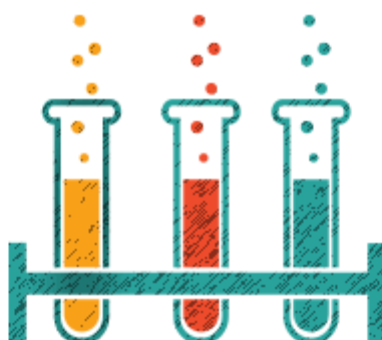




zajęcia laboratoryjne moduł I

Szkolenie z nauczania metodą eksperymentu na zajęciach przyrodniczych dla uczestników /czek projektu. „Kształcimy dla przyszłości. Podnoszenie poziomu wiedzy i kompetencji uczniów w Szkole Podstawowej i Gimnazjum w Szelejewie” nr projektu: RPWP.08.01.02-30-0344/16 współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014 – 2020 w ramach WRPO 2014+ współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego.







Doświadczenie – Badanie palności alkoholowych roztworów soli

3

Sprzęt	Odczynniki
<ul style="list-style-type: none"> • płytki ceramiczne (lub folia aluminiowa), • osiem probówek, • łapy do probówek • palnik, • zapałki, • miedziany drut, • tyżeczka, • wata bawełniana lub celulozowa 	<ul style="list-style-type: none"> • chlorek miedzi(II), • chlorek sodu, • azotan(V) strontu, • azotan(V) potasu, • spirytus, • aceton, • woda.

CZĘŚĆ I – Sporządzanie roztworów różnych soli (w układach: alkohol-woda oraz aceton-woda)

Schemat:

Sposób wykonania:

- Do czterech probówek wlać po około 1 cm³ wody.
- W naczyniach sporządzić nasycone roztwory następujących soli:
 - 1 – chlorku miedzi(II),
 - 2 – chlorku sodu,
 - 3 – azotanu(V) strontu,
 - 4 – azotanu(V) potasu.
- Do roztworów dolać po 2 cm³ spirytusu.
- Całość dokładnie wymieszać.
- Czynności powtórzyć w identyczny sposób dla układu aceton-woda.

Obserwacje: Barwy roztworów po...

	DODANIE WODY	DODANIE ALKOHOLU	DODANIE ACETONU
chlorek miedzi(II)			
chlorek sodu			
azotan(V) strontu			
azotan(V) potasu			



CZĘŚĆ II – Badanie palności przygotowanych roztworów

4

Schemat:

Sposób wykonania:

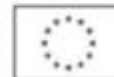
- *Koniec miedzianego przewodu zakręcić w kształt litery „O”.*
- *Z waty urwać osiem podobnych do siebie kawałków.*
- *Porcje waty nawilżyć przygotowanymi roztworami.*
- *Umieścić pierwszy nasączony kawałek waty w zawiniętym końcu kabla miedzianego.*
- *Zapalić watę.*

Obserwacje:

Wniosek:

Uwagi do wykonania:

- *Próby podpalania wykonywać nad płytką ceramiczną lub folią ochronną (niepalną),*
- *Używać małych porcji waty.*



Doświadczenie – „Napięcie powierzchniowe” dookoła nas

5

Odczynniki	Sprzęt
<ul style="list-style-type: none"> • mleko, • gliceryna, • barwniki spożywcze (stężone) – 3 kolory, • mydło, 	<ul style="list-style-type: none"> • dwie szklane szalki Petriego, • plastikowa szalka Petriego (mała), • patyczki do czyszczenia uszu.

Wykonanie:

- *Do małej szalki Petriego (plastikowej) wlać niewielką ilość mydła.*
- *Do szklanej szalki wlać mleka (do całkowitego przykrycia dna naczynia).*
- *Dodać do mleka po jednej dużej kropli każdego z trzech barwników (każdy kolor powinien stanowić wierzchołek trójkąta – a sama figura powinna mieć bok długości 2-3 cm).*
- *Nawilżyć jeden koniec patyczka do czyszczenia uszu mydłem.*
- *Energicznym ruchem wprowadzić wilgotną część patyczka głęboko w mleko (w samym środku szalki Petriego).*

Uwagi do wykonania:

- *Czynności powtórzyć na drugiej szalce podmieniając mleko gliceryną.*

Obserwacje:

Schemat:



Wniosek:

Doświadczenie – Chemiluminescencja / luminescencja pod wpływem światła UV

6

Sprzęt	Odczynniki
<ul style="list-style-type: none"> • trzy zlewki, • lampa UV, • kartki papieru, 	<ul style="list-style-type: none"> • spirytus, • aceton • mazaki (zakreślacze).

Część I – Wykrywanie obecności barwnika fluorescencyjnego w markerze

Sposób wykonania:

- *Na kartce papieru naszkicować obrazek. (Ponieważ są wakacje może to być „wizja swojego dyrektora w szkole po reformie”).*
- *Zaciemnić pomieszczenie.*
- *Zbliżyć latarkę ze światłem UV do obrazka.*

Uwagi do doświadczenia:

- *Doświadczenie można wykonać z pominięciem rysowania. Wystarczy zbliżyć lampę UV do końcówki mazaka z barwnikiem fluorescencyjnym.*

Obserwacje:

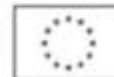
Część II – Sporządzanie roztworów w alkoholowych i acetonowych barwników fluorescencyjnych

Sposób wykonania:

- *Do zlewki wlać około 10 ml alkoholu etylowego.*
- *Do naczynia włożyć mazak z barwnikiem fluorescencyjnym.*
- *Wykonywać koliste ruchy mazakiem zanurzonym w płynie.*
- *Wyciągnąć mazak z naczynia, osuszyć końcówkę bibułą.*
- *Zbliżyć latarkę ze światłem UV do obrazka.*

Obserwacje:

Wnioski:



Doświadczenie – Izolacja porfiryn ze skorupki jajka kurzego



Sprzęt	Odczynniki
<ul style="list-style-type: none"> • 4 probówki, • dwa zestawy SSC do sączenia, 	<ul style="list-style-type: none"> • 10%-owy roztwór HCl, • alkohol etylowy, • aceton.

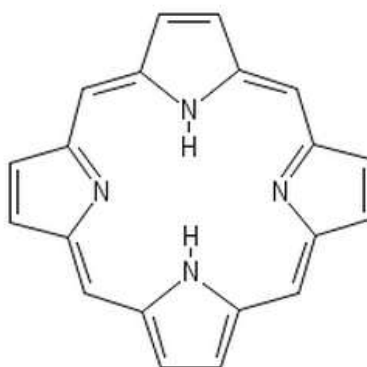
Sposób wykonania:

- Do probówki wprowadzić niewielką ilość rozdrobnionej skorupki jajka kurzego.
- Całość potraktować około 1-2 ml roztworu kwasu chlorowodorowego.
- Po chwili do układu dolać podobną ilość alkoholu etylowego.
- Całość wytrząsać przez około minutę. Naczynie pozostawić na kilkanaście minut.
- W tym czasie wykonać identyczne czynności w nowej probówce. Tym razem jako rozpuszczalnik zastosować aceton.
- Otrzymane mieszaniny przesączyć do dwóch osobnych probówek.
- Zciemnić pomieszczenie i zbliżyć do cieczy żarówkę z lampy UV.

Artykuł z Chemii w Szkole: Fluorescencja porfiryn wyizolowanych ze skorupy jaja kurzego

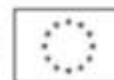
Wyrażenie ab ovo pochodzi z łaciny i dosłownie znaczy „od jaja”, co przez wielu jest uważane za skrót łacińskiego przysłowia ab ovo ad mala („od jaja do jabłka”), które opisywało rzymską uczcę, tradycyjnie rozpoczynającą się właśnie spożyciem jaj. Zwrot ten jest powszechnie używany w znaczeniu „od początku” [3]. Co ma jednak wspólnego kurze jajo z chemią?

Otóż w skorupie jaj, szczególnie tych z rodzaju brązowych, znajduje się znacząca ilość związków z grupy porfiryn. Z chemicznego punktu widzenia są one pochodnymi porfiny, której cząsteczka składa się z czterech pięciocłonowych, heterocyklicznych pierścieni pirolowych, połączonych ze sobą mostkami metinowymi (Rys.1) [1].



rys. 1 – Cząsteczka porfiny

Szkielet porfirynowy jest obecny w strukturze wielu związków pełniących ważne funkcje biologiczne. Występuje choćby w cząsteczce hemu (jako kompleks z żelazem), będącego grupą prostetyczną, m.in. hemoglobiny, mioglobiny, czy cytochromów, a także w cząsteczkach chlorofilu (jako kompleks z magnezem).



Pochodne porfiryny w odpowiednich warunkach wykazują często dosyć silną fluorescencję. W prezentowanym doświadczeniu opiszemy, w jaki sposób, z wykorzystaniem prostych środków wyizolować te związki z powszechnie dostępnego materiału, jakim są skorupy jaj kurzych.

8

Doświadczenie

Wielką zaletą proponowanego doświadczenia jest to, że można je przeprowadzić z wykorzystaniem łatwych do zdobycia i stosunkowo mało niebezpiecznych substancji [2]. Podstawowym surowcem są tu skorupy jaj, w szczególności te o brązowej barwie (Fot. 1). Jaja o białej skorupce się nie nadają, ponieważ zawiera ona znacząco mniej interesujących nas związków chemicznych.



Fot. 1 - Skorupa jaja wykorzystana w doświadczeniu

Po rozbiciu jaja skorupę należy umyć w ciepłej wodzie, tak aby oczyścić ją z pozostałości białka, a następnie wysuszyć.

W celu wyizolowania porfiryn zawartych w skorupie, musimy mieć do dyspozycji:

- kwas chlorowodorowy HCl ($C_p = 15\%$) lub kwas octowy CH_3COOH (jako ocet, $C_p = 10\%$),
- octan etylu $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$.

Najlepsze wyniki zapewnia zastosowanie kwasu chlorowodorowego HCl, można go jednak zastąpić octem spożywczym, czyli roztworem kwasu octowego CH_3COOH o stężeniu dochodzącym do 10%. Octan etylu najlepiej wykorzystać czysty chemicznie. Wchodzi on jednak w skład wielu zmywaczy lakieru do paznokci, więc próby ich wykorzystania mogą stanowić dodatkowe pole do eksperymentów.

Przygotowanie doświadczenia nie nastęrcza trudności. Oczyszczoną skorupę jaja należy pokruszyć na niewielkie fragmenty, które trzeba zalać 2 cm^3 roztworu kwasu chlorowodorowego HCl lub podobną ilością kwasu octowego CH_3COOH .

Natychmiast zaczyna zachodzić reakcja kwasu z węglanem wapnia CaCO_3 zawartym w skorupie, zgodnie z reakcją opisaną równaniem:



przy czym wytwarzanie dużych ilości gazowego dwutlenku węgla CO_2 wywołuje pienie się mieszaniny. Podczas roztwarzania węglanu wapnia CO_2 zostają także uwolnione porfiryny, wcześniej uwięzione w strukturze skorupy – można więc dokonać ich ekstrakcji. Do pieniącej się mieszaniny dodajemy $5\text{-}7 \text{ cm}^3$ octanu etylu $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, całość wytrząsamy i pozostawiamy na pewien czas



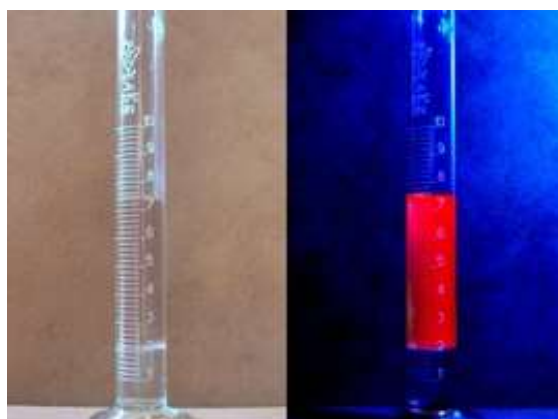
(Fot. 2). O ile w przypadku kwasu chlorowodorowego wystarczy kilkanaście minut, to wykorzystanie kwasu octowego wymaga pozostawienia mieszaniny na czas do kilku godzin.

9



Fot. 2 - Reagujące z kwasem fragmenty skorupy jaja unoszące się na granicy faz

Po upływie wspomnianego wyżej czasu wytrząsamy mieszaninę raz jeszcze, odsączamy stałe pozostałości, a ciecz wlewamy do cylindra miarowego. Dosyć szybko dochodzi do rozdzielenia faz: u dołu znajduje się faza wodna, zaś u góry faza rozpuszczalnika organicznego, zawierająca wyekstrahowane porfiryny (Fot. 3A). Obie warstwy nie wykazują widocznego zabarwienia.



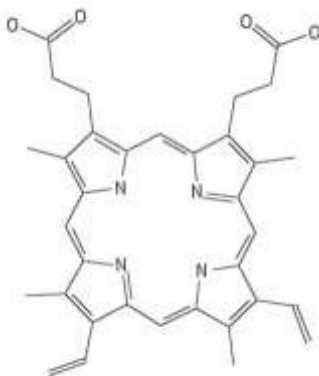
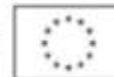
Fot. 3 - Mieszanina. Widoczne rozdzielone fazy: A – w świetle widzialnym, B – w świetle ultrafioletowym ($\lambda=366\text{nm}$)

Obraz zmienia się jednak radykalnie, kiedy próbkę oświetlimy światłem ultrafioletowym (o długości fali $\lambda=366\text{nm}$). Faza górna (organiczna), dzięki rozpuszczonym w niej porfirydom wykazuje wyraźnie widoczną jasnoczerwoną fluorescencję (Fot. 3B). Warto zwrócić uwagę na to, że dolna faza wodna nie wykazuje żadnej widocznej fluorescencji.

Wyjaśnienie

Skorupa jaja kurzego zawiera wiele pochodnych porfirydom, między innymi protoporfirynę IX, koproporfirynę, uroporfirynę i inne. W skorupie brązowych jaj kurzych w największej ilości występuje protoporfiryna IX, nazywana także ooporfiryną (Rys. 2), która nadaje im charakterystyczną barwę [5].

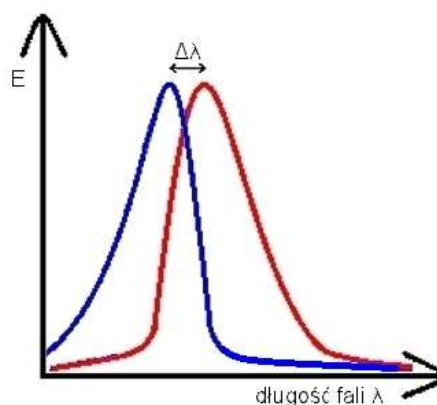
Protoporfiryna IX jest jednym z prekursorów wspomnianych uprzednio ważnych biologicznie związków (hem, chlorofile, cytochromy). Nie dziwi więc to, że sekwencja procesów chemicznych prowadzących do jej syntezy jest w dużym stopniu zachowywana w toku rozwoju życia na Ziemi – nie występują tu znaczące różnice nawet między tak odległymi ewolucyjnie organizmami jak bakterie i ssaki [4].



Rys. 2 – Częsteczka protoporfiryny IX (ooporfiryny)

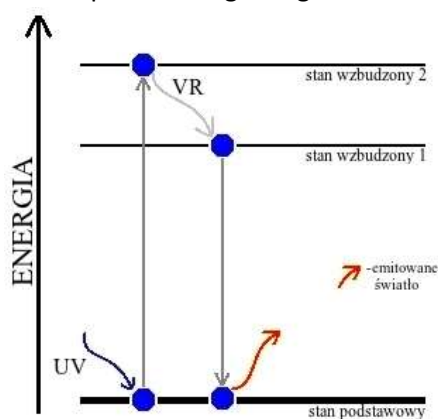
Roztwór protoporfiryny IX w rozpuszczalniku organicznym, podobnie jak i innych pochodnych porfiry (np. chlorofilu), wykazuje silną fluorescencję o barwie czerwonej przy oświetleniu światłem ultrafioletowym.

Można tu zaobserwować zjawisko przesunięcia Stokesa. Polega ono na przesunięciu maksimum widma emisji w stosunku do maksimum widma absorpcji dla określonego stanu wzbudzonego. Przy przesunięciu Stokesa maksimum emisji przypada na zakres większej długości fali λ niż absorpcja (Rys. 3).



Rys. 3 – Przesunięcie Stokesa; wykres niebieski – widmo absorpcji, czerwony – widmo emisji (fluorescencji), $\Delta\lambda$ – przesunięcie Stokesa

Łatwo to wyjaśnić przy wykorzystaniu uproszczonego diagramu Jabłońskiego (Rys. 4).



Rys. 4 – Diagram Jabłońskiego

Cząsteczka w stanie podstawowym, czyli o najniższej energii, może pochłonąć określoną porcję energii (w tym przypadku w postaci promieniowania ultrafioletowego), a tym samym przejść na jeden ze stanów wzbudzonych, o wyższej energii. Część energii zostaje jednak szybko rozproszona na skutek przejść bezpromienistych, na przykład między stanami oscylacyjnymi, na skutek czego cząsteczka przechodzi na niższy stan wzbudzony. Oczywiście sytuacja taka jest nietrwała – cząsteczka szybko więc wraca do stanu podstawowego, oddając pozostałą energię w postaci promieniowania. Promieniowanie wyemitowane ma więc niższą energię niż pochłonięte, co objawia się zwiększeniem długości fali λ .

Literatura:

- [1] Bojarski J., *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1999,
- [2] Brandl H., Weiß D., *Experimente mit Pflanzeninhaltsstoffen - Fluoreszenzfarbstoffe in der Natur*, Chemie in unserer Zeit, 2013, 47, str. 122-131,
- [3] Gloger Z., *Encyklopedia staropolska*, T. 1-4, Warszawa 1900-1903,
- [4] Layer G., Reichelt J., Jahn D., *Structure and function of enzymes in heme biosynthesis*, Protein Science, 2010,
- [5] With T. K., *Porphyrins in egg shells*, The Biochemical Journal, 1973, 137, str. 597-598.

Doświadczenie w wersji warsztatowej – **Ogrzewanie dichromianu(VI) amonu**

Odczynniki	Sprzęt
<ul style="list-style-type: none"> • dichromianu(VI) amonu, 	<ul style="list-style-type: none"> • folia aluminiowa, • łyżeczka, • zapałki, • świeczka.

Sposób wykonania:

- *Z folii aluminiowej uformować naczynie na kształt „łódeczki”.*
- *Do naczynia wsypać niewielką ilość dichromianu(VI) amonu.*
- *Ogrzewać naczynie nad płomieniem palnika.*



Doświadczenie – Efektowne spalanie alkoholu etylowego

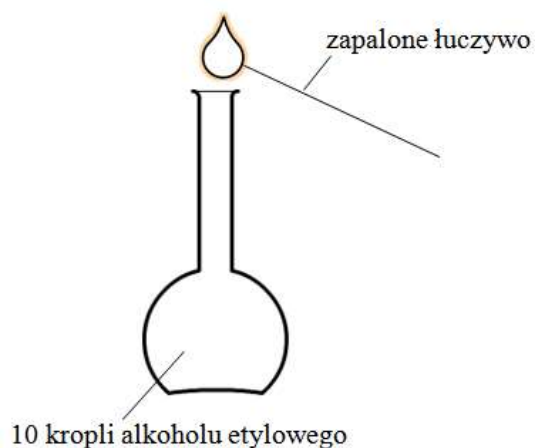
12

Odczynniki	Sprzęt
<ul style="list-style-type: none"> • alkohol etylowy (najlepiej spirytus), 	<ul style="list-style-type: none"> • łuczywo, • zapalniczka, • kolbka miarowa (lub naczynie w podobnym kształcie), • korek dopasowany do kolbki,

Sposób wykonania:

- *Do kolbki wlać około 10 kropli alkoholu etylowego.*
- *Naczynie zamknąć korkiem, kilkakrotnie wstrząsnąć rozprowadzając alkohol po ściankach.*
- *Szybko otworzyć korek zbliżając do wylotu kolby zapalone łuczywo.*

Schemat:



Obserwacje:

Wnioski: