

Program nauczania
Zajęcia matematyczno - przyrodnicze oparte na metodzie
eksperymentu przeprowadzone w ramach projektu
„Każdy może zostać naukowcem 2”

I. Program dydaktyczny: „Świet(l)ne eksperymenty”

Informacja o autorach: mgr Magdalena Słoma, dr Beata Szczepanik

Wstęp:

Zjawisko luminescencji polega na emisji promieniowania widzialnego przez niektóre substancje, spowodowane przyczyną inną, niż rozgrzanie ich do wysokiej temperatury. Luminescencja może być wywołana różnymi czynnikami, np. chemiluminescencja - emitowana w trakcie niektórych reakcji chemicznych, elektroluminescencja - świecenie pod wpływem prądu elektrycznego lub fotoluminescencja - wywołana przez pochłonięcie promieniowania elektromagnetycznego z obszaru widzialnego, ultrafioletu lub podczerwieni. Substancja, która pochłonięta promieniowanie elektromagnetyczne może emitować je w postaci światła, na ogół o energii mniejszej niż energia światła pochłoniętego. Ze względu na czas trwania fotoluminescencję dzieli się na fluorescencję (zjawisko trwające wyłącznie podczas działania czynnika wzbudzającego) oraz fosforescencję - emisję promieniowania trwającą przez określony czas po zakończeniu działania tego czynnika. Zjawisko fluorescencji można spotkać w życiu codziennym, np. przy produkcji białego papieru dodaje się niewielką ilość materiałów fluorescencyjnych, które sprawiają, że papier wydaje się jaśniejszy, a przez to bardziej biały, widać to po oświetleniu papieru światłem ultrafioletowym. Niektóre substancje spożywane przez ludzi lub używane jako lekarstwa są źródłem fluorescencji, np. tonik (do picia), który swój gorzki smak zawdzięcza dodatkowi związku chemicznego o nazwie chinina, świeci po umieszczeniu pod lampą UV, ponieważ zawarta w nim chinina fluoryzuje; rywanol fluoryzuje na żółto-zielono, witaminy z grupy B w zakwaszonym roztworze świecą w promieniach UV na jaskrawy żółty kolor. Niektóre minerały i kryształy, zielone części roślin lub skorupki jajek również zawierają związki, które w odpowiednich warunkach oświetlone promieniowaniem UV emitują światło o różnych barwach.

Światło odgrywa niezwykle istotną rolę w świecie przyrody, mamy z nim do czynienia praktycznie w każdej dziedzinie naszego życia. Możemy śmiało powiedzieć, że nie byłoby bez niego życia, ponieważ jest odpowiedzialne za stymulowanie wielu procesów życiowych, np. fotosyntezy. Pierwsze skojarzenie z tym zjawiskiem odsyła nas ku naukom biologicznym, ale tak naprawdę zjawisko to leży na pograniczu biologii, fizyki i chemii. Proponowane podczas zajęć doświadczenia, pokażą silną korelację tych przedmiotów, potwierdzając tym samym istotną rolę światła w świecie przyrody. Źródła światła bardzo

różnią się od siebie. Przyczynami generującymi te różnice są procesy/zjawiska, w skutek których powstaje światło (procesy fizyczne, chemiczne, biologiczne). Jakie są źródła światła? Jakie procesy i zjawiska powodują jego emisję?

Warsztaty pn. „Świet(l)ne eksperymenty” dają możliwość poznania i zrozumienia zjawisk, którym towarzyszy emisja światła. Nietypowym i bardzo ciekawym zjawiskiem, z którym uczniowie zapoznają się w trakcie zajęć, jest luminescencja.

W związku z użyciem wiązki laserowej w jednym z bloków warsztatów, uczniowie zapoznają się z procesem tworzenia światła w laserze. Jego monochromatyczność i spójność wyróżnia go na tle innych źródeł światła. W zależności od jego mocy i pochodzenia, ma szerokie zastosowanie w przemyśle, medycynie czy w gospodarstwie domowym. Zajęcia „Świet(l)ne eksperymenty” umożliwiają odkrycie prawdziwej natury światła oraz zapoznanie się z praktycznym zastosowaniem znajomości praw optyki. Uczniowie rozumieją między innymi na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia oraz jego występowanie w przedmiotach codziennego użytku: od nieskomplikowanie działających elementów odbłaskowych po światłowody. Poznają przyczynę występowania wad wzroku i rozumieją na czym polega ich korekta.

Jednym z zagadnień poruszanych podczas warsztatu jest chromatografia - technika analityczna i preparatywna, która umożliwia rozdział mieszaniny na poszczególne składniki lub frakcje. Uczniowie podczas zajęć samodzielnie dokonają rozdziału barwników na bibule chromatograficznej oraz przy pomocy kolumny chromatograficznej, tym samym poznając podstawowe barwniki wchodzące w skład m.in. czarnego flamastra czy rośliny zielonej. Przeprowadzą również rozdzielanie barwników roślinnych metodą chromatografii kolumnowej.

Zagadnienia związane z pochłanianiem i emisją światła nie są zawarte w treściach programowych edukacji z zakresu szkoły podstawowej i gimnazjum, stąd realizacja takiej tematyki na drodze eksperymentu może zainteresować uczniów na tym etapie edukacji i zachęcić ich do uczenia się nie tylko chemii. Ponadto zajęcia prowadzone w laboratorium pozwolą uczestnikom projektu na samodzielne przeprowadzenie doświadczeń, nabycie umiejętności sporządzania roztworów z wykorzystaniem odpowiedniego szkła laboratoryjnego i odczynników chemicznych. Zajęcia mają charakter eksperymentalno-badawczy, w pełni aktywują wszystkich uczestników. Korzyścią z nauczania przez doświadczenie jest zachęcenie do samodzielnego myślenia i działania uczniów o specjalnych potrzebach edukacyjnych, poprawa relacji między edukatorem a uczniem, podniesienie motywacji do uczenia się, nabywanie umiejętności praktycznych przez uczniów oraz poprawa umiejętności pracy w zespole.

Kluczową rolę podczas zajęć odegrają nie tylko ich uczestnicy, ale również edukator. Jego rolą będzie zbudowanie sytuacji sprzyjającej uczeniu się oraz towarzyszenie temu procesowi. Dbanie o atmosferę, zapewnienie narzędzi, przestrzeni do wymiany doświadczeń i wiedzy. Edukator będzie pomagał w uczeniu się.

2. Szczegółowe cele kształcenia

- rozwijanie kompetencji naukowych wychowanków MOW/MOS w zakresie wyciągania wniosków opartych na obserwacjach,

- rozwijanie umiejętności samodzielnego prowadzenia eksperymentów naukowych,
- rozwijanie zainteresowania pracą laboratoryjną,
- nabycie umiejętności poprawnego interpretowania wyników doświadczeń;
- zwiększenie motywacji do nauki biologii i chemii,
- nabycie nowych umiejętności związanych z posługiwaniem się nowymi urządzeniami;
- uczestnictwo w dodatkowych formach zajęć pozaszkolnych,
- poznanie zasobów instytucji popularyzujących naukę,
- możliwość poznania nowych osób/nauczycieli/ekspertów, dzięki którym pogłębią swoją wiedzę,
- możliwość rozwijania kompetencji społecznych i poznawczych w kontakcie z różnorodnością doświadczeń,
- wsparcie procesu resocjalizacji przez edukację, oferującą interesujące oraz przystępne formy kształcenia
- popularyzacja wśród placówek oferujących kształcenie specjalne (MOW, MOS) zajęć dydaktycznych w formie doświadczeń, eksperymentów, warsztatów
- rozwijanie umiejętności oceny niestereotypowego podziału ról – nie umacniania istniejących stereotypów odnośnie kobiet i mężczyzn

3. Ogólna charakterystyka metod nauczania oraz technik pracy

W celu optymalizacji osiągnięć indywidualnych ucznia oraz uzyskania jak najlepszych efektów kształcenia, stworzono koncepcję zajęć będącą efektem kilkuletniej pracy edukatora oraz wspólnej narady wykwalifikowanej w obszarze naukowo – dydaktycznej kadry pracowników Centrum Nauki. Główne cele operacyjne, metodyka oraz tematyka zajęć zostały dostosowane do grupy docelowej, którą stanowią wychowankowie MOW/MOS. Realizacja tematu zajęć wymaga zastosowania różnych form aktywizacji uczniów. Metody aktywizujące wymuszają podział grupy na mniejsze podgrupy w celu przełamania lęku oraz zachęcenia do samodzielnego eksperymentowania i poszukiwania własnych rozwiązań problemu. Dobór poziomu trudności do indywidualnych możliwości ucznia o specjalnych potrzebach edukacyjnych, jego czynne uczestnictwo w lekcji zakończone pozytywnym rezultatem (rozwiązaniem problemu) podnosi zaburzoną samoocenę a zarazem sprzyja umacnianiu więzi wewnątrz grupowych, integrowaniu zespołu klasowego i podnoszeniu autorytetu pedagoga.

Dobór tematu realizowanego w projekcie obejmuje treści zawarte w podstawie programowej powszechnie realizowanej w szkołach. Ponadto, łączy wiele dziedzin z zakresu nauk ścisłych (biologia, chemia, fizyka, matematyka). Korelacja międzyprzedmiotowa pozwala umiejętnie przekazać niezbędną wiedzę i rozbudzić ciekawość o otaczającym świecie.

Podczas realizacji zadania dydaktycznego stosowane są głównie metody aktywizujące, czyli metody, które mają motywować uczestnika projektu do działania i twórczego rozwiązywania problemów. Metody takie powalają na zaangażowanie ucznia w konkretne działanie, np. eksperyment, planowanie pracy, zajęcia laboratoryjne poprzez: nieszablonowe organizowanie zajęć, stwarzanie sytuacji, w których uczestnik musi wykazać się myśleniem twórczym, inwencją i samodzielnością.

4. Warunki realizacji projektu

- **Odbiorcy projektu:**

Wychowankowie MOW/MOS

- **Liczebność grup**

Warsztaty badawcze, zajęcia warsztatowe, zajęcia laboratoryjne – grupy 12-osobowe

- **Miejsce realizacji projektu**

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Regionalne Centrum Naukowo-Technologiczne – Centrum Nauki Leonardo da Vinci.

Środki dydaktyczne

Scenariusz zajęć 1, prezentacja multimedialna, żarówka, dioda, świeczka, kula plazmowa, zlewka, napój tonic, lampka UV, laser (wskaźnik tablicowy), zakreślacz fluorescencyjny, woda destylowana, zlewka szklana o pojemności 250 ml, kolumna chromatograficzna, aceton, fiołek alpejski (lub inna zielona roślina), strzykawka, mózdzierz, zielone liście fiołka afrykańskiego (lub innej rośliny zielonej), szklana zlewka o pojemności 150 ml, mózdzierz, kora kasztanowca, cylinder miarowy, woda, bibuła filtracyjna, alkohol etylowy, flamastry, pryzmat, dysk Newtona z napędem ręcznym, źródło światła białego, zwierciadło płaskie, kątomierz, zwierciadła sferyczne, kartka papieru, linijka, płytka równoległościenna, pięciowiązkowe źródło światła laserowego z regulatorem ilości wiązek, zestaw soczewek o różnych właściwościach, akwarium, elementy odbłaskowe, zestaw do demonstracji wad wzroku i ich korekty. Scenariusz zajęć 2 – aceton, n-heksan, żel krzemionkowy, roztwór kwasu solnego, siarczan chininy, fluoresceina, błękit metylenowy, skorupki jaja kurzego, liście pietruszki, lampa UV, szklana kolumna chromatograficzna, mózdzierz porcelanowy, lejek szklany, sączi z bibuły filtracyjnej, kolba stożkowa z korkiem, pipety wielomiarowe, gruszka do pipet, zlewki, probówki.

5. Istotne cechy uczestników projektu – wychowanków MOW/MOS:

- niedostosowanie społeczne (orzeczenie sądu nakazujące umieszczenie w placówce zamkniętej);
- utrudniona integracja ze światem zewnętrznym (zamknięty charakter placówki, w której przebywają);
- problemy z agresją powodowane nadmiernym stresem (przynależność do grup dysfunkcyjnych, kradzieże);
- niskie poczucie własnej wartości, samooceny, nieumiejętność dostosowania się do norm społecznych;
- niechęć do uczenia się oraz trudności w opanowaniu treści programowych szczególnie w zakresie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych;

- zagrożenie wykluczeniem społecznym z uwagi na niepełnosprawność, ubóstwo, trudności rodzinne (alkoholizm, sieroctwo);
- poczucie podmiotowości;
- utrata szacunku do siebie;
- wzrost postaw agresywnych, bądź biernych (pasywnych, bezradnych);
- ograniczony dostęp do wysokiej jakości usług edukacyjnych;
- występowanie zjawiska reprodukcji negatywnych wzorców kulturowych;
- niewystarczający zakres podstawowej wiedzy i umiejętności dzieci i młodzieży w zakresie nauk przyrodniczych;
- utrudniony dostęp do edukacji w oparciu o metodę eksperymentu;
- utrudniony dostęp do zorganizowanych form spędzania czasu wolnego i rozwoju zainteresowań.

Ze względu na specyficzne potrzeby wychowanków MOW/MOS zaleca się prowadzić zajęcia w taki sposób, aby maksymalnie skupić uwagę uczestników zajęć, dostosować długość zajęć do możliwości koncentracji, prowadzić zajęcia językiem przystępnym i łatwo zrozumiałym.

6. Oczekiwane efekty

Uczestnicy projektu realizujący projekt, będą mieli możliwość zdobycia wiedzy na temat światła, jego pochodzenia oraz praw którym podlega. Uczniowie będą samodzielnie prowadzić eksperymenty, wyciągać wnioski na podstawie obserwacji, znajdować sens i praktyczne zastosowania poznanych zjawisk przy okazji rozwijając umiejętność pracy w grupie.

Realizacja przedmiotowego projektu ma, na celu przedstawienie w sposób przystępny nauk przyrodniczych, które często posiadają matematyczne, skomplikowane i nieprzystępne dla uczących się oblicze (np. fizyka, chemia), ale jej doświadczalna strona zawsze przyciąga uwagę i wywołuje fascynację nawet u największych laików, co będzie miało bezpośredni wpływ na wzrost zainteresowania nauką wśród dzieci o specjalnych potrzebach edukacyjnych. Projekt będzie realizowany w myśl zasady Konfucjusza „Zrobiłem i zrozumiałem” wskazując na wyższość aktywnej formy zdobywania wiedzy, nad formami biernymi: słuchaniem i oglądaniem.

Realizacja przedmiotowych zajęć będzie prowadziła do niwelowania problemów, które są widoczne u grupy docelowej: zmniejszy zjawisko izolacji społecznej; podważy istniejący stereotyp podziału ról wynikających z różnicy płci, zwiększy ilość kontaktów interpersonalnych; podwyższy poczucie podmiotowości (wychowanek poprzez uczestnictwo w zajęciach uwierzy, że własna aktywność w znacznym stopniu zależy od niego samego, podniesie to poczucie podmiotowości i rozszerzy możliwości edukacyjne wychowanek); zwiększenie szacunku do siebie (wychowanek poprzez samodzielne wykonywanie doświadczeń, zwiększy szacunek do samego siebie oraz swoich działań); zmniejszenie postaw agresywnych, bądź biernych (pasywnych, bezradnych) poprzez zastąpienie ich postawami aktywnymi, społecznymi w wyniku zwiększenia zainteresowania edukacją.

Powyższe działania będą miały bezpośredni wpływ również na społeczność lokalną. Wzrost zainteresowania naukami przyrodniczymi wśród uczestników projektu, może skłonić ich do kontynuowania nauki, a co za tym idzie zwiększy jakość kapitału ludzkiego.

7. Metody oceny osiągnięć uczestników projektu

Podczas realizacji projektu nie przewiduje się formalnej oceny osiągnięć uczniów, np. w postaci ocen. Uczestnicy projektu wypełniają ankiety ewaluacji na początku projektu i po jego zakończeniu. Podczas realizacji projektu, prowadzący zajęcia zwrócą szczególną uwagę na zdobycie umiejętności samodzielnego powiązania wiadomości teoretycznych z umiejętnościami praktycznymi.

8. Treści nauczania (scenariusze doświadczeń laboratoryjnych, karty pracy uczniów)

Scenariusz zajęć I:

Temat: Świet(l)ne eksperymenty

Doświadczenie 1. - Źródła światła - przyczyny świecenia.

Pomoce dydaktyczne: żarówka, dioda, świeczka, kula plazmowa, zlewka, tonic, lampka UV, laser (wskaźnik tablicowy)

Przebieg doświadczenia:

Uczestnicy warsztatu mają do dyspozycji różne źródła światła.

- a) Prowadzący prosi o włączenie żarówki i wskazuje na żarnik wolframowy, który emituje światło.

Wyjaśnienie: Prąd przepływając przez wolfram powoduje jego rozgrzanie. Temperatura wolframu staje się na tyle wysoka, że zaczyna świecić – przyczyną ogrzania metalu jest duży opór właściwy wolframu. Jest to przykład świecenia ciała rozgrzanego (analogia do emisji światła słonecznego).

- b) Prowadzący prosi o podpalenie świecy przy pomocy zapalniczki. Ogień jest źródłem światła.

Wyjaśnienie: Ogień powstaje w wyniku gwałtownego procesu utleniania łatwopalnych gazów pochodzących z materiału palnego. Proces ten rozpoczyna się w momencie dostarczenia materiałowi palnemu wstępnego impulsu w postaci porcji energii (pochodzącej np. z płonącej zapalniczki) i jest następnie podtrzymywany przez samoczynne uwalnianie się

energii cieplnej. Zjawiska zachodzące podczas spalania świecy, pomimo niezbyt skomplikowanej jej budowy, są stosunkowo złożone:

- materiał oświetlający topi się pod wpływem ciepła płomienia
- stopiony materiał podnosi się w knocie wskutek jego włoskowatości (knot nim nasiąka)
- w wysokiej temperaturze, blisko płomienia materiał świecy rozkłada się na produkty gazowe lub odparowuje
- opary spalają się w płomieniu wytwarzając światło i ciepło

- c) Prowadzący wybiera ucznia do demonstracji działania lasera. Po włączeniu światła laserowego kieruje go na ekran. Na ekranie widoczna jest świecąca plamka – miejsce padania wiązki. Chcąc uwidocznić drogę po której porusza się światło lasera, prowadzący wyznacza jednego ucznia, by rozpylił w sali dezodorant/lakier do włosów. Powstała smuga danego kosmetyku uwidacznia linię wiązki laserowej.

Wyjaśnienie: Dioda emituje światło na zasadzie elektroluminescencji. Źródłem światła są przejścia elektronów ze stanów o wyższej energii do niższej. W czasie takich przejść emitowany jest kwant energii w postaci fali elektromagnetycznej z zakresu widzialnego. Zatem źródłem światła są pośrednio elektrony, pobudzone uprzednio impulsem w postaci np. pola elektrycznego.

- d) Prowadzący prosi o podłączenie źródła prądu do diody. Dioda zaczyna emitować światło.

Wyjaśnienie: Dioda emituje światło na zasadzie elektroluminescencji. Źródłem światła są przejścia elektronów ze stanów o wyższej energii do niższej. W czasie takich przejść emitowany jest kwant energii w postaci fali elektromagnetycznej z zakresu widzialnego. Zatem źródłem światła są pośrednio elektrony, pobudzone uprzednio impulsem w postaci np. pola elektrycznego.

- e) Na środku stolika prowadzący załącza kulę plazmową. W czasie jej działania, wewnątrz kuli widoczne są wyładowania elektryczne stanowiące źródło światła. Do działającej kuli prowadzący przykładą lampę jarzeniową (niepodłączoną do prądu). Lampa zaczyna świecić mimo braku dostępu do źródła prądu.

Wyjaśnienie: Kula plazmowa – urządzenie które wewnątrz szklanej kopuły wytwarza plazmę czyli silnie zjonizowany gaz. Wzbudzone molekuły gazu tracą energię wypromieniowując ją w formie fal elektromagnetycznych, również w ich widzialnym zakresie dając w efekcie światło. Gaz zawarty w lampie jarzeniowej reaguje na działanie kuli plazmowej, wzbudzeniem co w efekcie również daje emisję światła.

- f) Do przygotowanej zlewki uczeń wlewa tonic. Przy przygaszonym świetle, podświetla latarką UV tonic. Ciecz zaczyna emitować światło.

Wyjaśnienie: Światło (charakterystyczne niebieskie) emitowane przez ciecz na skutek działania promieni UV, potwierdza właściwości fluorescencyjne chininy zawartej w toniku. Fluorescencja – jeden z rodzajów luminescencji – zjawisko emitowania światła przez wzbudzony atom lub cząsteczkę.

Doświadczenie 2.

Pomoce dydaktyczne: zakreślacz fluorescencyjny, woda destylowana, zlewka szklana o pojemności 250ml, latarka UV

Przebieg doświadczenia: Do zlewki o pojemności 250 ml uczeń wlewa 150 ml wody destylowanej, następnie wyciąga wkład z zakreślacza i umieszcza go w zlewce z wodą. Tak nasączony wkład wyciska do momentu zabarwienia wody tuszem. Przy użyciu latarki UV, podświetla zawartość zlewki i obserwuje emisję światła intensywnie zielonego.

Wnioski: Tusz z zakreślacza, ze względu na pigment wchodzący w jego skład, wykazuje właściwości luminescencyjne.

Doświadczenie 3. Chromatografia – rozdział barwników

Pomoce dydaktyczne: Kolumna chromatograficzna, aceton, fiołek alpejski (lub inna zielona roślina), strzykawka, moździerz

Przebieg doświadczenia: Uczeń przygotowuje kolumnę chromatograficzną uzupełniając ją żelalem krzemionkowym. Następnie przygotowuje próbkę barwników. W tym celu tnie na mniejsze części liście fiołka, odkłada je do moździerza i dokładnie uciera. Uczeń aplikuje około 3 ml acetonu i ponownie uciera. Następnie używając małej strzykawki z igłą, nabiera odrobinę powstałego zielonego roztworu. Kolejnym krokiem, jest naniesienie próbki na wierzch żelu krzemionkowego.

Obserwacje:

W przypadku kolorowych liści (zielonych i bordowych) powinniśmy być w stanie rozdzielić minimum 3 kolory barwników: żółte, zielone na koniec różowe.

Wnioski:

Doświadczenie polega na rozdzielaniu barwników roślinnych. Ze względu na to, że w zależności od rodzaju użytych liści możemy uzyskać różne wyniki, a nawet z dwóch różnych liści z jednego kwiatka można uzyskać inny wynik.

Przy użyciu rośliny wykorzystywanej w doświadczeniu, możemy uzyskać następujące barwniki: Pomarańczowożółte karotenoidy, które występują w wielu owocach i warzywach.

- B- karoten- pomarańczowy barwnik, występuje w marchwi, pomidorach. W naszym organizmie jest przetwarzany w witaminę A.
- Luteina- żółty barwnik, który należy do ksantofili, występuje w żółtku, pozyskiwana z traw

Zielone chlorofile:

- Chlorofil a – ciemnozielony lub zielononiebieski, wykorzystywany jako barwnik spożywczy do produkcji: zup, sosów
- Chlorofil b- jasnozielony

Antocjany- w zależności od pH soku komórkowego mogą przyjmować barwę od czerwonej po fioletową. Barwią głównie owoce i kwiaty.

Doświadczenie 4. Fluorescencja chlorofilu.

Potrzebne odczynniki: zielone liście fiołka afrykańskiego (lub innej rośliny zielonej), alkohol etylowy, szklana zlewka o pojemności 150 ml, moździerz, latarka UV

Przebieg doświadczenia:

Uczeń tnie liście fiołka afrykańskiego, na mniejsze fragmenty, które uciera w moździerzu i dodaje kilka mililitrów alkoholu etylowego. Powstały zielony roztwór, pobiera za pomocą pipety, tak aby pozbyć się fragmentów tkanki roślinnej, który następnie wprowadza, do szklanej zlewki. Za pomocą latarki UV, podświetla zawartość zlewki.

Obserwacje:

Pod wpływem oświetlania roztworu światłem ultrafioletowym, zaczyna on świecić na charakterystycznych czerwony kolor.

Wnioski:

Cząsteczka chlorofilu, może zostać wzbudzona światłem ultrafioletowym. W wyniku wzbudzenia, wzrasta jej energia. Stan ten jest stosunkowo nietrwały i po pewnym czasie następuje powrót cząsteczki do stanu podstawowego - o najniższej możliwej energii. Zgodnie z prawami fizyki, różnica energii między tymi dwoma stanami zostaje uwolniona do środowiska w postaci światła o długości fali odpowiadającej barwie czerwonej. Dzięki powyższemu doświadczeniu, możemy się przekonać, że tak powszechnie występująca substancja, jak chlorofil, również wykazuje właściwości fluorescencyjne.

Doświadczenie 5: Emisja światła przez korę kasztanowca.

Potrzebne materiały: moździerz, kora kasztanowca, cylinder miarowy, woda, latarka UV.

Przebieg doświadczenia: Uczeń uciera korę kasztanowca w moździerzu. Do cylindra miarowego wlewa ok. 200 ml wody i wsypuje do niej przygotowaną korę. Następnie oświetla latarką UV przygotowany cylinder.

Wnioski: Roztwór w wyniku oświetlania go promieniowaniem UV emituje charakterystyczne, intensywne niebieskie światło. Kolor ten wywołany jest naturalnie występującą w korze kasztanowca eskuliną. Eskulina to związek chemiczny, który znalazł zastosowanie w mikrobiologii jak również w przemyśle farmaceutycznym - działa uszczelniająco na naczynia krwionośne, a także jest składnikiem wielu preparatów stosowanych na skórę ze względu na zdolność pochłaniania promieniowania UV.

Doświadczenie 6: Rozdzielanie barwników tuszu.

Potrzebne materiały: zlewka, bibuła filtracyjna, alkohol etylowy, flamastry

Przebieg doświadczenia: Uczeń wycina z bibuły wąski pasek i w niewielkiej odległości od końca paska rysuje pisakiem kreskę. Tak przygotowany pasek z bibuły umieszcza w naczyniu z alkoholem, tak aby końcówka bibuły była zanurzona w alkoholu.

Wnioski: Ciecz wędruje ku górze paska bibuły, a wraz z nią składniki czarnego tuszu, każdy z różną szybkością. Na bibule powstaje smuga: czerwono-żółto-niebieska. Badany tusz zawiera minimum 3 składniki (złożenie 3 barw).

Tusze różnego rodzaju, do pisania, do flamastrów czarne i kolorowe często nie składają się z jednego barwnika, ale stanowią ich mieszaninę. Ponadto czarny czarnemu nie równy i dwa flamastry tego samego koloru, ale od różnych producentów mogą się różnić. Aby sprawdzić skład tuszów, najlepiej użyć chromatografii bibulowej.

Doświadczenie 7: Dyspersja światła

Pomoce dydaktyczne: Pryzmat, dysk Newtona z napędem ręcznym, źródło światła białego

Przebieg doświadczenia:

Uczeń włącza źródło światła białego i kieruje je na pryzmat. Rozszczepione światło pada na ekran, gdzie obserwuje widmo w postaci tęczy. Następnie prowadzący demonstruje na dysku Newtona analogiczny proces odwrotny – składania barw tęczy w prawie biały kolor.

Doświadczenie 8: Prawo odbicia światła.

Pomoce dydaktyczne: zwierciadło płaskie, źródło światła z regulatorem ilości wiązek, kartka papieru, pisak, linijka, kątomierz.

Przebieg doświadczenia:

Uczeń włącza pięciowiązkowe źródło światła i kieruje je poziomo wzdłuż blatu stołu. Na drodze wiązki ustawia prostopadle zwierciadło płaskie i obserwuje odbicie światła (ścieżka wiązki odbitej pokrywa się z wiązką padającą). Następnie zmienia kąt padania światła np. na 45 stopni względem normalnej. Podkłada kartkę papieru pod zwierciadło i za pomocą pisaka zaznacza jego krawędź oraz normalną na kartce papieru oraz bieg wybranego promienia padającego i odbitego. Korzystając z kątomierza sprawdza kąt padania i kąt odbicia względem normalnej.

Wniosek: Kąt padania jest równy kątowi odbicia względem normalnej.

Doświadczenie 9: Badanie właściwości zwierciadeł sferycznych. Wyznaczanie ogniskowej oraz promienia krzywizny zwierciadła.

Pomoce dydaktyczne: zwierciadła sferyczne, pięciowiązkowe źródło światła, kartka papieru, pisak, linijka.

Przebieg doświadczenia:

- a) Na przygotowanych kartkach papieru uczeń ustawia zwierciadło sferyczne. Linijką wyznacza główną oś optyczną na środku której umieszcza i odpowiednio dopasowuje zwierciadło. Kieruje pięciowiązkowe źródło światła na wklęsłą część zwierciadła, pilnując by wiązka biegła równolegle do osi optycznej. Po odbiciu promienie światła spotykają się w jednym punkcie na osi optycznej. Uczeń zaznacza punkt w którym promienie się spotkały, tzw. ognisko. Odmierza odległość od zwierciadła do punktu, wyznaczając tym samym ogniskową zwierciadła.

Wniosek: Zwierciadła wklęsłe mają zdolność skupiającą. Miejsce w którym spotkały się promienie świetlne nazywamy ogniskiem zwierciadła, a odległość od zwierciadła do tego punktu to ogniskowa. Stosując zależność $R=2f$, gdzie R – promień krzywizny zwierciadła, można wyznaczyć jego wartość.

- b) Na przygotowanych kartkach papieru uczeń ustawia zwierciadło sferyczne. Linijką wyznacza główną oś optyczną na środku której umieszcza i odpowiednio dopasowuje zwierciadło. Kieruje pięciowiązkowe źródło światła na wypukłą część zwierciadła, pilnując

by wiązka biegła równolegle do osi optycznej. Po odbiciu promienie światła rozpraszają się względem osi optycznej. Za pomocą linijki i pisaka kreślą linie pokrywające się z promieniami odbitymi, zaznaczając jednocześnie miejsce zwierciadła. Uczeń odsuwa zwierciadło na bok i rysuje przedłużenia promieni odbitych. Promienie te spotykają się w jednym punkcie. Podobnie jak w dośw. a) mogą wyznaczyć promień krzywizny zwierciadła, wykazując, że w obu przypadkach w przybliżeniu wyjdzie taki sam.

Wniosek: Zwierciadło wypukłe ma zdolność rozpraszającą.

Zastosowanie zwierciadeł sferycznych: teleskopy, obiektywy lustrzane, "powiększające" lusterka kosmetyczne, samochodowe lusterka wsteczne, lustra ustawiane przy drogach w miejscach szczególnie niebezpiecznych, o ograniczonej widoczności, lampy i reflektory, mikroskopy, aparaty fotograficzne.

Doświadczenie 10: Załamanie światła na przykładzie przejścia promieni świetlnych przez płytkę równoległościenną.

Pomoce dydaktyczne: płytkę równoległościenną, pięciowiązkowe źródło światła z regulatorem ilości wiązek, kartka papieru

Przebieg doświadczenia: na kartce papieru uczeń ustawia źródło światła, tak aby wiązka promieni biegła równolegle do blatu stołu. Na kartce papieru ustawia płytkę równoległościenną. a) Uczeń puszcza wiązkę światła prostopadle na dłuższy bok płytki – światło przechodzi przez płytkę nie zmieniając swojego biegu, tzn. nie ulega załamaniu. b) Następnie zmienia kąt padania promienia świetlnego na bok płytki na np. 40 stopni względem normalnej. Wązka światła ulega załamaniu. c) Uczeń dopasowuje kąt padania wiązki, aby wewnątrz płytki uzyskać kąt gwarantujący całkowite wewnętrzne odbicie.

Wniosek: Bieg promienia wewnątrz płytki uzależniony jest od kąta padania. W doświadczeniu powyżej możemy zaobserwować: brak zmiany biegu wiązki, załamanie lub zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. Każdy z przypadków potwierdza prawo załamania światła. Załamanie światła zależy od ośrodków na granicy których ono następuje oraz od kąta padania.

Doświadczenie 11: Właściwości i funkcje soczewek. Wyznaczanie ogniska soczewek skupiających oraz układu soczewek.

Pomoce dydaktyczne: zestaw soczewek o różnych właściwościach, pięciowiązkowe źródło światła z regulatorem ilości wiązek, kartka papieru.

Przebieg doświadczenia:

- a) Na przygotowanych kartkach papieru uczeń ustawia soczewkę dwuwypukłą. Linijką wyznacza główną oś optyczną na środku której umieszcza i odpowiednio dopasowuje soczewkę. Kieruje pięciowiązkowe źródło światła na ścianę soczewki, pilnując by wiązka biegła równolegle do osi optycznej. Po przejściu promienie światła spotykają się w jednym punkcie na osi optycznej. Uczeń zaznacza punkt w którym promienie się spotkały, tzw. ognisko. Odmierza odległość od soczewki do punktu, wyznaczając tym samym ogniskową soczewki. Podobnie postępuje z soczewką płasko-wypukłą. Wyznacza jej ogniskową.

Wniosek: Soczewki dwuwypukłe i płasko-wypukłe (wykonane z pleksy) mają zdolność skupiającą. Miejsce w którym spotkały się promienie świetlne nazywamy ogniskiem soczewki, a odległość od zwierciadła do tego punktu to ogniskowa.

- b) Na przygotowanych kartkach papieru uczeń ustawia soczewkę dwuwklęsłą. Linijką wyznacza główną oś optyczną na środku której umieszcza i odpowiednio dopasowuje soczewkę. Kieruje pięciowiązkowe źródło światła na ścianę soczewki, pilnując by wiązka biegła równolegle do osi optycznej. Po przejściu promienie światła rozpraszają się względem osi optycznej. Za pomocą linijki i pisaka kreślą linie pokrywające się z promieniami odbitymi, zaznaczając jednocześnie miejsce soczewki. Uczeń odsuwa soczewkę na bok i rysuje przedłużenia promieni odbitych. Promienie te spotykają się w jednym punkcie. Podobnie postępuje z soczewką płasko-wklęsłą.

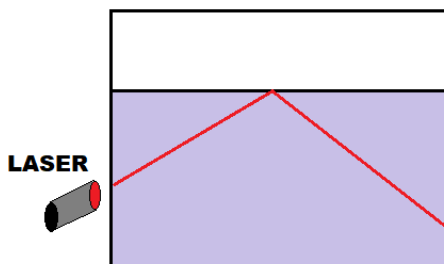
Wniosek: Soczewki dwuwklęsłe i płasko-wklęsłe (wykonane z pleksy) mają zdolność rozpraszającą.

Doświadczenie 12. Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. Światłowody – zastosowanie we współczesnych technologiach.

Pomoce dydaktyczne: akwarium z wodą, laser, elementy odblaskowe, pryzmat

Przebieg doświadczenia:

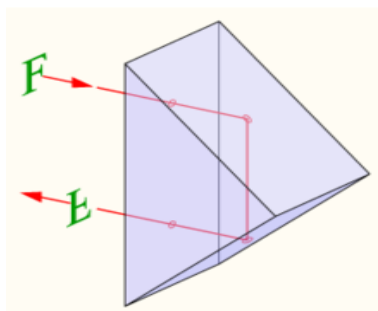
- a) Uczeń włącza wskaźnik laserowy i kieruje jego wiązkę na powierzchnię wody zgodnie z poniższym schematem.



<https://www.physicsclassroom.com/class/refrn/Lesson-3/Total-Internal-Reflection>

Wniosek: Zwiększając kąt padania wiązki laserowej na powierzchnię wody osiągamy kąt graniczny, po przekroczeniu którego obserwujemy zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. Zjawisko to możemy zaobserwować w światłowodach.

b) Uczeń włącza światło laserowe i kieruje je na pryzmat, w taki sposób jak na poniższym schemacie:



<https://pl.wikipedia.org/wiki/Pryzmat>

Wniosek: Promień lasera padając prostopadłe na pryzmat w pierwszym etapie nie zmienia kierunku biegu, dopiero przy padaniu na ściankę (wewnątrz pryzmatu), ulega odbiciu (przy kącie 45 stopni względem normalnej obserwujemy całkowite wewnętrzne odbicie). Następnie ponownie odbija się od drugiej ścianki i opuszcza pryzmat równoległe do promienia pierwotnego. Na takiej samej zasadzie działają elementy odblaskowe. Cała wiązka światła padającego na element odblaskowy jest odbijana, dając efekt pozornego świecenia.

Doświadczenie 13. Wady wzroku i ich korekta.

Pomoce dydaktyczne:

Zestaw do demonstracji wad wzroku i ich korekty (soczewka oka, soczewka krótkowidza, soczewka dalekowidza, korekta skupiająca, korekta rozpraszająca)

Przebieg doświadczenia:

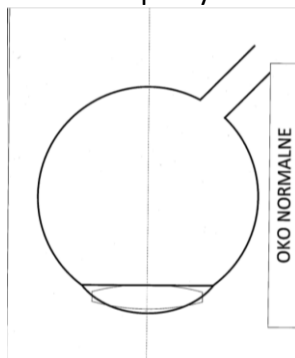
- a) Na arkuszach z grafiką przedstawiającą ludzkie oko, uczeń umieszcza soczewkę we wskazanym miejscu. Włącza pięciowiązkowe źródło światła i kieruje je na soczewkę. Po przejściu przez soczewkę wiązki spotykają się w jednym punkcie - plamka żółta.
- b) Na arkuszach z grafiką przedstawiającą ludzkie oko, uczeń umieszcza soczewkę krótkowidza we wskazanym miejscu. Włącza pięciowiązkowe źródło światła i kieruje je na soczewkę. Po przejściu przez soczewkę wiązki spotykają się w punkcie przed siatkówką. Następnie wybiera odpowiednią soczewkę korygującą. Promienie przechodząc przez układ dwóch soczewek spotykają się na siatkówce (plamka żółta)
- c) Uczeń podobnie postępuje z soczewką dalekowidza. Promienie spotykają się za siatkówką. Następnie dopasowuje soczewkę korygującą powodując spotkanie promieni na siatkówce.

Wnioski: Poprawnie działające oko (soczewka oka) skupia promienie na siatkówce. Soczewkę oka krótkowidza korygujemy soczewką rozpraszającą, a dalekowidza skupiającą. Wszystko zgodnie z poniższym schematem.

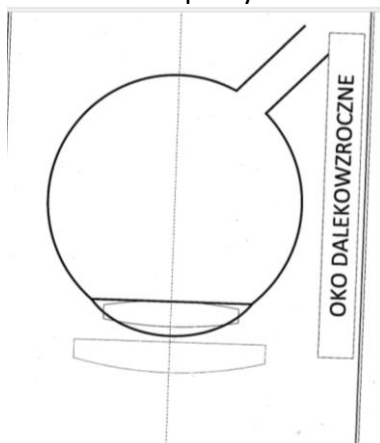
Podsumowanie:

Światło to fala elektromagnetyczna, której pochodzenie mieliśmy możliwość poznać i zbadać, na przykładzie kilku zjawisk zademonstrowanych podczas warsztatów. Różnice pomiędzy kolorem a barwnikiem, jednoznacznie wykazaliśmy przy okazji wykonywania rozdzielania barwników (chromatografia kolumnowa lub bibułowa) oraz wykonując proste doświadczenia na przykładzie pryzmatu. Zjawiska świetlne – optyczne – potwierdzają falową naturę światła, a wykonane podczas spotkania eksperymenty i doświadczenia, potwierdziły, że nauka ma swoje praktyczne zastosowania w życiu codziennym każdego z nas.

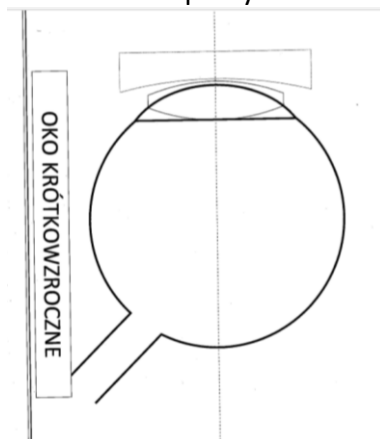
Karta pracy 1.



Karta pracy 2.



Karta pracy 3.



Scenariusz zajęć II:

Temat: Świet(l)ne eksperymenty

Doświadczenie I. Rozdzielanie barwników roślinnych metodą chromatografii kolumnowej

- **Barwniki fotosyntetyczne** - barwne związki chemiczne, które biorą udział w procesie **fotosyntezy** i nadają barwę liściom.
- Barwniki w liściach roślin są odpowiedzialne za **absorpcję światła słonecznego**.
- Wyróżnia się grupy barwników: **chlorofile i karotenoidy**.

- U roślin występują dwa chlorofile: **niebieskozielony chlorofil a** i **żółtozielony chlorofil b** oraz **karotenoidy** (żółtopomarańczowe barwniki): **ksantofile** (m.in. luteina, wiolaksantyna, neoksantyna) oraz **karoteny**.
- **Barwniki źle rozpuszczają się w wodzie**, stąd do ich wydzielania stosuje się **rozpuszczalniki organiczne** (np. etanol, aceton).
- Barwniki, uzyskane z materiału roślinnego, będą **wymywały się z kolumny chromatograficznej** w następującej kolejności:
 1. *karoteny* (intensywnie żółty kolor),
 2. *chlorofil a* (niebieskozielony, bardziej intensywny niż *chlorofil b*),
 3. *chlorofil b* (zielony),
 4. *ksantofile* (żółty).

Chromatografia kolumnowa

- W **chromatografii kolumnowej** roztwór substancji jest nanoszony na **żel krzemionkowy wypełniający kolumnę**
- Następnie, przemywając żel krzemionkowy w kolumnie rozpuszczalnikiem lub mieszaniną rozpuszczalników następuje rozdzielanie naniesionej substancji na poszczególne związki chemiczne i wymywanie ich z kolumny. Ciecz wypływającą z kolumny zbiera się po kilka kropli do kolejnych probówek.

Cel doświadczenia: Barwniki występujące w liściach: *chlorofil a* i *b*, *β-karoten* oraz *ksantofile* zostaną wydzielone z liści za pomocą acetonu, a następnie rozdzielone na żelu krzemionkowym w kolumnie chromatograficznej. Analiza zostanie wykonana z zastosowaniem chromatografii kolumnowej.

Odczynniki i materiały

Rozpuszczalniki - aceton, n-heksan, żel krzemionkowy, roztwór kwasu solnego o stężeniu $0,1\text{mol/dm}^3$

Szkło i sprzęt laboratoryjny

Lampa UV, szklana kolumna chromatograficzna, moździerz porcelanowy, lejek szklany, sączki z bibuły filtracyjnej, kolba stożkowa z korkiem, pipety wielomiarowe, gruszka do pipet, zlewki, probówki.

1. Ekstrakcja (wydzielanie barwników)

Rozdrobnić zielone liście i umieścić w moździerzu. Dodać ok. 10 ml acetonu w kilku porcjach i ucierać zawartość przez ok. 1 min, aż do uzyskanie intensywnie zielonego zabarwienia ekstraktu. Przesączyć ekstrakt do zlewki wykorzystując lejek szklany z sączkiem z bibuły umieszczony w kółku metalowym na statywie.

Obserwacje:

Bezbarwny rozpuszczalnik – aceton po ucieraniu z liśćmi zmienia kolor na , co oznacza, że rozpuściły się w nim barwniki roślinne i powstał

Wniosek:

Barwniki roślinne w acetonie.

2. Chromatografia kolumnowa (LC)

Do przygotowanej kolumny z żelom krzemionkowym ostrożnie wprowadzić próbkę z ekstraktem roślinnym za pomocą pipety i otworzyć odpływ z kolumny. Gdy cała próbka znajdzie się w żelu krzemionkowym (zaniknie zielone zabarwienie roztworu nad powierzchnią żelu) powoli wprowadzić do kolumny mieszaninę acetonu i heksanu (mieszanina heksan : aceton w stosunku obj. 7:3). Zbierać po pięć kropli roztworu spływającego z kolumny zawierające wydzielone barwniki roślinne do kolejnych probówek.

Probówki zawierające zielony roztwór umieścić pod lampą UV - **dowodem na obecność chlorofilu będzie czerwone świecenie roztworu!**

Obserwacje:

Roztwory zbierane w probówkach mają barwę od do Po umieszczeniu probówki z roztworem pod lampą UV, roztwór zmienił zabarwienie na Po wyjęciu probówki spod lampy UV, barwa roztworu jest.....

Wniosek:

Zielony roztwór, zawierający chlorofile absorbuje promieniowanie UV, emitowane przez lampę, co powoduje świecenie roztworu na Zjawisko to nazywamy.....

3. Fluorescencja porfiryń wyizolowanych ze skorupy jaja kurzego

- W skorupie jaj, szczególnie tych ciemnych (brązowych), znajdują się związki z grupy **porfiryń**.
- Pochodne porfiryń w odpowiednich warunkach wykazują dosyć **silną fluorescencję**.

W celu wyizolowania **porfiryń** zawartych w **skorupce jajek**, zastosujemy roztwór kwasu solnego o wzorze HCl.

- ✓ Oczyszczoną skorupę jaja należy pokruszyć na niewielkie fragmenty, wsypać do zlewki i dodać ok. 10 cm³ roztworu kwasu solnego.
- ✓ Natychmiast zaczyna zachodzić reakcja kwasu z węglanem wapnia CaCO₃ zawartym w skorupce, zgodnie z reakcją opisaną równaniem:
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$
- ✓ Wytwarzanie w tej reakcji gazowego dwutlenku węgla CO₂ wywołuje pienienie się mieszaniny. Podczas roztwarzania węglanu wapnia CaCO₃ zostają także uwolnione porfiryń.
- ✓ Po kilku minutach umieszczamy zlewkę pod lampą UV.

Obserwacje:

Po dodaniu kwasu solnego do zlewki ze skorupkami jajka roztwór zaczął się
Wydzielającym się gazem jest Po umieszczeniu probówki pod lampą UV roztwór na

Wniosek:

Roztwór zawierający związki porfiryne pochodzące ze skorupki jajka oświetlony lampą UV, czyli wykazuje

4. Magiczna zmiana barwy

- **Błękit metylenowy** (chlorek 3,7-bis(dimetyloamino)feno-5-tioazynowy), ciemnozielony proszek jest **barwnikiem**.
- Rozpuszcza się w wodzie, dając **intensywnie niebieski roztwór** nawet w małych stężeniach.
- Błękit metylenowy ma zdolność do przechodzenia w bezbarwną postać.
- Dodanie roztworu błękitu metylenowego do roztworu glukozy i wodorotlenku sodu (NaOH) zabarwia roztwór na kolor niebieski. Po pewnym czasie zaczyna zachodzić reakcja chemiczna, która powoduje zanik barwy.
- Potrząśnięcie naczynia doprowadza energię do układu, dzięki czemu w obecności tlenu pochodzącego z powietrza ponownie powstaje **błękit metylenowy**, barwiący roztwór na niebiesko.

Odczynniki:

- błękit metylenowy $C_{16}H_{18}ClN_3S$,
- wodorotlenek sodu NaOH,
- glukoza $C_6H_{12}O_6$
-

Wodorotlenek sodu jest mocną zasadą i ma silne właściwości żrące.

Należy bezwzględnie unikać kontaktu ze skórą i oczami!

Wykonanie

- a. Do kolby stożkowej wlewamy około **75 ml roztworu NaOH** (75 ml wody destylowanej + 1g NaOH), dodajemy 4 g glukozy.
- b. Następnie powoli dodajemy **kilka kropli roztworu błękitu metylenowego**.
- c. Roztwór początkowo przyjmuje charakterystyczną **błękitną barwę**, która jednak po krótkim czasie zanika.
- d. **Teraz najciekawsze:** wystarczy potrząsnąć kolbą i ciecz znowu stanie się **niebieska!** Podobny efekt uzyskamy przez mieszanie cieczy lub jej przelewanie.
- e. Barwa jest jednak **nietrwała**; po **krótkim czasie** roztwór znowu stanie się **bezbarwny**.
- f. Cykl zmian barwy można powtarzać wielokrotnie.

Obserwacje:

Dodanie błękitu metylenowego do bezbarwnego roztworu glukozy w NaOH spowodowało pojawienie się barwy roztworu. Po pewnym czasie barwa roztworu Po potrząśnięciu kolbą roztwór stał się

Wniosek:

Dodanie błękitu metylenowego do roztworu alkalicznego roztworu glukozy spowodowało zmianę, co dowodzi, że zaszła chemiczna między barwnikiem i glukozą.

5. Zadziwiające roztwory

Fluoresceina (organiczny związek chemiczny) – czerwona substancja krystaliczna, w roztworach zasadowych pod wpływem światła UV wykazuje zielonożółtą fluorescencję, widoczną nawet przy rozcieńczeniu jak jeden do kilkudziesięciu milionów.

Chinina - jest substancją pozyskiwaną z kory chinowca - wiecznie zielonego drzewa. Jest alkaloidem (podobnie jak kofeina) o gorzkim smaku. Mimo właściwości zdrowotnych, chinina jest bardzo niebezpieczna. Śmiertelna dawka doustna wynosi 10-15 g. Do użytku w produktach spożywczych została dopuszczona dopiero w 1992 roku, jednak nie w postaci czystej chininy, a chlorowodoru, czyli soli łatwo rozpuszczalnej w wodzie.

Wykonanie:

a) Do cylindra miarowego o poj. 25 ml wlewamy ok. 20-25 ml zasady sodowej NaOH o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$. Ustawiamy cylinder pod lampą UV. Na powierzchnię roztworu zasady w cylindrze delikatnie wprowadzamy kilka kryształków fluoresceiny i obserwujemy, co się zaczyna dziać.

b) Do cylindra miarowego o poj. 25 ml wlewamy ok. 20-25 ml roztworu kwasu siarkowego(VI) H_2SO_4 o stężeniu $0,05 \text{ mol/dm}^3$. Ustawiamy cylinder pod lampą UV. Na powierzchnię roztworu kwasu w cylindrze delikatnie wprowadzamy kilka kryształków siarczanu chininy i obserwujemy, co się dzieje.

Obserwacje:

Dodanie kryształków fluoresceiny do roztworu zasady sodowej spowodowało kryształków i pojawienie się, co świadczy o rozpuszczaniu się fluoresceiny w roztworze. Smugi mają barwęw świetle dziennym, a..... pod lampą UV. Po dodaniu kryształków siarczanu chininy do roztworu kwasu siarkowego(VI) Umieszczenie cylindra z roztworem pod lampą UV spowodowało pojawienie się.....w roztworze.

Wniosek:

Roztwory fluoresceiny i siarczanu chininy wykazują zjawisko.....