

Redakcja naukowa
Marek Orlik, Małgorzata Jelińska-Kazimierczuk

ZBIÓR ZADAŃ Z OLIMPIAD CHEMICZNYCH L-LIX



ZBIÓR ZADAŃ
Z OLIMPIAD
CHEMICZNYCH
L-LIX

Autorzy:

Chemia ogólna, nieorganiczna i analityczna (N)

Zbigniew Brylewicz
Agata Michalska-Maksymiuk
Krzysztof Maksymiuk
Andrzej Ostrowski
Bartosz Trzaskowski
Janusz Zachara

Chemia fizyczna (F)

Jacek Gregorowicz
Andrzej Kudelski
Sergiusz Luliński
Andrzej Żywociński

Chemia organiczna i biochemia (O)

Jacek Jemielity
Joanna Kowalska
Piotr Kwiatkowski
Aleksandra Misicka
Karolina Pułka
Janusz Stępiński
Ewa Witkowska

Zadania laboratoryjne (L)

Stanisław Kuś

Publikacja niniejszego *Zbioru* jest częściowo finansowana przez Warszawskie Akademickie Konsorcjum Chemiczne utworzone przez Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego i Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej.



Redakcja naukowa
Marek Orlik, Małgorzata Jelińska-Kazimierczuk

ZBIÓR ZADAŃ
Z OLIMPIAD
CHEMICZNYCH
L-LIX



 PWN

Projekt okładki i stron tytułowych
Przemysław Spiechowski

Ilustracja na okładce
Fragment Filipejonu w Olimpii,
Styve Reineck/Shutterstock

Wydawcy
Bianka Piwowarczyk-Kowalewska
Katarzyna Kaźmierska

Redaktor
Jolanta Ochmańska

Produkcja
Mariola Grzywacka

Łamanie
Ewa Szelatyńska, Scan-System

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA
Warszawa 2014

ISBN 978-83-01-17831-4

Wydanie I

Wydawnictwo Naukowe PWN SA
02-676 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2
tel. 22 69 54 321; faks 22 69 54 288
infolinia 801 33 33 88
e-mail: pwn@pwn.com.pl; www.pwn.pl
Druk i oprawa: Pabianickie Zakłady Graficzne SA

Wstęp od Redaktora Naukowego

Po raz pierwszy od wydania 27 lat temu ostatniego *Zbioru zadań z olimpiad chemicznych* z lat 1981–1984 (Warszawa 1987), oddajemy do rąk Czytelników najnowsze opracowanie, obejmujące zawody z lat 2003–2013. Powstałej w ten sposób luki wydawniczej z lat 1985–2002 zapewne nie uda się już uzupełnić, tym bardziej należy wyrazić wdzięczność Wydawnictwu Naukowemu PWN za inicjatywę opublikowania zadań z ostatniej dekady, w celu uhonorowania, przypadającego w roku szkolnym 2013/2014, 60-lecia krajowej Olimpiady Chemicznej. Tradycyjnie każda rocznica skłania do refleksji, a wieloletni odstęp między opublikowaniem dwóch ostatnich *Zbiorów zadań* czyni je w tym przypadku szczególnie pouczającymi. Skoro od roku 1987 wiele zmieniło się w naszym kraju, w tym system szkolnictwa i programy nauczania, można by oczekiwać zasadniczych zmian również w koncepcji i organizacji olimpiad przedmiotowych. Tymczasem możemy dziś śmiało stwierdzić, że w Olimpiadzie Chemicznej żadne rewolucyjne zmiany nie nastąpiły. Merytoryczny poziom zadań pozostaje wysoki (choć zakres zagadnień, zgodnie z narastającymi wymogami dyktowanymi przez Międzynarodowe Olimpiady Chemiczne, uległ pewnemu poszerzeniu), kwalifikacje do poszczególnych etapów zawodów dokonują się według podobnych zasad, jak dawniej, ale – nade wszystko – liczba zawodników nie uległa istotnemu zmniejszeniu, pozostając w granicach 700–900 uczniów przystępujących corocznie do I etapu. Oczywiście jest konkluzja, iż zmieniające się polityczne i ekonomiczne uwarunkowania nie mają wpływu na istnienie niemałej grupy ambitnych młodych osób, pasjonatów nauki, chętnych rozwijać swoje fascynacje przez zdrową rywalizację na wysokim poziomie, jeśli tylko taka możliwość zostanie im stworzona. Powinniśmy więc kontynuować działania, zachęcając kolejne generacje zdolnej młodzieży do rozwijania w ten sposób swoich naukowych pasji. Mamy nadzieję, że ten zbiór zadań, adresowany do obecnych i przyszłych zawodników oraz ich nauczycieli, odegra taką rolę. Ponadto z tej szczególnej okazji, jaką jest 60-lecie Olimpiady Chemicznej, dedykujemy także nasze opracowanie wszystkim tym niezwykłym osobom, dzięki którym Olimpiada Chemiczna powstała w niełatwych realiach lat 50-tych i rozwijała się przez kolejne dekady, realizując do dziś swoją wyjątkową misję edukacyjną.



Spis treści

Wstęp od Wydawcy	IX
Chemia ogólna, nieorganiczna i analityczna (N)	1
Etap I	3
Etap II	22
Etap III	47
Rozwiązania	77
Chemia fizyczna (F)	183
Etap I	185
Etap II	195
Etap III	209
Rozwiązania	229
Chemia organiczna i biochemia (O)	283
Etap I	285
Etap II	308
Etap III	333
Rozwiązania	369
Zadania laboratoryjne (L)	481
Etap II	483
Etap III	501
Rozwiązania	545
Zalecana literatura	672

Wstęp od Wydawcy

Do uczniów przygotowujących się do udziału w Olimpiadzie Chemicznej

W zawodach olimpijskich mogą brać udział uczniowie wszystkich szkół średnich, w tym techników chemicznych, a także uczniowie klas gimnazjalnych. Wymagana jest internetowa rejestracja zawodników na stronie www.olchem.edu.pl.

Startujących w zawodach obowiązuje zakres materiału objętego programem klas liceum ogólnokształcącego z rozszerzoną chemią, niezależnie od profilu klasy, do której uczęszcza zawodnik. Zawodnicy powinni przy tym wykazać się znajomością nazewnictwa chemicznego (systematycznego i zwyczajowego), związanego z różnymi połączeniami chemicznymi i reakcjami. Niezbędna jest także umiejętność jonowego zapisu równań reakcji chemicznych.

W etapie **wstępnym** uczniowie rozwiązują zadania obowiązkowe, opublikowane w Informatorze danej edycji Olimpiady i przekazują swoje prace nauczycielom do sprawdzenia i akceptacji. Pozytywnie ocenione prace nauczyciele przesyłają do Komitetów Okręgowych Olimpiady.

Zadania **etapu I** obejmują tematykę chemiczną ujętą w podręcznikach szkolnych, przy czym na tym poziomie konieczna jest także teoretyczna znajomość analizy jakościowej. Od uczestników **etapów II i III** wymagana jest również znajomość podstaw analizy ilościowej oraz elementarne wiadomości z podstaw analizy spektralnej w podczerwieni (IR), magnetycznego rezonansu jądrowego (^1H NMR) oraz spektroskopii mas. Na końcu zbioru zamieszczono wykaz zalecanej literatury.

W swoich pracach uczniowie powinni zwracać uwagę na poprawność języka oraz zwięzłość wypowiedzi. W czasie zawodów można korzystać z kalkulatorów.

Jak korzystać ze zbioru?

Struktura zbioru została zaprojektowana z myślą o wygodzie, zarówno uczniów pragnących przygotować się do danego etapu Olimpiady Chemicznej lub pragnących popracować nad konkretnymi zagadnieniami, jak i nauczycieli poszukujących ciekawych zadań z określonych dziedzin chemii.

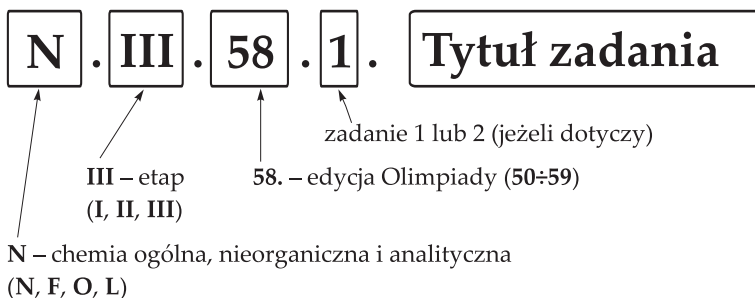
Ogólny spis treści odzwierciedla jej podział na cztery główne bloki tematyczne: (N – chemia ogólna, nieorganiczna i analityczna, F – chemia fizyczna, O – chemia organiczna i biochemia, L – zadania laboratoryjne), z których każdy został podzie-

lony na trzy poziomy trudności, odpowiadające numerom poszczególnych etapów olimpiady.

Szczegółowy spis treści, znajdujący się na początku każdego z czterech bloków, obejmuje również tytuły zadań, ułatwiając Czytelnikowi wybór tematów. Podwójna numeracja stron odniesienia pozwala na szybkie odnalezienie zarówno treści zadań, jak i szczegółowych rozwiązań.

Zadania ponumerowano zgodnie z odpowiednimi edycjami Olimpiad.

W każdym etapie Olimpiady jedno zadanie teoretyczne dotyczy chemii fizycznej, a pozostałych dziedzin chemii – po dwa zadania. Dlatego po numerze edycji Olimpiady pojawia się dodatkowo numer: 1 lub 2. Tak samo oznaczone są zadania laboratoryjne z III etapu (w II etapie jest tylko jedno takie zadanie).



Odniesienia do stron z rozwiązaniami znajdują się na końcu każdego zadania.

Wydawca

P.S. Powodzenia!

Chemia ogólna, nieorganiczna i analityczna (N)

zadanie/rozwiązanie

ETAP I

N.I.50.1.	Minerały krzemianowe	3 /	77
N.I.50.2.	Równowagi chemiczne	3 /	78
N.I.51.1.	Rozpuszczalność soli w ujęciu termodynamicznym	4 /	79
N.I.51.2.	Wodorki i tlenki	5 /	81
N.I.52.1.	Analiza tlenków	6 /	83
N.I.52.2.	Stechiometria związków żelaza	7 /	83
N.I.53.1.	Sole wapnia	8 /	84
N.I.53.2.	Synteza i hydroliza soli	9 /	85
N.I.54.1.	Rozpuszczalność wodorotlenków	10 /	86
N.I.54.2.	Klatrat chloru	11 /	88
N.I.55.1.	Wietrzenie skał wapiennych i twardość węglanowa	12 /	89
N.I.55.2.	Reakcje kondensacji	14 /	90
N.I.56.1.	Jednorazowe testy chemiczne	15 /	92
N.I.56.2.	Alotropia	16 /	92
N.I.57.1.	Kwaśny deszcz	17 /	93
N.I.57.2.	Krystalizacja szkła	17 /	94
N.I.58.1.	Dysocjacja kwasu siarkowego(VI)	18 /	96
N.I.58.2.	Związki cyny	19 /	97
N.I.59.1.	Kwas azotowy(III)	20 /	98
N.I.59.2.	Związki siarki(IV)	21 /	99

ETAP II

N.II.50.1.	Historyczne doświadczenia	22 /	101
N.II.50.2.	Błędy w analizie chemicznej	23 /	102
N.II.51.1.	Ciekawy kompleks	24 /	103
N.II.51.2.	Wietrzenie minerałów węglanowych	26 /	105
N.II.52.1.	Heksacyjanożelaziany	26 /	106
N.II.52.2.	Związki siarki	28 /	108
N.II.53.1.	Błąd miareczkowania	28 /	109

N.II.53.2.	Związki azotu	30 / 111
N.II.54.1.	Ogniwa elektrochemiczne	31 / 114
N.II.54.2.	Reakcja z powietrzem?	33 / 115
N.II.55.1.	Kwasowe właściwości akwajonów ołowiu(II)	34 / 118
N.II.55.2.	Aktywny metal	35 / 119
N.II.56.1.	Rozpuszczalność fosforanu(V) wapnia	36 / 122
N.II.56.2.	Kolorowe związki chromu	37 / 123
N.II.57.1.	Środowisko reakcji w kompleksometrii	38 / 126
N.II.57.2.	Popularny pierwiastek i jego związki	40 / 127
N.II.58.1.	Cynk w ogniwach alkalicznych	41 / 129
N.II.58.2.	Tlenowe związki jodu	42 / 131
N.II.59.1.	Metanolowe ogniwa paliwowe	43 / 133
N.II.59.2.	Wpływ kationu na rozkład termiczny soli	45 / 134

ETAP III

N.III.50.1.	Złoto	47 / 136
N.III.50.2.	Polskie rudy miedzi	48 / 138
N.III.51.1.	Elektrody jonoselektywne	49 / 140
N.III.51.2.	Struktura trzech podobnych kompleksów	51 / 143
N.III.52.1.	Elektroda odniesienia	53 / 145
N.III.52.2.	Reakcje fosforu	55 / 147
N.III.53.1.	Metoda dodatku wzorca w analizie potencjometrycznej	56 / 149
N.III.53.2.	Magazynowanie wodoru – paliwa przyszłości?	57 / 151
N.III.54.1.	Konkurencyjne równowagi	59 / 154
N.III.54.2.	Reakcje chlorowców	60 / 156
N.III.55.1.	Biocujniki enzymatyczne	62 / 159
N.III.55.2.	Związki boru	63 / 161
N.III.56.1.	Usuwanie rdzy	64 / 163
N.III.56.2.	Analiza rentgenostrukturalna	65 / 165
N.III.57.1.	Jony potasu we krwi – analiza	67 / 167
N.III.57.2.	Platyna i jej kompleksy	68 / 168
N.III.58.1.	Kompleksy z cyklamem	70 / 171
N.III.58.2.	Tlenek fosforu – kwasowy czy zasadowy?	71 / 172
N.III.59.1.	Kwasowo-zasadowe właściwości histydyny	73 / 175
N.III.59.2.	Bor i polimery nieorganiczne	75 / 179

N.I.50.1. Minerale krzemianowe

Krzemiany występują powszechnie na Ziemi tworząc wiele różnorodnych minerałów. Badając jeden z takich minerałów stwierdzono, że jest on jednorodnym związkiem **A** o następującym składzie: 48,9% Fe; 3,8% Mg; 14,5% Si i 32,8% O.

- Ustal wzór sumaryczny tego krzemianu.
 - Jakie jony (rodzaj i ładunek) wchodzi w skład tej soli?
 - Jak można wyjaśnić nietypowy stosunek zawartości Fe i Mg w tym związku?
 - Istnieje wiele analogów związku **A**, w których stosunek liczby moli Fe do Mg może być praktycznie dowolny, dla tej samej zawartości Si i O wyrażonej w % molowych (atomowych). Jakie cechy atomów (jonów) Fe i Mg decydują o możliwości wystąpienia tego zjawiska?
- Zapisz wzór związku **B**, analogu związku **A**, w którym atomy Fe są zastąpione atomami Mg (taki minerał również występuje w przyrodzie).
- Minerale krzemianowe ulegają procesom wietrzenia (rozkładu) pod wpływem wody i CO_2 . Zapisz jonowo zbilansowane równanie reakcji takiego rozkładu dla związku **B**, wiedząc, że jedynym nierozpuszczalnym w wodzie produktem jest SiO_2 .
- Dlaczego wśród ditlenków grupy węglowców, SiO_2 jest substancją stałą, natomiast CO_2 jest gazem?

Uwaga! Masy molowe należy w obliczeniach przyjąć z dokładnością podaną w dostępnej tabeli układu okresowego.

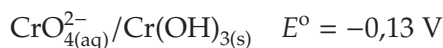
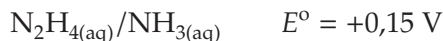


Rozwiązanie: s. 77.

N.I.50.2. Równowagi chemiczne

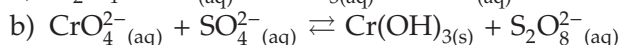
- Dysponując następującymi potencjałami standardowymi:



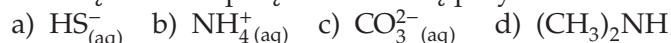


Określ, w którą stronę będą przesunięte równowagi poniższych reakcji. Odpowiedzi uzasadnij.

Uzgodnij współczynniki stechiometryczne tych reakcji. Podaj odpowiednie równania półokwowe.



2. Napisz równania reakcji następujących kwasów i zasad Brønsteda z wodą. Wskaż sprzężone ze sobą pary kwas – zasada.



3. Żółty, słaborozpuszczalny w wodzie, jodek srebra(I) reaguje z wodnym roztworem cyjanku potasu, tworząc rozpuszczalny w wodzie dicyjano-srebrzan(I) potasu oraz sól **A** złożoną z dwóch pierwiastków.

a) Zidentyfikuj sól **A**.

b) Napisz równanie powyższej reakcji.

c) 1,0 mol jodku srebra zmieszano z roztworem wodnym zawierającym 0,5 mola cyjanku potasu. Po pewnym czasie stwierdzono, że mieszanina zawiera 0,15 mola soli **A**. Jakie składniki (oprócz wody) i w jakiej ilości występują w tym momencie w tej mieszaninie?

d) Podaj budowę elektronową lub wzór kreskowy jonu cyjankowego.

Rozwiązanie: s. 78.

N.I.51.1. Rozpuszczalność soli w ujęciu termodynamicznym

Rozpuszczaniu wielu soli w wodzie towarzyszy wyraźne pochłanianie energii na sposób ciepła (jest to proces endotermiczny). W taki sposób zachowuje się wiele soli amonowych i potasowych.

Ampułkę zawierającą próbkę bromku potasu o masie $m = 5,00 \text{ g}$ rozbito w izolowanym naczyniu zawierającym 500 g wody. Po osiągnięciu minimalnej temperatury włączono grzałkę (parametry prądu: $I = 0,8 \text{ A}$, $U = 12 \text{ V}$) na okres $t = 86 \text{ s}$, do momentu osiągnięcia pierwotnej temperatury.

1. Na podstawie tych danych oblicz ilość dostarczonego przez grzałkę ciepła, a następnie molową entalpię rozpuszczania KBr (w kJ/mol).

2. Jak można wyjaśnić fakt, że proces rozpuszczania KBr przebiega samorzutnie? Uzasadnij to, wykonując odpowiednie obliczenia na podstawie podanych w tabeli N.I.1 wartości funkcji termodynamicznych: standardowej entalpii tworzenia $\Delta_{\text{tw}}H^\circ$ i standardowej entropii molowej S° .

Tab. N.I.1. $T = 298 \text{ K}$

	$\Delta_{\text{tw}}H^\circ$ [kJ · mol ⁻¹]	S° [J · mol ⁻¹ · K ⁻¹]
K ⁺ _(aq)	-252,4	102,5
Br ⁻ _(aq)	-121,6	82,4
Ag ⁺ _(aq)	105,6	72,7
KBr _(s)	-393,8	95,9
AgBr _(s)	-100,4	107,1

3. W analogiczny sposób przedyskutuj problem rozpuszczalności bromku srebra w wodzie.
4. Wykorzystując wynik obliczeń z p.3, oblicz przybliżoną wartość rozpuszczalności AgBr w wodzie.

Uwaga! Stałą równowagi rozpuszczania K_s można utożsamić z iloczynem rozpuszczalności I_s , oznaczonym także jako K_{s0} .

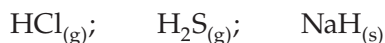


Stała gazowa: $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

Rozwiązanie: s. 79.

N.I.51.2. Wodorki i tlenki

1. a) Napisz równania reakcji z wodą oraz stałym NaOH (o ile te reakcje zachodzą) następujących substancji:



Żądaną reakcją może być reakcja dysocjacji (o ile inna reakcja nie przebiega).

Zaznacz w odpowiedzi przypadki, w których wymienione substancje ze sobą nie reagują.

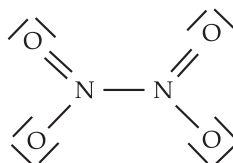
Załącz dla przebiegu reakcji warunki normalne (p i T).

- b) Wymień znane Ci tlenki siarki, azotu oraz węgla, w których:
- pierwiastki te znajdują się na maksymalnych stopniach utlenienia, oznaczonych jako G_{ox}
 - pierwiastki te znajdują się na stopniu utlenienia $G_{\text{ox}} - 2$.

Napisz jonowo równania reakcji powyższych tlenków z wodnym roztworem NaOH (warunki normalne). Zaznacz w odpowiedzi przypadki, w których wymienione substancje ze sobą nie reagują.

Które z produktów reakcji z NaOH będą ulegały hydrolizie? Napisz jonowo równania reakcji hydrolizy.

Podaj strukturę elektronową poszczególnych tlenków (przykład na rys. N.I.1).



Rys. N.I.1. Przykładowa struktura elektronowa tetratlenku diazotu

Rozwiązanie: s. 81.

N.I.52.1. Analiza tlenków

Badano dwa tlenki (metal A oraz metal B) mające postać białych proszków.

Tlenek metalu **A** energicznie reaguje z wodą z wydzieleniem dużej ilości ciepła i wytworzeniem białej zawiesiny (reakcja **i**), częściowo rozpuszczalnej w wodzie. Zawiesina ta nie rozpuszcza się ani w roztworach mocnych zasad, ani w roztworze amoniaku, rozpuszcza się natomiast w roztworze chlorku amonu (reakcja **ii**). Próba płomieniowa przeprowadzona po reakcji **ii** wykazuje ceglastoczerwone zabarwienie.

Tlenek metalu **B** po podgrzaniu zmienia barwę na żółtą. Nie rozpuszcza się w wodzie, rozpuszcza się w roztworze HCl (reakcja **iii**). Po wprowadzeniu siarkowodoru do porcji tak zakwaszonego roztworu nie wytrąca się osad. Po zobojętnieniu pozostałej porcji zakwaszonego roztworu (ale już bez siarkowodoru) za pomocą NaOH, wydziela się biały osad (reakcja **iv**), rozpuszczalny w nadmiarze odczynnika (reakcja **v**). Osad powstały w reakcji **iv** rozpuszcza się w nadmiarze NH_3 (reakcja **vi**).

1. Zidentyfikuj metale **A** i **B**.
2. Zapisz jonowo równania reakcji (**i**)–(**vi**).
3. Zaproponuj sposób rozdzielenia kationów metali **A** i **B** znajdujących się w roztworze (mogą być użyte inne odczynniki niż podane w treści zadania). Zapisz jonowo równania przebiegających reakcji.

4. Węglan metalu **A** jest często spotykanym składnikiem skał. Składnik ten, pod wpływem wilgoci i czynników atmosferycznych, ulega reakcji prowadzącej do powstania produktu(-ów) rozpuszczalnego (rozpuszczalnych) w wodzie. Napisz równanie tej reakcji. Określ, jak proces ten wpływa na jakość wód naturalnych.

Rozwiązanie: s. 83.

N.I.52.2. Stechiometria związków żelaza

Do dwóch naczyń (**I** i **II**), w których znajdowało się po 100 cm³ roztworu FeCl₂ o stężeniu 1 mol/dm³, dodano jednakowe ilości roztworu NaOH, powodując całkowite wytrącenie osadów. W naczyniu **I** reakcja przebiegała przy pełnym dostępie powietrza (należy przyjąć, że składa się ono tylko z azotu i tlenu), a w naczyniu **II** – w warunkach beztlenowych. Zauważono, że po wytrąceniu się osadów, masa mieszaniny w naczyniu **I** stopniowo wzrastała, a mieszaniny w naczyniu **II** zmniejszała się, gdyż wydzielał się palny gaz. Po ustaleniu się mas obu mieszanin stwierdzono, że przyrost masy w naczyniu **I** wyniósł Δm_I , a ubytek w naczyniu **II**, Δm_{II} .

Otrzymane stałe produkty z obu naczyń odsączono, dokładnie usunięto z nich wodę, po czym oznaczono je odpowiednio jako związek **A** i związek **B**. Stosunek mas molowych tych substancji $M_A : M_B$ równy jest 20 : 29. Analiza wykazała, że zawierają one tylko żelazo i tlen, przy czym stosunek zawartości (masowej) żelaza w związku **B** do zawartości żelaza w związku **A** wynosi 30 : 29.

1. Napisz jonowo równanie reakcji wytrącania osadu w naczyniach **I** i **II**.
2. Zaproponuj równanie reakcji wyjaśniające wzrost masy mieszaniny **I** i na tej podstawie oblicz wartość Δm_I .
3. Podaj wzór związku **A**.
4. Wyznacz wzór chemiczny (stechiometrię) substancji **B** i określ, jakie jony wchodzi w jej skład.
5. Zaproponuj równanie reakcji tworzenia finalnej substancji **B** z pierwotnego osadu.
6. Oblicz, ile wyniósł ubytek masy mieszaniny reakcyjnej w naczyniu **II** (Δm_{II}), spowodowany wydzieleniem się gazu.

W obliczeniach przyjmij przybliżone wartości mas molowych: Fe – 56 g/mol, O – 16 g/mol, H – 1 g/mol.

Rozwiązanie: s. 83.

N.I.53.1. Sole wapnia

Wapń należy do pierwiastków najbardziej rozpowszechnionych w litosferze. Jako jeden z makroelementów wchodzi też w skład większości żywych organizmów. W przyrodzie występuje więc wiele soli tego metalu.

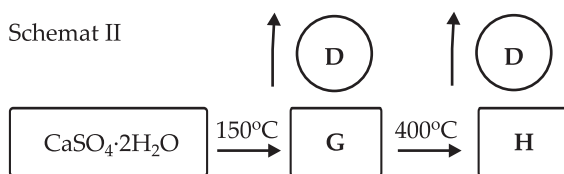
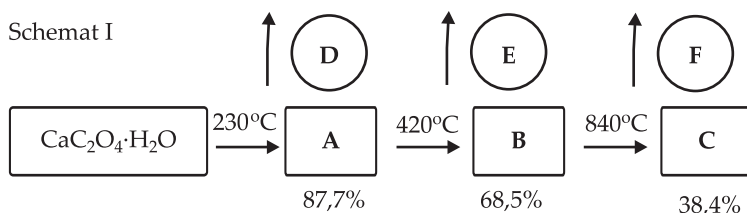
Szczawian wapnia, sól słabego kwasu $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ [lub $(\text{COOH})_2$], jest białą krystaliczną substancją, stanowiącą główny składnik kamieni nerkowych. *Kamicy nerkowej może sprzyjać m.in. dieta bogata w szczawiany lub kwas szczawowy: szczaw, rabarbar, szpinak, buraki, a także w pewnym stopniu herbata i kakao.*



Siarczan(VI) wapnia tworzy dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) i w tej postaci znany jest jako minerał gips, stosowany m.in. do produkcji materiałów budowlanych.

Na poniższych schematach przedstawione są przemiany, jakim sole te ulegają podczas coraz silniejszego ogrzewania. Prostokątne ramki w schematach symbolizują stałe produkty reakcji, a kółka – substancje, które w warunkach prowadzenia tych przemian wydzielają się jako gazy.

Podane w schemacie I wielkości procentowe oznaczają masę kolejno powstających związków stałych (w coraz wyższych temperaturach), wyrażoną jako procent masy wyjściowego hydratu szczawianu wapnia ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).



Rys. N.I.2

1. Masz do dyspozycji roztwory następujących substancji: NaOH , KCl , HCl , K_2SO_4 oraz stałe sole wapnia: CaSO_4 lub CaC_2O_4 . Wybierz spośród nich jeden roztwór oraz jedną sól wapnia, tak aby po zmieszaniu tych odczynników w otrzymanym roztworze było możliwie największe stężenie jonów Ca^{2+} . Napisz odpowiednie równanie reakcji.

- Zidentyfikuj substancje **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.
- Napisz jonowo równania reakcji ilustrujące zachowanie związku **B** wobec:
 - stosowanych łącznie substancji **D** i **F** oraz
 - stosowanych łącznie substancji **D** i NH_4Cl .
- Uzupełnij poniższy schemat wpisując w pustą ramkę odpowiedni symbol literowy **A–H**, odnoszący się do substancji rozpatrywanych w zadaniu.



Rys. N.I.3

W obliczeniach przyjmij następujące wartości mas molowych:
 Ca – 40,08 g/mol; C – 12,01 g/mol; O – 16,00 g/mol; H – 1,01 g/mol.

Rozwiązanie: s. 84.

N.I.53.2. Synteza i hydroliza soli

Próbkę metalicznego, sproszkowanego magnezu umieszczono w piecu, przez który przepuszczano czysty, gazowy amoniak i ogrzewano przez dłuższy czas w temperaturze około 600°C . W wyniku reakcji otrzymano żółty produkt (związek **A**), który znajduje zastosowanie m.in. jako katalizator w syntezie regularnej odmiany azotku boru (borazonu). Reakcji syntezy związku **A** towarzyszył przyrost masy próbki o 38,44%.

Następnie związek **A** poddano działaniu wody, co spowodowało wytrącanie się białej, galaretowatej zawiesiny związku **B** i wydzielanie gazu **X**. Gaz ten ma charakterystyczny zapach i jest dobrze rozpuszczalny w wodzie.

Otrzymaną zawiesinę odparowano do sucha, po czym wyprażono do stałej masy w temperaturze 800°C . Na podstawie badań rentgenostrukturalnych powstałego produktu stwierdzono, że ma on budowę jonową o strukturze krystalicznej typu NaCl .

- Podaj wzór i nazwę związku **A**.
- Napisz równania reakcji otrzymywania oraz hydrolizy związku **A**.
- Zidentyfikuj gaz **X** i określ jego charakter chemiczny według teorii Brønsteda. Podaj równanie reakcji ilustrujące równowagę, jaka ustala się w roztworze wodnym tego gazu.
- Wiedząc, że w temperaturze 21°C iloczyn rozpuszczalności związku **B** wynosi $K_{s0} = 2,0 \cdot 10^{-11}$, oblicz jego rozpuszczalność, wyrażoną w g/100 g