Chemistry in English

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

Chemia w Szkole

Nr 1
styczeń/luty 2021
350 (LXV) indeks 354562
CENA 30,00 ZŁ
(w tym 8% VAT)

O związkach, które wpływają na dobrą pamięć
ORZECHY

Co usunięto z egzaminu maturalnego 2021?

Przeliczanie stężeń nie takie straszne!

Filozofowie o układzie okresowym pierwiastków

ZADANIA

- Powtórzeniowe przed maturą
- 67. Krajowa Olimpiada Chemiczna

DOŚWIADCZENIA

BŁĘDNE OGNIE BARWNE PŁOMIENIE

ISSN 0411-8634

eprasa.pl 0a57fb5a99

Pełnowartościowe, ale tańsze!

ROCZNIKI 2020

50% taniej

(oferta ważna do wyczerpania zapasów)

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie www.aspress.com.pl/roczniki/

eprasa.pl 0a57fb5a99

Szanowni Państwo!

150. rocznica sformułowania Układu Okresowego Pierwiastków obchodzona była uroczyście w 2019 roku, ale doniosłość odkrycia prawa okresowości i jego tabelarycznej ilustracji sprawia, że do historii i ewolucji tej koncepcji powinniśmy nieustannie powracać, niezależnie od okrągłych rocznic czy innych uroczystych okazji. A już szczególnie wtedy, gdy można o prawie okresowości opowiedzieć inaczej niż zwykle – w sposób nawiązujący do filozofii nauk ścisłych, tak jak to ujmuje w swoim opracowaniu Pani prof. Maria Cieślak-Golonka.

Aromat minionych (i kolejnych nadchodzących) Świąt pomoże Państwu zachować w pamięci opracowanie Pani dr Joanny Kurek o... chemii orzechów, które jest niemal encyklopedycznym zestawieniem składu różnego rodzaju ich gatunków, okraszonym wieloma praktycznymi uwagami, z których być może przeciętny... zjadacz orzechów nie zdaje sobie nawet sprawy. Z kolei w nieco mistyczny nastrój może Państwa wprowadzić barwne opracowanie P. mgr. Marka Plesa, tym razem opisujące błędne ognie – ale w wersji całkowicie wytłumaczalnej na gruncie chemicznym...

Niemałą część niniejszego numeru zajmują opracowania związane z nadchodzącą wielkimi krokami, ale jakże specyficzną w dzisiejszych trudnych warunkach maturą. Zespół p. dr Małgorzaty Krzeczkowskiej z Uniwersytetu Jagiellońskiego przedstawia kolejną propozycję przygotowawczych zadań maturalnych – tym razem z chemii nieorganicznej. Proszę zarazem zwrócić uwagę na zestawienie zagadnień... wycofanych z nadchodzącej matury z chemii, dokonane przez zespół 3ECHEDUKACJA. Zakres tych zagadnień zestawionych w jednym miejscu uświadamia powagę sytuacji, w której się znaleźliśmy, także od tej strony. Jednak podstawy chemii są o tyle niezmienne, że należą do nich zawsze podstawowe obliczenia, takie jak przeliczanie stężeń roztworów czy elementarne rozważania termochemiczne – tym razem przedstawione w autorskiej wizji Pani dr Wioletty Dynkowskiej. A do entuzjastów zgłębiania tajników chemii w języku angielskim adresujemy kolejne opracowanie Pani mgr inż. Anny-Marii Tryby.

Tradycyjnie zamieszczamy też zadania z I etapu 67. Krajowej Olimpiady Chemicznej, która - podobnie jak inne olimpiady przedmiotowe – jak dotąd okazuje się silniejsza od pandemii...

Życzę Państwu przyjemnej lektury

Spis treści

Nauka i technika

4 **Ciekawostki** • Marek Orlik
• Tlenek azotu przeciw wirusowi SARS-CoV-2 • Płynne szkło • Nowe grafenowe filtry do wody • Polaron zaobserwowany! • Jak stary jest Wszechświat?

6 **Orzechy dobre na pamięć, czyli o wartościowych związkach w nich zawartych** • Joanna Kurek
Od wielu lat wskazuje się na korzystne działanie orzechów na ludzki organizm. Często można usłyszeć stwierdzenie, iż są one „dobre na pamięć".

13 **Układ okresowy pierwiastków w rozważaniach filozofów chemii** • Maria Cieślak-Golonka
Aktualny wzrost zainteresowania filozofią chemii jest widoczny poprzez m.in. wprowadzenie eksperymentu jako nowego przedmiotu analiz filozoficznych [6], a także poprzez rosnącą liczbę konferencji naukowych i dzięki dwóm anglojęzycznym czasopismom *Hyle* i *Foundation of Chemistry*.

Olimpiady i konkursy

19 **67. Krajowa Olimpiada Chemiczna** • Komitet Główny Olimpiady Chemicznej

Metodyka i praktyka szkolna

26 **Wybrane zagadnienia z chemii nieorganicznej. Zadania powtórzeniowe przed maturą – cz. 3** • Katarzyna Gąssowska, Monika Góralik, Ewelina Janczy, Katarzyna Olesek, Małgorzata Krzeczkowska

35 **Co usunięto z egzaminu maturalnego?** • Agnieszka Czub-Czech, Kamil Czech

38 **Przeliczanie stężeń – nie takie straszne, na jakie wygląda. Alternatywny sposób prowadzenia obliczeń termochemicznych** • Wioletta Monika Dynkowska

42 ***Chemistry in English.* Fermentation under controlled conditions, or how is beer made?** • Anna-Maria Tryba

44 **Błędne ognie – barwne płomienie** • Marek Ples
Błędne ognie według podań najczęściej miały się pojawiać w nocy jako odległe światełka migoczące tuż nad ziemią. Najczęściej występowały na obszarach bagiennych, nad wodą lub w górach. Miały zwodzić wędrujących nocą ludzi.

47 **Jak węgiel krąży w przyrodzie. Klimatyczne ABC** • wybór i opracowanie Józef Szewczyk

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI **Chemia w Szkole**

CENA 30,00 zł (w tym 8% VAT)

Zdjęcie na okładce: Adobe Stock

NUMER 1 STYCZEŃ/LUTY 2021

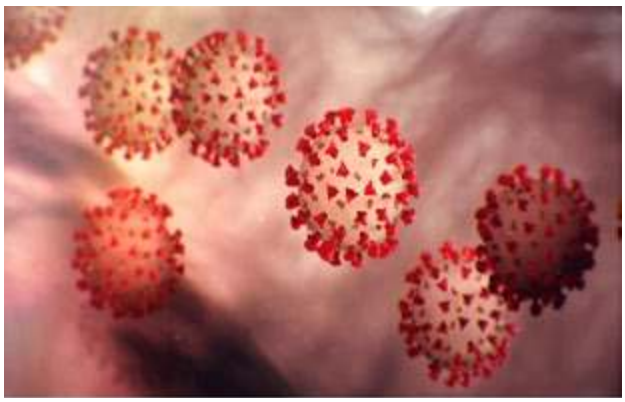
350 (LXV) indeks 354562 ISSN 0411-8634

Redakcja Marek Orlik (redaktor naczelny – chemiared@gmail.com) **Adres redakcji** ul. Warchałowskiego 2/58, 02-776 Warszawa **Wydawnictwo** Agencja AS Józef Szewczyk, ul. Warchałowskiego 2/58, 02-776 Warszawa, tel. 606-201-244, e-mail: szewczyk24@gmail.com, www.aspress.com.pl, NIP: 951-134-91-51 **Wydawca** Józef Szewczyk, tel. 606-201-244, szewczyk24@gmail.com **Prenumerata** Prenumerata www.aspress.com.pl/prenumerata-2021/, e-mail: szewczyk24@gmail.com **Reklama** Jędrzej Chodakowski jchodakowski1953@gmail.com **Skład i łamanie** ScanSystem.pl Ewa Szelatyńska **Druk i oprawa** Paper&Tinta, ul. Ceglana 34, 05-270 Nadma

Redakcja nie zwraca nadesłanych materiałów, zastrzega sobie prawo formalnych zmian w treści artykułów i nie odpowiada za treść płatnych reklam.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Tlenek azotu przeciw wirusowi SARS-CoV-2



Na łamach naszego czasopisma niejednokrotnie pisaliśmy o jednym z najbardziej pasjonujących i ważnych odkryć, dokonanym w latach 80-tych ubiegłego wieku, a dotyczącym istotnej roli, jaką w żywych organizmach pełni tlenek azotu NO. Wiemy dziś, że powstający w tkankach, w wyniku enzymatycznego utleniania L-argininy, tlenek azotu reguluje ciśnienie krwi poprzez rozkurczające działanie na naczynia krwionośne, jest niezbędny dla prawidłowej pracy serca, uczestniczy w powstawaniu ruchów perystaltycznych jelit, jest ważnym elementem układu immunologicznego, a także (wraz z również endogennym siarkowodorem) współdziała w tworzeniu pamięci trwałej w obszarze mózgu, określanym jako hipokamp.

Historia tego odkrycia zaczęła się od prac farmakologa Ferida Murady, który odkrył, iż działanie nitrogliceryny rozszerzające naczynia wieńcowe wiąże się z jej metabolizowaniem do tlenku azotu, co podchwycili Robert Furchgott i Louis Ignarro, doprowadzając z kolei do odkrycia, iż NO jest wytwarzany i pełni istotną rolę w organizmie. Za te odkrycia cała trójka badaczy została w 1998 roku uhonorowana Nagrodą Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny. O intensywności badań nad tlenkiem azotu świadczy powstanie odrębnego czasopisma naukowego „Nitric Oxide", które w podtytule ma także nazwy innych, równie małych, ale niezwykle istotnych „cząsteczek sygnałowych": wspomnianego wyżej siarkowodoru oraz... tlenku węgla CO.

Dziś, w czasach pandemii spowodowanej wirusem SARS-CoV-2, tlenek azotu może okazać się jedną z najważniejszych substancji, zapobiegających infekcji. Wiadomo, że wirus atakuje głównie komórki nosa, płuc i jelita cienkiego, a prawdopodobnie także układ nerwowy. Obecnie w kanadyjskiej firmie o znaczącej nazwie SaNOtize trwają badania nad preparatem, który jest źródłem tlenku azotu i podaje się go w formie sprayu do nosa, tym samym zatrzymując inwazję wirusa na wczesnym jej etapie.

Należy podkreślić, że bezpośrednie niszczące działanie NO na wirusa zostało już udowodnione. W szczególności testy przeprowadzone na gryzoniach wykazały redukcję obecności wirusa o 95% w pierwszym dniu po zakażeniu. Inne badania wskazują na nawet 99,9% skuteczność preparatu firmy SaNOtize. Jeśli dalsze badania potwierdzą te doniesienia, będzie to kolejny dowód na zbawienną rolę tlenku azotu w naszych organizmach, a do pandemicznych obyczajów, poza myciem rąk, dodamy również wdychanie sprayu SaNOtize, póki pandemia się nie skończy. Jeśli się skończy...

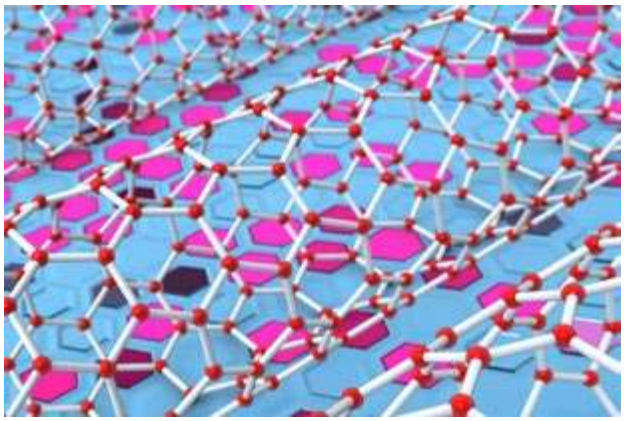
[1] https://www.medonet.pl/koronawirus-pytania-i-odpowiedzi/leczenie-koronawirusa,spray-do-nosa-zabijajacy-koronawirusa--ma-99-proc--skutecznosci,artykul,80974117.html
[2] https://www.medonet.pl/koronawirus,koronawirus-atakuje-przede-wszystkim-komorki-nosa--pluc-i-jelita-cienkiego,artykul,01870429.html
[3] https://www.cm.umk.pl/aktualnosci-2/4868-przez-nos-do-mozgu-koronawirus-a-uklad-nerwowy.html
[4] https://www.clinicaltrialsarena.com/news/sanotize-trials-nasal-spray/
[5] https://sanotize.com/covid-19/

Nowe grafenowe filtry do wody

O grafenie, jego zadziwiających właściwościach i wynikających z nich kolejnych praktycznych zastosowaniach piszemy na naszych łamach od dawna. Najnowsza tego typu informacja dotyczy zoptymalizowanej wersji opartego na grafenie (a dokładniej – na tlenku grafenu) filtra do wody. Istota filtracji polega na tym, że cząsteczki wody swobodnie przechodzą przez warstwę grafenu, podczas gdy większe obiekty zostają zatrzymane.

Nowa koncepcja, której celem jest zwiększenie wydajności filtracji, wykorzystuje tzw. szczeliny van der Waalsa – mikroskopijne przestrzenie powstające między nakładanymi na siebie warstwami nanomateriałów, przy czym warstwy grafenowe są marszczone. Z idealnej „dwuwymiarowej" warstwy powstaje więc powierzchnia pełna „gór" i „dolin". Oczywiście tak spreparowany grafen musi zostać umieszczony na odpowiednim, stabilizującym podłożu i wtedy szczyty „gór" i najniższe partie „dolin" są obcinane. W ten sposób powstaje filtr z mikrokanałami, przez które ciecz przepływa z większą szybkością niż we wcześniejszych wersjach, jednocześnie nadal podlegając filtracji – cząsteczki związków organicznych oraz jony niektórych metali nie są w stanie przedostać się przez membranę.

W badaniach testowych wykazano, że cząsteczki wody w fazie gazowej (para wodna) przechodziły przez taki filtr, podczas gdy cząsteczki heksanu zostały w nim uwięzione. Na praktyczne zastosowanie w gospodarstwach domowych i w przemyśle tak pomyślanych membran grafenowych, które uzyskały już nazwę VAGME (*Vertically Aligned Graphene Membranes*) trzeba będzie jeszcze poczekać. Czym jeszcze zadziwi nas grafen?



[1] https://www.nature.com/articles/s41467-020-20837-2
[2] https://www.sciencealert.com/this-novel-way-of-stacking-graphene-makes-it-suitable-for-cleaning-up-water
[3] https://www.nature.com/articles/s41467-020-20837-2

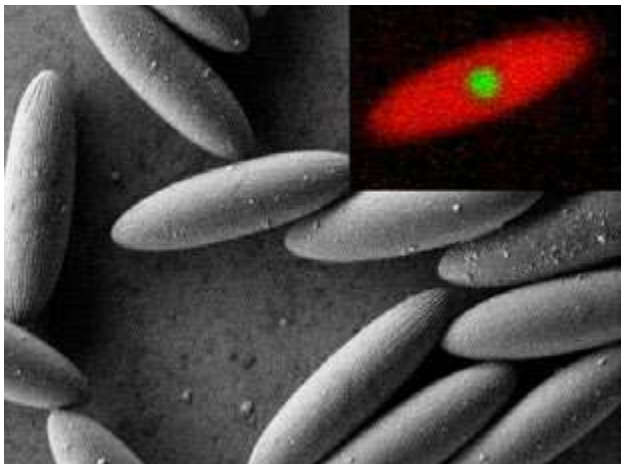
eprasa.pl 0a57fb5a99

Płynne szkło

Szkło jest, jak wiadomo, szczególnym stanem, którego struktura została niejako zamrożona na drodze między stanem ciekłym i krystalicznym. Płynne szkło można natomiast pojmować jako stan przejściowy między roztworem koloidalnym a fazą stałą. Teoretyczne badania nad takim stanem materii, stymulowane przez naukę o materiałach, trwały od około dwóch dekad, ale dopiero teraz płynne szkło otrzymano naprawdę.

Opublikowana w prestiżowym czasopiśmie PNAS praca szwajcarskich naukowców opisuje taki stan materii wytworzony przez cząstki koloidalne o kształcie eliptycznym. W takim stanie stopnie swobody ruchu rotacyjnego (związanego z orientacją cząstki w przestrzeni) zostają zamrożone, podczas gdy ruchy postępowe (translacyjne) nie napotykają ograniczeń. Nie następuje więc globalne uporządkowanie, typowe dla nematycznych ciekłych kryształów. Badania eksperymentalne zostały wsparte modelowymi obliczeniami.

W opinii autorów tych badań, właściwości ciekłego szkła pozwalają na lepsze zrozumienie procesu tworzenia szkła i powstawania faz ciekłokrystalicznych. Nie da się jednak ukryć, że zrozumienie tych procesów



wymaga pewnej wiedzy fizykochemicznej, m.n. w zakresie termodynamiki przejść fazowych.

[1] https://www.pnas.org/content/118/3/e2018072118

Polaron zaobserwowany!

Kwazicząstki to raczej sposób opisu obiektu fizycznego niż realnie istniejąca cząstka, upraszczający jego skomplikowane cechy, w tym opis matematyczny. Przykładowo, układ wielu oddziałujących ze sobą cząstek można modelowo zastąpić wygodniejszym układem kwazicząstek o pewnych efektywnych właściwościach. Jedną z takich najbardziej znanych kwazicząstek jest polaron, którego koncepcja powstała w celu opisu lokalnego odkształcenia sieci krystalicznej, spowodowanego przemieszczaniem się w niej naładowanej cząstki, takiej jak np. elektron. Polaron jest kwazicząstką, której przypisuje się bardzo krótki czas życia, rzędu najwyżej kilku pikosekund, ale jest on wystarczająco długi, aby wywierać wpływ na właściwości materiałów, w tym – perowskitów, znanych z nowoczesnych zastosowań do budowy paneli w ogniwach fotowoltaicznych w celu zwiększenia ich sprawności. Najnowsze badania materiałów perowskitowych, prowadzone z użyciem laserów, dotyczyły już niemal atomowej skali ich wewnętrznej struktury. W ich trakcie próbka kryształu perowskitu została wzbudzona promieniem lasera optycznego, a jej zachowanie badano za pomocą lasera rentgenowskiego w sposób umożliwiający monitorowanie zjawisk w skali czasowej rzędu zaledwie bilionowych części sekundy. W ten sposób udało się **po raz pierwszy** zaobserwować deformacje o charakterze polaronowym, rozpoczynające się od skali mikroskopowej, rozumianej tu jako odległość między najbliższymi sobie płaszczyznami sieci krystalicznej i niezwykle szybko, bo w ciągu pikosekund rozszerzające się do rozmiarów nanometrycznych. Pierwsza bezpośrednia obserwacja powstawania polaronu to niewątpliwie ważne wydarzenie zarówno w fizyce, jak i w chemii.

[1] https://nt.interia.pl/technauka/news-polarony-zaobserwowane-po-raz-pierwszy,nId,4968250
[2] https://www.sciencealert.com/scientists-observe-and-directly-measure-polarons-for-the-first-time
[3] https://www6.slac.stanford.edu/news/2021-01-04-first-glimpse-polarons-forming-promising-next-gen-energy-material.aspx
[4] https://www.nature.com/articles/s41563-020-00865-5

Jak stary jest Wszechświat?

Pytanie o wiek Wszechświata wymaga odpowiedzi na pytanie o jego początek. Według jednej z uznawanych koncepcji, tym początkiem był Wielki Wybuch, powodujący rozszerzanie się materii z nieskończenie gęstego punktu, stanowiącego Osobliwość. Nawet jeśli tak było, nikt nie potrafi odpowiedzieć na skądinąd naturalne pytanie, co istniało przed Wielkim Wybuchem. W oczekiwaniu na tę odpowiedź zajmijmy się aktualnymi (grudzień 2020 r.) ustaleniami na temat wieku Wszechświata, mierzonego od owego zakładanego Wielkiego Wybuchu. Jak wiadomo, oszacowania tego wieku opierają się pomiarach szybkości rozszerzania się Wszechświata, wyrażonej przez stałą Hubble'a. Tym razem astronomowie wykorzystali w tym celu teleskop kosmologiczny na pustyni Atacama (Chile) i uzyskali wartość stałej Hubble'a jako równą 42 milom na sekundę na megaparsek; innymi słowy – na każdy megaparsek, czyli 3,26 miliona lat świetlnych, szybkość ekspansji Wszechświata rośnie o 42 mile na sekundę. Wynik ten okazał się dość dobrze zgodny z wcześniejszymi obserwacjami, dokonanymi w 2013 roku za pomocą satelity Planck. Jest to ważne, ponieważ wiek Wszechświata może być obliczany na różne szczegółowe sposoby, prowadzące niekoniecznie do podobnych wartości. Aktualny wniosek jest następujący: wiek Wszechświata to 13,77 miliarda lat, z błędem rzędu ± 40 mln lat, czyli wynoszącym zaledwie 0,3%. Dla porównania, *homo sapiens* wyłonił się na naszej planecie zapewne „tylko" 300 tysięcy lat temu, co stanowi 0,002% wieku Wszechświata...

[1] https://nt.interia.pl/raporty/raport-kosmos/astronomia/news-ile-lat-ma-wszechswiat-wreszcie-to-wiemy,nId,4968167
[2] https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1475-7516/2020/12/045
[3] https://gizmodo.com/astronomers-calculate-universe-s-age-with-atacama-deser-1845995635

Oprac. Marek Orlik, Fot. *Dreamstime*

eprasa.pl 0a57fb5a99

Orzechy dobre na pamięć,

czyli o wartościowych związkach w nich zawartych

Odżywianie ma kluczowe znaczenia dla zdrowia i prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Poza kilkoma głównymi posiłkami, które stanowią dietę prawidłowo odżywiających się osób, mogą też znaleźć się w niej zdrowe przekąski, do których bezsprzecznie zaliczyć można porcję orzechów. Od wielu lat wskazuje się na korzystne działanie orzechów na ludzki organizm. Często można usłyszeć stwierdzenie, iż są one „dobre na pamięć".

Joanna Kurek

Wnikliwe badania wykazały, że orzechy wykazują dobroczynne działanie nie tylko na mózg i procesy zapamiętywania, ale też wywierają korzystny wpływ na serce i układ krwionośny oraz wspomagają proces odchudzania. Takie właściwości wynikają ze składników odżywczych zawartych w orzechach, stanowiących dobre źródło substancji pokarmowych takich jak: tłuszcze, białka, błonnik, witaminy oraz makroelementy i mikroelementy, a także sterole roślinne. Znaczna większość spośród kwasów tłuszczowych zawartych w orzechach ma charakter nienasycony.

Ogólnie orzechami nazywa się różnorodne nasiona oraz owoce o jadalnym jądrach, które są zamknięte w twardej bądź kruchej skorupce lub łupinie. Do orzechów zaliczamy: migdały, pistacje, orzechy brazylijskie, orzechy nerkowca, orzeszki ziemne (arachidowe = fistaszki), orzechy pekan, orzechy laskowe, orzechy włoskie, orzechy makadamia, kasztany jadalne czy orzeszki pinii oraz orzechy palmy kokosowej czy kasztany jadalne.

Orzechy są łatwe w przechowywaniu, nadają się do spożycia bez jakiejkolwiek dodatkowej obróbki np. termicznej, nie ma konieczności podawania ich z jakąś potrawą oraz nie wymagają użycia sztućców, przez co mogą być zjadane niemal w każdych okolicznościach.

Orzech orzechowi nierówny

Zasadniczo z chemicznego punktu widzenia w orzechach znajdują się związki takie, jak: białka, tłuszcze, witaminy, węglowodany, błonnik oraz makroelementy i mikroelementy. Jednak w każdym ze znanych nam rodzajów orzechów składniki te występują w innych nieco proporcjach, przez co nadają im inny smak i zapach w czasie spożycia. Przekłada się to też na ich działanie prozdrowotne. Poniższej w Tabeli 1 zestawiono szczegółowo składniki odżywcze znajdujące się w poszczególnych rodzajach orzechów.

Kwasy tłuszczowe znajdujące się w orzechach to przede wszystkim niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT): jednonienasycone oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe, popularnie określane jako Ω-3 i Ω-6, czyli, odpowiednio: kwas oleinowy, kwas linolenowy (ALA), kwas eikozapentaenowy (EPA), kwas dokozaheksaenowy (DHA), kwas linolowy (LA), kwas gamma-linolenowy (GLA) i kwas arachidonowy (ARA), (Rys. 1).

Jak widać, chociaż kwasy należące do grupy Ω-3 występują głównie w rybach, to jednak w niektóre orzechy też je zawierają. W małych ilościach występują też w orzechach nasycone kwasy tłuszczowe.

Kolejnym ważnym składnikiem obecnym we wszystkich orzechach jest **błonnik**. Wśród **witamin** obecne są przede wszystkim: witamina E oraz witaminy z grupy B, poza tym występują również witamina A i C. Witaminie E przypisuje

eprasa.pl 0a57fb5a99

się właściwości przeciwutleniające i określana jest witaminą ‘młodości i płodności’. Witaminy z grupy B, wzmacniające system nerwowy, występujące w orzechach to: B_1 (tiamina), B_2 (ryboflawina), B_3 (PP/niacyna), B_4 (cholina), B_5 (kwas pantotenowy), B_6 (pirydoksyna), B_9 (kwas foliowy), a nie występuje B_{12} (kobalamina). Zawarta także w orzechach witamina K wpływa na prawidłowy proces krzepnięcia krwi. W orzechach nie występuje natomiast witamina D.

W niektórych orzechach występują **sterole roślinne**, które powodują obniżanie poziomu „złego” cholesterolu LDL i zarazem podwyższają poziom ‘dobrego’ cholesterolu HDL. Związki te bywają dodawane do margaryn oraz soku pomarańczowego, aby wywołać opisany efekt. Z kolei w skład **białek** zawartych w orzechach wchodzą różne aminokwasy i do tych, których jest najwięcej należy L-arginina. Aminokwas ten korzystnie wpływa na elastyczność ścian tętnic zapobiegając zakrzepom blokującym prawidłowy przepływ krwi.

Pierwiastki znajdujące się w orzechach to przede wszystkim (w postaci jonowej): magnez, wapń, żelazo, potas, fosfor, a także cynk, mangan, miedź czy selen. Wapń i fosfor są odpowiedzialne za zdrowe i mocne kości i zęby. Potas reguluje ciśnienie krwi. Miedź wpływa na dobrą pracę mózgu i serca, a także wzmacnia odporność.

W Tabeli 1 czcionką bold zaznaczono najwyższe wartości poszczególnych składników odżywczych dla różnych orzechów.

Zdrowotny wymiar orzechów

Orzechy stanowią dobrą i zdrową przekąskę, a ich garść jest uznawana za optymalną ilość do codziennego spożycia i w takiej ilości przypisuje się im lecznicze działanie na organizm człowieka.

Jak wspomniano wyżej, **nienasycone kwasy tłuszczowe** wpływają na obniżenie poziomu „złego” cholesterolu, tym samym zapobiegając rozwojowi miażdżycy. Orzechy włączone do zbilansowanej diety jako jej regularnie spożywany składnik pozwalają istotnie obniżać poziom cholesterolu, przez co korzystnie wpływają na serce zapobiegając wystąpieniu arytmii. Zalecane są tam dla osób należących do grupy ryzyka wystąpienia zawału serca i zarazem wykazują pozytywny wpływ na cały układ krwionośny.

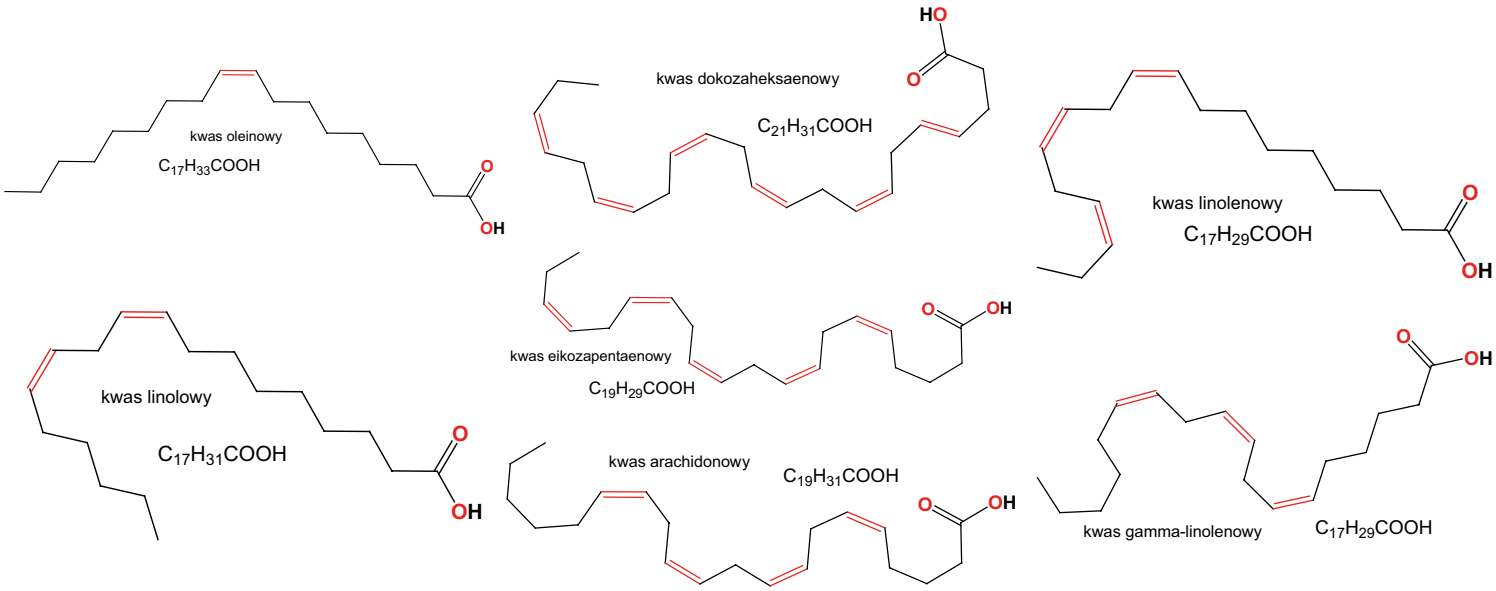
Błonnik zawarty w orzechach także wspomaga obniżanie poziomu „złego” cholesterolu. Ponadto składnik ten wywołuje uczucie sytości, przez co następuje zmniejszenie łaknienia. Błonnik też odgrywa istotną rolę w zapobieganiu cukrzycy typu II.

Zawarta w orzechach **witamina E** zapobiega sklejaniu się płytek krwi, a tym samym zapobiega zakrzepom. W związku z tym, także z tego powodu orzechy można włączyć do diety zapobiegającej chorobom układu sercowo-naczyniowego.

Spożywanie kilku (do 4 sztuk dziennie) **orzechów brazylijskich** zapewnia właściwą dawkę *selenu*, bardzo istotnego dla osób cierpiących z powodu niedoczynności tarczycy. Pierwiastek ten jest niezbędny do aktywnego hormonu tarczycy. Ponadto pierwiastek ten wspomaga system immunologiczny.

W orzeszkach pinii obecny jest *kwas pinolenowy*. Jest to wielonienasycony kwas tłuszczowy $C_{18}H_{30}O_2$ – izomer ważnego biologicznie kwas gamma-linolenowego, w którego cząsteczce wszystkie wiązania podwójne występują w formie *cis* (Rysunek 2).

Według przeprowadzonych badań klinicznych związek ten pomaga w kontrolowaniu masy ciała i hamuje apetyt. Osoby, którym podano 3 g przed śniadaniem, odczuwały dużo mniejszy apetyt (o ok. 36 proc). Ponadto reguluje on także ciśnienie krwi oraz zmniejsza ryzyko zachorowania na miażdżycę. Orzeszki piniowe zawierają ponadto karotenoidy: luteinę i zeaksantynę, wspomagające pracę narządu wzroku.



Rysunek. 1. Wzory cząsteczek kwasów: oleinowego, linolenowego, eikozapentaenowego, dokozaheksaenowego, linolowego, gamma-linolenowego i arachidonowego.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Tabela 1. Składniki i wartości (uśrednione) odżywcze poszczególnych rodzajów orzechów w 100 g.

	Tłuszcze, n*, j*, w* [g]	Białka [g]	Witaminy	Składniki mineralne [mg]	kcal [100g]	Błonnik [g]	Węglowodany, cukry proste [g]	Woda [g]	Zalecana dzienna ilość [sztuki]
makadamia	75,8 n 12,2 j 58,9 w 4,7	8	B_1 1,2 mg B_2 0,16 mg B_3 2,5 mg B_5 0,76 mg B_6 0,28 mg B_9 11 µg E 0,54 mg C 1,2 mg	Ca 85 Fe 3,7 Mg 130 P 188 K 367 Na 5 Zn 1,3 Cu 0,76 Mn 4,1 Se 3,6 µg	718	8,6	13,8 4,6	1,4	10-12
włoskie	65 n 6,1 j 8,9 w 47	15	A 20 IU B_1 0,34 mg B_2 0,15 mg B_3 1,13 mg B_6 0,54 mg B_9 98 µg **E 0,7 mg** C 1,3mg K 2,7 µg luteina+zeaksantyna 9,0 µg	Ca 98 Fe 2,9 Mg 158 P 346 K 441 Zn 3,1 Mn 3,4 Na 2 Se 4,9 Cu 1,6	657	6,7	13 2,6	4	7
brazylijskie	67 n 16,1 j 23,9 w 24,4	14,3	B_1 0,61 mg B_2 0,035 mg B_3 0,29 mg B_6 0,10 mg B_9 22 µg E 5,65 mg	**Ca 160** Fe 2,43 Mg 376 P 725 K 659 Na 3 Zn 4,06 **Se 103 µg**	658	7,5	11,7 2,33	3,5	do 4 sztuk
ziemne	50 n 6,3 j 24,4 w 15,6	26	B_1 0,64 mg B_2 0,13 mg **B_3 12,8 mg** **B_5 1,8 mg** B_6 0,35 mg **B_9 240 µg** E 8,3 mg	Ca 92 Fe 4,6 Mg 168 P 76 K 705 Na 18 Zn 3,3 Mn 1,9 Cu 1,1 Se 7,2 µg	584	8,5	16 4,7	7	garść
nerkowce	46 n 7,78 j 23,79 w 7,85	18	B_1 0,42 mg B_2 0,058 mg B_3 1,06 mg B_6 0,42 mg B_9 25 µg E 0,9 mg C 0,5mg K 34,2 µg	Ca 37 Fe 6,7 **Mg 292** P 593 K 660 Na 12 Zn 5,8	573	3,3	30 5,9	5,2	10
pekan	72 n 9,2 j 40,8 w 21,6	9,2	A 56 IU B_1 0,66 mg B_2 0,13 mg B_3 1,2 mg B_5 0,86 mg B_6 0,21 mg E 1,4 mg C 1,1 mg K 3,5 µg β-karoten 29 mg luteina+zeaksantyna 17 µg	Ca 70 Fe 2,5 Mg 121 P 277 K 410 Zn 4,5 Cu 1,2 Mn 4,5 Se 3,8 µg	707	9,6	13,8 3,9	3,5	5-6

eprasa.pl 0a57fb5a99

	Tłuszcze, n*, j*, w* [g]	Białka [g]	Witaminy	Składniki mineralne [mg]	kcal [100g]	Błonnik [g]	Węglowodany, cukry proste [g]	Woda [g]	Zalecana dzienna ilość [sztuki]
laskowe	61 n 4.46 j 45.65 w 7.92	15	A 20 IU B_1 0,64 mg B_2 0,113 mg B_3 1,8 mg B_6 0,563 mg **B_9 113 µg** **E 15,03 mg** C 6,3 mg K 14,2 µg	Ca 114 Fe 4,7 Mg 163 P 290 K 680 Zn 2,45	628	9,7	17 4,3	5,3	12
pistacje	46 n 5,56 j 23,82 w 13,7	20	**A 415 IU** B_1 0,87 mg B_2 0,16 mg B_3 1,3 mg **B_6 1,7 mg** B_9 51 µg E 2,3 mg C 5,6 mg luteina+zeaksantyna **1205 µg**	Ca 105 Fe 3,9 Mg 121 P 490 **K 1025** Na 1 Zn 2,2	570	10,6	27 7,7	4,0	60 -70 g
orzechy kokosowe	23,5 n 21,1 j 1,0 w 0,26	3,3	B_1 0,066 mg B_2 0,02 mg B_3 0,54 mg B_6 0,054 mg B_9 26 µg E 0,24 mg C 3,3 mg K 0,2 mg	Ca 14 Fe 2,4 Mg 32 P 113 K 356 Na 20 Zn 1,1	354	9,0	15,2 6,23	67,6	-
migdały	51 n 3,8 j 31,6 w 12,3	21	A 2 IU B_1 0,20 mg B_2 1,14 mg B_3 3,6 mg B_6 0,14 mg **B_9 44 µg** **E 25,6 mg**	**Ca 269** Fe 3,7 **Mg 270** P 481 **K 733** Na 2 Zn 3,12	584	12,5	22 4,4	2,5	4
orzeszki pinii	68 n 4,9 j 18,7 w 37,1	13,7	A 29 I.U B_1 0,36 mg B_2 0,23 mg B_3 (PP) 4,4 mg B_4 55,8 mg B_5 0,31 mg B_6 0,1 mg B_9 34 µg C 0,8 mg E 9,33 mg K 54 mg β-karoten 17 µg luteina+zeaksantyna 9,0 µg	Ca 16 Fe 5,53 Mg 251 P 575 K 597 Zn 6,5 Na 2 Mn 8,8 Cu 1,3 Se 0,7 mg	673	3,7	13,1 4,85	2,3	garść
kasztany jadalne	2 n 0,40 j 0,78 w 0,89	2,4	A 28 IU B_1 0,24 mg B_2 0,17 mg B_3 1,18 mg B_6 0,37 mg **B_9 62 µg** C 43,0 mg	Ca 27 Fe 1,0 Mg 32 K 518 P 93 Na 3 Zn 0,52	246	8,1	45,5 0,0	3,5	b.d.

*n – nasycone kwasy tłuszczowe, *j – jednonienasycone kwasy tłuszczowe, *w- wielonienasycone kwasy tłuszczowe, b.d. – brak danych

eprasa.pl 0a57fb5a99

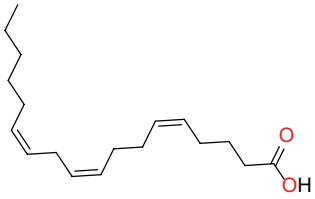
Przegląd orzechów

Orzechy laskowe są owocami występującej w Polsce leszczyny. Zawierają duże ilości aminokwasu homocysteiny, która jest pomocna w schorzeniach serca oraz w chorobie Parkinsona. Ponadto zawierają duże ilości folianów, które wpływają na utrzymanie homocysteiny na optymalnym poziomie.

Orzechy makadamia rosną na wiecznie zielonych drzewach, które mogą osiągać wysokość nawet 5 m, występujących w Afryce południowej, na Hawajach oraz w Australii. Ciekawym składnikiem tłuszczowym występującym w orzechach makadamia jest jednonienasycony wyższy kwas tłuszczowy – kwas palmitooleinowy, który w cząsteczce ma wiązanie podwójne w pozycji Ω-7, $CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_7COOH$. Ciekawostką jest to, że z nieznanych dotąd jeszcze powodów orzechy te są trujące dla psów, co objawia się u nich wymiotami, osłabieniem, drgawkami, mogącymi wystąpić i trwać do 12 godzin, gdy ważący np. 10 kg pies spożyje 12-14 takich orzechów, po czym w ciągu 48 godzin objawy ustępują.

Orzechy włoskie są owocami drzewa orzecha włoskiego (*Juglans regia* L.), który jest gatunkiem szeroko rozpowszechnionym, rosnącym w Polsce, a także na Bałkanach, w południowo-wschodniej Europie oraz Azji. Podczas 241. Zjazdu Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego okrzyknięto orzechy włoskie najzdrowszymi wśród orzechów, ze względu na dwukrotnie większą zawartość przeciwutleniaczy, co czyni je przydatnymi w profilaktyce przeciwnowotworowej.

Orzechy ziemne, pochodzące z Ameryki Południowej, a obecnie szeroko rozpowszechnione w uprawie w krajach tropikalnych i subtropikalnych, są owocami rośliny orzacha podziemna. Odmiennie do wcześniej wymienionych roślin, ta nie jest drzewem i jest jednoroczna. W orzeszkach ziemnych znajduje się wszystkie 20 aminokwasów, co nie dziwi, gdyż pod względem botanicznym należą one do rodziny roślin strączkowych oraz związki takie jak: resweratrol, rutyna czy kwercetyna.



Rysunek 2. Wzór strukturalny kwasu pinolenowego.

Natomiast **orzechy laskowe** są polecane przez współczesną fitoterapię na kaszel. Rozdrobnione orzechy wystarczy dodać do mleka/wody z miodem i tak przygotowaną mieszankę wypić. Ponadto, według medycyny ludowej, odwar z liści i kory leszczyny jest uznawany za lekarstwo na żylaki.

Orzechy włoskie, ich łupiny oraz liście i kora drzew są znanym surowcem lekarskim, wykazującym działanie przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwbiegunkowe i przeciwkrwotoczne. Zawierają także dużo garbników. Odwary stosowane są w stanach zapalnych gardła i jamy ustnej. Zielone orzechy włoskie niszczą pasożyty układu pokarmowego. Dieta bogata w orzechy włoskie może również zmniejszyć ryzyko zachorowania na raka piersi. Odwar z liści orzecha włoskiego zmniejsza potliwość rąk i nóg, a sok z liści i zielonych owoców barwi włosy na kasztanowo.

Zmielone **kasztany jadalne** mogą z powodzeniem zastąpić zwykłą mąkę i stosowane w tej formie do wypieków pieczywa bezglutenowego.

Należy zwrócić uwagę, że wszelkie procesy obróbki termicznej, jakim są poddawane orzechy, np. prażenie, obniżają ich właściwości prozdrowotne i odżywcze.

Negatywne skutki nadmiernego spożycia orzechów

Pomimo tego, że orzechy zawierają cenne białka, witaminy, makroelementy i mikroelementy oraz niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, to na osoby lubiące je podjadać w większych ilościach czekają długoterminowe skutki takich działań. Orzechy niestety są bardzo kaloryczne i o ile zjadane w małych ilościach mogą wywołać uczucie sytości i zapobiegać otyłości, to objadanie się nimi w bardzo krótkim czasie spowoduje nadwagę. Nadmierne spożycie może wywoływać wzdęcia, gazy, a nawet biegunki, a przyczyną tych objawów są związki zawarte w orzechach, takie jak **fityny** i wspomniane wyżej garbniki.

Orzechami, których spożycie należy skrupulatnie dozować są orzechy brazylijskie ze względu na wysokie dawki **selenu**. Zalecana dzienna dawka tego pierwiastka w produktach żywnościowych nie powinna przekraczać 5,5 mikrogramów. Tak więc regularne nadmierne spożycie właśnie tych orzechów, poza skutkami ubocznymi opisanymi powyżej, może też prowadzić do zatrucia selenem. 6-8 orzechów zawiera dziesięciokrotność dziennej zalecanej dawki tego pierwiastka, czyli około 55 mikrogramów Se. Objawami zatrucia selenem jest łamliwość paznokci, nieświeży oddech, ponadto bóle mięśni i stawów. Orzeszki arachidowe, czyli popularne fistaszki, mogą u niektórych osób wywołać poważne reakcje alergiczne z wstrząsem anafilaktycznym włącznie, za co odpowiadają zawarte w nich białka.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Oleje orzechowe

Do istotnych przetworów otrzymywanych z różnych rodzajów orzechów zaliczyć należy oleje, które mają zastosowanie spożywcze do przygotowywania różnorodnych dań. Oleje te są ciekawym rozwiązaniem, mogą bowiem zastąpić oleje tradycyjnie stosowane, ale należy bardzo uważać, gdy dodaje się je do pieczenia czy smażenia, ponieważ przy przegrzaniu uzyskują gorzki smak. Najbezpieczniej dodawać je do wszelkiego rodzaju sałatek czy dań nie wymagających obróbki termicznej. W Tabeli 2 zestawiono oleje oraz zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych Ω-3 i Ω-6 w nich zawartych.

Praktyczne zastosowanie olejów orzechowych nie jest ograniczone tylko do zastosowań kulinarnych, są one bowiem użyteczne także w kosmetyce, czego przykładem jest olej z **orzechów makadamia**, wykazujący doskonałe działanie na skórę i włosy.

Ciekawymi przetworem z orzechów jest **mleczko orzechowe** (np. migdałowe, kokosowe, z orzechów laskowych czy orzechów włoskich) stosowane między innymi w kuchni wegańskiej, które można zakupić bądź samodzielnie otrzymać, a także **masła orzechowe** np. z orzechów ziemnych.

Orzechy piorące

Ciekawym zastosowaniem jest użycie orzechów jako środka piorącego. Właściwości piorące wykazują orzechy drzew *Sapindus mukorossi* występujących w Indiach. Owoce tego drzewa po zebraniu pozbawiane są środków, natomiast same łupiny są suszone do osiągnięcia ciemnego koloru. Właśnie ta łupina jest środkiem piorącym i czyszczącym, gdyż posiada w swoim składzie *saponinę* – związek chemiczny w kontakcie z wodą wywołujący powstanie piany, co ułatwia umycie naczyń czy też wypranie ubrań. Orzechy te mogą być też zastosowane jako 'płyn do kąpieli', czy też 'szampon do włosów'.

Przechowywanie orzechów i toksyny

Orzechy ze względu na zawartość dużych ilości wyższych kwasów tłuszczowych są podatne na jełczenie, np. orzeszki pinii warto przechowywać w lodówce.

Kolejnym problemem związanym z przechowywaniem orzechów jest ich podatność na pleśnie. Dotyczy to szczególnie orzeszków ziemnych i migdałów. Głównym gatunkiem grzybów pleśniowych występujących na

Tabela 2. Zawartość kwasów tłuszczowych w olejach w orzechów

Rodzaj oleju	Wartość energetyczna	Ω-3	Ω-6	Proporcja Ω-3/ Ω-6
arachidowy	119	0	4320	0,00
z orzechów włoskich	120	1414	7194	0,2
kokosowy	117	0	245	0,00

Pistacje, choć są one charakterystyczne dla kuchni Bliskiego Wschodu i Azji, to drzewa, których są owocami, rosną na greckiej wyspie Egina. Orzechy te często nazywane są zielonymi migdałami. Charakterystyczne zielone zabarwienie pistacji związane jest z dużą zawartością w nich chlorofilu oraz karotenoidów: luteiny i zeaksantyny, dwóch bardzo istotnych antyoksydantów wspomagających proces widzenia, a niekiedy fioletowawa barwa spowodowana jest obecnością innych przeciwutleniaczy: resweratrolu i antocyjanów. Pistacje są dość bezpieczną przekąską, gdyż zawierają znacznie mniej tłuszczów w porównaniu z innymi orzechami.

Orzechy pekan są owocami drzew występującymi w Ameryce Północnej i Meksyku, i z wyglądu nieco przypominają orzechy włoskie.

Migdały, będące owocami migdałowców, pochodzą z rejonów Bliskiego Wschodu, skąd następnie zostały przeniesione do innych regionów świata. Obecnie wiodącym regionem ich uprawy jest Kalifornia. Migdały są orzechami odznaczającymi sie wysoką zawartością wapnia, pokrywająca je skórka jest natomiast bogata we flawonoidy.

Orzeszki pinii to nasiona sosny pinii pochodzącej z krajów śródziemnomorskich oraz znad Morza Czarnego, przy czym dostępne w sprzedaży w Polsce są pochodzenia włoskiego i koreańskiego. Mają charakterystyczny smak, dzięki czemu wykorzystywane są w wielu kuchniach świata, zarówno do ciast i deserów, jak też do dań słono-pikantnych – choćby jako dobrze znany składnik włoskiego sosu pesto stosowanego do makaronów. Popularne są też orzeszki pinii podawane jako prażona przekąska.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Kasztany jadalne *Castanea sativa* są zupełnie inną rośliną niż popularny na terenie Polski kasztanowiec zwyczajny *Aesculus hippocastanum*. Pochodzą z terenów śródziemnomorskich. Kasztany jadalne odznaczają się bardzo niskim poziomem tłuszczów, czyli są niskokaloryczne. Należy zaznaczyć, że kasztany jadalne mogą być spożywane na surowo, po upieczeniu, jak i po ugotowaniu. Są jedną z cech charakterystycznych kuchni francuskiej. Polskie 'kasztany" są natomiast gorzkie i jadalne tylko dla zwierząt, np. dzików.

Nerkowce są owocami drzewa nerkowca zachodniego zwanego też nanerczem zachodnim (*Anacardium occidentale L.*) pochodzącego z tropikalnych obszarów Ameryki Południowej, a w szczególności z Brazylii. Uprawiane są także w Indiach, Wietnamie oraz Afryce Środkowej.

Orzechy kokosowe w swoim składzie zawierają związki fenolowe o właściwościach antyutleniających, takie jak: kwas galusowy, kwas kawowy, kwas salicylowy i kwas p-kumarowy, Orzechy kokosowe zawierają głównie nasycone kwasy tłuszczowe, a ich głównym składnikiem jest kwas laurynowy $C_{11}H_{23}COOH$.

Orzechy brazylijskie wywodzą się z Brazylii z regionu Para. W znacznej części pozyskiwane są z obszarów dzikorosnących lasów tropikalnych i jako jedyne wśród orzechów są naturalnie bogate w selen.

tych produktach spożywczych są te z gatunku *Aspergillus* – agresywny i ekspansywny mikrogrzyb wytwarzający szkodliwe dla zdrowia mikotoksyny i aflatoksyny. Dlatego bardzo ważne jest sprawdzanie terminów ważności na etykietach i kondycji produktu przed zakupem.

Podsumowanie

Orzechy bezsprzecznie są znakomitą zdrową przekąską, a odpowiednio dobrane mogą też dostarczać organizmowi człowieka potrzebne składniki mineralne, witaminy czy niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe.

Zadania

Zadanie 1.
Mając do dyspozycji zestawienie (Tabela 1) dotyczące zawartości poszczególnych rodzajów kwasów tłuszczowych w orzechach: laskowych, włoskich i ziemnych, oblicz ich zawartość procentową (w % mas.) i następnie podaj, którego z kwasów tłuszczowych jest najmniej/najwięcej w każdym gatunku orzechów.

Zadanie 2.
Jednym z cennych składników orzeszków pinii jest kwas linolenowy. Znając jego wzór oblicz zawartość (w % mas.) poszczególnych pierwiastków (M = 278,4 g/mol)
Odpowiedź: %C = 77,6, %H = 10,9 %O = 11,5.

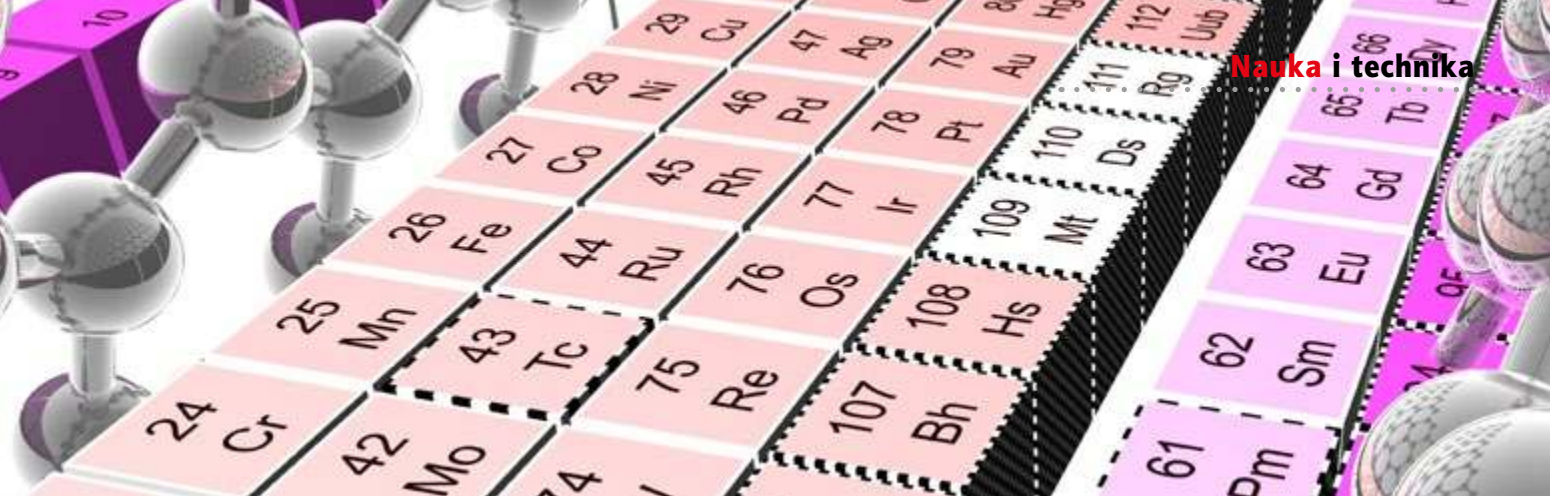
Zadanie 3.
W oleju z orzechów makadamia występuje kwas palmitooleinowy $C_{16}H_{30}O_2$. Zapisz reakcje tego kwasu z: a) wodą bromową oraz b) uwodornienia. Podaj nazwy otrzymanych produktów.
Odpowiedź:
a) kwas 9,10-dibromopalmitynowy $C_{16}H_{30}Br_2O_2$.
b) kwas palmitynowy $C_{16}H_{32}O_2$.

Dr Joanna Kurek
Wydział Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza

Literatura:

[1] Merck Veterinary Manual – Macadamia nuts
[2] H. Kunachowicz, B. Przygoda, I. Nadolna, K. Iwanow: *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Wyd. II zmienione. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2017, s. 671.
[3] H. Zdyb, *Orzech włoski*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 2009, s. 182.
[4] J.A. Pereira, I. Oliveira, A. Sousa, P. Valentão, P.B. Andrade, I.C.F.R. Ferreira, F. Ferreres, A. Bento, R. Seabra, L. Estevinho. Walnut (*Juglans regia L.*) leaves: Phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. Food and Chemical Toxicology. 2007, 45, 11, s. 2287-2295.
[5] https://zywienie.abczdrowie.pl
[6] Źródło danych: USDA National Nutrient Database
[7] www.bbcgoodfood.com/howto/guide/health-benefits-nuts
[8] www.mayoclinic.org/diseases-conditions/heart-disease/in-depth/nuts/art-20046635
[9] M. E. Rusu, A. Mocan, I.C F R Ferreira, D.-S. Popa, Health Benefits of Nut Consumption in Middle-Aged and Elderly Population, Antioxidants (Basel) 2019, 12 8, 8, 302.
[10] N. Becerra-Tomás, I. Paz-Graniel, C. W. C. Kendall, H. Kahleova, D. Rahelić, J.L Sievenpiper, J. Salas-Salvadó, Nut consumption and incidence of cardiovascular diseases and cardiovascular disease mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. Nutr Rev., 2019, 1, 77, 10, 691-709.
[11] A. Afshin, R. Micha, S. Khatibzadeh, D. Mozaffarian, Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. Am J Clin Nutr 2014, 100, 1, 278-88.
[12] E. Ros, Health Benefits of Nut Consumption. Nutrients. 2010, 2(7): 652–682.
[13] M.L. Dreher, Pistachio nuts: composition and potential health benefits. Nutrition Reviews. 2012, 70, 4, 234–40.
[14] L. Eyres, M. F. Eyres, A. Chisholm, R.C. Brown Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. Nutr Rev. 2016, **74,** 4, 267–80.

eprasa.pl 0a57fb5a99



Układ okresowy pierwiastków
w rozważaniach filozofów chemii

Układ okresowy jest niesamowicie piękny.
Jest najpiękniejszą rzeczą, jaką widziałem.
Oliver Sachs (1933-2015)

Według definicji zawartej w encyklopedii stanfordzkiej, chemia jest nauką o strukturze i transformacji materii [1]. Biorąc za podstawę liczbę publikacji ukazujących się co roku (około 500 tys.), w XXI wieku stała się największą dyscypliną naukową.

Maria Cieślak-Golonka

Zanim zajmiemy się filozofią chemii, należałoby poświęcić kilka zdań filozofii nauki, do której należy. Filozofia nauki to jeden z kierunków filozoficznych charakteryzujący się refleksją nad nauką z jej indywidualnym językiem i charakterystyczną metodą jako podstawowymi kryteriami [2]. Czasem filozofię nauki utożsamia się z filozofią przyrodoznawstwa (ang. *science*) chociaż wśród dyscyplin naukowych zaliczanych do filozofii nauki istnieją również m.in. filozofia ekonomii czy nauk społecznych [3].

Nauki szczegółowe zaczęły wyodrębniać się z filozofii na początku czasów nowożytnych, ale niektóre dziedziny, jak na przykład matematyka (Pitagoras) czy astronomia (Tales z Miletu) istniały już w starożytności. Chociaż przez długi okres w filozofii przyrodoznawstwa dominowała fizyka jako nauka najbardziej fundamentalna, obecnie w naukach przyrodniczych rozważane są zagadnienia filozoficzne bez wyraźnej dominacji któregoś z nich [4].

Oto niektóre problemy, które są przedmiotem rozważań filozofów przyrody [2]:

- czynniki decydujące o statusie danej nauki i wpływające na jej rozwój,
- prawa przyrody a teorie naukowe,
- granice nauk empirycznych,
- sposoby przenikania teorii i doświadczenia jako cecha poznania świata.

Należałoby w tym miejscu nadmienić, że niektórzy wielcy uczeni, na przykład S. Hawking czy S. Weinberg nie uznawali filozofii przyrodoznawstwa [5].

Filozofia chemii

Chociaż Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling był jednym z pierwszych badaczy, który użył terminu „filozofia chemii" (1797 rok) [3], to związana jest ona przede wszystkim z takimi nazwiskami jak R. Boyle, J. Dalton, A. Lavoisier czy D.I. Mendelejew. Jednak w kontraście do burzliwego rozwoju chemii w wiekach XVIII i XIX, znaczący rozwój filozofii chemii przypadł dopiero na drugą połowę wieku XX. Jest ona młodszą siostrą filozofii fizyki i biologii. Ten późny rozkwit filozofii chemii wynikał z tego, że nie uwzględniano autonomii tej nauki przypadającej na erę przedkwantową. Według van Brakela, w pierwszej połowie XX wieku filozofia chemii była częścią filozofii fizyki [4].

Aktualny wzrost zainteresowania filozofią chemii jest widoczny poprzez m.in. wprowadzenie eksperymentu jako nowego przedmiotu analiz filozoficznych [6] a także poprzez rosnącą liczbę konferencji naukowych i dzięki dwóm anglojęzycznym czasopismom *Hyle* i *Foundation of Chemistry*. poświęconym jej problemom.

Filozofia chemii bada konceptualne problemy tej nauki, które można podzielić na dwie grupy [1]:

1. Problemy ogólnofilozoficzne rozważane w aspekcie chemicznym. Na przykład: realizm, redukcja, wyjaśnienie, modelowanie.
2. Tematy ściśle związane z chemią. Są to m.in. natura substancji i ich transformacje, atomizm, pierwiastek, wiązanie chemiczne, synteza, prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków, relacje chemii do fizyki i biologii.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Wyróżniającą cechą filozofii chemii jest ilość i różnorodność „materiału", którym się zajmuje (175 mln związków! [7]) oraz ich przemianami poprzez reakcje chemiczne i przejścia fazowe. Niewątpliwie najbardziej oryginalnym wkładem filozofii chemii do filozofii nauki są rozważania nad syntezą nowych połączeń [4,6]. Filozofowie chemii postrzegają świat materialny, który pod wpływem różnorodnych oddziaływań ulega ciągłym przekształceniom. To powoduje, że wiedza chemiczna praktycznie nie ma kresu. Najważniejszym atrybutem filozofii chemii jest ZMIANA. Proponowana jest nawet zamiana jej nazwy na FILOZOFIĘ PROCESU jako bardziej adekwatną dla rozumienia świata w jego przemianach [4]. Ponadto, argumenty scjentometryczne zdecydowały za określeniem chemii w XXI wieku jako nauki centralnej [8].

Pierwiastek chemiczny

Jednym z tematów rozważań filozofów chemii jest układ okresowy pierwiastków. Analizując go w ujęciu filozoficznym należy szczegółowo określić pojęcie pierwiastka chemicznego, części składowej (budulca) układu okresowego. Jak zobaczymy, filozoficzne rozumienie tego pojęcia odegrało kluczową rolę w odkryciu układu okresowego i prawa okresowości.

W ujęciu filozoficznym pochodzącym od starożytnych Greków, pierwiastek chemiczny był abstrakcją. Cztery pierwiastki, tzn. ogień, woda, ziemia i powietrze, będąc niewidzialnymi, połączone w odpowiednich proporcjach określały cechy danej substancji materialnej.

Według Mendelejewa, który przyjął koncepcję Greków, pierwiastek to byt abstrakcyjny, nieobserwowalny – *substancja podstawowa*. Na przykład, abstrakcyjnemu pierwiastkowi o nazwie węgiel odpowiada jego postać materialna istniejąca w różnych formach: węgla drzewnego, diamentu i innych. Te formy materialne pierwiastka noszą nazwę *substancji prostych*.

Co więcej, według Mendelejewa, abstrakcyjnej *substancji podstawowej* odpowiada w świecie materialnym jej masa atomowa jako jedyna właściwość niezmieniająca się podczas przemian chemicznych, czyli „odcisk" świata metafizycznego. Natomiast pierwiastek jako *substancja prosta* posiada wszystkie cechy materialne, na przykład – mierzalną gęstość, przewodnictwo elektryczne, barwę itp. Według uczonego, pierwiastki – substancje proste nie trwają w związkach, gdyż w związkach trwają pierwiastki abstrakcyjne. Tak więc pierwiastek chemiczny ma dwa oblicza: abstrakcyjne (substancja podstawowa) i materialne (substancja prosta).

Metafizyczny układ okresowy złożony z pierwiastków– *substancji podstawowych* przedstawia rysunek 1.

Inną, równoważną wersję tego układu osiąga się przy zamianie symboli pierwiastków na odpowiadające im liczby porządkowe Z.

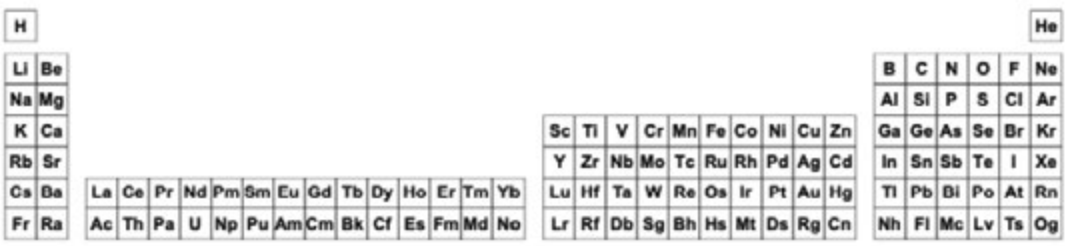
Jednym ze stanów materii złożonej z substancji prostych jest stan gazowy. Charakteryzuje się on brakiem oddziaływań pomiędzy atomami. Gdy pytamy o promień atomu danego pierwiastka lub inne jego właściwości, najczęściej odpowiedzi dotyczą fazy gazowej. Faza gazowa to pierwsza z form substancji prostych. Mark Leach, autor *Chemogenesis Web Book* [9] proponuje następujący ciąg układów okresowych: substancje podstawowe → substancje proste (faza gazowa) → substancje proste (faza pierwiastków w stanie standardowym) → substancje proste (pierwiastki w stanie niestandardowym). Jak widać, substancje podstawowe (abstrakcje) i substancje proste w fazie gazowej mają identyczny schemat układu okresowego (rys. 1). Pamiętajmy jednak, że układ w fazie gazowej w przeciwieństwie do układu abstrakcyjnego (metafizycznego) reprezentuje rzeczywiste formy chemiczne.

Narodziny układu okresowego. Dymitr Mendelejew

Jak sądzą niektórzy badacze, odkrycie układu okresowego w 1869 roku było efektem „iluminacji" Uczonego. Jeśli tak rzeczywiście było, prowadziły do niego wieloletnie, żmudne badania zarówno Mendelejewa, jak i innych badaczy uważanych dzisiaj za pionierów tablicy. Byli to: Francuz Alexandre Emile Beguyer de Chancourtois, Anglicy John Newlands i Wiliam Odling, Duńczyk pracujący w Stanach Zjednoczonych Gustavus Hinrichs i Niemiec Julius Lothar Meyer [10]. Brak jest informacji, że kontaktowali się ze sobą.

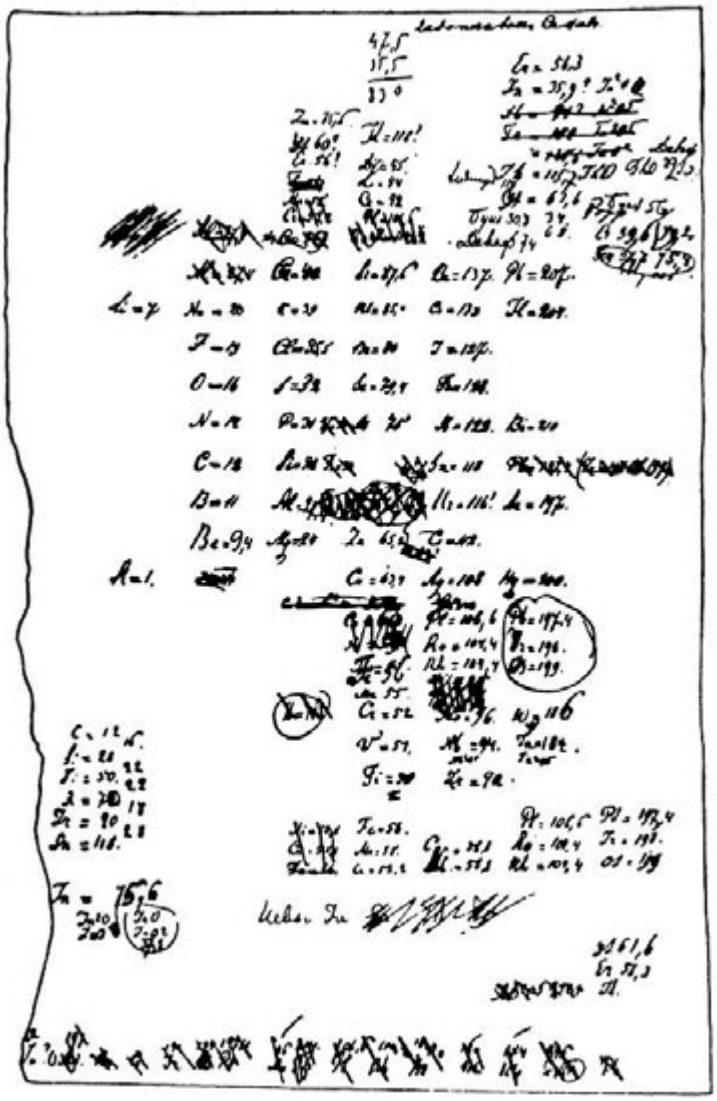
Nie można także pominąć znaczenia w tym odkryciu obecności Dymitra Mendelejewa, Williama Odlinga i Lothara Meyera na 1-szym Międzynarodowym Kongresie Chemików w Karlsruhe w roku 1860. Uczestnicy konferencji otrzymali na niej kopię publikacji włoskiego chemika Stanislao Cannizarro na temat nowej, ujednoliconej metody wyznaczania mas atomowych [12]. Jak wiemy, masy atomowe były najważniejszym parametrem w uszeregowaniu pierwiastków w tabelę.

W latach 1859-1961 Mendelejew przebywał w kilku ośrodkach naukowych Europy Zachodniej. Po powrocie do Rosji objął stanowisko profesora chemii ogólnej Uni-



Rys. 1. Układ okresowy (forma długa) pierwiastków abstrakcyjnych [9]

eprasa.pl 0a57fb5a99



Rys. 2. Szkic układu okresowego Dymitra I. Mendelejewa (1869 rok) [11].

wersytetu w Petersburgu i w 1868 roku rozpoczął pisanie „Podstaw chemii", pierwszego w Rosji podręcznika do nauki chemii ukończonego w 1871 roku. Jak zauważył wybitny fizykochemik angielski Peter Atkins, układ okresowy narodził się z potrzeby edukacji chemicznej, a dokładniej– z planu organizacji materiału przy pisaniu książki do nauki tego przedmiotu [13]. Przyjmując początkowo wartościowość pierwiastka jako podstawę porządkowania danych, pracę nad systematyką 63 znanych w tamtym czasie pierwiastków Mendelejew rozpoczął od halogenów. Następnie przystąpił do opisu pierwiastków jednowartościowych (alkalicznych). Miał jednak problemy z miedzią, dla której znano dwie wartościowości. To spowodowało, że w trakcie przejścia od metali alkalicznych do ziem alkalicznych odrzucił kryterium wartościowości na rzecz masy atomowej jako podstawy systematyki.

Była to najważniejsza decyzja z punku widzenia historii odkrycia prawa okresowości. Jak wspomniano, wynikało to z przyjęcia przez Mendelejewa arystotelesowskiej wizji pierwiastka jako bytu abstrakcyjnego, metafizycznego. Jak wspomniano, dla Mendelejewa jedynym niezniszczalnym atrybutem pierwiastka była jego masa atomowa, która pozostaje niezmienna w reakcjach chemicznych. Zauważył on, że w związku chemicznym, na przykład tlenku rtęci, masa atomowa pierwiastków tlenu i rtęci jest jedyną ich właściwością „nietkniętą" [10].

Używając kart ze szczegółową charakterystyką każdego pierwiastka przystąpił do ich układania i w połowie lutego 1869 roku otrzymał pierwszy szkic układu okresowego (rys. 2). Wybór pierwiastka abstrakcyjnego jako kryterium systematyki pozwolił uczonemu przewidywać właściwości pierwiastków jeszcze nieznanych, które następnie przez ich odkrywców zostały nazwane germanem, skandem, galem i technetem. Zostawiał puste miejsce tam, gdzie powinien znajdować się brakujący, nieodkryty jeszcze pierwiastek, dla którego przewidział właściwości, w tym masę atomową. Dokonywał tego analizując masy atomowe czterech sąsiadów otaczających w tabeli miejsce nieznanego pierwiastka. Było to niejako rozwiązywanie krzyżówki [2].

Jak się okazało w przypadku galu, Paul Emile Lecoq de Boisbaudran, który po 6 latach od powstania układu jako pierwszy odkrył i wyizolował gal, musiał zmienić jego masę atomową na rzecz poprawnej, przewidzianej przez Mendelejewa. Nie podważyło tego odkrycia dziewięć błędnych przewidywań (m.in. eter, pierwiastek lżejszy od wodoru) z osiemnastu, których dokonał. Trafne przewidywania były mocnym argumentem za prawdziwością tablicy. Jednak w niektórych przypadkach (tellur vs jod) musiał odejść od podstawowego parametru, jakim była masa atomowa, na rzecz właściwości pierwiastków. Inna sprawa, że przez wiele lat sprawdzał masy atomowe telluru i jodu sądząc, że większa masa tego pierwszego to efekt omyłki. Dziś wiemy, że liczba atomowa telluru jest o jednostkę mniejsza od liczby atomowej jodu, gdyż masa atomowa jest zależna od składu procentowego poszczególnych jego izotopów.

Reasumując, Mendelejew był zarówno filozofem zgłębiającym tajemnice świata chemii (ale również matematyki, fizyki, metrologii, balistyki i in. [16]), jak i rutynowym chemikiem i te cechy przyczyniły się do odkrycia prawa okresowości.

W tym miejscu należałoby zadać sobie pytanie filozoficzne, czy teorie naukowe są akceptowane głównie z powodu właściwych przewidywań, czy też raczej z tego powodu, że wyjaśniają wcześniej znane fakty. Wśród filozofów chemii zdania są podzielone. Wydaje się, że w przypadku układu okresowego zarówno przewidywania „brakujących", jak i akomodacje znanych już pierwiastków były jednakowo ważne.

Odkrycie prawa okresowości jest przykładem bardzo pouczającym również z punktu widzenia metodologii nauk. Jak wiadomo, od zarania nauk nowożytnych (F. Bacon), to indukcję, czyli metodę, która prowadzi od „szczegółu do ogółu" uważano za podstawowe narzędzie w naukach empirycznych, w przeciwieństwie do matematyki czy logiki, opierających się na metodzie dedukcyjnej, czyli „od ogółu do szczegółu" [2].

eprasa.pl 0a57fb5a99

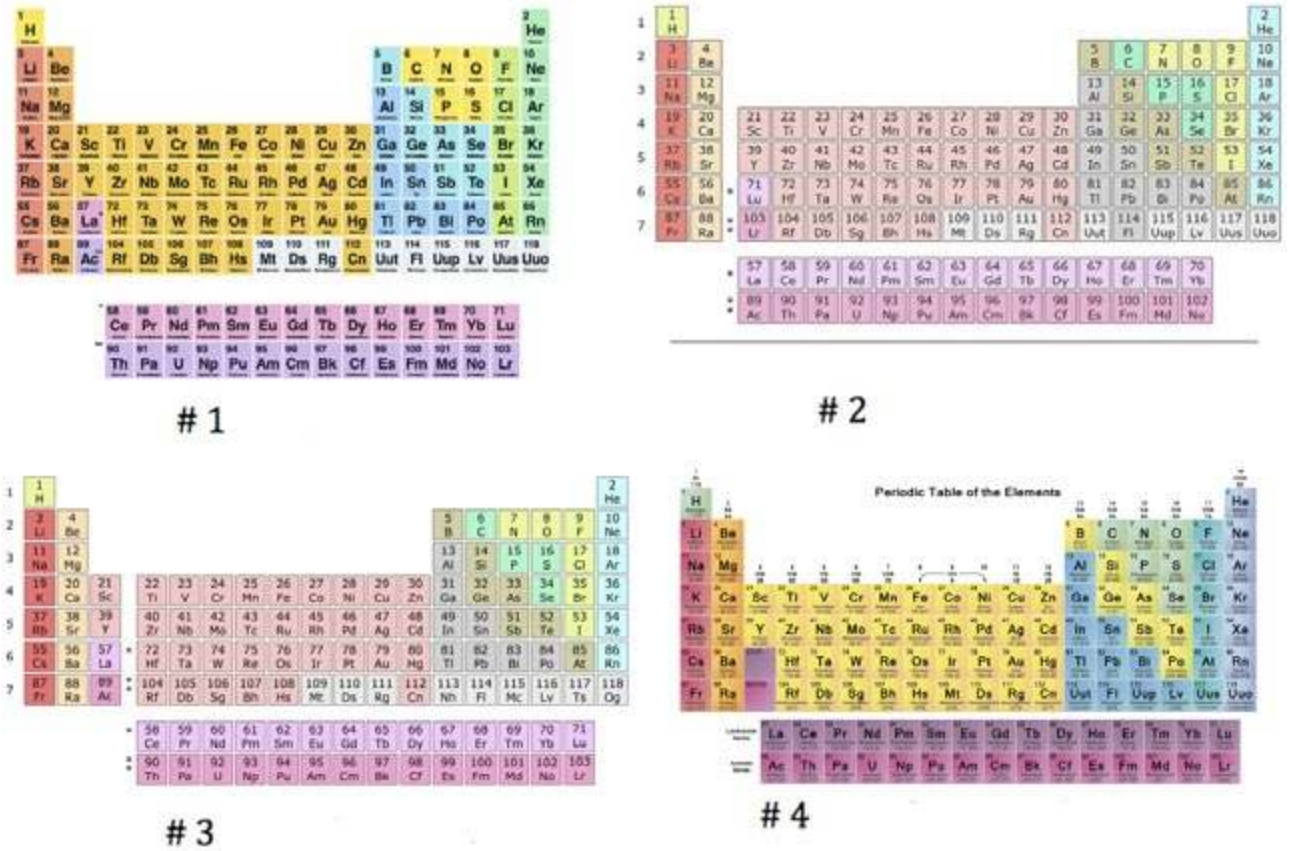
Mendelejew w trakcie konstrukcji tablicy, stosując metodę indukcyjną zauważył okresową zmianę właściwości pierwiastków. Jednakże przy układaniu pierwiastków według wzrastającej masy atomowej zaobserwował w kilku miejscach naruszenie regularności, więc– jak wspomniano wcześniej – dla zachowania idei podobieństwa pierwiastków leżących w kolumnach, pozostawił lukę w tablicy. Było to miejsce dla brakującego pierwiastka, którego właściwości przewidział. Ta indukcyjno-dedukcyjna metoda, którą zastosował, a którą znaleźć można również w innych naukach empirycznych, potwierdza ich zróżnicowany charakter metodologiczny.

Tablica pierwiastków

Układ okresowy powstawał ewolucyjnie, a jego odkrywcy nie kontaktowali się ze sobą [10]. Ważna była też wspomniana konferencja w Karlsruhe, gdzie zaakceptowano jednoznaczny sposób ustalenia masy atomowej pierwiastka. Mendelejew uważany jest za głównego odkrywcę, gdyż znaczenie odkrycia rozumiał głębiej niż inni przyjmując, że prawo okresowości dotyczy pierwiastków abstrakcyjnych. To pozwoliło Mu przy szeregowaniu pierwiastków nie zwracać uwagi na mało istotne różnice we właściwościach pierwiastków tworzących daną grupę. Nie tylko przewidział położenie, masy atomowe i właściwości nowych pierwiastków, ale poprawił masy znanych: Ti, Be, U, Te, I [10].

Dzięki odkryciu prawa okresowości edukacja chemiczna została oparta na racjonalnej analizie właściwości materii, jej różnorodności i zmianie. Jak wiemy, układ okresowy pozostał niepokonany przez wielkie odkrycia fizyki, na przykład: promienie Roentgena, radioaktywność, złożoność atomu i teorię kwantową. Co więcej, rozwiązywanie problemów dotyczących układu przyczyniło się także do rozwoju mechaniki kwantowej. Nie można też nie dostrzec wpływu nie tylko fizyków (m.in. Bohra, Heisenberga, Pauliego), ale i chemików tamtego okresu, na przykład: Lewisa, Langmuira, Bury'ego, na rozwój koncepcji elektronowej struktury pierwiastków chemicznych [10].

Tak więc filozoficzny podział na dualistyczną naturę pierwiastka stał się kluczowym czynnikiem w odkryciu prawa okresowości i w analizie historycznej tego odkrycia. Układ okresowy to odzwierciedlenie odwiecznego i uniwersalnego prawa przyrody. Różnych form układu jest ponad 1000. Filozoficzne pytanie o to, czy istnieje optymalny układ okresowy implikuje kolejne: w jakim sensie optymalny? Czy poprzez użyteczność, czy poprzez wartości estetyczne? Wobec tego czy nie powinniśmy w nauczaniu chemii obok podstaw fizycznych podkreślać wyraźniej obecne w nim cechy chemiczne? Na przykład, rozważając konfigurację helu ($1s^2$), która sytuuje ten pierwiastek w grupie berylowców, należy podkreślać fakt, że cechy chemiczne wskazują na jego miejsce wśród gazów szlachetnych.



Rys. 3. Najbardziej popularne wersje średniodługiej tablicy układu okresowego [15].

eprasa.pl 0a57fb5a99

Rys. 3 przedstawia cztery najbardziej znane obecnie sposoby ekspozycji średniodługiej wersji tablicy Mendelejewa [15]. Tablica #1 przedstawia skład grupy 3-ciej jako Sc, Y, La i Ac. Zauważmy jednak, że od 6-go okresu wejście lantanowców powoduje rozbicie bloku grupy pierwiastków d-elektronowych. W tablicy #2, skład grupy 3-ciej to Sc, Y, Lu, Lr, gdyż zarówno lutet (Lu [Xe]$4f^{14}5d^{1}6s^{2}$ jak i lorens Lr [Rn]$5f^{14}6d^{1}7s^{2}$ mając zapełnioną podpowłokę f, a na podpowłoce d jeden elektron, mogą być położone w grupie 3. W tej wersji nie ma rozbitego bloku pierwiastków d-elektronowych. W wersji #3 istnieje rozbicie bloku d, gdyż pomiędzy skandowcami a tytanowcami znajduje się grupa lantanowców. Natomiast w tablicy #4 (oficjalna wersja Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej, ang. skrót IUPAC) grupa lantanowców składa się z 15 pierwiastków!

Według najnowszych informacji [20] obecnie IUPAC oficjalnie nie udziela swojego poparcia żadnej z form układu okresowego.

Od 2015 roku pod egidą IUPAC pracuje specjalna Komisja ds. Grupy 3-ciej Układu Okresowego Pierwiastków, ale jak dotąd, problem nie został rozwiązany.

Prawo okresowości

Jak wspomniano, Dymitr Mendelejew jako jedyny spośród sześciu badaczy nie miał wątpliwości, że odkrył prawo przyrody. Być może trochę dziwne jest to, że ten najważniejszy odkrywca nie wspomina dokonań innych uczonych, a szczególnie Lothara Meyera, z którym w 1882 roku otrzymał medal Davy'ego nadany przez Londyńskie Towarzystwo Królewskie za opracowanie „ogólnego systemu klasyfikacji pierwiastków" [10]. Nie ma jednak wątpliwości, że to Mendelejew przez podejście filozoficzne dostrzegł głębię zawartych prawidłowości w tablicy.

Dziś, po 150 latach, za sprawą dokonań chemii i fizyki można prawo okresowości podać w następujący sposób: *„Chemiczne i fizyczne właściwości pierwiastków zmieniają się w systematyczny i przewidywalny sposób, gdy są ułożone według wzrastającej liczby atomowej"*. To znaczy, że w pewnych regularnych okresach pierwiastki chemiczne wykazują *w przybliżeniu* powtarzające się właściwości. Układ okresowy pokazuje, że pierwiastki chemiczne nie są samotnymi wyspami na bezkresnym oceanie, ale są połączone ze sobą tworząc prawo przyrody.

Zauważmy jednak, że to prawo przyrody ma inny charakter aniżeli prawa fizyki, gdyż na przykład, nie można go opisać językiem matematyki. Brak ścisłego opisu może być również przyczyną trudności w nauczaniu chemii, a w szczególności chemii nieorganicznej. Tablica pierwiastków pokazuje nie tylko zależność między pierwiastkami w danej grupie, ale też subtelne różnice w ich, jak to ujął Peter Atkins, „osobowościach". Wymaga to od nauczycieli chemii, 'plastyczności umysłu' w procesie nauczania tego przedmiotu [13]. Jednak wiemy również, że nauczanie chemii, szczególnie nieorganicznej, byłoby znacznie trudniejsze bez znajomości tego prawa.

Sposób rozważania danej nauki oparty jest na charakterystycznym dla niej zakresie wielkości badanych form. Fizyka atomowa ma swój poziom, biologia swój, a chemia ma swój. Wydaje się również, że dyskutowana na ogół krytycznie przez filozofów chemii redukcja chemii do fizyki (*vide infra*) traci poniekąd sens, gdyż każdy poziom dyskursu danej nauki wprowadza charakterystyczne dla siebie nowe parametry, które „działają" na tym poziomie i są wrażliwe na zmiany wielkości obiektów (na przykład nanomateria) [16].

Niemniej, od wielu lat toczy się debata na temat redukcji chemii do fizyki, w tym do mechaniki kwantowej. Nie wiemy, jak w przyszłości rozwinie się ta dziedzina fizyki. Obecnie wyjaśnia ona długość okresów, ale porządek zapełniania powłok poprzez regułę Madelunga już tylko do pierwiastka skandu. Nie można jednak zapomnieć, że konfiguracja elektronowa pierwiastków została określona przez mechanikę kwantową.

Chemia fizyczna poprzez kwantową analizę struktury elektronowej przynosi racjonalizację położenia pierwiastków w tablicy. Jednakże, jak pisze Peter Atkins, dokładne obliczenia jedynie dla pierwszego pierwiastka układu, czyli wodoru powinny być dla nas lekcją pokory. Jak dotąd, skazani jesteśmy na sojusz teorii i obserwacji empirycznej, co z jednej strony jest tą wspomnianą lekcją pokory, ale z drugiej akceptujemy wszelkie sojusze prowadzące do pozytywnych efektów [13].

Wybrane problemy filozofii chemii

Rozwój filozofii chemii można śledzić poprzez wspomniane wcześniej czasopisma, monografie, konferencje i dyskusje internetowe. Tematami „gorącymi" są, na przykład:

1. Pytanie o redukcję chemii do fizyki. Uściślenie tego pytania dotyczy stopnia, w jakim mechanika kwantowa wyjaśnia problemy chemiczne. Jak wcześniej podano, dotyczy to także konfiguracji elektronowej pierwiastków jako funkcji położenia pierwiastka w układzie okresowym. Istnieje jednak wiele problemów chemicznych, których prawdopodobnie nie rozwiąże redukcja.

Roald Hoffmann, polsko-amerykański chemik żydowskiego pochodzenia, laureat Nagrody Nobla (1981) stwierdził, że *„…Są koncepcje w chemii, które nie są redukowalne do fizyki lub jeśli są redukowalne, tracą wiele ze swoich walorów. Chciałbym spytać czytelnika, który jest chemikiem, aby pomyślał o takich pojęciach jak aromatyczność, kwasowość i zasadowość, grupa funkcyjna lub efekt podstawnika. Te pojęcia stają się mniej precyzyjne, gdy próbuje się je definiować zbyt ściśle. Nie można ich „zmatematyzować", nie mogą być zdefiniowane niedwuznacznie, ale mają fantastyczną przydatność w nauce"* [17].

2. W ostatnim okresie filozofowie chemii zaczęli badać istotną a niedocenianą rolę amatorów– pasjonatów nauki, w wielkich odkryciach [10]. Na przykład, holenderski adwokat Antonius van den Broek, który hobbistycznie zajmował się nauką, w 1913 roku podał właściwą interpretację liczby porządkowej Z, utożsamiając wartość

eprasa.pl 0a57fb5a99

ładunku elektrycznego jądra (liczbę protonów) z numerem porządkowym pierwiastka. To pozwoliło Moseleyowi wykazać eksperymentalnie znaczenie liczby atomowej jako wielkości porządkującej w układzie okresowym. Ernest Rutherford, który nie cenił zbytnio obecności amatorów w nauce, w tym przypadku musiał przyznać, że

„Oryginalna sugestia van den Broeka, że ładunek jądra jest równy liczbie atomowej (...) wydaje mi się bardzo obiecująca" [10]. Niedoceniana rola amatorów nie dotyczyła jednak wszystkich pasjonatów nauki. Na przykład, genialny francuski matematyk-amator Pierre de Fermat, również z wykształcenia prawnik, twórca nowoczesnej teorii liczb i współtwórca teorii prawdopodobieństwa zdobył uznanie za życia na podstawie swoich częściowo opublikowanych prac matematycznych oraz korespondencji m.in. z B. Pascalem.

Podane wyżej przykłady nie zamykają problemów będących przedmiotem badań filozofów chemii choćby tych związanych chemią organiczną [6] oraz z rozwojem układu okresowego [18].

* * *

Układ okresowy, którego 150-lecie odkrycia świat nauki obchodził uroczyście w 2019 roku, zajmuje centralne miejsce w chemii jako jej najważniejsze (obok wiązania chemicznego) dokonanie. Wiele wersji układów okresowych można określić w różnorodny sposób. Może to być: *Reprezentacja, Uporządkowane pole aktywności, System klasyfikacyjny, Model*, *Prawo i/lub teoria* [10] i *Schemat,* według którego dane i wiedza o pierwiastkach może zostać przedstawiona [9].

Dla Erica Scerriego, jednego z dziesięciu najbardziej uznanych chemików ostatniego dziesięciolecia [19], układ okresowy jest to *Zasada Organizująca*, czyli centralny punkt odniesienia, z którego wszystko inne można wywieść. Te propozycje różnych określeń układu okresowego wynikają z bogactwa informacji zawartej w uporządkowaniu pierwiastków w przestrzeni chemicznej. Zasada Organizująca, będąc „w drodze" ciągle się rozwija i daje chemii samodzielną egzystencję.

Ben Feringa, laureat Nagrody Nobla z chemii (2016 r.) przemawiając na uroczystym otwarciu Międzynarodowego Roku Układu Okresowego Pierwiastków, które odbyło się 29 stycznia 2019 roku w Paryżu powiedział m.in. „Stoimy na ramionach giganta i prawdziwego herosa. Mendelejew dał nam uniwersalny język pozwalający na kreatywność w nauce". Używajmy go jako wzorca do rozwiązywania wielu palących problemów stojących przed światem.

Podziękowania

Dziękuję Pani Sarze Weirich, Ericowi Scerriemu i Markowi Leachowi za zgodę na reprodukcję rysunków.

prof. (em) dr hab. Maria Cieślak-Golonka
Politechnika Wrocławska

Literatura

[1] *Stanford Encyclopedia of Philosophy. Philosophy of Chemistry;* htpps://plato.stanford.edu/entries/chemistry.
[2] Heller M., *Filozofia nauki*, Copernicus Center Press, Kraków (2016), Wyd. IV.
[3] htpps://pl.wikipedia.org/wiki/Filozofia nauki.
[4] Van Brakel J., *Philosophy of Science and Philosophy of Chemistry*, Hyle, 20, (2014) 11-57.
[5] htpps://academicinfluence.com/interviews/chemistry/eric-scerri.
[6] Zeidler P.,*Chemia w świetle filozofii,* Pisma filozoficzne, tom CXXIII, UAM, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii, Poznań (2011) 7-256.
[7] htpps://www.cas.org/about/cas-content.
[8] Taniewski M., *Chemia jest nauka interdyscyplinarną i ma ogromne znaczenie w wielu innych dziedzinach* , Chemik, 64, (2010) 327-336.
[9] Leach Mark, https://www.metasynthesis.com/webbook/34a_whatisPT/whats_PT_showing.php
[10] Scerri E., *Układ okresowy. Historia i znaczenie.* Oficyna Wydawnicza Politechniki
[11] Weirich,S., The Emilio Segrè Visual Archives. Mendeleev Dmitri H1.
[12] *Mendeleev to Oganesson.* Praca zbiorowa pod redakcją E. Scerri i G. Restrepo, Oxford University Press (2018).
[13] Atkins,P.. *Elements of Education*", Chem. Int., Oct-Nov. (2019), 4-7.
[14] Obolevitch, T., *D.I. Mendelejewa filozofia nauki,* Semina Scientiarium, 4 (2005), 49-57.
[15] Scerri E., *Workshop for Chemistry teachers,* October 20th, 2020.
[16] Cieślak-Golonka, M. *W poszukiwaniu układu okresowego dla materii w skali nano,* Wiad. Chem.70, (2016) 564-595 (i zawarte odnośniki).
[17] htpps://condensedconcepts.blogspot.com/2009/05/against-reductionism-in-chemistry.html. (Roald Hoffmann).
[18] Schwerdtfeger, P., Smits, O.R., Pykko,P. *The Periodic Table and the Physics that Drives it*, Nat.Rev.-Chem.4,(2020) 359-376.
[19] https://academicinfluence.com/articles/people/most-influential-chemists-today
[20] Scerri E., *Chem. Int*. Jan-March 2021, 31-33.

Nowe złoża rzadkich surowców odkryto w Norwegii

Niedaleko wioski Heskestad w hrabstwie Rogaland w zachodniej Norwegii znajduje się niepozorne epicentrum eksploracji firmy Norge Mining surowców - wanadu, tytanu i fosforu. Każdego ranka w zimną, śnieżną ciemność międzynarodowy zespół przybywa do „szopy rdzeniowej", aby rozszyfrować, co eksperci od wierceń odkopali poprzedniej nocy.

Jak obliczyła pod koniec 2020 r., brytyjska firma konsultingowa SRK na podstawie wyników wierceń geologicznych w badanym regionie istnieje złoże, zawierające 70-80 mld ton rudy fosforytowej. Byłyby to największe na świecie rezerwy fosforytów. Obecnie największe udokumentowane złoża liczące ok. 50 mld ton znajdują się w Maroku i w Chinach (ok. 3 mld ton). Ponadto ma tam być około 3,5 mld ton rudy skalnej, które z kolei zawierają 2,45 mln ton wanadu.

Są to ostrożne szacunki, ponieważ masy zostały obliczone dla wierceń na głębokości ok. 1500 m, a jak się szacuje, złoża mogą sięgać nawet 4500 m.

Norweskie złoża wzbudziły zainteresowanie UE: fosfor, wanad i tytan znajdują się na liście „surowców krytycznych", którą Komisja Europejska

prowadzi od 2011 r. Zawiera ona około 30 pierwiastków, z których większość musi być importowana.

Wydobycie tych surowców może się zacząć za pięć lat.

Źródło: https://norgemining.com/2021/01/20/junior-geologists-for-norge-mining/

eprasa.pl 0a57fb5a99

Komitet Główny Olimpiady Chemicznej

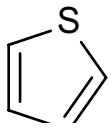
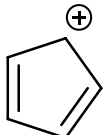
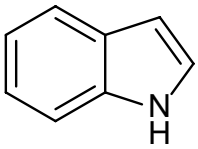
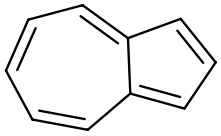
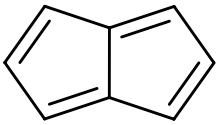
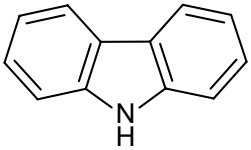
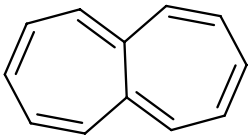
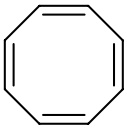
67. Krajowa Olimpiada Chemiczna

Etap I

Zadanie 1
Aromatyczność

Polecenia:

a. Na podstawie tabeli sprawdzania aromatyczności, określ czy podane poniżej związki są aromatyczne.

 tiofen	 kation cyklopentadienylowy	 indol	 azulen
 pentalen	 karbazol	 heptalen	 cyklooktatetraen

b. Dla związków aromatycznych z punktu ***a.*** narysuj co najmniej jedną dodatkową strukturę rezonansową (o ile jest to możliwe).

c. Wymień te związki z powyższych, które według Ciebie nie będą miały płaskiej geometrii i wyjaśnij w 1-2 zdaniach, dlaczego.

d. Stabilizujący efekt delokalizacji wiązań chemicznych (rezonans chemiczny) może zostać przedstawiony ilościowo jako różnica energii pomiędzy układem aromatycznym a teoretycznym układem zawierającym tego samego typu wiązania, który nie ma delokalizacji elektronów. Wartość takiej energii stabilizacji może zostać wyznaczona eksperymentalnie np. na podstawie różnic w ciepłach kolejnych reakcji uwodornienia benzenu. Dla benzenu tak wyznaczona energia stabilizacji względem teoretycznego cykloheksatrienu wynosi 152 kJ/mol, natomiast analogicznie wyznaczona energia stabilizacji dla furanu (analogu tiofenu, zawierającego atom O zamiast S) wynosi ok. 88 kJ/mol. Na podstawie różnic w strukturach benzenu i furanu wyjaśnij krótko skąd może się brać taka różnica.

Zadanie 2
Azotany(V)

Azotany(V) występują w przyrodzie w postaci minerałów takich jak nitrokalit (KNO_3) czy nitronatryt ($NaNO_3$). Są również syntetyzowane na skalę przemysłową, gdyż znajdują szereg zastosowań np. w rolnictwie są stosowane jako nawozy dostarczające azot, w przemyśle spożywczym są używane do konserwowania mięsa, a w pirotechnice wykorzystywane są jako utleniacze.

Sól **A** jest azotanem(V) pewnego litowca i potocznie jest nazywana saletrą chilijską. Roztwór tej soli wprowadzony do płomienia palnika gazowego barwi go na intensywnie żółtopomarańczowo. Sól **B** będąca składnikiem wielu materiałów wybuchowych jest na tyle wybuchowa, że niejednokrotnie powodowała tragiczne w skutkach katastrofy. 4 sierpnia 2020 roku doszło do wybuchu 2750 ton soli **B** w porcie morskim w Bejrucie, co doprowadziło do śmierci około 200 osób i pozbawiło dachu nad głową około 300 000 osób. Po rozpuszczeniu soli **B** zbudowanej również z anionów azotanowych(V) w wodzie, po dodaniu do roztworu wodorotlenku sodu i ogrzaniu, wydziela się gaz **C** o charakterystycznym drażniącym zapachu, który powoduje zabarwienie zwilżonego papierka uniwersalnego na niebiesko.

Sól **A** ogrzewana do temperatury około 650°C rozkłada się z utworzeniem gazu **E** oraz soli **D**, która odbarwia roztwór $KMnO_4$ o odczynie kwasowym. Rozkład termiczny soli **B** prowadzi do różnych produktów w zależności od temperatury. W temperaturze 180°C powstają jedynie dwa gazy **F** i **G**, zaś w temperaturze 260°C powstają gazy **E**, **G** i **H**. Gaz **G** wykrapla się pod ciśnieniem atmosferycznym w temperaturze 100°C, a gaz **H** jest składnikiem powietrza o najwyższej zawartości molowej. Gaz **F,** zwany gazem rozweselającym, nie reaguje z wodą, a jego cząsteczka jest izoelektronowa z cząsteczką dwutlenku węgla.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Polecenia:

a. Podaj wzory sumaryczne soli **A** i **B**.

b. Zapisz w postaci jonowej skróconej równanie reakcji chemicznej powodującej zabarwienie wilgotnego papierka uniwersalnego przez gaz **C**.

c. Zapisz wzory elektronowe Lewisa jonów, z których zbudowana jest sól **B**. Jeśli to konieczne, uwzględnij wszystkie struktury rezonansowe.

d. Naszkicuj i omów budowę przestrzenną jonów tworzących sól **B**. Porównaj ze sobą długości wiązań występujących w anionie.

e. Podaj nazwy i wzory sumaryczne substancji **D**-**H**.

f. Zapisz wzory elektronowe Lewisa substancji **E**-**H**.

g. Naszkicuj i omów budowę przestrzenną związków **F** i **G**.

h. Zapisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji chemicznej soli **D** z roztworem nadmanganianu potasu o odczynie kwasowym. Wskaż utleniacz i reduktor.

i. Zapisz w formie cząsteczkowej równania reakcji rozkładów termicznych soli **A** oraz soli **B** zachodzące w różnych temperaturach.

j. Oblicz gęstość mieszaniny gazowych produktów, która powstaje po rozkładzie soli **B** w temperaturze 260°C, umieszczonej w pewnym naczyniu z tłokiem w temperaturze 260°C i pod ciśnieniem 1,00 bar. Oblicz również, ile wynosi gęstość mieszaniny gazowych produktów tej reakcji po ochłodzeniu do temperatury 25,0°C i po takiej korekcie położenia tłoka, że ciśnienie w naczyniu znowu wynosi 1,00 bar.

Stała gazowa R = 8,3145 $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$. 1 bar = 10^5 Pa. 0°C = 273,15 K.
W obliczeniach przyjmij następujące wartości mas molowych ($g \cdot mol^{-1}$): H – 1,008; N – 14,01; O – 16,00; Na – 22,99; K – 39,10; Rb – 85,47; Cs – 132,90; Fr – 223,02.

Zadanie 3

Ocena trwałości związku chemicznego jako problem termodynamiczno-kinetyczny

Jednym z kryteriów oceny stabilności związku chemicznego jest określenie znaku i wartości standardowej molowej entalpii swobodnej jego tworzenia

$$\Delta_f G^{\ominus} = \Delta_f H^{\ominus} - T\Delta_f S^{\ominus}$$

gdzie $\Delta_f H^{\ominus}$ i $\Delta_f S^{\ominus}$ to odpowiednio standardowa molowa entalpia i entropia tworzenia związku w temperaturze T. Związek chemiczny jest tym trwalszy termodynamicznie, im wartość standardowej molowej entalpii swobodnej jego tworzenia jest bardziej ujemna. Entalpia tworzenia NaH z pierwiastków jest trudna do wyznaczenia w sposób bezpośredni, dlatego, aby określić jego trwałość, przeprowadzono serię eksperymentów:

I. stały sód przeprowadzono w postać pary,
II. parę sodu zjonizowano otrzymując jony Na^+,
III. z gazowego wodoru utworzono jony wodorkowe,
IV. z jonów Na^+ i H^- utworzono kryształ wodorku sodu.

Dla każdego eksperymentu określono efekt energetyczny przebiegającego procesu. Analogiczne eksperymenty przeprowadzono dla neonku cezu i azydku sodu. Uzyskane wyniki przedstawione są w Tabeli 1.

Tabela 1. Wartości standardowych entalpii molowych, otrzymane w eksperymentach I, II, III i IV dla CsNe, NaH i NaN_3. Wyniki podano w kJ na 1 mol substratu, T = 298 K, p = 1 bar (1 bar = 10^5 Pa)

badany układ / eksperyment	CsNe	NaH	NaN_3
I	78	108	
II	376	496	
III	110	290	95
IV	–483	–802	–725

Polecenia:

a. Zapisz równania procesów zachodzących w serii eksperymentów I, II, III i IV dla NaH oraz NaN_3. Uwzględnij stany skupienia reagentów.

b. Zapisz równania procesów zachodzących w serii eksperymentów I, II, III i IV dla CsNe. Uwzględnij stany skupienia reagentów.

c. Korzystając z danych z Tabeli 1 oblicz standardowe entalpie tworzenia 1 mola stałego CsNe, NaH i NaN_3. Wynik podaj w kilodżulach z dokładnością do 1 kJ.

Tabela 2. Wartości standardowych entropii tworzenia CsNe, NaH i NaN_3 w temperaturze T = 298 K i pod ciśnieniem p = 1 bar

związek chemiczny	$\Delta_f S^{\ominus}$ / ($J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$)
CsNe	−135
NaH	−76
NaN_3	−263

d. Korzystając zdanych z Tabeli 2, oblicz standardową entalpię swobodną tworzenia 1 mola stałego CsNe, NaH i NaN_3 z pierwiastków w temperaturze T = 298 K. Wynik podaj w kilodżulach z dokładnością do 1 kJ.

e. Na podstawie wyników uzyskanych w podpunkcie ***d.*** oceń względną trwałość termodynamiczną neonku cezu, wodorku sodu i azydku sodu. Następnie, porównując wyniki dla NaH i NaN_3 wyjaśnij, czy na podstawie znaku $\Delta_f G^{\ominus}$ można jednoznacznie ocenić, czy dana substancja będzie trwała w danych warunkach. Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 4

Izomeria i sześcioczłonowe związki organiczne

Struktury cykliczne, a w szczególności pierścienie sześcioczłonowe występują powszechnie w wielu związkach organicznych. Są wśród nich pochodne cykloheksanu, benzenu oraz wiele związków heterocyklicznych.

I. Węglowodory **A**, **B**, **C** i **D** zawierają pierścień sześcioczłonowy, a ich masa molowa wynosi 106 $g \cdot mol^{-1}$.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Wszystkie cząsteczki są achiralne i tylko **D** reaguje z HBr. Natomiast związki **A**, **B** i **C** reagują z mieszaniną stężonych kwasów azotowego i siarkowego. W przypadku nitrowania **A** powstaje tylko jeden produkt zawierający 9,27%$_{mas}$ azotu, z **B** tworzą się dwa związki z taką samą zawartością azotu, natomiast dla **C** możliwe są trzy izomery, ale jeden powstaje w niewielkich ilościach.

Wyczerpująca redukcja związków **A**, **B**, **C** i **D** wodorem na katalizatorze platynowym (PtO_2) prowadzi do produktów zawierających 85,71%$_{mas}$ węgla, przy czym w przypadku uwodornienia **C** i **D** powstaje ten sam produkt **E**, którego cząsteczki są achiralne. Spośród wymienionych związków najłatwiej zdeprotonować **D**, jednak wymaga to użycia mocnej zasady (np. amidku sodu). Dodanie jodku metylu do tak wygenerowanego odczynnika prowadzi do produktu **F** o masie molowej 120 g·mol^{-1}.

II. Związki **G**, **H**, **I** i **J** to węglowodory pochodne cykloheksanu o masie molowej 110 g·mol^{-1}, które zawierają jedną grupę metylową (CH_3) i tylko związek **J** jest chiralny. Wszystkie reagują z bromem (Br_2), ale tylko z **G** powstają achiralne produkty **K**. W wyniku ozonolizy tych węglowodorów, produkty o takiej samej masie molowej uzyskano z **G** i **J**, natomiast produkt o najwyższej masie molowej **L**, wynoszącej 142 g·mol^{-1}, powstał z **I**. Wiadomo również, że uwodornienie związku **J** daje ten sam produkt/produkty, który uzyskano w wyniku redukcji (H_2, PtO_2) węglowodoru **B**.

III. Związek **M** jest pochodną cykloheksanu o masie molowej 98 g·mol^{1}. Analiza elementarna wykazała, że zawiera 73,47%$_{mas}$ węgla, a jedynymi produktami spalania są CO_2 i H_2O. Związek **M** reaguje z OsO_4 (reakcja *syn*-dihydroksylacji), w wyniku czego powstaje mieszanina dwóch diastereoizomerów **N** i **O** o masie molowej 132 g·mol^{-1}, z których tylko **N** jest chiralny.

Informacje pomocnicze: W wyniku ozonolizy but-2-enu w typowych warunkach (np. reakcja zakończona dodatkiem cynku lub siarczku dimetylu) powstaje aldehyd octowy. Natomiast w reakcji (*E*)-but-2-enu z OsO_4 powstaje wyłącznie chiralny (racemiczny) produkt o masie molowej 90 g·mol^{1} zawierający dwie grupy hydroksylowe.

Polecenia:

a. Narysuj wzory strukturalne związków **A** – **F**.

b. Narysuj wzory strukturalne związków **G** – **L**. W przypadku **K** podaj wszystkie możliwe izomery.

c. Podaj wzór sumaryczny związku **M** oraz narysuj odpowiadające mu wszystkie możliwe wzory strukturalne zawierające sześcioczłonowy pierścień zbudowany z atomów węgla (bez uwzględniania stereoizomerów oraz niezależnie od tego czy reagują z OsO_4).

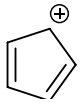
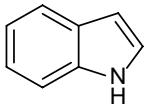
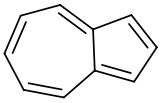
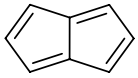
d. Narysuj wzory strukturalne związków **M**, **N** i **O** uwzględniając również wszystkie możliwe enancjomery.

W obliczeniach przyjmij przybliżone wartości mas molowych (g·mol^{-1}): C: 12,0, H: 1,0, O: 16,0.

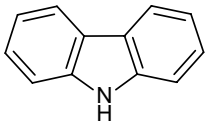
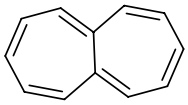
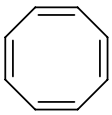
ROZWIĄZANIA ZADAŃ

Rozwiązanie zadania 1

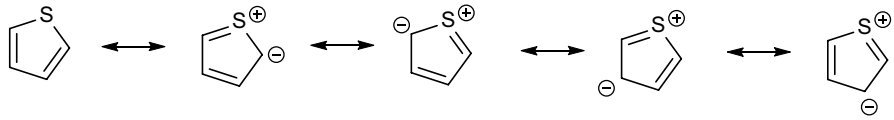
a.

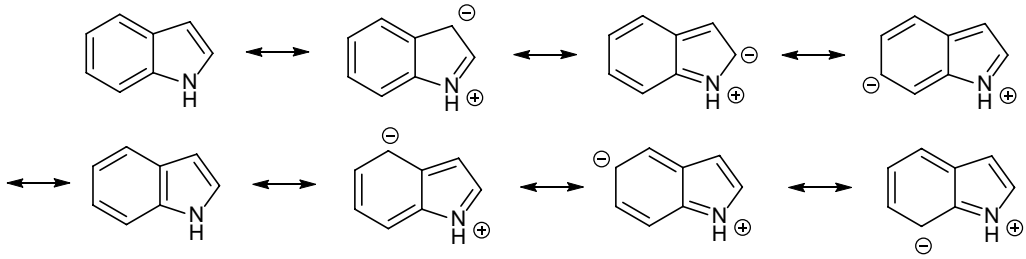
struktura	cykliczny	sprzężone wiązania wielokrotne	wiązania π	wolne pary elektronów π	elektrony π	4n+2	aromatyczny
tiofen	tak	tak	2	1	6	tak (n=1)	**tak**
 kation cyklopentadienylowy	tak	tak	2	0	4	nie	**nie**
 indol	tak	tak	4	1	10	tak (n=2)	**tak**
 azulen	tak	tak	5	0	10	tak (n=2)	**tak**
 pentalen	tak	tak	4	0	8	nie	**nie**

eprasa.pl 0a57fb5a99

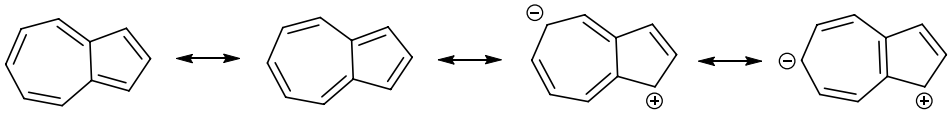
 karbazol	tak	tak	6	1	14	tak (n=3)	**tak**
 heptalen	tak	tak	6	0	12	nie	**nie**
 cyklooktatetraen	tak	tak	4	0	8	nie	**nie**

b.

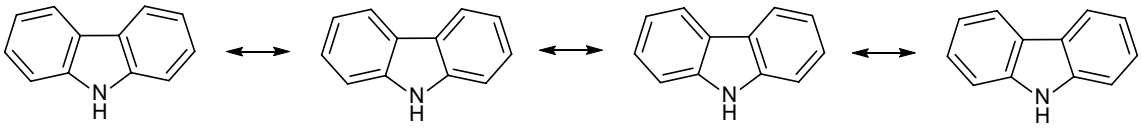




(oraz każda inna prawidłowa struktura rezonansowa indolu)

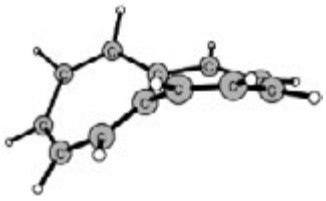


(oraz każda inna prawidłowa struktura rezonansowa azulenu)



c. O brak płaskiej struktury można podejrzewać cząsteczki / układy chemiczne, które są antyaromatyczne oraz niearomatyczne. W tym pierwszym przypadku antyaromatyczność destabilizuje cząsteczkę, która często, aby uniknąć destabilizacji, zmienia kształt i przyjmuje wygiętą konformację, co powoduje zerwanie układu oddziałujących ze sobą elektronów/wiązań. W przypadku rozważanych układów można sądzić, że płaskiej struktury nie będą miał kation cyklopentadienylowy, pentalen, heptalen oraz cyklooktatetraen.

W rzeczywistości płaskiej geometrii nie będą miały tylko heptalen i cyklooktatetraen, ponieważ kation cyklopentadienylowy oraz pentalen są zbyt sztywne, aby się odkształcić od płaskiej struktury (sztywność wynika z rozmiarów pierścienia – im mniejszy pierścień tym bardziej sztywny).



Rys. Trójwymiarowa struktura heptalenu.

d. Różnica w energiach stabilizacji pomiędzy benzenem a furanem wynika z różnej „chęci” oddawania elektronów π do układu sprzężonych wiązań podwójnych, którego miarą może być elektroujemność. Ponieważ atom O jest **bardziej elektroujemny** od C, silniej przyciąga elektrony (czyli mniej chętnie oddaje swoje elektrony), co powoduje mniejszą stabilność takiego układu i w efekcie niższą energię stabilizacji furanu. Innym wyjaśnieniem może być **różnica energii orbitali** C oraz O lub **różnica w rozmiarach atomów** C oraz O.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Rozwiązanie zadania 2

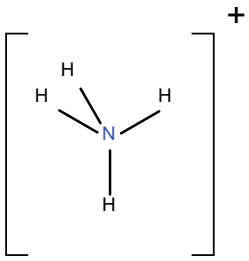
a. Wzory sumaryczne soli **A** i **B**:

sól	wzór sumaryczny
A	$NaNO_3$
B	NH_4NO_3

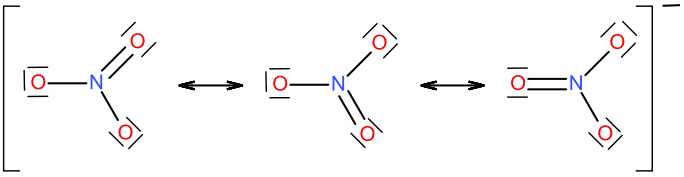
*Kationem w soli **A** jest Na^+, ponieważ barwi on płomień palnika na intensywnie żółtopomarańczową barwę, natomiast obserwacje przedstawione w treści zadania pozwalają zidentyfikować gaz **C** jako amoniak i stąd kation występujący w soli **B** jako kation amonowy.*

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

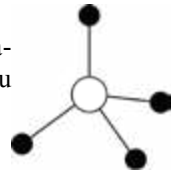
b. Wzór elektronowy kationów amonowych:



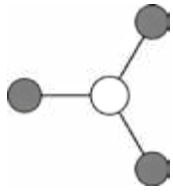
c. Wzór elektronowy anionów azotanowych(V):



d. Kationy amonowe mają budowę tetraedryczną (biała kula oznacza atom azotu a czarne kule atomy wodoru):



natomiast aniony azotanowe(V) mają budowę płaską trójkątną i wszystkie wiązania N–O są takiej samej długości (biała kula oznacza atom azotu a szare kule atomy tlenu):

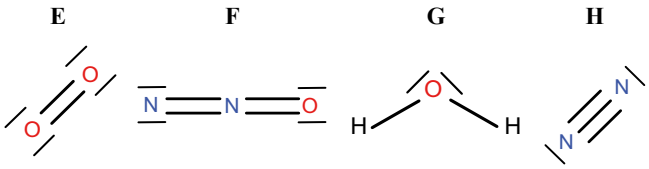


e. Wzory i nazwy substancji **D-H**:

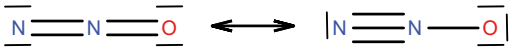
substancja	wzór sumaryczny	nazwa
D	$NaNO_2$	azotan(III) sodu (lub azotyn sodu)
E	O_2	tlen (lub ditlen)
F	N_2O	tlenek azotu(I) (lub podtlenek azotu)
G	H_2O	woda
H	N_2	azot

*Tok rozumowania: Z treści zadania (reakcja z nadmanganianem potasu w środowisku kwasowym) wynika, że solą **D** jest azotan(III) sodu $NaNO_2$. Wobec tego gazem **E** musi być tlen O_2. Substancją **G** jest para wodna o temperaturze skraplania równej 100°C, a gaz rozweselający **F** to tlenek azotu(I) N_2O. Gazem **H** o najwyższej zawartości molowej w powietrzu jest azot N_2.*

f. Wzory elektronowe Lewisa substancji **E-H**:

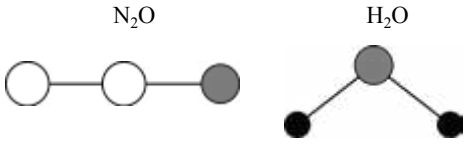


W przypadku tlenku azotu(I) można zapisać dwie struktury rezonansowe, z których pierwsza jest zdecydowanie bardziej istotna niż druga:



Powyższy wzór Lewisa cząsteczki ditlenu nie oddaje faktu, iż w stanie podstawowym cząsteczka ta jest dirodnikiem. Dopiero zastosowanie teorii orbitali molekularnych pozwala to wyjaśnić. Oceniany na maksymalną liczbę marek będzie także wzór Lewisa uwzględniający ten fakt:

g. Cząsteczka tlenku azotu(I) jest liniowa, a cząsteczka wody ma budowę kątową



h. Reakcja azotanu(III) sodu z roztworem $KMnO_4$ o odczynie kwasowym:

$$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 6H_3O^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 9H_2O$$

utleniacz: MnO_4^- ; reduktor: NO_2^-.

Na maksymalną liczbę punktów oceniany był również następujący zapis:

$$2MnO_4^- + 5NO_2^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$$

i. $2NaNO_{3(s)} \rightarrow 2NaNO_{2(s)} + O_{2(g)}$
$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$ (t = 180°C)
$2NH_4NO_{3(s)} \rightarrow 2N_{2(g)} + O_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ (t = 260°C)

j. W celu obliczenia gęstości gazu można przekształcić równanie Clapeyrona:

$$pV = nRT$$

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{pM}{RT} = \frac{m}{V} = \rho$$

eprasa.pl 0a57fb5a99

Z przekształconego równania Clapeyrona wynika zatem, że w danych warunkach temperatury i ciśnienia gęstość gazu doskonałego zależy jedynie od jego masy molowej. Obliczmy masę jednego mola mieszaniny gazów powstającej w wyniku rozkładu azotanu(V) amonu w temperaturze 260°C. Mieszanina ta składa się z azotu, tlenu i pary wodnej w stosunku molowym odpowiednio 2:1:4. Masa molowa (czyli masa 1 mola) tej mieszaniny wynosi:

$$M = \frac{2M_{N_2} + M_{O_2} + 4M_{H_2O}}{2+1+4}$$

$$M = \frac{2\cdot 14,00 + 32,00 + 4\cdot 18,016}{7} = 22,87\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$$

Stąd gęstość tej mieszaniny w 260°C, czyli 533,15 K wynosi:

$$\rho = \frac{10^5\,\mathrm{Pa}\cdot 22,87\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}}{8,3145\,\mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}\cdot 533,15\,\mathrm{K}}$$
$$= 516\ \mathrm{g\cdot m^{-3}} = 0,516\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$$

Po ochłodzeniu do temperatury 25,0°C, czyli 298,15 K i korekcie objętości naczynia tak, żeby ciśnienie mieszaniny wynosiło 1,00 bar, para wodna ulegnie wykropleniu i mieszanina gazowa składać się będzie jedynie z azotu i tlenu w stosunku molowym 2:1. Masa molowa takiej mieszaniny wynosi:

$$M = \frac{2\cdot 14,00 + 32,00}{3} = 29,33\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$$

i jej gęstość:

$$\rho = \frac{10^5\,\mathrm{Pa}\cdot 29,33\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}}{8,3145\,\mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}\cdot 298,15\,\mathrm{K}}$$
$$= 1183\ \mathrm{g\cdot m^{-3}} = 1,18\,\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$$

Rozwiązanie zadania 3

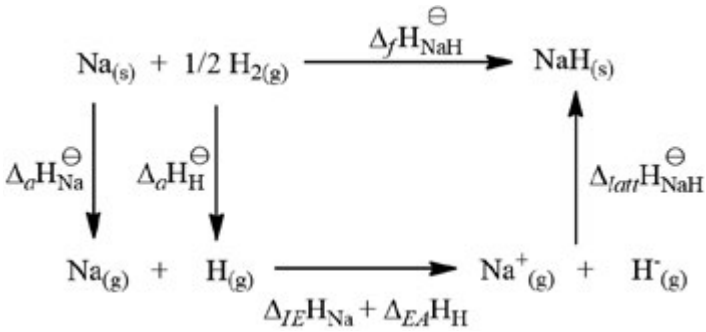
a.

eksperyment	reakcja
I	$Na_{(s)} \rightarrow Na_{(g)}$
II	$Na_{(g)} \rightarrow Na^+_{(g)} + e^-$
III (NaH)	$H_{2(g)} + 2e^- \rightarrow 2H^-_{(g)}$
III (NaN_3)	$3N_{2(g)} + 2e^- \rightarrow 2N_3^-{}_{(g)}$
IV (NaH)	$Na^+_{(g)} + H^-_{(g)} \rightarrow NaH_{(s)}$
IV (NaN_3)	$Na^+_{(g)} + N_3^-{}_{(g)} \rightarrow NaN_{3(s)}$

b.

eksperyment	Reakcja
I	$Cs_{(s)} \rightarrow Cs_{(g)}$
II	$Cs_{(g)} \rightarrow Cs^+_{(g)} + e^-$
III	$Ne_{(g)} + e^- \rightarrow Ne^-_{(g)}$
IV	$Cs^+_{(g)} + Ne^-_{(g)} \rightarrow CsNe_{(s)}$

Efekty energetyczne procesów opisanych z zadaniu można przedstawić na przykładzie wodorku sodu w postaci poniższego cyklu termodynamicznego,



gdzie:

$\Delta_f H_{NaH}^\ominus$ — standardowa molowa entalpia tworzenia NaH,

$\Delta_a H_{Na}^\ominus / \Delta_a H_H^\ominus$ — entalpie przeprowadzenia pierwiastków w stan jednoatomowych gazów,

$\Delta_{IE} H_{Na} / \Delta_{EA} H_H$ — molowe entalpie utworzenia jonów Na^+ i H^-,

$\Delta_{latt} H_{NaH}^\ominus$ — standardowa molowa entalpia tworzenia stałego NaH z jonów.

Korzystając z powyższego diagramu otrzymujemy, że:
standardowa entalpia tworzenia 1 mola stałego neonku cezu wynosi +81 kJ,

(78 + 376 + 110 – 483 = 81 [kJ/mol])

standardowa entalpia tworzenia 1 mola stałego wodorku sodu wynosi −53 kJ,

$$(108 + 496 + \frac{1}{2}\cdot 290 - 802 = -53\ [\mathrm{kJ/mol}])$$

standardowa entalpia tworzenia 1 mola stałego azydku sodu wynosi +22 kJ.

$$(108 + 496 + \frac{3}{2}\cdot 95 - 725 = 22\ [\mathrm{kJ/mol}]).$$

c.

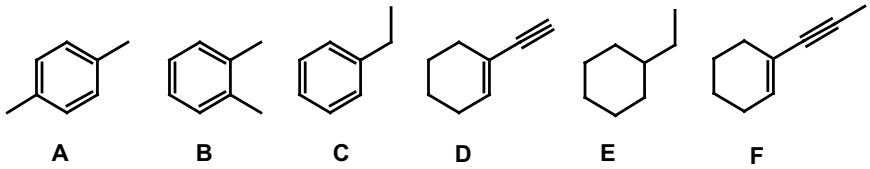
związek chemiczny	$\Delta_f G^\ominus$ / kJ
CsNe	+121
NaH	–30
NaN_3	+100

Jeśli $\Delta_f G^\ominus < 0$, to związek jest termodynamicznie trwały, czego przykładem jest wodorek sodu. Jeśli $\Delta_f G^\ominus > 0$, związek jest termodynamicznie nietrwały i z tego punktu widzenia nie powinien istnieć, ale może być trwały kinetycznie, tzn. do jego termodynamicznie uzasadnionego rozpadu konieczne jest dostarczenie energii dla pokonania energii aktywacji tego procesu. Neonek cezu i azydek sodu są termodynamicznie nietrwałe, ale azydek sodu jest stabilny w warunkach laboratoryjnych ze względu na kinetyczne zahamowanie jego rozpadu (z powodu wysokiej energii aktywacji).

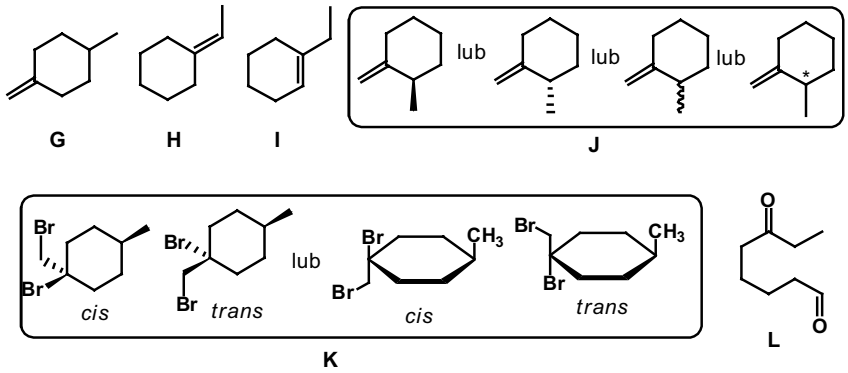
eprasa.pl 0a57fb5a99

Rozwiązanie zadania 4

a.

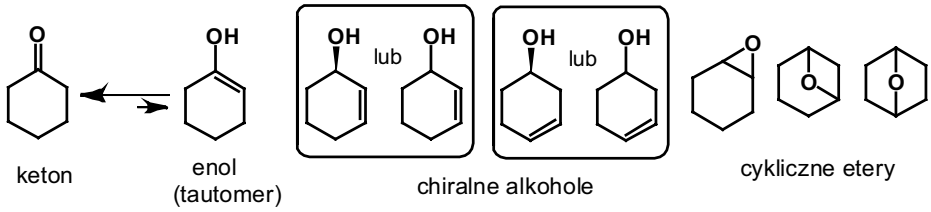


b.

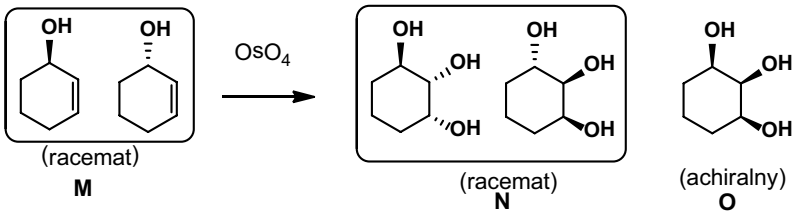


W wyniku bromowania związku **G** powstaje **K** jako mieszanina dwóch izomerów *cis* i *trans*.
Ustalenie budowy związku **D**: Reakcja z silną zasadą i jodkiem metylu wskazuje, że jest on terminalnym alkinem (R–C≡CH). Aby związek był achiralny, fragment acetylenowy musi być bezpośrednio przyłączony do podwójnego wiązania w pierścieniu.

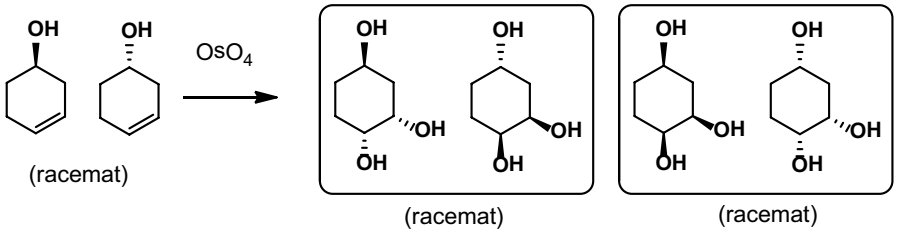
c. Wzór sumaryczny **M**: $C_6H_{10}O$
Pochodne cykloheksanu o wzorze sumarycznym $C_6H_{10}O$ – możliwych jest siedem struktur bez uwzględniania enancjomerów:



d.



Dodatkowe wyjaśnienie: Reakcji z OsO_4 ulega również przedstawiony poniżej alkohol homoallilowy, jednak w tym przypadku wszystkie powstałe produkty dihydroksylacji będą chiralne:



Autorzy zadań:
zadanie 1 – Bartosz Trzaskowski, zadanie 2 – Piotr Guńka, zadanie 3 – Piotr Garbacz, zadanie 4 – Piotr Kwiatkowski

eprasa.pl 0a57fb5a99

Wybrane zagadnienia z chemii nieorganicznej

Zadania powtórzeniowe przed maturą – cz. 3

Katarzyna Gąssowska, Monika Góralik, Ewelina Janczy, Katarzyna Olesek, Małgorzata Krzeczkowska

Poniżej zaprezentowano kolejny zestaw 14 autorskich zadań, z których każde reprezentuje jedną z trzech form: a) zadania tzw. cztery sytuacje, b) zadania Lawsona i c) zadania – tekst do uzupełnienia. Zadania te można wykorzystać zarówno na lekcji bieżącej, powtórzeniowej, jak i na spotkaniach powtórkowych do matury. Zadania przygotowano w formule charakterystycznej dla zadań wchodzących w skład arkusza maturalnego CKE, dlatego dodatkowo zamieszczono odniesienia do aktualnie obowiązującej podstawy programowej, schemat punktowania i poprawne odpowiedzi.

Zadanie 1. (0-1)
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Proces łączenia się cząsteczek w większe ugrupowania nazywany jest (*dysocjacją* / *solwatacją* / a*socjacją)* i wiąże się on z tworzeniem pomiędzy cząsteczkami wiązań (*wodorowych* / *koordynacyjnych* / *jonowych*). Opisany proces wpływa na właściwości substancji - między innymi (*zwiększa gęstość* / *zwiększa temperaturę wrzenia* / *zmniejsza temperaturę topnienia*). Opisywane zjawisko występuje w kryształach, gazach i przede wszystkim w cieczach oraz ich mieszaninach, m.in. w (*metanolu* / *tetrachlorku węgla* / *saletrze potasowej*) czy (*siarczku węgla(IV)* / *tlenku węgla(IV)* / *fluorowodorze*). Pomiędzy atomami w cząsteczce ostatniego z wymienionych związków występuje wiązanie (*kowalencyjne* / *kowalencyjne spolaryzowane* / *jonowe*).

Zadanie 2. (0-2)
Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D i jej uzasadnienie 1., 2., 3. albo 4. W cząsteczce SO_3:

A.	orbitale walencyjne atomu siarki są w stanie hybrydyzacji sp^2 i atom centralny nie ma wolnych par elektronowych,	ponieważ cząsteczka ma kształt	**1.**	tetraedru.
B.	orbitale walencyjne atomu siarki są w stanie hybrydyzacji sp^3 i atom centralny nie ma wolnych par elektronowych,		**2.**	kątowy.
C.	orbitale walencyjne atomu siarki są w stanie hybrydyzacji sp^2 i atom centralny ma jedną wolną parę elektronową,		**3.**	trójkąta.
D.	orbitale walencyjne atomu siarki są w stanie hybrydyzacji sp^3 i atom centralny ma jedną wolną parę elektronową,		**4.**	piramidy trygonalnej.

Zadanie 3. (0-1)
Podczas jednej z lekcji chemii cztery grupy uczniów wykonały doświadczenie dotyczące właściwości utleniających dichromianu(VI) potasu, a następnie ich zadaniem było napisanie równania cząsteczkowego zachodzącej reakcji. Należało również podać, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów redukcji i utleniania zachodzących podczas przeprowadzonego doświadczenia. Poniżej przedstawiono notatki każdej z czterech grup.

Oceń notatki uczniów i wskaż grupę, która przygotowała notatkę poprawnie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D.

A.	**Grupa I.** $H_2SO_4 + K_2\overset{VI}{Cr_2}O_7 + K_2\overset{IV}{S}O_3 \rightarrow \overset{II}{Cr}SO_4 + K_2\overset{VI}{S}O_4 + H_2O$ **Równania jonowo-elektronowe procesów redukcji i utlenienia:** $\overset{VI}{Cr_2}O_7^{2-} + 8\,e^- + 14\,H^+ \rightarrow 2\,\overset{II}{Cr}^{2+} + 7\,H_2O$ $\overset{IV}{S}O_3^{2-} + H_2O \rightarrow \overset{VI}{S}O_4^{2-} + 2e^- + 2\,H^+ \mid \cdot 4$ ---------- $Cr_2O_7^{2-} + \cancel{8\,e^-} + \cancel{14}\,H^+ + 4\,SO_3^{2-} + \cancel{4\,H_2O} \rightarrow 2\,Cr^{2+} + \cancel{7}\,H_2O + 4\,SO_4^{2-} + \cancel{8\,e^-} + \cancel{8H^+}$ $Cr_2O_7^{2-} + 6\,H^+ + 4\,SO_3^{2-} \rightarrow 2\,Cr^{2+} + 3\,H_2O + 4\,SO_4^{2-}$ $3\,H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 + 4\,K_2SO_3 \rightarrow 2\,CrSO_4 + 5\,Na_2SO_4 + 3\,H_2O$

eprasa.pl 0a57fb5a99

B.	**Grupa II.**
	$H_2SO_4 + K_2\overset{VI}{Cr_2}O_7 + K_2\overset{IV}{SO_3} \rightarrow \overset{III}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2\overset{VI}{SO_4} + H_2O$ **Równania jonowo-elektronowe procesów redukcji i utlenienia:** $\overset{VI}{Cr_2}O_7^{2-} + 6\,e^- + 14\,H^+ \rightarrow 2\,\overset{III}{Cr}^{3+} + 7\,H_2O$ $\overset{IV}{SO_3}^{2-} + H_2O \rightarrow \overset{VI}{SO_4}^{2-} + 2\,e^- + 2\,H^+ \mid \cdot 3$ ---------- $Cr_2O_7^{2-} + \cancel{6\,e^-} + \cancel{14}\,H^+ + 3\,SO_3^{2-} + \cancel{3\,H_2O} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + \cancel{7}\,H_2O + 3\,SO_4^{2-} + \cancel{6\,e^-} + \cancel{6\,H^+}$ $Cr_2O_7^{2-} + 8\,H^+ + 3\,SO_3^{2-} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 4\,H_2O + 3\,SO_4^{2-}$ $4\,H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 + 3\,K_2SO_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 4\,K_2SO_4 + 4\,H_2O$
C.	**Grupa III.**
	$H_2SO_3 + K_2\overset{VI}{Cr_2}O_7 + K_2\overset{IV}{SO_4} \rightarrow \overset{III}{Cr_2}(SO_3)_3 + K_2\overset{VI}{SO_3} + H_2O$ **Równania jonowo-elektronowe procesów redukcji i utlenienia:** $\overset{VI}{Cr_2}O_7^{2-} + 6\,e^- + 14\,H^+ \rightarrow 2\,\overset{III}{Cr}^{3+} + 7\,H_2O$ $\overset{IV}{SO_4}^{2-} + H_2O \rightarrow \overset{VI}{SO_3}^{2-} + 2\,e^- + 2\,H^+ \mid \cdot 3$ ---------- $Cr_2O_7^{2-} + \cancel{6\,e^-} + \cancel{14}\,H^+ + 3\,SO_4^{2-} + \cancel{3\,H_2O} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + \cancel{7}\,H_2O + 3\,SO_3^{2-} + \cancel{6\,e^-} + \cancel{6\,H^+}$ $Cr_2O_7^{2-} + 8\,H^+ + 3\,SO_4^{2-} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 4\,H_2O + 3\,SO_3^{2-}$ $4\,H_2SO_3 + K_2Cr_2O_7 + 3\,K_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_3)_3 + 4\,K_2SO_3 + 4\,H_2O$
D.	**Grupa IV.**
	$H_2SO_4 + K_2\overset{VI}{Cr_2}O_7 + K_2\overset{IV}{SO_3} \rightarrow \overset{IV}{Cr}(SO_4)_2 + K_2\overset{VI}{SO_4} + H_2O$ **Równania jonowo-elektronowe procesów redukcji i utlenienia:** $\overset{VI}{Cr_2}O_7^{2-} + 4\,e^- + 14\,H^+ \rightarrow 2\,\overset{IV}{Cr}^{4+} + 7\,H_2O$ $\overset{IV}{SO_3}^{2-} + H_2O \rightarrow \overset{VI}{SO_4}^{2-} + 2\,e^- + 2\,H^+ \mid \cdot 2$ ---------- $Cr_2O_7^{2-} + \cancel{4\,e^-} + \cancel{14}\,H^+ + 2\,SO_3^{2-} + \cancel{2\,H_2O} \rightarrow 2\,Cr^{4+} + \cancel{7}\,H_2O + 2\,SO_4^{2-} + \cancel{4\,e^-} + \cancel{4\,H^+}$ $Cr_2O_7^{2-} + 10\,H^+ + 2\,SO_3^{2-} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 5\,H_2O + 2\,SO_4^{2-}$ $5\,H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 + 2\,K_2SO_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 4\,K_2SO_4 + 5\,H_2O$

Zadanie 4. (0-1)
Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D i jej uzasadnienie 1., 2., 3. albo 4.

Podczas redukcji manganianu(VII) potasu w środowisku kwasowym (przy założeniu braku nadmiaru barwnego reduktora):

A.	roztwór przybiera barwę zieloną,	ponieważ	**1.**	w tych warunkach powstaje związek manganu na IV stopniu utlenienia.
B.	roztwór nie zmienia barwy,		**2.**	w tych warunkach jony manganianowe(VII) wykazują najsilniejsze właściwości utleniające, redukując się do jonów manganu na II stopniu utlenienia.
C.	roztwór odbarwia się,		**3.**	w tych warunkach powstaje związek manganu na V stopniu utlenienia.
D.	wytrąca się brązowy osad,		**4.**	w tych warunkach jony manganianowe(VII) wykazują najsłabsze właściwości utleniające, redukując się do jonów zawierających mangan na VI stopniu utlenienia.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Zadanie 5. (0-1)

W trakcie konkursu chemicznego czterech uczniów otrzymało następujące zadanie do rozwiązania. Poniżej przedstawiono każde z czterech zaproponowanych rozwiązań.

Treść zadania

Cunifer to stop miedzi, niklu i żelaza. Na 15,5 g stopu Cunifera podziałano kwasem solnym o stężeniu 2 mol/dm^3 i całość podgrzano. Do reakcji zużyto 110 cm^3 kwasu solnego. W celu oznaczenia zawartości jonów żelaza(II) w mieszaninie, przeprowadzono reakcję przedstawioną równaniem:

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$$

Do reakcji zużyto 108 cm^3 roztworu $KMnO_4$ o stężeniu 0,1 mol/dm^3. Oblicz, jaki jest skład stopu Cunifera (w procentach masowych), zakładając, że reakcje zaszły z wydajnością 100%.

Oceń rozwiązania i wskaż, który z uczniów poprawie wykonał zadanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D.

A.	**Uczeń I.** n MnO_4^- =0,1 mol/dm^3 · 0,108 dm^3= 0,011 mol n Fe^{2+}=5·0,011 mol = 0,055 mol m Fe^{2+}=56 g/mol · 0,055 mol =3,1 g **Ni +2 HCl → $NiCl_2$ + H_2** **Fe +2 HCl → $FeCl_2$ + H_2** 56 g ------ 73 g HCl 3,1 g ------ x x = 3,9 g HCl = 0,05 mol HCl $V = \frac{0,05\ \text{mol}}{2\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,025\ \text{dm}^3$	110 cm^3-25 cm^3 = 85 cm^3 $n_{Ni} = \frac{85\ \text{cm}^3 \cdot 2\ \text{mol}}{1000\ \text{cm}^3} = 0,17\ \text{mol}$ m_{Ni}= 59 g/mol ·0,17 mol=10 g 15,5 g --- 100% 3,1 g ------x x = 20% 15,5 g ----100% 10 g ------x x = 65% **Fe – 20%; Ni=65%; Cu=15%**
B.	**Uczeń II.** n MnO_4^- = 0,1 mol/dm^3 · 0,108 dm^3 = 0,011 mol $n$$Fe^{2+}$= 5 · 0,011 mol = 0,055 mol $m$$Fe^{2+}$= 56 g/mol · 0,055 mol =3,1 g **Ni +2 HCl → $NiCl_2$ + H_2** **Fe +2 HCl → $FeCl_2$ + H_2** 56 g ------ 2 mol HCl 3,1 g ------ x x = 0,11 mol HCl	$V = \frac{0,11\ \text{mol}}{2\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,055\ \text{dm}^3$ 110 cm^3 - 55 cm^3 = 55 cm^3 $m_{Fe} = m_{Ni}$= 3,1 g 15,5 g --- 100% 3,1 g ------x x = 20% **Fe – 20%; Ni=20%; Cu=60%**
C.	**Uczeń III.** $n$$MnO_4^-$= 0,1mol/dm^3 · 0,108 dm^3 = 0,011 mol $n$$Fe^{2+}$= 0,011 mol $m$$Fe^{2+}$= 56 g/mol · 0,011 mol =0,616 g **Ni +2 HCl → $NiCl_2$ + H_2** **Fe +2 HCl → $FeCl_2$ + H_2** 56 g ------ 2 mol HCl 0,616 g ------ x x = 0,022 mol HCl $V = \frac{0,22\ \text{mol}}{2\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,011\ \text{dm}^3$	110 cm^3 -11 cm^3 = 99 cm^3 15,5 g --- 100% 0,616 g --- x x = 4% $n_{Ni} = \frac{99\ \text{cm}^3 \cdot 2\ \text{mol}}{1000\ \text{cm}^3} = 0,2\ \text{mol}$ m_{Ni}= 59 g/mol ·0,17 mol=11,8 g 15,5 g --- 100% 11,8 g ------x x = 76% **Fe – 4%; Ni=76 %; Cu=20%**
D.	**Uczeń IV.** $n$$MnO_4^-$= 0,1 mol · 108 cm^3/1000 cm^3= 0,011 mol $n$$Fe^{2+}$ = 5 · 0,011 mol = 0,055 mol $m$$Fe^{2+}$ = 56 g/mol · 0,055 mol =3,1 g **Ni + HCl → $NiCl_2$ + H_2** **Fe + HCl → $FeCl_2$ + H_2** 56 g ------ 1mol HCl 3 g ------ x x = 0,05 mol HCl $V = \frac{0,05\ \text{mol}}{2\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,025\ \text{dm}^3$	110 cm^3 - 25 cm^3=85 cm^3 $n_{Ni} = \frac{85\ \text{cm}^3 \cdot 2\ \text{mol}}{1000\ \text{cm}^3} = 0,17\ \text{mol}$ m_{Ni}= 59 g/mol ·0,17 mol=10 g 15,5 g --- 100% 3,1 g ------x x = 20% 15,5 g ----100% 10 g ------x x = 65% **Fe – 20%; Ni=65%; Cu=15%**

eprasa.pl 0a57fb5a99

Zadanie 6. (0-1)
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Do garbowania skór używa się soli chromu, w których atom chromu występuje na stopniu utlenienia takim samym jak jego tlenek o właściwościach amfoterycznych, czyli na stopniu utlenienia (*II* / *III* / *VI*). Sole te w roztworach wodnych przyjmują zazwyczaj barwę (*niebieską* / *szarozieloną* / *pomarańczową*).

Jeśli podczas przygotowania chromianki, czyli mieszaniny kwasu chromowego(VI) H_2CrO_4 ze stężonym kwasem siarkowym(VI), dichromian(VI) potasu doda się do zasady sodowej zamiast do kwasu siarkowego(VI) to roztwór zmieni barwę z (*pomarańczowej* / *żółtej* / *bezbarwnej*) na (*pomarańczową* / *żółtą* / *bezbarwną*).

Zadanie 7. (0-2)
Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D i jej uzasadnienie 1., 2., 3. albo 4.

Państwo Kowalscy od lat stosowali środek do udrażniania rur, zawierający wodorotlenek sodu, co spowodowało uszkodzenie kanalizacji i zalanie mieszkania. Rury kanalizacyjne były wykonane z:

A.	żelaza	ponieważ	**1.**	rozpuszczenie wodorotlenku sodu jest reakcją egzotermiczną a wzrost temperatury powoduje uszkodzenie materiału.
B.	polichlorku winylu		**2.**	wzrost pH roztworu powoduje pasywację materiału i jego uszkodzenie.
C.	glinu		**3.**	w wyniku reakcji tego materiału z NaOH powstaje nierozpuszczalny osad, który uniemożliwia przepływ wody.
D.	miedzi		**4.**	zachodzi reakcja NaOH z materiałem rury, a jej główny produkt jest rozpuszczalny w wodzie.

Zadanie 8. (0-2)
A. Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Tlenek cynku jest (*gazem / cieczą / ciałem stałym*) barwy białej. Tlenek ten (*rozpuszcza się / nie rozpuszcza się*) w wodzie oraz (*ulega / nie ulega*) jednoczesnemu w niej roztworzeniu.

B. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D i jej uzasadnienie 1., 2., 3. albo 4.

Tlenek cynku ma charakter:

A.	kwasowy	ponieważ	**1.**	nie reaguje z kwasem, zasadą oraz z wodą.
B.	zasadowy		**2.**	jako tlenek zasadotwórczy reaguje z wodą tworząc rozpuszczalny w wodzie wodorotlenek.
C.	amfoteryczny		**3.**	reaguje z kwasem oraz mocną zasadą.
D.	obojętny		**4.**	jako tlenek zasadotwórczy reaguje z wodą tworząc nierozpuszczalny w wodzie wodorotlenek.

Zadanie 9. (0-2)
Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D i jej uzasadnienie 1., 2., 3. albo 4.

Promień atomu fosforu:

A.	jest większy niż	promień atomu azotu, ponieważ	**1.**	atom fosforu ma więcej protonów, które silniej przyciągają elektrony.
B.	jest mniejszy niż		**2.**	atom fosforu ma więcej zajętych powłok elektronowych.
C.	ma ten sam rozmiar co		**3.**	pierwiastki te znajdują się w tej samej grupie.
D.	czasem jest większy, czasem mniejszy niż		**4.**	atom fosforu ma więcej neutronów.

Zadanie 10. (0-1)
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Węgiel występuje w kilku odmianach alotropowych, między innymi jako (*grafit i karbid* / *diament i fulleren* / *torf i antracyt*). Tlenki tego pierwiastka mają właściwości (*kwasowe* / *zasadowe* / *kwasowe lub obojętne* / *zasadowe lub obojętne*). Szeroko rozpowszechnionym minerałem zawierającym węgiel jest (*kalcyt* / *kwarc* / *korund*).

eprasa.pl 0a57fb5a99

Zadanie 11. (0-1)
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Wprowadzając do roztworu soli manganu(II) zasadę potasową można zaobserwować (*zmianę barwy roztworu / wytrącenie jasnego osadu / odbarwienie roztworu*), a po chwili dodatkowo obserwuje się (*brunatnienie osadu / mętnienie roztworu*). Po dodaniu do tej probówki w następnej kolejności kilku kropel wody utlenionej (*osad rozpuszcza się / intensywnie wydziela się gaz / pojawia się fioletowa barwa roztworu*).

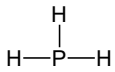
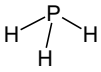
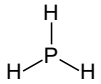
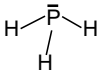
Zadanie 12. (0-1)
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Tlenek miedzi(II) to (*niebieskie, ceglasto-pomarańczowe, czarne*) ciało stałe (*rozpuszczalne / nierozpuszczalne*) w wodzie. Tlenek ten (*reaguje / nie reaguje*) z kwasem, (*reaguje / nie reaguje*) z zasadą, zatem wykazuje właściwości (*kwasowe, zasadowe, amfoteryczne*). Tlenek miedzi(II) (*jest / nie jest*) wykorzystywany do utleniania alkoholi, w wyniku czego otrzymywany jest aldehyd lub keton. Wodorotlenek miedzi(II), podobnie jak tlenek miedzi(II), wykazuje właściwości (*kwasowe, zasadowe, amfoteryczne*). Wodorotlenek miedzi(II) (*ulega / nie ulega*) rozkładowi termicznemu podczas ogrzewania.

Zadanie 13. (0-1)
Zadaniem każdej grupy uczniów było rozwiązanie zadania polegającego na uzupełnieniu poniższej tabeli:

	Wzór elektronowy	*Kształt cząsteczki*	*Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego (nazwa)*
PH_3			

Oceń rozwiązania i wskaż, która grupa uczniów poprawie wykonała zadanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D.

Odp A.	*Wzór elektronowy*	*Kształt cząsteczki*	*Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego (nazwa)*
PH_3		tetraedr	sp^2
Odp. B	*Wzór elektronowy*	*Kształt cząsteczki*	*Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego (nazwa)*
PH_3		tetraedr	sp^3
Odp. C	*Wzór elektronowy*	*Kształt cząsteczki*	*Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego (nazwa)*
PH_3		trójkąt	sp^2
Odp. D	*Wzór elektronowy*	*Kształt cząsteczki*	*Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu centralnego (nazwa)*
PH_3		piramida trygonalna	sp^3

Zadanie 14. (0-2)
Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A, B, C lub D i jej uzasadnienie 1., 2., 3. albo 4.

Przygotowano jednakowe objętości roztworów: 1 – chlorku żelaza(II) i 2 – chlorku żelaza(III) o identycznych stężeniach molowych. Dokonany przy użyciu pH-metru pomiar wartości pH wykazał, że:

A.	pH obu roztworów jest większe od 7	ponieważ	**1.**	w obu roztworach stężenie jonów OH^- jest większe od stężenia jonów H_3O^+
B.	pH obu roztworów jest mniejsze od 7		**2.**	w obu roztworach stężenie jonów H_3O^+ jest większe od stężenia jonów OH^-
C.	pH roztworu 1 jest większe od 7, a pH roztworu 2 – mniejsze od 7		**3.**	w roztworze 1 przeważają jony OH^- w stosunku do liczby jonów H_3O^+, a w roztworze 2 – odwrotnie
D.	pH roztworu 1 jest mniejsze od 7, a pH roztworu 2 – większe od 7		**4.**	w roztworze 1 przeważają jony H_3O^+ w stosunku do liczby jonów OH^- , a w roztworze 2 - odwrotnie

eprasa.pl 0a57fb5a99

Odniesienia do aktualnie obowiązującej podstawy programowej, schemat punktowania, poprawne odpowiedzi

Zadanie 1. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny - poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Uczeń: 3.2. Stosuje pojęcie elektroujemności do określania (na podstawie różnicy elektroujemności i liczby elektronów walencyjnych atomów łączących się pierwiastków) rodzaju wiązania: jonowe, kowalencyjne (atomowe), kowalencyjne spolaryzowane (atomowe spolaryzowane), koordynacyjne; 3.7. opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, wodorowe, metaliczne) na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych i organicznych.

Schemat punktowania: 1 pkt. – za poprawne wskazanie odpowiedzi w każdym nawiasie. **0 pkt.** – za poprawne wskazanie określeń w dwóch lub mniej nawiasach lub brak odpowiedzi.

Poprawna odpowiedź: Proces łączenia się cząsteczek w większe ugrupowania nazywany jest (*dysocjacją* / *solwatacją* / ***asocjacją***) i wiąże się on z tworzeniem pomiędzy cząsteczkami wiązań (***wodorowych*** / *koordynacyjnych* / *jonowych*). Opisany proces wpływa na właściwości substancji - między innymi (*zwiększa gęstość* / ***zwiększa temperaturę wrzenia*** / *zmniejsza temperaturę topnienia*). Opisywane zjawisko występuje w kryształach, gazach i przede wszystkim w cieczach oraz ich mieszaninach, m.in. w (***metanolu*** / *tetrachlorku węgla* / *saletrze potasowej*) czy (*siarczku węgla(IV)* / *tlenku węgla(IV)* / ***fluorowodorze***). Pomiędzy atomami w cząsteczce ostatniego z wymienionych związków występuje wiązanie (*kowalencyjne* / ***kowalencyjne spolaryzowane*** / *jonowe*).

Zadanie 2. (0-2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny - poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Uczeń: 3.5. rozpoznaje typ hybrydyzacji (sp, sp^2, sp^3) w prostych cząsteczkach związków nieorganicznych (…), 3.7. opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, wodorowe, metaliczne) na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych (…).

Schemat punktowania: 2 pkt. – za poprawne wskazanie dokończenia zdania i uzasadnienia. **1 pkt.** – za poprawne wskazanie dokończenia zdania z błędnym uzasadnieniem lub jego brakiem. **0 pkt**. – za odpowiedź niepełną lub błędną albo brak odpowiedzi.

Poprawna odpowiedź: A.3.

Zadanie 3. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczególne
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny, poziom rozszerzony 6. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń: 6.2. Oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego (...) 6.5. Stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w równaniach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej). 7. Metale. Uczeń: 7.7. Przewiduje produkty redukcji (...) dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasowym; bilansuje odpowiednie równania reakcji.

Schemat punktowania: 1 pkt. - za wskazanie poprawnej odpowiedzi. **0 pkt.** - za odpowiedź błędną albo brak odpowiedzi.

Poprawna odpowiedź: **B.**

Zadanie 4. (0-2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczególne
I Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny, poziom rozszerzony 6. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń: 6.4. przewiduje typowe stopnie utlenienia pierwiastków na podstawie konfiguracji elektronowej ich atomów, 7. Metale. Uczeń: 7.7. przewiduje produkty redukcji związków manganu(VII) w zależności od środowiska(...),

Schemat punktowania: 2 pkt. – za poprawne wskazanie dokończenia zdania i uzasadnienia. **1 pkt.** – za poprawne wskazanie dokończenia zdania z błędnym uzasadnieniem lub jego brakiem. **0 pkt**. – za odpowiedź niepełną lub błędną albo brak odpowiedzi.

Poprawna odpowiedź: C. 2.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Zadanie 5. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 1. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń: 1.5. Dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym, 7. Metale. Uczeń: 7.2. Pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali(...), 7.5. Przewiduje kierunek przebiegu reakcji metali z kwasami i z roztworami soli, na podstawie danych zawartych w szeregu napięciowym metali,

Schemat punktowania: 1 pkt. - za wskazanie poprawnej odpowiedzi. **0 pkt.** - za odpowiedź błędną albo brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: B

Zadanie 6. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 7. Metale. Uczeń: 7.1. opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je w oparciu o znajomość natury wiązania metalicznego, 7.7. przewiduje produkty redukcji związków manganu(VII) w zależności od środowiska a także dichromianu(VI) potasu w środowisku kwasowym; bilansuje odpowiednie równania reakcji.

Schemat punktowania: 1 pkt. – za poprawne wskazanie odpowiedzi w każdym nawiasie. **0 pkt.** – za poprawne wskazanie określeń w dwóch lub mniej nawiasach lub brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: Do garbowania skór używa się soli chromu, w których atom chromu występuje na stopniu utlenienia takim samym jak jego tlenek o właściwościach amfoterycznych, czyli na stopniu utlenienia (*II* / ***III*** / *VI*). Sole te w roztworach wodnych przyjmują zazwyczaj barwę (*niebieską* / ***szarozieloną*** / *pomarańczową*).
Jeśli podczas przygotowania chromianki, czyli mieszaniny kwasu chromowego(VI) H_2CrO_4 ze stężonym kwasem siarkowym(VI), dichromian(VI) potasu doda się do zasady sodowej zamiast do kwasu siarkowego(VI) to roztwór zmieni barwę z (***pomarańczowej*** / *żółtej* / *bezbarwnej*) na (*pomarańczową* / ***żółtą*** / *bezbarwną*).

Zadanie 7. (0-2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 7. Metale. Uczeń: 7.4. Opisuje właściwości fizyczne i chemiczne glinu; wyjaśnia, na czym polega pasywacja glinu i tłumaczy znaczenie tego zjawiska w zastosowaniu glinu w technice; planuje i wykonuje doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać, że tlenek i wodorotlenek glinu wykazują charakter amfoteryczny

Schemat punktowania: 2 pkt. – za poprawne wskazanie dokończenia zdania i uzasadnienia. **1 pkt.** – za poprawne wskazanie dokończenia zdania z błędnym uzasadnieniem lub jego brakiem. **0 pkt**. – za odpowiedź niepełną lub błędną albo brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: C. 4.

Zadanie 8. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony 8. Niemetale. Uczeń: 8.2. Pisze równania reakcji ilustrujących typowe właściwości chemiczne niemetali, w tym reakcje: tlenu z metalami (Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu) (…) 8.9. Opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 30, w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad; zapisuje odpowiednie równania reakcji; 8.12. Opisuje typowe właściwości chemiczne kwasów, w tym zachowanie wobec metali, tlenków metali, wodorotlenków i soli kwasów o mniejszej mocy;

Schemat punktowania:
A. Tlenek cynku jest (*gazem* / *cieczą* / ***ciałem stałym***) barwy białej. Tlenek ten (*rozpuszcza się* / ***nie rozpuszcza się***) w wodzie oraz (*ulega* / ***nie ulega***) jednoczesnemu w niej roztworzeniu.
1 pkt. – za wskazanie wszystkich poprawnych stwierdzeń. **0 pkt.** – za odpowiedź błędną albo brak odpowiedzi.
B. 1 pkt. – za wskazanie poprawnej odpowiedzi. **0 pkt.** – za odpowiedź błędną albo brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: 3. C.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Zadanie 9. (0-2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony 8. Niemetale. Uczeń: 8.1. Opisuje podobieństwa we właściwościach pierwiastków w grupach układu okresowego i zmienność właściwości w okresach – wskazuje położenie niemetali;

Schemat punktowania: 2 pkt. – za poprawne wskazanie dokończenia zdania i uzasadnienia. **1 pkt.** – za poprawne wskazanie dokończenia zdania z błędnym uzasadnieniem lub jego brakiem. **0 pkt**. – za odpowiedź niepełną lub błędną albo brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: A. 2.

Zadanie 10. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony 8. Niemetale. Uczeń: 8.10. klasyfikuje tlenki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny i obojętny); planuje i wykonuje doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny tlenku; IV etap edukacyjny – zakres podstawowy Uczeń: 1) bada i opisuje właściwości SiO_2; wymienia odmiany SiO_2 występujące w przyrodzie i wskazuje na ich zastosowania; 4) opisuje rodzaje skał wapiennych (wapień, marmur, kreda), ich właściwości i zastosowania;

Schemat punktowania: 1 pkt. – za poprawne wskazanie odpowiedzi w każdym nawiasie.
0 pkt. – za poprawne wskazanie określeń w dwóch lub mniej nawiasach lub brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: Węgiel występuje w kilku odmianach alotropowych, między innymi jako (*grafit i karbid* / ***diament i fulleren*** / *torf i antracyt*). Tlenki tego pierwiastka mają właściwości (*kwasowe* / *zasadowe* / ***kwasowe lub obojętne***). Szeroko rozpowszechnionym minerałem zawierającym węgiel jest (***kalcyt*** / *kwarc / korund*).

Zadanie 11. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	III etap edukacyjny: gimnazjum 7. Sole. Uczeń: 7.5. Wyjaśnia pojęcie reakcji strąceniowej; (…) na podstawie tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków wnioskuje o wyniku reakcji strąceniowej; IV etap edukacyjny - poziom rozszerzony 7. Metale. Uczeń: 7.7. Przewiduje produkty redukcji związków manganu(VII) w zależności od środowiska (…); 8. Niemetale. Uczeń: 8.7. Projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać tlen w laboratorium (np. reakcja rozkładu H_2O_2 lub $KMnO_4$);

Schemat punktowania: 1 pkt. – za poprawne wskazanie odpowiedzi w każdym nawiasie. **0 pkt.** – za poprawne wskazanie określeń w dwóch lub mniej nawiasach lub brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: Wprowadzając do roztworu soli manganu(II) zasadę potasową można zaobserwować (*zmianę barwy roztworu* / ***wytrącenie jasnego osadu*** / *odbarwienie roztworu*), a po chwili dodatkowo obserwuje się (***brunatnienie osadu*** / *mętnienie roztworu*). Po dodaniu do tej probówki w następnej kolejności kilku kropel wody utlenionej (*osad rozpuszcza się* / ***intensywnie wydziela się gaz*** / *pojawia się fioletowa barwa roztworu*).

Zadanie 12. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny - poziom rozszerzony 10. Hydroksylowe pochodne węglowodorów − alkohole i fenole. Uczeń: 10.5. opisuje działanie: CuO lub $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ na alkohole pierwszo-, drugorzędowe; 8. Niemetale. Uczeń: 8.8. zapisuje równania reakcji otrzymywania tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 30 (synteza pierwiastków z tlenem, rozkład soli np. $CaCO_3$ i wodorotlenków np. $Cu(OH)_2$); 8.9. opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków (…), w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad; 8.10. klasyfikuje tlenki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny i obojętny); planuje i wykonuje doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny tlenku;

eprasa.pl 0a57fb5a99

Schemat punktowania: 1 pkt. – za poprawne wskazanie odpowiedzi w każdym nawiasie.
0 pkt. – za poprawne wskazanie określeń w dwóch lub mniej nawiasach lub brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: Tlenek miedzi(II) to (*niebieskie, ceglasto-pomarańczowe,* ***czarne***) ciało stałe (*rozpuszczalne /* ***nierozpuszczalne***) w wodzie. Tlenek ten (***reaguje*** */ nie reaguje*) z kwasem, (***reaguje*** */ nie reaguje*) z zasadą, zatem wykazuje właściwości (*kwasowe, zasadowe,* ***amfoteryczne***). Tlenek miedzi(II) (***jest*** */ nie jest*) wykorzystywany do utleniania alkoholi w wyniku czego otrzymywany jest aldehyd lub keton. Wodorotlenek miedzi(II), podobnie jak tlenek miedzi(II), wykazuje właściwości (*kwasowe, zasadowe,* ***amfoteryczne***). Wodorotlenek miedzi(II) (***ulega*** */ nie ulega*) rozkładowi termicznemu podczas ogrzewania.

Zadanie 13. (0-1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny - poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Uczeń: 3.4. zapisuje wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów, z uwzględnieniem wiązań koordynacyjnych (…); 3.5. rozpoznaje typ hybrydyzacji (*sp, sp*^{2}*, sp*^{3}) w prostych cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych;

Schemat punktowania: 1 pkt. - za wskazanie poprawnej odpowiedzi. **0 pkt.** - za odpowiedź błędną albo brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: D

Zadanie 14. (0-2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny - poziom rozszerzony 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Uczeń: 5.8. uzasadnia (ilustrując równaniami reakcji) przyczynę (…) odczynu niektórych roztworów soli (hydroliza);

Schemat punktowania: 2 pkt. – za poprawne wskazanie dokończenia zdania i uzasadnienia. **1 pkt.** – za poprawne wskazanie dokończenia zdania z błędnym uzasadnieniem lub jego brakiem. **0 pkt**. – za odpowiedź niepełną lub błędną albo brak odpowiedzi.
Poprawna odpowiedź: B. 2.

mgr Katarzyna Gąssowska, mgr Monika Góralik, mgr Ewelina Janczy, mgr Katarzyna Olesek
absolwentki Wydziału Chemii UJ w Krakowie, 2018 – uczestniczki kursu: „Pomiar dydaktyczny"

dr Małgorzata Krzeczkowska
Wydział Chemii UJ, Kraków
malgorzata.krzeczkowska@uj.edu.pl

Torfowiska zmieniają klimat

Torfowiska, tereny podmokłe, mogą mieć różne oblicza. Występują i nad polskim wybrzeżem Bałtyku, i nad Biebrzą, i na skutej lodem Syberii, i w amazońskich lasach deszczowych, i w górzystych rejonach Papui-Nowej Gwinei. Choć zajmują 3 proc. globalnej powierzchni lądowej, to zawierają około 25 proc. światowych zasobów węgla w glebie. Ten ogromny zasób węgla nie jest tak bezpieczny, jak sądzili naukowcy.

Torfowiska magazynują duże ilości węgla w wyniku trwającego od tysiącleci procesu gromadzenia się torfu pod ziemią, w warunkach nasycenia wodą. „W związku z działalnością człowieka torfowiska zmieniają się jednak z pochłaniacza węgla - na jego emitenta. Już teraz ze zdegradowanych torfowisk wydostaje się rocznie między 0,5 a 1 gigatoną CO_2. To ogromna liczba - stanowi ok. 5-10 proc. globalnego rocznego antropogenicznego ładunku CO_2, który dostaje się do atmosfery" – mówi w rozmowie z PAP badacz torfowisk prof. Mariusz Lamentowicz z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Dla porównania emisja dwutlenku węgla przez Polskę w 2019 r. wyniosła oficjalnie ok. 0,3 gigatony.

Problemem jest jednak fakt, że torfowiska nie są ciągle uwzględniane w modelach systemowych Ziemi (Earth System Models – ESMS), a więc w modelach używanych do prognozowania przyszłych zmian klimatu. Na problem ten zwrócił uwagę w grudniu w „Nature Climate Change" interdyscyplinarny, międzynarodowy zespół 69 naukowców, w tym prof. Lamentowicz.

Jeszcze innym problemem jest topnienie - wraz z globalnym ociepleniem – pokrywającej torfowiska wieloletniej zmarzliny (np. na Syberii czy w płn. Kanadzie). W efekcie torf, który był dotąd przez dziesiątki tysięcy lat uwięziony w lodzie – jest zalewany wodą. Jeśli jest jej za dużo – torfowisko zaczyna uwalniać dużo metanu, który jest gazem cieplarnianym agresywniejszym, niż dwutlenek węgla.

Źródło: PAP – Nauka w Polsce

eprasa.pl 0a57fb5a99

Co usunięto z egzaminu maturalnego?

W roku 2021 egzamin maturalny z chemii jest przeprowadzany na podstawie wymagań egzaminacyjnych określonych w załączniku nr 2 do rozporządzenia Ministra Edukacji Nauki z dnia 16 grudnia 2020 r.3 zwanych dalej „wymaganiami egzaminacyjnymi".

Agnieszka Czub-Czech, Kamil Czech

Z wymagań maturalnych w roku 2021 r. zostały USUNIĘTE następujące zagadnienia:

III etap edukacyjny

1. **Substancje i ich właściwości. Zdający:**
- planuje doświadczenia potwierdzające ziarnistość materii,
- posługuje się symbolami (zna i stosuje do zapisywania wzorów) pierwiastków: H, O, N, Cl, S, C, P, Si, Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Al, Pb, Sn, Ag, Hg,

2. **Wewnętrzna budowa materii. Zdający:**
- zna zastosowanie izotopów,
- definiuje pojęcie jonów i opisuje, jak powstają; zapisuje elektronowo mechanizm powstawania jonów, na przykładzie Na, Mg, Al, Cl, S; opisuje powstawanie wiązania jonowego,
- porównuje właściwości związków kowalencyjnych i jonowych (stan skupienia, rozpuszczalność w wodzie, temperatury topnienia i wrzenia),
- definiuje pojęcie wartościowości jako liczby wiązań, które tworzy atom, łącząc się z atomami innych pierwiastków; odczytuje z układu okresowego wartościowość maksymalną dla pierwiastków grup: 1, 2, 13, 14, 15, 16 i 17. (względem tlenu i wodoru),
- rysuje wzór strukturalny cząsteczki związku dwupierwiastkowego (o wiązaniach kowalencyjnych) o znanych wartościowościach pierwiastków.

3. **Reakcje chemiczne. Zdający:**
- opisuje, na czym polega reakcja syntezy, analizy i wymiany; podaje przykłady różnych typów reakcji i zapisuje odpowiednie równania; wskazuje substraty i produkty; dobiera współczynniki w równaniach reakcji chemicznych; obserwuje doświadczenia ilustrujące typy reakcji i formułuje wnioski.

4. **Powietrze i inne gazy. Zdający:**
- wyjaśnia, dlaczego gazy szlachetne są bardzo mało aktywne chemicznie; wymienia ich zastosowania,
- opisuje, na czym polega powstawanie dziury ozonowej; proponuje sposoby zapobiegania jej powiększaniu,
- opisuje obieg tlenu w przyrodzie,
- opisuje rdzewienie żelaza i proponuje sposoby zabezpieczania produktów zawierających w swoim składzie żelazo przed rdzewieniem,
- wymienia zastosowania tlenków wapnia, żelaza, glinu,
- wymienia źródła, rodzaje i skutki zanieczyszczeń powietrza; planuje sposób postępowania pozwalający chronić powietrze przed zanieczyszczeniami.

5. **Woda i roztwory wodne. Zdający:**
- prowadzi obliczenia z wykorzystaniem pojęć: stężenie procentowe, masa substancji, masa rozpuszczalnika, masa roztworu, gęstość; oblicza stężenie procentowe roztworu nasyconego w danej temperaturze (z wykorzystaniem wykresu rozpuszczalności),
- proponuje sposoby racjonalnego gospodarowania wodą.

6. **Kwasy i zasady. Zdający:**
- interpretuje wartość pH w ujęciu jakościowym (odczyn kwasowy, zasadowy, obojętny); wykonuje doświadczenie, które pozwoli zbadać pH produktów występujących w życiu codziennym człowieka (żywność, środki czystości itp.),
- analizuje proces powstawania kwaśnych opadów i skutki ich działania; proponuje sposoby ograniczające ich powstawanie.

7. **Sole. Zdający:**
- wymienia zastosowania najważniejszych soli: węglanów, azotanów(V), siarczanów(VI), fosforanów(V) i chlorków.

8. **Węgiel i jego związki z wodorem. Zdający:**
- wymienia naturalne źródła węglowodorów,
- tworzy wzór ogólny szeregu homologicznego alkanów (na podstawie wzorów trzech kolejnych alkanów) i układa wzór sumaryczny alkanu o podanej liczbie atomów węgla; rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne alkanów,
- wyjaśnia zależność pomiędzy długością łańcucha węglowego a stanem skupienia alkanu,
- podaje wzory ogólne szeregów homologicznych alkenów i alkinów; podaje zasady tworzenia nazw alkenów i alkinów w oparciu o nazwy alkanów.

9. **Pochodne węglowodorów. Zdający:**
- podaje przykłady kwasów organicznych występujących w przyrodzie i wymienia ich zastosowania,
- opisuje właściwości estrów w aspekcie ich zastosowań.

IV etap edukacyjny

Poziom Podstawowy. Ogólne wymagania egzaminacyjne.

1. **Materiały i tworzywa pochodzenia naturalnego. Zdający:**
- bada i opisuje właściwości SiO_2; wymienia odmiany SiO_2 występujące w przyrodzie i wskazuje na ich zastosowania,
- opisuje proces produkcji szkła; jego rodzaje, właściwości i zastosowania,
- wymienia surowce do produkcji wyrobów ceramicznych, cementu, betonu.

eprasa.pl 0a57fb5a99

2. **Chemia środków czystości**. **Zdający:**
- opisuje proces zmydlania tłuszczów; zapisuje (słownie) przebieg tej reakcji,
- tłumaczy przyczynę eliminowania fosforanów(V) ze składu proszków (proces eutrofizacji)
- wyjaśnia na czym polega proces usuwania zanieczyszczeń za pomocą tych środków (do mycia szkła, przetykania rur, czyszczenia metali i biżuterii w aspekcie zastosowań tych produktów,
- analizuje skład kosmetyków (na podstawie etykiety kremu, balsamu, pasty do zębów itd.) i wyszukuje w dostępnych źródłach informacje na temat ich działania.

3. **Chemia wspomaga nasze zdrowie. Chemia w kuchni. Zdający:**
- wyszukuje informacje na temat działania składników popularnych leków (np. węgla aktywowanego, aspiryny, środków neutralizujących nadmiar kwasów w żołądku),
- wyszukuje informacje na temat składników napojów dnia codziennego (kawa, herbata, mleko, woda mineralna, napoje typu cola) w aspekcie ich działania na organizm ludzki.

4. **Chemia gleby. Zdający:**
- tłumaczy, na czym polegają sorpcyjne właściwości gleby; opisuje wpływ pH gleby na wzrost wybranych roślin; planuje i przeprowadza badanie kwasowości gleby oraz badanie właściwości sorpcyjnych gleby,
- podaje przykłady nawozów naturalnych i sztucznych, uzasadnia potrzebę ich stosowania,
- wymienia źródła chemicznego zanieczyszczenia gleb oraz podstawowe rodzaje zanieczyszczeń (metale ciężkie, węglowodory, pestycydy, azotany),
- proponuje sposoby ochrony gleby przed degradacją.

5. **Paliwa – obecnie i w przyszłości. Zdający:**
- proponuje alternatywne źródła energii, analizuje możliwości ich zastosowań (biopaliwa, wodór, energia słoneczna, wodna, jądrowa, geotermalne itd.).

6. **Chemia opakowań i odzieży. Zdający:**
- podaje przykłady opakowań (celulozowych, szklanych, metalowych, sztucznych) stosowanych w życiu codziennym; opisuje ich wady i zalety,
- klasyfikuje tworzywa sztuczne w zależności od ich właściwości (termoplasty i duroplasty); zapisuje równania reakcji otrzymywania PVC, wskazuje na zagrożenia związane z gazami powstającymi w wyniku spalania się PVC,
- uzasadnia potrzebę zagospodarowania odpadów pochodzących z różnych opakowań,
- projektuje doświadczenie pozwalające zidentyfikować włókna białkowe i celulozowe, sztuczne i syntetyczne.

Poziom Rozszerzony. Ogólne wymagania egzaminacyjne.

1. **Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:**
- ustala skład izotopowy pierwiastka (w % masowych) na podstawie jego masy atomowej.

2. **Struktura atomu – jądro i elektrony.**
Brak.

3. **Wiązania chemiczne. Zdający:**
- opisuje mechanizm tworzenia wiązania jonowego (np. w chlorkach i tlenkach metali)
- zapisuje wzory elektronowe cząsteczek SO_2 i SO_3.

4. **Kinetyka i statyka chemiczna.**
Brak.

5. **Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający:**
- wymienia różnice we właściwościach roztworów właściwych, koloidów i zawiesin,
- opisuje sposoby rozdzielenia roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach, cieczy w cieczach) na składniki,
- planuje doświadczenie pozwalające rozdzielić mieszaninę niejednorodną (ciał stałych w cieczach) na składniki.

6. **Reakcje utleniania i redukcji.**
Brak

7. **Metale. Zdający:**
- pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec tlenu (Fe, Cu), rozcieńczonych i stężonych roztworów kwasów utleniających (Mg, Zn, Fe).

8. **Niemetale. Zdający:**
- przedstawia i uzasadnia zmiany mocy kwasów fluorowcowodorowych,
- pisze równania reakcji ilustrujących typowe właściwości chemiczne niemetali, w tym reakcje: tlenu z metalami (Na, Fe, Cu),
- zapisuje równania reakcji otrzymywania tlenków pierwiastków o liczbach atomowych 11, od 19 do 30 oraz gazów szlachetnych, rozkładu wodorotlenków **oprócz metali o liczbach atomowych 24, 25, 26, 29 i 30. (Cr, Mn, Fe, Cu, Zn),**
- opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych 21, 22, 23, 27, 28, (Sc, Ti, V, Co, Ni), w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad (tylko tlenek glinu) zapisuje odpowiednie równania reakcji,
- ilustruje, za pomocą odpowiednich równań reakcji, utleniające właściwości kwasów, np. stężonego i rozcieńczonego roztworu kwasu azotowego(V).

9. **Węglowodory. Zdający:**
- podaje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych,
- planuje ciąg przemian pozwalających otrzymać, np. benzen z węgla i dowolnych odczynników nieorganicznych; ilustruje je równaniami reakcji.

10. **Hydroksylowe pochodne węglowodorów: alkohole i fenole. Zdający:**
- opisuje działanie: CuO lub $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ na alkohole pierwszo-, drugorzędowe,
- na podstawie obserwacji wyników doświadczenia (np. z NaOH) formułuje wniosek o sposobie odróżniania fenolu od alkoholu.

11. **Związki karbonylowe: aldehydy i ketony. Zdający:**
- pisze równania reakcji utleniania alkoholu pierwszo- i drugorzędowego np. tlenkiem miedzi(II),

eprasa.pl 0a57fb5a99

- określa rodzaj związku karbonylowego (aldehyd czy keton) na podstawie wyników próby (z odczynnikiem Tollensa i Trommera),
- porównuje metody otrzymywania, właściwości i zastosowania aldehydów i ketonów.

12. **Kwasy karboksylowe. Zdający:**
- zapisuje równania reakcji otrzymywania kwasów karboksylowych z alkoholi i aldehydów,
- projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik wykaże podobieństwo we właściwościach chemicznych kwasów nieorganicznych i kwasów karboksylowych,
- projektuje doświadczalny sposób odróżnienia nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych,
- projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że kwas octowy jest kwasem słabszym od kwasu siarkowego(VI) i mocniejszym od kwasu węglowego.

13. **Estry i tłuszcze. Zdający:**
- formułuje obserwacje i wnioski do doświadczenia (reakcja estryfikacji); zapisuje równania reakcji alkoholi z kwasami karboksylowymi (wskazuje na rolę stężonego H_2SO_4),
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- na podstawie wzoru strukturalnego aspiryny wyjaśnia, dlaczego związek ten nazywamy kwasem acetylosalicylowym,
- opisuje budowę tłuszczów stałych i ciekłych (jako estrów glicerolu i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych); ich właściwości i zastosowania,
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- projektuje i wykonuje doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że w skład oleju jadalnego wchodzą związki o charakterze nienasyconym
  (treści zawarte w III etapie edukacji)

14. **Związki organiczne zawierające azot. Zdający:**
- zapisuje równania reakcji acetamidu z wodą w środowisku kwasu siarkowego(VI) i z roztworem NaOH,
- analizuje budowę cząsteczki mocznika (m.in. brak fragmentu węglowodorowego)
- wskazuje na zastosowania mocznika (nawóz sztuczny, produkcja leków, tworzyw sztucznych)
- projektuje i wykonuje doświadczenie, którego wynik potwierdzi amfoteryczny charakter aminokwasów (np. glicyny).

15. **Białka. Zdający:**
- opisuje budowę białek (jako polimerów kondensacyjnych aminokwasów),
- opisuje strukturę drugorzędową białek (α i β) oraz wykazuje znaczenie wiązań wodorowych dla ich stabilizacji; tłumaczy znaczenie trzeciorzędowej struktury białek i wyjaśnia stabilizację tej struktury przez grupy R-, zawarte w resztach aminokwasów (wiązania jonowe, mostki disiarczkowe, wiązania wodorowe i oddziaływania van der Waalsa),
- wyjaśnia przyczynę denaturacji białek, wywołaną oddziaływaniem na nie soli metali ciężkich i wysokiej temperatury; wymienia czynniki wywołujące wysalanie białek i wyjaśnia ten proces; projektuje i wykonuje doświadczenie pozwalające wykazać wpływ różnych substancji i ogrzewania na strukturę cząsteczek białek,
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- planuje i wykonuje doświadczenie pozwalające na identyfikację białek (reakcja biuretowa i ksantoproteinowa),
  (treści zawarte w III etapie edukacji)

16. **Cukry. Zdający:**
- dokonuje podziału cukrów na proste i złożone, klasyfikuje cukry proste ze względu na grupę funkcyjną i wielkość cząsteczki,
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- wskazuje na pochodzenie cukrów prostych, zawartych np. w owocach (fotosynteza),
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- zapisuje wzory łańcuchowe: rybozy, 2-deoksyrybozy, glukozy i fruktozy i wykazuje, że cukry proste należą do polihydroksyaldehydów lub polihydroksyketonów; rysuje wzory taflowe (Hawortha) glukozy i fruktozy,
- projektuje i wykonuje doświadczenie, którego wynik potwierdzi obecność grupy aldehydowej w cząsteczce glukozy,
- opisuje właściwości glukozy i fruktozy; wskazuje na podobieństwa i różnice; planuje i wykonuje doświadczenie pozwalające na odróżnienie tych cukrów,
- wskazuje wiązanie O-glikozydowe w cząsteczce sacharozy i maltozy,
- wyjaśnia, dlaczego maltoza posiada właściwości redukujące, a sacharoza nie wykazuje właściwości redukujących,
- projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające przekształcić sacharozę w cukry proste,
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- porównuje budowę cząsteczek i właściwości skrobi i celulozy,
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- planuje i wykonuje doświadczenie pozwalające stwierdzić obecność skrobi w artykułach spożywczych,
  (treści zawarte w III etapie edukacji)
- zapisuje uproszczone równanie hydrolizy polisacharydów (skrobi i celulozy),
- zapisuje ciąg przemian pozwalających przekształcić cukry (np. glukozę w alkohol etylowy, a następnie w octan etylu); ilustruje je równaniami reakcji.

mgr Agnieszka Czub-Czech
V LO im. ks. Piotra Ściegiennego w Kielcach,
3ECHEDUKACJA
mgr Kamil Czech
III LO z Oddziałami Integracyjnymi im. Cypriana Kamila Norwida w Kielcach,
3ECHEDUKACJA

eprasa.pl 0a57fb5a99

Przeliczanie stężeń – nie takie straszne, na jakie wygląda

Wioletta Monika Dynkowska

Przeliczanie stężeń dla wielu uczniów stanowi dość duże wyzwanie, a przecież operacja ta nie jest szczególnie trudna! Dla wielu nauczycieli nie jest przy tym tajemnicą, że uczniowie nie lubią opanowywać regułek, choć znaczna ich liczba uczy się reguł na pamięć, nie potrafiąc jednak zastosować ich w praktyce. Wystarczy jednak, aby uczniowie zrozumieli definicje poszczególnych stężeń i nauczyli się przekształcać odpowiednie zależności ze zrozumieniem.

W zależności od tego, w jaki sposób przedstawiamy zawartość substancji rozpuszczonej w roztworze, używamy pojęcia stężenia procentowego lub stężenia molowego. Oczywiście istnieje jeszcze wiele innych sposobów przedstawienia zawartości danego składnika w roztworze (np. stężenie molalne [$n \cdot kg^{-1}$ rozpuszczalnika], normalne [$val \cdot dm^{-3}$], miano [$g \cdot cm^{-3}$]). Część z nich, np. stężenie normalne, ze względu na niejednoznaczną definicję równoważnika substancji, nie jest obecnie zalecane przez Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej (*International Union of Pure and Applied Chemistry*; IUPAC) i stosowane jest jedynie w specjalistycznej praktyce laboratoryjnej. Należy wspomnieć, że stężenie molalne jest obecne w rekomendacjach IUPAC (jako niezależne od temperatury), np. w aktualnej definicji pH, ale nie jest to praktykowane na wczesnych etapach nauki chemii.

Opracowanie to skierowane jest w szczególności do uczniów; nauczyciele przecież nie mają większych trudności z wykonywaniem tego typu obliczeń. W niniejszym artykule nie odkrywam przysłowiowej Ameryki przedstawiając prosty sposób na przeliczenie stężeń. Chciałam jednak zaprezentować graficzny sposób wyjaśnienia tej zależności.

Stężenie procentowe jest to procent masowy substancji (m_s) rozpuszczonej w roztworze (m_r), co jest wyrażone zależnością:

$$C_p = \frac{m_s}{m_r} \times 100 \ [\%]$$

Z kolei **stężenie molowe** jest to ilość moli (n) substancji rozpuszczonej zawartej w objętości (V_r) roztworu, co jest równoważne zapisowi:

$$C_m = \frac{n}{V_r} \ \left[\mathrm{mol \cdot dm^{-3}}\right]$$

W celu przeliczenia stężenia procentowego na molowe, a także molowego na procentowe konieczna jest znajomość dwóch istotnych charakterystyk: masy molowej substancji rozpuszczonej, dla której prowadzimy obliczenia oraz gęstości roztworu. Zależność pomiędzy masą substancji rozpuszczonej a liczbą moli tej substancji określona jest relacją:

$$m_s\,[\mathrm{g}] = n\,[\mathrm{mol}] \cdot M_{mol}\,[\mathrm{g \cdot mol^{-1}}]$$

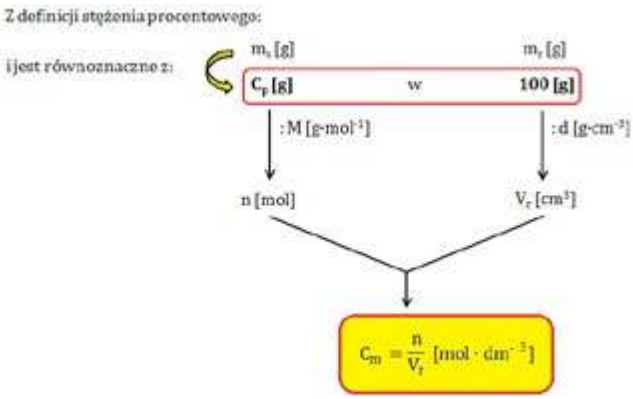
gdzie M_{mol} – jest to masa molowa substancji rozpuszczonej i dla której prowadzimy obliczenia.

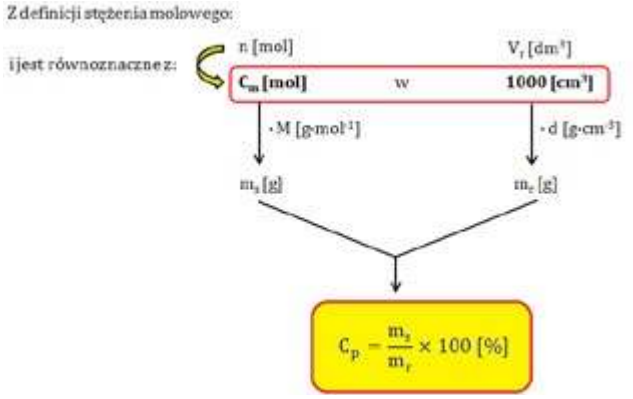
Zależność pomiędzy masą roztworu a jego objętością wynika z definicji gęstości:

$$m\,[\mathrm{g}] = V\,[\mathrm{cm^3}] \cdot d_r\,[\mathrm{g \cdot cm^{-3}}]$$

Obliczając objętość roztworu należy pamiętać o wyrażeniu tej wartości w dm^3 i dopiero wówczas obliczać stężenie molowe.

Dużym ułatwieniem dla ucznia jest przedstawienie tych zależności w postaci graficznej:





Stężenia można również przeliczać posługując się połączeniem powyższych zależności. Należy bowiem zauważyć, że - po uwzględnieniu różnic w jednostkach gęstości (g/cm^3) i objętości roztworu (dm^3) - między stężeniem molowym i procentowym zachodzi zależność:

$$\boldsymbol{C_m \cdot M_{mol} = 10 \cdot C_p \cdot d_r}$$

Na tej podstawie otrzymujemy wyrażenia:

- pozwalające na przeliczenie stężenia procentowego C_p (ilości gramów substancji zawartej w 100 g roztworu) na stężenie molowe:

eprasa.pl 0a57fb5a99

$$C_m = \frac{10 \cdot C_p \cdot d_r}{M_{mol}} \left[\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \right]$$

- pozwalające na przeliczenie stężenia molowego C_m (liczby moli substancji w 1 dm^3 roztworu) na stężenie procentowe:

$$C_p = \frac{C_m \cdot M_{mol}}{10 \cdot d_r} \left[\% \right]$$

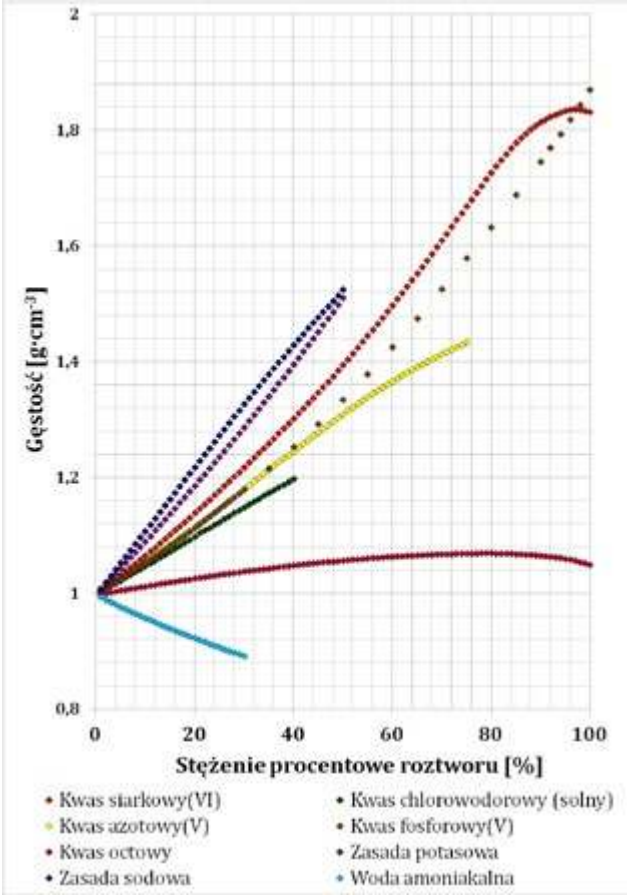
Należy położyć nacisk na to, aby uczniowie *potrafili wyprowadzić* wzór na definicję jednego stężenia z definicji drugiego z nich. Oczywiście to wielka zaleta dla ucznia mieć dobrą pamięć do wzorów, jednak podobieństwo obydwu zależności może spowodować, że odwołując się tylko do swojej pamięci uczeń je pomyli. Najlepiej więc korzystać z wyjściowych, podstawowych definicji stężeń, które dodatkowo spełniają rolę utrwalającą ścisły sposób wyrażania zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi wielkościami. Wielu dydaktyków, zwłaszcza pracujących na uczelniach, zaleca, aby przy wszelkiego rodzaju przeliczeniach stosować proporcje w celu lepszego zrozumienia zadania. Trzeba jednak pamiętać, że stosowanie proporcji jest uzasadnione tylko w odniesieniu do liniowych zależności. Przedstawioną w tym opracowaniu metodę przeliczania stężeń podaję jako jedno z możliwych rozwiązań tego problemu.

Powyższe zależności wymagają jednak pewnych komentarzy.

1) stężenia, o których mowa w niniejszym artykule, w warunkach szkolnych dotyczą roztworów wodnych. Warto zwrócić uwagę uczniów, że dla roztworów w innych niż woda rozpuszczalnikach do przeliczania stężeń potrzebne będą dane o gęstości tych roztworów, które mogą być trudniej dostępne.

2) Należy pamiętać, że wyznaczana doświadczalnie gęstość czystego rozpuszczalnika czy roztworu jest zależna od temperatury. Przeliczając stężenia powinniśmy sprawdzić, czy odczytana z literatury gęstość roztworu dotyczy tej samej temperatury, dla której podane są stężenia molowe lub procentowe. Gęstości podawane są zwykle dla temperatury 20°C, choć niektóre źródła podają gęstość roztworów w 18°C lub 25°C.

3) w nawiązaniu do komentarza 1, należy także zwrócić uwagę uczniów na to, o czym często zapominają: że gęstości rozpuszczalnika i roztworu są różne i tylko w przypadku rozcieńczonych roztworów można je uznać za praktycznie jednakowe (dla roztworów wodnych przyjmuje się wtedy zwykle zaokrągloną wartość 1 $g \cdot cm^{-3}$). Co więcej, oddziaływania między cząsteczkami rozpuszczalnika i cząsteczkami lub jonami zmieniającej swój stan substancji rozpuszczonej powodują, że objętość roztworu nie jest dokładnie sumą objętości rozpuszczalnika i substancji rozpuszczonej. Gęstość takiego roztworu nie jest nawet zależnością liniową, co ilustruje załączony wykres (rys. 3). Zakres osiągalnych praktycznie maksymalnie stężeń jest oczywiście ograniczony rozpuszczalnością substancji w danym rozpuszczalniku lub praktycznym zastosowaniem substancji o określonym stężeniu (Tabela 1).



Rysunek 3. Zależność gęstości roztworów od stężenia procentowego wybranych substancji (wg tabel zawartych w [1]).

Tabela 1. Maksymalne stężenia roztworów niektórych substancji w temperaturze 20°C.

Substancja	C_p [%]	C_m [M]*	Substancja	C_p [%]	C_m [M]
Kwas siarkowy(VI) H_2SO_4	99	18,7	Kwas octowy CH_3COOH	~100	17,5
Kwas solny HCl	40	13,1	Zasada potasowa KOH	50	13,5
Kwas azotowy(V) HNO_3	75	17,1	Zasada sodowa NaOH	50	19,1
Kwas fosforowy(V) H_3PO_4	~100	19,1	Woda amoniakalna NH_3**	30	15,7

Objaśnienia: * – stężenie molowe C_m $mol \cdot dm^{-3}$ (jednostka jest często oznaczana w literaturze literą M); ** – w literaturze można spotkać także zapis: NH_4OH (nierealistyczny chemicznie) lub $NH_3 \cdot H_2O$.

LITERATURA:

[1] Galus, Z. (red.) Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.
[2] Pazdro, K. M., Rola-Noworyta, A. Chemia. Repetytorium dla przyszłych maturzystów i studentów. Oficyna Edukacyjna * Krzysztof Pazdro, Warszawa 2020.
[3] Pazdro, K. M., Rola-Noworyta, A. Zbiór zadań z chemii do liceów i techników. Zakres rozszerzony. Oficyna Edukacyjna * Krzysztof Pazdro, Warszawa 2019.
[4] Szmal, Z. S., Lipiec, T. Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Alternatywny sposób prowadzenia obliczeń termochemicznych

Obliczenia termochemiczne opierające się na prawie Hessa często sprawiają uczniom wiele problemów. W przeciwieństwie do zadań z innych działów („Obliczenia stechiometryczne", „Chemia roztworów wodnych", „Roztwory", itp.) obliczenia te wykonywane są zdecydowanie rzadziej.

Istnieje wiele pozycji literaturowych wyjaśniających sposób rozwiązywania zadania w kierunku obliczenia efektu energetycznego reakcji. Nie wszystkie jednak znajdują uznanie w oczach uczniów.

Chciałabym zaprezentować alternatywną metodę obliczeń, która wiele lat temu została mi przekazana na lekcjach chemii prowadzonych przez jednego z najwybitniejszych nauczycieli chemii I Liceum Ogólnokształcącego „Collegium Gostomianum" w Sandomierzu, dr Barbarę Tęgiewicz.

Metoda ta opiera się na niekonwencjonalnym, acz skutecznym i łatwym do zrozumienia sposobie zapisu reakcji o znanym efekcie cieplnym. Bilans substratów i produktów przeprowadzany jest metodą matematyczną, a wartość ΔH stanowi suma zapisu algebraicznego wynikającego z kolejnych reakcji.

Kluczem do rozwiązania jest Tabela 1.

W jaki sposób wypełniać tabelę?

Kolejno poszukujemy substratów i produktów reakcji głównej w podanych niżej reakcjach ze znanym efektem cieplnym. Do bilansu masy stosujemy współczynniki liczbowe, które zapisujemy w ostatniej kolumnie. Jeżeli substrat reakcji głównej znajduje się po stronie produktów w reakcjach dodatkowych (analogicznie: produkt reakcji głównej po stronie substratów w reakcjach dodatkowych), wówczas stosujemy znak ujemny. Na koniec dodajemy wszystkie substancje użyte w reakcjach dodatkowych, stosując redukcję wyrazów podobnych. Zastosowanie ostatniej operacji ma na celu sprawdzenie, czy żaden czynnik potrzebny do rozwiązania zadania nie został pominięty.

Efekt cieplny wyrażamy następującym wyrażeniem:

$$\Delta H = a_1 \times R_1 + \ldots + a_n \times R_3 \text{ [kJ]}$$

gdzie:

R_1, … R_n – kolejne reakcje dodatkowe użyte do przeprowadzenia bilansu energetycznego reakcji głównej,

a_1, … a_n – kolejne współczynniki wynikające z zastosowania bilansu masowego reakcji dodatkowych względem reakcji głównej.

Zamieszczone poniżej przykłady powinny rozwiać wątpliwości odnośnie do wypełniania tabeli i następnie obliczenia wartości ΔH.

Tabela 1

SUBSTRATY		PRODUKTY	
Reakcja główna:			
substrat 1 (S_1)+ … + substrat n (S_n)		produkt 1 (P_1) + … + produkt n (P_n)	
Nr reakcji	**Wykorzystanie reakcji termochemicznych (dodatkowych):**		**Współczynniki wykorzystania reakcji**
R_1	$a_1 \times s_{1(R1)} + \ldots + a_1 \times s_{n(R1)}$	$a_1 \times p_{1(R1)} + \ldots + a_1 \times p_{n(R1)}$	a_1
Wynik $a_1 \times R_1$			
…			…
R_n	$a_n \times s_{1(Rn)} + \ldots + a_n \times s_{n(Rn)}$	$a_n \times p_{1(Rn)} + \ldots + a_n \times p_{n(Rn)}$	a_n
Wynik $a_n \times R_n$			
Suma algebraiczna substratów pochodzących z reakcji pomocniczych R z uwzględnieniem współczynników a		Suma algebraiczna produktów pochodzących z reakcji pomocniczych R z uwzględnieniem współczynników a	

Tabela 2

SUBSTRATY		PRODUKTY	
Reakcja główna:			
$Fe_2O_{3\,(s)} + 3\,Mg_{(s)}$		$2\,Fe_{(s)} + 3\,MgO_{(s)}$	
Nr reakcji	**Wykorzystanie reakcji termochemicznych (dodatkowych):**		**Współczynniki wykorzystania reakcji**
R_1	$(-0{,}5)\times 4\,Fe_{(s)} + (-0{,}5)\times 3\,O_{2\,(g)}$	$(-0{,}5)\times 2\,Fe_2O_{3\,(s)}$	-0,5
	$-2\,Fe_{(s)} - 1{,}5\,O_{2\,(g)}$	$-Fe_2O_{3\,(s)}$	
R_2	$3\times Mg_{(s)} + 3\times ½\,O_{2\,(g)}$	$3\times MgO_{(s)}$	3
	$3\,Mg_{(s)} + 1{,}5\,O_{2\,(g)}$	$3\,MgO_{(s)}$	
$-2\,Fe_{(s)} - 1{,}5\,O_{2\,(g)} + 3\,Mg_{(s)} + 1{,}5\,O_{2\,(g)}$		$-Fe_2O_{3\,(s)} + 3\,MgO_{(s)}$	

eprasa.pl 0a57fb5a99

Tabela 3

SUBSTRATY		PRODUKTY	
Reakcja główna:			
$CuO_{(s)} + H_{2(g)}$		$Cu_{(s)} + H_2O_{(c)}$	
Nr reakcji	**Wykorzystanie reakcji termochemicznych (dodatkowych):**		**Współczynniki wykorzystania reakcji**
R_1	$(-0,5)\times 2\ Cu_{(s)} + (-0,5)\times O_{2(g)}$	$(-0,5)\times 2\ CuO_{(s)}$	-0,5
	$-Cu_{(s)} - 0,5\ O_{2(g)}$	$-CuO_{(s)}$	
R_2	$0,5\times 2\ H_{2(g)} + 0,5\times O_{2(g)}$	$0,5\times 2\ H_2O_{(g)}$	0,5
	$H_{2(g)} + 0,5\ O_{2(g)}$	$H_2O_{(g)}$	
R_3	$(-1)\times H_2O_{(c)}$	$(-1)\times H_2O_{(g)}$	-1
	$-H_2O_{(c)}$	$-H_2O_{(g)}$	
$-Cu_{(s)} - 0,5\ O_{2(g)} + H_{2(g)} + 0,5\ O_{2(g)} - H_2O_{(c)}$		$-CuO_{(s)} + H_2O_{(g)} - H_2O_{(g)}$	

Przykład.1*.
Oblicz entalpię reakcji:

$$Fe_2O_{3(s)} + 3\ Mg_{(s)} \rightarrow 2\ Fe_{(s)} + 3\ MgO_{(s)}$$

na podstawie danych:

R_1: $4\ Fe_{(s)} + 3\ O_{2(g)} \rightarrow 2\ Fe_2O_{3(s)}$; $\Delta H_1 = -1644$ kJ
R_2: $Mg_{(s)} + 0,5\ O_{2(g)} \rightarrow MgO_{(s)}$; $\Delta H_2 = -602$ kJ

Rozwiązanie:
Sporządzamy tabelę (Tabela 2).
Efekt cieplny wyrażamy następująco:

$$\Delta H = (-0,5)\ R_1 + 3\ R_2$$
$$= (-0,5)\times(-1644)\ \text{kJ} + 3\times(-602)\ \text{kJ} = -984\ \text{kJ}$$

* – zadanie nr 4.206 z [2] ** – zadanie nr 4.216 z [2]

Przykład 2**
Oblicz entalpię reakcji:

$$CuO_{(s)} + H_{2(g)} \rightarrow Cu_{(s)} + H_2O_{(c)}$$

na podstawie danych:

R_1: $2\ Cu_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ CuO_{(s)}$; $\Delta H_1 = -310$ kJ
R_2: $2\ H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ H_2O_{(g)}$; $\Delta H_2 = -484$ kJ
R_3: $H_2O_{(c)} \rightarrow H_2O_{(g)}$; $\Delta H_3 = 44$ kJ

Rozwiązanie:
Sporządzamy tabelę (Tabela 3).
Efekt cieplny wyrażamy następująco:

$$\Delta H = (-0,5)\ R_1 + 0,5\ R_2 + (-1)\ R_3$$
$$= (-0,5)\times(-310)\ \text{kJ} + 0,5\times(-484)\ \text{kJ} + (-1)\times 44\ \text{kJ}$$
$$= -131\ \text{kJ}$$

LITERATURA:

[1] Pazdro, K. M., Rola-Noworyta, A. Chemia. Repetytorium dla przyszłych maturzystów i studentów. Oficyna Edukacyjna * Krzysztof Pazdro, Warszawa 2020.
[2] Pazdro, K. M., Rola-Noworyta, A. Zbiór zadań z chemii do liceów i techników. Zakres rozszerzony. Oficyna Edukacyjna * Krzysztof Pazdro, Warszawa 2019.
[3] (praca zbiorowa) Chemia. Rozszerzenie. Wyd.III. Repetytorium matura. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 2014.

Dr Wioletta Monika Dynkowska
Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB w Radzikowie

I. PRENUMERATĘ NA ROK 2021 MOŻNA ZAMÓWIĆ BEZPOŚREDNIO U WYDAWCY
■ **Przez internet:** zakładka *Prenumerata 2021* na stronie www.aspress.com.pl i wypełniając formularz zamówienia na podstronie prenumeraty
■ **e-mailem:** szewczyk24@gmail.com ■ **telefonicznie:** 606 201 244 ■ **listownie:** Agencja AS Józef Szewczyk, ul. Warchałowskiego 2/58, 02-776 Warszawa

Prenumerata 2021

Cena prenumeraty w 2021 roku

Tytuł	Liczba wydań (I i II półrocze)	Cena egzemplarzowa	Cena prenumeraty rocznej	Cena prenumeraty w II półroczu
Dwumiesięczniki				
Chemia w Szkole	6 (3+3)	30,00	180,00	90,00
Geografia w Szkole	6 (3+3)	30,00	180,00	90,00
Fizyka w Szkole z Astronomią	6 (3+3)	30,00	180,00	90,00
Wiadomości Historyczne z WOS	6 (3+3)	30,00	180,00	90,00

Zamów prenumeratę przez Internet
www.aspress.com.pl/prenumerata-2021/

II. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ FIRMY KOLPORTERSKIE:
1. **RUCH – zamówienia na prenumeratę w wersji papierowej i na e-wydania można składać bezpośrednio na stronie** www.prenumerata.ruch.com.pl. Ewentualne pytania prosimy kierować na adres e-mail: prenumerata@ruch.com.pl lub kontaktując się z Centrum Obsługi Klienta „RUCH" pod numerami: 22 693 70 00 lub 801 800 803 – czynne w dni robocze w godzinach 7.00–17.00. Koszt połączenia wg taryfy operatora.
2. **GARMOND PRESS** – tel. 22 836 69 21 prenumerata.warszawa@garmondpress.pl.
3. **KOLPORTER S.A.** – prenumeratę instytucjonalną można zamawiać w oddziałach firmy. Informacje: www.kolporter.com.pl.
4. **POCZTA POLSKA** – zamówienia we wszystkich urzędach pocztowych lub u listonoszy, drogą elektroniczną: www.poczta-polska.pl. Infolinia w godz. 8.00–22.00: 801 333 444 (dla telefonów stacjonarnych) i 801 333 444 (dla telefonów komórkowych i z zagranicy).

III. NUMERY ARCHIWALNE DRUKOWANE dostępne są w ograniczonym zakresie. Przed złożeniem zamówienia prosimy o kontakt pod adresem: szewczyk24@gmail.com.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Chemistry in English

Fermentation under controlled conditions, or how is beer made?

Anna-Maria Tryba

As the number of breweries has steadily risen over the last decades, drinkers have ability to not only taste a dizzying array of styles of beers but also see first-hand where the beer is made and how it is produced.

But before we turn to the description of the formation of beer, let us first as chemists deal precisely with the phenomenon of fermentation.

Fermentation is a process of energy production in a cell under anaerobic conditions. It is a type of anaerobic respiration with no external electron acceptor. However, fermentation doesn't necessarily have to be carried out in an anerobic environment. For example, even in the presence of abundant oxygen, yeast cells greatly prefer fermentation to oxidative phosphorylation, as long as sugars are readily available for consumption.

Sugars are the most popular substrates of fermentation and typical examples of fermentation products are: ethanol, lactic acid and hydrogen. Yeast efficiently carries out fermentation in the production of ethanol in beers, wines or other alcoholic drinks, along with the production of large quantities of carbon dioxide.

The reaction

The reaction of fermentation differs according to the sugar being used and the product obtained. Below the sugar is glucose, the simples sugar, and the product is ethanol. This is one of the fermentation reactions carried out by yeast, used in food production.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{-2\,ATP} 2\,C_2H_5OH + 2CO_2$$

(energy released: 118 kJ/mol)

Currently, we are very lucky because everyone can see the beer making process in the brewery with their own eyes or at least watching some movies on Youtube. Most breweries offer now tours. Some breweries approach tours in a perfunctory way, but others prepare a performance showing their stainless steel fermentation vessel and raw ingredients. A good brewery employs energetic, passionate and knowledgeable tour guides who bring fun and education to the process.

The "life cycle" of beer

A brew day begins with getting the ingredients ready. Firstly grains are taken and, depending on the recipe or intended beer style, a variety of malt can be used. Larger breweries will have a grain tower attached to the brewery for storage, but most breweries store grain in sacks on shelves until they are ready to be used.

Whole grains are put through a gristmill that crushes and opens the kernels. From there, it is transported to the mash tun where it is mixed with hot water. During this process simple sugars in the grain are released, which will later help create alcohol.

The result is a substance called mash. The sugary liquid, now known as wort, is drained from the mash tun and transferred into a brew kettle. While in the brew kettle, the wort is brought to a boil, with a standard time for many beers around 90 minutes, although some go for longer and others shorter. Usually during this process hops are added at different intervals to extract aroma, flavor and bitterness. Different recipes dictate when hops are added, affecting the final result.

When the boil is completed the wort can be transferred into different directions. In most cases, it's transferred through a heat exchanger that helps to rapidly cool the liquid before it is pumped into a fermentation vessel where yeast will be added. In other cases, the hot wort can be transferred to a coolship. This is a shallow tub that allows the liquid to be exposed to the open air. As the wort cools in this vessel, it reacts with ambient yeast that starts the brewing process. After about a day the beer is transferred to

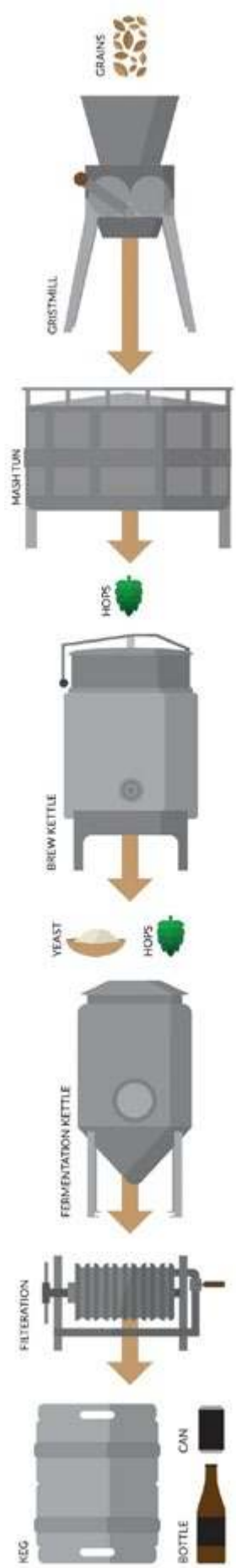


Fig. 1. Diagram of the subsequent stages of beer production. https://www.winemag.com

eprasa.pl 0a57fb5a99

another vessel, like a barrel or stainless steel fermentation vessel.

Yeast is added to the fermentation vessels to begin the process of converting the sugars of the wort into alcohol, with the simultaneous release of CO_2 (cf. chemical reaction). There are many different yeast strains that can impart a wide variety of flavors and aromas. Certain beer styles also rely on a specific type of yeast to achieve a desired result. It is also during the fermentation process that some brewers will dry hop adding hops to the cooled wort in the vessel to impart a more vivid and juicy hop profile without the impression of bitterness.

When fermentation is completed, many beers are filtered or run through a centrifuge to remove any particulates. Some may also be transferred to tanks, to allow more time for maturation.

In order to create some extra fizz, the beer, before it is packaged, receives a dose of additional CO_2. Beer then can be packaged in cans or bottles. Some brewers will add a small amount of yeast to a bottle before it is filled, to allow for some conditioning, secondary fermentation, during which the yeast will slowly consume any residual sugars and in this way the beer attains its final properties in the bottle.

Beer is usually best when consumed fresh. When a brewery releases a beer to the public, it is it is usually believed that it is at its peak quality. Still, beers can be stored in cellars for some time and in this way evolve with age.

Mgr inż. Anna-Maria Tryba
Doktorantka Wydziału Materiałoznawstwa i Ceramiki AGH

Glossary:

ability – zdolność
anaerobic conditions – beztlenowe warunki
approach – podejście
brewery – browar
carbon dioxide – dwutlenek węgla
carry out – przeprowadzić
cellar – piwnica
centrifuge – odwirować
dizzying array of styles – oszałamiający wachlarz stylów
drained – osuszony, odsączony
fizz – syczeć
grain – ziarno, zboże
gristmill – młyn wodny
hop – chmiel
impart – dodawać
indication – wskazanie
ingredient – składnik
kernel – jądro/ tutaj: ziarno zboża
knowledgeable – znający się na rzeczy
malt – słód
maturation – dojrzewanie
particulates – cząstki stałe, pył
perfunctory way – powierzchowny sposób
phenomenon – zjawisko
put through – doprowadzić do skutku/przepuścić przez
recipe – przepis
shallow tub – płytka wanna
strain – tu: odcedzić
quantity – ilość
wort – brzeczka
yeast – drożdże
vessel – naczynie

Bibliografia:

[1] https://www.winemag.com
[2] Monika Korpak- *From Alchemy to a Nanotechnology*- Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

Nowy sposób uzyskiwania diamentów

Większość naturalnych diamentów powstaje w płaszczu Ziemi na głębokości co najmniej 150 kilometrów, gdzie panują temperatury przekraczające 1500 stopni Celsjusza i niezwykle wysokie ciśnienie rzędu kilku gigapaskali – ponad 10 000 razy większe niż w dobrze napompowanej oponie rowerowej. Istnieją różne teorie dotyczące dokładnych mechanizmów odpowiedzialnych za ich powstawanie. Materiałem wyjściowym są wytopy bogate w węglany, tj. związki magnezu, wapnia lub krzemu, które są bogate zarówno w tlen, jak i węgiel.

Ponieważ procesy elektrochemiczne zachodzą w płaszczu Ziemi, a istniejące tam stopione minerały i płyny mogą mieć wysokie przewodnictwo elektryczne, naukowcy pod kierunkiem Jurija Palianowa z Instytutu Geologii i Mineralogii im. VS Sobolewa w Rosyjskiej Akademii Nauk Nowosybirsk opracowali model tworzenia diamentów, w którym centralną rolę odgrywają silnie zlokalizowane pola elektryczne. Zgodnie z tą koncepcją, przyłożenie mniej niż jednego wolta – napięcia niższego niż to, które zapewnia większość baterii domowych – dostarcza elektronów, które wyzwalają proces chemicznej przemiany. Te dostępne elektrony umożliwiają niektórym związkom węgla i tlenu w węglanach przekształcenie się w CO_2 w wyniku szeregu reakcji chemicznych, które ostatecznie prowadzą do czystego węgla w postaci diamentu.

Aby przetestować swoją teorię, rosyjski zespół badawczy opracował wyrafinowany obiekt eksperymentalny: platynową kapsułę wielkości milimetra otoczono systemem grzewczym, który z kolei został umieszczony w aparacie wysokociśnieniowym potrzebnym do wytworzenia ogromnego ciśnienia dochodzącego do 7,5 gigapaskala. Malutkie, starannie wykonane elektrody prowadziły do kapsuły wypełnionej proszkami węglanowymi lub węglanowo-krzemianowymi. Liczne eksperymenty przeprowadzono w temperaturach od 1300 do 1600°C, z których niektóre trwały nawet 40 godzin.

Zgodnie z przewidywaniami w ciągu kilku godzin maleńkie diamenty urosły w pobliżu elektrody ujemnej, ale stało się to tylko wtedy, gdy przyłożono niewielkie napięcie; wystarczyło już pół wolta.

Nowo powstałe kryształy osiągały średnicę do 200 mikrometrów, czyli jednej piątej milimetra, a więc były mniejsze od typowego ziarenka piasku.

Ponadto, zgodnie z oczekiwaniami, stwierdzono, że w doświadczeniach prowadzonych przy niższych ciśnieniach tworzy się inny grafit mineralny o czystym węglu. Kolejny dowód nowego mechanizmu pojawił się, gdy badacz odwrócił polaryzację napięcia – na drugiej elektrodzie wyrosły diamenty, dokładnie tak, jak oczekiwano. Bez zasilania z zewnątrz kapsuły nie tworzył się ani grafit, anidiamenty. W sąsiedztwie diamentów znaleziono również inne minerały związane zgłębokim płaszczem Ziemi.

Źródło – https://www.sciencedaily.com/releases/2021/01/210121131726.htm

eprasa.pl 0a57fb5a99

Błędne ognie – barwne płomienie

Marek Ples

Tajemnicze zjawisko

Odkrywanie i poznawanie praw rządzących naszym światem jest dla naukowca – a także, w mniej lub bardziej świadomy sposób dla każdego – czymś bardzo ważnym, wręcz treścią życia. Z tego powodu można, moim zdaniem, utożsamić piękno rzeczywistości z jej tajemniczością, ponieważ dzięki temu możemy wątpić, poszukiwać, badać i doświadczać nowych zjawisk. W tym aspekcie uświadomienie sobie tego, jak mało wiemy (a więc jak dużo możemy się jeszcze dowiedzieć) może być połączone z pozytywnymi przeżyciami natury duchowej i emocjonalnej, ale także daje powód, by angażować się w naukę.

Jednym z ciągle nieco tajemniczych zjawisk jest powstawanie tak zwanych błędnych ogni, które zyskało potencjał mitotwórczy.

Błędne ognie to zjawisko znane badaczom folkloru na całym świecie. Fenomen ten występuje pod wieloma lokalnymi nazwami: japońskie *Onibi*, anglosaski *will-o'-the-wisp* i węgierski *Lidérc* to tylko niektóre z manifestacji tego fenomenu. Najprawdopodobniej właśnie takie zjawisko w swojej autobiografii opisał sam Goethe:

> „Naraz, w zagłębieniu terenu na prawo od drogi zauważyłem coś jakby pięknie oświetlony amfiteatr. W przestrzeni o kształcie lejka można było zobaczyć nieprzeliczone mrowie małych światełek migocących i falujących, a świeciły tak jasno, że raziły oko. Widok komplikowało dodatkowo to, że nie pozostawały one w jednym miejscu, ale skakały to tu, to tam, z góry na dół i odwrotnie, w każdym kierunku. Większa ich część jednakże pozostawała w miejscu, migocąc tylko. Jedynie z najwyższą niechęcią dałem się oderwać od tego spektaklu, któremu chciałem się przyjrzeć dokładniej."
>
> J. W. von Goethe: *Dichtung und Wahrheit*, t. 2, księga VI, tłum: własne

Błędne ognie według podań najczęściej miały się pojawiać w nocy, jako odległe światełka migoczące tuż nad powierzchnią gruntu. Najczęściej występowały na obszarach bagiennych, nad wodą lub w górach. Miały zwodzić wędrujących nocą ludzi. Słowianie wierzyli, że ognikami stawały się po śmierci dusze ludzi okrutnych, obojętnych na krzywdę ludzką, złych i nieuczciwych. Poprzez zwodzenie ludzi odpokutowywały one za krzywdy wyrządzone innym za życia [1] [2].

Dzisiaj zjawisko powstawania ogników na bagnach tłumaczy się występowaniem samozapłonu fosforowodoru PH_3 (w mieszaninie z pewnymi palnymi gazami, np. metanem CH_4) lub innych gazów powstających przy rozkładzie materiałów organicznych [3].

Prawdziwe błędne ognie – oczywiście jeśli naprawdę istnieją – pozostawmy folklorystom i innym naukowcom. Jako eksperymentatorzy stwórzmy w laboratorium swoje własne błędne ogniki, które mimo innego mechanizmu powstawania będą napawały nasze oczy pięknem, a jednocześnie pozwolą zachęcić innych do nauki tej wspaniałej dziedziny, jaką jest chemia.

Potrzebne substancje

Do przeprowadzenia doświadczenia potrzebujemy substancji z poniższej listy:

- kwas solny HCl_{aq} (stężony),
- chlorek miedzi $CuCl_2$,
- glin Al (folia aluminiowa).

Szczęśliwie dla nas, wszystkie materiały są stosunkowo łatwo dostępne (Fot. 1).

Kwas solny HCl_{aq} jest silnie żrący i może wywołać ciężkie poparzenia skóry. Ulatniający się z niego gazowy chlorowodór HCl ma działanie drażniące, a w większych stężeniach jest trujący.

Dihydrat chlorku miedzi(II) $CuCl_2{\bullet}2H_2O$ ma postać szmaragdowozielonych kryształów (Fot. 2). W tej formie występuje jako rzadki minerał eriochalcyt [4]. Otrzymać go można poprzez roztworzenie węglanu miedzi(II) $CuCO_3$ w kwasie chlorowodorowym.

Chlorek miedzi(II), podobnie jak inne sole metali ciężkich, może wykazywać działanie szkodliwe i rakotwórcze. W doświadczeniu można wykorzystać także inne związki miedzi, ale chlorek zapewnia lepsze wyniki niż większość z nich.

Ostatnią potrzebną substancją jest glin w formie tzw. spożywczej folii aluminiowej. Trzeba uformować z niej

Fot. 1 – Potrzebne substancje

eprasa.pl 0a57fb5a99

niewielkie, dosyć mocno ugniecione kulki o średnicy około 0,5 cm – rozmiar trzeba dobrać doświadczalnie, ponieważ efekt w pewnym stopniu zależy od tego parametru (Fot. 3).

Mając już wszystkie potrzebne substancje, możemy przystąpić do właściwego pokazu.

Pokaz!

Przystępując do pokazu, musimy do stosunkowo dużej zlewki wlać ostrożnie kilkanaście centymetrów sześciennych stężonego kwasu solnego, po czym rozpuścić w nim kilka niewielkich kryształów chlorku miedzi. Uzyskany w ten sposób roztwór ma intensywnie zielony kolor. Zlewkę należy umieścić w większym naczyniu z wodą (Fot. 4). Powinien być to na przykład krystalizator lub większa zlewka – szalka Petriego pozuje jedynie do zdjęcia dla większej przejrzystości.

Łaźnia wodna ma na celu chłodzenie układu reakcyjnego, ponieważ reakcja jest silnie egzotermiczna.

Doświadczenie jest szalenie efektowne, ale może także być niebezpieczne. Bardzo ważne jest, aby stosować odpowiednie środki bezpieczeństwa. Absolutnie koniecznie trzeba używać okularów ochronnych (Fot. 5). Między układem reakcyjnym a widownią powinna się znaleźć przejrzysta przegroda, najlepiej z odpowiedniego tworzywa sztucznego. Prezentujący doświadczenie eksperymentator musi oczywiście używać także pozostałych podstawowych środków ochrony osobistej, tj. rękawic i fartucha.

Chcąc uruchomić reakcję, do roztworu wrzucamy jedną lub dwie kulki z folii aluminiowej. Po chwili zauważamy wyraźny efekt; glin ulega roztworzeniu, roztwór się silnie rozgrzewa i pieni. Ostrożnie zapalamy powstający gaz. Dochodzi do zapłonu, a nad roztworem powstają nieregularne, ciągle poruszające się płomienie o pięknej, niebieskiej barwie (Fot. 6).

Doświadczenie można powtarzać kilkukrotnie, uzupełniając roztwarzany glin. Jednocześnie nie należy jednak wrzucać więcej niż jednej czy dwóch kulek z folii.

Wyjaśnienie

Podczas reakcji glinu z kwasem solnym uwalniają się duże ilości gazowego wodoru w myśl równania reakcji:

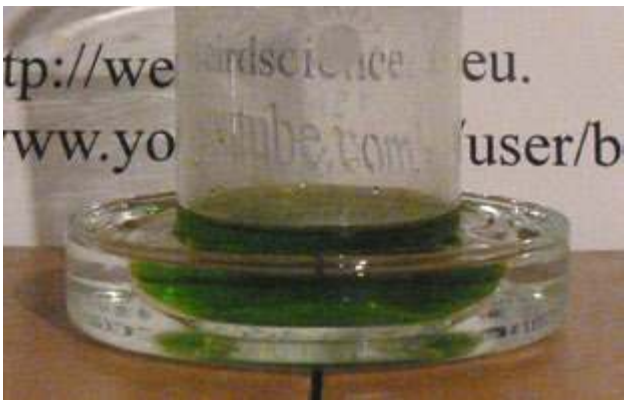
$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

Po zapaleniu wodór spala się w tlenie atmosferycznym. Związki miedzi takie jak $CuCl_2$ w podwyższonej temperaturze płomienia stosunkowo łatwo dysocjują – w tych warunkach miedź odpowiada za charakterystyczny niebiesko-zielony kolor płomienia. Lekka kulka aluminiowa w czasie reakcji gwałtownie miota się po powierzchni roztworu napędzana uwalniającym się gazem, dzięki czemu płomienie mają nieprzewidywalny kształt.

Wiemy, że także inne metale barwią płomień na charakterystyczne kolory, np. sód Na na żółto, wapń Ca na ceglastoczerwony, bar Ba na jasnozielony itd. Dlatego możemy wytworzyć ogniki także o innych barwach.

Fot. 2 – Kryształy dihydratu chlorku miedzi(II)

Fot. 3 – Folia aluminiowa zmięta w kulki



Fot. 4 – Gotowy roztwór w naczyniu

Fot. 5 – Okulary i pozostałe środki ochrony osobistej są konieczne

eprasa.pl 0a57fb5a99

Fot. 6 – Ogniki

Fot. 7 – Ogniki

Fot. 7 przedstawia doświadczenie, w którym sól miedzi zastąpiono chlorkiem rubidu RbCl. W ten sposób możemy uzyskać ogniki fioletowo-różowe.

Istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że w czasie pokazu zostanie wytworzona mieszanina piorunująca, tj. mieszanina gazowego wodoru i tlenu w takim samym stosunku jak w cząsteczce wody. Jest ona silnie wybuchowa i w takim przypadku naczynie reakcyjne może zostać rozerwane eksplozją, a żrąca mieszanina kwasu rozrzucona wokół. Należy brać to niebezpieczeństwo zawsze pod uwagę.

Doświadczenie w bardzo atrakcyjny sposób przybliża tematy związane z tak zwaną analizą płomieniową [5].

Mgr Marek Ples
marek.ples@o2.pl
www.weirdscience.eu
Katedra Biomechatroniki
Wydział Inżynierii Biomedycznej
Politechnika Śląska

Wszystkie fotografie zostały wykonane przez autora.

Literatura:

[1] Podgórska B., Podgórski A., *Wielka księga demonów polskich*, Wydawnictwo KOS, Katowice, 2005
[2] Ogrodowska B., *Zwyczaje, obrzędy i tradycje w Polsce*, Wydawnictwo Verbinum, Warszawa, 2001
[3] Fluck E., *The chemistry of phosphine*, w: *Inorganic Chemistry*, t. 35/1, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 1973, str. 1-64
[4] Eriochalcite, w serwisie: https://www.mindat.org/, dostępne online: https://www.mindat.org/min-1398.html [dostęp: 28.12.2020]
[5] Sanger M. J., Phelps A. J., Banks C., *Simple Flame Test Techniques Using Cotton Swabs*, Journal of Chemical Education 81 (7), 2004, str. 969

W następnym wydaniu polecamy m.in.:

- Szczepionki mRNA
- Przykładowy arkusz maturalny z zakresu rozszerzonego
- Zadania z II etapu 67. Krajowej Olimpiady Chemicznej

eprasa.pl 0a57fb5a99

Klimatyczne ABC

Z inicjatywy naukowców pracujących na Uniwersytecie Warszawskim i związanych z zespołem UW dla Klimatu powstał podręcznik „Klimatyczne ABC". Autorami są także badacze z innych ośrodków akademickich. Wspólne kompendium podstawowych zagadnień stworzyło 16 ekspertów reprezentujących różne dziedziny wiedzy, takie jak fizyka, chemia, biologia, ekologia, ekonomia, psychologia oraz inżynieria. Jest to zatem podręcznik interdyscyplinarny, tak jak samo zagadnienie zmiany klimatu.

Wszyscy autorzy niniejszego podręcznika są naukowcami. Wszyscy są też pracownikami polskich uczelni i ośrodków badawczych, Uniwersytetu Warszawskiego, ale także Politechniki Warszawskiej, Polskiej Akademii Nauk, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Adresatami podręcznika są studenci uczelni, zainteresowani podstawami wiedzy o zmianie klimatu, niezależnie od kierunku studiów oraz starsi uczniowie i nauczyciele. Poszczególne tematy „Klimatycznego ABC" łączą się z takimi obszarami wiedzy szkolnej jak: fizyka, chemia, biologia z ekologią, geografia i wiedza o społeczeństwie.

Podręcznik „Klimatyczne ABC" towarzyszy też kursowi internetowemu pod tą samą nazwą oferowanemu przez Uniwersytet Warszawski.

Redakcja naukowa: Magdalena Budziszewska, Aleksandra Kardaś, Zbigniew Bohdanowicz

Autorzy: Zbigniew Bohdanowicz, dr Magdalena Budziszewska, dr inż. Paweł Gajda, dr hab. Marek Giergiczny, dr Jakub Jędrak, dr Aleksandra Kardaś, dr hab. Wiktor Kotowski, prof. UW, dr hab. Beata Łopaciuk-Gonarczyk, prof. dr hab. Szymon Malinowski, dr hab. Andrzej Mikulski, dr Barbara Pietrzak, mgr inż. A dam Rajewski, dr Aleksandra Świderska, dr Adrian Wójcik, dr Jan Witajewski-Baltvilks, prof. dr hab. Tomasz Żylicz

Jak węgiel krąży w przyrodzie?

Wybór i opracowanie – Józef Szewczyk

Zmiana klimatu jest bez wątpienia jednym z poważniejszych, jeśli nie najpoważniejszym, wyzwaniem cywilizacyjnym, z jakim ludzkość mierzy się na początku XXI wieku – piszą autorzy podręcznika „Klimatyczne ABC". I przekonują, że wiedzę na temat zmian klimaty warto czerpać ze sprawdzonych źródeł.

Całość publikacji składa się z 13 rozdziałów będących jednocześnie tematami lekcji lub wykładów. Każdy temat jest bogato ilustrowany infografikami pokazującymi mechanizmy i schematy, zawiera odnośniki do artykułów i stron internetowych, gdzie znajdują się poszerzone informacje z danej tematyki, definicję pojęć, zadania. Wybraliśmy fragmenty lekcji 2 pt. „Jak węgiel krąży w przyrodzie" żeby ukazać zawartość tego podręcznika.

Klimat Ziemi jest złożonym, fascynującym systemem, w którym niemal wszystko jest ze sobą powiązane. Powiązania te uwidaczniają się wtedy, gdy spojrzymy na niego całościowo i w ciągu tysięcy lub milionów lat. System ten dąży do osiągnięcia stanu równowagi, w którym ilość energii uciekającej z Ziemi w kosmos jest równa ilości docierającej do niej ze Słońca, a ilość wody parującej z powierzchni Ziemi jest równa ilości spadającej w tym samym czasie w postaci deszczu czy śniegu.

Każde zaburzenie powoduje w nim całą lawinę zjawisk, które mogą pomóc mu w powrocie do stanu sprzed zaburzenia, ale też nasilić zmianę. W skrajnym przypadku może dojść do zmiany stanu równowagi, do którego system będzie dążyć. Brak naszej ingerencji przestanie wtedy wystarczać do zatrzymania zmian.

Poznanie wzajemnych powiązań elementów systemu klimatycznego pozwala zrozumieć, czemu zapoczątkowana przez człowieka zmiana klimatu jest i może być w przyszłości poważnym wyzwaniem dla ludzkości, z czysto fizycznych powodów.

Problem ludzkiej interwencji w system klimatyczny nie jest jednak kwestią czysto fizyczną czy – szerzej – przyrodniczą. To także zagadnienie z dziedziny ekonomii, funkcjonowania społeczeństw i tego, jak radzą sobie one (lub nie) z własnym rozwojem, egzystencjalnym zagrożeniem i konieczną zmianą.

Dla zrozumienia, jak działa system klimatyczny Ziemi i dlaczego obecna sytuacja, w której do atmosfery bardzo szybko wprowadzamy duże ilości dwutlenku węgla, jest niebezpieczna, konieczne jest zrozumienie, jak wygląda obieg węgla w przyrodzie.

Szczególnie ważne jest to, że na naszej planecie równolegle toczą się procesy działające powoli, w geologicznej skali czasowej oraz takie, które zachodzą szybko, np. w rytmie lat i pór roku. Pierwsze należą do wolnego, a drugie – do szybkiego cyklu węglowego.

Węgiel stanowi niecały promil masy Ziemi, ale jednocześnie jest na niej wszechobecny. Nieustannie krąży pomiędzy atmosferą, zbiornikami wody, glebami, organizmami i skałami, zazwyczaj łącząc się przy okazji z atomami innych pierwiastków. Większość węgla na Ziemi to tak zwany „węgiel nieorganiczny", czyli atomy węgla włączone w cząsteczki węglanu wapnia ($CaCO_3$) lub dwutlenku węgla (CO_2). Pierwsze znajdujemy w skałach wapiennych, a drugie – w wodzie i atmosferze. Te formy węgla są

eprasa.pl 0a57fb5a99

w warunkach ziemskich najbardziej stabilne, ale nie nadają się do zasilania procesów życiowych. Temu służą dopiero węglowodany, czyli związki węgla, wodoru i tlenu. Rośliny wytwarzają je w procesie fotosyntezy, którą w uproszczeniu można opisać następującą reakcją:

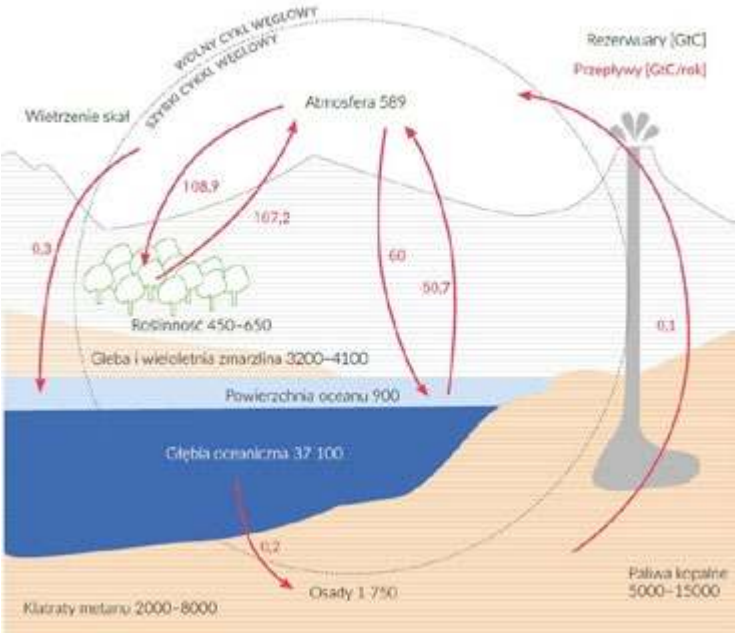
$$6CO_2 + 6H_2O + \text{energia słoneczna} \rightarrow \underset{\text{glukoza}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2$$

99,7% węgla jest uwięzione w litosferze, w atmosferze znajdziemy ledwie 1,4% reszty (Lee i in., 2019). Jednocześnie atmosfera pełni kluczową rolę w wymianie węgla pomiędzy różnymi jego rezerwuarami. To właśnie z niej pobierany jest dwutlenek węgla pochłaniany przez roślinność, oceany i w procesie wietrzenia skał, do niej powraca również CO_2 produkowany przez organizmy w procesie oddychania, uwalniany przez wody i erupcje wulkaniczne.

W ciągu ostatnich 10 tys. lat (od zakończenia ostatniej epoki lodowej do rewolucji przemysłowej) przepływy węgla między poszczególnymi rezerwuarami były w przybliżeniu zbilansowane. Koncentracja dwutlenku węgla w atmosferze utrzymywała się w granicach 260–280 ppm, a klimat Ziemi był stosunkowo stabilny.

Jednym ze źródeł dwutlenku węgla znajdującego się w atmosferze są wulkany. Ale skąd bierze się on w gazach wulkanicznych?

Przebywa długą i skomplikowaną drogę, która zaczyna się w atmosferze. W skrócie przedstawia ją rysunek obok.



Rys. 1: Uproszczony diagram obiegu węgla w przyrodzie w czasach przedprzemysłowych (przed 1750 r.), z podziałem na szybki (wewnątrz koła) i wolny (na zewnątrz) cykl węglowy.

WOLNY CYKL WĘGLOWY, cykl geologiczny – procesy wymiany węgla, których skala czasowa jest długa („geologiczna"), rzędu tysięcy i setek tysięcy lat.

SZYBKI CYKL WĘGLOWY – procesy wymiany węgla, których skala czasowa (czyli czas potrzebny do zaobserwowania efektów zachodzących w nich zmian) jest krótka, rzędu lat lub dekad.

Gt – symbol oznaczając gigatonę, czyli 1 000 000 000 ton (miliard).

Wietrzenie skał

Dwutlenek węgla przebywający w atmosferze rozpuszcza się w tworzących chmury kropelkach wody. Powstaje w ten sposób lekko kwaśny roztwór $CO_{2\,(aq)}$.

Padający z chmur deszcz ląduje między innymi na skałach zawierających krzemian wapnia ($CaSiO_3$), takich jak bazalty i granity (to najpowszechniej występujące skały na Ziemi). Dochodzi wtedy do wietrzenia chemicznego, w wyniku którego powstają węglan wapnia ($CaCO_3$) i krzemionka (SiO_2) (Berner i Maasch, 1996). Te związki mogą wytrącać się z wody, tworząc skały osadowe.

$$CaSiO_3 + CO_{2\,(aq)} \rightarrow CaCO_3 + SiO_2$$

Powstałe skały wapienne również mogą podlegać wietrzeniu chemicznemu: w kontakcie z wodą i dwutlenkiem węgla są rozbijane na jony wapniowe (Ca_2^+) i wodorowęglanowe (HCO_3^-):

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

Jony wodorowęglanowe mogą dalej rozpadać się do jonów węglanowych (CO_3^{2-}):

$$HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$$

Powstawanie osadów

Produkty wietrzenia skał spływają rzekami do oceanów. Żyjące tu organizmy, takie jak koralowce, otwornice, małże i skorupiaki, wykorzystują wapń i jony węglanowe do budowy swoich muszelek lub szkieleczików. Gdy organizmy po jakimś czasie obumierają, ich szczątki opadają na dno oceaniczne, tworząc kolejne warstwy osadów, stopniowo zestalających się w skały.

W głąb Ziemi i na powierzchnię

Skorupa ziemska składa się z kilkunastu wielkich płyt, które poruszają się względem siebie w skalach czasowych rzędu dziesiątek i setek milionów lat. W miejscach, gdzie płyty napierają na siebie, dochodzi do subdukcji – wciągania jednej pod drugą. W ten sposób warstwy osadów znajdujące się na dnie oceanicznym mogą wędrować w głąb Ziemi. Tu, pod wpływem wysokich ciśnień i temperatur, skały przeobrażają się w magmę. Dochodzi też do reakcji, w których ze skał wyodrębnia się dwutlenek węgla:

$$CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2$$

Jest to reakcja odwrotna do tej odpowiadającej za wietrzenie skał krzemianowych.

Gdy przemieszczająca się pod ziemią magma trafia w pobliże powierzchni, podlega dużo mniejszemu ciśnieniu niż gdy przebywa głębiej. Cząsteczki dwutlenku węgla i innych związków (takich jak woda czy dwutlenek siarki) zaczynają wtedy tworzyć gazowe bąble, przemieszczać się w górę i wydostawać do atmosfery lub oceanu. Nie musi być to związane z erupcjami wulkanicznymi.

Procesem o skalach czasowych charakterystycznych dla wolnego cyklu węglowego jest też powstawanie paliw kopalnych – węgla brunatnego i kamiennego, ropy oraz gazu ziemnego (także w postaci klatratów metanu).

Węgiel brunatny, a następnie kamienny powstają w wyniku długotrwałego odkładania się szczątków organicznych w torfowiskach, a dalej również długotrwałego

eprasa.pl 0a57fb5a99

przekształcania ich w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury. Także powstawanie ropy naftowej zaczyna się od powolnego gromadzenia (tym razem na dnie zbiorników wodnych) osadów organicznych, przekształcanych następnie przez bakterie oraz rozmaite reakcje chemiczne zachodzące w odpowiedniej temperaturze i ciśnieniu.

Gaz ziemny (składający się głównie z metanu) powstaje często przy okazji tworzenia się węgla lub ropy naftowej. Może też występować samodzielnie, produkowany przez bakterie rozkładające materię organiczną na lądzie, w morzu lub w wyniku przekształcania materii organicznej pod wpływem wysokiej temperatury i ciśnienia w głębi ziemi.

Węgiel w oceanach

Ocean to ogromny zbiornik wody (pokrywa ponad 70% powierzchni Ziemi, a jego średnia głębokość to ok. 3,7 km), a także wielki rezerwuar węgla – wielokrotnie większy niż atmosfera. Może pochłaniać dwutlenek węgla z powietrza, uwalniać go, a także – dzięki prądom morskim – rozprowadzać go po świecie. W oceanie rozgrywają się procesy o różnych skalach czasowych – zarówno te należące do wolnego cyklu węglowego, jak i zachodzące stosunkowo szybko (wymiana cząsteczek CO_2 z atmosferą).

Spośród niemal 40 000 GtC zgromadzonych w oceanie, jedynie ok. 3 GtC ukrywa się w planktonie, rybach i innych organizmach żywych, ok. 700 GtC to rozpuszczone w wodzie związki organiczne, a znakomita większość to cząsteczki nieorganiczne:

- jony wodorowęglanowe (HCO_3^-, aktualnie blisko 90% cząsteczek),
- jony węglanowe (CO_3^{2-}, aktualnie ok. 10% cząsteczek),
- rozpuszczony dwutlenek węgla (CO_2, aktualnie niecały 1% cząsteczek).

Proporcje między tymi związkami chemicznymi zależą od panujących w danym miejscu warunków, np. temperatury, ciśnienia, aktywności organizmów, intensywności spływu produktów wietrzenia skał z lądów.

Węgiel trafia do oceanów różnymi drogami:

- spływa rzekami w postaci jonów wodorowęglanowych (jak opisaliśmy to w materiale o wolnym cyklu węglowym),
- jest pobierany z atmosfery na drodze fotosyntezy przez unoszący się na powierzchni oceanu plankton, a następnie pożytkowany przez niego i inne organizmy tworzące morski łańcuch pokarmowy, podobnie jak dzieje się to w ekosystemach lądowych,
- CO_2 z atmosfery rozpuszcza się w wodzie i wchodzi w niej w kolejne reakcje.

Jednocześnie jest z niego stale usuwany, przede wszystkim na drodze ulatniania CO_2 do atmosfery oraz tworzenia osadów morskich.

W tym materiale skoncentrujemy się na reakcjach chemicznych zachodzących w wodzie.

Skład chemiczny i temperatura powierzchniowej warstwy oceanu (do głębokości ok. 100 m) są w przybliżeniu jednorodne, ponieważ warstwa ta podlega stałemu mieszaniu przez wzbudzający fale wiatr. **Ciśnienie cząstkowe CO_2 w tej warstwie dąży do równowagi z ciśnieniem cząstkowym CO_2 w atmosferze.**

Chociaż w praktyce idealna równowaga nie występuje – w jej osiągnięciu przeszkadzają różne procesy biologiczne, chemiczne i fizyczne – można jednak mówić o bezpośrednim związku pomiędzy tymi ciśnieniami cząstkowymi.

Dwutlenek węgla jest jednocześnie pochłaniany i uwalniany przez ocean. W warunkach stabilnego klimatu i stałej ilości węgla krążącej w przyrodzie, procesy te się równoważą.

Gdy CO_2 trafia do oceanu...

Gdy cząsteczki dwutlenku węgla znajdują się pomiędzy cząsteczkami wody, reagują z nimi, tworząc nietrwałe cząsteczki kwasu węglowego H_2CO_3, niemal natychmiast rozpadające się na jony wodorowe i wodorowęglanowe:

$$CO_{2(aq)} + H_2O \rightarrow H^+ + HCO_3^- \quad (1)$$

Jony wodorowęglanowe utworzone w wyniku tych reakcji albo wietrzenia skał mogą też rozpadać się, tworząc jony węglanowe (CO_3^{2-}):

$$HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2-} \quad (2)$$

Te z kolei łączą się z dwutlenkiem węgla i wodą, dając w rezultacie kolejne jony wodorowęglanowe:

$$CO_2 + CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow 2HCO_3^- \quad (3)$$

Zauważ, że mamy tu kolejne reakcje, w wyniku których z roztworu znikają cząsteczki CO_2, a pojawiają się jony HCO_3^-. To oznacza, że w mieszaninie „robi się miejsce" na przyjęcie kolejnych cząsteczek dwutlenku węgla z atmosfery. Zachowanie równowagi ciśnień parcjalnych między atmosferą i oceanem wymaga więc, by ocean pochłonął więcej CO_2, niż gdyby te reakcje nie zachodziły.

Gdy w atmosferze przybywa CO_2...

Dopóki wzrost średniej temperatury jest umiarkowany (patrz UWAGA na poprzedniej stronie), dopóty reakcje zachodzące w oceanie mogą stanowić dobry mechanizm stabilizujący klimat i usuwający z atmosfery pojawiającą się w niej z dowolnych przyczyn nadwyżkę CO_2.

Proces ten prowadzi jednak do zakwaszania oceanu – zjawiska, które może negatywnie odbijać się na morskich ekosystemach, ze względu na towarzyszący mu spadek koncentracji jonów węglanowych (CO_3^{2-}).

Gdy w wodzie rozpuszcza się coraz więcej dwutlenku węgla, reakcje (1) prowadzą do intensywnego uwalniana jonów wodorowych (H^+).

W takich warunkach rośnie prawdopodobieństwo wystąpienia reakcji odwrotnych do (2), czyli takich, w których jon węglanowy zamieniany jest na jon wodorowęglanowy:

$$H^+ + CO_3^{2-} \rightarrow HCO_3^-$$

Jednocześnie jony węglanowe są cały czas zużywane w reakcjach (3). W efekcie ich koncentracja w wodzie oceanicznej spada.

eprasa.pl 0a57fb5a99

Węgiel w ekosystemach lądowych

Procesy gromadzenia i uwalniania węgla z ekosystemów lądowych (organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz gleb) należą przede wszystkim do szybkiego cyklu węglowego. Tylko niewielka część powstających na lądach szczątków organicznych jest odkładana, by w geologicznych skalach czasowych utworzyć pokłady torfu, a potem węgla brunatnego i kamiennego.

Węgiel krążący w biosferze jest pobierany z atmosfery przez rośliny, a następnie, po połączeniu z innymi pierwiastkami, stanowi budulec ich organizmów oraz istot, które się nimi żywią. Najwięcej węgla zamkniętego w organizmach żywych znajdziemy w rejonie lasów deszczowych, które swoją wyjątkową bujność zawdzięczają łatwemu (i całorocznemu) dostępowi do dużej ilości energii słonecznej oraz wody (spójrz na rysunek poniżej).

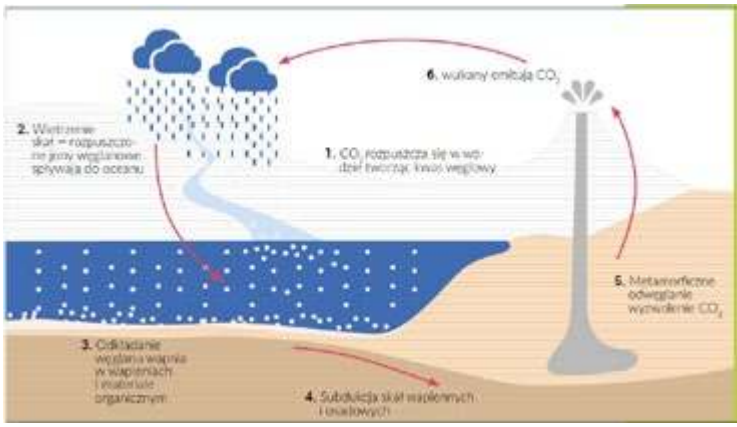
Zwiększenie dostępności dwutlenku węgla może ułatwiać roślinom wzrost i przyczyniać się do zwiększania ich masy na świecie. Jest to jednak efekt ograniczony, ponieważ oprócz CO_2 rośliny potrzebują także innych składników odżywczych, wody oraz sprzyjających warunków oświetleniowych i klimatycznych. Ich niedostatek ogranicza możliwości wykorzystania nadmiaru dwutlenku węgla.

Obumierająca materia organiczna gromadzi się w glebach i torfowiskach. W warstwie gleb do głębokości 1 metra jest dwukrotnie więcej węgla niż w atmosferze.

Dzięki niskiej temperaturze spowalniającej rozkład materii najbogatsze w węgiel są gleby leżące w wysokich szerokościach geograficznych (czyli bliżej biegunów) – możesz to zauważyć na rysunku poniżej. 20% powierzchni lądów pokrywa wieloletnia zmarzlina, w której materia organiczna może zbierać się i pozostawać nienaruszona przez dziesiątki tysięcy lat. Z kolei gleba strefy międzyzwrotnikowej jest uboga w materię organiczną, która szybko ulega tu rozkładowi.

Ekosystemami niezwykle efektywnie magazynującymi węgiel są torfowiska. Powstają one w warunkach dużej wilgotności, gdy lustro wody gruntowej znajduje się blisko powierzchni. Powyżej poziomu wody pojawia się cienka warstwa gleby, w której dzięki dostępowi do tlenu funkcjonują mikroorganizmy rozkładające szczątki roślinne oraz zwierzęce. Część szczątków trafia jednak do znajdującej się niżej, nasączonej wodą warstwy beztlenowej i jest odkładane jako torf. W ciągu tysięcy lat powstają w ten sposób pokłady o wielometrowej miąższości.

W naszej epoce geologicznej (holocenie) torfowiska przeciętnie pochłaniają zaledwie 0,05 GtC/rok, jednak wystarczyło to już do stworzenia rezerwuaru dorównującego, a być może przekraczającego, ilość węgla w atmosferze. Do niedawna podawano, że jest to ok. 600 GtC (Yu i in., 2010), ale ostatnie badania wykazały, że w torfowiskach znajduje się ponad 1000 Gt, czyli 1 Tt (teratona) węgla (Nichols i Peteet in., 2019). Co ciekawe, torfowiska są niezwykle skoncentrowanym magazynem węgla, bowiem zajmują zaledwie 3% powierzchni lądów. W sprzyjających warunkach torf może stopniowo przeobrazić się w węgiel brunatny, a następnie kamienny. To proces, w wyniku którego węgiel (pierwiastek) jest usuwany z szybkiego cyklu węglowego.



Rys. 2. Schemat wolnego cyklu węglowego.

Węgiel wraca do atmosfery

Gdy rośliny pobierają dwutlenek węgla z atmosfery, przekształcają go na drodze fotosyntezy w węglowodany. W tym procesie węgiel podwyższa swój „stan energetyczny" – można porównać to do ładowania baterii.

Zamknięty w węglowodanach zapas energii może być następnie wykorzystany przez samą roślinę lub zwierzę, które ją zje. W procesie **oddychania** cząsteczki organiczne zostają połączone z tlenem, co skutkuje uwolnieniem energii oraz powstaniem dwutlenku węgla. Czasami nazywamy to również „spalaniem".

Gdy organizmy żywe umierają, ich szczątki są **rozkładane** przez grzyby i bakterie, czemu towarzyszą emisje dwutlenku węgla (jeśli rozkład zachodzi w obecności tlenu) lub metanu (jeśli warunki są beztlenowe). Jak łatwo zauważyć, mamy tu do czynienia z zamkniętym cyklem: węgiel jest pobierany z atmosfery, a na końcu znów do niej wraca.

Kolejnym mechanizmem umożliwiającym powrót węgla znajdującego się w roślinach węgla do atmosfery są **pożary**. Jednak również tu (o ile klimat jest stabilny i nie zachodzą inne zaburzenia) mamy do czynienia z zamkniętym cyklem: odrastanie roślin, w szczególności drzew, oznacza pobieranie z atmosfery dwutlenku węgla wyemitowanego podczas pożaru.

Roczny cykl koncentracji CO_2 w atmosferze

Koncentracje dwutlenku węgla w atmosferze zmieniają się w związku z naturalnymi cyklami przyrody. W półroczu ciepłym rozwijające się rośliny intensywnie pobierają CO_2 z atmosfery, zmniejszając jego koncentrację w powietrzu (minimum przypada zwykle na sierpień). Jesienią część roślin umiera, a inne przechodzą w stan zimowego odpoczynku (np. zrzucają liście). Fotosynteza hamuje, a dodatkowo procesy rozkładu uwalniają węgiel z martwej materii organicznej. W rezultacie stężenie dwutlenku węgla w powietrzu rośnie. Globalna średnia koncentracja CO_2 zmienia się zgodnie z rytmem pór roku półkuli północnej, ponieważ powierzchnia lądów i masa roślinności sezonowej jest tu większa niż na półkuli południowej.

eprasa.pl 0a57fb5a99

WYDANIA SPECJALNE

w wersji elektronicznej – pliki PDF

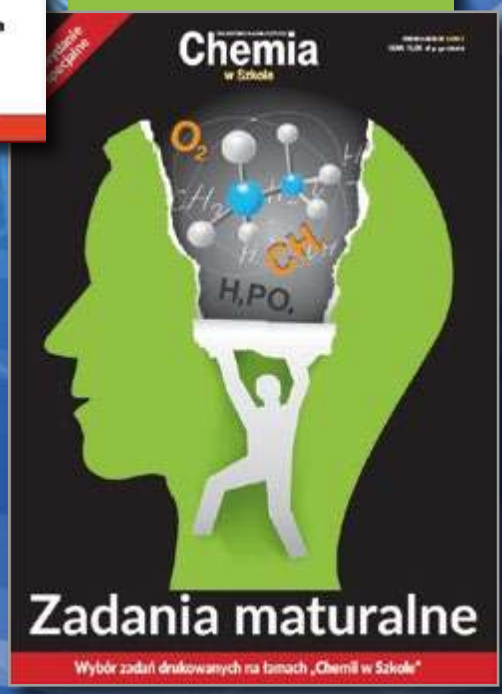
Co nam pomaga?
Co nam szkodzi?

380 zadań
doświadczeń
testów

Szkolne
eksperymenty

42 propozycje

283 zadania



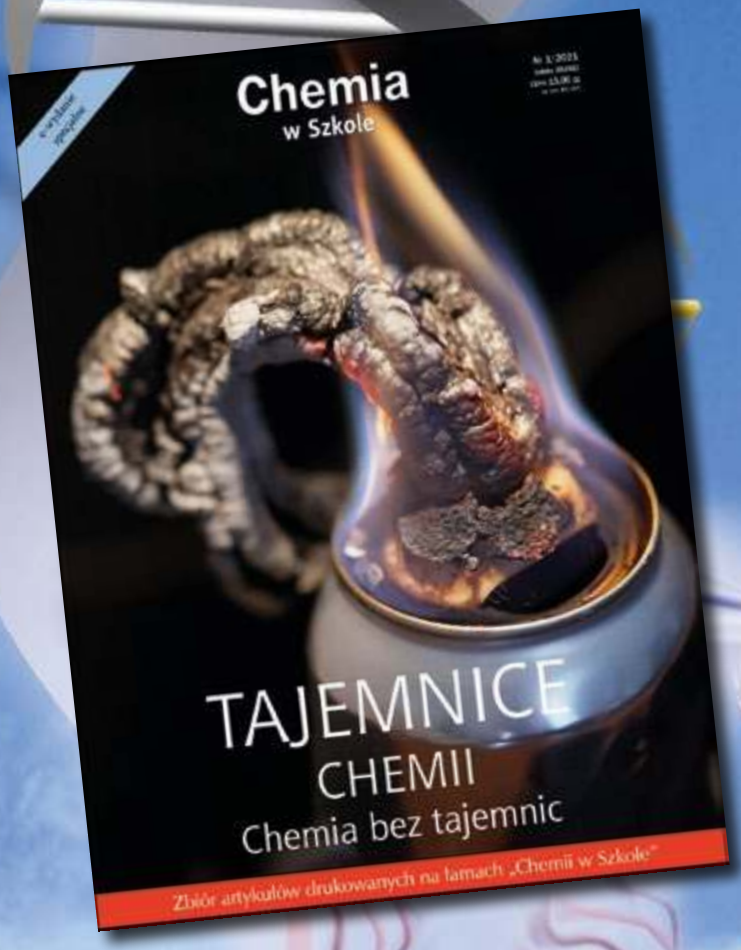
Ceny
od 10 zł
w tym
8% VAT

Szczegóły i formularz zamówienia na: ww.aspress.com.pl/specjalne/

eprasa.pl 0a57fb5a99

WYDANIE SPECJALNE „Chemii w Szkole" 1/2021

WERSJA ELEKTRONICZNA – pliki PDF



Wybór najciekawszych artykułów z ostatnich lat

Cena 15 zł
w tym 8% VAT

Szczegóły i formularz zamówienia na: ww.aspress.com.pl/specjalne/

eprasa.pl 0a57fb5a99