowemi. Węglowy gaz świetlny wykazuje przeciętnie następujący skład procentowy:

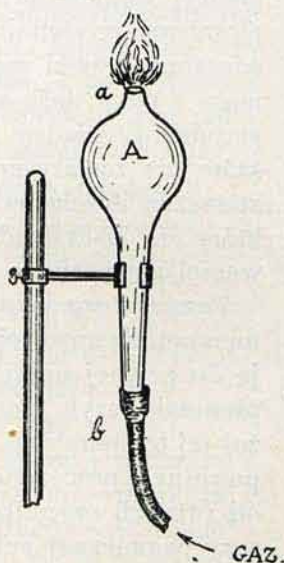
H_2 — wodoru	45 — 54%
CH_4 — metanu	27 — 42%
CO — tlenku węgla	5 — 11%
C_2H_4 — etylenu	2 — 4%
N_2 , CO_2 , C_2H_2 , NH_3 , H_2S i innych	5 — 10%

Wartość kaloryczna (górna) wynosi około 5000 Kal./m³.

Dzięki znacznej zawartości węglowodorów ciężkich pali się on płomieniem jasnym, kopącym. Zmieszany z powietrzem w stosunku 8—25% tworzy mieszaninę wybuchową. Ze względu na zawartość tlenku węgla jest on trujący do tego stopnia, iż obecność 5% gazu świetlnego w powietrzu działa już zabójczo na człowieka.

Wybuchowe własności mieszanin gazu świetlnego z powietrzem można wykazać zapomocą następującego prostego doświadczenia. Zapalny gaz wydzielający się z rurki A u wylotu rozszerzonego jej końca a, a następnie usuńmy rurkę gumową b, łączącą ją z przewodem doprowadzającym gaz. Wskutek tego powietrze zaczyna przenikać od dołu do rurki, a gdy skład jego osiągnie wartość składu mieszaniny wybuchowej, następuje głośna eksplozja.

Wartość opałowa gazu świetlnego wynosi przeciętnie 4500 — 5500 Kal. na 1 m³ gazu, zatem mniej więcej 17—23% wartości opałowej węgla, z którego gaz został otrzymany.



Rys. 99.

Wybuch mieszaniny gazu świetlnego z powietrzem.

Gaz świetlny został zastosowany do oświetlania miast na-
przód w Stanach Zjednoczonych, a mianowicie w r. 1802 w Bal-
timore. Najszybciej rozwinęło się jednak gazownictwo w Anglii,
gdzie w r. 1813—1814 Londyn uzyskał gazowe oświetlenie,
a w r. 1823 posiadało je już 52 miast angielskich. Na konty-
nencie europejskim zaprowadzono gazowe oświetlenie w r. 1818
w Wiedniu, 1819 w Paryżu, 1826 w Berlinie i Hannoverze, 1856
w Warszawie i Krakowie.

PŁOMIEŃ.

Płomieniem nazywamy obraz zewnętrzny procesu gwałtow-
nego palenia się substancyj gazowych, lub też substancyj
stałych oraz ciekłych, które z łatwością zamieniają się na
produkty gazowe. Substancje stałe nietłone, jak np. fosfor,
sód, magnez, żelazo spalają się bez płomienia. Płomień
jest to rozżarzona przestrzeń gazowa, odgraniczona od otacza-
jącego ją powietrza, względnie innego środowiska gazowego,
w której odbywa się proces spalania. Płomień lotnych sub-
stancyj węglowych bywa świecący lub nie świecący. Świecenie
płomienia występuje tylko wówczas, gdy w płomieniu są za-
wieszone cząstki węgla stałego. Tak np. płomień gazu świetl-
nego świeci dość silnie. Jeśli wprowadzimy do niego zimny
przedmiot, osiadzie na nim sadza, czyli cząstki stałego węgla,
które nie zostały spalone w płomieniu. Mieszając gaz ten z do-
stateczną ilością powietrza, otrzymujemy płomień nieświecący,
który nie osadza sadzy na zimnych przedmiotach, gdyż wszystek
węgiel się spala.

Temperatura zapłonięcia. Chcąc w jakiegokolwiek palnej
mieszaninie gazowej wywołać proces spalania, musimy nagrzać
ją do pewnej najniższej temperatury, w której następuje za-
płonienie, czyli gwałtowny przebieg procesu utleniania. Poni-
żej tej temperatury zapłonięcia mamy do czynienia z względnie
powolnym procesem utleniania. Temperatura zapłonięcia zależy
od różnych czynników fizycznych, w szczególności zaś od na-
tury chemicznej substancyj palnych. Temperatury zapłonięcia
różnych gazów w powietrzu są następujące:

CO , CH_4 — 650°	CS_2 — 350°
H_2 — 550°	PH_3 — 100°
C_2H_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — 450°	

Wahają się one przeto w dosyć szerokich granicach.