



## Scenariusz wypracowany w ramach projektu „Fizyka-Pasja-Społeczeństwo”

**Autor:**

**Aleksandra Dawidziak-Pakuła**

**Tytuł zajęć:**

**Izolacja barwników roślinnych (chlorofilu oraz antocyjanów) - część I**

**Numer zadania: 5**

**Cel:** *Czego uczeń się dowie? Jakie umiejętności zdobędzie lub rozwinie?*

Uczeń zapozna się z następującymi zagadnieniami:

- falowa natura światła;
- mechanizm absorpcji światła, diagram Jabłońskiego;
- długości fali związane z poszczególnymi kolorami;
- barwniki naturalne występujące w roślinach
- zależność barwy antocyjanów od pH środowiska
- zasada działania spektrofotometru
- chromatograficzne metody rozdziału substancji

**Zajęcia skierowane do uczniów ~~grupy przedszkolnej~~ /klas szkoły ponadpodstawowej** (niepotrzebne skreślić).

**Czas potrzebny na realizację scenariusza: 60 min.**

**Etapy realizacji zajęć (wraz z krótkim opisem):**



## Wykład porusza zagadnienia opisane poniżej:

### 1. Promieniowanie elektromagnetyczne

Falą nazywamy zaburzenie dowolnego fizycznego ośrodka, które przejawia się jako oscylacje. Amplituda to maksymalne wychylenie fali z położenia równowagi. Jest ona związana z natężeniem fali. Z amplitudą związane są dwa pojęcia: grzbiet, czyli maksymalne górne wychylenie z położenia równowagi oraz dolina, czyli maksymalne dolne wychylenie z położenia równowagi. Odległość między dwoma sąsiednimi maksimami nazywamy długością fali. Częstotliwość - jest to liczba fal, która przejdzie przez dany punkt w przestrzeni w ciągu jednej sekundy. Jednostką częstotliwości w układzie SI jest Hertz.

$$f = \frac{n}{t} \quad T = \frac{1}{f} \quad \lambda = T \cdot v \quad E = h \cdot \nu$$

Długość fali ( $\lambda$ ) i częstotliwość ( $f$ ) są odwrotnie proporcjonalne: im większa jest długość, tym mniejsza częstotliwość. Okresem ( $T$ ) nazywamy czas trwania przejścia całej pojedynczej fali przez dany punkt w przestrzeni. Matematycznie okres jest po prostu odwrotnością częstotliwości.

Każda cząstka promieniowania elektromagnetycznego, nazywana fotonem, ma pewną porcję energii ( $E$ ), którą możemy policzyć korzystając ze wzoru Plancka.

Fala elektromagnetyczna jest rozchodzącym się zaburzeniem pola elektromagnetycznego, zawiera dwie składowe - elektryczną i magnetyczną, oscylujące w prostopadłych do siebie kierunkach.

Zależność natężenia promieniowania od długości fali nazywamy widmem promieniowania elektromagnetycznego. Widmo światła widzialnego to tylko bardzo wąski przedział w widmie promieniowania elektromagnetycznego. Promieniowanie o niższej częstotliwości niż światło widzialne (czyli większej długości fali), to kolejno (wraz ze wzrostem długości fali): promieniowanie podczerwone (IR), mikrofałe i fale radiowe. Promieniowanie o wyższej częstotliwości od światła widzialnego, to kolejno: promieniowanie ultrafioletowe (UV), rentgenowskie (X) i gamma.

### 2. Promieniowanie widzialne

Światło widzialne to jedyna część widma elektromagnetycznego, zauważalna dla oka ludzkiego, zawiera się w przedziale długości fali od 400 do 700 nm. Widzialne światło

białe jest złożeniem wielu długości fal.

W czasach Isaaca Newtona uważano, że światło jest ciśnieniem, a barwy powstają z mieszania czerni i bieli. Newton jednak uważał, że światło jest zbiorem cząstek, a ich poszczególne rodzaje odpowiadają za różne wrażenia kolorystyczne. Zwrócił on uwagę na to, że obrazy w teleskopie mają różnokolorową obwódkę. Newton wytłumaczył ten efekt za pomocą prostego doświadczenia: przez niewielki otwór w okiennicy wpuścił do pomieszczenia promień światła, a na jego drodze postawił szklany pryzmat. Po przejściu przez pryzmat światło padające na ścianę rozdzieliło się dając na ścianie wielobarwny obraz. Obraz ten Newton nazwał widmem.

### 3. Diagram Jabłońskiego

W 1934 roku polski fizyk, Aleksander Jabłoński opublikował diagram opisujący schematyczne zjawiska luminescencji. Cząsteczki posiadają charakterystyczne dla siebie układy poziomów energetycznych – elektronowe, oscylacyjne i rotacyjne. Absorpcja energii powoduje wzbudzenie elektronowe cząsteczki z poziomu podstawowego, na któryś ze stanów wzbudzonych oraz powoduje wzbudzenie wibracyjne danego stanu, po którym następuje szybka relaksacja wibracyjna (nadmiar energii przekazywany w postaci ciepła). Dalej, cząsteczka może ulec relaksacji oscylacyjnej (bezpromienistej konwersji wewnętrznej) do najniższego poziomu S1. Podczas przejścia ze stanu S1 do S2, cząsteczka emituje foton o energii mniejszej niż energia fotonu, który zaabsorbowała.

### 4. Kolory

Oko człowieka posiada zdolność do odbioru bodźców wywoływanych przez promieniowanie widzialne – za co odpowiadają receptory znajdujące się na siatkówce oka, tj. czopki. Wyróżniamy trzy podstawowe typy czopków nazywane S, M oraz L. Każdy z nich jest zdolny do rejestrowania fal świetlnych w zakresie widzialnym, jednak wykazują one różne maksima pochłaniania: typ S – najbardziej czuły na fale o niskiej długości, typ M – najbardziej czuły na fale o średniej długości oraz typ L – najbardziej czuły na fale o wysokiej długości. Uzyskanie informacji kolorze jest związane z występowaniem różnicy w sile reakcji związanej z pochłanianiem fali światła o danej długości przez poszczególne typy receptorów.



## 5. Spektroskopia absorpcyjna

Spektroskopia absorpcyjna opiera się na rejestrowaniu widma absorpcji promieniowania elektromagnetycznego w funkcji długości fali. Absorpcja promieniowania zależy od jego interakcji z próbką i obrazuje jak różne rodzaje promieniowania elektromagnetycznego oddziałują z badaną substancją. Natężenie promieniowania przechodzącego przez próbkę maleje, ponieważ jego część zostaje pochłonięta przez próbkę.

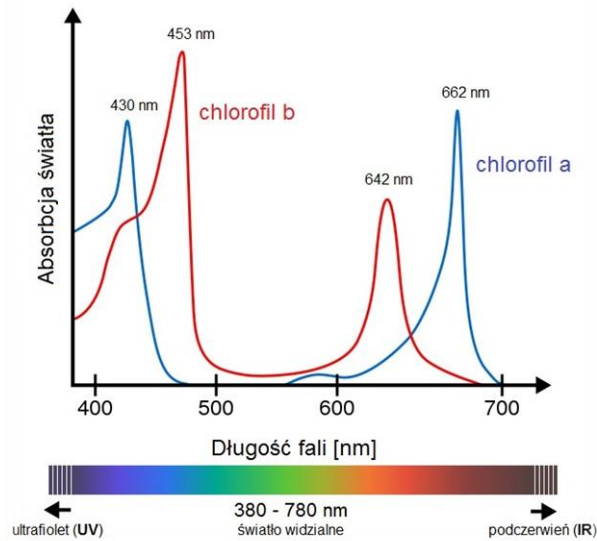
Wynikiem pomiaru przy użyciu spektrofotometru jest widmo absorpcyjne badanej substancji, pokazujące, który zakres promieniowania elektromagnetycznego (o jakiej energii) jest przez próbkę absorbowany. Na podstawie pomiarów absorpcyjnych możemy, np. ocenić stężenia badanej próbki.

## 6. Chlorofile i antocyjany

Chlorofile to barwniki, które absorbują światło o długości fali poniżej 480 nm i pomiędzy 550 a 700 nm, czyli czerwoną i niebieską część spektrum światła.

W strukturze cząsteczek chlorofilu występuje tzw. układ wiązań sprzężonych. Dzięki niemu cząsteczki chlorofilu mają zdolność absorpcji promieniowania świetlnego. W strukturze cząsteczek chlorofilu występuje układ następujących po sobie wiązań podwójnych i pojedynczych, tzw. układ wiązań sprzężonych. Dzięki niemu cząsteczki chlorofilu mają zdolność absorpcji promieniowania świetlnego. Chemicznie chlorofil jest pochodną związku pierścieniowego, tetrapirołu. W środku struktury znajduje się, związany koordynacyjnie z czterema atomami azotu atom magnezu.

U roślin wyższych występują dwa chlorofile, nazywane a i b. Chlorofile a i b różnią się jedną grupą chemiczną w strukturze. U roślin wyższych stosunek ilościowy chlorofilu a do b wynosi około 3 : 1.



Barwniki fotosyntetyczne, na przykład chlorofile są związkami niepolarnymi, a więc źle rozpuszczają się w wodzie, natomiast bardzo dobrze w rozpuszczalnikach niepolarnych, takich jak benzyna czy chloroform.

Antocyjany to barwniki roślinne o kolorze czerwonym, niebieskim lub fioletowym, należące do flawonoidów. Mają charakter glikozydów, w ich skład wchodzi część cukrowe pochodzące najczęściej od glukozy

Barwa antocyjanów zależy od pH środowiska, w jakim się one znajdują; w przypadku pH poniżej 7 są one czerwone, a w pH obojętnym lub zasadowym mają barwę niebieską, zieloną lub fioletową.

Poszczególne barwniki ze względu na charakter budowy i długość łańcuchów węglowych w cząsteczce różnią się od siebie w znaczny sposób polarnością. Dzięki temu możliwe jest ich rozdzielanie w układzie różniących się polarnością rozpuszczalników organicznych. Do ekstrakcji barwników z liści używa się rozpuszczalników polarnych.

## 7. Chromatografia

Pojęcie chromatografii opisuje techniki analityczne wykorzystujące zjawisko różnej szybkości migracji składników mieszaniny. Nazwa chromatografia ("pisanie barwami") wzięła się od doświadczeń rosyjskiego botanika Cwieta, który na początku XX wieku przeprowadzał tą metodą rozdział barwnych związków naturalnych.



Układ chromatograficzny składa się z nieruchomej fazy stacjonarnej, względem której przesuwa się faza ruchoma. Składniki rozdzielanej mieszaniny wykazują powinowactwo zarówno do fazy stacjonarnej jak i do fazy ruchomej, jednak siła powinowactwa jest różna dla różnych składników. Składniki mieszaniny o większym powinowactwie do fazy ruchomej poruszają się zatem szybciej, a te o większym powinowactwie do fazy stacjonarnej.

Wyizolowane barwniki fotosyntetyczne można rozdzielić metodą chromatografii cienkowarstwowej adsorpcyjnej (TLC). Płytki do chromatografii pokryte są celulozą, która może wiązać różne cząsteczki. Im związek jest bardziej polarny, tym lepiej przywiązuje się do płytki, mało polarne związki słabo wiążą się z płytką i „wędrują” wraz z eluentem, który używany jest do rozdziału chromatograficznego.

**Spis materiałów potrzebnych do realizacji scenariusza (z uwzględnieniem etapów realizacji):**

1. Laptop
2. Rzutnik
3. Tablica

**Słowa kluczowe** (dzięki nim nauczyciel będzie mógł znaleźć w bibliotece ten opis):

Absorpcja, promieniowanie elektromagnetyczne, barwniki roślinne, spektrofotometria, pH, chromatografia