

INSTRUKCJA OBSŁUGI



Zestaw eksperymentalny Kosmos Laboratorium chemiczne C2000

Nr produktu 191477



Eksperyment 1

Napełnij probówkę wodą do wysokości 3 cm. Aby nie oparzyć palców podczas podgrzewania, trzymaj ją za pomocą **uchwytu na probówkę** (część nr 25). Sprawdź, czy probówka jest na zewnątrz zupełnie sucha. Trzymaj ją tak, jak pokazano na ilustracji, pochyło nad płomieniem i lekko przechylaj ją w lewo i w prawo, nie dopuszczając do kontaktu uchwytu z płomieniem. Pamiętaj, aby nie kierować wylotu probówki w stronę siebie ani innych osób. Dlaczego? Często na dnie probówki tworzy się pęcherz z parą wodną, który może spowodować wyrzucenie wody z probówki.



Ogrzewanie w probówce.
Szklany pręt zapobiega pryskaniu.

Eksperyment 2

Możesz w dużym stopniu zapobiec pryskaniu, używając **bagietki** (część nr 23). Wstaw ją do rozgrzanej cieczy niewielką pustą przestrzenią skierowaną w dół. Małe pęcherzyki powietrza zaczną przedostawać się w górę, a pryskanie ustanie.

Gorące probówki, w których rozgrzewałeś ciecz, możesz odstawić do stojaka na probówki. Jednak probówek, w których rozgrzewałeś substancje stałe, nie odstawiaj bezpośrednio do stojaka na probówki. Mogą mieć temperaturę kilkuset stopni Celsjusza (°C) i spowodować uszkodzenie stojaka. W związku z tym do pionowego lub ukośnego otworu w stojaku wstaw uchwyt z gorącą probówką. W żadnym wypadku nie możesz schładzać tak gorącej probówki zimną wodą, ponieważ by pękła.



Studzenie mocno nagrzanej probówki



Wstrząsając, zawsze mocno
przytrzymuj kciukiem korek!

Eksperyment 3

Napełnij dwie probówki do połowy wodą i do jednej dosyp 2 szpatułki cukru. Wstrząśnij probówką z cukrem, aż cukier całkowicie się rozpuści. Czy widzisz różnicę pomiędzy zawartością obu probówek?

Powstał **roztwór**. Roztwory to homogeniczne (jednorodne) mieszaniny, w których nie da się rozróżnić komponentów (składników).

Eksperyment 4

Poproś osobę dorosłą, aby pomogła Ci w eksperymencie. Napełnij jedną probówkę do połowy jak najgorętszą wodą, a drugą do połowy zimną wodą. Do każdej wsyp po 1 szpatułce węglanu sodu i obserwuj, w której probówce substancja rozpuści się szybciej.

Chemicy podgrzewają probówki, ponieważ większość reakcji przebiega szybciej w wyższych temperaturach. Cząsteczki zawarte w roztworze – w naszym przypadku cząsteczki wody i węglanu sodu – zderzają się z wyższą energią, co sprzyja ich wymieszaniu.

Eksperyment 5

Do dwóch probówek do połowy napełnionych zimną wodą wsyp po 2 szpatułki cukru. Mocno wstrząśnij jedną z probówek przez 10 sekund. Czy widzisz różnicę w szybkości rozpuszczania?

Eksperyment 6

Wlej roztwór cukru (3 szpatułki cukru na połowę probówki wody) do czystej wody znajdującej się w słoiku. Gdy patrzysz na słoik z boku, masz optyczne wrażenie, że tworzą się *smugi*.

Podczas wlewania roztworu cukru powstają tymczasowe obszary o różnej gęstości, które inaczej załamują światło. **Gęstość** oznacza masę (w gramach) na jednostkę objętości (np. centymetr sześcienny), w skrócie: g/cm^3 .

Eksperyment 7

Do dwóch probówek wlej po 3 cm wody. Do jednej wsyp 1 szpatułkę chlorku amonu, a do drugiej 1 szpatułkę siarczanu miedzi(II). Zamknij probówki gumowymi korkami i potrząśnij przez 10 sekund. Zobaczysz, że różne substancje mają inną rozpuszczalność.

Eksperyment 8

Wlej do probówki 3 cm wody i dodawaj po odrobinie soli kuchennej. Za każdym razem mocno wstrząśnij, a następnie kontynuuj dodawanie, aż sól nie będzie się już rozpuszczać, tzn. aż na dnie probówki pozostanie osad.

Stworzyłeś **roztwór nasycony**. Roztwór jest „syty”, czyli nie może już rozpuścić więcej soli. Ze względu na to, że rozpuszczalnikiem była zimna woda, jest to roztwór nasycony na zimno.



Eksperyment 9

Powtórz poprzedni eksperyment w probówce napełnionej wodą do wysokości 1 – 2 cm i z chlorkiem amonu. Tym razem powstanie osadu potrwa znacznie dłużej, czyli upłynie więcej czasu, zanim powstanie roztwór chlorku amonu nasycony na zimno. Podgrzej probówkę nad palnikiem spirytusowym (wstaw bagietkę!). Teraz rozpuści się również osad. Ciepły roztwór nie jest już nasycony (zachowaj go do eksperymentu 10).

Teoretycznie możesz dodać więcej chlorku amonu, aż ponownie powstanie osad, czyli aż uzyskasz roztwór nasycony w wyższej temperaturze. Jednak nie rób tego ze względu na niewielką ilość dostępnego chlorku amonu.

Po wrzuceniu 20 kostek cukru cukierniczka

jest pusta, a kawa z cukrem „nasycona”.

Eksperyment 10

Ostudź podgrzany roztwór z eksperymentu 9 pod bieżącą zimną wodą. Od razu powstaną białe kryształki. Znowu pojawi się chlorek amonu.

Gdy podgrzewasz roztwór nasycony, staje się on znowu „głodny”: może połknąć więcej substancji. Gdy go później ostudzisz do temperatury wyjściowej, dodatkowo połknięta ilość substancji się skryształizuje.

Eksperyment 11

Przygotuj roztwór nasycony soli kuchennej i przelej go do probówki do wysokości 2 cm. Podgrzewaj probówkę z użyciem bagietki przez kilka minut, po czym przelej zawartość do płaskiej miseczki. Postaw miseczkę w miejscu niedostępnym dla dzieci i oznacz ją etykietą „sól kuchenna”. Dokładnie



Kryształy chlorku sodu (soli kuchennej)

obejrzyj ją po jednym lub dwóch dniach. Ciecz **wyparowała**, pozostało wiele małych i kilka większych kryształów. Jeżeli posiadasz prosty mikroskop lub dobrą lupę, możesz zaobserwować, że kryształy mają kształt kostek.

Jeżeli pozbawiasz roztworu wody – np. przez odparowanie – rozpuszczone cząsteczki ponownie łączą się w kryształy. Forma kryształów zależy od układu najmniejszych cząsteczek w kryształach. W przypadku soli kuchennej – który jest fachowo nazywany **chlorkiem sodu** – powstają kryształy w kształcie kostki.

Kryształy widziane pod mikroskopem (częściowo w świetle spolaryzowanym):

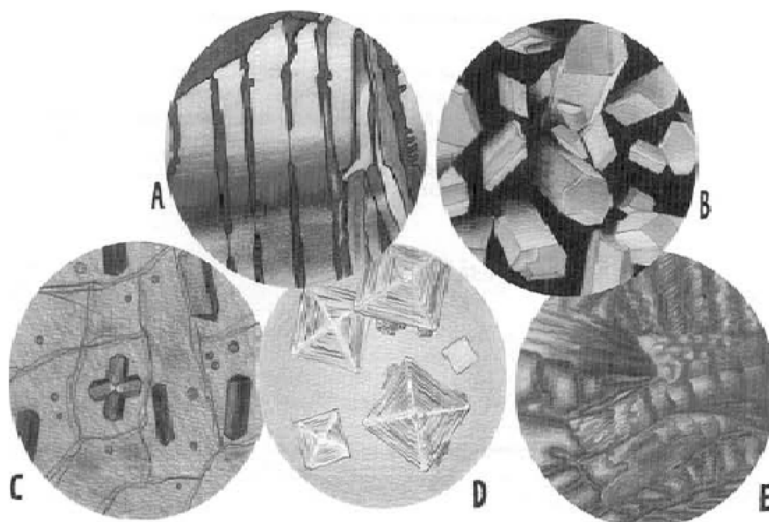
A kryształy cukru buraczanego

B kryształy witaminy C

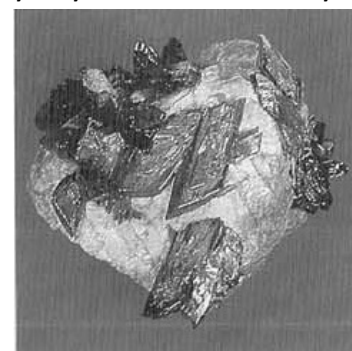
C kryształy w brązowej skórce cebuli

D kryształy soli kuchennej

E kryształy aspiryny



Kryształy siarczanu miedzi na barycie



Eksperyment 12

W probówce wypełnionej wodą do wysokości 2 cm rozpuść 1 szpatułkę siarczanu miedzi i postępuj tak, jak w poprzednim eksperymencie. Wlej roztwór do miarki. Po dłuższym czasie siarczan miedzi również ulega krystalizacji. Z góry kryształy wyglądają jak niewielkie równoległoboki. Tak przynajmniej matematycy nazywają ostrokątne czworoboki, które posiadają po dwa równoległe boki. Przełóż suche kryształy z powrotem do buteleczki z substancją chemiczną. Możesz ich użyć w kolejnych eksperymentach.

Informacja dla miłośników kryształów: Kryształy soli kuchennej i soli kamiennej należą do regularnego układu krystalograficznego, a kryształy siarczanu miedzi – do układu trójskośnego.

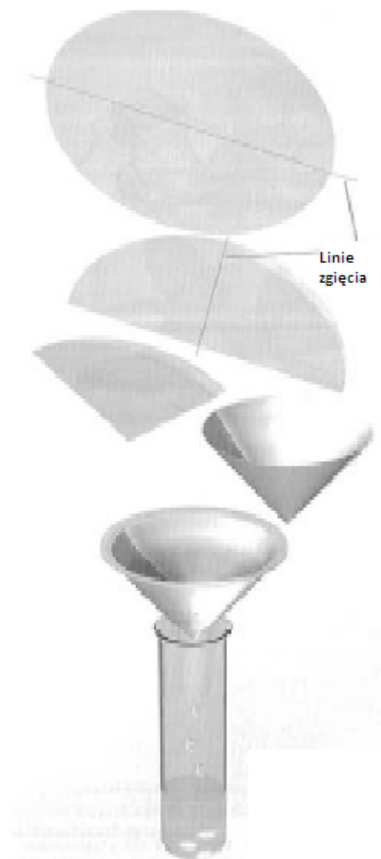
Eksperyment 13

Do probówki wsyp 3 – 4 szpatułki piasku i wypełnij do połowy wodą. Dokładnie wstrząśnij i wstaw probówkę do stojaka. Co widzisz?

Racja! Piasek osadza się na dnie probówki, a nad nim znajduje się czysta ciecz: woda.

Eksperyment 14

Możesz w dużym stopniu oddzielić od siebie piasek i wodę, przelewając wodę ostrożnie do innego naczynia. Na koniec, gdy trzeba bardziej przechylić probówkę, odrobina piasku zwykle wypływa wraz z wodą. Jednak w znacznej mierze oddzielenie jest skuteczne. Ten proces jest nazywany **dekantacją**. Tego terminu używa się zwłaszcza do określenia oddzielania wina od osadu.



Jak zginać i wkładać bibułkę filtracyjną do lejka

Eksperyment 15

Dodatkowo potrzebne: białe okrągłe filtry do kawy

Jeszcze dokładniejsze oddzielenie uzyskasz poprzez **filtrację**. Użyj do tego białego filtra do kawy. Występują filtry okrągłe i stożkowe, z których możesz wyciąć okrągły filtr. Złóż jeden z kolistych filtrów wzdłuż linii zgięcia, jak pokazano na ilustracji. Otrzymasz stożek, który z jednej strony składa się z jednej, a z drugiej strony z trzech warstw bibułki filtracyjnej. Włóż stożek filtracyjny do lejka i zwilż odrobiną wody, aby filtr przywarł do ścianki lejka. Ustaw lejek na probówce i przesyp do niego mieszaninę piasku z wodą. Czysta ciecz kapiąca do probówki – w tym przypadku woda – jest określana mianem **filtratu**. Na filtrze pozostaje piasek.

Piasek składa się z niewielkich kryształków kwarcu. Nie są one rozpuszczalne w wodzie i są stosunkowo ciężkie, więc w wodzie opadają na dno. Ziarenka kwarcu są też zbyt duże, aby przedostać się przez pory filtra. Bibułka filtracyjna działa jak niezwykle drobne sito.

Eksperyment 16

Rozpuść 2 szpatułki soli kuchennej w 5 cm wody i przefiltruj roztwór.



Odparowana sól kuchenna

Eksperyment 17

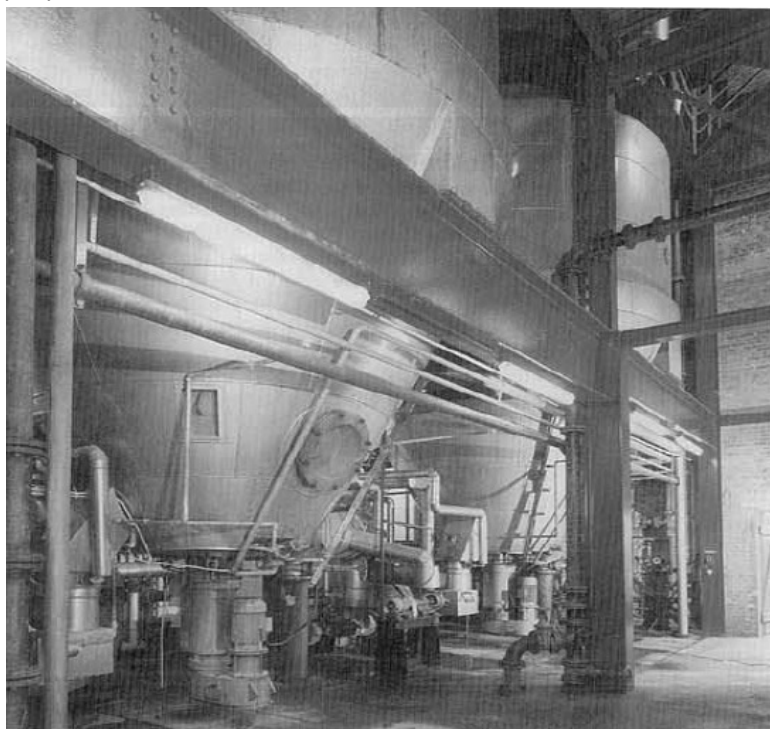
Wsyp 1 – 2 cm filtratu z eksperymentu 16 do probówki i wstaw do niej bagietkę. Następnie chwyć probówkę za pomocą uchwyty i ostrożnie przechylaj ją w lewo i w prawo nad palnikiem spirytusowym. Woda będzie stopniowo parować. Gdy w probówce pozostanie już tylko kilka kropel cieczy, wyjmij bagietkę i kontynuuj podgrzewanie. Pozostanie cienka, biała skorupka: sól kuchenna. Powyższą czynność nazywa się **odparowywaniem**.



Eksperyment 18

Wsyp 3 szpatułki piasku i 3 szpatułki soli kuchennej do probówki, napełnij ją do połowy wodą, dokładnie wstrząśnij i przefiltruj.

Piasek pozostanie na filtrze, sól kuchenna znajdzie się w filtracie. Aby uzyskać sól w postaci substancji stałej, musisz najpierw odparować filtrat jak w eksperymencie 17.



W przemyśle pozyskiwanie soli stałych odbywa się w dużych krystalizatorach (Zdj. Lurgi, Frankfurt nad Menem)

Eksperyment 19

Przygotuj przedstawiony na ilustracji układ eksperymentalny. Najpierw ostrożnie wkręć krótkie ramię rurki kątovej do otworu gumowego korka. Do probówki trzymanej ukośnie wlej roztwór soli kuchennej do wysokości 2 cm i włóż gotowy korek. Długie ramię rurki kątovej zanurz w pustej, suchej probówce stojącej w celu schłodzenia w słoiku z zimną wodą. Powoli przesuwaj palnik spirytusowy w lewo i w prawo pod probówką ze słoną wodą (w razie potrzeby wysuń spod probówki). Dzięki temu unikniesz zbyt gwałtownego wrzenia słonej wody i przedostania się jej do rurki kątovej. Po pewnym czasie z rurki ujdzie para. Jednocześnie do chłodnej probówki skropli się czysta ciecz.



Proste urządzenie destylacyjne



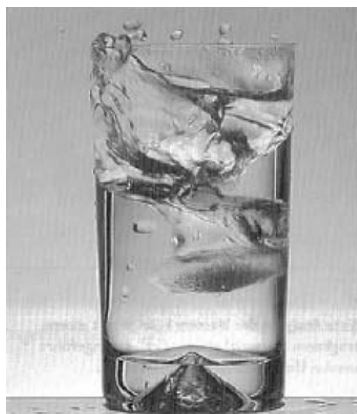
Uwaga! Zanim zgasisz płomień lub wysuniesz palnik, musisz sprawdzić, czy rurka kątowna nie jest zanurzona w wodzie (wyjmij aparaturę). Unikniesz w ten sposób przedostania się cieczy do wciąż gorącej probówki i uszkodzenia probówki.

Podczas podgrzewania roztworu soli część wody paruje. Para wodna przechodzi przez rurkę kątowną do chłodnej probówki i ponownie zamienia się tam w wodę. Sól kuchenna natomiast pozostaje w probówce. **Stężenie** roztworu – czyli zawartość soli kuchennej – wzrosło, ponieważ ta sama ilość soli znajduje się w mniejszej ilości wody.

Ten proces nazywa się **destylacją** (łac. *destillare* – kapać). Tak uzyskana woda jest określana mianem **wody destylowanej**. Zresztą proces destylacji odbywa się w każdym garnku z zupą. Przy najbliższej okazji spróbuj ostudzonych (!) kropli zwisających z pokrywki. Są bez smaku, mimo że zupa jest słona. Woda na pokrywce to woda destylowana.



Oczyszczanie wody pitnej węglem aktywowanym (Zdj. Zakładu Lurgi, Frankfurt nad Menem)



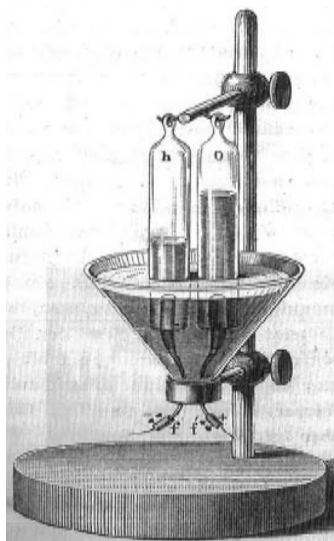
Woda w postaci stałej i ciekłej

Eksperyment 20

Oczywiście możesz też w ten sam sposób usunąć z wody inne domieszki. Powtórz proces destylacji z roztworem siarczanu miedzi (rozpuść 1 szpatułkę siarczanu miedzi w 5 cm wody). Ciecz kapiąca do schłodzonej probówki – **destylat** – jest całkowicie bezbarwna.

Eksperyment 21

Jeszcze ciekawsza jest destylacja „zupy błotnej”, którą przyrządzisz z wody, atramentu i ziemi. Jej efektem jest również bezbarwny destylat: woda destylowana.



Dawne urządzenie do elektrolizy wody

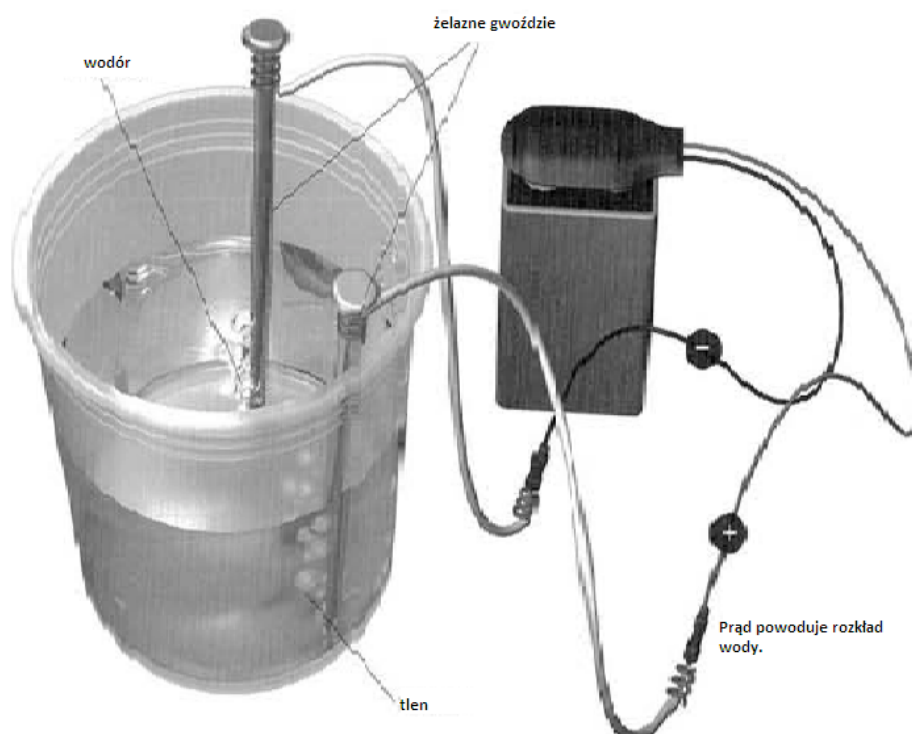
Źródło: Stöckhardt, *Die Schule der Chemie* (1863)

Eksperyment 22

Dodatkowo potrzebne: dwa czyste żelazne gwoździe, soda oczyszczona, bateria blokowa 9 V

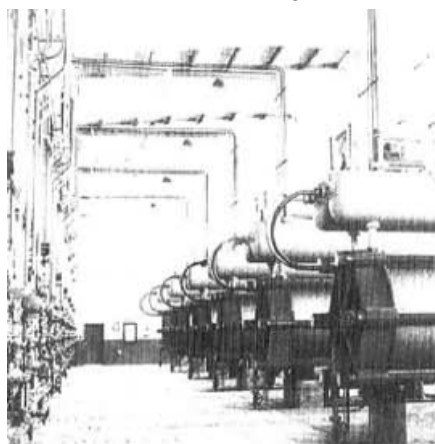
Do miarki wypełnionej do połowy wodą wsyp 2 szpatułki sody oczyszczonej (dokładny termin chemiczny: wodorowęglan sodu), nałóż pokrywkę i wstrząśnij. Za pomocą żółtych przewodów połączeniowych połącz gwoździe z kablem połączeniowym zacisku baterii. Zanurz gwoździe w roztworze w miarce. Nie mogą się one stykać.

Gdy się dokładnie przyjrzyysz, zobaczysz, że na obydwu gwoździach powstają pęcherzyki gazu.



Wyłapywanie i badanie pęcherzyków gazu byłoby bardzo czasochłonne i pracochłonne. W kolejnych eksperymentach wytworzysz nieco większe ilości obu gazów. *Obu* gazów?

Tak, są tu dwa różne gazy: **wodór** i **tlen**. Oba gazy *połączyły się* w jedną substancję o zupełnie nowych właściwościach: w **wodę**. Wodór i tlen to **pierwiastki**, a woda to **związek**.



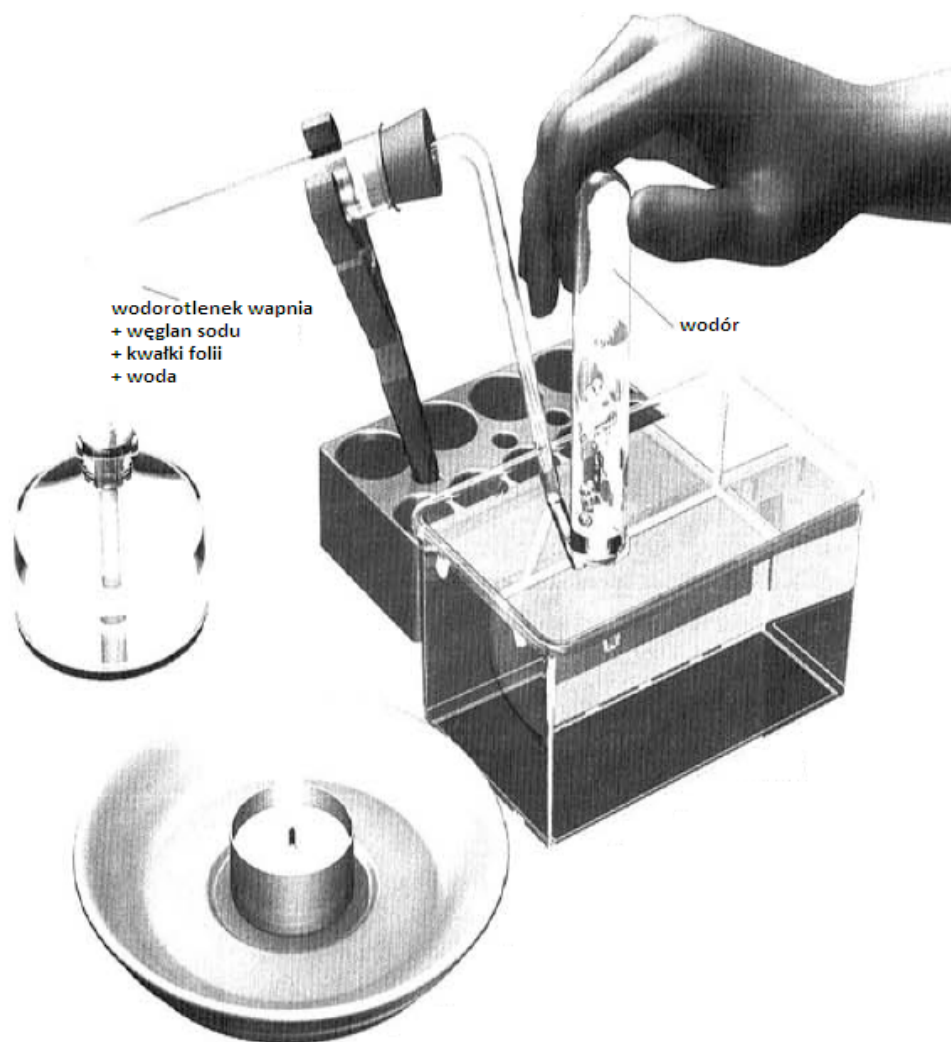
Eksperyment 23

Poproś osobę dorosłą o pomoc w tym eksperymencie.

Dodatkowo potrzebne: folia aluminiowa, tealight

Do probówki wypełnionej wodą do wysokości 4 cm wsyp po 2 szpatułki wodorotlenku wapnia i węglanu sodu oraz wrzuć małe kawałki folii aluminiowej. Przygotuj konstrukcję eksperymentu wskazaną na ilustracji (potrzebujesz odpowiednio wysokiej wanny i czegoś do podłożenia).

Przemysłowe pozyskiwanie wodoru w procesie elektrolizy ciśnieniowej Lurgi (Zdj. zakładu Lurgi, Frankfurt nad Menem)



Wytwarzanie wodoru

Na dnie wanny połów płasko probówkę, aby woda mogła do niej swobodnie wpłynąć. Zapal tealight i podgrzej probówkę nad palnikiem spirytusowym. Wkrótce z rurki kątovej zanurzonej w wodzie zaczną wydostawać się pęcherzyki gazu. Wypuść pierwsze z nich. Następnie wyjmij probówkę z wody i przytrzymaj ją nad ujściem rurki kątovej, tak aby otwór był zawsze pod wodą (dlatego woda pozostaje w probówce, dowiesz się w dalszej części). Pęcherzyki powietrza unoszą się teraz w probówce, której otwór trzymasz pod wodą, i wypychają z niej wodę. Drugą ręką przesun stojak z probówką w uchwycie, tak aby rurka kątowa nie była już zanurzona w wodzie.

łatwopalny gaz



Poproś teraz pomagającą ci osobę dorosłą o rozmontowanie aparatury i podanie uchwytu z probówką.

Eksperyment 24

Trzymając probówkę wypełnioną gazem w uchwycie, wyjmij ją z wanny otworem skierowanym w dół i zbliż do płomienia świeczki, jak pokazano na ilustracji. Nie przestrasz się! Usłyszysz świszczący dźwięk, a płomień buchnie w probówkę.

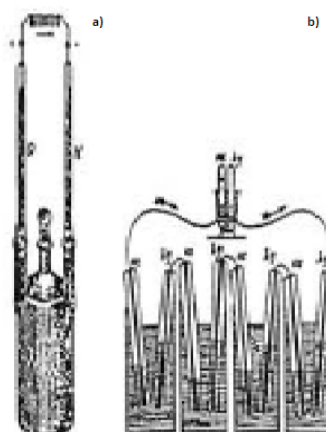
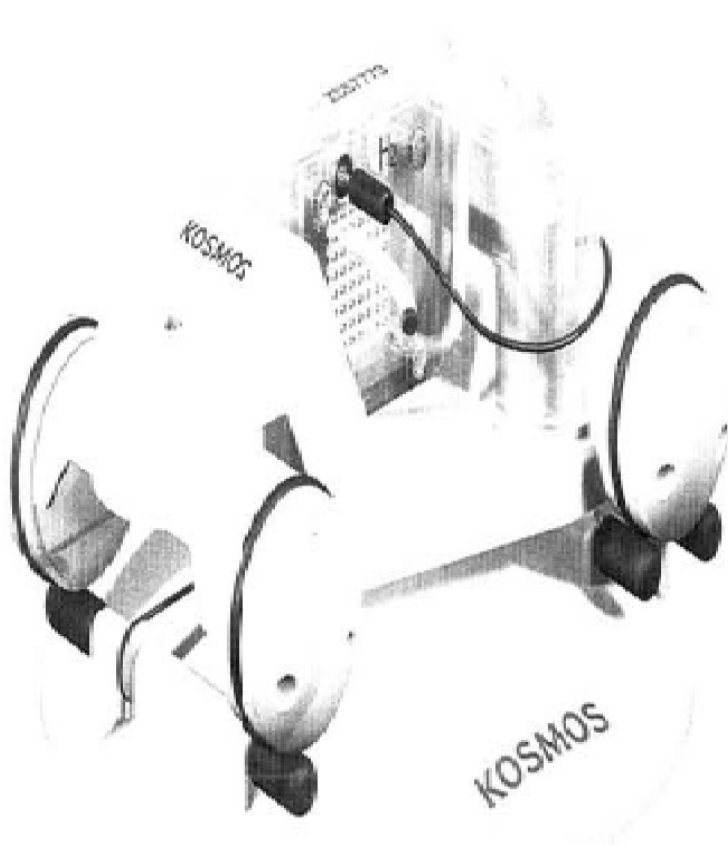
Co się stało? Łatwopalny wodór połączył się z tlenem znajdującym się w

powietrzu – więcej o tym w dalszej części – w małej eksplozji i powstała woda. Rozdzielone pierwiastki są znów razem. Płomień świeczki posłużył do zapłonu.

Eksperyment 25

Powtórz eksperyment 23. Wyjmij z wanny probówkę wypełnioną wodorem i przytrzymaj ją przez 3 – 4 sekundy otworem w dół. Zbliz probówkę do płomienia świeczki jak w poprzednim eksperymencie. Ponownie powinna mieć miejsce eksplozja.

Wodór jest znacznie lżejszy od powietrza. Unosi się, jeżeli nie ma żadnych przeszkód. Możesz więc trzymać probówkę z gazem otworem skierowanym w dół przez kilka sekund, a i tak nie ucieknie zbyt duża ilość wodoru.



Ogniwa paliwowe są starsze niż myślisz.
a) ogniwo paliwowe (1839) i b) ogniwo gazowe (1842) wynalezione przez Williama Grove'a (1811 – 1896)

Samochód na ogniwa paliwowe z zestawu eksperymentalnego

Eksperyment 26

Napełnij wannę wodą i wciśnij słoik otworem skierowanym w dół aż do dna wanny. Woda nie dostaje się do naczynia. Dlaczego? Ponieważ coś już jest w środku: powietrze. Powietrza nie można zobaczyć, powąchać, skosztować, złapać, ale jego oddziaływanie można obserwować na widzialnych ciałach – w tym przypadku na wodzie. Powietrze wymaga przestrzeni i niełatwo oddaje tę przestrzeń. Podczas naciskania słoika wywierałeś ciśnienie na powietrze znajdujące się w naczyniu, ale powietrze nie zostało zbyt mocno ściśnięte – czyli jakby to powiedział specjalista, *sprężone*.



Dłuższy pobyt pod wodą wymaga oddychania powietrzem z butli gazowej.

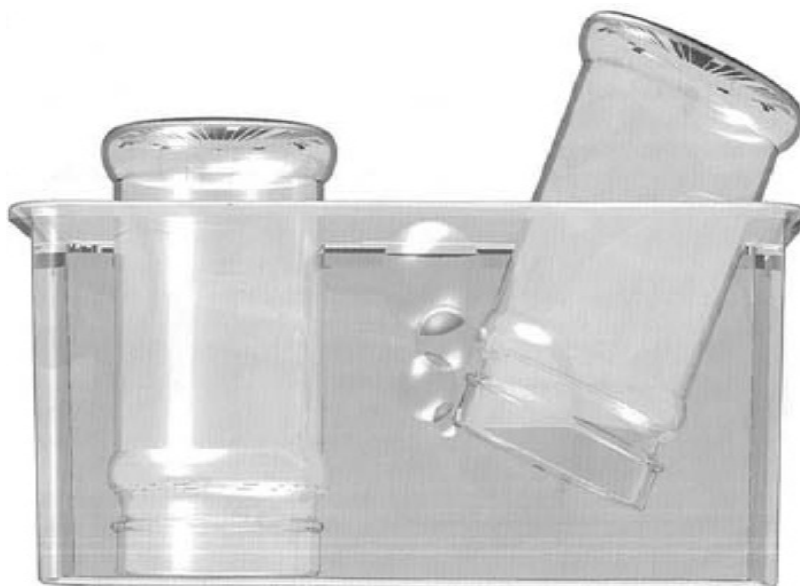


Dzięki powietrzu jazda na rowerze jest frajdą – nie tylko dla płuc.

Eksperyment 27

Ponownie wciśnij słoik pionowo do wody, po czym delikatnie go pochyl.

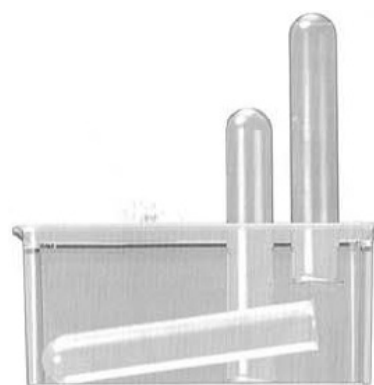
Powietrze, które znajduje się na tej samej wysokości, co woda, unosi się w wodzie, ponieważ jest od niej lżejsze. Lżejsze? Czy powietrze ma w ogóle ciężar lub masę?



Powietrze też potrzebuje miejsca.

Eksperyment 28

Włóż do wanny wypełnionej wodą probówkę, tak aby napełniła się wodą (to samo robiłeś podczas wytwarzania wodoru). Wyprostuj probówkę. Woda z niej nie wypływa. Możesz też użyć słoika. W takim przypadku musisz wcześniej napełnić go wodą, dokręcić nakrętkę, obrócić i wstawić do wanny. Nawet po zdjęciu nakrętki woda nie wypływa. Przyczyną jest ciśnienie powietrza. Mógłbyś nawet wstawić do wanny 10-metrową probówkę, a woda i tak by nie wypłynęła. Ciśnienie powietrza utrzymuje równowagę 10-metrowego słupa wody.



Ciśnienie powietrza sprawia, że woda pozostaje w probówce.

Eksperyment 29

Dodatkowo potrzebne: tektura lub gruby papier

Napełnij miarkę lub słoik – najlepiej na umywalkę – do pełna wodą i przykryj gładką tekturą lub grubym papierem. Dociśnij „pokrywkę” i obróć słoik. Następnie puść pokrywkę. Dopiero po przemoknięciu pokrywki czar pryska.



Termometr powietrza

Eksperyment 30

Dodatkowo potrzebne: czerwony atrament (jeżeli posiadasz), wodoodporny pisak

Nalej do probówki tyle wody, by dolny koniec rurki kątownej po założeniu korka był zanurzony na ok. 1 cm. Trochę wody dostanie się do probówki. Możesz zafarbować wodę czerwonym atramentem, aby lepiej widzieć słup wody w rurce kątownej. Zaznacz pozycję wyjściową na ścianie probówki, np. wodoodpornym pisakiem. Następnie wstaw probówkę do słoika z ciepłą wodą.

Eksperyment 31

Wyjmij termometr z ciepłej wody i włóż pod bieżącą, zimną wodę. Słup cieczy się zmniejszy i spadnie poniżej pozycji wyjściowej.

Podczas podgrzewania powietrze znajdujące się w probówce się rozszerzyło i wcisnęło wodę w górę rurki kątownej.



Świecek jednocześnie zapalas i przykrywasz.

Eksperyment 32

Jeszcze silniejsze ochłodzenie uzyskasz, gdy wstawisz termometr do lodowatej wody, czyli do wody, w której pływają kostki lodu (z zamrażarki). W takich warunkach powietrze w probówce kurczy się tak bardzo, że w wodzie pojawiają się pojedyncze pęcherzyki powietrza.

Powietrze wymaga przestrzeni, posiada masę i rozszerza się podczas podgrzewania. Powietrze zachowuje się jak substancja.



Eksperyment 33

Dodatkowo potrzebne: tealight

Zapal tealight na niepalnej podkładce i przykryj suchym, czystym słoikiem. W tym i w kolejnym eksperymencie obserwuj ścianki słoika.

Eksperyment 34

Powtórz eksperyment, używając tym razem dużego słoja.

Eksperymenty pokazują, że tealight potrzebuje do palenia czegoś, co jest dostępne pod szklanymi kloszami w ograniczonej ilości, a duży słoć zawiera tego więcej niż mały.

Na ściankach słoików powstał osad, który – jak wykazały dokładniejsze badania – składa się z wody. Woda powstała, jak dowiedziałeś się w jednym z poprzednich eksperymentów, gdy wodór połączył się z tlenem.

Można z tego wyciągnąć dwa wnioski:

1. Wodór może pochodzić teraz z paliwa tealighta, gdzie oczywiście ukrywa się równie dobrze, co w wodzie.

2. Powietrze znajdujące się pod stoikami składa się w całości lub częściowo z tlenu.

Eksperyment 35

Dodatkowo potrzebne: tealight, spinacz biurowy

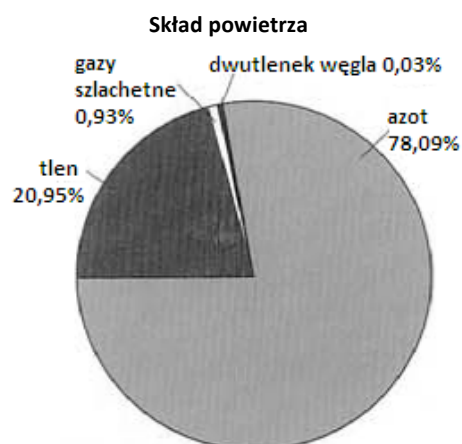
Napełnij wannę wodą do wysokości 2 cm i połóż na wodzie tealight. Zapal świeczkę i ostrożnie przykryj „stateczek” stoikiem. Ustaw stoik na dnie wanny, tak aby z jednej strony stał na spinaczu biurowym.

To, że tealight po chwili zgaśnie, nie zdziwi cię, jeżeli wykonałeś poprzedni eksperyment. Ciekawe jest jednak to, że poziom wody w stoiku nieco wzrośnie, a wraz z nim i stateczek. Oczywiście część powietrza zawartego w stoiku zostanie zużyta. Ciśnienie powietrza wciśnie następnie wodę w zwolnioną przestrzeń. Gdyby powietrze składało się wyłącznie z tlenu, tealight na pewno paliłby się dłużej, a poziom wody podniósłby się jeszcze bardziej.

Tak się jednak nie stało. Powietrze jest *mieszaną* – czyli nie związkiem – gazów: **tlenu** i **azotu**, a także niewielkiej ilości innych gazów. Tylko tlen sprzyja spalaniu. Azot nie jest w stanie podtrzymywać spalania ani oddychania.

Dokładny skład powietrza jest przedstawiony na diagramie. Nie można

go jednak ustalić na podstawie eksperymentu 35, ponieważ w grę wchodzi inne procesy fizyczno-chemiczne, m.in. chłodzenie najpierw rozgrzanego powietrza oraz powstanie przestrzeni wymaganej przez gazy spalania, z którymi zapoznasz się później. Eksperyment pokazuje tylko, że część powietrza – tlen – sprzyja spalaniu.



Podnośnia statku

Eksperyment 36

Dodatkowo potrzebne: nożyczki, kleszcze

Utnij nożyczkami 2-centymetrowy kawałek magnezu i przytrzymaj kleszczami w płomieniu palnika spirytusowego. Po 2 – 3 sekundach magnez się zapali i spali w jaskrawym świetle. Pozostaną okruchy białego proszku.

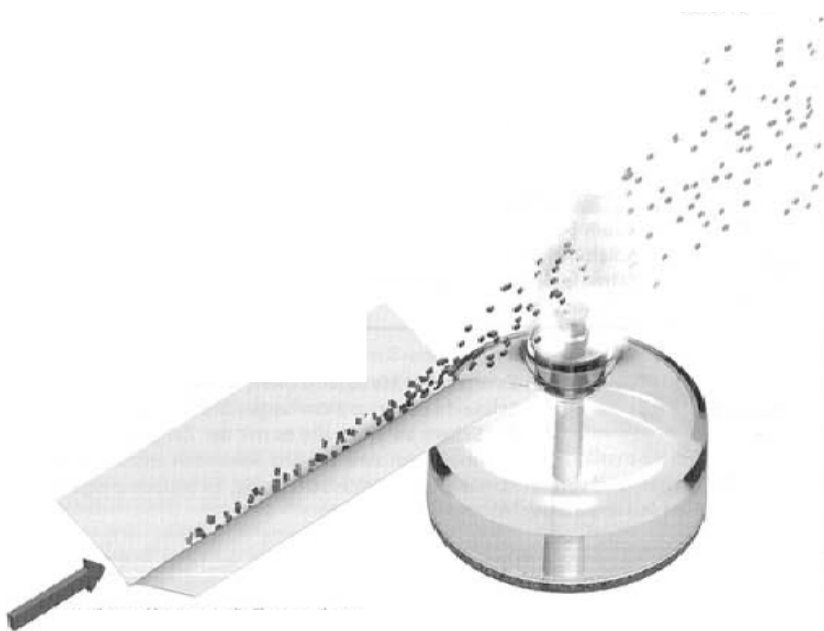


Magnez spala się w rażącym jasnym świetle.

Eksperyment 37

Dodatkowo potrzebne: pilnik, żelazny gwóźdź, papier

Nad dużą kartką papieru spiłuj z żelaznego gwoźdźka niewielką ilość drobnych opiłków i strząśnij je do papierowego rowka. Zapal palnik spirytusowy i powoli (!) posyp płomienie opiłkami, jak pokazano na ilustracji. Z płonących cząsteczek żelaza powstanie deszcz iskier. Być może znajdziesz też produkt spalania w postaci kilku czarnych ziarenek. Żelazo oraz inne metale posiadają w stanie rozdrobnionym dużą powierzchnię stykającą się z tlenem z powietrza. Poza tym powietrze znajdujące się pomiędzy cząsteczkami żelaza bardzo słabo przewodzi ciepło, więc dochodzi do nagromadzenia ciepła i osiągnięcia temperatury niezbędnej do spalania.



Ostrożnie i powoli strząśnij do palnika.

Opiłki żelaza spalające się w palniku spirytusowym.

Eksperyment 38

Dodatkowo potrzebne: wata stalowa, spinacz biurowy, wodoodporny pisak

Włóż niewielki kłębek waty stalowej do probówki i dodaj odrobinę wody, tak aby wata stalowa została dobrze zwilżona. Wstaw probówkę otworem skierowanym w dół do płaskiego naczynia, w którym znajduje się woda o wysokości 1 cm. Pod krawędź probówki wsuń spinacz biurowy, jak w eksperymencie 35.

W tym eksperymencie musisz wykazać się cierpliwością. Pozostaw konstrukcję eksperymentu na jeden lub dwa dni w



spinacz biurowy

Rdzewienie w probówce

miejscu niedostępnym dla małych dzieci i zwierząt. Zobaczysz później, że wata stalowa miejscami przebarwiła się na brązowo, a woda w probówce powoli się podnosi. Na koniec zaznacz pisakiem poziom wody w probówce.

Eksperyment 39

Dodatkowo potrzebne: nadtlenek wodoru, drzazga (patyczek do szaszłyków)

W probówce umieść nadtlenek wodoru do wysokości 5 cm i dodaj 1 szpatułkę węglanu sodu i 1 szpatułkę siarczanu miedzi. Zawartość probówki zabarwi się na ciemno, nastąpi dynamiczne wydzielanie gazu. Zapal suchą drzazgę (zapałki się nie nadają), zdmuchnij płomień i wsuń tłącą się drzazgę do probówki. Drzazga się zapali, co świadczy o obecności tlenu (test tłącej się drzazgi).

Eksperyment 40

Dodatkowo potrzebne: suszone drożdże, nadtlenek wodoru, drzazga (patyczek do szaszłyków)

Do probówki wsyp 1 szpatułkę drożdży i dodaj 1 – 2 cm wody. Zamknij probówkę gumowym korkiem i mocno potrząśnij, aby drożdże zostały jak najrównomierniej rozprowadzone w wodzie. Dodaj taką samą ilość nadtlenku wodoru, usuń pianę podwójną łyżką i sprawdź po minucie przy pomocy tłącej się drzazgi.

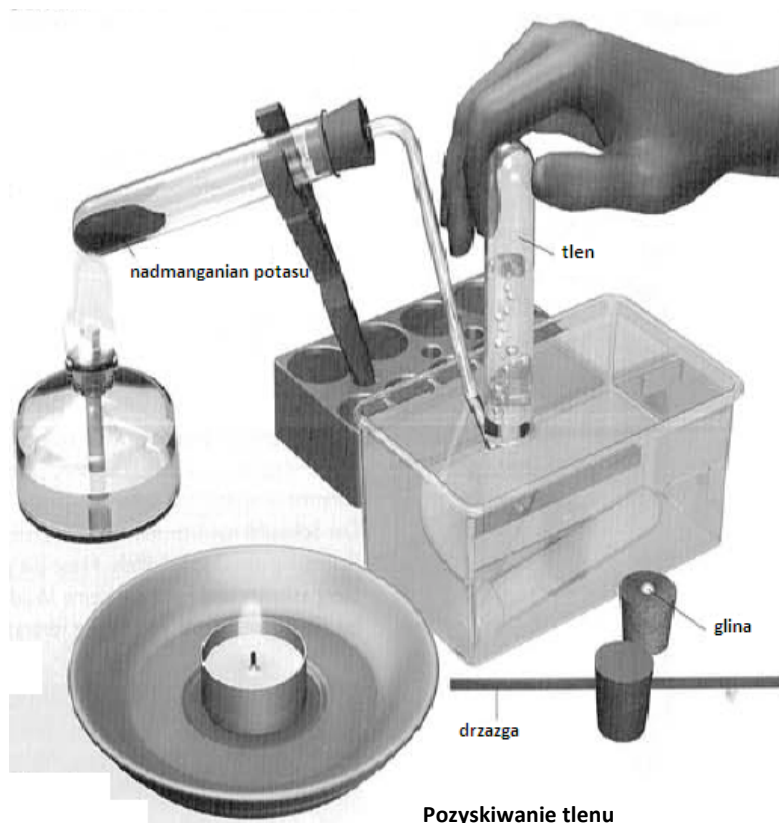
Eksperyment 41

Dodatkowo potrzebne: nadtlenek wodoru, drzazga (patyczek do szaszłyków)

Do roztworu nadtlenku wodoru o wysokości 1 cm dodaj mieszaninę nadmanganianu potasu na czubku szpatułki i przeprowadź próbę z tłącą się drzazgą.

Eksperyment 42

Przygotuj zaprezentowany układ eksperymentalny. Znasz go już z wytwarzania wodoru (tutaj niezbędna jest też wanna o odpowiedniej głębokości). Zatkaj otwór w korku kulką z papieru lub gliny. Do probówki trzymanej pod kątem wsyp 5 szpatulek mieszaniny nadmanganianu potasu. Na dnie wanny wypełnionej wodą połóż płasko dwie probówki. Podgrzej mieszaninę nadmanganianu potasu. Wkrótce z rurki kątovej będą wydostawać się pęcherzyki gazu. Wypuść pierwsze z nich. Następnie przytrzymaj jedną z zanurzonych w wodzie probówek nad końcem rurki kątovej, tak aby otwór był cały czas pod wodą.



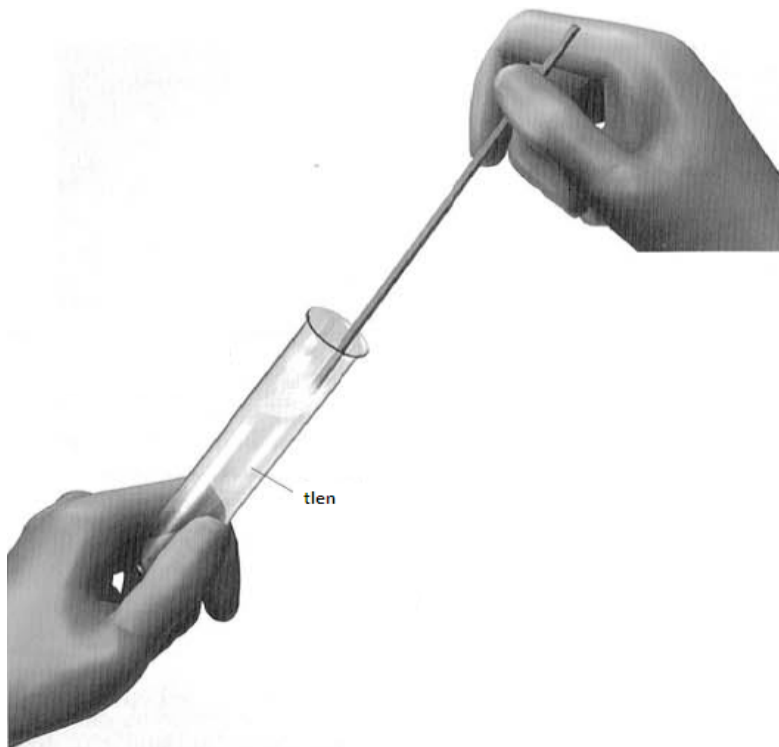
Unoszące się pęcherzyki gazu wypychają wodę z probówki. Gdy całkowicie wypełni się ona gazem, zamknij ją pod wodą gumowym korkiem i wstaw prosto do stojaka na probówki.

Następnie wypełnij drugą probówkę w ten sam sposób tlenem, zamknij przygotowanym korkiem pod wodą i również ustaw w stojaku.



Przesuń stojak z rozgrzaną probówką obok, tak aby rurka kątowna nie była już zanurzona w wodzie!

Resztki w rozgrzanej probówce wytrząśnij do stoika, dodaj 1 cm wody i zmyj nadtlenkiem wodoru, aż fioletowy kolor nadmanganianu potasu zniknie.

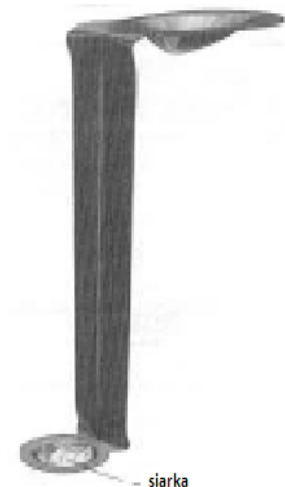


Eksperyment 43

Dodatkowo potrzebne: tealight, drzazga

Wyjmij korek z pierwszej probówki wypełnionej gazem i włóż do niej tłącą się drzazgę. Zatrzeszczy jeszcze bardziej niż w poprzednim doświadczeniu.

Próba tlenu (test tłącej się drzazgi)



Eksperyment 44

Wygnij podwójną łyżkę tak, jak pokazano na ilustracji, i wypełnij małe zagłębienie do połowy siarką. Trzymaj zagłębienie z siarką nad palnikiem spirytusowym. Siarka się zapali i spali w powolnym, małym płomieniu. Wyjmij korek z drugiej probówki wypełnionej tlenem i włóż do niej łyżkę z płonącą siarką. Niewielki płomień stanie się znacznie jaśniejszy.

Siarka połączyła się z tlenem i powstał **dwutlenek siarki**.

Czyszczenie podwójnej łyżki: Chwyć duże zagłębienie podwójnej łyżki uchwytem na probówce i przytrzymaj małe zagłębienie swobodnie nad palnikiem spirytusowym tak długo, aż resztki siarki całkiem się spalą.

Podwójna łyżka jako łyżka do spalań

Eksperyment 45

Dodatkowo potrzebne: biały ocet (ocet winny)

Do probówki nalej wody do wysokości 3 cm i dolej 2 krople roztworu lakmusu. Rozcieńczony roztwór jest jasnoniebieski. Po dodaniu kropli białego octu (octu winnego) kolor gwałtownie zmienia się z niebieskiego na jasnoczerwony. Jeżeli dodasz kolejną kroplę octu, kolor czerwony prawie nie ulegnie



Różnorodne rodzaje octu w różnych kolorach i smakach

zmianie. Dalsze dodawanie indykatora powoduje pogłębienie koloru. Zachowaj roztwór do eksperymentu 48.

Jak dowiedziałeś się w ostatnim eksperymencie, po dodaniu kilku kropli octu do niebieskiego roztworu lakmusu w przypadku większości rodzajów octu ma miejsce zmiana koloru na czerwony. Jeżeli jednak dodasz kilka kropli roztworu lakmusu do octu, ciemniejszy kolor własny octu często ukrywa zmianę koloru. Do twojego eksperymentu najlepiej nadaje się *bezbarwny* ocet, który osoba dorosła przygotowała dla Ciebie z nie do końca bezpiecznej esencji octowej dostępnej w sklepach. Jeżeli jeszcze tego nie zrobiła, poproś ją o ocet. Instrukcja znajduje się wcześniej.

Eksperyment 46

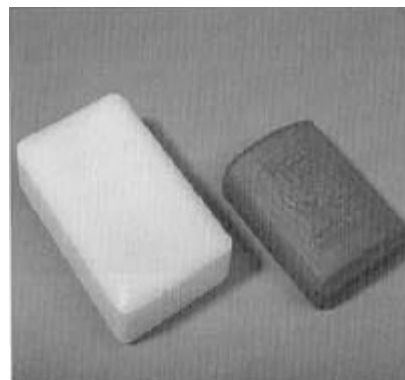
Dodatkowo potrzebne: sok z cytryny lub kwas cytrynowy

Ponownie przeprowadź poprzedni eksperyment, ale tym razem sprawdź działanie kilku kropel soku z cytryny lub roztworu kwasu cytrynowego (1 mała szpatułka w 3 cm wody) na roztwór lakmusu. Kwas cytrynowy zawarty w soku z cytryny również barwi niebieski roztwór lakmusu na czerwono. Zachowaj roztwór do eksperymentu 48.

Eksperyment 47

Rozpuść w probówce z wodą o wysokości 1 cm 1 szpatułkę węgla sodu i rozetrzyj odrobinę gotowego roztworu pomiędzy kciukiem i palcem wskazującym. Prawdopodobnie na początku nie wyczujesz zbyt wiele. Ale potem – nawet po wypłukaniu palca – skóra, która miała kontakt z roztworem, będzie trochę inna: gładsza, mniej matowa niż podczas rozcierania roztworu w palcach drugiej dłoni.

W wodnym roztworze węgla sodu powstaje **ług sodowy**, który w pewnym stopniu zmiękcza skórę. Jeżeli masz przez dłuższy czas do czynienia z ługiem mydlanym (np. podczas mycia), powstaje to samo odczucie. Również w roztworach środków myjących zawierających roztwór mydła i węgiel sodu powstaje ług sodowy. Ług sodowy odgrywa ważną rolę w laboratoriach i technice. Test rozcierania w wyższych stężeniach byłby równie



Kostki mydła są również dostępne w różnych rozmiarach i kolorach.

niewskazany co test smaku w przypadku kwasów. Jednak indykatory, które wskazują obecność kwasów, poprzez zmianę koloru informują także o obecności ługów. Lakmus nie robi wyjątków.

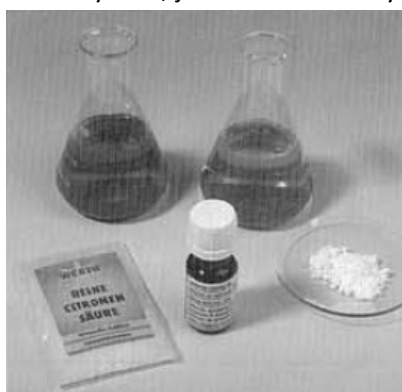
Eksperyment 48

Rozpuść w probówce z wodą o wysokości 5 cm 1 szpatułkę węglanu sodu i dodaj kilka kropli tego roztworu do roztworów z eksperymentów 45 i 46. Kolor czerwony zniknie i znów pojawi się niebieski kolor lakmusu. Zachowaj roztwory do eksperymentu 50.

Eksperyment 49

Dodatkowo potrzebne: mydło toaletowe lub szare

Spłuj z kostki mydła kilka wiórków i wrzuć je do probówki napełnionej wodą do wysokości 5 cm. Przygotuj czerwony roztwór lakmusu jak w eksperymencie 45 i wlej go do roztworu mydła. Kolor czerwony kwaśnego roztworu znów ustąpi miejsca niebieskiemu kolorowi lakmusu. Na pewno już się domyślasz, jak znika czerwony kolor.



Roztwór lakmusu z kwasem cytrynowym (po lewej) i węglanem sodu (po prawej)

Eksperyment 50

Do niebieskich roztworów z dwóch ostatnich eksperymentów dodaj kilka kropel octu. Hurra, czerwony kolor powrócił!

Roztwór węglanu sodu i roztwór mydła wchodzi z kwaśnym (czerwonym) roztworem lakmusu w tę samą reakcję, która opiera się na tym, że w obu przypadkach – jak już wspominaliśmy – powstaje niewielka ilość ługu sodowego. Inne ługi (m.in. ług potasowy, ług wapniowy) zachowują się w ten sam sposób. Na podstawie twoich obserwacji możemy wyciągnąć następujące wnioski:

- **Kwasy** barwią niebieski roztwór lakmusu na **czerwono** (reakcja kwasowa).
- **Ługi** (roztwory zasadowe) barwią czerwony roztwór lakmusu na **niebiesko** (reakcja zasadowa).



Eksperyment 51

Dodatkowo potrzebne: kwaśne jabłko

Aby uzyskać kwas z jabłka, musisz najpierw wycisnąć z niego sok. Ukrój cienki kawałek jabłka i przyłóż niebieski papier lakmusowy do przekrojonej powierzchni.

Eksperyment 52

Dodatkowo potrzebne: dojrzałe, słodkie jabłko

Powtórz poprzedni eksperyment na dojrzałym jabłku. Zdziwisz się. Nawet dojrzały owoc zawiera wystarczająco dużo kwasu, by zabarwić niebieski papier lakmusowy na czerwono.

Eksperyment 53

Sprawdź obecność kwasu winowego w winie, dodając do wina o wysokości 2 – 3 cm 2 krople roztworu lakmusu.

Eksperyment 54

Dodatkowo potrzebne: napój typu cola

Aby sprawdzić obecność kwasu w coli, próbkę z ciemną cieczą o wysokości 2 cm wypełnij wodą. Zawartość próbówki ma teraz jaśniejszy kolor. Do 2 cm słabego roztworu dodaj 4 – 5 kropeł roztworu lakmusu. Czerwone zabarwienie wskazuje na obecność kwasu. Próba kwasu będzie jeszcze wyraźniejsza, jeżeli umieścisz kroplę roztworu coli na papierku lakmusowym.

Napoje typu cola zawierają kwas cytrynowy i kwas fosforowy. Ten drugi wzmacnia działanie kofeiny w „pobudzaczu”.

Kwasy nadają sokom i napojom odświeżającego smaku. Zaś większość ludzi ma naturalną niechęć do napojów zasadowych, np. wody leczniczej, które zawierają wodorowęglan sodu (sodę oczyszczoną) i inne sole reagujące zasadowo. Do testu reakcji zasadowej roztworu wodorowęglanu sodu służy czerwony papierek lakmusowy.



Roztwór antocyjanu i papierki antocyjanowe

Eksperyment 55

Dodatkowo potrzebne: soda oczyszczona (wodorowęglan sodu)

Rozpuść 1 szpatułkę sody oczyszczonej w 3 cm wody i umieść 1 kroplę roztworu na czerwonym papierku lakmusowym. Niebieskie zabarwienie świadczy o reakcji zasadowej.

Eksperyment 56

Poproś osobę dorosłą o pomoc w tym eksperymencie. Rozdrobnij liście (czerwonej kapusty) lub owoce i gotuj je w kuchni w małym garnku przez około kwadrans. Po ostudzeniu przefiltruj zawartość garnka do miarki. Przechowuj indykator w małej, czystej butelce i oznacz ją etykietą: **roztwór antocyjanu**. Na etykiecie zaznacz też, z jakiej rośliny został przygotowany

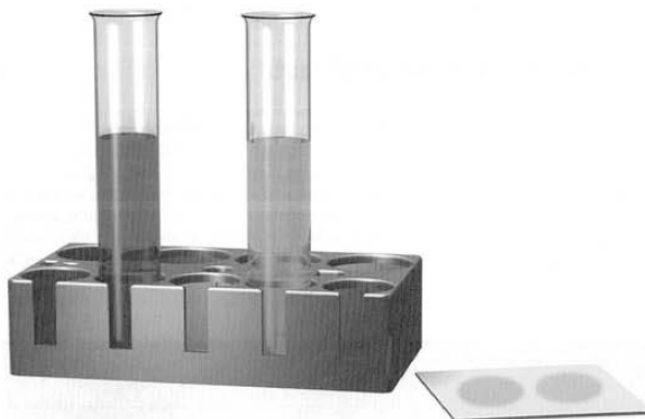
roztwór. Możesz nasączyć roztworem kilka pasków bibułki filtracyjnej i je osuszyć. Oprócz papierków lakmusowych masz teraz **papierek antocyjanowy**.

Eksperyment 57

Do próbówki wlej 5 cm octu i dodaj pół pipety roztworu antocyjanu: czerwone zabarwienie.

Eksperyment 58

W próbówce z 5 cm wody rozpuść 1 szpatułkę węglanu sodu i dodaj pół pipety roztworu antocyjanu: zielone zabarwienie. Do zielonego roztworu dodaj ocet: powróci czerwone zabarwienie, również w postaci jaśniejszego różu. Czasami może pojawić się fioletowy odcień.



Jak ocet i roztwór węglanu sodu barwią roztwór antocyjanu i papierek antocyjanowy.

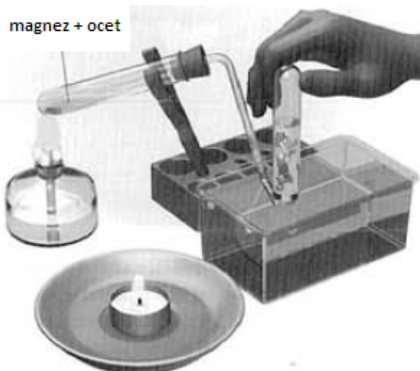
Eksperyment 59

Dodatkowo potrzebne: kwas cytrynowy

Połóż kawałek niebieskiego papierka lakmusowego na jasnym tle i umieść na papierku 1 małą szpatułkę kwasu cytrynowego. Czy widzisz czerwone zabarwienie? Upuść kilka kropel wody na kwas cytrynowy.

Eksperyment 60

Powtórz eksperyment z węglanem sodu, który umieść na czerwonym papierku lakmusowym. Teraz też oczekiwana reakcja ze zmianą koloru ma miejsce dopiero po dodaniu wody. Kwasy i zasady muszą oczywiście mieć formę rozpuszczoną, aby móc wykazywać działanie kwasowe lub zasadowe.



Eksperyment 61

Dodatkowo potrzebne: tealight, duża klamerka do bielizny

Do tego i kolejnego eksperymentu przygotuj taki sam sprzęt, jak w eksperymencie 23. Do probówki wrzuć 5-centymetrowy, złożony dwa razy pasek magnezu i wlej octu do wysokości 2 cm. Od razu zamknij probówkę korkiem z rurką kątową i chwyć uchwytem w sposób pokazany na ilustracji. Zapal tealight.

Trzymaj probówkę wypełnioną wodą nad wylotem rurki kątowej, aby złapać wydobywające się pęcherzyki gazu. Musisz wykazać się

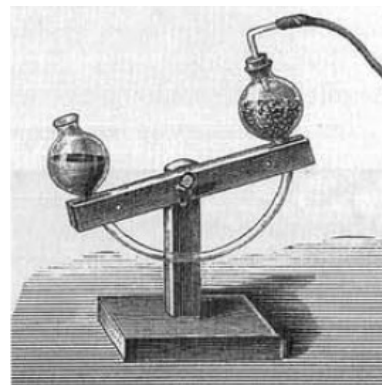
cierpliwością, aż probówka się napełni. Wyjmij probówkę z otworem skierowanym w dół z wanny, uchwycić ją klamerką do bielizny i zbliż do płomienia, jak w eksperymencie 24. Nie przestrasz się! W reakcji kwasu octowego z magnezem powstał wodór.

Eksperyment 62

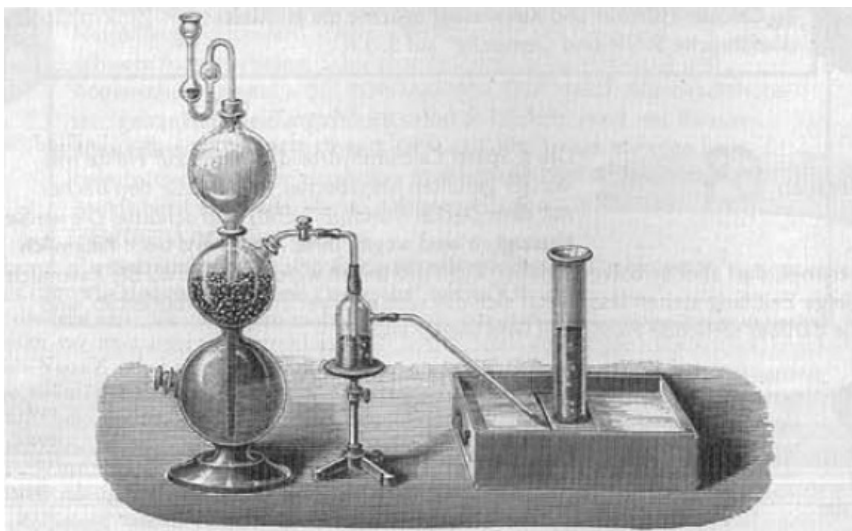
Dodatkowo potrzebne: tealight, duża klamerka do bielizny, kwas cytrynowy

Do stężonego roztworu kwasu cytrynowego (3 szpatułki kwasu cytrynowego na 2 cm wody) wrzuć 5-centymetrowy pasek magnezu i złap gaz wydobywający się z rurki kątowej, jak w poprzednim eksperymencie. Tym razem napełnianie probówki też trwa przez pewien czas. Wyjmij probówkę z wanny, chwyć ją za pomocą klamerki do bielizny i zbliż do płomienia świeczki. Nastąpi eksplozja i powstanie wodór.

Możesz przeprowadzać eksperyment z innymi kwasami i innymi metalami, a zawsze otrzymasz ten sam gaz: wodór.



Aparat „przechylny”, który wytwarza wodór dopóty, dopóki kwas ma kontakt z metalem.
Źródło: F. Krafft, *Anorganische Chemie* (1891)



Pozyskiwanie wodoru za pomocą aparatu wynalezionej przez P. J. Kippa (1808 – 1864). Środkowa kula zawiera cynk, dolna i górna – kwas. Przy otwartym kurku kwas reaguje z cynkiem. Po zamknięciu kurka powstały gaz wypiera kwas z cynku. Wytwarzanie gazu się kończy. Źródło: F. Krafft, *Anorganische Chemie* (1891)

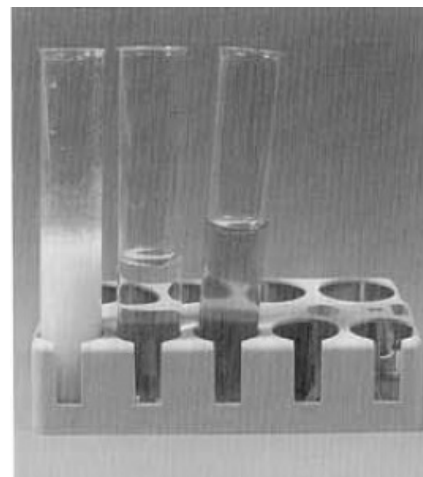
Eksperyment 63

Do miarki wypełnionej do połowy wodą wsyp 2 szpatułki wodorotlenku wapnia, zamknij miarkę pokrywką (szczelnie!) i wstrząśnij. Ze względu na swój wygląd biała ciecz jest nazywana **mlekiem wapiennym**, jednak absolutnie nie wolno jej pić. Gdy odstawisz mleko wapienne na pewien czas, biały proszek osadzi się na dnie miarki, a ciecz znajdująca się powyżej stanie się ponownie czysta.

Eksperyment 64

Włóż trzywarstwowy filtr w kształcie stożka do lejka i przefiltruj mleko wapienne po ponownym wstrząśnięciu zamkniętą miarką. Umieść 1 kroplę filtratu na czerwonym papierku lakmusowym lub papierku antocyjanowym. Test możesz też oczywiście przeprowadzić z użyciem roztworu indykatora.

Chociaż część wodorotlenku wapnia się rozpuściła, większość pozostała oczywiście na filtrze. Przezroczysta ciecz reagująca zasadowo jest określana mianem **wody wapiennej**. Woda wapienna to ważna substancja wykazująca obecność gazu cieplarnianego – dwutlenku węgla. Możesz ją więc zachować w podpisanej butelce do późniejszych eksperymentów.



Mleko wapienne, woda wapienna i woda wapienna z roztworem antocyjanu



Wodorotlenek sodu pochłania wilgoć z powietrza i staje się wodnisty.

Eksperyment 65

Wymieszaj w probówce 2 szpatułki węglanu sodu z 4 szpatułkami wodorotlenku wapnia. Dolej 4 – 5 cm wody, zamknij probówkę korkiem i wstrząśnij. Następnie przefiltruj. Filtrat składa się z rozcieńczonego ługu sodowego. Ponownie go rozcieńcz w pięciokrotnej ilości wody i przeprowadź test rozcieńczenia, jak w eksperymencie 47. Umyj ręce!

Węglan sodu – Na_2CO_3 – i wodorotlenek wapnia – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ –

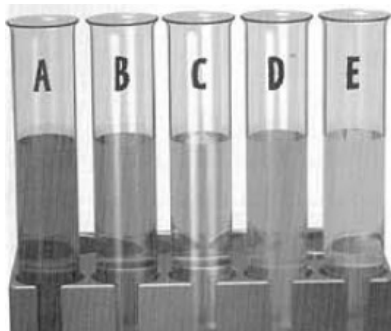
reagują ze sobą w następujący sposób:



Węglan sodu + wodorotlenek wapnia $\rightarrow$ węglan wapnia + wodorotlenek sodu

Na filtrze pozostaje trudno rozpuszczalny węglan wapnia, a filtrat składa się z ługu sodowego, czyli z wodorotlenku sodu, który w wodzie rozpadł się praktycznie całkowicie na jody sodu i wodoru.

Ług sodowy możesz przechowywać w czystej, podpisanej butelce, np. do eksperymentów 68, 85 i 86.



Gama kolorów: roztwór antocyjanu z octem (A), roztwór chlorku amonu (B), woda (C), roztwór sody oczyszczonej (D) i woda wapienna (E)



Ocet ma wartość pH 3: lekko kwasowy.

Ług mydlany ma wartość pH 8: lekko zasadowy.

Eksperyment 66

Dodatkowo potrzebne: soda oczyszczona, wodoodporny pisak

Ustaw 5 probówek obok siebie w stojaku na probówki i opisz je od lewej do prawej literami od A do E. Do probówek B, C i D wlej po 5 cm wody, do probówki A – 5 cm octu, a do probówki E – 5 cm wody wapiennej. Do probówki B dodaj 1 szpatułkę chlorku amonu, a do probówki D – 1 szpatułkę sody oczyszczonej (wodorowęglanu sodu). Probówka C zawiera tylko wodę. Do każdej probówki wlej po pół pipety roztworu antocyjanu.

Roztwór antocyjanu nie tylko wskazuje kwasowość lub zasadowość, lecz także pozwala określić poziom **mocy kwasu**. Do pomiaru mocy kwasu stosuje się **skalę pH** od pH 0 do pH 14. pH 0 oznacza „silnie kwasowy”, a pH 14 – „silnie zasadowy”. Roztwór o wartości pH 0 zawiera bardzo dużo jonów H^+ i bardzo niewiele jonów OH^- , a roztwór o wartości pH 14 zawiera bardzo niewiele jonów H^+ i bardzo dużo jonów OH^- . W przypadku wartości pH 7 roztwór zawiera po równo jonów H^+ i OH^- . Taki roztwór reaguje neutralnie.

Eksperyment 67

Wypełnij miarkę do połowy wodą wapienną i zabarw ją 3 – 5 kroplami roztworu lakmusu na niebiesko. Umieść naczynie na białym papierze. Następnie dodaj pipetą ocet. Po każdym dodaniu octu przechyl naczynie lekko w lewo i w prawo. W miejscu dodania kropli pojawi się na krótko czerwona chmura. Podczas przechylania roztwór ponownie przybiera jednak jednolity niebieski kolor.

Eksperyment 68

Dodatkowo potrzebne: świeża cytryna

Teraz chcemy odwrócić sytuację i zneutralizować kwas zasadą. W tym celu musisz przygotować ług sodowy zgodnie z recepturą z eksperymentu 65. Wyciśnij pół cytryny i przefiltruj sok. Odmierz w probówce 3 cm soku z cytryny i wlej go do miarki. Wypełnij miarkę do połowy wodą i dodaj 3 – 5 kropel roztworu lakmusu. Postaw miarkę z jasnoczerwonym roztworem na białym papierze. Następnie pozwól, aby z pipety kapał otrzymany ług sodowy. Przy każdym dodaniu ługu powstają teraz niebieskie chmury, które podczas przechylania ustępują miejsca czerwieni.

Krótko przed osiągnięciem celu odbarwienie trwa trochę dłużej. Musisz teraz uważać – na końcu wystarczy 1 kropla ługu do zabarwienia na niebiesko.

Eksperyment 69

Do probówki wlej 3 – 4 cm wody wapiennej i powoli (!) dodawaj gazowaną wodę mineralną. Powstanie biały **osad** z węglanu wapnia, który wskazuje obecność dwutlenku węgla. Gazowaną wodę mineralną musisz dodawać powoli, ponieważ w zbyt dużej ilości wody osad się rozpuści (por. eksperyment 137).

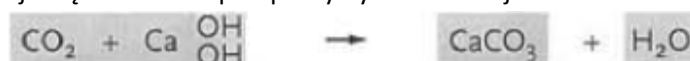
Postawanie osadu, w szczególności kolorowego, odgrywa ważną rolę w sprawdzaniu obecności substancji.

Eksperyment 70

Zazwyczaj musisz sprawdzać obecność dwutlenku węgla w postaci gazowej, a nie rozpuszczonego w wodzie. Wypełnij probówkę do połowy świeżą gazowaną wodą mineralną i zamknij korkiem z rurką kątową.

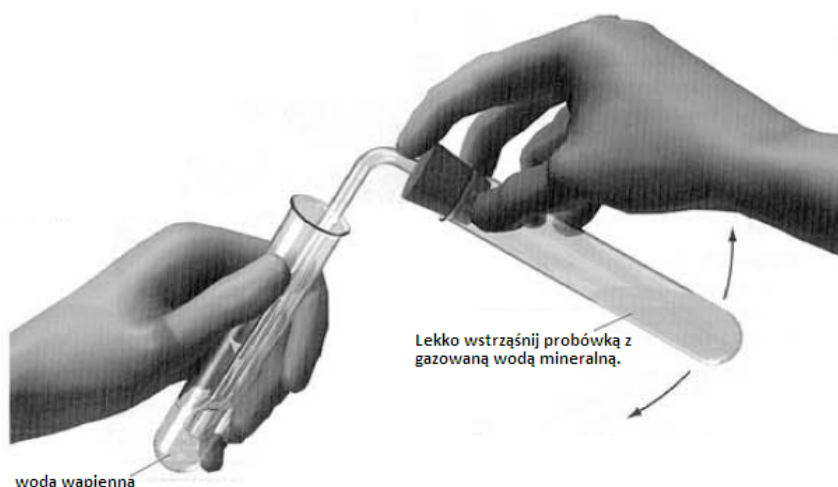
Do drugiej probówki wlej 3 – 4 cm wody wapiennej. Weź jedną probówkę do jednej, a drugą do drugiej ręki i zanurz wolne ramię rurki kątowej w wodzie wapiennej. Wstrząśnij lekko probówką z gazowaną wodą mineralną. W wodzie wapiennej powstaną pęcherzyki gazu.

Próba obecności dwutlenku węgla odgrywa ważną rolę w licznych eksperymentach. Być może chcesz się dowiedzieć, co dzieje się wówczas z perspektywy chemicznej. Oto równanie reakcji:



dwutlenek węgla +
wodorotlenek wapnia →
węglan wapnia + woda

Oprócz osadu z węglanu wapnia powstaje też woda, czego oczywiście nie widać w roztworze wodnym.



Próba obecności dwutlenku węgla. Koniecznie naciskaj palcem wskazującym na korek, aby probówka była szczelnie zamknięta.

Eksperyment 71

Do probówki z wodą o wysokości 3 cm wlej 3 krople wody wapiennej i 2 krople roztworu lakmusu. Stopniowo przenieś niebieski roztwór do gazowanej wody mineralnej aż do

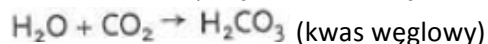


W beczkach w wytwórni win z glukozy powstaje alkohol i dwutlenek węgla – to starodawny proces biotechnologiczny.

zabarwienia na czerwono. Roztwór przyda ci się jeszcze do kolejnego eksperymentu.
Jak widać, gazowana woda mineralna zneutralizowała zasadowy roztwór wodorotlenku wapnia.

Eksperyment 72

Gazowana woda mineralna zawiera kwas: kwas węglowy. Sam dwutlenek węgla nie jest jeszcze kwasem. Gaz w połączeniu z wodą tworzy kwas:



W roztworze wodnym kwas węglowy rozpada się na jony wodoru, które odpowiadają za kwasowe działanie, i ujemnie naładowane jony wodorowęglanu i węglanu. Co prawda, zaledwie niewielka ilość (0,1%) rozpuszczonego dwutlenku węgla z wodą zamienia się w kwas węglowy. W eksperymencie 72 nadmiar dwutlenku węgla ulatnia się z roztworu. Rozpada się też przy tym kwas węglowy, co możesz dostrzec w postaci powrotu niebieskiego zabarwienia.

Eksperyment 73

Wlej do słoika trochę wody wapiennej. Wstrząśnij lekko butelką z gazowaną wodą mineralną, otwórz ją i przytrzymaj nad probówką, jak pokazano na ilustracji (drugą ręką przykryj otwór). Nie pozwól jednak, aby gazowana woda mineralna dostała się do wody wapiennej. Zamknij słoik nakrętką i wstrząśnij. Zmętnienie wody wapiennej świadczy o tym, że dwutlenek węgla najwyraźniej „utonął” w naczyniu.



Eksperyment 74

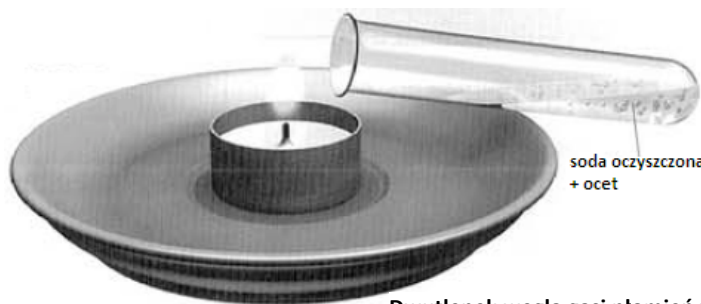
Dodatkowo potrzebne: tealight, soda oczyszczona

Ustaw tealight w miarce i zapal. Teraz jako źródła dwutlenku węgla nie użyjesz gazowanej wody mineralnej, lecz znaną ci już sodę oczyszczoną (wodorowęglan sodu). Do słoika o średniej wielkości wsyp 2 szpatułki sody oczyszczonej i dolej odrobinę octu. Nałóż luźno nakrętkę na słoik. Wewnątrz pieni się i syczy. „Nalej” gaz, ale nie ciecz w naczyniu z tealightem. W większości przypadków rozbłyśnie światło. Czasem jednak powietrze rozgrzane przez płomień pociąga za sobą w górę dwutlenek węgla.

Eksperyment 75

Dodatkowo potrzebne: tealight, soda oczyszczona

Ustaw tealight na starym talerzu i zapal. Teraz z 1 szpatułki sody oczyszczonej i odrobiny octu uzyskaj w probówce dwutlenek węgla. Gdy słup piany znacznie opadać, zbliż probówkę z jednej strony do płomienia, jak pokazano na ilustracji.



Dwutlenek węgla gasi płomień tealighta.

Na podstawie eksperymentów oczywiste jest, że dwutlenek węgla jest „ciężkim” gazem. Jest gęstszy niż powietrze, gromadzi się na dnie naczynia i można go przelewać jak ciecz. Dwa ostatnie eksperymenty pokazują też, że dwutlenek węgla może zgasić ogień.

Eksperyment 76

Dodatkowo potrzebne: tealight

Trzymaj słoik o średniej wielkości z otworem skierowanym w dół nad płonącym tealightem. Zamknij słoik nakrętką i odwróć. Po kilku sekundach zdejmij nakrętkę i wlej do słoika odrobinę wody wapiennej. Ponownie zamknij słoik i wstrząśnij.

Eksperyment 77

Powtórz poprzedni eksperyment, tym razem trzymając słoik nad płomieniem palnika spirytusowego.

Eksperyment 78

Dodatkowo potrzebne: naczynie z piaskiem, drzazga (patyczek do szaszłyków)

Przygotuj słoik lub puszkę z piaskiem. Wlej odrobinę wody wapiennej i na 3 – 4 sekundy włóż do słoika płonącą drzazgę. Wstaw płonącą drzazgę do piasku, aby ją zgasić, i zamknij słoik pokrywką. Wstrząśnij.



Poszukiwanie produktu spalania

Eksperyment 79

Dodatkowo potrzebne: naczynie z piaskiem, drzazga (patyczek do szaszłyków)

Poproś osobę dorosłą, aby wlała do probówki 1 – 2 cm denaturatu.

Wlej 8 – 10 kropeł denaturatu do słoika, zamknij i wstrząśnij. Zapal drzazgę (lub patyczek do szaszłyków, ale nie używaj zapalek), otwórz słoik i włóż do niego drzazgę. Mieszanina powietrza i denaturatu się zapali, być może zobaczysz też niebieski płomynek. Wstaw płonącą drzazgę do piasku, aby ją zgasić, i szybko wlej do słoika odrobinę wody wapiennej. Zamknij słoik i wstrząśnij.

Eksperyment 80

Dodatkowo potrzebne: tealight, nóż

Trzymaj czyste ostrze noża w płomieniu tealighta. Metal pokryje się czarną warstwą sadzy.

Eksperyment 81

Wlej do słoika wodę wapienną, zakręć i wstrząśnij.

Zazwyczaj nie wystąpi zmętnienie. Jeżeli tak, mogłeś odkryć ciężkie powietrze.

Eksperyment 82

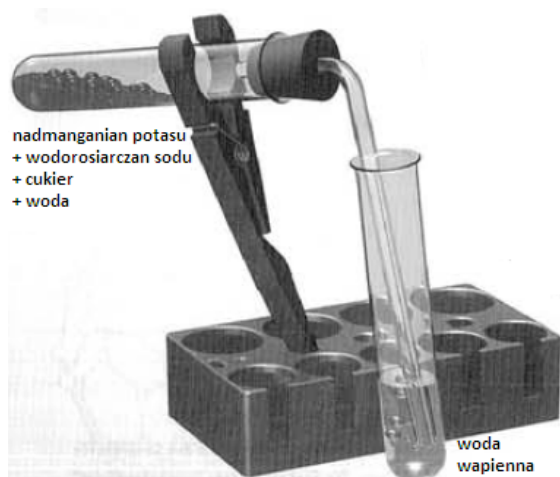
Dodatkowo potrzebne: słomka do picia

Napełnij cały słoik wodą, zamknij i ustaw do góry dnem w wannie wypełnionej do połowy wodą. Pod wodą zdejmij nakrętkę. Mały pęcherzyk powietrza w słoiku nie stanowi problemu. Wdmuchnij teraz za pomocą słomki powietrze do słoika w taki sposób, aby pozostało w nim jak najmniej wody. Zamknij słoik pod wodą, wyjmij z wanny i ustaw prosto na powierzchni roboczej. Zdejmij nakrętkę, wlej do słoika odrobinę wody wapiennej, zakręć i wstrząśnij.

Eksperyment 83

Dodaj do 5 cm wody 5 kropel roztworu lakmusu. Powtórz poprzedni eksperyment, używając zamiast wody wapiennej rozcieńczonego roztworu lakmusu. Kwas węglowy powstały z dwutlenku węgla powoduje zabarwienie na kolor czerwono-fioletowy. Przekonasz się, że słoik pełny zwykłego powietrza po wstrząśnięciu z roztworem lakmusu nie powoduje żadnej zmiany koloru.

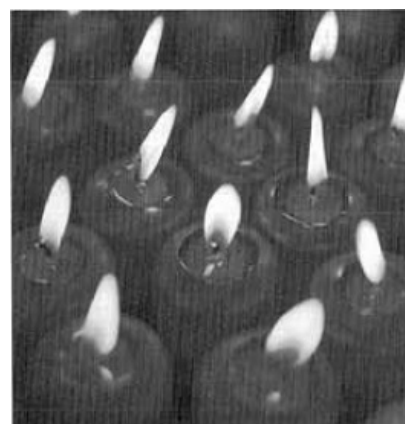
Powietrze, którym oddychasz, a także powietrze w eksperymencie 81 zawiera ok. 0,03% dwutlenku węgla. W wydychanym powietrzu ilość dwutlenku węgla wynosi 4%.



Model eksperymentu z cichym spalaniem cukru

Zobaczysz, że na początku powoli, a później szybciej w wodzie wapiennej będą pojawiać się pęcherzyki gazu i nastąpi znane ci zmętnienie. Ponadto będziesz mógł zaobserwować, że mieszanina reakcyjna zaczyna powoli kipieć. Ostrożnie złap probówkę. Jest dosyć ciepła, prawda? Po ochłodzeniu probówki napełnij ją wodą.

Ten eksperyment to symulacja (imitacja) procesów przemiany materii zachodzących w ciałach ludzi i zwierząt. Cukier stanowi pożywienie, tlen z nadmanganianu potasu zastępuje wdychany tlen z powietrza. Wydychane, czyli wydostające się z rurki kątowej powietrze zawiera dwutlenek węgla.



Eksperyment 84

Do probówki wsyp 1 szpatułkę cukru, 2 szpatułki wodorosiarczanu sodu i 3 szpatułki mieszaniny nadmanganianu potasu, dolej wody do wysokości 3 cm i przygotuj konstrukcję eksperymentu pokazaną na ilustracji. Wolne ramię rurki kątowej zanurz w wodzie wapiennej.

Zobaczysz, że na początku powoli, a później szybciej w wodzie wapiennej będą pojawiać się pęcherzyki gazu i nastąpi znane ci zmętnienie. Ponadto będziesz mógł zaobserwować, że mieszanina reakcyjna zaczyna powoli kipieć. Ostrożnie złap probówkę. Jest dosyć ciepła, prawda? Po ochłodzeniu probówki napełnij ją wodą.

Ten eksperyment to symulacja (imitacja) procesów przemiany materii zachodzących w ciałach ludzi i zwierząt. Cukier stanowi pożywienie, tlen z nadmanganianu potasu zastępuje wdychany tlen z powietrza. Wydychane, czyli wydostające się z rurki kątowej powietrze zawiera dwutlenek węgla.

Natomiast ogrzewanie naczynia reakcyjnego wyjaśnia pozyskiwanie energii poprzez „ciche spalanie” substancji odżywczych.

Eksperyment 85

Wypełnij miarkę do oznaczenia 25 ml nie całkiem świeżą gazowaną wodą mineralną, dodaj 5 kropeł roztworu lakmusa i podłóż pod miarkę kartkę białego papieru. Do zawartości miarki dodawaj krople przygotowanego samodzielnie ługu sodowego i zapisz liczbę kropli potrzebną do trwałego zabarwienia na niebiesko (po każdym dodaniu ługu przechyl miarkę).



**Bez dwutlenku węgla nie
byłoby roślin ani zwierząt.**

Eksperyment 86

W tym eksperymencie potrzebna ci będzie pomoc osoby dorosłej. Rozgrzej kubek pełen takiej samej gazowanej wody mineralnej w małym garnku w kuchni. Odczekaj, aż ostygnie, odmierz ponownie 25 ml i postępuj tak samo, jak w poprzednim eksperymencie.

W ostatnim eksperymencie kilka kropeł ługu wystarczyło, aby zneutralizować obecny kwas węglowy. Ogrzanie spowodowało, że rozpuszczalność dwutlenku węgla ustąpiła. Gaz uleciał do powietrza. To samo dzieje się z dwutlenkiem węgla rozpuszczonym w oceanach w przypadku globalnego ocieplenia. Część gazu ulatuje do atmosfery ziemskiej i wzmacnia efekt cieplarniany, który z kolei podnosi temperaturę oceanów – błędne koło.

Przekonałeś się też, że dwutlenek węgla jest gazem niezbędnym dla życia. Bez niego nie byłoby roślin, bez roślin nie byłoby życia zwierząt i oczywiście żadnych ludzi, którzy są na najlepszej drodze do zaburzenia równowagi obiegu węgla w przyrodzie.



Eksperyment 87

Wyprostuj podwójną łyżkę, jak pokazano na ilustracji. Do okrągłego zagłębienia nałóż odrobinę siarki i podgrzej ją nad palnikiem spirytusowym, aż pojawi się niewielki niebieski płomień. Szybko włóż łyżkę do słoika, w którym znajduje się odrobina wody (nie zanurzaj jednak szpatułki w wodzie) i luźno nałóż nakrętkę na słoik. Słoik napełni się gazem o przenikliwym zapachu. Szybko wyjmij łyżkę, zamknij słoik nakrętką i wstrząśnij. Otwórz słoik. Przenikliwy zapach jest mniej intensywny.



**Minerały zawierające siarkę. Na górze:
róża pustyni (gips z uwiecznionymi
ziarenkami piasku) i pirit (siarczek żelaza);
na dole: przezroczyste kryształy gipsu**

Eksperyment 88

Zabarw pasek papierka antocyjanowego 1 kroplą wody wapiennej na zielono, wysusz go lekko pomiędzy ręcznikami papierowymi i sprawdź zielonym paskiem roztwór w słoiku (umieść kroplę na papierku wskaźnikowym). Zielony kolor zniknie, na papierku pojawi się blado fioletowy połysk typowy dla słabego kwasu.

Eksperyment 89

Do 1 – 2 pipet roztworu ze słoika wlej 2 – 3 krople roztworu lakmusu. Lakmus również wskazuje słaby kwas poprzez czerwono-fioletowe zabarwienie.

Eksperyment 90

Rozpuść odrobinę mieszaniny nadmanganianu potasu w probówce wypełnionej wodą do wysokości 4 – 5 cm i dodaj 1 małą szpatułkę wodorosiarczanu sodu. Jeszcze raz przygotuj roztwór kwasu siarkawego, najlepiej zgodnie z instrukcją z eksperymentu 87, i dodaj 1 – 2 pipety roztworu do fioletowego roztworu nadmanganianu potasu. Wstrząśnij. Kolor zniknie.



Jod w postaci roztworu oraz w stanie stałym i gazowym („fioletowym”)

Eksperyment 91

Wlej 1 kroplę roztworu jodu do probówki wypełnionej do połowy wodą. Roztwór powinien mieć żółtawy kolor. Po dodaniu kwasu siarkawego, roztworu ze słoika, roztwór jodu się odbarwi.

Eksperyment 92

Rozpuść w probówce 1 małą szpatułkę wodorosiarczanu sodu w 4 – 5 cm wody i przetestuj roztwór za pomocą niebieskiego papierka lakmusowego lub papierka antocyjanowego.

Eksperyment 93

Dodatkowo potrzebne: soda oczyszczona

Wsyp 1 małą szpatułkę sody oczyszczonej (wodorowęglanu sodu) do probówki i dodaj roztwór wodorosiarczanu sodu. Podczas wybuchu tworzy się dwutlenek węgla, jak po dodaniu innych kwasów (por. eksperyment 74).

Co ciekawe, stały wodorosiarczany sodu w niektórych przypadkach jest w stanie zastąpić stężony kwas siarkawy, np. podczas wytwarzania chlorowodoru (eksperymenty 97, 98 i 102) i podczas utleniania miedzi do siarczany miedzi (eksperyment 176), gdy produktem ubocznym jest dwutlenek siarki.



Eksperyment 94

Dodatkowo potrzebne: kolorowe płatki kwiatów

Do słoika wlej kilka ml wody i włóż kolorowe płatki kwiatów. W małym zagłębieniu podwójnej łyżki spal odrobinę siarki, jak w eksperymencie 87, i zawieś podwójną łyżkę w przykrytym słoiku. Gdy niebieski płomień zgaśnie, wyjmij podwójną łyżkę i zamknij słoik nakrętką. Opisz go i odstaw na dzień lub dwa w miejsce niedostępne dla małych dzieci i zwierząt.



Dwutlenek siarki wybiela kwiaty.

Eksperyment 95

Dodatkowo potrzebne: 2 czyste żelazne gwoździe

Powtórz poprzedni eksperyment, ale zamiast płatków kwiatów włóż do słoika gwoździe. Ponownie odstaw opisany słoik na dzień lub dwa.

Eksperyment 96

Do słoika wlej odrobinę wody i 1 pipetę roztworu lakmusu. W małym zagłębieniu podwójnej łyżki spal siarkę w zamkniętym słoiku i wstrząśnij.

Kolor indykatora zmieni się na czerwony. Dodaj wodorotlenku wapnia (zwanego wapnem) na czubku szpatułki i jeszcze raz wstrząśnij. Zaobserwujesz zmianę koloru na niebieski.

Resztki siarki z podwójnej łyżki usuń, jak podano w eksperymencie 44.



Z
akład odsiarczania gazu spalinowego
(Zdjęcie: Lurgi, Frankfurt nad Menem)

Eksperyment 97

Rozgrzej w suchej, pochylonej probówce 1 szpatułkę soli kuchennej z 1 szpatułką wodorosiarczanu sodu. Poczujesz przenikliwy zapach. Przytrzymaj zwilżony pasek niebieskiego papierka lakmusowego w otworze probówki. Gdy zabarwi się na czerwono, zakończ podgrzewanie. Odczekaj, aż probówka się ochłodzi, i dolej odrobinę wody. Resztki powoli się rozpuszczą.



Eksperyment 98

Dodatkowo potrzebne: wata

Do suchej probówki wsyp 4 szpatułki soli kuchennej i 4 szpatułki wodorosiarczanu sodu i przygotuj konstrukcję eksperymentu pokazaną na ilustracji (ponownie chwyć probówkę z lekko pochylonym otworem). Uważaj, aby nie zanurzyć długiego ramienia rurki kątownej w wodzie, i zatkać prawą probówkę luźno kłębkiem waty. Rozgrzej mieszaninę soli. Na zimnym końcu rozgrzanej probówki osadzą się kropelki wody. W tym samym czasie powstanie biała mgła, która wkrótce wypełni też prawą probówkę. Usuwanie resztek jak w eksperymencie 97. Wyjmij rurkę kątową z probówki uszczelnionej watą i lekko pochyl probówkę w lewo i w prawo. Biała mgła zniknie.

Mała fabryka kwasu solnego

Eksperyment 99

Przetestuj kilka kropli „wody” znajdującej się w probówce za pomocą roztworu lakmusu i papierka antocyjanowego. Zobacysz reakcję kwasową. Zachowaj resztę roztworu do kolejnych eksperymentów.



Podczas podgrzewania mieszaniny chlorku sodu (soli kuchennej) i wodorosiarczanu sodu powstał **chlorowodór** (HCl).



chlorek sodu + wodorosiarczan sodu → chlorowodór + siarczan sodu

Chlorowodór jest gazem i powstaje – jak mówi nazwa – z pierwiastków chloru i wodoru. Przy kontakcie chlorowodoru z wodą gaz się w niej rozpuszcza, przy czym cząsteczki HCl rozpadają się na jony wodoru i chloru: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$. Wodny roztwór nazywa się **kwasem solnym**. Roztwór uzyskany w eksperymencie 98, reagujący kwasowo, to nic innego niż mocno rozcieńczony kwas solny.

Wulkany wyrzucają między innymi trujące gazy, jak siarkowodór i dwutlenek węgla oraz chlorowodór.

Eksperyment 100

Do probówki z resztą przygotowanego kwasu solnego wsyp 1 małą szpatułkę węglanu sodu. Wybuch jest oczywiście spowodowany uwolnionym dwutlenkiem węgla. Jednak kropla roztworu nie powinna wywołać zabarwienia na niebiesko na czerwonym papierku lakmusowym, tzn. roztwór nie powinien już reagować zasadowo. Zachowaj roztwór do kolejnego eksperymentu.



Kwas solny jest też składnikiem soków żołądkowych i pomaga w trawieniu.

Eksperyment 101

Podgrzej roztwór z eksperymentu 100 z użyciem bagietki wstawionej do oporu (wypukłości probówki). Wyjmij bagietkę i ostrożnie podgrzewaj dalej. Powstanie biały osad: chlorek sodu. Podobnie jak w eksperymencie 17 odparowałeś roztwór chlorku sodu.

Eksperyment 102

Dodatkowo potrzebne: wata

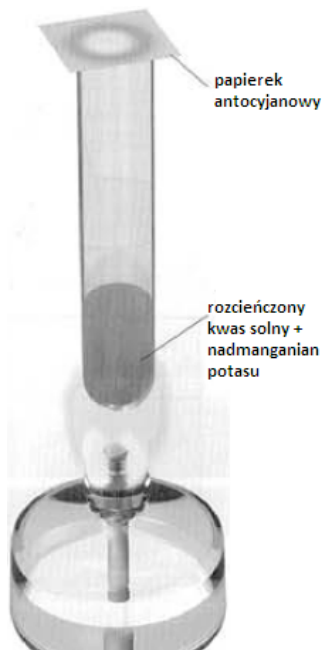
Wypełnij mały słoik do połowy wodą i dodaj 10 kropeł roztworu lakmusu. Przygotuj taką samą aparaturę, jakiej używałeś w eksperymencie 98, ponownie używając korka do rurki kątovej. Tym razem poprowadź powstały chlorowodór do *suchej* probówki, którą luźno zatkać kłębką waty. Gdy wyczujesz opary o przenikliwym zapachu, przerwij podgrzewanie.

Następnie błyskawicznie zamknij wypełnioną gazem probówkę za pomocą przygotowanego korka i ustaw ją z szklaną rurką skierowaną w dół w słoiku. Poziom cieczy w szklanej rurce zacznie powoli rosnąć, po czym szybko przedostanie się ona z syczeniem do probówki. Kolor zmieni się przy tym z niebieskiego na czerwony.



Chlorowódor ma nieposkromioną skłonność ku wodzie: 1 l wody jest w stanie rozpuścić w temperaturze pokojowej około 450 l chlorowodoru. Powstaje przy tym, jak wiesz z poprzedniego doświadczenia, kwas solny. W eksperymencie z fontanną najpierw rozpuszcza się niewielka ilość chlorowodoru. Przez to zewnętrzne ciśnienie powietrza zyskuje przewagę i naciska na wodę w górę szklanej rurki. Gdy woda wydostanie się z czubka szklanej rurki, prawie natychmiast cały chlorowódor w postaci gazowej rozpuści się w niewielkiej ilości cieczy. Ciśnienie powietrza naciska na wodę w probówce, w której prawie nie ma gazu. Powstały kwas solny barwi roztwór lakmusu na czerwono.

Stężony kwas solny stosowany w laboratorium zawiera około 38% chlorowodoru, czyli w 100 g stężonego kwasu solnego jest 38 g chlorowodoru.



Eksperyment 103

Wlej 2 cm kwasu solnego wytworzonego w eksperymencie 98 do probówki i dodaj mieszaniny nadmanganianu potasu na czubku szpatułki. Podgrzej mieszkę nad palnikiem spirytusowym. Fioletowy kolor nadmanganianu potasu powoli przechodzi w kolor czerwony. Ostrożnie zagarnij odrobinę oparów wydostających się z probówki w swoją stronę. Wyczujesz charakterystyczny zapach, który prawdopodobnie znasz z basenu. Połóż zwilżony papierek lakmusowy lub papierek antocyjanowy na otworze probówki i jeszcze trochę podgrzej. Najpierw pojawi się czerwona plama, która stopniowo wyblaknie.

Eksperyment 104

Na wyblakłym papierku wskaźnikowym umieść w różnych miejscach po 1 kropli octu lub roztworu węglanu sodu. Pojawi się czerwone, niebieskie lub zielone zabarwienie. Barwniki zostaną zniszczone.

Uwalnianie chloru z kwasu solnego



Witamina C w formie tabletek i proszku

Eksperyment 105

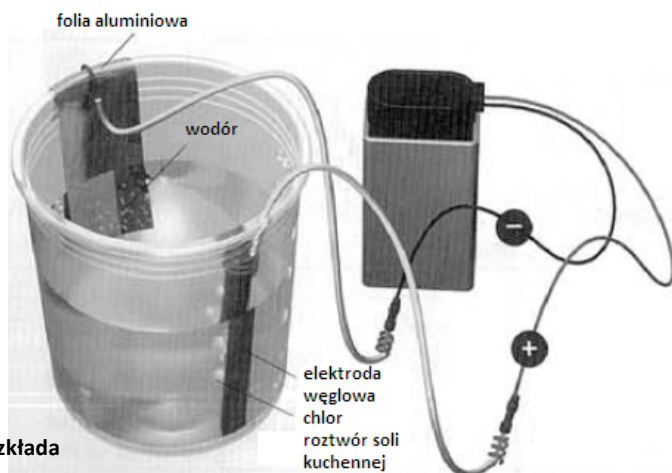
Dodatkowo potrzebne: witamina C (w proszku), roztwór jodu

Rozpuść 1 małą szpatułkę proszku w probówce w 5 cm wody. Na dno probówki z roztworem jodu wlej 5 cm wody. Do żółtobrazowego, rozcieńczonego roztworu jodu dodaj 1 – 2 krople roztworu witaminy C. Roztwór stanie się czysty jak woda. Nasącz roztworem pasek bibułki filtracyjnej.

Eksperyment 106

Podobnie jak w eksperymencie 103, ponownie uwolnij nieco chloru i przytrzymaj otrzymany w poprzednim eksperymencie jeszcze wilgotny papierek wskaźnikowy w wylocie probówki. Pasek zabarwi się na brązowo.

Witamina C zmieniła jod w bezbarwny jodek. Chlor ponownie zmienił bezbarwny jodek w brązowy jod. W szkole nauczysz się, że jod jest redukowany do jodku, a powstały jodek jest utleniany do jodu. Papierek wskaźnikowy otrzymany w eksperymencie 105, który również zawiera jodek, jest nazywany **papierkiem jodoskrobiowym**.



Przygotuj miarę w sposób pokazany na ilustracji i wypełnij ją roztworem soli kuchennej do oznaczenia 75 ml. Zwróć uwagę na to, aby podłączyć elektrodę węglową do bieguna dodatniego (czerwonego kabla połączeniowego) baterii. Gdy tylko zanurzysz elektrodę węglową w roztworze, zamkniesz obwód prądu i na obu

Eksperyment 107

Dodatkowo potrzebne: bateria blokowa 9 V, folia aluminiowa

Przygotuj miarę w sposób pokazany na ilustracji i wypełnij ją roztworem soli kuchennej do oznaczenia 75 ml. Zwróć uwagę na to, aby podłączyć elektrodę węglową do bieguna dodatniego (czerwonego kabla połączeniowego) baterii. Gdy tylko zanurzysz elektrodę węglową w roztworze, zamkniesz obwód prądu i na obu

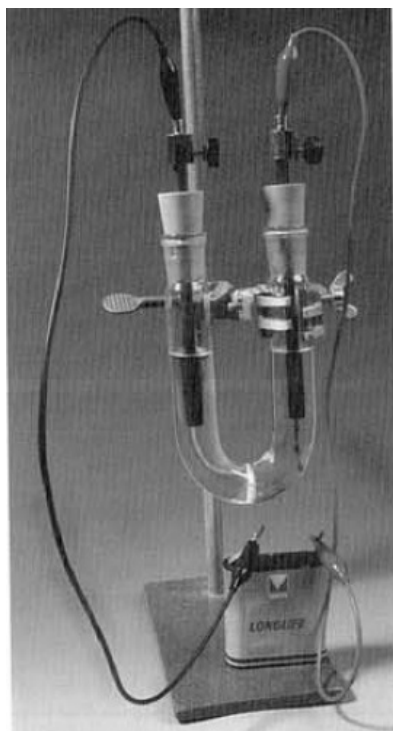
biegunach zaczną pojawiać się pęcherzyki gazu. Wyczujesz też charakterystyczny zapach chloru. Przytrzymaj niebieski papier lakmusowy przy elektrodzie węglowej. Pasek zabarwi się miejscami na czerwono, wyblaknie jednak powoli w miejscu, które dotyka elektrody.

Eksperyment 108

Opróżnij miarę, wypełnij ją świeżym roztworem soli kuchennej i dodaj 3 – 4 krople roztworu lakmusu. Powtórz poprzedni eksperyment. Gdy obwód prądu zostanie zamknięty, roztwór przy biegunie ujemnym oraz przy folii aluminiowej zabarwi się na niebieskawo.

Eksperyment 109

Jeżeli posiadasz źródło prądu stałego i nie znasz położenia jego bieguna ujemnego i dodatniego, możesz to łatwo sprawdzić za pomocą właśnie przeprowadzonej reakcji. Nasącz czerwony papier lakmusowy roztworem soli kuchennej, połóż go na stałej podstawie i przyłóż styki kabla połączeniowego do papierka wskaźnikowego oddalone o kilka milimetrów od siebie. Przy biegunie ujemnym powstanie niebieska plama.



Eksperyment 110

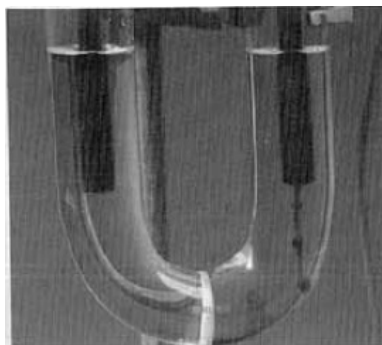
Położ kawałeczek niebieskiego papierka lakmusowego na ręczniku papierowym i przez 20 – 30 sekund dotykaj papierka wskaźnikowy elektrodą węglową połączoną z biegunem dodatnim. Gdy podniesiesz elektrodę, zobaczysz, że papier lakmusowy wyblakł w miejscu styku, podczas gdy obok zabarwił się miejscowo na czerwono. Dodaj 1 kroplę wody wapiennej na wyblakłe miejsce. Miejsce styku pozostaje bezbarwne, podczas gdy po prawej i po lewej stronie nastąpi zmiana koloru na niebieski.

Eksperyment 111

Dodatkowo potrzebne: witamina C (w proszku), roztwór jodu

Położ nowy kilkuwarstwowy ręcznik papierowy na powierzchni aluminiowej z eksperymentu 110 i nasącz go bezbarwnym roztworem jodu. Roztwór jodu uzyskasz tak jak w eksperymencie 105 z roztworu jodu, który odbarwia roztwór witaminy C. Dotknij

Elektroliza roztworu jodku potasu



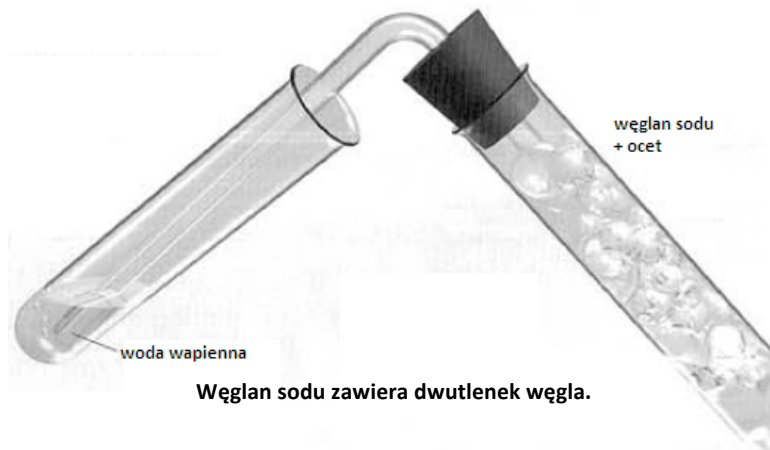
papier elektrodą węglową. Już po 10 sekundach pozostawi ona na papierze czarno-brązowy odcisk. Myślisz, że to kreska węglowa?

Eksperyment 112

Do probówki wlej 3 cm wody wapiennej i ustaw ją w stojaku. Wkręć rurkę kątową do gumowego korka z otworem. Do drugiej probówki zawierającej 2 cm octu wsyp 2 szpatułki węglanu sodu.

Teraz

musisz postępować szybko, ale ostrożnie! Gdy słup piany przestanie rosnąć, zamknij probówkę przygotowanym korkiem. Weź probówkę z wodą wapienną do jednej ręki, a probówkę, w której się pieni i syczy – do drugiej ręki. Zanurz długie ramię rurki kątowej w probówce w wodą wapienną. Do wody wapiennej nie może się jednak dostać żadna piana ani ciecz. Podobnie jak w eksperymencie 70 powstanie biały osad z węglanu wapnia. Zachowaj osad do eksperymentu 114.



Eksperyment 113

Dodatkowo potrzebne: soda oczyszczona

Powtórz eksperyment z sodą oczyszczoną. Powstały osad pozostaw na później.

Eksperyment 114

Do białego osadu z eksperymentu 112 i 113 dodaj odrobinę octu. Osady się rozpuszczą.

Ważną rolę w produkcji szkła odgrywa soda.

Eksperyment 115

Do probówki wsyp 2 szpatułki węglanu sodu i wlej 4 cm wody, zamknij probówkę korkiem i chwilę potrząsaj. Cały węglan sodu się rozpuści.

Eksperyment 116

Dodatkowo potrzebne: soda oczyszczona

Powtórz eksperyment z sodą oczyszczoną (wodorowęglanem sodu). Nawet po dłuższym potrząsaniu pozostaną nierozpuszczone resztki. Wodorowęglan wapnia rozpuszcza się w wodzie gorzej niż węglan wapnia.

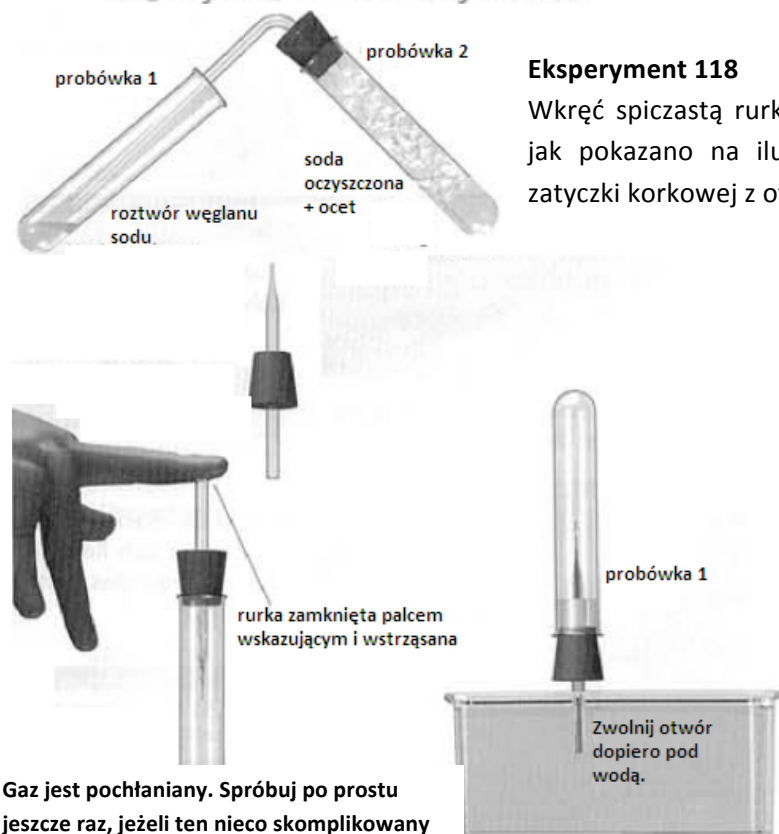
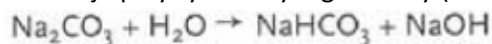
Eksperyment 117

Dodatkowo potrzebne: soda oczyszczona

Pamiętasz test rozcierania z eksperymentu 47? Do dwóch probówek wlej po 1 cm wody. Do jednej dodaj 1 szpatułkę sody (węglanu sodu), a do drugiej 1 szpatułkę sody oczyszczonej (wodorowęglanu

sodu). Rozetrzyj pomiędzy palcem wskazującym i kciukiem jednej dłoni roztwór sody, a pomiędzy palcem wskazującym i kciukiem drugiej dłoni roztwór sody oczyszczonej. Po eksperymencie umyj ręce!

Wodorowęglan sodu ma słabą reakcję zasadową, co przejawia się m.in. tym, że próba rozcierania wypada negatywnie. Dlaczego właściwie roztwór węglanu sodu reaguje zasadowo? Węglan sodu (Na_2CO_3) nie zawiera – w przeciwieństwie do wodorotlenku wapnia lub wodorotlenku sodu – żadnych jonów OH^- . Węglan sodu reaguje – podobnie jak wiele innych soli – z rozpuszczalnikiem, wodą. Powstaje przy tym słaby ług sodowy (NaOH):



Eksperyment 118

Wkręć spiczastą rurkę szklaną do gumowego korka z otworem, jak pokazano na ilustracji, a krótkie ramię rurki kątownej do zatyczki korkowej z otworem. Napełnij wannę wodą.

Do jednej probówki (1) wsyp 3 szpatułki węglanu sodu i wlej 2 cm wody. Zamknij probówkę korkiem bez otworu i mocno wstrząśnij. Wstaw probówkę do stojaka. Drugą probówkę (2) napełnij octem do wysokości 2 cm i dodaj 2 szpatułki sody oczyszczonej. Gdy słup piany przestanie się podnosić, umieść korek z rurką kątową na probówce i przeprowadź ulatujący dwutlenek węgla do probówki 1 (rurka kątowna nie może być jednak zanurzona w roztworze).

Gdy wydzielanie się gazu znacznie osłabnie, postaw obok probówkę 2 i umieść gumowy korek ze spiczastą rurką szklaną na probówce 1. Weź probówkę

do jednej ręki, zamknij otwór rurki szklanej palcem wskazującym drugiej ręki i mocno wstrząśnij.

Zanurz probówkę z rurką szklaną trzymaną palcem w wannie. Zdejmij palec. Woda wpłynie do probówki. Ponownie zamknij otwór probówki palcem wskazującym pod wodą, wyjmij ją z wody i jeszcze raz mocno wstrząśnij. Podczas ponownego zanurzenia w wodzie i zwolnienia otworu probówki woda jeszcze raz się do niej wleje.

Węglan sodu pochłania porcjami – przy każdym wstrząśnieniu – doprowadzony dwutlenek węgla. W ten sposób w probówce powstaje podciśnienie, więc ciśnienie powietrza wciska wodę z wanny do probówki.

Eksperyment 119

Rozpuść w probówce z 3 – 4 cm wody węglan sodu na czubku szpatułki i dodaj 2 krople roztworu lakmusu. Wytwórz w probówce z rurką kątową dwutlenek węgla, jak w poprzednim eksperymencie, i

doprowadź go do niebieskiego roztworu węglanu sodu. Po kilku sekundach kolor niebieski przejdzie w czerwono-fioletowy.



Nawet najlepsze składniki i silne ugniatanie nie zastąpią proszku do pieczenia.

Eksperyment 120

Do roztworu wodnego wstaw bagietkę i podgrzej probówkę nad palnikiem spirytusowym. Powoli przywrócisz kolor niebieski.

Eksperyment 121

Ten eksperyment przebiega w taki sam sposób jak eksperyment 112. Przygotuj probówkę z odrobiną wody wapiennej. Do drugiej probówki wsyp 6 – 7 szpatulek proszku do pieczenia i wlej podwójną ilość wody. Zamknij probówkę za pomocą korka z rurką kątową i zanurz długie ramię rurki w wodzie wapiennej. Wkrótce w wodzie wapiennej pojawią się pęcherzyki gazu i nastąpi znane ci zmętnienie. Nie ma wątpliwości, że proszek do pieczenia po dodaniu wody powoduje powstanie dwutlenku węgla.

Eksperyment 122

Wymieszaj w miseczce odrobinę mąki i proszku do pieczenia, dodaj wodę i dokładnie wymieszaj, aż powstanie gęsta pasta.

Odstaw miseczkę w ciepłe miejsce (na grzejnik) i obserwuj jej zawartość. W mniejszym lub większym stopniu będzie się wzdymać.

Gdy proszek do pieczenia zetknie się z wilgotnym ciastem, to – tak jak w poprzednim eksperymencie – powstanie dwutlenek węgla, który powoduje wzrost ciasta, przez co substancje i mieszaniny substancji o takim działaniu są też określane mianem **środków spulchniających**.

Eksperyment 123

Do probówki wypełnionej do połowy wodą wsyp węglanu sodu na czubku szpatułki i wlej 3 krople roztworu lakmusu. Dodaj 2 – 3 szpatułki proszku do pieczenia i wstrząśnij. Proszek do pieczenia musi zawierać substancje reagujące kwasowo, ponieważ niebieski roztwór barwi się na czerwono-fioletowo.

Eksperyment 124

Wsyp do suchej probówki 2 – 3 szpatułki sody oczyszczonej i przygotuj konstrukcję eksperymentu pokazaną na ilustracji (probówka chwycona w lekkim nachyleniu). Długie ramię rurki kątovej zanurz w probówce z odrobiną wody wapiennej. Podgrzej sodę oczyszczoną. Wkrótce nastąpi gwałtowne wydzielanie się gazu. Zmętnienie wody wapiennej wskazuje obecność dwutlenku węgla. Jednocześnie zaobserwujesz, że w pobliżu wylotu probówki osadzają się



Rozpad sody oczyszczonej pod wpływem ciepła

kropelki cieczy. Gdy produkcja gazu ustanie, obróć rozgrzaną probówkę w taki sposób, aby rurka kątowa nie była już zanurzona w wodzie wapiennej.

Eksperyment 125

Dodatkowo potrzebne: patyczek do szaszłyków

Gdy probówka ostygnie tak, że będziesz ją mógł wziąć do ręki, wydłub z niej patyczkiem do szaszłyków odrobinę osadu. Rozpuść 1 szpatułkę osadu w 1 cm wody i wykonaj test rozcierania. Jak widać, z sody oczyszczonej powstała soda.



Następuje rozkład proszku do pieczenia.

Eksperyment 126

Teraz możesz już podjąć się rozkładu cieplnego proszku do pieczenia. Postępuj podobnie jak w eksperymencie 124. Nie wsypuj jednak proszku do pieczenia bezpośrednio do probówki, lecz do wąskiego „stateczka” z folii aluminiowej. Wsuń stateczek do probówki i podgrzej. Znow zaobserwujesz wydzielanie się dwutlenku węgla. Zawartość stateczka zabarwi się na brązowo lub czarno. Będzie też dziwnie pachnieć.

Podczas podgrzewania proszku do pieczenia następuje rozkład mąki dodanej w celu wiązania wilgoci. Proszek do pieczenia podgrzewasz w stateczku, ponieważ takie ostudzone pozostałości są prawie niemożliwe do usunięcia z probówki.

Eksperyment 127

Przetestuj niewielką ilość oranżady w proszku – jak w eksperymencie 123 proszek do pieczenia – na obecność kwaśnych substancji.

Eksperyment 128

Wsyp resztę oranżady w proszku do probówki, wypełnij do połowy wodą i odprowadź ulatujący gaz do wody wapiennej, jak w eksperymencie 112. Zmętnienie świadczy o obecności dwutlenku węgla, który nadaje wodzie mineralnej odświeżającego posmaku.

Eksperyment 129

W czystej szklance wymieszaj po pół łyżeczki sody oczyszczonej i kwasu cytrynowego z 1 łyżeczką cukru i napełnij szklankę wodą. Przygotowałeś samodzielnie oranżadę, którą możesz wypić. Jak ci smakuje?

Eksperyment 130

Zamiast cukru do posłodzenia możesz też użyć syropu owocowego. W ten sposób otrzymasz lemoniadę smakową. Do szklanki wlej 1 – 2 cm syropu owocowego, wypełnij wodą i dokładnie wymieszaj. Tak rozcieńczony syrop wstrząśnij w szklance z mieszaniną składającą się z pół łyżeczki sody oczyszczonej i pół łyżeczki kwasu cytrynowego. Samodzielnie przygotowana oranżada będzie hitem twojego kolejnego przyjęcia urodzinowego.



Dwie postacie węglanu wapnia: zaprawa murarska i próba obecności CO₂

Eksperyment 131

W niewielkiej ilości wody wymieszaj 2 – 3 szpatułki wodorotlenku wapnia, tak aby powstała papka, którą będzie można łatwo rozsmarować (użyj rękawic ochronnych!) i odstaw na wolne powietrze na kilka dni. Całość stwardnieje.

Twardnienie zaprawy murarskiej opiera się na tym, że wodorotlenek wapnia przyjmuje dwutlenek węgla z powietrza i przechodzi w węglan wapnia (CaCO₃). Zaprawa twardnieje przy tym tak bardzo, że łączy ze sobą cegły lub służy jako tynk na ścianie. Można powiedzieć: „Zaprawa wiąże.” W przeciwieństwie do naszego eksperymentu modelowego, murarz dodaje do rozpuszczonego wapnia różne ilości piasku. Ponadto w próbie obecności dwutlenku węgla z wodą wapienną ma miejsce ten sam proces chemiczny, co przy wiązaniu zaprawy wapiennej: wodorotlenek wapnia zamienia się pod wpływem przyjęcia dwutlenku węgla w węglan wapnia. Zmętnienie powstałe w próbie obecności dwutlenku węgla to nic innego niż mocno rozdrobniony węglan wapnia.

Eksperyment 132

Zalej octem kilka kulek w probówce. Powstaną pęcherzyki gazu. Możesz przyspieszyć powstawanie gazu, podgrzewając probówkę. Poprowadź powstały gaz do wody wapiennej, jak w eksperymencie 112. Zmętnienie świadczy o tym, że jest to dwutlenek węgla. Gaz może pochodzić tylko z kulek. Za pomocą kwasu uwolniłeś dwutlenek węgla przyjęty podczas wiązania kulek zaprawy.



Eksperyment 133

Dodatkowo potrzebne: kurze jajko (po eksperymencie do wyrzucenia)

Zwilż jajko 1 – 2 kroplami octu. Dokładnie się przyjrzyj: W kroplach octu powstają maleńkie pęcherzyki gazu. Podobnie jak w poprzednim eksperymencie, ocet uwalnia dwutlenek węgla z węglanu wapnia ze skorupki jajka.

Eksperyment 134

Węglan wapnia w przyrodzie ożywionej Wstrząśnij w zamkniętej probówce (kciuk na korku!) 1 szpatułkę wodorotlenku wapnia z 5 cm octu. Zawartość probówki powoli się wyklaruje. Ponownie wstrząśnij i przefiltruj. Filtrat będzie ci potrzebny do kolejnego eksperymentu.

Filtrat zawiera rozpuszczalny octan wapnia – związek wapnia i kwasu octowego (łac. *acidum aceticum*).

Eksperyment 135

Rozpuść 3 szpatułki węglanu wapnia w 4 cm wody i wlej roztwór do 2 cm filtratu z eksperymentu 134. Wytrąci się gęsty, biały osad – węglan wapnia.

octan wapnia + węglan sodu → węglan wapnia + octan sodu

Dotychczas używałeś osadu węglanu wapnia do próby obecności CO_2 , a woda wapienna stanowiła substancję testową. Teraz osad wykazał obecność rozpuszczalnego związku wapnia, a za substancję testową posłużył dwutlenek węgla związany w węglanie sodu.

Eksperyment 136

Podgrzej w trzymanej pochyło probówce 1 cm wody kranowej, aż wyparuje w dolnej części probówki. Zanim zgasisz płomień, usuń osad z wody w górnej części probówki rulonikiem z ręcznika papierowego, nie dotykając probówki.

Obejrzyj probówkę po schłodzeniu. Mniej lub bardziej widoczny „biały welon” to nic więcej tylko ślad kamienia. Tworzenie kamienia wyraźniej widać w eksperymencie 138.

Eksperyment 137

Do probówki wypełnionej wodą wapienną do wysokości 5 cm ostrożnie dodaj gazowaną wodę mineralną. Powstanie znany ci już biały osad z węglanu wapnia. Kontynuuj dolewanie gazowanej wody mineralnej do probówki. Osad zniknie.

Eksperyment 138

Podgrzej klarowny roztwór uzyskany w eksperymencie 137 (z użyciem bagietki). Zawartość probówki będzie stopniowo mętnieć. Przelej 1 cm z całości do drugiej probówki i podgrzej – jak w eksperymencie 136 – aż woda wyparuje. „Welon” jest znacznie mocniejszy niż w eksperymencie 136.



Rura przewodowa zwężona przez złoże wapienne (Zdjęcie: ELGA Berkefeld GmbH, Celle)

Eksperyment 139

Wymieszaj w miarce odrobinę gipsu – dokładna nazwa chemiczna: siarczan wapnia – z niewielką ilością wody, aż powstanie gęsta papka. Po pewnym czasie gips całkiem stwardnieje. Zachowaj część twardego gipsu do eksperymentów 142 i 143.

Opatrunek gipsowy również stwardnieje w krótkim czasie i dba o to, by kości były unieruchomione i mogły się zrosnąć.

Eksperyment 140

Podgrzej w probówce odrobinę rozpuszczonego wapna, czyli trochę wodorotlenku wapnia z octem (z użyciem bagietki!). Powstanie klarowny, bezbarwny roztwór.



Eksperyment 141

Powtórz eksperyment z gipsem. Nawet przy dłuższym podgrzewaniu gips się nie rozpuszcza.

Eksperyment 142

Wrzuć do probówki kilka stwardniałych okruszków gipsu z eksperymentu 139 i wlej ocet. W przeciwieństwie do eksperymentu 132 nie zobaczysz żadnego wydzielania się gazu, nawet podczas podgrzewania.

Eksperyment 143

Podgrzej odrobinę stwardniałego gipsu (z eksperymentu 139) w suchej, lekko pochylonej probówce. U wylotu probówki osadza się woda w postaci drobnych kropelek.



Eksperyment 144

Wrzuć odrobinę gipsu do suchej probówki (ponownie lekko pochylonej) i podgrzewaj przez 8 – 10 minut. Tym razem również zaobserwujesz, że na chłodniejszym końcu probówki osadza się woda.

Eksperyment 145

Wymieszaj pozostałości z eksperymentu 144 z wodą. Papka już nie zgęstnieje.

Gips ma liczne zastosowania w modelarstwie.



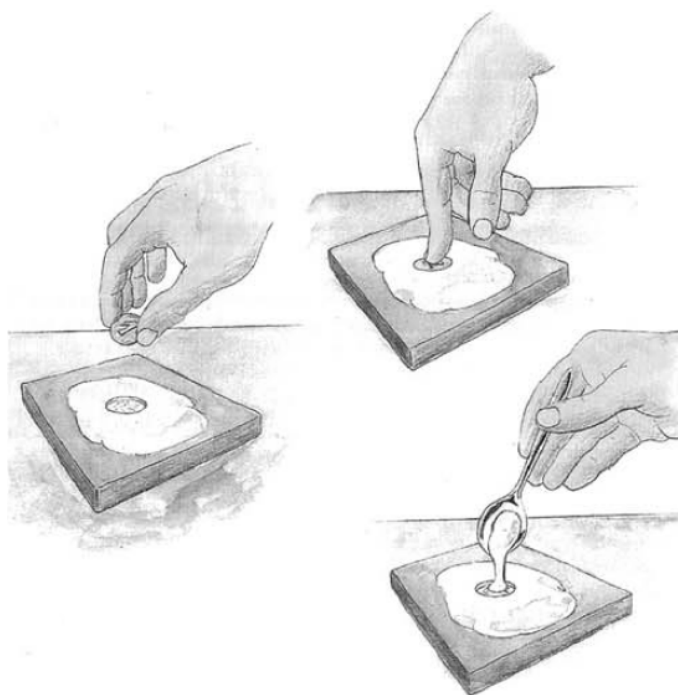
Eksperyment 146

Dodatkowo potrzebne: tektura, olej jadalny, moneta lub medal, wosk ze świeczki, stara łyżka

Najpierw przygotuj papkę gipsową jak w eksperymencie 139 i nanieś warstwę o grubości około 1 cm na kawałek tektury lub drewnianej deseczki pokryty folią aluminiową. Wygładź powierzchnię i wciśnij w gips monetę lub medal pokryty wcześniej olejem jadalnym, tak aby górna strona lekko wystawała.

Odczekaj kilka minut i ostrożnie wyjmij monetę (w razie potrzeby pomóż sobie ostrym przedmiotem). Stworzyłeś odcisk gipsowy. Odczekaj, aż gips całkiem wyschnie. Następnie roztop w starej łyżce trochę wosku ze świeczki i wlej go do zagłębienia. Już po krótkiej chwili możesz wyjąć z

gipsu „podrobione pieniądze”. Twoja moneta ma jednak tę drobną wadę, że jest wytłoczona tylko z jednej strony.



Odcisk gipsowy jako forma odlewnicza

Eksperyment 147

Do suchej probówki wsyp 1 szpatułkę chlorku amonu i chwyć ją pochyło, jak pokazano na ilustracji. Podgrzej chlorek amonu. Część białej mgły wydobywającej się z probówki możesz złapać do słoika. Jeżeli będziesz podgrzewać odpowiednio długo, chlorek amonu całkiem zniknie z podgrzewanej części probówki. W przedniej, chłodniejszej części probówki oraz mniej wyraźnie w słoiku powstał biały osad. Ponadto chlorek amonu nie roztopił się podczas podgrzewania.

Eksperyment 148

Za pomocą podwójnej łyżki zdrap jak najwięcej osadu powstałego w poprzednim eksperymencie i podgrzej go w suchej probówce. Oczywiście osad to również chlorek amonu.

Większość substancji może przyjmować trzy **stany skupienia**: stały, ciekły, gazowy.



Chlorek amonu paruje, ale się nie topi.

Eksperyment 149

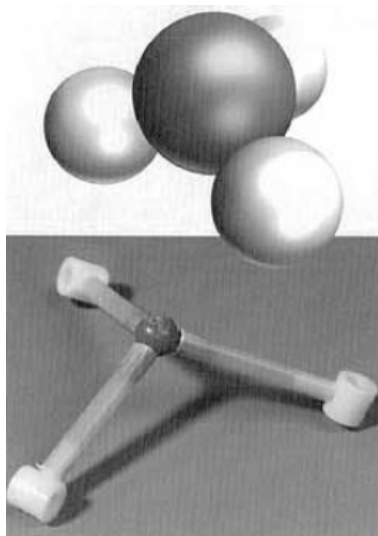
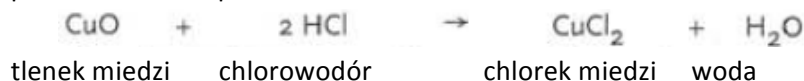
Wymieszaj w probówce 1 szpatułkę chlorku amonu z 1 szpatułką soli kuchennej i postępuj tak jak w poprzednim eksperymencie. Podgrzewając biały osad w suchej probówce, zobaczysz, że nie zawiera on soli kuchennej, czyli składa się z samego chlorku amonu.

Eksperyment 150

Dodatkowo potrzebne: folia aluminiowa lub blaszana pokrywka

Na kawałku folii aluminiowej lub blaszanej pokrywce połóż 1 szpatułkę chlorku amonu. Chwyć drut miedziany uchwytem na probówce, a drugi koniec drutu trzymaj w płomieniu palnika spirytusowego. Drut czarnieje. Tworzy się cienka warstwa tlenku miedzi (CuO). Zanurz gorący drut w chlorku amonu i ponownie wstaw go do ognia. Warstwa tlenku zniknie i ponownie pojawi się czysta miedź, a płomień palnika zabarwi się przez chwilę na zielono.

Chlorowódor powstały z rozpadu ciepłego chlorku amonu łączy się z tlenkiem miedzi, tworząc chlorek miedzi (CuCl_2), który podczas parowania barwi płomień na zielono:



Cząsteczka amoniaku, NH_3

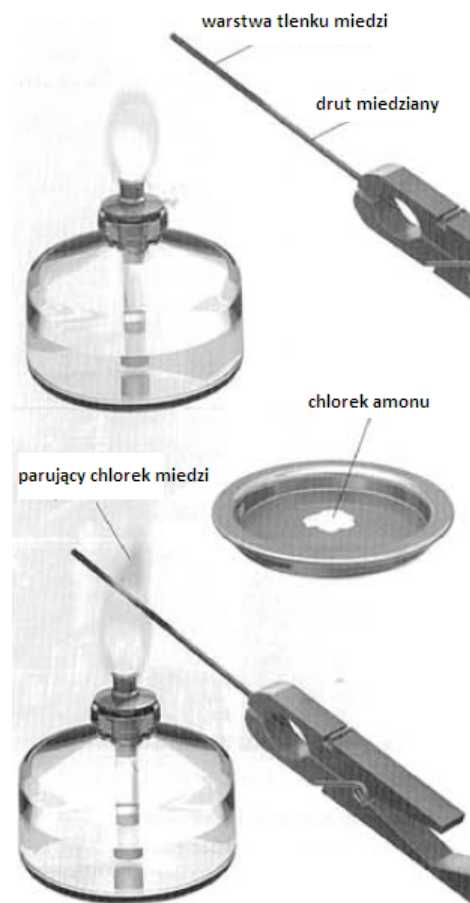
Eksperyment 151

Wymieszaj w probówce 1 szpatułkę chlorku amonu i wodorotlenku wapnia. Zamknij probówkę korkiem (kciuk na korku!) i krótko wstrząśnij. Otwórz probówkę i ostrożnie zagarnij dłonią w swoją stronę odrobinę ulatujących oparów.

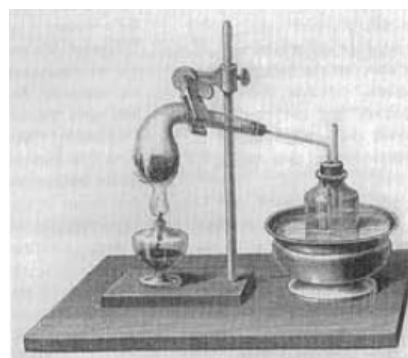
Wyczujesz charakterystyczny zapach, który możesz znać z niektórych środków czystości. Przytrzymaj zwilżony czerwony papier lakmusowy w wylocie probówki, nie dotykając jej ścianek. Dlaczego zabarwił się na niebiesko? Czy amoniak reaguje zasadowo?

Eksperyment 152

Wsyp do probówki z 4 – 5 cm wody 2 szpatułki chlorku amonu i 2 szpatułki wodorotlenku wapnia, zamknij probówkę korkiem (kciuk na korku!) i wstrząśnij. Przefiltruj mętną ciecz przez podwójną bibułkę filtracyjną do probówki. Ostrożnie powąchaj (nie wciągając powietrza zbyt głęboko) wylot probówki. Czuć wyraźny zapach amoniaku! Przytrzymaj zwilżony czerwony papier lakmusowy przy wylocie probówki, nie dotykając jej ścianek. Wyraźne niebieskie zabarwienie świadczy o obecności lotnego amoniaku. Pozostaw filtrat do eksperymentu 153.



Miedź pokrywa się w cieple tlenkiem miedzi. Podczas podgrzewania z chlorkiem amonu tlenek miedzi łączy się z chlorowodem, tworząc lotny chlorek miedzi, który barwi płomień na zielono.



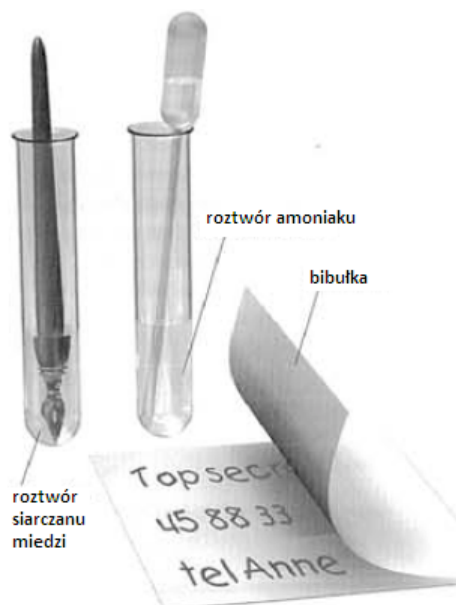
Prawie jak przy egipskiej produkcji wody amoniakalnej z kości zwierząt. Źródło:

Stöckhardt, *Die Schule der Chemie* (1863)

Eksperyment 153

Rozcieńcz odrobinę roztworu z eksperymentu 152 w pięciokrotnej ilości wody i dodaj trochę roztworu węglanu sodu. Powstanie biały osad. Sprawdź, jak zachowa się po dodaniu octu.

Roztwór z eksperymentu 152 zawiera amoniak, ale nie czysty roztwór amoniaku. Zawiera produkt uboczny w postaci chlorku wapnia, który z roztworem węglanu sodu tworzy osad węglanu wapnia. Węglan wapnia rozpuszcza się w kwasie octowym.



Eksperyment 154

Powtórz eksperyment 152, zastępując wodorotlenek wapnia węglanem sodu. W tym przypadku od razu otrzymasz klarowny roztwór, więc nie musisz go filtrować. Zachowaj roztwór do kolejnego eksperymentu.

Eksperyment 155

Dodatkowo potrzebne: stalówka lub cienki pędzel

Rozpuść 1 szpatułkę siarczanu miedzi w 3 cm wody i napisz coś jasnoniebieskim roztworem najlepiej na jasnoniebieskim papierze. Do wywołania ty lub odbiorca kryptogramu potrzebujecie uzyskany w poprzednim doświadczeniu roztwór zawierający amoniak. Nasącz bibułkę filtracyjną roztworem (upuszczając krople pipetą) i przyciśnij ją do zapisanego papieru. Pojawi się wyraźne niebieskie pismo. Niebieskie zabarwienie zostało

wywołane przez związek miedzi i amoniaku.

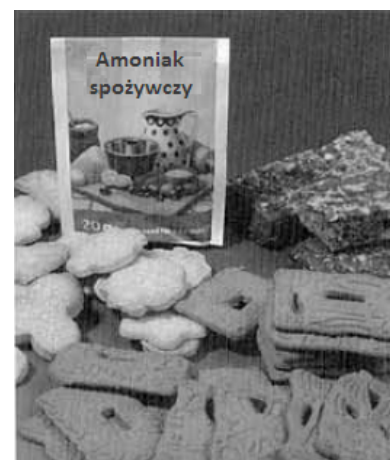
Eksperyment 156

Do próbki wsyp 2 szpatułki amoniaku spożywczego i wykonaj ostrożnie próbę zapachu (wdychaj bardzo krótko). Wyczujesz mniej lub bardziej wyraźny zapach amoniaku, w zależności od tego, jak długo przechowywano produkt. Dla porównania powąchaj buteleczkę z chlorkiem amonu. Nie wyczujesz żadnego zapachu amoniaku. Fakt, że amoniak w amoniaku spożywczym jest słabiej związany niż w chlorku amonu, ma też wpływ na różnicę wartości pH roztworów wodnych.

Eksperyment 157

Do jednej próbki wsyp 1 szpatułkę amoniaku spożywczego, a do drugiej 1 szpatułkę chlorku amonu i do obu dodaj po 5 cm wody. Do każdego roztworu dolej po pół pipety roztworu antocyjanu.

Roztwór antocyjanu zabarwi chlorek amonu na lekko fioletowy kolor, a amoniak spożywczy na intensywną zieleń. Chlorek amonu reaguje lekko kwasowo, a amoniak spożywczy lekko zasadowo.



Amoniak spożywczy – często używany i wypieków świątecznych

Eksperyment 158

Powtórz eksperyment z roztworem lakmusu jako indykatorem (dodaj po 2 krople). Roztwór chlorku amonu zmieni kolor na czerwono-fioletowy (lekko kwasowy), a roztwór amoniaku spożywczego na niebieski (zasadowy).

Eksperyment 159

Do probówki wlej 3 cm wody wapiennej i ją odstaw. Wkręć krótkie ramię rurki kątownej do gumowego korka. Do drugiej probówki wsyp 2 szpatułki amoniaku spożywczego i wlej 2 cm octu. Gdy słup piany przestanie rosnąć, załóż na probówkę korek z rurką kątowną i zanurz wolne ramię rurki w probówce z wodą wapienną. Do wody wapiennej nie może się jednak dostać żadna piana ani ciecz. Biały osad świadczy o obecności dwutlenku węgla.

Amoniak spożywczy zawiera więc zarówno amoniak, jak i dwutlenek węgla. Ponadto nie jest substancją jednorodną, lecz w większości mieszaniną składającą się z jednej części węglanu amonu, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, i dwóch części wodorowęglanu amonu, NH_4HCO_3 .



Eksperyment 160

Do suchej probówki wsyp 2 szpatułki amoniaku spożywczego i podgrzej nad palnikiem spirytusowym. Trzymaj probówkę lekko pochyloną. W chłodnej części probówki wytrąca się woda, ale nie pojawia się solny osad, jak w przypadku chlorku amonu. Na koniec sól znika – następuje całkowity rozkład na amoniak, dwutlenek węgla i wodę. Powstają tylko gazy. Również woda znajduje się w stanie gazowym powyżej 100°C. Amoniak spożywczy doskonale spełnia więc wymogi środka spulchniającego: poprzez wydzielanie gazów sprawia, że ciasto jest puszyste.

Eksperyment 161

Dodatkowo potrzebne: czysty żelazny gwoździ

Rozpuść siarczan miedzi z czubka szpatułki w probówce z 2 – 3 cm wody. Do roztworu wstaw gwoździ. Pokryje się on ciemną, często czerwono-brunatną warstwą: miedzią. Za pomocą żelaznego gwoździa uzyskałeś z niebieskich, rozpuszczalnych w wodzie kryształów siarczanu miedzi metaliczną miedź. Dodatkowo rozpuściło się żelazo, co zobaczysz w kolejnym eksperymencie.

Eksperyment 162

Dodatkowo potrzebne: wata stalowa, nadtlenek wodoru

Rozpuść w probówce wypełnionej do połowy wodą 1 szpatułkę siarczanu miedzi i wrzuć do roztworu niewielki kłębek waty stalowej. Zamknij probówkę korkiem i mocno wstrząśnij (kciuk na korku!). Na wacie stalowej wytrąci się



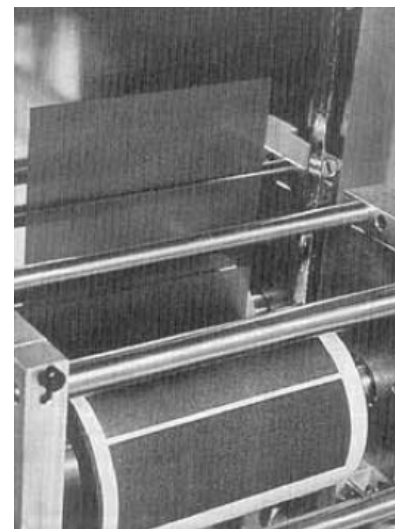
Żelazny gwoździ wyciąga czerwoną miedź z niebieskiego roztworu.

czerwonobrunatna miedź, tak jak na gwoździu. Odstaw probówkę na kilka minut. Roztwór nie jest już niebieski, lecz mętno zielony. Przefiltruj go do probówki i dodaj do filtratu 1 małą szpatułkę węgla sodu. Powstanie zielony osad. Dodaj do niego odrobinę roztworu nadtlenu wodoru – przebarwi się na brązowo – i podgrzewaj z użyciem bagietki przez 1 – 2 minuty. Do zawartości probówki dodaj 1 szpatułkę wodorosiarczanu sodu. Powstanie klarowny, żółty roztwór. Jeżeli posiadasz czystą buteleczkę, możesz przechować w niej roztwór. Naklej na buteleczce etykietę: **roztwór siarczanu żelaza(III)**. (Nie dopuść do kontaktu z oczyma ani skórą!)

Eksperyment 163

Do probówki wypełnionej wodą do wysokości 5 cm wlej 1 pipetę uzyskanego roztworu siarczanu żelaza(III). Roztwór jest prawie bezbarwny. Dodaj do niego kilka kropel roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Powstanie intensywnie niebieskie zabarwienie – **błękit pruski**.

Ta reakcja służy do badania obecności rozpuszczonego żelaza. Co ważne, jest to *rozpuszczone* żelazo. nierozpuszczone żelazo nie reaguje z substancją testową.



Błękit pruski jest stosowany nie tylko jako substancja testowa w laboratoriach, ale także jako farba w przemyśle drukarskim (Zdjęcie: Degussa AG, Oddział Wolfgang).

Prąd elektryczny rozpuszcza żelazny gwoździec.



Eksperyment 164

Dodatkowo potrzebne: czysty żelazny gwoździec

Wstaw żelazny gwoździec do probówki z 2 cm roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Nawet po półgodzinie nie dostrzeżesz żadnych zmian. Przelej roztwór z powrotem do butelki.

Eksperyment 165

Dodatkowo potrzebne: bateria blokowa 9 V, żelazny gwoździec

Napełnij miarkę wodą do oznaczenia 50 ml i rozpuść w niej 1 – 2 szpatułki soli kuchennej, mieszając. Przymocuj 2 przewody połączeniowe do styków baterii. Wolny koniec przewodu połączonego z biegunem dodatnim owiń wokół górnego

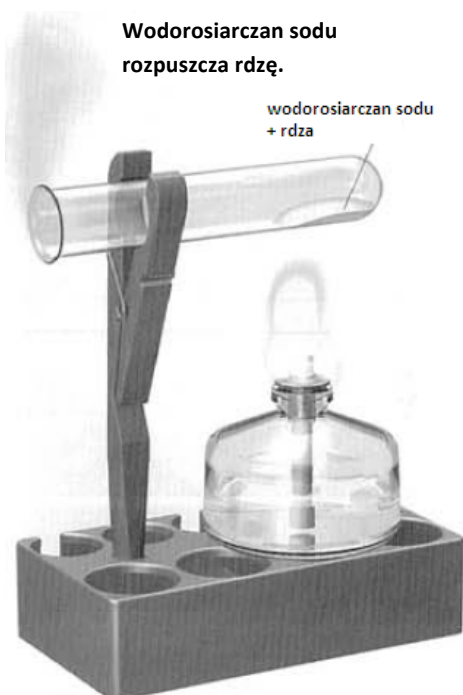
końca żelaznego gwoździa. Zanurz gwoździec (ale nie przewód połączeniowy) w roztworze soli kuchennej. Wolny koniec przewodu połączonego z biegunem ujemnym zawieś po prostu w roztworze.

Na biegunie ujemnym powstanie wodór (jak w eksperymencie 107), a czerwony papier lakmusowy zmieni kolor na niebieski. Po krótkim czasie w roztworze powstanie spieniony, brązowy osad. Zachowaj zawartość miarki do kolejnego eksperymentu.

Eksperyment 166

Do probówki z 5 cm wody wlej 1 – 2 pipety cieczy z poprzedniego eksperymentu. Dodaj ocet, aż zmętnienie zniknie. Po dodaniu kilku kropel roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu błękit pruski

wykaże, że podczas elektrolizy do roztworu dostało się żelazo. Może ono pochodzić jedynie z gwoźdźca.



Wodorosiarczan sodu
rozpuszcza rdzę.

wodorosiarczan sodu
+ rdza

Eksperyment 167

Dodatkowo potrzebne: odrobina rdzy

Wymieszaj w suchej probówce 2 szpatułki wodorosiarczanu sodu z kilkoma okruchami rdzy i podgrzej lekko pochyloną probówkę, jak pokazano na ilustracji. Stopiona sól zabarwi się na żółto lub brązowo. Zakończ podgrzewanie i odczekaj, aż probówka ostygnie. Weź do ręki uchwyt z probówką, dodaj do niej wody i ponownie podgrzej z użyciem bagietki. Przelej niewielką ilość żółtego roztworu do drugiej probówki i wykonaj test przy pomocy roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu.

Eksperyment 168

Dodatkowo potrzebne: popiół z papierosów, nadtlenek wodoru

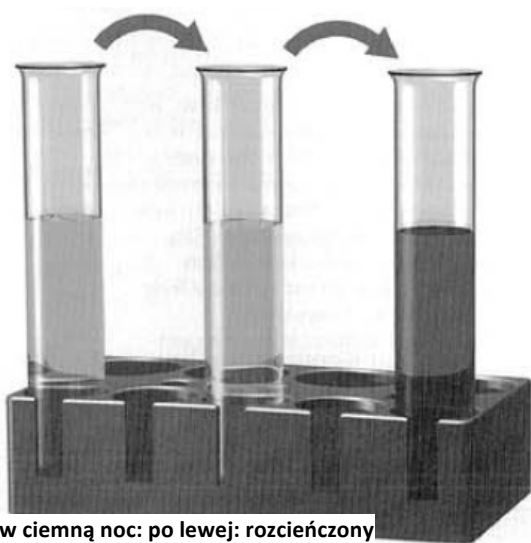
Do probówki zawierającej 4 – 5 szpatulek popiołu z papierosów lub cygar wlej 3 – 4 cm wody i dodaj 1 szpatułkę wodorosiarczanu sodu. Wstaw bagietkę i podgrzewaj przez kilka minut. Przefiltruj czarną ciecz przez podwójną bibułkę filtracyjną i dodaj do filtratu 8 – 10 kropeł roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Dostrzeżesz słabe

zielone zabarwienie. Przy powolnym dodawaniu nadtlenku wodoru zabarwienie będzie coraz intensywniejsze.

Eksperyment 169

Dodatkowo potrzebne: popiół drzewny

Powtórz poprzedni eksperyment z odrobiną popiołu drzewnego z kominka lub paleniska grilla.



e słońca w ciemną noc: po lewej: rozcieńczony
roztwór siarczanu żelaza(III), w środku: związek żelaza
kwasu cytrynowego („słoneczko”), po prawej: błękit
ruski („ciemna noc”)

Eksperyment 170

Zmiel kawałki cegły lub kamienia na jak najdrobniejszy proszek, np. młotkiem pomiędzy dwiema warstwami papieru, które położysz na starej desce. Następnie wymieszaj w probówce 2 szpatułki proszku z 1 szpatułką wodorosiarczanu sodu i dodaj 2 – 3 cm wody. Podgrzewaj przez kilka minut i przefiltruj. Do filtratu dodaj taką samą ilość wody i 8 – 10 kropeł roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Natychmiast zobaczysz wyraźne zabarwienie na niebiesko, nie musisz już dodawać roztworu nadtlenku wodoru.

Eksperyment 171

Wstaw trzy probówki do stojaka. W pierwszej rozcieńcz 1 – 2 cm przygotowanego przez siebie roztworu siarczanu

żelaza(III) w potrójnej ilości wody. Do drugiej probówki dodaj 1 małą szpatułkę kwasu cytrynowego, a do trzeciej kilka kropel roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Twoi widzowie nie zobaczą tych niewielkich ilości z odległości kilku metrów.

Wlej prawie klarowny roztwór siarczanu żelaza(III) do drugiej probówki, zamknij korkiem i wstrząśnij. W probówce zabłyśnie żółte „słoneczko”. Przełóż słoneczko do trzeciej probówki. Lekko przechyl ją w lewo i w prawo. Zapadnie „ciemna noc”. Żółte słoneczko zostało wywołane przez połączenie żelaza i kwasu cytrynowego. W trzeciej probówce powstał oczywiście intensywny błękit pruski. Ale nawet po najdłuższej nocy nastaje nowy dzień.

Eksperyment 172

Do błękitu pruskiego z poprzedniego eksperymentu dodaj roztwór węglanu sodu (2 szpatułki na 3 cm wody). Błękit będzie stopniowo przechodzić w bladą żółć – można powiedzieć, że nadejdzie pochmurny poranek. Dodaj 1 – 2 cm octu, zamknij probówkę i wstrząśnij. Kolor roztworu powoli przejdzie przez zielony do niebieskiego.



Miedź występuje też w przyrodzie w postaci czerwonego lśniącego metalu.

Eksperyment 173

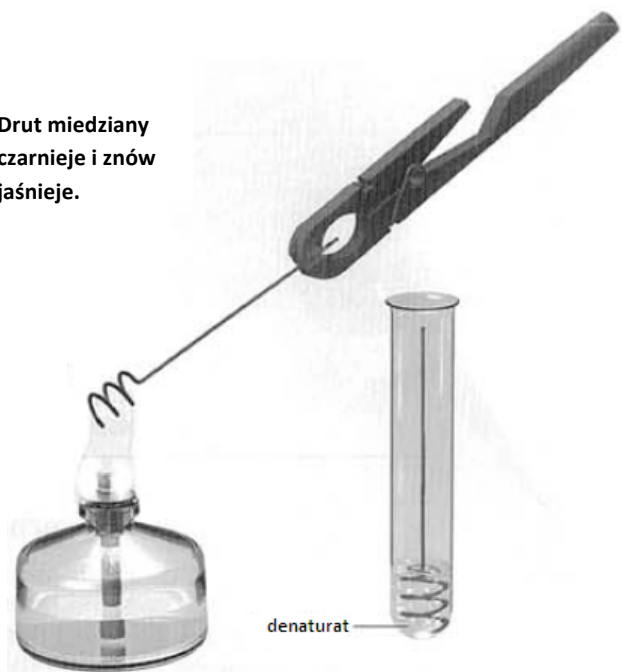
Dodatkowo potrzebne: tealight

Gdy drut miedziany czarnieje, przyczyn może być kilka. Chwyć końcówkę drutu miedzianego uchwytem do probówek, a drugi koniec przytrzymaj w płomieniu tealighta. Miedź w mig pokryje się warstwą sadzy – tak jak nóż w eksperymencie 80. Odczekaj, aż drut ostygnie, i sprawdź, czy można zetrzeć sadzę kawałkiem papieru lub szmatką.

Eksperyment 174

Ponownie chwyć oczyszczony drut miedziany uchwytem do probówek i przytrzymaj jego górną część w płomieniu palnika spirytusowego. Również ściemnieje. Podczas podgrzewania nad drutem zobaczysz piękną „grę kolorów”. Po ostudzeniu spróbuj wytrzeć drut do czysta. Nie uda ci się.

Drut miedziany
czarnieje i znów
jaśnieje.



Eksperyment 175

Dodatkowo potrzebne: denaturat

Na końcu druta miedzianego wykonaj kilka zwojów, nawijając drut na ołówek. Chwyć drugi koniec druta miedzianego uchwytem do probówek i podgrzej spiralę nad palnikiem spirytusowym, aż będzie czarna. Włóż gorącą spiralę do denaturatu. Będzie syczeć, uniosą się pęcherzyki gazu, a drut znów będzie czysty. Denaturat spłucz dużą ilością wody w zlewie.

Gdy podgrzewasz miedź w gorącym płomieniu, metal łączy się z tlenem z powietrza, tworząc czarny tlenek miedzi (por. eksperyment 150). Gdy łączysz gorący tlenek miedzi z denaturatem, czyli alkoholem etylowym, tlenek miedzi oddaje tlen do alkoholu i powraca zwykłą

miedź. „Półszlachetny” charakter miedzi polega na tym, że bardzo łatwo oddziela się ponownie od tlenu. Z tlenkiem żelaza eksperyment by się nie udał.



Wodorosiarczan sodu rozpuszcza miedź.
Profesjonalista używa stężonych kwasów.

Eksperyment 176

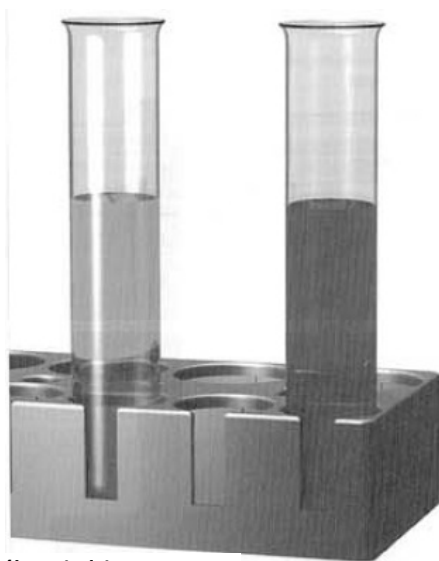
Odetnij obcęgami około 1-centymetrowy kawałek miedzianego drutu i wrzuć go do suchej probówki wraz z 2 szpatułkami wodorosiarczanu sodu. Chwyć lekko pochyloną probówkę uchwytem i podgrzej. Wodorosiarczan sodu się topi, a z wylotu probówki wydostaje się para wodna. Wodorosiarczan sodu zawiera bowiem wodę krystalizacyjną, tak jak gips (eksperyment 143, 144) czy siarczan miedzi (eksperyment 184). Gdy woda wyparuje, stopiona sól zacznie się barwić od koloru zielonego do niebieskiego. W tym samym czasie zaczną się ulatniać opary dwutlenku siarki o przenikliwym zapachu. Po 2 – 3 minutach zakończ podgrzewanie. Stopiona sól znów będzie w stanie stałym.

Eksperyment 177

Dodatkowo potrzebne: żelazny gwóźdź

Odczekaj, aż probówka ostygnie. Następnie dodaj około 5 – 6 cm wody i podgrzej. Włóż bagietkę! Zastygnięta sól się rozpuści. Miedziany drut albo całkowicie zniknie albo będzie znacznie cieńszy. Roztwór będzie jasnoniebieski. Zachowaj połowę roztworu do eksperymentu 178 i 179. Do roztworu wstaw czysty żelazny gwóźdź.

Eksperyment 178



Próba miedzi z roztworem
heksacyjanożelazianu(III) potasu (po lewej) i
amoniaku

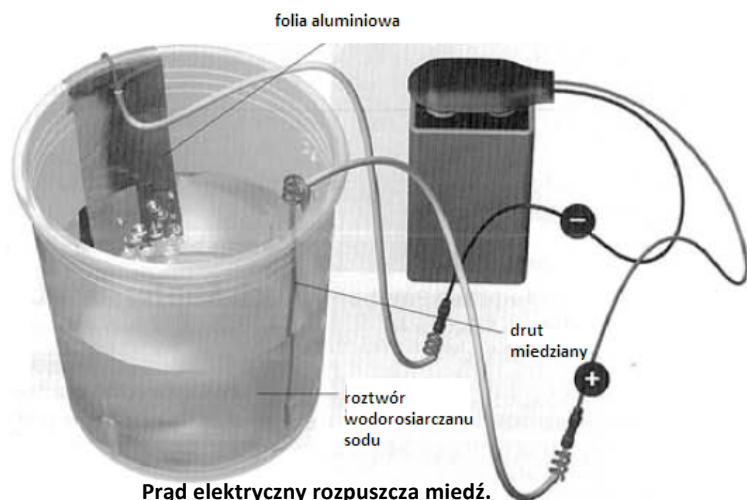
Rozpuść 1 małą szpatułkę siarczanu miedzi w probówce wypełnionej do połowy wodą. Niebieski kolor siarczanu miedzi jest ledwo rozpoznawalny. Podziel roztwór na dwie połowy. Do jednej dodaj 10 kropeł roztworu żelazocyjanku potasu. Powstanie czerwono-brunatny osad heksacyjanożelazianu(III) potasu.

Drugą połowę roztworu siarczanu miedzi przelej do słoika i wypełnij wodą. Tak rozcieńczonym roztworem siarczanu miedzi napełnij do połowy probówkę, używając pipety (wylewanie roztworu ze słoika nie jest wygodne). Dodaj do probówki z rozcieńczonym roztworem 10 kropeł roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Uzyskasz jeszcze intensywniejszy kolor. Jest to tzw. czuła reakcja.

Następnie przetestuj połowę roztworu siarczanu miedzi pozostałego z eksperymentu 177 za pomocą roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu. Ponownie powstanie czerwono-brunatny osad.

Eksperyment 179

Rozpuść 1 małą szpatułkę siarczanu miedzi w probówce napełnionej do połowy wodą. Za substancję testową posłuż roztwór amoniaku, który przygotujesz jak w eksperymencie 154, rozpuszczając po 2 szpatułki chlorku amonu i węgla sodu w 5 cm wody (przestrzegaj informacji z eksperymentu 152!). Wlej połowę tego roztworu do rozcieńczonego roztworu siarczanu miedzi. Przetestuj resztę



Prąd elektryczny rozpuszcza miedź.

przygotowanego roztworu siarczanu miedzi z eksperymentu 177 za pomocą roztworu amoniaku.

Niebieskie zabarwienie wynika z połączenia miedzi i amoniaku, które już wcześniej spotkałeś.

Eksperyment 180

Przygotuj konstrukcję eksperymentu pokazaną na ilustracji. Wlej do miarki roztwór z 2 szpatulek wodorosiarczanu sodu i 75 mililitrów (ml) wody. Gdy zanurzysz w roztworze drut miedziany, zamkniesz obwód prądu. Na

biegunie ujemnym powstanie wodór – jak w eksperymencie 107 i 165. Na biegunie dodatnim ani na miedzianym drucie nie zaobserwujesz żadnego wydzielania się gazu. Pod drutem miedzianym na dnie miarki powstanie niebieskozielona plama. Pozostaw elektrolizę do kolejnego eksperymentu.

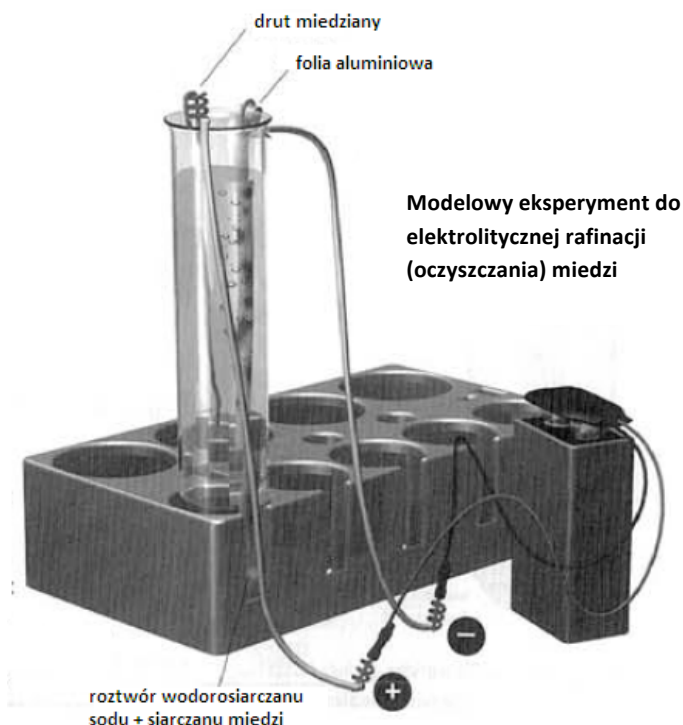
Eksperyment 181

Do probówki wlej 2 – 3 pipety z zawartości miarki z eksperymentu 180 i dodaj kilka kropel roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu: powstanie brązowe zabarwienie.

W tym układzie eksperymentalnym na dodatnio naładowanym drucie miedzianym nie rozładowują się żadne ujemne jony chlorku ani nie uwalnia się żaden chlor. Raczej rozpuszcza się miedź z drutu, tak jak rozpuszczało się żelazo z gwoźdź w eksperymencie 165. Powstają pozytywnie naładowane jony metalu, których obecność mogłeś stwierdzić w roztworach.

Eksperyment 182

Przerwij elektrolizę i wyjmij folię aluminiową z miarki. Przeciągnij folię przez złożoną bibułę filtracyjną. Na bibułce pozostanie kilka ciemnych plam. Rozłóż ją i wlej na plamy kilka kropel roztworu amoniaku (przygotowanego jak w eksperymencie 154). Nastąpi stopniowe, najpierw powolne, a potem coraz intensywniejsze barwienie na



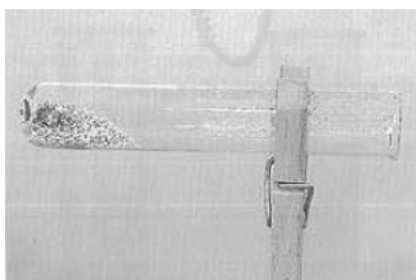
Modelowy eksperyment do elektrolitycznej rafinacji (oczyszczania) miedzi

niebiesko. Osad na folii aluminiowej i bibułce składa się oczywiście z miedzi.

Wniosek: Miedź nie tylko rozpuszcza się na biegunie dodatnim, ale częściowo wytrąca się na biegunie ujemnym. Dlaczego pozytywnie naładowane jony miedzi nie przemieszczają się w stronę bieguna ujemnego? W następnym eksperymencie wytrącanie miedzi jest wyraźniejsze.

Eksperyment 183

Do probówki napełnionej wodą do czterech piątych wysokości dodaj po 1 szpatułkę wodorosiarczanu sodu i siarczanu miedzi i przygotuj konstrukcję eksperymentu pokazaną na ilustracji. Gdy obwód prądu zostanie zamknięty, na folii aluminiowej pomimo dynamicznego wydzielania wodoru pojawią się ciemne plamy: miedź. W przypadku zastosowania roztworów o wysokim stężeniu (czego tobie nie zalecamy ze względu na ograniczone zapasy substancji chemicznych), na folii aluminiowej powstaje powłoka miedzi o wysokiej przyczepności.



Eksperyment 184

Do probówki suchej wewnątrz i na zewnątrz wsyp 1 szpatułkę kryształów siarczanu miedzi i chwyć lekko pochyloną probówkę w uchwycie. Podgrzej kryształy siarczanu miedzi. Będą się one stopniowo rozpadać na biały lub zielono-biały proszek. W chłodniejszej części probówki osadzą się drobne kropelki: woda krystalizacyjna.

Podczas podgrzewania niebieskich kryształów siarczanu miedzi powstaje bezwodny biały siarczan miedzi.

Eksperyment 185

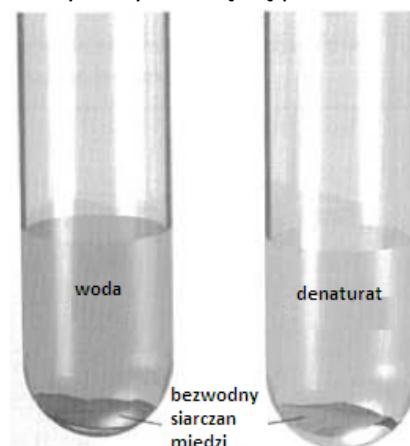
Odczekaj, aż probówka ostygnie tak, abyś mógł ją wziąć do ręki. Usuń krople wody rulonikiem z ręcznika papierowego. Podziel biały proszek na dwie suche probówki i dodaj do jednej z nich niewielką ilość wody. Biały proszek ponownie zabarwi się na niebiesko.

Bezwodny biały siarczan miedzi ma wzór $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, tzn. kryształy zawierają po 5 cząsteczek wody na każdy jon Cu i SO_4 . W eksperymencie 184 wydzielala się woda krystalizacyjna. Powstał bezwodny biały siarczan miedzi. Po dodaniu wody (eksperyment 185) niebieskie kryształy tworzą się ponownie.

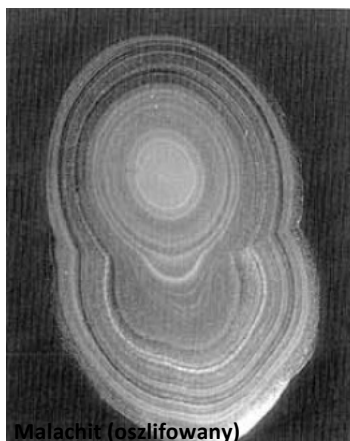
Eksperyment 186

Do probówki z pozostałym bezwodnym siarczanem miedzi dolej denaturat. Na pierwszy rzut oka nie dzieje się zbyt wiele. Ale gdy dobrze się przyjrzyysz, zauważysz, że siarczan miedzi powoli barwi się na niebiesko.

Bezwodny siarczan miedzi nadaje się więc do stwierdzania obecności wody. Odlej denaturat z siarczanu miedzi i rozcieńcz go wodą. Napełnij probówkę z nierozpuszczonym siarczanem miedzi do połowy wodą i wstrząśnij.



Denaturat zawiera bardzo małą ilość wody, więc bezwodny siarczan miedzi bardzo słabo barwi się na niebiesko.



Malachit (oszlifowany)

Eksperyment 187

Do dwóch probówek wlej po 2 cm wody. W pierwszej rozpuść 1 małą szpatułkę siarczanu miedzi, a w drugiej 2 małe szpatułki węglanu sodu. Połącz obydwie roztwory. W probówce utworzy się niebieski osad: *niebieskie niebo*.

Eksperyment 188

Wstaw do niebieskiej cieczy bagietkę i podgrzej. Uważaj, aby wrząca ciecz nie przysnęła w niczyją twarz! Już po kilku sekundach utworzą się ciemne smugi: chmury. Dalsze podgrzewanie spowoduje, że cała zawartość probówki zabarwi się na czarno. Właśnie rozpętała się burza. Oczekaj, aż probówka ostygnie.

Eksperyment 189

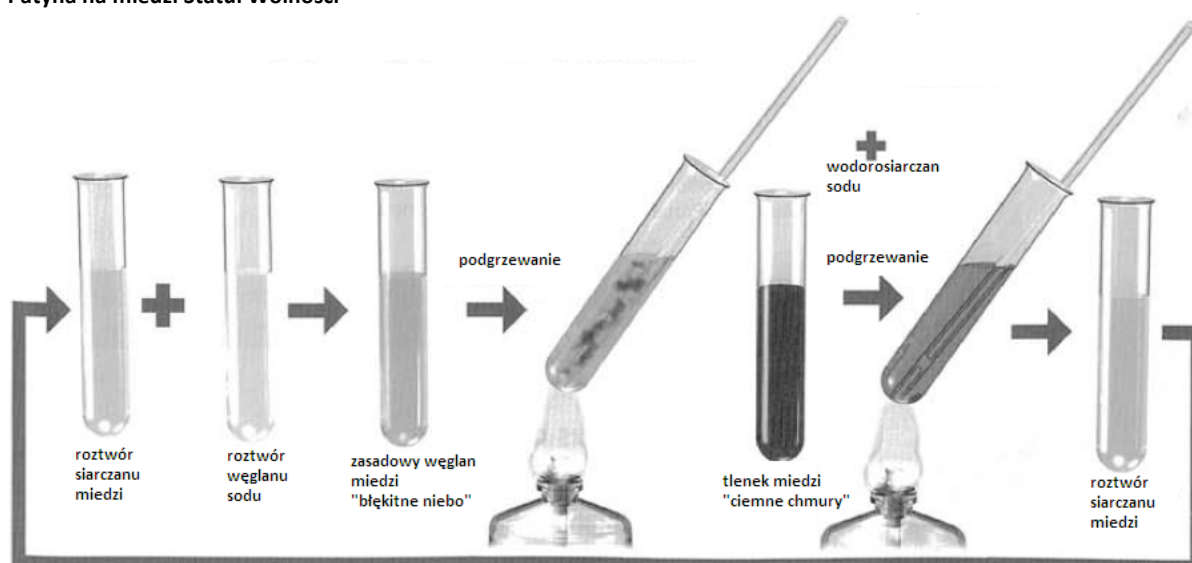
Po deszczu wychodzi słońce i błękitne niebo. Do czarnego osadu dodaj 1 szpatułkę wodorosiarczanu sodu i podgrzej. Osad się rozpuści i otrzymasz klarowny, jasnoniebieski roztwór. Gdy do ostudzonego roztworu dodasz roztwór węglanu sodu, ponownie powstanie błękitny osad i zabawa może się zacząć od nowa. W marcu jak w garncu!



Patyna na miedzi Statui Wolności

Podczas łączenia roztworów siarczanu miedzi i węglanu sodu powstał błękitny, zasadowy węglan miedzi, podwójny związek CuCO_3 i $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Ten niebieski osad rozpadł się podczas podgrzewania i powstał czarny tlenek miedzi. Podczas podgrzewania z wodorosiarczanem sodu tlenek miedzi się rozpuścił i znów otrzymałeś roztwór siarczanu miedzi, z którego z roztworem węglanu sodu ponownie wytrącił się osad zasadowego węglanu miedzi.

Zasadowy węglan miedzi występuje też w przyrodzie, np. w postaci malachitu lub azurytu. Zielony osad na miedzianych dachach lub pomnikach, **patyna**, wcześniej również składała się w głównej mierze z zasadowego węglanu miedzi, a dziś na skutek opadu kwasu siarkowego (kwaśnych deszczy) – z zasadowego siarczanu miedzi.



Zmienna pogoda albo przemiany siarczanu miedzi

Eksperyment 190

Dodatkowo potrzebne: obsadka z metalowym piórem lub cienki pędzel, kartka papieru

Niebieski atrament: jako atrament posłuży roztwór siarczana żelaza(III), zachowany z eksperymentu 162. Napisz tekst, najlepiej na żółtym papierze. Po wyschnięciu nie będzie po nim śladu.



Atramenty sympatyczne w kuchni

Eksperyment 191

Dodatkowo potrzebne: zobacz eksperyment 190

Brązowy atrament sympatyczny: jeśli uważnie przerobiłeś poprzedni rozdział, instrukcja obsługi brązowego atramentu sympatycznego nie powinna sprawić ci problemu. Potrzebujesz roztworu siarczana miedzi (1 mała szpatułka rozpuszczona w 1 cm wody) jako atramentu oraz odbiorcy...

Eksperyment 192

Dodatkowo potrzebne: sok z cytryny, obsadka z metalowym piórem lub cienki pędzel

Wyciśnij sok z połowy cytryny i użyj go jako atramentu. Pióro lub pędzel nie powinny być zbyt cienkie. Gdy atrament wyschnie, nie będzie po nim śladu. Aby odczytać zaszyfrowaną wiadomość, ty lub twój przyjaciel musicie mocno podgrzać kartkę papieru, nie podpalając jej. Najlepszy efekt osiągniesz nad kuchenką elektryczną. Nie zbliżaj kartki zbyt blisko źródła ciepła i uważaj, aby się nie poparzyć. Co obserwujesz?

Eksperyment 193

Powtórz eksperyment, używając octu lub soku z cebuli (wyciśniętego praską do warzyw lub czosnku).

Eksperyment 194

Kawałek wielowarstwowego ręcznika papierowego nasącz roztworem soli kuchennej i połóż na folii aluminiowej. Monetę (np. 1-, 2- lub 5-złotową) przyciśnij do ręcznika i przytrzymaj czerwonym przewodem. Podnieś monetę po kilku sekundach, a na zielono zabarwione miejsce dodaj 1 kroplę roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu. Brązowe zabarwienie będzie wskazywało na obecność miedzi.

Eksperyment 195

Powtórz eksperyment, ale zamiast roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu dodaj na ręcznik 1 kroplę wody amoniakalnej. Niebieskie zabarwienie będzie wskazywało na obecność miedzi.

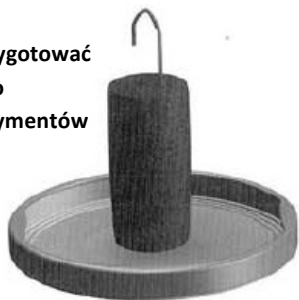
Eksperyment 196

Powtórz eksperyment 194, przebadaj tym razem metalowy przedmiot, w razie konieczności użyj igły lub śrubki.

Eksperyment 197

Dodatkowo potrzebne: nadtlenek wodoru

Jak przygotować
słoik do
eksperymentów



Powtórz eksperyment 194, ale tym razem nasącz kawałek wielowarstwowego ręcznika kuchennego roztworem węglańu sodu (roztwór dodaj pipetą po kropli na ręcznik) i obserwuj metalowy przedmiot. Ręcznik staje się zielony, a po dodaniu kropli węglańu sodu – brązowy. W tym przypadku powstał wodorotlenek żelaza(II), który poprzez węglan sodu został utleniony do brązowego wodorotlenku żelaza (III).

Eksperyment 198

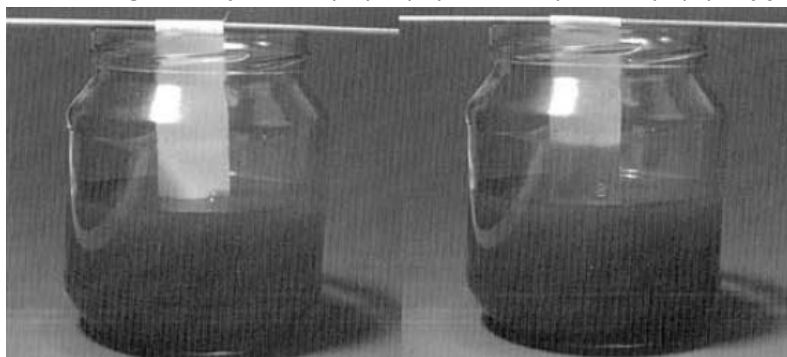
Ustaw pokrywkę słoika wieczkiem do dołu. Na odwrocie przyklej korek i przymocuj do niego mały haczyk, który możesz wykonać ze spinacza biurowego.

Wytnij z kartki papieru pasek o odpowiedniej długości i szerokości 1 – 2 cm. Na jednym końcu zrób małą dziurkę. Wypełnij słoik wodą, tak aby zanurzyć pasek na kilka milimetrów.

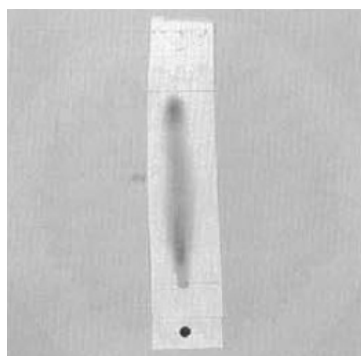
Eksperyment 199

Powtórz eksperyment z identycznym paskiem z bibułki filtracyjnej, który możesz wyciąć z białego filtra do kawy.

Użyta bibułka filtracyjna ma luźniejszą strukturę, która w porównaniu do zwykłego papieru nie jest klejona. Składa się z tysiąca drobnych włókien, rurek kapilarnych i naczyń włosowatych. Rurki kapilarne posiadają właściwości zasysające. Są tak mocne, że płyn „wspina się” po pionowo zawieszonym pasku wbrew grawitacji. Na zwykłym papierze krople wody spływają.



Papier i bibułka filtracyjna zanurzone w cieczy



Czarny atrament ulega rozkładowi.

Eksperyment 200

Dodatkowo potrzebne: czarny atrament, szpilka

Potnij filtr papierowy na paski o równej długości, tak jak w poprzednim eksperymencie. Zanurz główkę szpilki w czarnym (!) atramencie i nałóż niewielką ilość atramentu na jeden pasek, około 1 cm od dolnej krawędzi. Tak przygotowany pasek powieś na pokrywce i włóż do słoika z wodą, tak aby kropka z atramentu znajdowała się tuż nad wodą. Spróbuj kilka razy. Woda „wędruje” do góry po filtrze papierowym, dociera do kropki atramentu i „zabiera” ze sobą składniki atramentu. Wyjmij filtr ze słoika, zanim atrament dotrze do

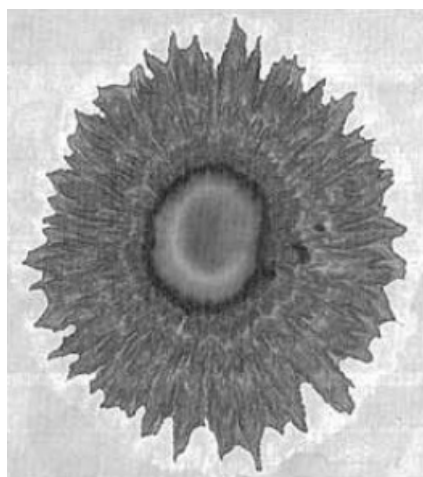
haczyka i pozostaw do osuszenia na ręczniku kuchennym.

Wyraźniejszy podział uzyskasz, używając zamiast wody mieszaniny wody i spirytusu (w próbówce zmieszaj 4 cm wody z 3 cm denaturatu). Zatrzymaj resztę mieszaniny wody i spirytusu szczelnie zamkniętą i opisaną do eksperymentów 202 i 204. Wysusz bibułę filtracyjną przy otwartym oknie.

Niewątpliwie czarny atrament jest mieszaniną kilku barw, które zatrzymują się na różnych wysokościach na pasku filtra.

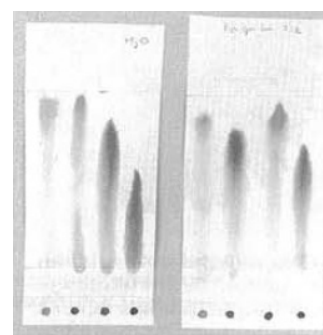
Eksperyment 201

Wytnij z bibuły filtracyjnej pasek o szerokości 4 – 5 cm i długości takiej, jak w poprzednim eksperymencie. Na linii startu w odległości 1 cm od dolnej krawędzi paska namaluj kolorowymi mazakami kropki w odstępach 1 cm. Tak jak w eksperymencie 200 zawieś pasek na pokrywie słoika. I tutaj okazuje się, że kolory na różnych torach są mieszaninami kilku barw. Jak na zawodach, są szybsi i wolniejsi „biegacze”.



Eksperyment 202

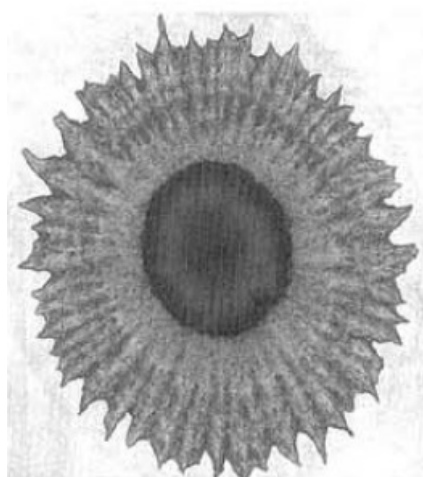
Powtórz eksperyment, używając odłożonej w eksperymencie 200 mieszaniny wody i spirytusu. Możesz dokonać ciekawych obserwacji, który „biegacz” jest szybszy, a który wolniejszy na wodno-spirytusowym torze.



Wyścigi kolorów pisaków (po lewej woda, po prawej mieszanka wody i spirytusu w stosunku 4:3)

Eksperyment 203

Jeśli masz do dyspozycji wodoodporny pisak, możesz go zbadać w podobny sposób. Używając do eksperymentu wody, zaobserwujesz, że kropka na linii startu nie zmienia się lub zmienia się nieznacznie.



Eksperyment 204

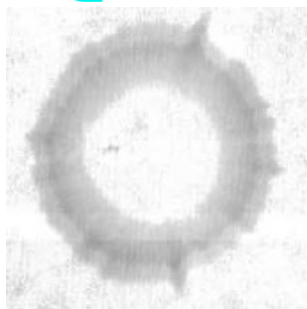
Powtórz eksperyment przy użyciu mieszaniny wody i spirytusu. Tym razem „wędrujący” spirytus „zabierze” kropkę. I tu w mieszaninie barw dochodzi do mniej lub bardziej wyraźnego podziału na różne strefy kolorów.

Eksperyment 205

Dodatkowo potrzebne: czarny atrament

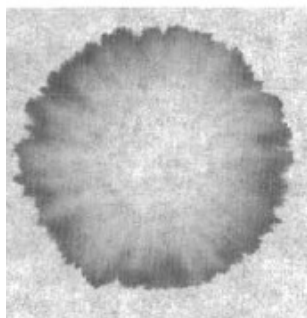
Na wieczku lub w miseczce połóż bibułę filtracyjną. Na środek bibuły nanieś pipetą kroplę czarnego atramentu. Kropla rozplywa się i powstaje kolistą plama z atramentu. Plama rozszerza się po dodaniu kolejnych kropeł. Kontynuuj dodawanie atramentu, aż kleks osiągnie średnicę około 2 cm. Za każdym razem czekaj, aż atrament wsiąknie w filtr.

Dwa obrazy według oryginalnej receptury odkrywcy tej „techniki malarskiej”. Tutaj roztwór heksacyjanożelazanu(III) potasu oddziałuje na bibułę filtracyjną zaimpregnowaną roztworem siarczanu żelaza lub siarczanu miedzi.



Drugą pipetą dodaj na środek plamy kroplę wody. Teraz również poczekaj aż plama wsiąknie.

Dodanie kropli wody powoduje, że powstają piękne obrazy. Stworzenie takich kwiatowych obrazów prawdopodobnie nie byłoby takie proste przy użyciu kredki czy pędzla i kartki papieru.



Doświadczenie 206

Powtórz poprzedni doświadczenie, używając zamiast wody roztworu soli kuchennej. Rozpuść 1 – 2 szpatułki soli kuchennej w probówce wypełnionej do połowy wodą. Porównaj uzyskany obraz.

Doświadczenie 207

Dodatkowo potrzebne: zmywalny mazak

Barwniki zawarte w mazaku również pozwalają tworzyć podobne obrazy. Tym razem na środku bibułki namaluj mazakiem plamę wielkości 1 – 2 cm. Powiększ obraz, dodając krople wody lub roztworu soli kuchennej.



Chromatografia krążkowa

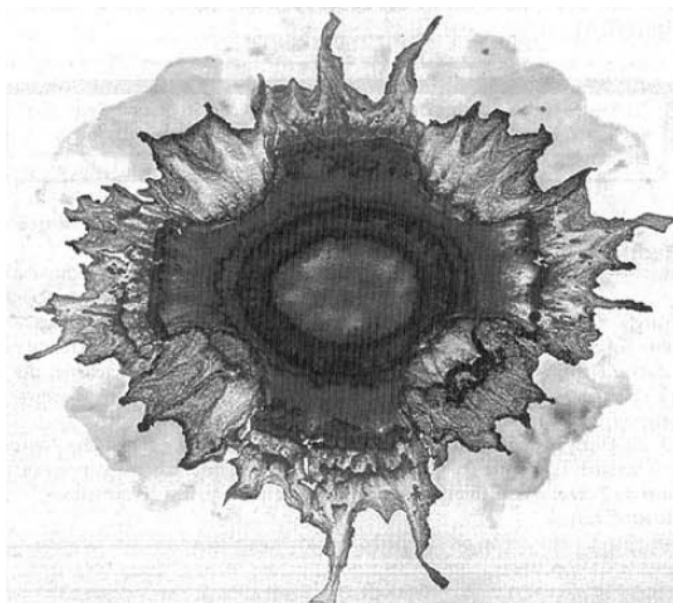
Odkrywcą tej „techniki malarskiej” jest chemik Friedlieb Ferdinand Runge (1794 – 1867). W roku 1855 wydał nawet książkę o „samoformujących się obrazach”.

W obrazach Runge’a barwy wędrują z naniesionym płynem promieniście na wszystkie strony. Czasami etapy pośrednie są ciekawsze niż obraz końcowy.

Doświadczenie 208

Dodatkowo potrzebne: fioletowy mazak

Koliste obrazy powstają również za pomocą specjalnej metody chromatografii bibułowej: chromatografii krążkowej. Na bibułce filtracyjnej namaluj fioletowym mazakiem koło o średnicy 3 – 4 cm. Połóż filtr na wieczku lub w miseczce i nanieś kroplami wodę lub roztwór soli kuchennej na



Obraz Runge’a powstały w kilku procesach
(Zdjęcie: dr W. Botsch, Schwäbisch Gmünd)

środek koła. Możesz ustalić, czy fiolet jest barwą jednolitą czy mieszaniną czerwonego i niebieskiego.

Możesz również spróbować połączyć ten proces z metodą Runge’a, w której po dokończeniu i wysuszeniu chromatografów krążkowych na ich wolną przestrzeń na środku nanosisz kolor, który „wędruje” poprzez dodawanie kropli wody lub roztworu soli kuchennej. Powierzchnia chromatografu bibułowego stwarza nieograniczone możliwości dla twojej pomysłowości.

Doświadczenie 209

Dodatkowo potrzebne: folia aluminiowa jako

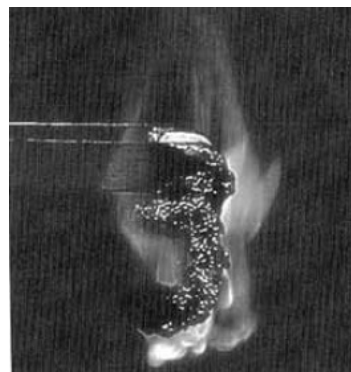
podkładka

Poproś o pomoc osobę dorosłą. Na starej, ale czystej łyżce podgrzej trochę cukru, nasączonego kilkoma kroplami wody. Zawij trzonek łyżki w ścierkę, aby się nie poparzyć. Cukier roztopia się i tworzy żółtą, spienioną masę. Podgrzewaj dalej. Żółta masa powoli zmienia kolor na brązowy i staje się coraz ciemniejsza. Wydziela się gaz i nagle zawartość łyżki zaczyna płonąć. Płomień utrzymuje się nawet po odsunięciu łyżki od ognia. Poczekaj, aż masa cukrowa się wypali. Na łyżce pozostaną porowate, czarne resztki – węgiel.

Eksperyment 210

Dodatkowo potrzebne: szczypce lub metalowa pęseta, folia aluminiowa jako podkładka, cukier w kostkach, zapalki

Poproś o pomoc osobę dorosłą. Chwyc kostkę cukru szczypcami lub pęsetą i spróbuj ją zapalić zapalką. Pewnie ci się nie uda. Po przeciwnej stronie kostki wetrzyj trochę popiołu z papierosa i zbliż do tego miejsca zapaloną zapalkę. Tym razem na pewno ci się uda. Kostka cukru płonie, przy czym część cukru ścieka. Ponownie otrzymujemy czarny węgiel.



Płonący cukier

Eksperyment 211

Dodatkowo potrzebne: folia aluminiowa jako podkładka, stary talerz, trochę piasku, denaturat

Poproś o pomoc osobę dorosłą. Na podkładce z folii aluminiowej postaw talerz i usyp małą kupkę piasku (2 łyżki stołowe). W probówce zmieszaj 6 szpatulek cukru i 6 szpatulek sody oczyszczonej. Na kupkę piasku dodaj 2 – 3 całe pipety denaturatu, a następnie podpal. Na ogień wsyp powoli mieszanek cukru i sody oczyszczonej. Tworzą się czarne pęcherzyki, coś na kształt wijącego się czarnego potwora. Przestaną rosnąć, jak tylko płomień zgaśnie.

Cukier roztopia się i spala pod wpływem ciepła. Jednocześnie soda oczyszczona (jak w eksperymencie 124) rozpada się i uwalnia dwutlenek węgla, który spulchnia roztopiającą się i płonącą masę cukrową. I w tym przypadku pozostaje luźny, lekki węgiel.

Cukier rozpada się już w temperaturze nieco ponad 200°C, uwalniając łatwopalne gazy. Pozostaje węgiel. Substancje odżywcze takie jak tłuszcz, białko i skrobia zawarte w innych artykułach spożywczych również rozpadają się pod wpływem ciepła i wszystkie te substancje zawierają węgiel.

Eksperyment 212

Do dwóch dużych szklanek wsyp sproszkowaną glukozę i cukier z cukierniczki w równych ilościach, a następnie zalej do połowy wodą. Wymieszaj dokładnie łyżeczką, aż do rozpuszczenia cukru. Spróbuj obu roztworów. Który jest słodszy?

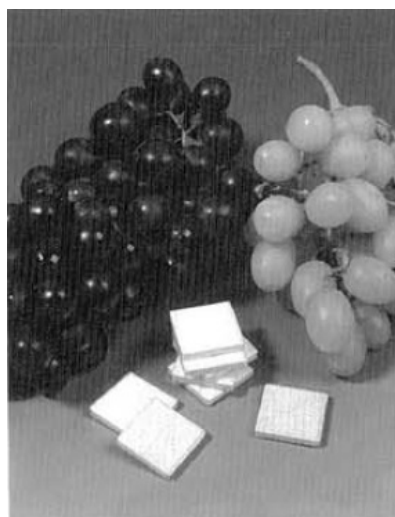
Aby odróżnić zwykły cukier od glukozy, nie musisz polegać tylko na swoim języku. I tutaj chemik zna dokładniejszą i bardziej wyrafinowaną metodę badawczą.

Eksperyment 213

W probówce wypełnionej wodą do wysokości 2 cm rozpuść 1 szpatułkę siarczanu miedzi i taką samą ilość kwasu cytrynowego, a następnie dobrze wymieszaj, aż całkowicie się rozpuści. W drugiej probówce przygotuj dość mocny roztwór sodы oczyszczonej (4 szpatułki rozpuść w 2 cm wody). Wlej powoli roztwór sodы oczyszczonej do mieszanki siarczanu miedzi i kwasu cytrynowego. Sodę dodawaj stopniowo, nie wszystko na raz. Zawartość probówki ściemnieje. Gdy przestanie musować, roztwór stanie się ciemnoniebieski. Twoja metoda badawcza do rozpoznania glukozy jest gotowa. Podczas eksperymentu z substancją do rozpoznawania glukozy, którą będziemy nazywać **odczynem Fehlinga**,



musisz stale używać bagietki i uważać, aby nie ochłapać twarzy lub rąk sobie lub innym. Okulary ochronne są obowiązkowe.



Glukoza w postaci naturalnej i skoncentrowanej

Eksperyment 214

Do probówki dodaj 1 – 2 cm odczynu Fehlinga i trochę roztworu glukozy. Włóż bagietkę i podgrzewaj. Zawartość probówki zmienia kolor na zielony, następnie żółty i w końcu staje się ceglasta i czerwono-brunatna.

Eksperyment 215

Powtórz eksperyment, ale zamiast glukozy użyj zwykłego cukru. Zabarwienie na czerwono-brunatny kolor nie pojawia się.

Glukoza i sacharoza (zwykły cukier) są jak widać dwiema różnymi substancjami, czego dowodzą różne reakcje w odczynie Fehlinga.

Eksperyment 216

Dodatkowo potrzebne: winogrono

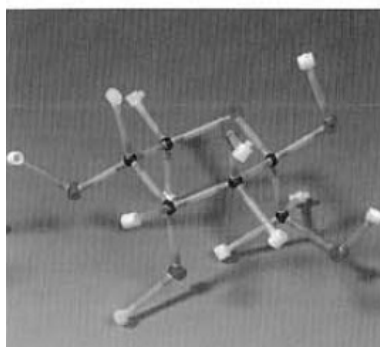
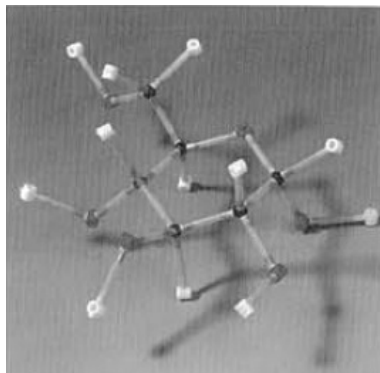


Rozgnieć kilka ziarenek winogrona i dodaj sok do probówki wypełnionej odczynem Fehlinga do wysokości 2 cm. Podczas ogrzewania powstaje typowy dla glukozy czerwony osad.

Eksperyment 217

Dodatkowo potrzebne: jabłko

W kwaśnym jabłku sam możesz wskazać glukozę. Rozgnieć kawałki jabłka i otrzymany sok dodaj po kropli do 2 cm odczynu Fehlinga. Dodaj jeszcze trochę roztworu sodы oczyszczonej (roztwór musi reagować alkalicznie) i podgrzej. W kwaśnych jabłkach zawartość glukozy jest wciąż niewielka, słodycz przesłonięta jest przez obfity kwaskowaty posmak.



Modele pałeczkowe cząsteczki glukozy (na górze) i fruktozy: czarne atomy węgla, czerwone – tlenu, białe – wodoru



Miód pszczeły też składa się z glukozy i fruktozy.

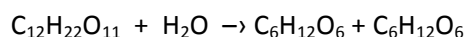
Nie możemy tu polegać na naszym języku, ale na naszej chemicznej metodzie badawczej, która wskaże nawet niewielką zawartość glukozy. W ten sposób możesz sprawdzić różne rodzaje owoców i warzyw, jak również soki owocowe. Wszędzie znajdziesz glukozę.

Eksperyment 218

Do probówki z roztworem cukru dodaj kilka kryształków kwasu cytrynowego, włóż bagietkę i podgrzewaj przez 3 – 4 minuty.

Zbadaj kilka kropli roztworu w odczynie Fehlinga. Tym razem zawartość probówki zabarwia się na czerwono!

Podgrzej sacharozę z kwasem – działają jak przyspieszacze reakcji – i tak poprzez hydrolizę powstaje mieszanka glukozy i fruktozy:



sacharoza + woda → glukoza + glukoza

Glukoza i fruktoza mają taki sam skład, a więc i taki sam wzór, ale różnią się budową cząsteczek i stąd też ich różne właściwości.

Eksperyment 219

Przepis: Przy produkcji miodu sztucznego sacharoza zostaje rozszczepiona. Pomoc w tym eksperymencie i najlepiej przeprowadź go w kuchni. Zmieszaj w małym garnku czubatą łyżkę cukru i pół filiżanki wody. Gdy cukier się rozpuści, dodaj na czubku noża kwasu cytrynowego. Użyj nowej szaszetki kwasu cytrynowego, ponieważ dotychczas używana mogła zetknąć się z innymi chemikaliami. Podgrzewaj, ciągle mieszając do momentu, aż jedna trzecia początkowej objętości płynu odparuje. Powstała ciągnąca masa w garnku to sztuczny miód. **Sztuczny miód** składa się w trzech czwartych z glukozy i fruktozy, a reszta to woda.

Eksperyment 220

Dodatkowo potrzebne: miód pszczeły

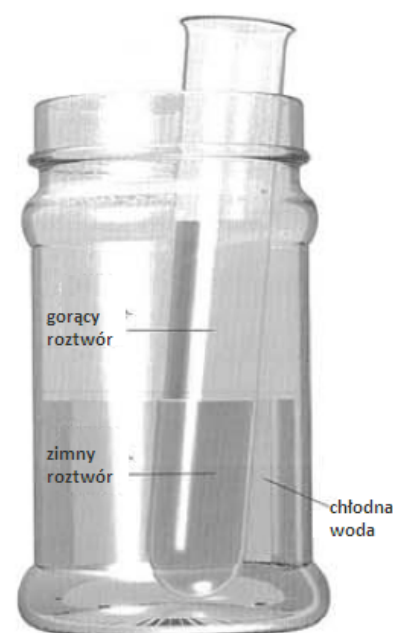
Do probówki z miodem pszczelim dodaj 2 – 3 cm wody i wstrząśnij, aż miód się rozpuści. Przebadaj wodę z miodem odczynnikami Fehlinga.

Również miód pszczeły składa się z glukozy i fruktozy. Ma podobny skład do miodu sztucznego i stąd też podobną wartość odżywczą. Biologiczna wartość miodu pszczelego opiera się na zawartości określonych substancji czynnych.

Eksperyment 221

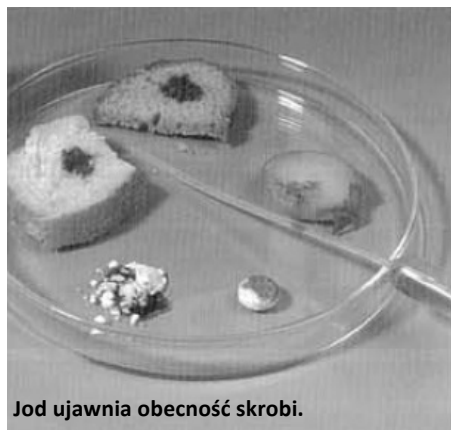
Do następnego i kolejnych eksperymentów potrzebne będą: roztwór jodu, witamina C w tabletkach

Do probówki wypełnionej do połowy wodą dodaj na czubek szpatułki mąki, zamknij szczelnie i wstrząśnij. Włóż bagietkę i podgrzej ciecz do wrzenia. Uważaj, aby zawartość nie wykipiała. Probówkę zdejmij w odpowiednim



Niebieski roztwór jodu-skrobi odbarwia się podczas podgrzewania. Niebieski kolor powraca po ochłodzeniu.

czasie z ognia! Przefiltruj jeszcze gorący płyn do drugiej probówki. Rozrzedź 1 cm przefiltrowanej cieczy (resztę zachowaj do eksperymentu 223) potrójną ilością wody i dodaj kroplę roztworu jodu: powstanie nasycone niebieskie zabarwienie.



Jod ujawnia obecność skrobi.

Eksperyment 222

Do niebieskiego roztworu włóż bagietkę i podgrzej. Niebieski kolor zaczyna blednąć. Jak tylko całkowicie zniknie, przestań podgrzewać. Wstaw probówkę do słoika wypełnionego 2 cm zimnej wody. Niebieskie zabarwienie powraca, ale tylko w dolnej części. Powstaje wyraźna granica pomiędzy ochłodzoną i jeszcze ciepłą częścią probówki. Dodaj roztwór witaminy C. Skrobia tworzy z jodem ciemnoniebieskie połączenie, **kompleks jod-skrobia**, które jest stosowane do wykrywania jodu lub skrobi. Kompleks jod-skrobia jest podatny na wysoką temperaturę. Reakcja jest jednak odwracalna, dlatego

niebieskie zabarwienie blednie po ostudzeniu. Witamina C odbarwia nie tylko brązowy jod, ale także niebieski kompleks jod-skrobia.

Eksperyment dodatkowy: najpierw przygotuj rozcieńczony roztwór jodu – do probówki wypełnionej do połowy wodą dodaj 10 kropli wcześniej używanego roztworu. Rozcieńczony roztwór może służyć do wykrywania skrobi w chlebie, ugotowanych ziemniakach, kleju ze skrobi, budyniu w proszku, pudrach i innych kosmetykach. Następnie odbarw powstałe kompleksy jod-skrobia za pomocą witaminy C.



Kukurydza zawiera dużo skrobi.

Eksperyment 223

Przygotuj odczyn Fehlinga otrzymany w eksperymencie 213. Do jednej trzeciej roztworu (resztę zachowaj do eksperymentu 224 i 225) dodaj kilka kropli odłożonego roztworu skrobi i podgrzej (użyj bagietki!). Roztwór skrobi nie wywołuje charakterystycznego czerwonego osadu.

Eksperyment 224

W probówce podgrzej 1 szpatułkę mąki i 2 szpatułki wodorosiarczanu sodu z 2 cm wody (użyj bagietki!). Płyn musuje, więc musisz w odpowiednim momencie zdjąć probówkę z ognia, aby zawartość nie wykipiała. Podgrzewaj tak długo, aż pozostanie tylko 1 cm płynu. Dodaj ½ cm wody do miarki i wlej wciąż gorącą zawartość probówki. Dodaj 3 – 4 szpatułki węglanu sodu i poczekaj, aż ustąpi pienienie wywołane wydobywającym się dwutlenkiem węgla. Do probówki dodaj zawartość miarki oraz dwie trzecie stworzonego w eksperymencie 223 odczynu Fehlinga i podgrzej (użyj bagietki!). Zawartość probówki zabarwia się na zielono. Po dalszym podgrzaniu powstaje typowy dla zredukowanego cukru czerwony osad.

Eksperyment 225

Przeżuj dokładnie kawałek chleba (nie może to być ciastko ani ciasto!) i dodaj mieszankę chleba ze śliną do miarki i na końcu łyżką podwójną do probówki. Podgrzej mieszaninę razem z resztką odczynu Fehlinga (użyj bagietki!). Zaobserwujesz znane już czerwone lub przynajmniej żółte zabarwienie. Jeśli użyjesz zbyt dużo odczynu, zawiesina będzie zielona.

Eksperyment 226

Przy tym eksperymencie poproś o pomoc osobę dorosłą. Do probówki wlej białko do wysokości 1 cm i włóż probówkę do garnka ze świeżo przegotowaną wodą. Białko się zetnie. Dopiero teraz jest to właściwe białko. Zachowaj zawartość probówki do eksperymentu 228 i 229.

Białko zachowało się dokładnie tak samo, jak podczas gotowania jajka. Nie ma różnicy, czy białko zostanie podgrzane w probówce czy w skorupce.

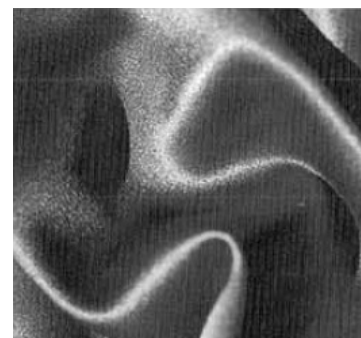
Eksperyment 227

Rozcieńcz trochę białka w 10-krotnej ilości wody. Do probówki wypełnionej do wysokości 3 – 4 cm rozcieńczonym roztworem dodaj kilka kropel roztworu siarczanu miedzi. Siarczan miedzi wytrąca gęsty, błękitnawy osad. Zachowaj resztę rozcieńczonego białka do eksperymentu 230.

Siarczan miedzi również ścina białko. Dotyczy to też innych soli metali ciężkie, takich jak np. ołów, kadm, rtęć. Trujące działanie tych szkodliwych substancji polega na tym, że niezbędne, endogenne składniki białka nie działają po jego ścięciu.

Eksperyment 228

Niewielką ilość ściętego białka z eksperymentu 226 nanieś na wgłębienie w łyżce podwójnej lub na odpowiednio wygięty pręt. Przytrzymaj białko w ogniu. Usmaży się i zwęgli. Jednocześnie zacnie unosić się dziwny zapach, znacząco różny od zapachu palącego się papieru czy bawełny.



Eksperyment 229



Do pozostałego z eksperymentu

Jedwab składa się z białka. Jest pozyskiwany z tkanin różnych zwierząt. Największe znaczenie ma jedwab morwowy wytwarzany przez jedwabnika

226 ściętego białka dodaj po 1 szpatułce wodorotlenku wapnia i węglanu sodu oraz kilka kropel wody. Przygotuj papierek antocyjanowy i czerwony papierek lakmusowy i zwilż oba papierki wskaźnikowe. Podgrzej probówkę i sprawdź wydobywającą się parę papierkami wskaźnikowymi. Wskaż reakcję alkaliczną. Jedyny gaz, który reaguje alkalicznie z wodą, to zawierający azot amoniak (NH_3). Może on pochodzić tylko z białka. Oznacza to,

że białko ma w swoim składzie azot. Gdy papierek wskaźnikowy się zabarwi, przestań podgrzewać. Łatwiej umyjesz probówkę, jeśli białko nie będzie zwęglone.

Również znany test: **reakcja biuretowa** opiera się na zawartym w proteinach azocie.



Reakcja biuretowa

Eksperyment 230

Do probówki dodaj 3 – 4 cm roztworu rozcieńczonego białka pozostałego z eksperymentu 227. Dodaj 1 szpatułkę węglanu sodu, zatkaaj szczelnie (przytrzymaj kciukiem) i wstrząśnij. Wymieszaj zawartość probówki z 2 – 3 kroplami roztworu siarczanu miedzi (1 szpatułkę siarczanu miedzi rozpuść w 3 cm wody). Tym razem nie tworzy się żaden osad ze ściętego białka, jak w eksperymencie 227, lecz stopniowo powstaje fioletowy roztwór.

Nazwa reakcji pochodzi od *biuretu*, związku, który wchodzi w reakcję zasadową z siarczanem miedzi, co pokazuje fioletowe zabarwienie.



Mleko jest zdrowe.

Eksperyment 231

Dodatkowo potrzebne: surowe mięso

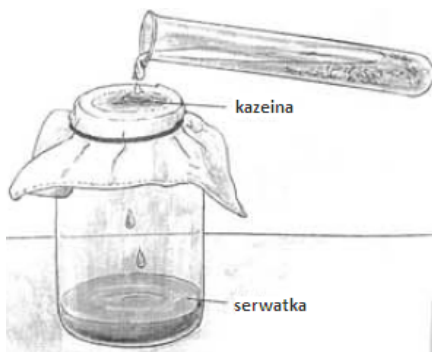
Pokrój małą porcję surowego mięsa (lub użyj mięsa mielonego) i zmieszaj z wodą wypełniającą połowę probówki. Odfiltruj wodę od mięsa. Połowę wody podgrzej nad palnikiem spirytusowym. Zobaczysz gęste zmętnienie.

Eksperyment 232

Drugą część wody uzyskanej z mięsa w poprzednim eksperymencie wykorzystaj do przeprowadzenia reakcji biuretowej. Nastąpi stopniowe, coraz mocniejsze zabarwienie na fioletowo.

Eksperyment 233

W probówce wypełnionej mlekiem do wysokości 2 cm wymieszaj 1 szpatułkę węglanu sodu i dodaj 2 – 3 krople roztworu siarczanu miedzi (1 szpatułkę siarczanu miedzi rozpuść w 3 cm wody). Eksperyment sprawdzi się również z mlekiem pełnotłustym (3,5 % tłuszczu). Fioletowe zabarwienie jest nieco słabsze. Możesz nawet wytrącić i odfiltrować białko.



Filtrowanie kazeiny wytrąconej z mleka



Produkcja sera żółtego – więcej niż wytrącanie kazeiny

Eksperyment 234

Dodatkowo potrzebne: mała ściereka, gumowa uszczelka

Probówkę wypełnij do połowy odtłuszczonego mlekiem i podgrzej nad palnikiem spirytusowym. Mleko nie może się

jednak zagotować. Dodaj do probówki trochę octu: mleko ścina się w puszysty osad. Jest to podobny proces do tego, który zachodzi podczas kwaśnienia mleka. Zsiadanie mleka jest wywołane przez **kwas mlekowy**, który powstaje dzięki bakteriom kwasu mlekowego. Jak widzisz, proces ścinania może być wywołany również przez inne kwasy, np. kwas octowy.

Aby odfiltrować osad, tym razem nie użyjemy bibułki filtracyjnej, lecz starej, czystej materiałowej ściereczki, przykładowo niepotrzebnej materiałowej ściereczki kuchennej. Na słoiku połóż filtr i przymocuj go za pomocą gumowej uszczelki. Małymi porcjami przelej zawartość probówki na filtr. **Serwatkę** uzyskaną podczas filtrowania zachowaj do następnego eksperymentu. Dobrze wyciśnij pozostałość na materiałowym filtrze i pozostaw do wyschnięcia. Żółtawa, twardniejąca masa składa się głównie z zawartej w mleku **kazeiny** – białka. Kazeina nazywana jest również podpuszczką, ponieważ obok wody i tłuszczu jest głównym składnikiem wielu rodzajów serów. Podczas wytwarzania serów postępuje się podobnie, jak w przeprowadzonym eksperymencie. Zamiast octu dodaje się podpuszczkę. W zależności od zawartości tłuszczu w używanym mleku powstaje odtłuszczony lub pełnotłusty ser.

Eksperyment 235

Do probówki wlej 2 – 3 cm serwatki z poprzedniego eksperymentu i dodaj roztwór węgla sodu, aby zneutralizować dolany ocet. Zawartość probówki powinna reagować zasadowo (np. zabarwić papierek antocyjanowy na zielono). Teraz przygotuj niebieski odczyn Fehlinga, jak w eksperymencie 213. Podgrzej 2 – 3 cm odczynu Fehlinga i taką samą ilość zneutralizowanej serwatki (użyj bagietki!). Zaobserwuj czerwone zabarwienie.

W tym przypadku czerwone zabarwienie pochodzi z zawartego w serwatce cukru. Cukier ten, zwany **laktozą**, reaguje z roztworem siarczynu miedzi i kwasu cytrynowego podobnie jak glukoza i fruktoza. Twoje eksperymenty dowiodły, że mleko zawiera tłuszcz, białko i cukier, tzn. wszystkie ważne substancje odżywcze. Poza tym w mleku można stwierdzić obecność niezbędnych soli i witamin. Teraz rozumiesz, dlaczego małe zwierzęta i dzieci mogą odżywiać się jedynie mlekiem.

Eksperyment 236

Ustaw miarkę w wannie i napełnij ją po brzegi wodą. Dolewaj powoli wodę z probówki. Będziesz zdumiony, jak dużo wody zmieści się jeszcze w miarce bez wylewania. Popatrz na miarkę z boku. Powierzchnia wody wybrzuszyła się. Wygląda to tak, jakby na wodę naciągnięta była powłoka, która chroni ją przed wylaniem się.

Do tego i kolejnego eksperymentu rozpuść trochę mydła w probówce wypełnionej do połowy wodą. Na powierzchnię wody wlej jedną kroplę roztworu mydła, obserwując wciąż miarkę z boku. Wybrzuszenie się zapada i wodą się wylewa.

Powtórz eksperyment, używając mydła w płynie lub płynu do mycia naczyń.



Czy woda ma skórę?

Eksperyment 237

Napełnij wodą starannie umytą wannę i ostrożnie połóż igłę na powierzchni wody. Nie poddawaj się, jeśli nie uda ci się za pierwszym razem. Jeśli nie uda się również druga próba, połóż igłę na kawałku ręcznika papierowego. Ręcznik wchłonie wodę i opadnie na dno. Igła pływa na powierzchni mimo, że stal, z której jest wykonana, jest cięższa



Pływająca igła

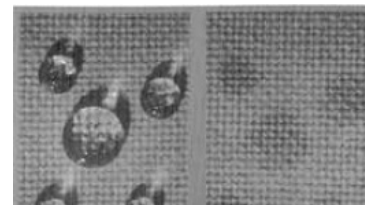
niż woda. Gdy dobrze się przyjrzyś, zobaczysz, że igła jest nieco zanurzona. Wygląda to tak, jakby elastyczna powłoka zabezpieczała igłę przed zatonięciem. Dodaj do wody kilka kropel roztworu mydła. W ciągu kilku sekund igła tonie. Jeszcze szybciej zadziała mydło w płynie lub płyn naczyni.

Eksperyment 238

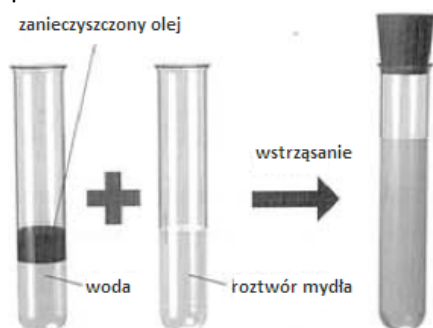
Dodatkowo potrzebne: różne skrawki materiału

Na kawałki materiału nanieś pipetą po 1 kropli wody. Szczególnie w przypadku nowych tkanin kropla wody zachowuje swój okrągły kształt i nie wnika w tkaninę. Powtórz eksperyment, używając roztworu mydła lub płynu do naczyń. Kropla rozplywa się i wnika w tkaninę.

Woda zachowuje się tak, jakby na jej powierzchni istniała napięta powłoka. Gdy położymy na wodzie lekki przedmiot, jej powierzchnia zostanie wgnieciona. To napięcie jest nazywane **napięciem powierzchniowym**. Sprawia również, że małe ilości wody przybierają formę kropli i nie wnikają w podłoże.



Woda perli się na tkaninie. Mydła lub środki piorące zapewniają odpowiednie zwilżenie



Roztwór mydła emuluje olej.

Eksperyment 239

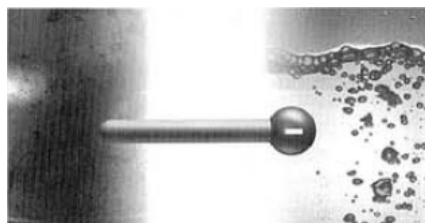
Dodatkowo potrzebne: olej jadalny

Napełnij probówkę do połowy wodą i dodaj niewielką ilość oleju. Lżejszy olej pływa po wodzie. Zatkaj probówkę gumowym korkiem i mocno wstrząśnij. Co prawda tłuszcz rozdzielił się na chwilę w wodzie, ale szybko wypływa w formie małych kropelek. Woda i tłuszcz odpychają się wzajemnie.

Eksperyment 240

Dodatkowo potrzebne: olej jadalny, kurz lub węgiel w proszku (z wypalonych zapatek lub z pokruszonego rysika do ołówka)

Zmieszaj z wodą trochę oleju, tak jak w poprzednim eksperymencie. Dodaj do probówki niewielką ilość kurzu lub węgla w proszku i mocno wstrząśnij. Krople oleju, a dokładniej powstałe z nich warstwy oleju, zmieniają kolor na szary aż po czarny, podczas gdy woda pozostaje przejrzysta. Zachowaj mieszankę do kolejnego eksperymentu. Niewątpliwie olej, czyli tłuszcz, ma określoną siłę przyciągania kurzu.



Tensydy – przyjaciele wody i tłuszczu

Eksperyment 241

Do probówki z zanieczyszczonym olejem dodaj roztwór mydła lub płynu do naczyń. Mocno wstrząśnij. Tym razem woda i olej nie rozdziela się tak szybko. Cała zawartość probówki wydaje się być zabrudzona. Tłuszcz i brud są równomiernie rozdzielone w wodzie. Powstała emulsja. Tłusty brud możemy wypłukać za pomocą ługu mydlanego.

Eksperyment 242

Dodatkowo potrzebne: mydło szare lub toaletowe

Rozpuść odrobinę zeskrobanego mydła w wodzie demineralizowanej. Dodaj całą probówkę roztworu mydła do połowy probówki wody demineralizowanej i mocno wstrząśnij. Powstaje dużo piany, która jest wyznacznikiem siły czyszczącej mydła.

Eksperyment 243

Powtórz poprzedni eksperyment, używając zamiast wody demineralizowanej zwykłej bieżącej wody. Obserwuj zachowanie piany.

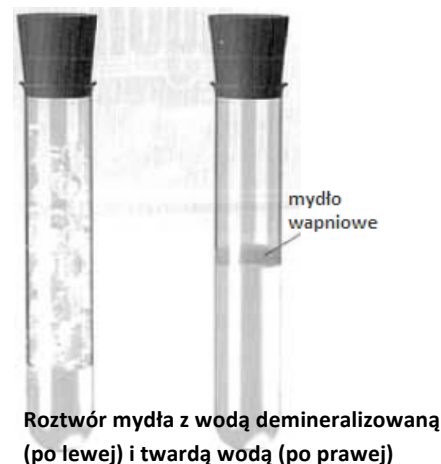
Eksperyment 244

Dodatkowo potrzebne: mydło szare lub toaletowe, woda gazowana

Do probówki wypełnionej do połowy wodą wapienną powoli dodaj świeżą gazowaną wodę mineralną. Powstaje zmętnienie, które znasz już z eksperymentu z dwutlenkiem węgla. Kiedy dodamy więcej wody gazowanej, osad się rozpułynie (eksperyment 137). Wytworzyłeś roztwór wodorowęglanu wapnia. Do probówki wypełnionej do połowy czystym roztworem dodaj trochę roztworu mydła i wstrząśnij (przytrzymaj kciukiem!). Nie powstaje piana, a puszysty osad.

Mydła w kostkach (mydło szare i toaletowe) zawierają **kwasy tłuszczowe**, które zawdzięczają swoją nazwę obecności w tłuszczach. Przy wytwarzaniu mydła kwasy tłuszczowe łączą się z ługiem sodowym lub z węglanem sodu, tworząc sole. Tak, to prawda – mydła to sole kwasów tłuszczowych, które rozpuszczając się w wodzie, rozpadają się na jony sodu i kwasów tłuszczowych. Jony kwasów tłuszczowych tworzą z wapniem z twardej wody nierozpuszczalne **mydło wapniowe** (puszysty osad z eksperymentu 244). Jony kwasów tłuszczowych są blokowane i nie mogą już pełnić swojej podwójnej roli w mydlinach.

Woda bieżąca zawiera, obok soli, mniejszą lub większą ilość wodorowęglanów wapnia. W większości przypadków powstaje więc mniej piany niż przy użyciu wody demineralizowanej. Wprawdzie dodaje się zmiękczacze do szarego i toaletowego mydła, aby zapobiec jego niepotrzebnemu zużyciu, dlatego ograniczone pienienie się mydła w bieżącej wodzie nie jest tak widoczne. Zmiękczacze w podanych ilościach niewiele by zdziałał w modelowej twardej wodzie z eksperymentu 244.



Roztwór mydła z wodą demineralizowaną (po lewej) i twardą wodą (po prawej)



Eksperyment 245

Dodatkowo potrzebne: mydło szare lub toaletowe, gazowana woda mineralna

Ponownie przygotuj twardą wodę, jak w eksperymencie 244. Kiedy podgrzejesz roztwór, wydzieli się nierozpuszczalny dwutlenek węgla (eksperyment 138). Dodaj roztwór mydła i wstrząśnij. Powstanie piana. Nierozpuszczalny dwutlenek węgla nie utworzy mydła wapniowego. Woda bieżąca i źródłana zawierają nie tylko wodorowęglan wapnia, ale również inne sole, które tworzą nierozpuszczalne mydło, np. siarczan wapnia, który znasz już jako gips.

Eksperyment 246

Wsyp 1 szpatułkę gipsu do probówki wypełnionej do połowy wodą.



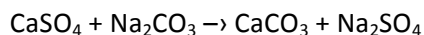
Nowoczesne zmiękczacze mogą więcej niż soda. Łapią szkodliwe jony wapnia i odprowadzają je ze ściekami.

Poczekaj, aż nierozpuszczalny gips opadnie na dno i przelej przejrzystą ciecz do innej probówki. Tak powstała „woda gipsowa” zawiera rozpuszczony siarczan wapnia. Jeśli zmieszasz wodę gipsową z rozpuszczonym mydłem, nie powstanie piana, jak w eksperymencie 244, lecz mydło wapniowe.

Wody z siarczanem wapnia nie można zmiękczyć poprzez podgrzanie, ale przez dodatnie sody, tzn. węglanu wapnia.

Eksperyment 247

Do 3 cm wody gipsowej dodaj roztwór węglanu sodu i podgrzej. Zaobserwujesz powstawanie osadu, który składa się z węglanu wapnia. Węglan sodu zmienił rozpuszczalny siarczan wapnia (CaSO_4) w nierozpuszczalny węglan wapnia:



Gdy teraz dodasz roztwór mydła i wstrząśniesz, powstanie piana.

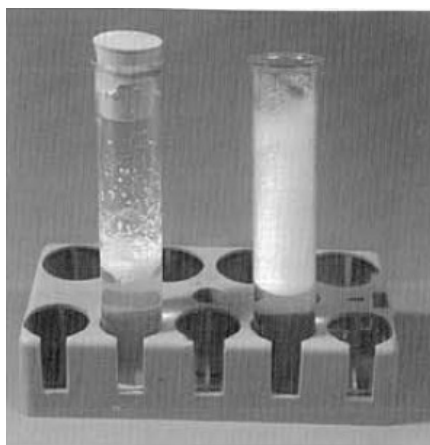
Opisane wyżej metody zmiękczenia mają jedną wadę – na praniu osadza się węglan wapnia. Nowoczesne środki piorące, którymi zajmiemy się na zakończenie, zmiękczej wodę, nie pozostawiając żadnych nierozpuszczalnych substancji.

Eksperyment 248

Dodatkowo potrzebne: środek piorący

Napełnij probówkę do wysokości dwóch trzecich wodą i dodaj 1 – 2 szpatułki środka piorącego. Mocno wstrząśnij aż do całkowitego rozpuszczenia (w przeciwnym razie potrzebna będzie filtracja). Powstaje duża piana. Przygotuj połowę probówki roztworu wodorowęglanu wapnia (jak w eksperymencie 244) i dodaj niewielką ilość przygotowanego roztworu środka piorącego. Wstrząśnij. Zaobserwujesz stałe powiększanie się piany. Nie pojawia się wapniowo-mydlany osad. Eksperyment z wodą gipsową (przygotowanie takie jak w eksperymencie 246) da taki sam rezultat. Zachowaj resztę roztworu środka piorącego do eksperymentu 250.

Zawarte w nowoczesnych środkach piorących aktywne tensydy wywodzą się z kwasu siarkowego. Pełnią funkcję emulgatorów, ponieważ nie tworzą nierozpuszczalnego mydła wapniowego w połączeniu z jonami wapnia z twardej wody.



Dodanie kwasu tylko do roztworu mydła powoduje wytrącenie nierozpuszczalnego osadu (po lewej), ale nie do syntetycznych tendysów (po prawej).

Eksperyment 249

Dodatkowo potrzebne: mydło szare lub toaletowe

Do probówki z roztworem mydła dodaj niewielką ilość octu. Zaobserwujesz silny osad. Podczas przelewania tworzą się płatki, które wypływają na powierzchnię płynu. Myślisz, że to mydło wapniowe?

Eksperyment 250

Do pozostałej części roztworu środka piorącego dodaj niewielką ilość octu. W przeciwieństwie do eksperymentu 249 nie tworzy się osad.

Przetworzone kwasy tłuszczowe zawarte w mydle szarym i toaletowym są słabymi kwasami. W wodnym roztworze są praktycznie nierozpuszczalne. W roztworze mydła szybko pojawia się nadwyżka jonów wodoru (przez dodanie octu). Jony kwasów tłuszczowych i jony wodoru łączą się, tworząc nierozpuszczalne kwasy tłuszczowe, które nie posiadają siły czyszczącej, a jedynie rozmazują środek piorący. Syntetyczne tensydy są solami mocniejszych kwasów, które są łatwo rozpuszczalne w wodzie. Jony z ujemnym ładunkiem poruszają się swobodnie w mydlinach i dzięki temu są w pełni gotowe do działania podczas prania.

Eksperyment 251

Dodatkowo potrzebne: nadtlenek wodoru

Do probówki wypełnionej wodą dodaj po 1 szpatułce mieszaniny nadmanganianu potasu i wodorosiarczanu sodu. Podziel roztwór na trzy probówki. Do pierwszej probówki dodaj niewielką ilość roztworu nadtlenku wodoru. Fioletowe zabarwienie znika. Odbarwienie potwierdza obecność nadtlenku wodoru.

Eksperyment 252

Dodatkowo potrzebne: środek piorący

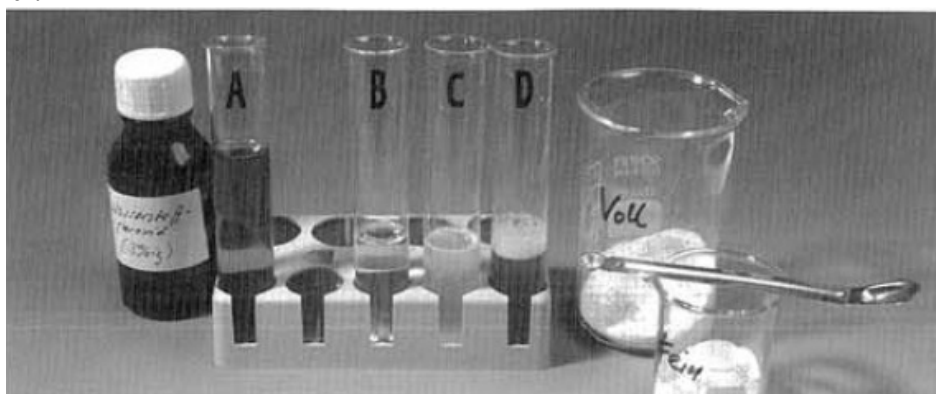
Do drugiej probówki dodaj 2 porcje środka piorącego na czubek szpatułki, zatkać korkiem i wstrząśnij. Powstała podczas wstrząsania piana łśni na białło. Proszek piorący również odbarwił nadmanganian potasu.

Eksperyment 253

Dodatkowo potrzebne: delikatny środek piorący

Powtórz eksperyment, dodając do roztworu nadmanganianu potasu w trzeciej probówce delikatnego środka piorącego. Fioletowe zabarwienie nadmanganianu potasu pozostało.

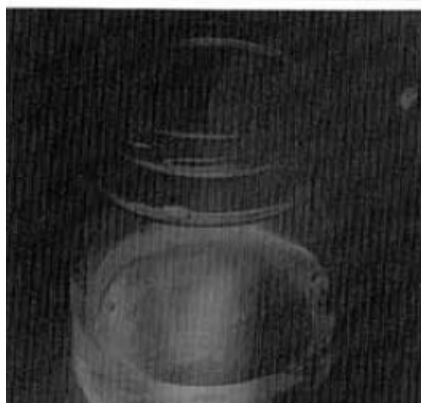
Środki piorące zawierają głównie substancje, które uwalniają nadtlenek wodoru podczas prania. Nadtlenek wodoru uwalnia tlen, który wybiela pranie. Jednak do delikatnych, kolorowych tkanin nie zaleca się stosowania nawet łagodnych środków wybielających. Własnoręcznie otrzymany delikatny środek piorący nie zawiera dodatku nadtlenku wodoru.



Roztwór nadmanganianu potasu (A) jest odbarwiany przez nadtlenek wodoru (B) i środki piorące odczepiające nadtlenek wodoru (C), ale nie przez delikatne środki piorące (D).

Eksperyment 254

Dodatkowo potrzebne: mały słoik, nadtlenek wodoru



Na górze: Niebieskie światło po połączeniu obu roztworów (eksperyment 254)

Na dole: Światło wydobywające się z wrzuconego katalizatora (eksperyment 255)

Do probówki do połowy wypełnionej wodą wsyp 1 szpatułkę węglanu sodu, zatkaj korkiem i wstrząśnij aż do całkowitego rozpuszczenia węglanu sodu. Dodaj 1 szpatułkę luminalu, ponownie mocno wstrząśnij i uzupełnij probówkę wodą.

W drugiej probówce rozpuść w niewielkiej ilości wody 1 małą szpatułkę heksacyjanożelazianu(III) potasu. Dodaj 2 cm nadtlenu wodoru i uzupełnij wodą. W całkowicie zaciemnionym pomieszczeniu przelej oba roztwory do małego słoika. Mieszanina zacznie świecić na niebieskozielono. Niestety światło będzie bardzo słabe. Możesz je wzmocnić, dodając odrobinę heksacyjanożelazianu(III) potasu. Kolejny eksperyment udowodni, że niezbędny jest katalizator.

Eksperyment 255

Dodatkowo potrzebne: mały słoik, nadtlenek wodoru

Do probówki do połowy wypełnionej wodą dodaj 2 szpatułki węglanu sodu i na czubek szpatułki luminalu. Wstrząśnij zamkniętą probówką aż do rozpuszczenia substancji stałych. Już po dodaniu 2 cm nadtlenu wodoru możesz zaobserwować słabe światło – ale tylko w pełnym zaciemnieniu. Przelej zawartość probówki do słoiczka do połowy wypełnionego wodą.

Do roztworu dodaj małymi porcjami 1 szpatułkę heksacyjanożelazianu(III) potasu (palcem wskazującym delikatnie stukaj w trzonek szpatułki, tak jak robią to profesjonaliści). Opadające kryształki tworzą świecące ślady w płynie, który wydaje się być jasnozielony. Gdy podniesiesz słoik i spojrzysz od dołu, zobaczysz, że leżące na dnie nierozpuszczone kryształki świecą jeszcze na niebiesko. Tu koncentracja jest najwyższa, a przez to zachodzi najsilniejsza reakcja. Tak jak w poprzednim eksperymencie możesz ożywić gasnące światło, dodając heksacyjanożelazianu(III) potasu.

Eksperyment 256

Dodatkowo potrzebne: mały słoik, nadtlenek wodoru

W dwóch probówkach wypełnionych wodą do wysokości 2 cm rozpuść 2 szpatułki wodorosiarczanu sodu i węglanu sodu. Do każdego z roztworów włóż pipetę. Przygotuj w słoiku, jak w eksperymencie 254, świecący roztwór luminalu i dodaj krople roztworu wodorosiarczanu. Światło będzie coraz słabsze, aż całkowicie zgaśnie. Teraz do słoika dodaj roztwór węglanu sodu. Już pierwsze wpadające krople tworzą świecące się chmurki, które prawdopodobnie znikną po odwróceniu słoika. Dodając nadal roztwór węglanu sodu, sprawisz, że zawartość słoika ponownie rozpromieni się od świecącego luminalu.

Dodanie roztworu wodorosiarczanu sodu spowodowało, że światło zniknęło, natomiast dodanie węglanu sodu wydobyło je z ciemności.

Eksperyment udowodnił, że luminal świeci tylko w roztworach zasadowych, a w roztworach kwaśnych reakcja jest zablokowana. Powrót do środowiska zasadowego znosi blokadę.

Eksperyment 257

Dodatkowo potrzebne: mydło toaletowe

Tak jak w eksperymencie 242 dodaj niewielką ilość zeszkobanego mydła do probówki wypełnionej do połowy wodą i dosyp luminal na czubku szpatułki. Wstrząśnij zatkaną probówką. Oczywiście powstaje piana, ale to w niczym nie przeszkadza. Po dodaniu nadtlenu wodoru do wysokości 2 cm i heksacyjanożelazianu(III) potasu na czubku szpatułki zatkać ponownie probówkę i wstrząśnij (korek przytrzymaj kciukiem, w przeciwnym razie wyślizgnie się z probówki!).

Reakcja zasadowa roztworu mydła (por. eksperyment 49) wystarczy, aby luminal zaczął świecić. Co udało się z mydłem, powinno się również udać z środkiem piorącym.

Eksperyment 258

Dodatkowo potrzebne: środek piorący

W probówce wypełnionej do połowy wodą rozpuść 2 szpatułki środka piorącego i luminal na czubku szpatułki. Zatkać probówkę i wstrząśnij. W drugiej probówce wypełnionej wodą do wysokości 2 cm rozpuść 1 małą szpatułkę heksacyjanożelazianu(III) potasu. Dodaj roztwór heksacyjanożelazianu(III) potasu do roztworu środka piorącego. Ojej! To jest naprawdę piękne jasne światło.



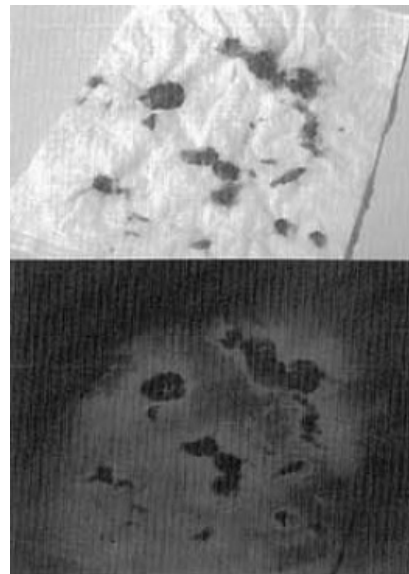
Ilustracja na podstawie obrazu „Alchemik w poszukiwaniu kamienia filozoficznego” (1771 r.) Josepha Wrighta of Derby

Eksperyment 259

Przygotuj roztwór węglanu sodu i luminalu, jak w eksperymencie 254. W drugiej probówce wypełnionej do połowy wodą rozpuść 1 szpatułkę siarczanu miedzi, dodaj ponownie 2 cm roztworu nadtlenu wodoru i uzupełnij wodą. Zmieszaj oba roztwory w słoiczku. Teraz również w ciemności widzisz, że mieszanina świeci na niebieskozielono. Ale w cieczy szybko tworzy się ciemna, nieświecąca chmura. Gdy włączysz światło, zobaczysz, że utworzył się ciemnobrązowy osad. Składa się on z tlenku miedzi (tak jak osad w eksperymencie 188). Zamieszaj bagietką i wyłącz ponownie światło. Płyn świeci przez dłuższą chwilę, chociaż słabo.

Eksperyment 260

W probówce wypełnionej do połowy wodą rozpuść 2 szpatułki węglanu sodu i 1 szpatułkę chlorku amonu, dosyp luminal na czubku szpatułki i wstrząśnij zatkaną probówką. Kiedy w ciemności dolejesz 1 – 2 cm nadtlenu wodoru, dostrzeżesz słabe światło. Włóż do roztworu czysty drut miedziany. Po chwili wokół drutu pojawi się niebieskie światło. Jednocześnie następuje powolny wzrost gazów i wkrótce cały płyn zaczyna pięknie świecić na niebiesko. Światło jest również mocniejsze niż w poprzednich eksperymentach. Po chwili jasność nagle słabnie. Kiedy dodasz nadtlenu wodoru, nastąpi wydzielanie się gazów, a z nim ponownie na krótko ożywi się niebieskie światło. Miedź z drutu przechodzi do roztworu, co rozpoznasz po niebieskiej barwie roztworu.



Próba krwi z luminolem: Nie świecą „grube” plamy krwi. O wiele mniejsze ilości krwi, które odrywają się od płam i rozpraszają na papierze, działają jak katalizator.

Eksperyment 261

Dodatkowo potrzebne: krew ze świeżego steka, mięsa mielonego lub kiszeki

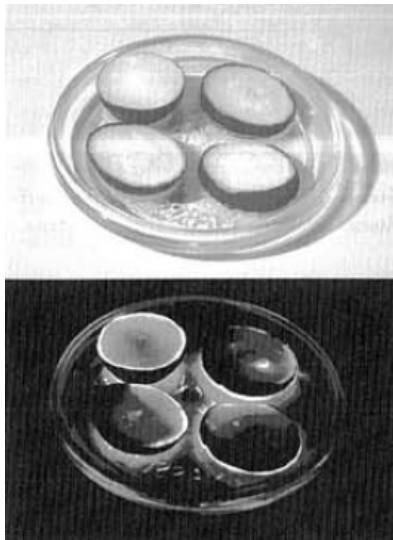
Krew najlepiej dodawać kroplami na ręcznik papierowy. Mięso mielone lub posiekaną kiskę rozgnieć łyżką w miarce.

Do probówki wypełnionej wodą do wysokości 5 cm dodaj 2 szpatułki węglanu sodu i luminal na czubku szpatułki. Wstrząśnij zakorkowaną probówką. Po dodaniu 2 cm nadtlenu wodoru zaobserwujesz – podobnie jak w eksperymencie 255 – delikatne światło. W zaciemnionym pokoju dodaj roztwór na ręcznik kuchenny pokryty kroplami krwi i do probówki. Najjaśniej świecą ślady krwi na ręczniku.

Luminal był i w dużej mierze wciąż jest wykorzystywany przez policję kryminalną do wykrywania śladów krwi. Zaletą tej metody jest możliwość dokładnej identyfikacji również starych, zaschniętych resztek krwi oraz fakt, że reakcje chemiluminescencji nie zakłócają dalszych badań, np. genetycznych. Dlaczego krew działa jak katalizator podczas utleniania luminalu? Ponieważ barwnik zawarty w krwi, **hemoglobina**, zawiera kation Fe^{2+} , który podczas reakcji utleniania zmienia się w kation Fe^{3+} , i to decyduje o efekcie katalizatora, tak jak w przypadku heksacyjanożelazanu(III) potasu.

Eksperyment 262

Dodatkowo potrzebne: rzodkiewki, ręcznik papierowy



Pokrój dużą rzodkiewkę na 3 – 4 plasterki i połóż na ręczniku kuchennym. Przygotuj, jak w poprzednim eksperymencie, roztwór węglanu sodu, luminalu, nadtlenu wodoru i skrop nim rzodkiewkę.

Chrzan, rzodkiew oraz ich odmiany, jak np. rzodkiewka zawierają **peroksydazy**. Są to enzymy, które ułatwiają utlenianie nadtlakiem wodoru różnych substratów, w tym przypadku utlenianie luminalu. Tak jak w przypadku hemoglobiny, dotyczy to protein zawartych w kationach Fe^{3+} . Takie połączenia z kationami metalu nazywane są **związkami kompleksowymi** (łac. *complexus* = objęcie, połączenie).

W końcowych eksperymentach zamiast roztworu węglanu sodu, luminalu i nadtlenu wodoru użyj roztworu środka piorącego i luminalu. W odpowiednich warunkach określone składniki środka

Peroksydazy zawarte m.in. w rzodkwi ułatwiają piorącego wzmacniają efekt świetlny, jak w eksperymencie 258. nadtlenu wodoru utlenianie luminolu.

Eksperyment 263

Dodatkowo potrzebne: bateria blokowa 9 V, folia aluminiowa

Przygotowania odbywają się w oświetlonym pomieszczeniu. Podobnie jak w eksperymencie 107, przeprowadź elektrolizę roztworu soli fizjologicznej. Czas trwania to około 20 – 30 sekund. Tym razem jednak zamieszaj zawartość miarki podczas przepływu prądu.

Dzięki temu produkty elektrolizy – chlor i wodorotlenek sodu – połączą się w **podchloryn sodu**, o chlorowym zapachu (raz krótko powąchaj, ale nie wdychaj). Roztworu podchlorynu sodu (uwaga, powoduje podrażnienia skóry!) będziesz potrzebował do przeprowadzenia właściwego eksperymentu.

W drugiej miarce rozpuść w 50 ml wody 5 szpatułek węglanu sodu i luminal na czubku szpatułki (miarę nakryj szczelnie pokrywką i dokładnie wymieszaj zawartość). Przyciemnij światło w pokoju tak, aby z łatwością widzieć miarkę. Dodaj po kropli pipetą roztwór podchlorynu sodu do roztworu luminalu. Każda kropla powoduje małe niebieskie błysnięcie lub małą niebieską chmurkę w roztworze luminalu.

Eksperyment 264

Dodatkowo potrzebne: jak w poprzednim eksperymencie

W tym eksperymencie roztwór podchlorynu, jak i katalizator oraz utleniacz zamieniają heksacyjanożelazian(III) potasu i nadtlenek wodoru.

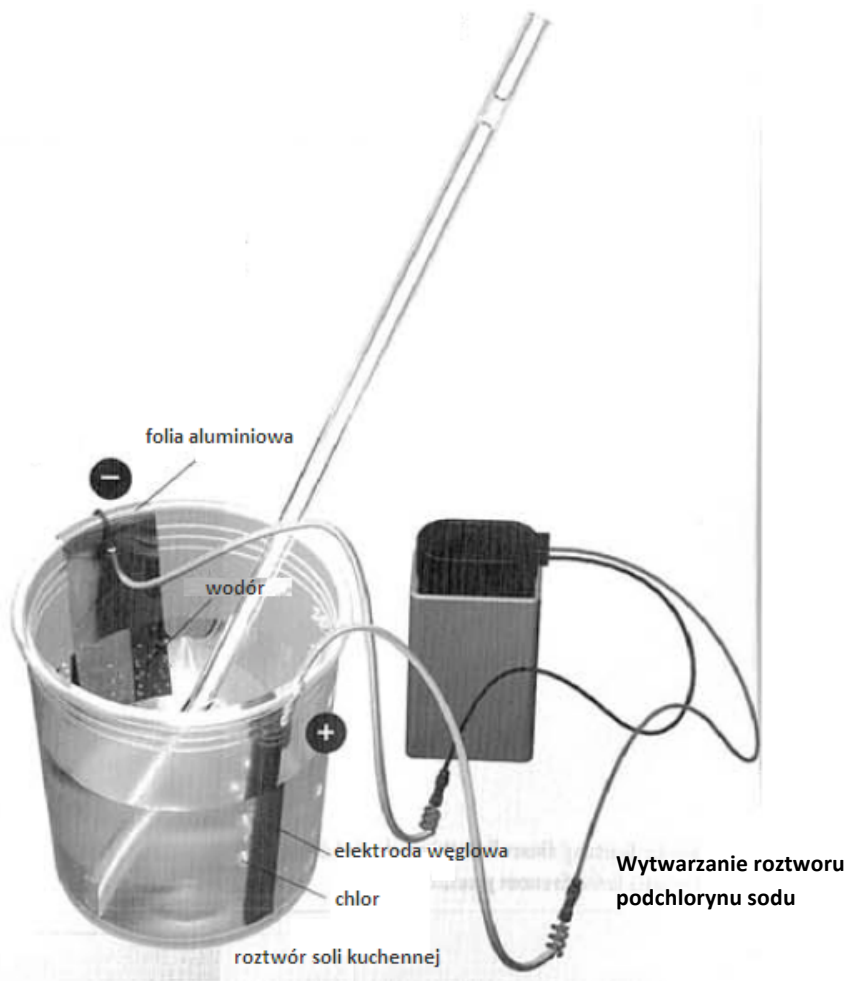
Opłucz dokładnie obie miarki i ponownie przeprowadź elektrolizę.

W drugiej miarce rozpuść w 50 ml wody 3 szpatułki węglanu sodu i luminal na czubku szpatułki. Następnie dodaj (w probówce) 3 cm nadtlenku wodoru. Brakuje już tylko katalizatora, ale czy żółta sól Gmelina, heksacyjanożelazian(II) potasu wystarczy?

Rozpuść 1 szpatułkę żółtych kryształków w probówce wypełnionej wodą do wysokości 3 cm i dodaj ten roztwór do roztworu luminalu. Ciemnieje! Nic nie szkodzi.

Zawartość wlej do miarki, w której przeprowadzona będzie elektroliza, i zamknij obwód prądu (w tym eksperymencie elektroda węglowa pozostaje nieprzerwanie na biegunie dodatnim). Teraz widzisz niebieski połysk wokół węglowego pręta. Powoli zawartość miarki zaczyna słabo, ale wyraźnie świecić. Płyn świeci się nawet po wyłączeniu prądu, na ogół dłużej niż w innych eksperymencie. Co się stało? Niemający własności katalitycznych heksacyjanożelazian(II) potasu został utleniony przez przepływający prąd w heksacyjanożelazian(III) potasu, będący katalizatorem.

Utleniony? Tak, już wiesz, że pod wpływem utleniania powstaje wzrost ładunku. Z kationów Fe^{2+} żółtej soli Gmelina powstają kationy Fe^{3+} heksacyjanożelazian(III) potasu: wzrost z 2 do 3.



Jeden żółty, drugi czerwony: żelazocyjanek potasu i żelazicyjanek potasu

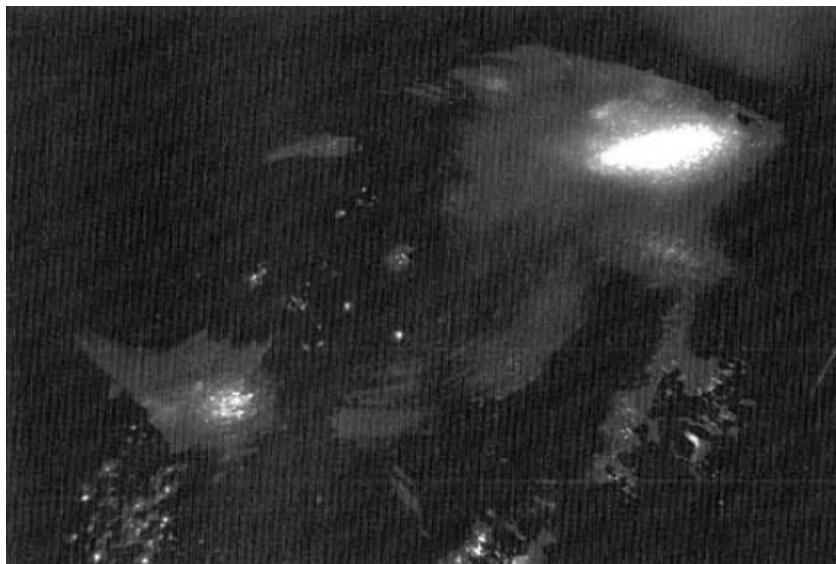
Na zakończenie uczta dla oczu: w umywalce (powinna być dość duża) lub w wannie stwórz gwieździste niebo: cudownie świecący luminal.

Eksperyment 265

Dodatkowo potrzebne: środek piorący

Do suchej (!) miarki wsyp 3 – 5 szpatułek proszku, 1 szpatułkę heksacyjanożelazianu(III) potasu i 1 małą szpatułkę luminalu. Nakryj miarkę pokrywką i dokładnie wymieszaj (jednocześnie mocno przytrzymując pokrywę). Wysyp mieszaninę na arkusz papieru i delikatnie postukując, rozsyp ją na możliwie dużą powierzchnię umywalki lub wanny (umywalka lub wanna muszą być wilgotne, ale nie może znajdować się w nich woda).

Super! W zależności od sposobu rozsypywania powstanie gwieździste niebo lub coś na kształt drogi mlecznej, galaktyka. W pierwszej kolejności gwiazdy świecą na niebiesko (krystaliczny heksacyjanożelazian potasu). Środkowe strefy wydają się być zielone, a rzadko rozsiane obszary – białe. Gdy masz już dość gwieździstego nieba, odkręć wodę – nie zapalając światła. Całe wspaniałe dzieło w postaci świecących pasów spływa i znika w czarnej dziurze – w odpływie. To była również utylizacja odpadów. Dokładnie spłucz.



Interpretacja tego nocnego nieba pozwala puścić wodze fantazji.

<http://www.conrad.pl>