

CHEMIK POLSKI

CZASOPISMO

POŚWIĘCONE WSZYSTKIM GAŁĘZIOM CHEMII
TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ

Nr. 2.

10 kwietnia 1901 r.

Rok 1

Stan obecny kwestyi ujednostajnienia ciężarów atomowych pierwiałków.

Przez dr. Jana Bieleckiego.

Od lat trzech przeszło kwestya ujednostajnienia ciężarów atomowych pierwiałków weszła na porządek dzienny rozpraw naukowych chemików całego świata. Interesują się nią nie tylko uczeni, chemicy-teoretycy, ale bodaj w większym jeszcze stopniu chemicy-praktycy. Z ogólnym bowiem rozwojem przemysłu i handlu międzynarodowego zachodzi potrzeba zgodzenia się na jednolite metody badania i oceniania wszelkich wytworów przemysłu, a osobiłwie środków spożywczych, obchodzących cały ogół ludzi. Musi więc istnieć jednolita podstawa, jedna miara, którą dla chemika stanowi przedewszystkiem jedna i wspólna dla wszystkich tablica względnych ciężarów atomowych pierwiałków. Tymczasem w różnych fabrykach i instytucjach publicznych, zajmujących się badaniami chemicznymi, używano dotychczas liczb, różniących się nie tylko pod względem jednostki, do której zostały sprowadzone ale często nawet w stosunku do jednego i tego samego pierwiałku. Taki stan rzeczy powoduje, oczywiście, niepewność, która szczególnie w obliczeniach analitycznych może prowadzić w niektórych razach do poważnych i szkodliwych następstw. Podstawę naukową i impuls do usunięcia zła dały wreszcie dokonane w ciągu ostatnich lat kilkunastu nowe oznaczenia ciężaru atomowego tlenu przez Dittmara i Hendersona lorda Rayleigha, Scotta w Anglii, Thomsena w Danii, Leduca we Francyi, Cookea i Richardsa, Keisera, Noyesa w Ameryce, a szczególnie imponujące swą dokładnością i ścisłością i będące, bez wątpienia, na czas jeszcze długi ostatnim wyrazem nauki, najnowsze klasyczne badania amerykańnina Edwarda W. Morleya nad stosunkiem ciężarów atomowych wodoru i tlenu. Wykazały one dosadnie, że ciężar atomowy wodoru, przyjmowany dotychczas za jednostkę do obliczania ciężarów atomowych wszystkich innych pierwiałków, nie może nadal zachowy-

wać swej pierwotnej wartości $=1$, a więc, że i ciężary atomowe wszystkich pierwiastków, obliczone na tej podstawie, są niedokładne i wymagają poprawy.

Praktyczne przeprowadzenie reformy błędnych tablic ciężarów atomowych, będących w użyciu, rozpoczęło Niemieckie Towarzystwo Chemiczne. Otrzymawszy zapytanie od komisji chemików-analityków, zajmującej się z inicjatywy Cesarskiego Urzędu Zdrowia ustaleniem jednolitych metod do badania środków spożywczych, których ciężarów atomowych, jako najściślejszych, należy używać do obliczeń praktyczno-analitycznych, Niemieckie Towarzystwo Chemiczne wybrało z łona swego, w końcu r. 1897, komisję, złożoną z profesorów: Landolta, Ostwalda i Seuberta, powag naukowych w tej dziedzinie, i poleciło jej opracowanie sprawy ujednostajnienia ciężarów atomowych pierwiastków. Prace komisji tej trwały od r. 1898—1900 i nie były bezowocne. Przyczyniły się, z jednej strony, do pogłębienia naukowego wogóle kwestyi ciężarów atomowych pierwiastków, a z drugiej doprowadziły do porozumienia się chemików niemal wszystkich krajów i do wytworzenia nowej tablicy ciężarów atomowych, t. zw. międzynarodowej, którą od początku r. b. zalecono szczególnie stosować do potrzeb chemii analitycznej i chemii stosowanej.

Aby uprzytomnić sobie dokładnie wszelkie motywy naukowe i praktyczne, któremi kierowano się w opracowywaniu nowej tablicy ciężarów atomowych, przedstawimy wprzód choć w krótkości historyczny rozwój kwestyi ciężarów atomowych pierwiastków wogóle.

*

*

*

Na początku wieku XIX Dalton był pierwszy, który wraz ze swoją chemiczną teorią atomistyczną wprowadził do nauki i ilościowe pojęcie ciężaru atomowego. Z teoretycznego i filozoficznego punktu wychodząc, przyjął najlżejszy pierwiastek, wodór, za podstawę, za jednostkę porównawczą dla wszystkich innych pierwiastków. W ślady Daltona poszedł L. Gmelin i jego szkoła. Wkrótce jednak wytworzył się nowy obóz chemików, który wszczął spór, trwający przez połowę stulecia, o jednostkę, do której należy sprowadzać ciężary atomowe pierwiastków.

Wollaston, a szczególnie Berzelius, kierując się raczej względami praktycznymi, niż poglądami teoretycznymi, wybrał tlen za podstawę do obliczania ciężarów atomowych. Pierwiastek ten bowiem tworzy prawie ze wszystkimi innymi związki, co pozwala na określenie ciężaru atomowego pierwiastków, bezpośrednio w stosunku do tlenu. Chcąc zaś wyrazić ciężar atomowy jakiego pierwiastku w stosunku do jednostki Daltona, wodoru, należy ciężar atomowy, otrzymany drogą analityczną w stosunku do tlenu, pomnożyć przez liczbę, wyrażającą stosu-

nek tlenu do wodoru. A ponieważ stosunek ten, będący jednym z najtrudniejszych problemów chemii, nie został dotychczas oznaczony bez zarzutu, otrzymuje się tym sposobem w ciężarach atomowych błędy, które nie leżą w istocie rzeczy, lecz w wyborze samej jednostki. Berzelius, biorąc za podstawę tlen, przyjmował dowolnie ciężar atomowy jego =100, zamiast proponowanej przez Wollastona liczby 10.

Już Lavoisier usiłował oznaczyć stosunek wodoru do tlenu, rozkładając wodę na części składowe. Otrzymane liczby nie były jednak dokładne. Określenie ciężarów atomowych wodoru i tlenu z ciężaru właściwego tych gazów podjęli po raz pierwszy Biot i Arago. Otrzymali liczby: $H:O=1:15,1$. Regnault za pomocą tej samej metody znalazł $H:O=1:15,96$.

Berzelius na podstawie syntezy i analizy tlenku cynku otrzymał dla tlenu $O=15$.

W r. 1819 Berzelius i Dulong podjęli określenie ciężaru atomowego tlenu za pomocą klasycznej metody, polegającej na spalaniu wodoru czystego kosztem rozżarzonego tlenku miedziowego. Średnia z trzech doświadczeń wyniosła $H:O=1:16,01$.

Dumas, stosując ulepszone aparaty i większe ilości substancji, otrzymał za pomocą tejże metody $H:O=1:15,96$. Erdmann i Marchand zaś $O=16$.

Wobec rozpowszechnionej wówczas wiary w hipotezę Prouta, stosunek $O:H=16:1$, jako wyrażony za pomocą liczb całych, wydawał się całkiem pewnym. A gdy jeszcze Gerhardt wykazał, że na podstawie hipotezy Avogadra stosunki ciężarów cząsteczkowych gazów można daleko zrozumialej przedstawić, przyjmując $H=1$ i $O=16$, niż stosując nadzwyczaj wielkie liczby Berzeliusa, sprowadzone do $O=100$, stosunek $O:H$, wyprowadzony z powyżej dokonanych badań, jako $16:1$ został przyjęty i na podstawie jego obliczono też wszystkie znane ciężary atomowe. System ten znalazł wkrótce zastosowanie ogólne.

Z kolei występuje nowa i wspaniała metoda oznaczania ciężarów atomowych, a za podstawę jej służy srebro. Skutkiem łatwości otrzymywania w stanie czystym związków chlorowcowych i ich łatwej wymiany z azotanem srebra, metoda ta posłużyła do oznaczenia ciężarów atomowych większości pierwiastków. Stała się też źródłem klasycznych badań belgijszka Stasa.

Ciekawym pod względem historycznym jest fakt, że już w r. 1864 pierwszy Jan Serwacy Stas wskazał, że wodór może być nieco cięższy, niż $H=1$. Ponieważ bowiem grupa amonowa (NH_4) różni się od azotu nie o 4, lecz o 4,02, należy przypuścić, że ciężar atomowy wodoru jest błędny o $\frac{5}{1000}$ czyli $\frac{1}{200}$ swojej wartości. A więc ciężar atomowy wodoru staje się po raz pierwszy $H:1,005$. W r. 1865 jednak Stas uważa błąd $\frac{1}{400}$ za prawdopodobniejszy i otrzymuje dla wodoru mniej prawdziwą liczbę $H=1,0025$.

Pomimo jednak przekonania, że stosunek H:O nie jest 1:16, lecz najwyżej 1:15,96, Stas przyjął za podstawę do obliczeń liczbę O=16, gdyż większość ciężarów atomowych eksperymentalnie oznacza się bezpośrednio w stosunku do tlenu, a nie wodoru. Gdybyśmy więc przyjęli wodór za jednostkę, a nowe badania wykazałyby, że stosunek H:O inny jest niż 1:15,96, to byłibyśmy zmuszeni wszystkie ciężary atomowe przeliczać na nowo.

Przyjęto więc liczby Stasa, a to tembardziej, że w ówczesnym stanie nauki popełniano tylko niedokładność =0,0025.

Stan ten trwał aż do r. 1883, kiedy Lotaryusz Meyer i Karol Seubert wskazali wreszcie, że niesłusznie jest popełniać nadal świadomie błąd i zaproponowali sprowadzić wszystkie ciężary atomowe pierwiastków albo do O=1, albo też do H=1 i O=15,96.

Pierwszy wniosek nie znalazł odgłosu, gdyż wymagał przyzwyczajenia się do całkiem nowych liczb. Drugi zaś rozszerzył się dosyć, ale od samego początku napotkał gorących przeciwników, jak Ostwalda, Marignaca i innych, którzy wraz ze Stasem, uważając stosunek H:O=1:15,96 za niedostatecznie jeszcze pewny, trzymali się O=16. Pogląd ten zaczęło podzielać coraz więcej chemików, a to szczególnie z tego powodu, że właśnie w chwili, kiedy liczba 15,96 już się dosyć rozpowszechniła, szereg nowych badań wykazał, że i ta liczba (O=15,96) jest, bezwątpienia, za wysoka i że musimy, zgodnie ze stanem nauki, wyrazić stosunek H:O za pomocą innych już liczb.

Nie wdając się w szczegóły metod stosowanych, przytoczymy rezultaty ważniejszych nowych określeń ciężaru atomowego tlenu. Bardzo mało różnią się one od średniej, przeciętnej liczby 15,88. z wyjątkiem określenia E. H. Keisera (1887 r.), w którym różnica ta wynosi 0,07.

	Ciężar atomowy tlenu	Błąd prawdopodobny
Cooke i Richards	15,869	0,0017
Keiser	15,950	0,0010
Noyes	15,897	0,0017
Dittmar i Henderson	15,866	0,0062
	15,868	0,0017
Rayleigh	15,89	0,0088
Leduc	15,881	0,012

Ostatnie z kolei i najdokładniejsze oznaczenia ciężaru atomowego tlenu zawdzięczamy wreszcie Edwardowi W. Morleyowi. Jest to obraz nadzwyczaj zmuśnych, starannych i sumiennych badań, które cechuje zarazem imponująca zgodność rezultatów, otrzymanych różnemi drogami. Zatrzymujemy się nieco dłużej nad tą klasyczną pracą ¹⁾.

¹⁾ Zeitschr. für physik. Chemie, 1895, str. 78—106 i 1896, str. 68—130, 242—271, 417—435—tłumaczenie Le Blanca z oryginału w „Smithsonian Contributions to knowledge.“ 1895.

Morley do badań swoich stosował wodór, otrzymany przez elektrolizę rozcieńczonego kwasu siarczanego; po oczyszczeniu i wysuszeniu przeprowadzał go w pallad, z którego wydzielał już przez ogrzewanie. Tlen zaś otrzymywał z KClO_3 .

Rezultaty badań Morleya zestawień możemy w następującej tablicy:

Ciężar atomowy tlenu na podstawie syntezy odważonych ilości wodoru i tlenu

ze stosunku tlenu i wodoru	15,8792
ze stosunku wody i wodoru	15,8786

czyli możemy przyjąć

$$\text{O} = 15,879.$$

Ciężar 1 litra tlenu, pod 45° szer. geogr. 1,42900 g

Ciężar 1 litra wodoru, pod 45° 0,089873 g

Stosunek ciężarów atomowych O i H, wyprowadzony z gęstości 15,879

Ciężar cząsteczkowy wody (metoda chemiczna) 17,879

A więc zarówno według metody chemicznej, jak i fizycznej, ciężar atomowy tlenu wynosi

$$\text{O} = 15,879.$$

Jakże więc dalecy jesteście od dawniej przyjmowanych liczb $\text{O} = 16$ i $\text{O} = 15,96$! Ciężary atomowe wodoru i tlenu mają się przeto, jak $\text{H} = 1 : \text{O} = 15,879$ albo jak $\text{H} = 1,0076 : \text{O} = 16$. Tyle — Morley. Taki jest też ostatni wyraz nauki.

* * *

Powstaje teraz pytanie, czy należy w przyszłości wszystkie ciężary atomowe pierwiastków, jak również ciężary cząsteczkowe związków chemicznych sprowadzać do $\text{H} = 1$ i $\text{O} = 15,879$, czy też, jak to już dawniej prawie powszechnie czyniono, i nadal sprowadzać do $\text{O} = 16$, a ciężar atomowy wodoru zmienić tylko na 1,0076, jeżeli większa dokładność jest pożądana?

Dotychczas w ogólnem prawie użyciu były, z jednej strony, tablice ciężarów atomowych L. Meyera i K. Seuberta w Europie, a z drugiej — F. W. Clarkea w Ameryce, oparte na $\text{H} = 1$ i $\text{O} = 15,96$. O ile taki stosunek uważano za prawdziwy, nie miało dawniej wielkiego znaczenia, gdy zaokrąglano na $\text{O} = 16$ wobec $\text{H} = 1$, zboczenie bowiem wynosiło tylko $\frac{16 - 15,96}{15,96} = 0,0025$ czyli 0,25% wartości, uważanej za dokładną. Gdy jednak obecnie wobec $\text{H} = 1$ należy przyjąć $\text{O} = 15,879$, albo 15,88 (ograniczając się czterema cyframi), ciężar atomowy tlenu zaokrąglony na 16 różniłby się trzy razy więcej od prawdziwego, a mianowicie $\frac{16 - 15,879}{15,879} = 0,0076$ czyli 0,76% wartości, uważanej dziś za prawdziwą. W rzeczywistości dawniej, w większości przypadków przyjmowano $\text{O} = 16$,

przyjmując dla wodoru okrągło $H=1$, zamiast 1,0025. Przypuszczalne zboczenie o 0,25% rozciągało się więc tylko na ciężar atomowy wodoru i mogło mieć znaczenie w bardzo dokładnych określeniach tylko dla związków zawierających wodór.

W takim stanie rzeczy, w końcu 1897 r. komisya Niemieckiego Towarzystwa Chemicznego rozpoczęła, jak to zaznaczyliśmy we wstępie, swoje prace nad ujednostajnieniem ciężarów atomowych pierwiastków. W dniu 14 listopada 1898 r. złożyła ¹⁾ sprawozdanie, w którym proponuje na przyszłość wybrać za podstawę ciężarów atomowych nie $H=1$, lecz $O=16$, a zarazem przedstawiła do użytku praktycznego tablicę ciężarów atomowych, zawierającą liczby z tyloma dziesiętnymi cyframi, że ostatnia może być uważana jeszcze za pewną. Uważając przytem, że międzynarodowe porozumienie w tej kwestyi jest bardzo pożądane, zwróciła się w marcu r. 1899 do towarzystw chemicznych i innych instytucyj naukowych wszystkich państw z zaproszeniem do utworzenia międzynarodowej komisyi ciężarów atomowych.

W ten sposób powstała komisya międzynarodowa, złożona z przeszło 50 członków, do której Niemieckie Towarzystwo Chemiczne w grudniu r. 1899 zwróciło się znów z prośbą o zakomunikowanie odpowiedzi na trzy pytania następujące:

1° czy na przyszłość ma być ustalony tlen, $O=16$, jako podstawa do obliczania ciężarów atomowych?

2° czy ciężary atomowe mają być podawane z tyloma dziesiętnymi, że ostatnia cyfra jest pewna o mniej, niż połowę jednostki, czy też jaki inny sposób zostanie zaproponowany?

3° czy jest pożądanem, aby się utworzyła ściślejsza komisya, która podjęłaby ciągle opracowywanie rocznej tablicy ciężarów atomowych i jej ogłaszanie? W razie pomyślnym proponuje się, aby każde stowarzyszenie wybrało jednego członka do tej komisyi.

W odpowiedzi na te pytania zgodziło się, jako podstawę do obliczania ciężarów atomowych, przyjąć

40 członków	$O=16$
7 „	$H=1$
2 „	$O=16$ i $H=1$.

Przeważły więc przedewszystkiem względy praktyczne i uprzytomnienie sobie dokładne wszystkich konsekwencyj, jakie pociągnęłoby wprowadzenie podstawy $H=1$ ²⁾.

Wobec podstawy $O=16$, wszelka zmiana w określeniu wartości wodoru spowoduje jedynie zmianę ciężaru atomowego tego pierwiastku, a wszystkie inne ciężary atomowe pozostaną niezmiennione. Bardziej

¹⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 31, 2761.

²⁾ Por. Chem. Zt. 1898, str. 347—349 i Ber. 1900, str. 1878—1882.

decydującą jeszcze na korzyść tlenu $O=16$, jako podstawy, jest wreszcie ta okoliczność, że do oznaczania wielu własności, które chemik zazwyczaj sprowadza do ciężarów atomowych i cząsteczkowych, wprowadzano w odpowiednich obliczeniach dawniej ogólnie, a w ostatnim dziesiątku lat tylko z małymi wyjątkami, $O=16$ i $H=1$. Mamy tu na myśli liczne dane termiczne, jak: ciepło spalania, zobojętniania, połączenia, rozpuszczania, ciepło właściwe i cząsteczkowe, ciepło objętości atomowej i cząsteczkowej, a także liczby, wyrażające własności optyczne, elektryczne i magnetyczne.

W razie przyjęcia na przyszłość $O=16$ i odpowiednio $H=1,0076$, ciężary cząsteczkowe wszystkich związków chemicznych, nie zawierających wodoru, nie zmieniają się wcale, a ciężary cząsteczkowe związków wodorowych powiększą się tylko o drobną wielkość 0,0076 dla każdego atomu wodoru. Odpowiednio też sprowadzone do ciężarów atomowych i cząsteczkowych własności, wyrażone w liczbach, zbaczająby o drobną wielkość od rzeczywistości dla wodoru i związków wodorowych, której w większości przypadków można nawet nie uwzględniać, gdyż leżyć będzie w granicach błędu doświadczenia.

Gdybyśmy jednak sprowadzili ciężary atomowe do $H=1$ i $O=15,879$, byłibyśmy zmuszeni dawniej do $O=16$ sprowadzone ciężary atomowe wszystkich pierwiastków zmienić w stosunku $16:15,879$ czyli $1,0076:1$. Podobnie musielibyśmy postąpić i z wszystkimi liczbowo wyrażonemi, a do ciężarów atomowych i cząsteczkowych sprowadzonemi własnościami. Różnica byłaby tem większa, im większe są ciężary atomowe i cząsteczkowe, a przeto w wielu przypadkach znajdowałaby się poza granicami błędu doświadczalnego i nie mogłaby być uwzględniona.

Weźmy przykład. Ciężar atomowy srebra, według nowoobliczonych tablic, czy to K. Seuberta ¹⁾, czy też F. W. Clarkea ²⁾, względem $O=16$, wynosi 107,92, gdy w stosunku do $H=1$ wynosiłby 107,11, czyli różnica dosięgałaby w tym razie już 0,81. Podobnie np. cząsteczka gramowa $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ wobec $H=1$ i $O=15,879$ wynosi o 4 g przeszło mniej, niż wobec dawnej podstawy $O=16$.

W obliczaniu wzorów i składu procentowego związków organicznych od lat zgórą 50 używano ciężarów atomowych:

$$I \qquad H=1, \quad C=12, \quad O=16$$

przyczem dwie ostatnie liczby można było śmiało zaokrąglić, zamiast stosować dokładniejsze $C=11,97$ i $O=15,96$.

Teraz jednak, gdy wobec $O=15,88$ stało się $C=11,91$, nie można już zaokrąglić tych liczb na $O=16$ i $C=12$.

¹⁾ Ztschr. f. anorg. Chemie, 1897, 13, 231.

²⁾ Constants of nature, p. V, a recalculation of the atomic weights. Smithsonian Institution, Washington. 1897, 364.

Jeżeli jednak na przyszłość obliczać będziemy ciężary cząsteczkowe przez zastosowanie systemu

II $H=1,008$ lub $1,01$, $C=12$, $O=16$,

to nastąpi, jak to łatwo się przekonać, tylko bardzo drobny przyrost liczb, nie mający znaczenia, i odpowiednio wszystkie stałe fizyczne i chemiczne będą mogły zachować swą dotychczasową wartość. Za przykład niech posłuży najbogatszy stosunkowo w wodór związek organiczny, metan, CH_4 . Zawartość w nim wodoru, wobec $O=16$ i $H=1$, wynosi 25% a wobec $O=16$ i $H=1,0076$ —25,14%. Różnica więc, w tym najskrajniejszym przypadku, wynosi tylko $\frac{14}{2514} = 0,0056$ czyli 0,56% zawartości wodoru, albo $\frac{0,14}{100} = 0,0014 = 0,14\%$ samego metanu. W miarę zmniejszania się procentowego wodoru, zmniejszać się też będzie największa wielkość zboczenia i dojdzie do 0 dla związków bezwodrowych.

Inaczej jednak rzecz się ma, gdy zastosujemy system:

III $H=1$; $C=11,91$, $O=15,88$

Otrzyma się wówczas, jako ciężary cząsteczkowe

	Według systemu I	II	III	Różnica I—III
np. dla $C_6H_{12}O_6$	180	180,12	178,74	1,26
„ $C_{12}H_{22}O_{11}$	342	342,22	339,60	2,40

czyli wypadną one o 0,7—0,8% mniejsze, niż dotychczasowe, co z kolei spowodować może, w wielu przypadkach ogromne zmiany zależnych od nich danych.

W wielkiem dziele Berthelota „Thermochimie,” jak również w „Thermochemische Untersuchungen“ J. Thomsena (4 tomy, 1882—1886) przytoczono kilka tysięcy danych termochemicznych, w których obliczeniu przyjęto $O=16$, a H zaokrąglono na 1, zamiast używać słusznej wówczas liczby $H=1,0025$. Wszystkie te dane byłyby o 0,76% za wysokie, gdyby przyjęto $O=15,879$ i $H=1$. Pozostawiając zaś $O=16$, dane te nie zmieniają się wcale, a dla związków wodorowych można będzie też zaniechać poprawki, gdyż różnica wynosi tylko 0,0076. W niektórych zaledwie pojedynczych przypadkach, jak dla wodoru samego i niektórych związków gazowych, gdzie określenia ilościowego dokonano nie za pomocą bezpośredniego ważenia, potrzeba będzie specjalnego rozpatrzenia.

Ale i dla chemii analitycznej, a w szczególności dla analizy objętościowej wprowadzenie ciężarów atomowych z podstawą $O=15,88$ zamiast $O=16$ połączone byłoby z niedogodnościami. Jakkolwiek bowiem w obliczaniu składu procentowego, jak również tablicy współczynników, oba systemy konsekwentnie przeprowadzone, oczywiście, prowadzą do jednakowych rezultatów, jednak w pierwszym przypadku ($O=15,88$)

musielibyśmy używać liczb z wieloma dziesiętnymi, czego się prawie zupełnie unika w razie podstawy $O=16$. Przykładem tablica pierwiastków najczęściej używanych:

	O=16	H=1		O=16	H=1
C	12,00	11,91	Ca	40	39,8
N	14,04	13,93	Fe	56,0	55,6
S	32,06	31,83	Co	59,0	58,56
P	31,0	30,75	Mn	55,0	54,6
F	19	18,9	Mo	96,0	95,3
Na	23,05	22,88	As	75	74,45

Z ciężarami atomowymi są w związku wreszcie niektóre wielkości stałe, często przez chemika używane. Przedewszystkiem $\frac{M}{d}$, wyrażająca stosunek ciężaru cząsteczkowego do gęstości, jeżeli ta ostatnia sprowadzona jest do powietrza $=1$. Według hipotezy Avogadra, stosunek ten dla wszystkich gazów jest jednakowy. Z oznaczonego przez Morleya ciężaru 1 litra tlenu nad poziomem morza i pod 45° szer. geogr. i z podanego przez Regnaulta, a przez Craftsa na 1,29349 g poprawionego ciężaru 1 litra powietrza w Paryżu, (który przez pomnożenie przez 1,000333 został sprowadzony również nad poziom morza i pod 45°) ciężar właściwy tlenu oblicza się na $\frac{1,42900}{1,29306} = 1,105135$. Według zaś tego $\frac{M}{d} = \frac{2 \cdot 16}{1,105135} = 28,96574 = 28,96$, albo z dostateczną dokładnością, aby określić ciężar cząsteczkowy z zaobserwowanego ciężaru właściwego gazu, przyjąć można 29. A więc $M=29d$.

Następnie dla dogodnej przemiany ciężarów gazu na objętości gazu i odwrotnie często używamy liczby, przedstawiającej wielkość objętości gramocząsteczkowej, t. j. tę przestrzeń, jaką wypełnia ciężar cząsteczkowy, wyrażony w gramach, każdego związku pod postacią gazu. Według Morleya, 1,42900 g tlenu wypełnia 1 litr (w 0° , nad poziomem morza, pod 45° szerokości geogr.), a więc $32 \text{ g O} = \frac{32 \cdot 1}{1,429} = 22,3933$ litra. Objętość gramocząsteczkowa każdego gazu wynosi przeto okragło 22,4 litra.

Słowem wprowadzenie systemu $O=16$ posiada pod każdym względem wielkie zalety i dogodności, utrzymując równowagę w całym dotychczasowym gmachu chemii, gdy tymczasem sprowadzenie ciężarów atomowych do $H=1$ czyli $O=15,88$ obarcza tysiące liczb, które zyskały już obywatelstwo w literaturze naukowej, błędami, a przytem nie zabezpiecza na przyszłość od podobnych przewrotów, które przecież nie są niemożliwe.

Naturalnem i zrozumiałem jest więc postanowienie zarówno komisji Niemieckiego Towarzystwa Chemicznego, jak i większości członków komisji międzynarodowej ciężarów atomowych, aby przyjąć za podstawę do obliczeń ciężarów atomowych $O=16$, czyli $H=1,0076$ albo $H=1,008$, a nie $H=1$.

Opozycja w łonie komisji międzynarodowej, złożona z profesorów: Bredta, Erdmanna, Ferd. Fischera, Volharda, Klemensa Winklera, Wislicenusa (Niemcy) i Malleta (Ameryka), podniosła zarzuty przeciw przyjęciu za podstawę $O=16$ jedynie z punktu dydaktycznego, twierdząc, że w nauczaniu początkowem chemii niepodobna się obejść bez tablicy ciężarów atomowych, sprowadzonych do $H=1$. Wszystkie podstawy chemii, jak prawo objętości, nauka o wartościowości i t. p. stają się jasne i przystępne dla umysłu początkujących, jeżeli przyjmiemy za podstawę $H=1$. Opozycja niemiecka zwróciła się nawet z t. zw. cyrkularzem halleńskim do wszystkich profesorów i docentów w Niemczech, Austrii i Szwajcarii z zapytaniem, czy zamierzają przyjąć podstawę $H=1$, czy też $O=16$.

Większość wypowiedziała się za $H=1$.

Pomimo to, komisja ciężarów atomowych Niemieckiego Towarzystwa Chemicznego na zasadzie pierwszego głosowania międzynarodowego, które wykazało większość za podstawą $O=16$, i ponieważ kongres międzynarodowy chemii stosowanej w Paryżu, w lipcu r. 1900, jak również Niemieckie Towarzystwo elektrochemiczne na zjeździe zeszłorocznym w Zurychu wypowiedziały się także za $O=16$, a wreszcie z powodu, że wiele istniejących w użyciu tablic podstawowych ¹⁾ opiera się na podstawie $O=16$, przyjęła tę podstawę za obowiązującą i wypracowała odpowiednią tablicę, zwaną międzynarodową. Dla tych zaś, którzy dla celów pedagogicznych oddają pierwszeństwo ciężarom atomowym, sprowadzonym do $H=1$, została podana druga tablica, t. zw. dydaktyczna.

Powyższe dwie tablice ²⁾ ciężarów atomowych, uschematyzowane odpowiednio do polskiej pisowni i nomenklatury, oparte są na tablicach, wydanych przez komisję ciężarów atomowych Niemieckiego Towarzystwa Chemicznego w 1-ym zeszycie tegorocznym czasopisma „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.“ Pragnąc uwzględnić ustawicznie wszelkie odkrycia nowych pierwiastków, czy też możliwe zmiany

¹⁾ Np.: Taschenbuch für Sodafabrikation Lungego, Berlin 1900; dzieła F. Kohlrauscha i L. Holborna o przewodnictwie elektrolitów (Lipsk 1898); chemiczne tablice logarytmiczne F. W. Küstera (Lipsk 1900) i wiele innych.

²⁾ Tablicę międzynarodowych ciężarów atomowych, dołączoną do dzisiejszego zeszytu „Chemika Polskiego“ w osobnej odblacie na sztywniejszym papierze, przeznaczono do zawieszenia w pracowni lub gabinecie na ścianie.

ciężarów atomowych wszystkich pierwiastków, Niemieckie Towarzystwo Chemiczne będzie na przyszłość corocznie podawało w 1-ym zeszytzie swego czasopisma tablicę ciężarów atomowych, mającą obowiązywać wszystkich. Tegoroczne tablice, jak widzimy, zawierają już niedawno odkryte, ale dostatecznie zbadane co do swej jednolitości pierwiastki: gadolin, krypton, neon, tul i ksenon. Dla wodoru, zamiast 1,0076 lub 1,008 przyjęto wartość 1,01, jako zupełnie wystarczającą dla większości obliczeń w praktyce.

TABLICA I.

Międzynarodowe ciężary atomowe.

O=16,00

(H=1,008)

Antymon	Sb	120,	Neodym	Nd	143,6
Argon	A	39,9	Neon	Ne	20
Arsen	As	75,0	Nikiel	Ni	58,7
Azot	N	14,04	Niob	Nb	94
Bar	Ba	137,4	Ołów	Pb	206,9
Beryl	Be	9,1	Osm	Os	191
Bizmut	Bi	208,5	Pallad	Pd	106
Bor	B	11	Platyna	Pt	194,8
Brom	Br	79,96	Potas	K	39,15
Cer	Ce	140	Prazeodym	Pr	140,5
Cez	Cs	133	Rod	Rh	103,0
Chlor	Cl	35,45	Rteć	Hg	200,0
Chrom	Cr	52,1	Rubid	Rb	85,4
Cyna	Sn	118,5	Ruten	Ru	101,7
Cynk	Zn	65,4	Samar	Sa	150
Cyrkon	Zr	90,7	Selen	Se	79,1
Erb	Er	166	Siarka	S	32,06
Fosfor	P	31,0	Skand	Sc	44,1
Fluor	F	19	Sód	Na	23,05
Gadolin	Gd	156	Srebro	Ag	107,93
Gal	Ga	70	Stront	Sr	87,6
German	Ge	72	Tal	Tl	204,1
Glin	Al	27,1	Tantal	Ta	183
Hel	He	4	Tellur	Te	127
Ind	In	114	Tlen	O	16,00
Iryd	Ir	193,0	Tor	Th	232,5
Jod	J	126,85	Tul	Tu	171
Kadm	Cd	112,4	Tytan	Ti	48,1
Kobalt	Co	59,0	Uran	U	239,5
Krypton	Kr	81,8	Wanad	V	51,2
Krzem	Si	28,4	Wapń	Ca	40
Ksenon	X	128	Węgiel	C	12,00
Lantan	La	138	Wodór	H	1,01
Lit	Li	7,03	Wolfram	W	184
Magnez	Mg	24,36	Yterb	Yb	173
Mangan	Mn	55,0	Ytr	Y	89
Miedź	Cu	63,6	Złoto	Au	197,2
Molibden	Mo	96,0	Żelazo	Fe	56,0

TABLICA II.

Dydaktyczne ciężary atomowe.

H=1,00

(O=15,88)

Antymon	Sb	119,1	Neodym	Nd	142,5
Argon	A	39,6	Neon	Ne	19,9
Arsen	As	74,4	Nikiel	Ni	58,3
Azot	N	13,93	Niob	Nb	93,3
Bar	Ba	136,4	Ołów	Pb	205,35
Beryl	Be	9,03	Osm	Os	189,6
Bizmut	Bi	206,9	Pallad	Pd	105,2
Bor	B	10,9	Platyna	Pt	193,3
Brom	Br	79,36	Potas	K	38,86
Cer	Ce	139	Prazeodym	Pr	139,4
Cez	Cs	132	Rod	Rh	102,2
Chlor	Cl	35,18	Rtęć	Hg	198,8
Chrom	Cr	51,7	Rubid	Rb	84,76
Cyna	Sn	117,6	Ruten	Ru	100,9
Cynk	Zn	64,9	Samar	Sa	148,9
Cyrkon	Zr	90,0	Selen	Se	78,5
Erb	Er	164,8	Siarka	S	31,83
Fosfor	P	30,77	Skand	Sc	43,8
Fluor	F	18,9	Sód	Na	22,88
Gadolin	Gd	155	Srebro	Ag	107,12
Gal	Ga	69,5	Stront	Sr	86,94
German	Ge	71,5	Tal	Tl	202,6
Glin	Al	26,9	Tantal	Ta	181,6
Hel	He	4	Tellur	Te	126
Ind	In	113,1	Tlen	O	15,88
Iryd	Ir	191,5	Tor	Th	230,8
Jod	J	125,90	Tul	Tu	170
Kadm	Cd	111,6	Tytan	Ti	47,7
Kobalt	Co	58,56	Uran	U	237,7
Krypton	Kr	81,2	Wanad	V	50,8
Krzem	Si	28,2	Wapń	Ca	39,7
Ksenon	X	127	Węgiel	C	11,91
Lantan	La	137	Wodór	H	1,00
Lit	Li	6,98	Wolfram	W	182,6
Magnez	Mg	24,18	Yterb	Yb	172
Mangan	Mn	54,6	Ytr	Y	88,3
Miedź	Cu	63,1	Złoto	Au	195,7
Molibden	Mo	95,3	Żelazo	Fe	55,6

Jesteśmy więc nareszcie w posiadaniu jednej, jedynej, międzynarodowej tablicy ciężarów atomowych pierwiastków, którą na przyszłość stosować mają wszyscy nie tylko do celów chemii analitycznej i chemii stosowanej, ale też i do obliczania wszelkich jednostek stałych fizykochemicznych. Tablica ta ciężarów atomowych ma podstawę dowolną, konwencyonalną, O=16, zupełnie podobnie, jak np. litr, kilogram i wszystkie inne od nich pochodzące miary mają za podstawę konwen-

cyonalną metr archiwalny. Uważanie metra za $\frac{1}{40\,000\,000}$ część południka ziemskiego równałoby się przyjmowaniu wodoru za jednostkę do obliczania ciężarów atomowych pierwiastków. Każdorazowy nowy pomiar południka ziemskiego i nowa wartość dla spłaszczenia ziemi powodowałyby powstanie nowego metra, a więc i litra i kilograma i wszystkich innych od niego zależnych miar. Metr taki byłby więc również zmienną wielkością, jaką jest jednostka wodorowa.

W życiu praktycznem dążeniem wszystkich jest ujednostajnienie stosowanych miar, a nie ciągła i powszechna ich zmienność. Na polu chemii zaś chodzi szczególnie o ujednostajnienie ciężarów atomowych ważnych dla przemysłu i handlu pierwiastków, jak np. Mg, Ba, Cr, Al, Si, Cu, Zn, Sn i wielu innych. A ważne one są nie tylko ze względu na dokładne określenie ich samych, ale i dlatego, że służą do obliczania współczynników innych związków. Ciężar atomowy np. Mg wpływa na współczynnik do obliczania kwasu fosforowego z pyrofosforanu magnezu, ciężar atomowy Ba oddziałuje na współczynnik do obliczania H_2SO_4 i S z $BaSO_4$, a związek chromu: $K_2Cr_2O_7$ służy za podstawę jodometrii. Podobnych przykładów możnaby przytoczyć więcej.

Ujednostajniwszy ciężary atomowe pierwiastków, stworzono jedną drogę więcej do łatwiejszego porozumiewania się międzynarodowego w sprawach chemicznych zarówno naukowych, jak i przemysłowo-handlowych

Stosując i u nas międzynarodową tablicę ciężarów atomowych pierwiastków, pozostajemy w zgodzie nie tylko z postępami nauki, ale i z potrzebami świata cywilizowanego.

Badanie pogazowej mazi naftowej.

Z początkiem roku bieżącego zająłem się rozbiorem chemicznym i oceną wartości technicznej mazi gazowej, uprzejmie dostarczonej mi w ilości 100 kg przez p. Antoniego Dziurzyńskiego, dyrektora gazowni miejskiej w Stanisławowie. Gazownia w Stanisławowie produkuje gaz świetlny z olejów mineralnych galicyjskich. Pragnąłem przeprowadzić porównanie mazi tego rodzaju, która powstaje w wysokiej temperaturze gazowania odpadków naftowych, zawierających głównie węglowodory tłuszczowe wysokowrące, zapomocą przepuszczania ich przez retorty rozpalone, a wypełnione węglem, ze smołą otrzymywaną z węgla kamiennego. Zachodziło więc pytanie, czy badana maź naftowa jest materiałem tak bogatym w cenne związki aromatyczne, jak maź węglowa i czy jak ta ostatnia dałaby się stosować do fabrykacji materiałów, będących podstawą przemysłu barwników. Z góry już