

Krzysztof Pawłowski  
 Centrum Fizyki Teoretycznej PAN  
 Warszawa

Julia Pawłowska  
 Wydział Biologii UW  
 Warszawa

## Jaki kolor ma chlorofil?

Prezentujemy interdyscyplinarne doświadczenie, łączące biologię, fizykę i chemię. Ten bardzo ładny, również w sensie estetycznym, eksperyment pokazuje nieoczekiwane właściwości chlorofilu – związku, który pozwala roślinom wykorzystywać energię słoneczną do produkcji cukrów.



### 1. Materiały

Do wykonania doświadczeń potrzebne będą:

- metalowy kubek lub mały garnek,
- szklanka,
- benzyna ekstrakcyjna (do kupienia w sklepach malarskich, marketach budowlanych),
- spirytus rektyfikowany,
- zielona część dowolnej rośliny (najlepiej doświadczenie wychodzi z pietruszką),
- sitko,
- deska do krojenia,

- nóż,
- lampka nocna, latarka lub czółówka,
- palnik.

Czas wykonania doświadczenia - około 15minut.



Rys. 1 Materiały potrzebne do wykonania doświadczenia

## 2. Wykonanie



Rys. 2: Zielone części roślin posiekaj na drobne kawałki.



Rys.3: Posiekane szczątki roślin wrzuc do metalowego kubka i zalej ok 150ml spirytusu.

Rośliny pokrój na desce do krojenia na drobne kawałki, jak pokazano na Rys. 2. Następnie wrzuć je do metalowego kubka i zalej alkoholem (Rys. 3). Spirytusu rektyfikowanego powinno być tyle, aby cała warstwa roślin była w nim zanurzona. W przykładowym doświadczeniu użyto około 150 ml alkoholu.



Rys. 4: Zalane rośliny podgrzewaj przez około 3 minuty na małym ogniu.



Rys. 5: Wywar powinien mieć wyraźny zielony kolor.

Mieszaninę podgrzewaj ostrożnie na wolnym ogniu, staraj się nie zagotować alkoholu. Całość podgrzewaj około 3 minut (rys. 4), aż ciecz stanie się zielona, jak pokazano na rys. 5. **UWAGA! Opary alkoholu są palne, zachowaj szczególną ostrożność!**



Rys. 6: Przelej wywar przez sitko do szklanki.



Rys. 7: Dolej do szklanki z roztworem chlorofilu trochę benzyny ekstrakcyjnej.

Napełnij 3/4 szklanki wywarem, przelewając go przez sitko (rys. 6). Zebrane na sitku szczątki roślin możesz już wyrzucić – bohater tego doświadczenia jest już rozpuszczony w alkoholu. Szklankę dopełnij benzyną ekstrakcyjną (rys. 7), całość można wymieszać.

Ciecz w szklance powinna się rozdzielić na dwie wyraźne warstwy: mętną, ciemnozieloną warstwę na dole, oraz klarowną i jaśniejszą warstwę na górze (rys. 8).

Jeśli Twój wywar jest podobny do tego z rysunku 8. – gratulacje! Właśnie wyizolowałeś chlorofil z liści pietruszki.



*Rys. 8: Wywar w szklance powinien rozdzielić się na dwie wyraźne warstwy.*

### **UWAGI!**

- Pamiętaj, żeby dokładnie wymyć rzeczy, które miały styczność z benzyną ekstrakcyjną.
- Pamiętaj, że opary alkoholu są palne! Zachowaj szczególną ostrożność podgrzewając alkohol.

### **OBSERWACJE**

Teraz kluczowa część doświadczenia – oświetlaj szklankę z różnych stron i patrz na jej kolor. Czym mocniejsze źródło światła tym lepszy efekt.



*Rys. 9: Roztwór oświetlany z góry świeci na boki wyraźnym brunatno-czerownym światłem.*



*Rys. 10: Gdy umieścimy wywar między nami a lampką, wtedy obie warstwy mają zielony kolor.*

Gdy szklanka jest oświetlana z góry, a patrzymy na nią z boku górna warstwa świeci na czerwono-brunatny kolor, natomiast dolna - jaskrawo zielony (rys. 9). Z kolei jeśli obserwujemy światło przelatujące przez szklankę z naszym roztworem, jak w układzie na rys. 10, wtedy obie warstwy świecą dość podobnym zielonkawym światłem. Doświadczenie powtórzono na rys. 11 oraz 12 używając zamiast lampki nocnej tzw. czołówki.



*Rys. 11: Jeśli oświetlimy jedynie górną warstwę zobaczymy, że świeci ona na boki na czerwono.*



*Rys. 12: Dolna warstwa świeci tak samo we wszystkich kierunkach, w kolorze jasnozielonym.*

Czemu oświetlana górna część roztworu, świeci na boki czerwonym światłem?

Czas na trochę teorii.

Chlorofil to substancja, która pozwala roślinom chłonić energię ze Słońca.

Nie jest przypadkiem, że równocześnie nadaje roślinie zielone zabarwienie. Może on swobodnie rozpuszczać się w cieczach polarnych, takich jak benzyna ekstrakcyjna. Dlatego chlorofil znajduje się w górnej warstwie (z benzyną).

Czemu chlorofil oświetlany lampką, następnie sam wyświeca światło?

Otóż, to wcale nie jest szczególna cecha chlorofilu. Tak się dzieje z KAŻDĄ substancją. Wszystko co obserwujemy zachowuje się podobnie. Może chłonać światło, a następnie je wyświecać.

Pochłanianie światła nazywane jest absorpcją, a wyświecanie – emisją. Często jednak zarówno światło, które jest absorbowane, a potem emitowane jest dla nas niewidoczne, gdyż nasze oko jest na nie nieczułe. Może to być np. światło w ultrafiolecie, podczerwieni czy promienie typu X.

Fizycy przypisują każdemu rodzajowi światła jego częstość lub równoważnie długość fali. Każda substancja absorbuje, ale i wyświeca światło o ściśle określonych częstotliwościach. Mówimy, że ma swoje widmo promieniowania. Stąd jedynie obserwując światło wyświecone z gwiazd możemy powiedzieć z jakich cząsteczek gwiazda jest zbudowana. Na przykład białe światło słoneczne to w istocie wielobarwna mieszanina fal elektromagnetycznych. Wystarczy dokładnie zmierzyć ich długości fali (czyli poznać widmo promieniowania Słońca), a następnie sprawdzić jakim cząsteczkom odpowiadają te długości fal.

Światło z żarówki jest również mieszaniną wielu barw. Jedną z częstości światła charakterystycznych dla chlorofilu jest częstość odpowiadająca barwie czerwonej. Chlorofil absorbuje część światła z żarówki, a następnie emituje je w losowych kierunkach. Stąd czerwona poświata od chlorofilu, gdy oświetlamy go np. z góry, a patrzymy na niego z boku.

Natomiast światło, które przechodzi przez chlorofil 'w przód' jest pozbawione wielu częstości (m.in. odpowiadających barwie czerwonej), które chlorofil zabsorbował. Tym samym światło przechodzące ma inną barwę – głównie zieloną, bo to jest barwa której chlorofil nie potrafi pochłaniać. Innymi słowy chlorofil wydaje się zielony, gdyż niemal w całości odbija zielone światło podczas, gdy pochłania inne barwy.

Program nauczania:

### **Szkoła ponadgimnazjalna, klasa III**

Hasło programowe: Korpuskularno - falowa natura materii

Tematy lekcji: „Analiza widmowa i jej zastosowanie” oraz „Rozszczepienie światła białego w pryzmacie. Widmo promieniowania”.

### **Gimnazjum**

Hasło programowe: Elektromagnetyzm

Tematy lekcji: „Fale elektromagnetyczne” oraz „Właściwości fal elektromagnetycznych”