


W SZKLE WODNYM NA KOLOROWO

Wracamy do doświadczeń sprzed miesiąca. Jeżeli do roztworu szkła wodnego wrzucimy kryształek siarczanu kobaltu CoSO_4 , „rosnący” krzew będzie różowy, gdy wrzucimy kryształek siarczanu żelaza (II) FeSO_4 – brunatny, gdy siarczanu nikielu NiSO_4 – zielony. Te związki, a oprócz nich jeszcze chlorek manganu MnCl_2 , reagujący ze szkłem wodnym, wytwarzają nierozpuszczalną błonkę półprzepuszczalną. Tak więc do doświadczeń można użyć któregośkolwiek z tych związków.

Teraz pipetą, ale bardzo ostrożnie, nalewamy kilkuncentymetrową warstwę roztworu szkła wodnego. Ostrożność ta jest konieczna, żeby nie poruszyć ułożonych na dnie kryształków. Teraz naczynie dopełniamy roztworem szkła wodnego, tak żeby odległość od dna do powierzchni cieczy wynosiła ok. 15 cm.

A tymczasem na dnie naczynia rozpoczyna się chemiczna wiosna, a razem z nią kiełkowanie i wzrost różnokolorowych „roślin”. Dla uzyskania lepszego efektu naczynie warto postawić na białym papierze i oświetlić je bocznym światłem kielichowej żarówki .

Chemiczny ogród podwodny

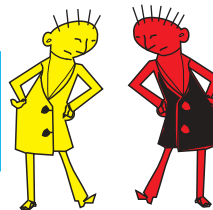
Stefan Sękowski

Poprzednio doświadczenia przeprowadziliśmy z chlorkiem wapnia CaCl_2 , ponieważ jest on najlepiej rozpuszczalny w wodzie, a tym samym „roślinki” wzrastają najszybciej. A siarczany kobaltu, żelaza, nikielu czy chlorek manganu są już mniej rozpuszczalne w wodzie, więc powstające z nich barwne „roślinki” rosną trochę wolniej.

Jeżeli mielibyśmy do dyspozycji wymienione związki, to przy odrobinie pomysłowości moglibyśmy wykonać naprawdę efektowną dekorację. W tym celu na dno zlewki czy słoika sypie się maleńkie kryształki związków nikielu. Powstanie wtedy gęsty, puszysty dywanik zielonej „trawy”. Na takim trawniku zasadzamy następnie kolorowe krzewy i drzewa, kładąc większe i mniejsze kawałki kryształów CuSO_4 , FeSO_4 , MnSO_4 , CuCl_2 , CuSO_4 .

2

Żelazocyanek potasu



Żelazicyjanek potasu


Nie wolno się mylić – żelazocyanek potasu jest żółty, a żelazicyjanek potasu – czerwony

Do tego doświadczenia można wprowadzić jeszcze następującą modyfikację. Umieszczone na dnie kryształki bardzo ostrożnie zalewamy małą ilością szkła wodnego, rozcieńczonego wodą w stosunku 1:2. Po kilkunastu minutach, gdy „roślinki” urosną, dolewamy roztwór szkła wodnego rozcieńczonego wodą 1:10. Od tej chwili końce gałązek „roślinek” wyraźnie zgrubieją i utworzą się na nich grzybki.

Na dnie naczynia można też umieścić kryształki cukru. Wytworzone z niego „roślinki” są co prawda mało atrakcyjne, bo bezbarwne i nie rosną wysoko w górę, ale za to tworzą gęste, niskie krzewy.

W ROZTWORZE CuSO_4

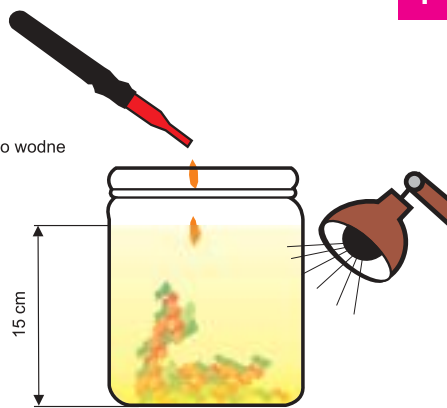
W 250 cm^3 destylowanej wody rozpuszczamy 10 g siarczanu miedzi – CuSO_4 . Roztwór sącymy i wlewamy do czystego słoja. Roztwór powinien być zupełnie klarowny o barwie niebieskiej.

Teraz do tego samego słoja wrzucamy kryształek związku o nazwie żelazocyanek potasu – $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$. Żelazocyanek potasu tworzy kryształy barwy żółtej. Stąd musimy dobrze uważać i pamiętać o tym bardzo ważnym szczególe, bo obok żelazocyanu potasu znamy również żelazicyjanek potasu. Ten ostatni związek tworzy kryształy barwy krwistoczerwonej i do naszych celów się nie nadaje. A więc pamiętajmy, my do kolorowych dziwów możemy użyć tylko żółtego żelazocyanu potasu .

Zaraz po wrzuceniu do roztworu żółty kryształek pokryje się brunatnym nalotem. Mija jeszcze chwilka

TEKST ŚREDNIO TRUDNY

METODY TECHNIK



Szkoło wodne

15 cm

Kryształki CuSO_4 , MnSO_4 , FeSO_4 , NiSO_4 .

Barwna hodowla podwodna

Żel krzemionkowy jest najbardziej łapczym pożeraczem pary wodnej w całym chemicznym świecie

i już z kryształka zaczynają wyrastać jak gdyby kielki. Tworzą je przezroczyste pęcherzyki, z których raz po raz strzelają w górę coraz to nowe pędy. Po kilkunastu minutach rośliny dochodzą już aż do powierzchni roztworu.

Mechanizm wzrostu obserwowanych teraz roślinek jest identyczny z tym, który poznaliśmy poprzednio. W wyniku reakcji siarczanu miedzi z żelazocyjankiem potasu

$$2\text{CuSO}_4 + \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \longrightarrow \text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$$

powstaje dobrze rozpuszczalny siarczan potasu K_2SO_4 oraz nierozpuszczalny żelazocyjanek miedzi. To właśnie ten ostatni tworzy błonę półprzepuszczalną otaczającą kryształek wrzucony do roztworu. Dalej już jest wszystko jasne. Półprzepuszczalna błonka na skutek przenikania przez nią wody napina się i pęka. Wylany roztwór żelazocyjanku potasu reaguje natychmiast z roztworem siarczanu miedzi CuSO_4 , tworząc nową błonkę półprzepuszczalną itd., itd.

Opisane doświadczenie możemy przeprowadzić jeszcze inaczej. Do naczynia z 4% wodnym roztworem

łóż ogzewamy, żeby się rozpuściła i dodajemy tak jak i poprzednio 10 g siarczanu miedzi. Gdy roztwór przelany do słoja już ostygnie, wrzucimy 1-2 kryształki żelazocyjanku potasu.

Po około 30 minutach cała „hodowla” zostanie utrwalona w krzepnącym roztworze żelatyny. Szczególnie ładnie wygląda taka plantacja oglądana pod światło.

I jeszcze jeden, tym razem podziemny, sposób „plantacji” chemicznej. Przede wszystkim postaramy się o małe ilości siarczanu miedzi – CuSO_4 , siarczanu żelaza – FeSO_4 , siarczanu niklu – NiSO_4 , siarczanu kobaltu – CoSO_4 i siarczanu magnezu – MgSO_4 .

Po 1 gramie każdego z wymienionych związków mieszamy z 3 g cukru, ucieramy w moździerzku i po bardzo lekkim nawilżeniu z mieszanin tych formujemy maleńkie kulki. Pamiętajmy tylko, żeby za każdym razem moździerzki starannie umyć, poszczególne związki nie mogą się wzajemnie wymieszać. W przeciwnym razie w naszej plantacji żyto będzie rosło razem z owsem w ziemniakach lub kukurydzy.

Do czystych próbek umieszczonych w słoiczku wrzucamy po jednej kuleczce, a na karteczkach zapisujemy, jaki związek jest w każdej próbce 3.

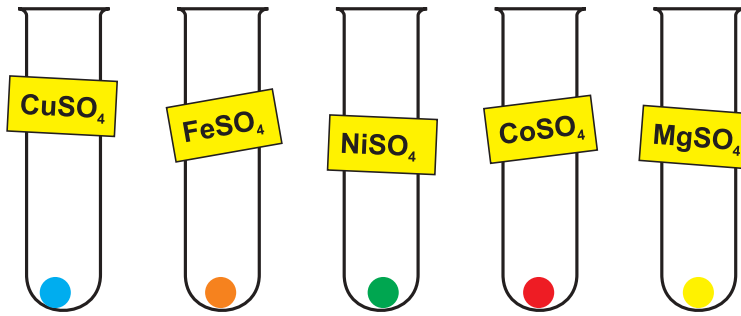
A teraz w 150 cm^3 ciepłej wody rozpuszczamy 15 g poprzednio namoczonej żelatyny, 20 g żelazocyjanku potasu i 10 g soli kuchennej. Tak sporządzony roztwór, gdy już ostygnie, wlejemy, ale bardzo ostrożnie do próbek. Zatkajmy ich otwory zwitkami

waty i zostawmy tak na kilka dni. Po upływie 3-4 dni przekonamy się, że w każdej próbce wyrosła jakaś inna roślina. Roślinki miedziowe są jak brunatne grzyby, roślinki ze związków żelaza przypominają wodorosty, niklowe – zieloną trawkę, kobaltowe – fioletowe grzybki, a magnezowe – grzyby żółtawe.

ŻARŁOCZNY TLENEK

Wykonaliśmy wiele doświadczeń ze szkłem wodnym, w którym był on współtwórcą błon półprzepuszczalnych. Ale ten pospolity, tani i niepozorny związek to wspomniały surowiec do otrzymywania świetnego środka suszącego żelu krzemionkowego zwanego potocznie silkożelem. Od razu trzeba dodać, że chodzi tu przede wszystkim o parę wodną zawartą w powietrzu i innych gazach. Tak żarłocznego pożeracza pary wodnej i jednocześnie zupełnie bezpiecznego dla otoczenia trudno znaleźć w chemicznym świecie.

3



Przygotowanie do hodowli to 5 naszych próbek z kuleczkami różnych związków wymieszanych z cukrem. Po dolaniu do próbek wodnego roztworu żelazocyjanku potasu (kryształy żółte), soli kuchennej i roztworu żelatyny, w każdej z próbek wyróżnie innego kształtu i barwy roślina. Dodatek żelatyny skutecznie ustabilizuje nasze osiągnięcia.

chlorku amonu – NH_4Cl , wkraplamy stężony roztwór cukru, który zawiera nieznaczną domieszkę żelazocyjanku potasu $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$. Roztwór taki sporządzamy następująco: w 30 cm^3 gorącej wody trzeba rozpuścić 2-3 kryształki żelazocyjanku potasu, a po tym wsypać 2 łyżki cukru i całość wymieszać. Parę kropli takiego roztworu wkraplamy do naczynia z chlorkiem amonu.

I co się dzieje?

Kropła opada na dno, ale jeszcze po drodze zaczyna kiełkować i rosnąć, żeby po paru minutach przyjął kształt kaczanu kukurydzy.

Kształty, jakie przybierają nasze roślinki, są tak fantastyczne i oryginalne, że aż prosiłoby się je jakoś utrwalić. Przemawia za tym również i ich ogromna „kruchość”. Wystarczy przecież silniejszy ruch naczynia, żeby zniszczyć całą plantację.

Wobec tego w kubeczku namoczmy w wodzie na noc 2-3 łyżki spożywczej żelatyny. Następnego dnia spęczniałą już żelatynę zalewamy 250 cm^3 wody, ca-



Z punktu widzenia chemicznego, żel krzemionkowy jest częściowo uwodnionym SiO_2 . Ten preparat w stanie czystym ma postać szklanych bezbarwnych, przezroczystych bryłek lub ziarenek, które z czasem mętnieją. Stosowany jest jako adsorbent, czyli pochłaniacz. Używany do adsorbpcji pary wodnej z gazów jest zwykle barwiony chlorkiem kobaltu (II), dlatego w stanie suchym żel krzemionkowy jest niebieski, a nasycony wilgocią – różowy. W zależności od metod i preparatyki, otrzymujemy żel krzemionkowy o różnej masie nasypowej. Im bardziej naczynka są porowate, tym mniejsza jest masa nasypowa, a jednocześnie większe wykazują zdolności sorbcyjne, na przykład pochłaniania pary wodnej.

Warto tu jeszcze powiedzieć, że żel krzemionkowy o masie nasypowej 720 g/dm^3 jest w stanie pochłoniąć aż 65-70% pary wodnej w stosunku do swej masy. Skuteczność susząca, a więc zdolność adsorbpcji wody żelu krzemionkowego o masie nasypowej 450 g/dm^3 jest tak wielka, że jest on stosowany do osuszania z resztek wody benzyny, olejów transformatorowych i wielu innych cieczy organicznych.

Z kolei specjalnie preparowany żel krzemionkowy o bardzo małych wymiarach cząsteczek, lecz o bardzo rozwiniętej powierzchni służy również do analiz chromatograficznych. W analizach tego rodzaju wykorzystujemy różną szybkość wędrowki cząsteczek rozdzielonych mieszanin.

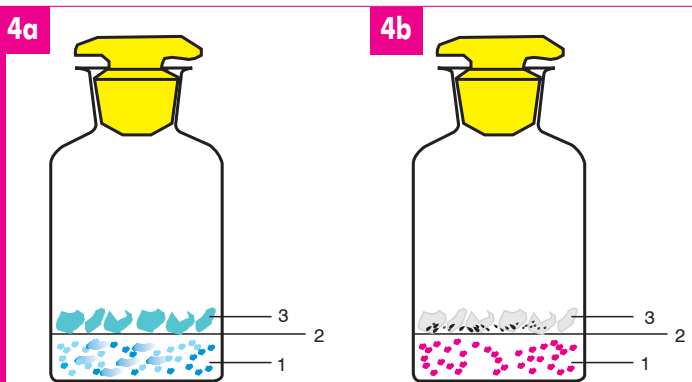
Dla przykładu na płytkę szklaną pokrytą warstwą chlonnej substancji, właśnie żelu krzemionkowego, nanosi się krople roztworu zawierającego rozdzielane substancje. Dzięki różnej szybkości ruchu poszczególnych cząsteczek na płytce zachodzi ich rozdział.

A teraz podamy przepis na otrzymanie żelu krzemionkowego zabarwionego od razu w masie związkami kobaltu. Dzięki obecności w ziarnach żelu związków kobaltu, ich barwa sygnalizuje nam od razu stopień nasycenia wodą preparatu suszącego. I tak, całkowicie wysuszony już żel krzemionkowy jest niebieski, w miarę pochłaniania wody barwa zmienia się poprzez buraczkową do różowej **4**. I właśnie barwa różowa sygnalizuje nam, że żel krzemionkowy jest już całkowicie nasycony wodą i wymaga regeneracji. Ten tak szumnie określany zabieg polega po prostu na suszeniu żelu w temperaturze 110°C w ciągu dwóch godzin. Woda uchodzi i z powrotem pojawia się barwa niebieska, świadcząca, że żel znów w pełni jest aktywny, zdolny do pochłaniania pary wodnej. Tak spreparowany żel krzemionkowy, otrzymany w wyniku reakcji szklanego z kwasem siarkowym i zawierający związki kobaltu, jest środkiem suszącym powszechnie stosowanym w laboratoriach i przemyśle, zwłaszcza farmaceutycznym.

Jeżeli chcemy otrzymać taki preparat, pracę zaczynamy od przygotowania osobno 3 roztworów:

- 100 cm^3 handlowego sodowego szkła wodnego rozcieńczonego 100 cm^3 wody,
- 60 cm^3 25% H_2SO_4 ,
- 10 cm^3 2% wodnego roztworu chlorku kobaltu (II) – CoCl_2 albo azotanu kobaltu (II) – $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$.

Roztwór soli kobaltu przenosimy do dużej zlewki



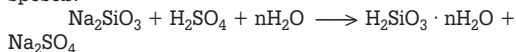
Doświadczenie z żelem krzemionkowym

- na początku doświadczenia na dnie słoja jest warstwa żelu krzemionkowego (1). Bładniebieska barwa świadczy, że jest on suchy, bezwodny; warstwa żelu pokryta jest gęsto podziurkowaną bibułą (2); na bibułę nasypano warstewkę szafirowoniebieskich kryształków pięciowodnego siarczanu miedzi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- po 24 godzinach warstewka żelu staje się różowa, co świadczy o uwodnieniu krzemionki (1). Natomiast poprzednio szafirowoniebieskie kryształy $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ rozspaly się w szary proszek. Tworzy go bezwodny CuSO_4 . Pięć cząsteczek wody pochłoniął żel krzemionkowy.

ki, do której, stale mieszając, wlewamy bardzo powoli, ale równomiernie roztwory a) i b). Po wlewniu już obu roztworów całość jeszcze dokładnie mieszamy, a następnie pozostawiamy w spokoju przez 2-3 godziny. Po tym czasie w zlewce powstaną ścięta różowa galaretka. Tak otrzymany żel krzemionkowy przetłaczamy przez cedzak o możliwie dużych oczkach do naczynia z wodą. Chodzi o to, żeby tą metodą rozdrobniony żel można było łatwo wypłukać. To płukanie ma na celu dokładne wymycie H_2SO_4 i Na_2SO_4 . Dlatego to rozdrobniony żel płuczemy aż 8-10 razy wodą. Płukania nigdy nie jest za wiele. Przemyty żel suszymy na metalowej tacy (blasze) w temperaturze 110°C , a więc najlepiej w piekarniku. Czynnność tę musimy bardzo dokładnie kontrolować. Temperaturę suszenia podnosimy stopniowo, powoli i nigdy nie wolno przekroczyć 120°C . Zapamiętajmy – żel krzemionkowy suszony szybko albo w zbyt wysokiej temperaturze rozsypuje się na mało przydatny pył. A nam przecież potrzebne są bryłki wielkości ziaren grochu. Jeżeli więc po suszeniu otrzymamy żel w takiej właśnie postaci i o barwie niebieskiej, warto będzie od razu przystąpić do badania właściwości suszących naszego żelu krzemionkowego.

Oczywiście zaawansowani chemicy zauważą, że podane równanie jest bardzo uproszczone. Tych, którzy chcą poznać całą prawdę, informujemy, że główną re-

akcję zachodzącą podczas działania kwasu siarkowego na roztwory sodowego szkła wodnego, w wyniku której powstaje żel krzemionkowy, należy zapisać w taki sposób:



Z tak powstałego uwodnionego zolu (zawierającego n cząsteczek H_2O kwasu krzemowego – H_2SiO_3 zaczyna powoli wytrącać się żel uwodnionej krzemionki SiO_2 .

Żel i zol. Co to właściwie jest? Zaraz to sobie wyjaśnimy.

Zolem nazywamy maleńkie cząsteczki koloidalne, tworzące na przykład zawiesinę w wodzie. Przykładem takiej wodnej zawiesiny może być zol białka w mleku. Z kolei żelem określamy skoagulowany, czyli ścięty w bryłę zol. Żelem białka mleka jest biały twaróg.

Postaramy się o czysty i zupełnie suchy słoiczek szczelnie zamykany, powiedzmy typu „twist” lub „wek” z pokrywką i gumką. Na dno słoika wsypujemy 3-5 cm warstwę świeżo otrzymanego żelu krzemionkowego, następnie na tę warstwę położymy krążek bibuły podziurkowanej gęsto szpilką. Teraz na bibułę nasypymy świeżo otrzymanych błękitnych kryształków uwodnionego siarczanu miedzi (II) – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ wyraźnie zblakną albo nawet staną się całkowicie białe, a niebieski początkowo żel krzemionkowy lekko się zaróżowi.

Jak to się stało?

Wyjaśnienie tych zjawisk jest proste. Żel krzemionkowy jako bardzo aktywny środek suszący odebrał wodę krystalizacyjną siarczanowi miedzi (II). Tym samym z niebieskiego CuSO_4 powstał biały CuSO_4 . Z kolei woda odebrana siarczanowi miedzi (II) i pochłonięta przez żel krzemionkowy zmieniła barwę związków kobaltu. Wynik doświadczenia udowodnił więc nam skuteczność żelu krzemionkowego jako substancji suszącej. ●

Łamigłównki



logiczne

Każdy myśli o sobie, że jest osobnikiem myślącym. A tak naprawdę, tylko myślenie logiczne zasługuje na miano myślenia. A to daje się wyćwiczyć przez rozwiązywanie łamigłówek logicznych. Dlatego wszystkich Czytelników MT zapraszamy co miesiąc do ćwiczeń na tej stroniczce. Nie ogłaszamy żadnych konkursów, bo cały Wasz zysk to coraz sprawniejsze łamanie sobie głowy. Dlatego rozwiązania zadań znajdziecie w tym numerze, jak dobrze poszukacie (nie powiemy gdzie, żeby Was nie kusiło do zaglądania przed samodzielnym rozwiązaniem zadań). Życzymy powodzenia, czyli połamania głów! A jeśli zasmakujecie i poczujecie niedosyt, to polecamy książkę *Józefa Wajszczyka „Jestem, więc myślę”*, w której znajdziecie setki zadań tego typu (oczywiście z rozwiązaniami).

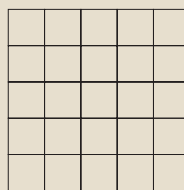
Zadanie 1

Wstaw wyraz, który z ciągiem liter przed nawiasem tworzy sensowny wyraz, kończąc go, a z ciągiem liter za nawiasem tworzy sensowny wyraz, rozpoczynając go:


- MINI () OWIEC
- WIA () MATYKA
- SZTY () DŁO
- KŁO () OK

Zadanie 2


Z dwunastu zapalek należy ułożyć figury, które mając równo obwody (12 z), mają pola równe odpowiednio: 3 z², 4 z², 5 z², 6 z², 7 z², 8 z², 9 z².

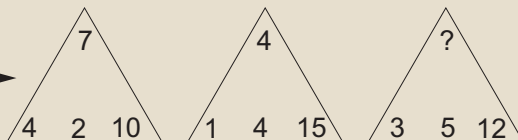


Zadanie 3

Jak ustawić liczby: 0, 1, 2, 3, 4 w polach tablicy:  by sumy liczb w każdym wierszu i w każdej kolumnie były równe 10 i aby w żadnym wierszu i w żadnej kolumnie się nie powtarzały?

Zadanie 4

W miejsce znaku zapytania wpisz właściwą liczbę 



Zadanie 5

Dokończ poniższy ciąg, tak aby została zachowana pewna dostrzegalna prawidłowość: O, O, I, A, A, O, A, E, ?, ?