

CHEMJA NIEORGANICZNA

PROF. DR. JAN ZAWIDZKI

S.2748.

CHEMIA NIEORGANICZNA

ZE 170 RYSUNKAMI I 1 TABLICĄ BARWNĄ

WYDANIE POŚMIERTNE

PRZEJRZANE I UZUPEŁNIONE PRZEZ
PROF. D-RA M. CENTNERSZWERĄ

PRZY WSPÓŁUDZIALE
INŻ. J. G. ZAWIDZKIEGO

TOM I.

METALOIDY



WYDAWNICTWO
KASY IM. MIANOWSKIEGO, INSTYTUTU POPIERANIA NAUKI
WARSZAWA, PAŁAC STASZICA

1932.

i.z. 5089 i. 274/3

**BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1**

C. 16680

546

WYKONANO W DRUKARNI KASY IM. MIANOWSKIEGO, WARSZAWA, PALAC STASZICA

BG05A/001-24

Z pośród rękopisów, pozostałych po ś.p. Prof. Janie Zawidzkim, szczególną wartość posiadały notatki do wykładów »chemii nieorganicznej«, opracowywane i uzupełniane w ciągu szeregu lat, podczas działalności profesorskiej Autora: w Wyższej Szkole Rolniczej w Dublanach, w Uniwersytecie Jagiellońskim i wreszcie na katedrze chemii nieorganicznej na Politechnice Warszawskiej.

Prof. Zawidzki odczuwał brak odpowiedniego podręcznika chemii nieorganicznej w literaturze polskiej i miał zamiar zaradzić temu przez napisanie obszernego i oryginalnego dzieła. Stawiał on mu jednak duże wymagania; chciał, by nowy podręcznik istotnie i trwale wzbogacił polską literaturę chemiczną i dlatego pragnął włożyć w pozostawiony rękopis dużo jeszcze pracy, uważając, że są to jedynie notatki, stanowiące podwalinę dzieła. Zamierzał więc uzupełnić materiał faktyczny podręcznika, uczynić go bardziej nowoczesnym, a nawet zmienić układ treści. Ten rodzaj pracy nie odpowiadał jednak upodobaniom Autora. Prof. Zawidzki był człowiekiem intelektualnie bardzo żywym i o wiele więcej interesował się bieżącymi zagadnieniami naukowymi i pracami doświadczalnymi, niż gromadzeniem i przetwarzaniem myślowym materiału do podręcznika. To też sprawę ostatecznego zredagowania i wydania swej chemii nieorganicznej odłożył na lat kilka, uważając, że będzie to głównem jego zatrudnieniem po wycofaniu się z pracy pedagogicznej i badawczej. Los jednak nie pozwolił Autorowi doczekać się ziszczenia swych zamiarów. Pozostały tylko notatki do wykładów z chemii nieorganicznej, uzupełniane miejscami w różnych czasach. Tem też

tłumaczy się pewna nierównomierność traktowania poszczególnych działów podręcznika, w zależności od zamiłowań Autora.

Autor z powołania i z kierunku swych prac doświadczalnych fizykochemik, włożył w rękopis wielki zapas wiadomości z chemii fizycznej, oparty na godnej podziwu erudycji. W ten sposób powstał szkielet dwutomowego podręcznika, odpowiadającego nowoczesnym wymaganiom chemii, która powoli lecz stale przekształca się z nauki opisowej w naukę rozumową, zbudowaną na fundamencie praw zasadniczych i teorii fizyki i opartą na ścisłych badaniach fizykochemicznych. Podobny układ chemii nieorganicznej posiada niewątpliwie wartość dla nauki międzynarodowej, a zwłaszcza dla literatury naukowej polskiej, niezbyt dotąd bogatej w podręczniki szczegółowe, przeznaczone dla słuchaczy wyższych uczelni. Tom drugi, obejmujący metale, ukaże się w początku 1932 r.

Rękopis, pozostały po ś. p. Prof. Zawidzkim, oparty na wieloletnim doświadczeniu pedagogicznym, zawiera materiały do podręcznika, zakreślonego na szeroką skalę. Wydawnictwa tego dzieła podjęła się Kasa im. Mianowskiego, oceniając wartość jego i pożytek dla nauki polskiej. Powierzając mi redakcję i uzupełnienie rękopisu zmarłego badacza, Zarząd Komitetu Kasy wyraził życzenie, »aby wydawnictwo to było wyrazem pietyzmu dla pracy Autora«. Uwzględniając to życzenie, starałem się pozostawić układ pracy bez zmian zasadniczych i ograniczyłem się wyłącznie do wprowadzenia poprawek i uzupełnień, których niezbędność zaznaczona już była przez Autora w rękopisie, lub też wynikała z rozwoju chemii w ostatnich latach. Weszły więc do podręcznika wyniki nowych badań doświadczalnych i niektóre nowe teorie, związane przeważnie z ostatnią fazą rozwoju teorii budowy atomów. Dane liczbowe, dotyczące własności opisanych substancyj, zostały sprawdzone i uzgodnione z najnowszymi wynikami badań ścisłych.

Bez zmiany natomiast starałem się pozostawić rysunki, zwłaszcza te, które ilustrują doświadczenia pokazowe, — ze

względu na to, że są one przeważnie oryginalne, bardzo proste, znakomicie ułatwiają zrozumienie tekstu i urozmaicają czytanie dzieła.

W celu wyodrębnienia dodatków, wprowadzonych przeze mnie do pracy pośmiertnej Autora, zaznaczyłem wszystkie ustępy nowe, napisane przeze mnie, w tekście gwiazdkami ✕, wskazującymi początek i koniec wstawionego ustępu.

Kasie im. Mianowskiego składam na tem miejscu podziękowanie za to, że nie szczędziła środków i trudów na wydanie dzieła, którego pojawienie się zappełnić winno poważną lukę w polskiej literaturze naukowej.

Wkońcu czuję się zobowiązany do zaznaczenia, że sprawdzenie stałych liczbowych i korekta samego dzieła dokonane zostały przez syna Autora, p. inż. Jana Gustawa Zawidzkiego. Rysunki wykonane zostały przez p.p. inż. Cz. Dobrowolskiego i inż. W. Wiorogórskiego.

Miecz. Centnerszwer

Warszawa, dnia 6 października 1931 r.

WSTĘP.

Przystępując do wykładu chemji nieorganicznej, chciałbym przynajmniej w kilku słowach scharakteryzować jej zakres i zadanie, a nadto chciałbym wskazać ważniejsze podręczniki, ułatwiające jej naukę.

Wykłady ustne stanowią przeżytek średniowieczny. W wiekach średnich nie było jeszcze książek drukowanych, za przepisywane przez bractwisków zakonnych rękopisy płacić trzeba było olbrzymie sumy i nic dziwnego, że ustne wykłady stanowiły wówczas jedno z najważniejszych źródeł wiedzy ówczesnej. Dziś każdy naród kulturalny posiada mniej lub więcej zasobną i bogatą literaturę przedmiotu, oryginalną lub też tłumaczoną. W każdej gałęzi wiedzy istnieje mnóstwo podręczników i kompendjów, mniej lub bardziej wyczerpujących, dostosowanych do różnych potrzeb oraz stopni przygotowania czytelnika.

Wobec tego ustne wykłady profesorów straciły dawną swą doniosłość, a środek ciężkości nauczania uniwersyteckiego zaczyna się coraz bardziej przesuwac od wykładów do seminarjów, konwersatorjów oraz do zajęć praktycznych w laboratorjach.

W dziedzinie nauk przyrodniczych — doświadczalnych ustne wykłady mają za zadanie przede wszystkim systematyczne zapoznanie słuchacza z elementami danej nauki, — stopniowe zaznajomienie go z jej zakresem oraz przygotowanie do samodzielnych zajęć doświadczalnych. Wykłady te winny kształcić zarówno umysł, jak i zmysły.

Aby zadaniu temu odpowiedzieć, należy więc przechodzić stopniowo od rzeczy znanych do mniej znanych, od prostych do coraz zawilszych, trzymając się o ile możności metody

indukcyjnej — heurystycznej. Zarazem należałoby zasadnicze fakty i zjawiska ilustrować zapomocą doświadczeń pokazowych, o ile możliwości jak najprostszych.

Ale to jeszcze nie wszystko. Nauk przyrodniczych uczymy się nie tylko dla nich samych, nie tylko dla zaspokojenia naszej ciekawości, zwanej żądzą wiedzy, ale również, a może przede wszystkim, dla zapewnienia sobie oraz rodzajowi ludzkiemu lepszych warunków bytu i istnienia. Te zaś lepsze warunki bytu można osiągnąć tylko przez poznanie praw, rządzących zjawiskami przyrodzonymi. Tylko dokładna znajomość owych praw daje nam możliwość opanowania przyrody, t. j. świadomego kierowania jej przejawami i zjawiskami, celowego wykorzystywania jej nieograniczonych zasobów energii surowej dla indywidualnych potrzeb ludzkości.

Dlatego też, omawiając jakkolwiek gałąź nauk przyrodniczych, trzeba pamiętać ciągle o zasadniczych zjawiskach przyrodzonych, zachodzących w naszym otoczeniu, — trzeba wzrok nasz wciąż zwracać na wielkie zasoby energii surowej, które bądź to są już wyzyskiwane do celów kulturalnych, bądź też nie mogły być do nich wyzyskane.

W ośniewie przeważnej części zdarzeń i zjawisk przyrodzonych leżą procesy chemiczne. Główne źródła zasobów energii wolnej, dostarczanej nam przez przyrodę, są również przeważnie pochodzenia chemicznego, — dlatego też nauka chemii wiąże się bardzo ściśle z warunkami naszego bytu i istnienia i stanowi jedną z najważniejszych podstaw teoretycznych techniki ludzkiej.

Oto są linie wytyczne, nici przewodnie, których będę się starał trzymać w swoim wykładzie. Będzie to jednak możliwe do osiągnięcia tylko przy jednoczesnem ograniczeniu faktów i danych czysto chemicznych do pewnego niezbędnego minimum. Uzupełnienie, dopełnienie tego zakresu zasadniczych danych faktycznych, należy już pozostawić studjowaniu odpowiednich podręczników książkowych.

Podręczniki chemii, któremi rozporządza literatura polska, są bardzo nieliczne. Przedewszystkiem wymienić należy:

Ira Remsen, Chemja nieorganiczna. Warszawa, r. 1900.

St. Tollaczko. Chemja nieorganiczna, w łączności z zasadami chemji ogólnej. Wyd. 8-e dawnego podręcznika L. Brunera i St. Tollaczki. Warszawa, r. 1929.

A. F. Holleman, Podręcznik chemji nieorganicznej, Lwów, r. 1928.

Al. Smith. Podręcznik chemji ogólnej i nieorganicznej. Warszawa, r. 1918.

Z podręczników, napisanych w językach obcych, zasługują na uwagę:

M. Boll, Cours de Chimie. 3 wyd. Paris, r. 1927.

M. Centnerszwer, Nieorganiczeskaja chimja. 2 tomy. Riga r. 1923 i 1924.

H. Copaux et Perpérot, Chimie minérale. 3 tomiki, Paris, r. 1925.

Fr. Ephraim, Anorganische Chemie. 4-e wyd. Dresden i Leipzig, r. 1929.

K. A. Hoffmann, Lehrbuch der anorganischen Chemie. 7 wyd. Braunschweig, r. 1931.

T. M. Lovry, Inorganic Chemistry. London, r. 1922.

W. Mecklenburg, Kurzes Lehrbuch der Chemie. 2 wyd. Braunschweig, r. 1924.

J. W. Mellor, Modern Inorganic Chemistry. London, r. 1925.

W. Ostwald, Grundlinien der anorganischen Chemie. 5 wyd. Dresden-Leipzig, r. 1922.

Partington, A Text-Book of Inorganic Chemistry for University Students. London, r. 1921.

Smith-D'Ans, Einführung in die allgemeine und anorganische Chemie auf elementarer Grundlage. 6 wyd. Karlsruhe, r. 1931.

SPIS RZECZY.

	Str.
I. MATERJA, JEJ WŁASNOŚCI I RODZAJE	1
1. Nauki przyrodnicze	1
2. Ciała przyrodzone i ich własności	4
3. Materje jednorodne i niejednorodne	5
4. Stopnie niejednorodności materji. Zawiesiny i roztwory	7
5. Ogólne własności mechaniczne materji	12
II. STANY SKUPIENIA MATERJI I ICH PRZEMIANY	16
1. Stany skupienia materji	16
2. Zjawiska topnienia i krzepnięcia	18
3. Zjawiska przechłodzenia	20
4. Zjawiska wrzenia	22
5. Zjawiska parowania i sublimacji. Prężność pary	23
6. Wpływ ciśnienia na temperaturę topnienia substancyj stałych	27
7. Najprostsze procesy chemiczne. Zasada zachowania materji	30
Zasób materji we wszechświecie 33. Rozpraszanie materji 34.	
III. ENERGJA CHEMICZNA.	34
1. Ciepło właściwe	34
2. Ciepło utajone topnienia	36
3. Ciepło utajone parowania	39
4. Energja, jej rodzaje, zasada zachowania energii	42
5. Rozpraszanie energii. Energja wolna	47
6. Energja procesów chemicznych	49
IV. ROZTWORY	54
1. Zjawiska rozpuszczania	54
2. Ciepło utajone rozpuszczania	61
3. Temperatury krzepnięcia i topnienia roztworów	62
Mieszaniny oziębiające 67.	

	Str.
4. Wymrażanie oraz przekrystalizowywanie jako metody rozdzielania mieszanin fizycznie jednorodnych	68
5. Temperatuty wrzenia roztworów	69
6. Rozdzielanie roztworów zapomocą odparowywania oraz destylacji	70
V. PROCESY CHEMICZNE. PIERWIASTKI I ZWIĄZKI CHEMICZNE	75
1. Typy procesów chemicznych	75
<i>Procesy łączenia się — syntezy</i>	75
<i>Stosunki wagowe</i>	76
<i>Procesy rozkładu — analizy</i>	78
<i>Odwracalność procesów chemicznych</i>	80
<i>Symbole chemiczne</i>	81
<i>Procesy wzajemnej wymiany</i>	82
2. Pierwiastki chemiczne	82
3. Przegląd ważniejszych pierwiastków	86
<i>A. Metaloidy</i>	86
<i>B. Metale</i>	90
4. Rozpowszechnienie pierwiastków na powierzchni ziemi	95
5. Rzut oka wstecz	97
VI. TLEN I WODÓR. WŁASNOŚCI FIZYCZNE GAZÓW	99
1. Poglądy na istotę procesów spalania. Historia odkrycia tlenu	99
2. Otrzymywanie, własności oraz zachowanie się tlenu	102
Własności fizyczne i chemiczne tlenu 106. Rozpuszczalność tlenu w wodzie 106.	
3. Rola tlenu atmosferycznego w przyrodzie. Wpływ temperatury oraz katalizatorów na szybkość procesów chemicznych	108
<i>Wpływ temperatury na szybkość procesów utleniania</i>	109
<i>Wpływ katalizatorów na szybkość procesów utleniania</i>	112
4. Wodór, jego otrzymywanie, własności oraz charakter chemiczny	114
Własności fizyczne wodoru 117. Własności chemiczne 118. Zastosowania wodoru 121.	
5. Fizyczne zachowanie się gazów. Prawa Boyle'a i Gay-Lussaca. Zjawiska krytyczne	121
<i>Prawo Boyle'a i Mariotte'a</i>	122
<i>Prawo Gay-Lussaca</i>	123
<i>Odstępstwa od praw gazowych. Równanie van der Waalsa</i>	125
<i>Zjawiska krytyczne</i>	128
6. Historia skroplenia gazów trwałych	133

VII. ZWIĄZKI TLENU Z WODOREM. STOSUNKI STECHJOMETRYCZNE. HIPOTEZA ATOMOWA. KINETYCZNA TEORJA GAZÓW	140
1. Woda, jej własności i skład chemiczny	140
<i>Obieg wody w przyrodzie</i>	142
<i>Analiza i synteza wody. Prawo stosunków objętościowych</i>	143
2. Prawo stosunków stałych i wielokrotnych. Ciężary łączne	145
3. Hipoteza atomowa. Ciężary atomowe. Wzory chemiczne	149
<i>Realność atomów</i>	152
4. Hipoteza A v o g a d r y. Ciężary cząsteczkowe. Równania chemiczne.	154
<i>Oznaczanie ciężarów cząsteczkowych</i>	157
<i>Równania chemiczne</i>	159
5. Kinetyczna teoria gazów	161
6. Dwutlenek wodoru. Związki egzo- i endo-termiczne	170
<i>Charakter chemiczny</i>	172
7. Ozon. Zjawiska alotropji. Status nascendi	174
<i>Zjawiska alotropji</i>	177
<i>Status nascendi. Tlen atomowy</i>	178
<i>Tlen jonowy</i>	180
VIII. AZOT. POJĘCIE WARTOŚCIOWOŚCI. ZJAWISKA RÓWNOWAGI CHEMICZNEJ ORAZ ELEKTROCHEMICZNEJ	181
1. Atmosfera ziemską i jej skład chemiczny	181
<i>Skład atmosfery ziemskiej podług A. Wegenera</i>	182
<i>Charakter chemiczny składników</i>	184
2. Własności fizyczne oraz charakter chemiczny azotu. Wiązanie azotu atmosferycznego	185
<i>Własności fizyczne</i>	185
<i>Charakter chemiczny</i>	185
<i>Azot czynny</i>	187
<i>Wiązanie azotu w przyrodzie</i>	187
3. Związki azotu z wodorem	190
<i>Amonjak</i>	190
Synteza amonjaku 191. Inne sposoby otrzymywania amonjaku 194.	
Własności fizyczne amonjaku 196. Zastosowania 198.	
<i>Hydrazyna</i>	200
<i>Kwas azotowodorowy</i>	201
<i>Hydroksyloamina</i>	201
4. Pojęcie wartościowości. Budowa chemiczna	202

	Str.
<i>Budowa wewnętrzna drobin</i>	205
<i>Zmienność wartościowości</i>	207
5. Tlenki azotu. Kwas azotowy	209
<i>Pięciotlenek azotu</i>	210
<i>Kwas azotowy</i>	211
<i>Dwutlenek azotu</i>	220
<i>Trójtlenek azotu. Kwas azotawy i jego sole</i>	221
<i>Tlenek azotu</i>	223
<i>Podtlenek azotu</i>	226
6. Zasadnicze prawa równowagi chemicznej	228
<i>Reguła faz</i>	228
<i>Prawo działania mas</i>	234
<i>Wpływ temperatury na równowagę chemiczną</i>	242
7. Kwasy, zasady i sole	243
8. Zjawiska dysocjacji elektrolitycznej. Jony	251
<i>Zjawiska równowagi elektrolitycznej</i>	254
<i>Kwasy silne i słabe</i>	257
<i>Ciepło zobojętniania kwasów zasadami</i>	258
<i>Zdolność jonizacyjna rozpuszczalników</i>	261
<i>Związek pomiędzy wartościowością jonów, a wielkością ich ładunków elektrycznych</i>	262
<i>Kwasy i zasady wielowartościowe. Nomenklatura soli. Sole kwaśne i zasadowe</i>	264
<i>Rola kwasów, zasad i soli w chemii nieorganicznej</i>	267
IX. WĘGIEL. MATERJAŁY OPALOWE	269
1. Alotropja węgla. Własności odmian alotropowych	269
<i>Odmiany alotropowe</i>	269
<i>Własności fizyczne i chemiczne alotropowych odmian węgla</i>	273
2. Naturalne materiały opalowe, ich powstawanie, występowanie oraz zasoby w przyrodzie	275
<i>Produkcja i zasoby światowe węgla kamiennego</i>	276
3. Sztuczne materiały opalowe. Węgiel drzewny i koks	279
<i>Węgiel drzewny</i>	279
<i>Koks</i>	282
4. Związki węgla z wodorem. Metan i acetylen	285
<i>Metan</i>	286
<i>Acetylen</i>	289
<i>Mnogość połączeń wodorowych węgla</i>	290
5. Sztuczne gazowe materiały opalowe. Spalanie. Płomień	291

	Str.
<i>Gaz świetlny</i>	291
<i>Płomień</i>	294
<i>Granice wybuchowości mieszanin gazowych</i>	295
<i>Temperatura spalania</i>	296
<i>Szybkość rozchodzenia się płomienia w mieszaninach wybuchowych</i>	296
6. Węglowodory ciekłe	301
7. Dwutlenek węgla i jego obieg w przyrodzie. Pochodzenie tlenu atmosferycznego	305
<i>Dwutlenek węgla</i>	305
<i>Obieg dwutlenku węgla w przyrodzie</i>	310
<i>Pochodzenie tlenu atmosferycznego</i>	314
8. Kwas węglowy i nadwęglowy. Hydroliza soli	315
<i>Kwas węglowy</i>	315
<i>Zjawiska hydrolizy soli</i>	320
<i>Kwasy nadwęglowe</i>	321
9. Tlenek i podtlenek węgla. Gazy generatorowe	323
<i>Tlenek węgla</i>	323
<i>Gaz generatorowy i gaz wodny</i>	327
<i>Podtlenek węgla</i>	329
10. Związki węgla z azotem	330
<i>Cyjan</i>	330
<i>Cyjanowodór</i>	330
11. Osmotyczna teoria roztworów	333
<i>Ciśnienie osmotyczne</i>	333
<i>Temperatury krzepnięcia roztworów</i>	343
<i>Roztwory elektrolitów</i>	347
X. CHLOROWCE	350
1. Charakter ogólny	350
2. Fluor	353
<i>Fluorowodór</i>	354
3. Chlor	358
Reakcje fotochemiczne 362. Wpływ środowiska na równowagę chemiczną 363.	
<i>Chlorowodór</i>	364
<i>Związki chloru z tlenem i wodorem</i>	368
Tlenek chloru 369. Kwas podchlorawy 369. Dwutlenek chloru 372. Kwas chlorawy 373. Kwas chlorowy 374. Kwas nadchlorowy 376. Siedmiotlenek chloru 378.	
<i>Związki chloru z azotem</i>	378

	Str.
4. Brom	378
<i>Bromowodór</i>	382
<i>Związki bromu z tlenem i wodorem</i>	383
5. Jod	384
<i>Jodowodór</i>	389
<i>Związki jodu z tlenem i wodorem</i>	392
<i>Związki jodu z chlorowcami</i>	396
<i>Związki jodu z azotem</i>	397
<i>Zestawienie porównawcze własności związków chlorow- cowych</i>	397
6. Szybkość reakcyj chemicznych	400
Pojęcie szybkości 400. Szybkość reakcyj popędowych 402. Wpływ temperatury na szybkość procesów chemicznych 408. Wpływ na- tury środowiska na szybkość reakcyj chemicznych 410. Wpływy katalityczne 411.	
 XI. TLENOWCE	 418
1. Charakter ogólny	418
2. Siarka	419
<i>Związki wodorowe siarki</i>	427
Siarkowodór 427. Iloczyn rozpuszczalności 430. Wielosiarczki wodoru 435.	
<i>Połączenia siarki z chlorowcami</i>	435
<i>Tlenki i kwasy tlenowe siarki</i>	436
Dwutlenek siarki 437. Kwas siarkawy 441. Kwas pyrosiarkawy 442. Trójtlenek siarki 443. Kwas siarkowy 447. Kwas pyrosiarkowy 457. Kwas nadsiarkowy 457. Siedmiotlenek siarki 459. Kwas jednonad- siarkowy (Kwas Caro) 459. Półtoratlenek siarki 460. Kwas hydro- siarkawy (podsiarkowy) 461. Kwas tiosiarkowy 461. Kwasy wielo- tlenowe 463.	
<i>Związki siarki z azotem</i>	464
<i>Związki siarki z węglem</i>	465
Sole uwodnione (wodziany) 466. Sole podwójne 472. Zjawiska izo- morfizmu (jednostajności) 475.	
3. Selen	480
<i>Selenowodór</i>	482
<i>Związki tlenowe</i>	483
4. Tellur	483
<i>Tellurowodór</i>	484
<i>Związki z tlenem</i>	484
5. Stany koloidalne materji	485
Stany koloidalne 486. Metody otrzymywania roztworów koloidal- nych 487. Charakterystyczne własności roztworów koloidalnych 490. Rodzaje roztworów koloidalnych 492.	

	Str.
XII. AZOTOWCE	494
1. Charakter ogólny	494
2. Fosfor	496
<i>Związki z wodorem</i>	503
Fosforiki metali, 505.	
<i>Połączenia z chlorowcami</i>	507
Trójtlenek fosforu 508. Pięciochlorok fosforu 508. Tlenochlorok fosforu 509.	
<i>Związki tlenowe fosforu</i>	509
Trójtlenek fosforu 510. Czterotlenek fosforu 510. Pięciotlenek fosforu 510.	
<i>Kwasy tlenowe fosforu</i>	511
Kwas fosforawy (ortofosforawy) 512. Kwas pyrofosforawy 513. Kwas metafosforawy 513. Kwas podfosforawy 514. Kwas ortofosforowy 514. Kwas pyrofosforowy 517. Kwas metafosforowy 518. Kwas podfosforowy 519. Kwasy nadfosforowe 520.	
<i>Związki fosforu z siarką</i>	521
<i>Nawozy fosforowe</i>	521
3. Arsen	524
<i>Związki z wodorem</i>	527
<i>Związki z chlorowcami</i>	529
<i>Związki tlenowe arsenu</i>	530
Trójtlenek arsenu (arszenik) 530. Kwas arsenawy (ortoarsenawy) 532. Pięciotlenek arsenu 534. Kwas arsenowy (ortoarsenowy) 535.	
<i>Związki z siarką</i>	535
4. Antymon	536
<i>Związki z wodorem</i>	538
<i>Związki z chlorowcami</i>	539
<i>Związki tlenowe</i>	541
<i>Związki z siarką</i>	543
5. Bizmut	544
<i>Związki z wodorem</i>	545
Porównanie wodorków azotowców 546.	
<i>Związki z chlorowcami</i>	547
<i>Związki z tlenem</i>	547
<i>Związki z siarką</i>	549
XIII. WĘGLOWCE	550
1. Charakter ogólny	550
2. Krzem	551
<i>Związki z wodorem (»silany«)</i>	553
Krzemometan 553. Krzemoeetan 554.	
<i>Związki z chlorowcami</i>	555

	Str.
<i>Związki tlenowe</i>	556
Krzemionka 556. Zjawiska polimorfizmu, czyli wielopostaciowości 561. Kwarce 568. Chalcedon 571. Odmiany krzemionki krystalicznej o mniejszej gęstości 572. Krzemionka bezpostaciowa. Szkło kwarcowe 572. Krzemionka uwodniona — koloidalna 574. Kwasy krzemowe rozpuszczalne 577. Kwasy krzemowe koloidalne 578. Kwas ortokrzemowy 578. Krzemiany 580. Kwasy wielokrzemowe oraz wielokrzemiany 581. Szkła 584.	
<i>Nienasycone związki krzemu</i>	591
<i>Związki krzemu z siarką</i>	592
<i>Związki krzemu z węglem</i>	593
3. German	594
<i>Związki z wodorem i chlorowcami</i>	595
<i>Związki tlenowe</i>	595
4. Cyna	596
<i>Związki cynawe</i>	599
<i>Związki cynowe</i>	600
5. Ołów	602
<i>Związki ołowiawe</i>	604
<i>Związki ołowiowe</i>	608
XIV. HELOWCE	613
1. Charakter ogólny	613
2. Hel	614
3. Argon	615
4. Neon, krypton i ksenon	616
5. Radon (Emanacja radowa)	617
6. Analiza widmowa	617
Widma emisyjne 617. Widma absorbcyjne 620. Prawidłowość widm linjowych 622. Widma i budowa atomów 623.	

I. MATERJA, JEJ WŁASNOŚCI I RODZAJE.

1. NAUKI PRZYRODNICZE.

Człowiek od chwili pojawienia się na powierzchni globu ziemskiego, staczał o swój byt i istnienie bezustanną walkę z otaczającą go przyrodą tak martwą, jak i żywą, którą i dziś w dalszym ciągu prowadzi.

W tej walce o własne istnienie, o zapewnienie bytu swemu potomstwu, w tych bezustannych zapasach i borykaniach, główną broń, oręż człowieka zarówno zaczepny jak i odporny, stanowiła przede wszystkim jego *inteligencja*, którą górował nad innemi stworzeniami, a która ostatecznie zapewniła mu panowanie nad otaczającą przyrodą. Inteligencja ta, przez którą rozumieć należy z jednej strony rozległość bezpośredniej znajomości tworów i zjawisk przyrodzonych, jak z drugiej strony umiejętność świadomego wykorzystywania tego doświadczenia do celów osobistych,—stała się podstawą kulturalnego i umysłowego rozwoju człowieka.

Walka o byt zmusiła człowieka pierwotnego do dokładniejszego zapoznania się z otaczającą go przyrodą, z jej tworami i zjawiskami, następnie do obmyślenia środków umożliwiających przekazywanie owego doświadczenia osobistego o przyrodzie innym osobnikom, w szczególności swemu potomstwu. Cel ten osiągnął człowiek przez tworzenie pojęć, czyli uogólnień najprostszych, ograniczających w znakomitym stopniu nieskończoną rozmaitość obserwowanych przedmiotów i zjawisk przyrodzonych. Z pojęć najprostszych, owych zwołań, nazw i określeń w tym rodzaju, jak np. kamień, drzewo, rzeka, góra, bliski, daleki, gorący, zimny i t. p. powstały z czasem pojęcia szersze i rozleglejsze tego rodzaju jak zwierzę, roślina, ciężar, objętość, światło, ciepło, pierwiastki, związki i t. p., które to pojęcia coraz bardziej ograniczały przyrodzoną różnorodność faktów i zdarzeń, segregowały i porządkowały te zda-

rzenia, a tem samem umożliwiały coraz dokładniejsze myślowe ich ujęcie, coraz zupełniejsze nad nimi zapanowanie.

Tą drogą stopniowego uogólniania najpierwotniejszych nazw, zwołań i określeń, drogą prowadzącą do pojęć coraz to szerszych i ściślejszych, powstała wiedza o przyrodzie, powstała nauka o przyrodzie, początkowo jedna jedyna, następnie zaś, w miarę rozwoju rozpadająca się na coraz liczniejsze działy i poddziały.

Jeden z odłamów nauki o przyrodzie stanowi chemja, którą mamy się zająć w niniejszych wykładach. Jest to odłam bardzo ważny z tego chociażby względu, że, podobnie jak fizyka, chemja znajduje się w ścisłym związku ze wszystkimi innymi działami nauk przyrodniczych, zajmującemi się zarówno przyrodą martwą jak i żywą.

Aczkolwiek chemja stanowi tylko drobną cząstkę nauki o przyrodzie, tem niemniej rozrosła się ona w ciągu ubiegłego stulecia tak potężnie, że objęcie jej całokształtu oraz dokładne opanowanie myślowe całej jej treści przechodzi dziś siły i możność pojedynczego człowieka. Wobec tego w wykładach naszych będziemy się zajmowali tylko pewnym jej działem, mianowicie chemją nieorganiczną i to tylko jej elementami t.j. jej zasadniczymi pojęciami i zjawiskami.

Przystępując do tego zadania, musimy przedewszystkiem zdać sobie sprawę z tego, czem się chemja zajmuje, co stanowi jej treść i zadanie, oraz jakie zajmuje ona stanowisko w całokształcie nauk przyrodniczych.

Chemja jest jednym z odłamów t. zw. »ogólnych« nauk przyrodniczych. Zajmuje się ona »ogólnymi zjawiskami przyrody martwej oraz zjawiskami, które są wspólne przyrodzie żywej i martwej«.

Określenie powyższe jest wszakże tak ogólnikowe, że może się stosować w równej mierze do chemji jak i do fizyki. Okoliczność ta wskazuje sama przez się, iż pomienione nauki są bardzo ściśle ze sobą spokrewnione oraz, że istniejące pomiędzy nimi różnice są tak subtelne, że nie dają się uwioczyć w krótkiej ich definicji.

Pochodzi to stąd, że chemja i fizyka należą do tej samej grupy, czyli kategorii nauk teoretycznych.

Wiadomo zaś, że nauki teoretyczne czyli czyste wytwarzają pojęcia ogólne, czyli innemi słowy dopatrują się w pozornym chaosie zjawisk przyrodzonych pewnych prawidłowości zwanych prawami przyrodzonymi, dopatrują się prawidłowości pozwalających przewidywać owe zjawiska, ich występowanie, przebieg oraz następstwo w czasie.

Zależnie od tego jakie zasadnicze pojęcia ogólne dominują w poszczególnych naukach czystych, można owe nauki podzielić na pewne grupy lub klasy.

Najbardziej ogólne — oderwane — są niewątpliwie pojęcia wielkości, liczby, porządku i stopnia, któremi operuje logika oraz nauki matematyczne. Zgodnie z tem za pierwszą grupę nauk czystych uważa prof. W. Ostwald nauki zasadnicze, zwane również formalnemi, z dominującym w nich pojęciem porządku, zalicza do nich:

1. logikę (naukę o porządku myślenia),
2. matematykę (naukę o wielkościach),
3. geometrię (naukę o wielkościach przestrzennych).

Drugą grupę stanowią nauki fizyczne, czyli nauki ściśle przyrodnicze, zajmujące się najogólniejszymi cechami i właściwościami zjawisk przyrody martwej i żywej. Operują one pojęciami materji i energji, jako uogólnieniami zasadniczymi. Do tej kategorii należą:

4. mechanika,
5. fizyka,
6. chemja.

Ostatnią grupę nauk czystych stanowią wreszcie te nauki, w których pojęcie życia występuje na plan pierwszy. Są to tak zwane nauki biologiczne, obejmujące:

7. fizjologję (naukę o materialnych przejawach życia),
8. psychologję (naukę o duchowych przejawach życia),
8. kulturologję (naukę o społecznych przejawach życia).

Z powyższego podziału wynika, że chemja należy do działu nauk fizycznych, operujących zasadniczymi pojęciami materji i energji. Czem różni się ona od właściwej fizyki, zrozumiećmy wtedy dopiero, gdy się nieco bliżej zapoznamy z przedmiotem jej badania, z kategorjami zjawisk o których ona specjalnie traktuje.