

Błędne ognie – barwne płomienie

Marek Ples

Tajemnicze zjawisko

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

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

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

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

J. W. von Goethe: *Dichtung und Wahrheit*, t. 2, księga VI, tłum: własne

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

Dzisiaj zjawisko powstawania ogników na bagnach tłumaczy się występowaniem samozapłonu fosforowodoru PH_3 (w mieszaninie z pewnymi palnymi gazami, np. meta-

nem CH_4) lub innych gazów powstających przy rozkładzie materiałów organicznych [3].

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

Potrzebne substancje

Do przeprowadzenia doświadczenia potrzebujemy substancji z poniższej listy:

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

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

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

Dihydrat chlorku miedzi(II) $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ma postać szmaragdowozielonych kryształów (Fot. 2). W tej formie występuje jako rzadki minerał eriochalcyt [4]. Otrzymać go można poprzez roztworzenie węglanu miedzi(II) CuCO_3 w kwasie chlorowodorowym.

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

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



Fot. 1 – Potrzebne substancje

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

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

Pokaz!

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

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

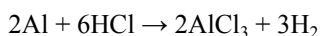
Doświadczenie jest szalenie efektowne, ale może także być niebezpieczne. Bardzo ważne jest, aby stosować odpowiednie środki bezpieczeństwa. Absolutnie konieczne trzeba używać okularów ochronnych (Fot. 5). Między układem reakcyjnym a widownią powinna się znaleźć przejrzysta przegroda, najlepiej z odpowiedniego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

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

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

Wyjaśnienie

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



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

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



Fot. 2 – Kryształy dihydratu chlorku miedzi(II)



Fot. 3 – Folia aluminiowa zmięta w kulki



Fot. 4 – Gotowy roztwór w naczyniu



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



Fot. 6 – Ogniki



Fot. 7 – Ogniki

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

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

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

Mgr Marek Ples

marek.ples@o2.pl

www.weirdscience.eu

Katedra Biomechatroniki

Wydział Inżynierii Biomedycznej

Poli technika Śląska

Wszystkie fotografie zostały wykonane przez autora.

Literatura:

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

W następnym wydaniu polecamy m.in.:

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