

Nauka i technologia dla żywności

Projekt badawczy

Temat: Zjawisko świecenia związków chemicznych i biologicznych.
Zmiana właściwości tych związków w niskiej temperaturze

Wprowadzenie:

Powszechnie znanych jest wiele substancji/ciał emitujących światło. Część z nich świeci światłem własnym, inne zaś odbitym bądź rozproszonym. Pewną grupę stanowią substancje luminescencyjne, emitujące tzw. "zimne światło". Pojęcie to określa taki rodzaj świecenia, które nie jest wynikiem uzyskania przez ciało wysokich temperatur (nie jest to żarzenie). Aby zjawisko luminescencji mogło wystąpić potrzebny jest czynnik wzbudzający. W zależności od tego jaką naturę ma ten czynnik, zjawiska te noszą różne nazwy, np.: chemi-, bio-, elektro- czy fotoluminescencja. Inny podział opiera się na czasie trwania luminescencji po "wyłączeniu" źródła wzbudzającego. Jeśli świecenie zanika bardzo szybko (czas poniżej 10^{-8} s) to takie zjawisko nazywane jest fluorescencją, jeśli zaś trwa dłużej (nawet do kilku godzin) - fosforescencją. Zmiany różnych czynników fizycznych, m.in. temperatury, odczynu środowiska (pH), ciśnienia czy obecność innych substancji może wpływać na intensywność, a nawet wygaszać to świecenie.

Zjawisko luminescencji jest dość powszechne, choć zazwyczaj większość osób nie zdaje sobie z tego sprawy, to m.in. świecenie:

- świetlików świętojańskich czy ryb głębinowych - bioluminescencja,
- białego fosforu - chemiluminescencja,
- diod świecących (LED) - elektroluminescencja,
- kineskopów czy lamp neonowych - elektronoluminescencja,
- farb fosforescencyjnych stosowanych m.in. do malowania znaków ostrzegawczych czy wskazówek zegarków oraz znaczników fluorescencyjnych w dokumentach i banknotach - fotoluminescencja.

Podczas zajęć laboratoryjnych uczniowie dowiedzą się jak wywołać, zmierzyć i zastosować luminescencję.

Cel projektu:

Celem projektu jest zapoznanie się przez uczniów ze zjawiskiem luminescencji i praktycznym jego wykorzystaniem, czego wymiernym efektem będzie przygotowanie prezentacji w programie PowerPoint.

Cele kształcenia:

Uczeń:

- wymienia i wyjaśnia podstawowe zasady obowiązujące podczas pracy w laboratorium chemicznym i fizycznym,
- potrafi bezpiecznie obsługiwać palnik gazowy oraz wykonywać z jego pomocą proste doświadczenia chemiczne,
- wymienia przykładowe źródła promieniowania UV,
- wymienia i wyjaśnia podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące podczas doświadczeń z wykorzystaniem promieniowania UV,
- potrafi bezpiecznie obsługiwać stosowane źródła UV,
- wymienia podstawowe naturalne i sztuczne źródła światła,
- potrafi opisać przykładowe zjawiska, którym towarzyszy emisja światła,
- wymienia i opisuje zastosowania różnych źródeł światła,
- wymienia i opisuje rodzaje luminescencji,
- potrafi podać przykłady substancji luminescencyjnych, zarówno tych stosowanych w badaniach naukowych, jak również w życiu codziennym,
- wymienia i opisuje źródła i czynniki wzbudzające luminescencję,
- wymienia i opisuje czynniki fizyczne mające wpływ na luminescencję,
- potrafi opisać zastosowanie i zalety luminescencji,
- potrafi zdefiniować pojęcie fosforescencji i fluorescencji,
- potrafi wyjaśnić różnice pomiędzy fosforescencją i fluorescencją,
- wykonuje proste reakcje chemiczne,
- analizuje i opisuje obserwowane zjawiska luminescencyjne,
- wykonuje proste pomiary fizyko-chemiczne,
- stosuje aparat fotograficzny do rejestrowania zdjęć obserwowanych zjawisk,
- wykonuje proste wykresy z zebranych danych przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel.
- wykonuje prezentację w Microsoft PowerPoint z wykorzystaniem zebranych danych.

Pytanie kluczowe:

Co to jest luminescencja i jak ją wykorzystać?

Zjawisko świecenia związków chemicznych i biologicznych. **Zmiana właściwości tych związków w niskiej temperaturze**

Światło inaczej promieniowanie widzialne jest pewnym obszarem fal elektromagnetycznych obserwowanych przez ludzkie oko. W nauce i technice pojęcie to jest nieco szersze i zawiera, oprócz światła widzialnego VIS, również podczerwień IR i ultrafiolet UV, których nasze oko nie jest w stanie zarejestrować. Promieniowanie widzialne oprócz ogólnie znanych nam zastosowań, takich jak oświetlenie, ogrzewanie oraz sygnalizacja i przekazywanie informacji, jest bardzo często wykorzystywane w badaniach zarówno chemicznych jak i fizycznych. Prowadzone są także prace nad nowymi, często bardziej wydajnymi źródłami, detektorami oraz modulatorami promieniowania elektromagnetycznego. Poszukuje się również nowych zastosowań dla tego typu fal.

W literaturze istnieją różne podziały źródeł światła. Najbardziej ogólny podział dzieli źródła na naturalne i sztuczne. Oczywiście ciała czy substancje świecić mogą światłem własnym bądź odbitym czy też rozproszonym. Jeśli świecą światłem własnym tzn. że muszą je emitować (wydzielać). Do takich źródeł możemy zaliczyć m.in.:

gwiazdy	plomień	lampy żarowe	lampy wyładowcze
Słońce, Syriusz, Deneb	palnika gazowego, ogniska	żarówka, lampa halogenowa	fluorescencyjna (światłówka), sodowa, rtęciowa, neonowa

Dzięki światłu odbitemu i rozproszonemu obserwujemy (i widzimy) wszelkie obiekty, które nie są bezpośrednim źródłem światła. Wyjątkiem od tego jest obserwacja światła pochodzącego od źródła, ale w części zaabsorbowanego przez ciało będące na drodze do obserwatora.

Wśród różnych źródeł światła istnieje pewna grupa, którą stanowią substancje luminescencyjne, emitujące tzw. "zimne światło". Luminescencja określa taki rodzaj świecenia, które nie jest wynikiem uzyskania przez ciało wysokich temperatur (nie jest to żarzenie). Aby zjawisko luminescencji mogło wystąpić potrzebny jest czynnik wzbudzający. W zależności od tego, jaką naturę ma ten czynnik, zjawiska te noszą różne nazwy, np.: chemi-, bio-, elektro- czy fotoluminescencji. Proces chemiczny, w którym występuje emisja światła to chemiluminescencja, ale gdy ma miejsce w żywym organizmie nazywana jest bioluminescencją. Elektroluminescencja występuje jeśli czynnikiem wzbudzającym jest stały bądź zmienny prąd elektryczny, zaś elektronoluminescencja, gdy świecenie jest efektem wzbudzenia elektronami, a scyntylacja jest świeceniem ciał pod wpływem promieniowania jonizującego. Efekty

mechaniczne np. tarcie, miażdżenie czy zginanie także niekiedy są odpowiedzialne za emisję światła i takie zjawisko nazywane jest tryboluminescencją. Znane są jeszcze inne, mniej powszechne rodzaje luminescencji. Poniższa tabela przedstawia przykładowe procesy luminescencyjne oraz ich zastosowanie i występowanie.

Rodzaj luminescencji	Występowanie	Przyczyny i/lub zastosowanie
chemi-	- świecenie białego fosforu, - reakcje fotochemiczne np. luminolu	- powolne utlenianie białego fosforu - tzw. "światliki chemiczne" (światło chemiczne)
bio-	- świecenie świetlika świętojańskiego (<i>Lampyrus noctiluca</i>) - świecenie ryb głębinowych - świecenie grzybów	- przywabianie potencjalnych partnerów, - np. zwabianie potencjalnych ofiar - jako efekt uboczny procesów biochemicznych
foto-	- świecenie różnych ciał najczęściej pod wpływem UV	- znaczniki i farby stosowane w celach ostrzegawczych i informacyjnych - zabezpieczanie banknotów i dokumentów
elektro-	- diody świecące (LED)	- przepływ prądu elektrycznego
elektrono-	- kineskopy - lampa neonowa	- bombardowanie elektronami luminoforów na ekranie - jonizacja gazu pod wpływem elektronów
scyntyłacja	- liczniki scyntyłacyjne	- liczniki promieniowania (świecenie substancji pod wpływem promieniowania jonizującego np. α , β , γ lub rentgenowskiego X)
trybo-	- świecenie towarzyszące zjawiskom mechanicznym	- zmiany parametrów fizycznych np. tarcie, zgniatanie, zginanie
sono-	- niebieskie błyski światła w cieczach pod wpływem ultradźwięków	- w czasie zapadania się pęcherzyków gazu zawieszonych w cieczy pod wpływem ciśnienia akustycznego (kawitacja akustyczna)
termo-	- emisja światła pod wpływem temperatury (poniżej temperatury żarzenia!)	- stosowana m.in. w metodzie datowania archeologicznego głównie dla kwarcu i skaleni

Inny podział luminescencji opiera się na czasie trwania tego zjawiska po "wyłączeniu" źródła wzbudzającego. Jeśli świecenie zanika bardzo szybko, dla ludzkiego oka jest to proces natychmiastowy (czas poniżej 10^{-8} s), takie zjawisko nazywane jest fluorescencją, jeśli zaś trwa dłużej (kilka godzin, a czasami nawet dłużej) - fosforescencją.

Substancje fluoryzujące stosuje się często do zabezpieczania, utrudniającego fałszowanie banknotów i dokumentów, a także, aby poprawić widoczność/jaskrawość różnych przedmiotów, oraz przy produkcji niektórych kredek, farb czy pisaków. Niektóre

z nich znalazły zastosowanie jako tzw. wybielacze optyczne, które znajdują się m.in. w proszkach do prania, farbach czy dodatkach do papieru.

Aby wyjaśnić zjawisko fotoluminescencji należy pamiętać, że promieniowanie świetlne może wzbudzić elektronowo cząsteczkę tzn., że kwant światła (najmniejsza porcja energii fali elektromagnetycznej) posiada energię na tyle dużą, aby przenieść elektrony z orbitali wiążących σ , π i wolnych elektronów n (wolnej pary elektronowej) ze stanu podstawowego na orbitale o wyższej energii tzw. antywiązące σ^* , π^* . Takie pochłanianie energii nazywane jest absorpcją i jeśli ma miejsce z zakresie widzialnym promieniowania to jej efektem jest obserwacja barwy substancji. W przypadku światła widzialnego występują jedynie przejścia $n \rightarrow \pi^*$ oraz $\pi \rightarrow \pi^*$. Pozostałe przejścia wymagają znacznie większej energii, dlatego też mogą być obserwowane jedynie w zakresie UV. Cząsteczka, po absorpcji promieniowania elektromagnetycznego, zostaje wzbudzona elektronowo oraz oscylacyjnie (wykonuje różne drgania).

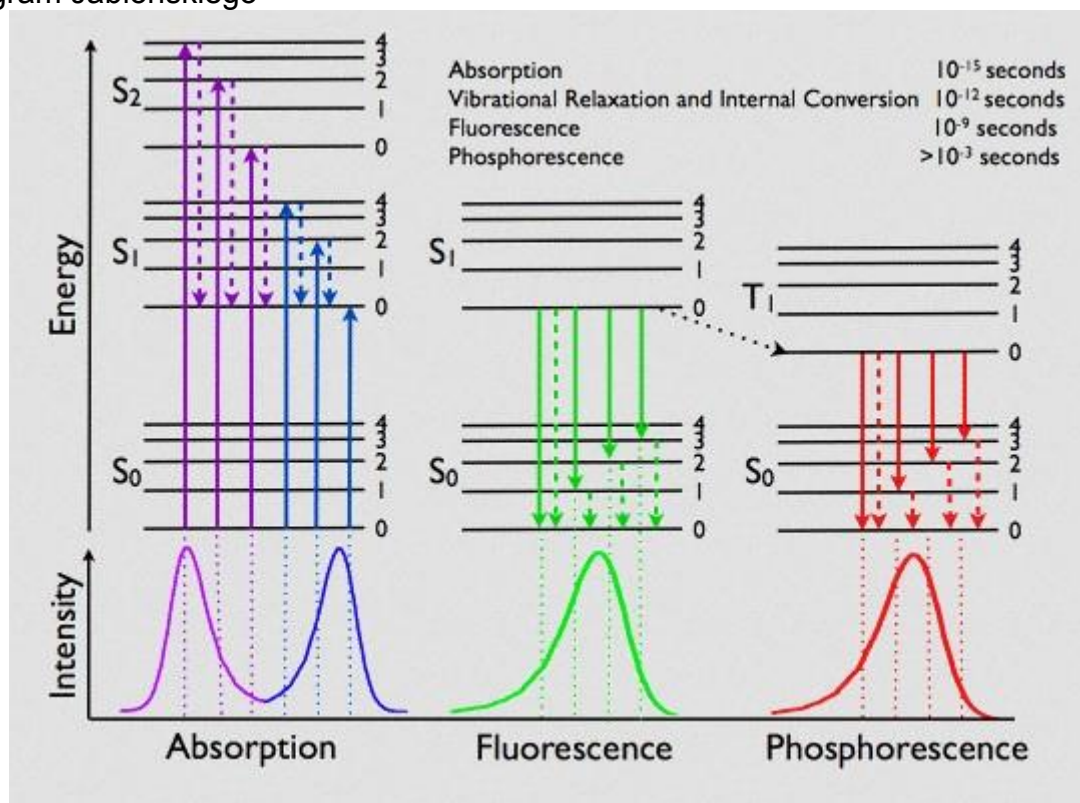
Stan wzbudzony cząsteczki jest nietrwały i dlatego cząsteczka musi powrócić do stanu podstawowego. Najczęściej występuje utrata nadmiaru energii w postaci ciepła. Taki powrót do stanu podstawowego obserwowany jest dla większości substancji barwnych. Należy pamiętać, że obserwowana barwa substancji nie odpowiada promieniowaniu pochłoniętemu, lecz jest tzw. barwą dopełniającą. Przykładowo substancja pochłaniająca ze światła białego tylko światło niebieskie, będzie obserwowana jako pomarańczowa. Poniższa tabela przedstawia, długości fal, barwy światła oraz odpowiadające im barwy dopełniające.

Długość fali [nm]	Barwa światła	Barwa dopełniająca
650-780	czerwona	zielononiebieska
610-650	pomarańczowa	niebieska
580-610	żółta	indygowa
550-580	żółtozielona	fioletowa
505-550	zielona	purpurowa
485-505	zielononiebieska	czerwona
440-485	niebieska	pomarańczowa
415-440	indygowa	żółta
380-415	fioletowa	żółtozielona

Czasem substancja barwna po pochłonięciu (zaabsorbowaniu) promieniowania elektromagnetycznego powraca do stanu podstawowego emitując nadmiar energii w postaci promieniowania elektromagnetycznego. Fluorescencja występuje w przypadku, gdy powrót cząsteczek do stanu podstawowego następuje bardzo szybko (wtedy elektron przy przejściu na orbital antywiązący nie zmienia swojego spinu - cząsteczka jest w stanie wzbudzonym singletowym). Zaś gdy cząsteczki powracając do stanu podstawowego, wydzielają nadmiar energii w postaci promieniowania elektromagnetycznego, ale powrót ten jest dłuższy czasie (elektron przy przejściu na orbital antywiązący zmienia swój spin i cząsteczka jest wzbudzona w stanie tripletowym), to zjawisko takie nosi nazwę fosforescencji. Z racji tego, że te procesy są efektem działania światła (fotonów) nazywane są fotoluminescencją.

Poniższy rysunek zwany diagramem Jabłońskiego schematycznie przedstawia opisane powyżej zjawiska i w uproszczony sposób tłumaczy mechanizm przejść energetycznych elektronów cząsteczki, których efektem jest fotoluminescencja.

Diagram Jabłońskiego



Źródło: www.photobiology.info

Na powyższym rysunku: Energy - Energia, Intensity - Intensywność, Fluorescence - Fluorescencja, Phosphorescence - Fosforescencja, Absorption - Absorpcja, Vibrational Relaxation and Internal Conversion - drgania relaksacyjne i wewnętrzna konwersja, seconds - sekundy.

Wyemitowane promieniowanie w procesie fluorescencji ma mniejszą energię niż promieniowanie wzbudzające, czyli emitowane jest promieniowanie o większej długości fali niż promieniowanie zaabsorbowane.

Szczególnie interesującym rodzajem fluorescencji jest przekształcenie pochłoniętego promieniowania UV w promieniowanie widzialne. Substancje posiadające takie właściwości nazywane są fluoryzującymi (luminescencyjnymi). Wykorzystuje się je do malowania znaków rozpoznawczych na statkach i samolotach, znaków drogowych, oraz tablic reklamowych. Jeżeli barwniki o takich właściwościach nie absorbują w widzialnej części widma, są one bezbarwne i mogą być stosowane jako środki optycznie rozjaśniające.

Podczas zajęć laboratoryjnych uczniowie dowiedzą się jak wywołać, zmierzyć i zastosować luminescencję w badaniach, przemyśle, jak również w życiu codziennym.

Zjawiska luminescencyjne, które zostaną omówione i zademonstrowane podczas

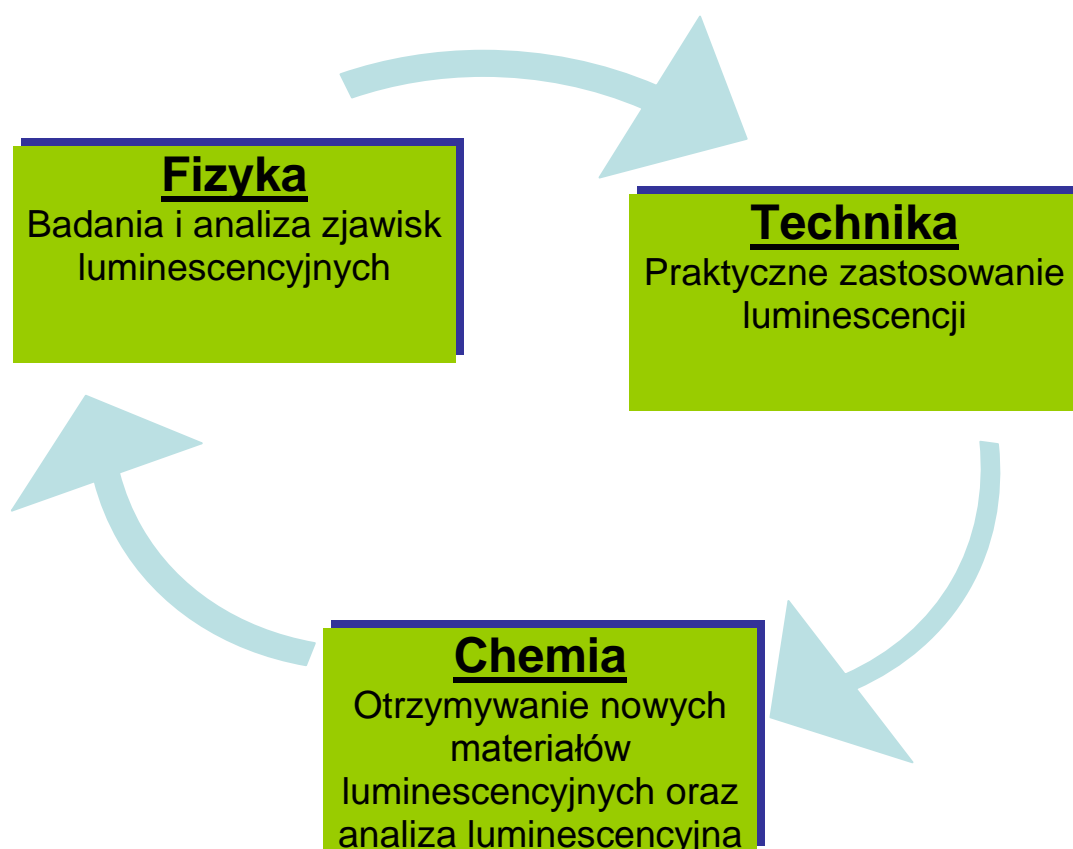
zajęć, mają na celu uświadomienie uczniów o ich dużym znaczeniu, wskazanie ich zalet, jak i mniej pożądaných cech.

W trakcie wykonywania ćwiczeń uczniowie dowiedzą się jak bezpiecznie posługiwać się prostym szkłem i sprzętem laboratoryjnym. Zostaną przeszkoleni z ogólnych zasad BHP, tak aby uniknąć ewentualnych zranień, oparzeń czy zatruc w trakcie wykonywania poszczególnych doświadczeń i pomiarów w laboratorium. Uczniowie są zobowiązani do zapoznania się z podstawowymi zasadami BHP i ich bezwzględne przestrzegania.

Podczas pracy na zajęciach laboratoryjnych uczniowie będą mieli możliwość zapoznania się z budową i zasadą działania spektrofluorymetru wyposażonego m.in. w lampę ksenonową (łukową) o ciągłym charakterze pracy i fotopowielacz. Urządzenie to pozwala na pomiar widm wzbudzenia oraz emisyjnych, co jest szczególnie istotne w poszukiwaniach nowych ciekawych materiałów luminescencyjnych.

Zarejestrowane obrazy uczniowie będą mogli wykorzystać podczas opracowywania wyników badań i przygotowywania prezentacji wyników w programie PowerPoint. Wykorzystanie aparatury naukowej oraz dokumentacja badań za pomocą aparatu fotograficznego jest bardzo pomocna w pracy z uczniami, znacznie ułatwia zdobywanie wiedzy i uatrakcyjnia zajęcia.

Integracja treści przedmiotowych:



Wykorzystanie matematyki i technologii informacyjnej:

- gromadzenie i porządkowanie danych niezbędnych podczas wykonywania kolejnych zadań,
- wykorzystanie aparatu fotograficznego oraz programu komputerowego do rejestrowania oraz obróbki widma luminescencyjnego i uzyskanych fotografii,
- tworzenie prezentacji z efektów pracy przy wykorzystaniu programu PowerPoint.

Materiały i środki dydaktyczne:

- żarówka,
- neonówka,
- lampa luminescencyjna,
- diody LED,
- lampa UV,
- palniki gazowe,
- magnez,
- potas,
- fluoryt,
- banknoty,
- dokumenty,
- lupa z podświetleniem LED UV,
- miernik światła - fotometr (luksomierz),
- stoper,
- wełna stalowa,
- perhydrol 30% H_2O_2 ,
- fluoresceina,
- chinina,
- rodamina,
- rivanol,
- światło chemiczne,
- luminol,
- wodorotlenek potasu,
- azotan(V) potasu,
- siarka,
- węgiel drzewny,
- manganian(VII) potasu,
- glin,
- aparat fotograficzny,
- spektrofluorymetr z ksenonową lampą łukową z detektorem (fotopowielaczem),
- szkło i drobny sprzęt laboratoryjny,
- instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych,
- karty pracy.

Metody pracy:

- praca z palnikiem gazowym (proste reakcje spalania),
- praca z lupą wyposażoną w diodę LED UV,
- praca z lampą UV,
- praca z luksomierzem (światłomierzem) oraz stoperem,
- dyskusja i porównanie wyników,

- praca z komputerem (przygotowanie wykresu w arkusz Microsoft Excel prezentacji w programie PowerPoint).

Etapy projektu:

etap	działania	czas
Organizacja	- ustalenie stanowisk pracy, - omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium chemicznym i pracowni spektroskopowej, - poznanie podstawowych urządzeń oraz narzędzi niezbędnych podczas pracy w laboratorium	10 minut
Planowanie	- przedstawienie zadań do realizacji podczas zajęć - ustalenie kolejności i czasu wykonywania poszczególnych zadań	10 minut
Realizacja	1. Oglądanie prezentacji zaznajamiającej z pojęciem luminescencji. 2. Wykonanie prostych reakcji spalania w płomieniu palnika gazowego. 3. Wykonanie serii obserwacji luminescencyjnych pod lampą UV. 4. Obserwacja pod lampą UV różnych preparatów w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu. 5. Pomiar zaniku intensywności luminescencji za pomocą luksomierza i stopera. 6. Obserwacja zjawiska chemiluminescencji. 7. Obserwacja pomiaru widm luminescencyjnych za pomocą spektrofluorymetru. 8. Przygotowanie prezentacji w programie PowerPoint z wykonanych zdjęć w ramach badań i obserwacji prowadzonych przez uczniów oraz z wyciągniętych wniosków.	10 minut 10 minut 20 minut 20 minut 20 minut 10 minut 10 minut 60 minut
Prezentacja	- karty pracy, - prezentacja wykonana w programie PowerPoint.	-
Ocena	- samoocena (uczeń), - ocena opisowa (nauczyciel).	-

Szczegółowy opis zadań na etapie realizacji projektu:

Zadanie 1

Wykonywanie przykładowych reakcji chemicznych, którym towarzyszy emisja światła

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Aby lepiej zrozumieć zjawisko luminescencji należy najpierw zapoznać się z innymi źródłami światła. Pozwoli to na wyjaśnienie różnic pomiędzy „zwykłym świeceniem”, a luminescencją. Dlatego też uczniowie wykonują serię prostych reakcji spalania, aby zobrazować, w jakich przykładowych warunkach może dojść do emisji światła. Spalanie metanu w płomieniu palnika gazowego czy spalanie wełny stalowej i magnezu to procesy wysokoenergetyczne, a tym samym wysokotemperaturowe, dlatego też są źródłem światła. Także zjonizowane atomy różnych pierwiastków są źródłem emisji promieniowania w zakresie widzialnym (i nie tylko). Aby to udowodnić uczniowie będą wprowadzać w płomień (rozpylać) różne roztwory soli, np.: sodu, strontu i boru, które intensywnie barwią płomień.

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Praca z palnikiem gazowym wymaga ostrożności i zachowania przepisów BHP. Posługiwanie się gazami palnymi, a takim gazem jest metan - główny składnik gazu ziemnego, wymaga właściwego postępowania przy zapalaniu, obsłudze i gaszeniu płomienia. Zawsze najpierw należy otworzyć główny zawór gazu, odpalić zapalniczkę/zapalniczkę, zbliżyć płomień do wylotu kominka i otworzyć zawór odpowiadający właściwemu palnikowi. Po chwili nastąpi zapalenie się gazu w płomieniu palnika. Podstawowe trudności, na które uczeń może natknąć się podczas realizacji tego zadania to przede wszystkim obawa przed poparzeniem, trudności z odpaleniem palnika oraz problemy z wykonaniem samego spalania wełny stalowej czy magnezu. Trudności te wynikają przede wszystkim z niewiedzy ucznia, braku przygotowania do zajęć oraz braku znajomości chemii i zasady działania palnika. Najlepszym rozwiązaniem, które będzie skutkowało wyeliminowaniem wszystkich wymienionych trudności jest przygotowanie się uczniów do zajęć, znajomość obsługi palnika gazowego i w wykonywaniu reakcji spalania a także skupienie podczas zajęć i współpraca z prowadzącym zajęcia. Przy rozpylaniu roztworów różnych soli w płomień należy zachować bezpieczny dystans dyszy rozpylacza od płomienia palnika oraz unikać wdychania rozpylonej mgły roztworu (aerozolu). Sole, które będą używane przez uczniów nie są toksyczne, ale mogą wywołać podrażnienia skóry, oka i układu oddechowego (np. kaszel), dlatego należy zachować wspomniane środki ostrożności.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Przy jednym palniku znajduje się jeden uczeń, w związku z czym każdy uczeń pracuje indywidualnie, w oparciu o polecenia, nadzór i pomoc prowadzącego ćwiczenia oraz o informacje znajdujące się w instrukcji przygotowanej dla ucznia.

Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 1** przygotowanej dla uczniów wykonujących to zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć ...)

Szczególną uwagę podczas wykonywania zadania 1 należy zwrócić na następujące kwestie:

- przed zapaleniem płomienia palnika gazowego należy odkręcić główny zawór gazu (każdy ze stołów posiada swój własny zawór – przy ścianie). Założyć fartuch i okulary ochronne, odkręcić zawór doprowadzający gaz do konkretnego palnika znajdującego się przy rurce umieszczonej w blacie stołu, odpalić zapałkę i jej płomień umieścić nad kominkiem wylotowym palnika oraz odkręcić zawór doprowadzający gaz znajdujący się bezpośrednio przy palniku. Po chwili następuje zapłon płomienia gazowego. Jeśli płomień nie zapali się lub zgaśnie, należy zakręcić zawór przy palniku, zapalić zapałkę i czynność powtórzyć. Jeśli płomień kopci należy wyregulować (zwiększyć) dopływ powietrza przez przekręcenie pierścienia z otworami znajdującego się w dolnej części kominka palnika,
- przy obsłudze palnika gazowego należy zwrócić uwagę na ulatnianie się gazu, co najczęściej następuje w przypadku niewłaściwego odpalenia palnika, zdmuchnięcia płomienia, uszkodzenia przewodu gazowego lub zaworów czy palnika. Gaz ziemny jest nawaniany, dlatego też w przypadku wycucia charakterystycznego zapachu "gazu" należy natychmiast zakręcić zawory dopływowe, najlepiej zawór główny,
- przy posługiwaniu się palnikiem gazowym należy zwrócić szczególną uwagę na zagrożenie pożarowe. Płomień ma bardzo wysoką temperaturę, przez co może łatwo zapalić substancje palne, dlatego też takie substancje nie mogą znajdować się w jego pobliżu,
- w celu uniknięcia ewentualnych oparzeń należy bezpiecznie posługiwać się zapalonym palnikiem, substancjami rozgrzаныmi lub płonącymi oraz uważać na gorące spaliny nad płomieniem,
- zapalanie ciał stałych należy przeprowadzać ostrożnie stosując do tego celu szczypce lub pęsetę. Przy spalaniu magnezu ponadto nie należy patrzeć na bardzo jasny płomień powstający w wyniku tej reakcji. Jego jasność jest na tyle duża, że może działać szkodliwie na oko w przypadku bezpośredniego patrzenia,
- przy rozpylaniu roztworów soli uważać, aby dysza rozpylacza znajdowała się w odległości 5 – 10 cm od płomienia palnika; należy także uważać aby nie prysnąć cieczą na siebie lub innych; stosowane roztwory mogą podrażniać skórę, drogi oddechowe i oczy, dlatego należy pamiętać o założeniu fartucha, rękawiczek i okularów ochronnych; nie wdychać powstałej mgły (aerozolu) roztworu,
- po zakończeniu pracy należy odciąć dopływ gazu od palnika za pomocą zaworu przy palniku i jego wężu przy stole laboratoryjnym oraz zakręcić główny zawór. Należy pamiętać, że kominiek zgaszonego palnika może być jeszcze przez pewien czas gorący.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ...)

W ramach wykonywania zadania 1 oczekuje się opanowania przez niego bezpiecznego posługiwania się palnikiem gazowym w stopniu umożliwiającym jego wykorzystanie do przeprowadzania prostych reakcji spalania różnych substancji. Uczeń powinien opanować podstawową wiedzę teoretyczną, jak i praktyczną związaną z obsługą palnika, jak

również bezpiecznie przeprowadzać z jego pomocą proste reakcje spalania, a także wypełnić **Kartę pracy do zadania nr 1**.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest instruowanie i nadzorowanie, ucznia, szczególnie podczas wykonywania bardziej niebezpiecznych operacji laboratoryjnych.

Zadanie 2

Luminescencja różnych substancji i gotowych preparatów pod lampą i diodą UV

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Lampa UV to urządzenie pozwalające na obserwację i naświetlanie różnych substancji promieniowaniem ultrafioletowym. W ramach zadania uczniowie będą mogli obejrzeć różne substancje i gotowe preparaty m.in. minerały (fluoryt), związki chemiczne (fluoresceina, chinina, rivanol, rodamina) oraz dokumenty, banknoty itp. Lampa UV jest rozbudowaną technicznie lampą rtęciową wyposażoną dodatkowo w filtr optyczny dobrze pochłaniający promieniowanie widzialne. Dzięki temu emitowane promieniowanie zawiera tylko niewielką domieszkę światła widzialnego, co jest bardzo pomocne przy obserwacji (szczególnie słabej) fluorescencji. Z kolei diody UV są słabszymi źródłami tego promieniowania, ale znacznie bezpieczniejszymi i tańszymi w eksploatacji. Uczniowie będą mogli obejrzeć preparaty przy wymienionych źródłach UV i porównać uzyskane obrazy fluorescencyjne i fosforescencyjne. Będą mogli odpowiedzieć na pytanie, które substancje i ciała świecą pod działaniem UV, jak również, jakie są widoczne różnice natężeniu i barwie emitowanego światła.

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Praca ze źródłami promieniowania UV wymaga ostrożności. Z uwagi na szkodliwość tego promieniowania dla wzroku i skóry nie należy niepotrzebnie narażać się na jego oddziaływanie, a w szczególności nie zaglądać do jego źródła. Lampa na UV jest urządzeniem elektrycznym, dlatego też należy przestrzegać ogólnych zasad obsługi tego typu przyrządów, m.in. nie wolno dotykać obudowy ani przewodów mokrymi rękami. Obsługa lup wyposażonych w diody UV jest znacznie bezpieczniejsza. Choć mimo znacznie mniejszej mocy promieniowania UV również nie należy patrzeć bezpośrednio na świecąca się diodę. Lupą należy posługiwać się ostrożnie, tak aby nie uszkodzić soczewki oraz diody. Podstawowe trudności, na które uczeń może natknąć się podczas realizacji tego zadania wynikają zwykle z niedostatecznego opanowania podstaw teoretycznych dotyczących budowy i obsługi źródeł promieniowania UV.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Z lampą UV lub lupą z diodą UV pracuje jeden uczeń, w związku z czym każdy uczeń pracuje indywidualnie, w oparciu o instruktaż, nadzór i pomoc prowadzącego ćwiczenia oraz w oparciu o wytyczne znajdujące się w instrukcji dla ucznia.

Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 2** przygotowanej dla uczniów wykonujących zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć, ...)

Szczególną uwagę podczas wykonywania zadania 2 należy zwrócić na następujące kwestie:

- aby uruchomić lampę UV należy włożyć wtyczkę do gniazdka elektrycznego, włączyć lampę i odczekać ok. pół minuty do wzrostu i ustabilizowania się natężenia światła,
- lampę należy włączyć przed obserwacją preparatów i wyłączyć zaraz po zakończeniu obserwacji i wykonaniu zdjęć dokumentujących wykonane zadania. Wydłuża to żywotność lampy,
- badane obiekty należy umieścić pod lampą/diodą UV w obszarze największej intensywności promieniowania i obserwować zmiany świecenia i barwy.
- nie wolno patrzeć bezpośrednio w źródło promieniowania ultrafioletu ze względu na jego szkodliwość dla wzroku.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ...)

W efekcie wykonania zadania 2 uczeń powinien opanować technikę prostych obserwacji fluorescencji i fosforescencji zachodzących pod wpływem promieniowania UV. Oczekiwany efekt pracy ucznia będzie właściwa interpretacja wyników, zdjęcia dokumentujące przebieg doświadczeń oraz wypełnienie **Karty pracy do zadania 2**.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest instruowanie, nadzorowanie wykonywanych przez niego doświadczeń, wspieranie go, motywowanie pytaniami i sugestiami oraz zachęcanie do cierpliwej i spokojnej pracy. Nauczyciel powinien nadzorować pracę ucznia, jednak powinien unikać wykonywania pracy za niego, nawet jeśli jakieś zadanie zajmuje uczniowi więcej czasu, niż pozostałym uczestnikom zajęć. Uczeń powinien mieć szansę sprawdzenia się, wykazania samodzielnością, kreatywnością, jednocześnie jednak nie powinien bać się czy wstydzić zadawać pytań nauczycielowi czy prosić go o radę. Nauczyciel powinien również służyć uczniowi radą i pomocą podczas wypełniania karty pracy. Powinien dawać wskazówki, stymulować do działania, jednak nie powinien podsuwać gotowych rozwiązań. Oczywiście należy zadbać o właściwe przygotowanie ucznia do zajęć. Uczeń powinien starać się dokładnie wykonywać polecenia nauczyciela i w razie wątpliwości poprosić o pomoc.

Rolą nauczyciela jest rozdanie, zebranie i nadzorowanie wypełniania przez uczniów Karty pracy do zadania 2.

Zadanie 3

Pomiar zmian natężenia światła tzw. świetlika chemicznego za pomocą fotometru w czasie

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Świetlik chemiczny (światło chemiczne) to prosty układ o kształcie laski, zbudowany z dwóch pojemników, gdzie jeden znajduje się wewnątrz drugiego. Wewnętrzny to

ampułka szklana zawierająca odpowiedni roztwór, jest ona umieszczona w drugim pojemniku wykonanym z tworzywa sztucznego, który zawiera drugi reagent, również w formie roztworu. W przypadku wygięcia laski świetlika chemicznego następuje pęknięcie szklanej wewnętrznej ampułki, ciecze, które do tej pory były rozdzielone od siebie ulegają wymieszaniu. W wyniku zachodzącej reakcji chemicznej pomiędzy nimi powstaje światło. W zależności od stosowanych reagentów oraz dodatków można uzyskać różne barwy, natężenie, jak również i czas światła emitowanego. Świetliki chemiczne są w wielu przypadkach wygodnymi źródłami światła. Ich podstawowe zalety to m.in. duża niezawodność, mały rozmiar, niewielka masa, szczelność (która pozwala na wykorzystywanie ich pod wodą czy kopalni - nawet w przypadku zagrożenia pożarowego czy wybuchowego) oraz to, że nie wymagają zasilania. Oczywiście mają także swoje wady, a wśród nich główną jest jednorazowe użycie. W trakcie pracy światła chemicznego, natężenie emitowanego światła stopniowo maleje w czasie, co jest spowodowane przebiegającą reakcją chemiczną. Zawartość reagujących składników ciągle ulega zmniejszeniu, a tym samym i ilość emitowanego światła. Pomiar natężenia światła uczniowie wykonują za pomocą fotometru zwanego również luksomierzem. Dzięki temu można porównać wydajność świetlną oraz użyteczny czas działania różnych świetlików chemicznych. Do tego celu zostanie wykonana seria pomiarów natężenia światła w czasie (z pomocą stopera).

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Podstawowe trudności, na które uczeń może natknąć się podczas realizacji tego zadania wynikają zwykle z niedostatecznego opanowania podstaw teoretycznych dotyczących znajomości zasady działania fotometru i stopera. Najlepszym rozwiązaniem jest właściwe przygotowanie ucznia do zajęć, a także współpraca z prowadzącym zajęcia i skupienie podczas wykonywania zajęć.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Uczniowie pracują w parach, w oparciu o instrukcję, nadzór i pomoc prowadzącego ćwiczenia.

Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 3** przygotowanej dla uczniów wykonujących zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć, ...)

Szczególną uwagę podczas wykonywania zadania 3 należy zwrócić na następujące kwestie:

- aby zapoczątkować reakcję wewnątrz świetlika chemicznego należy go wyginać do momentu pęknięcia wewnętrznej ampułki szklanej i następnie mocno wstrząsnąć,
- należy ostrożnie obchodzić się z fotometrem i stoperem, tak aby nie uszkodzić tych urządzeń.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ...)

Wymiernym efektem pracy ucznia w efekcie realizacji zadania 3 będą zdjęcia wykonane za pomocą aparatu fotograficznego oraz wartości natężenia światła odczytywane

z fotometru w zadanych odstępach czasowych zmierzonych za pomocą stopera, a także wypełnienie **Karty pracy do zadania 3**. Zdjęcia oraz uzyskane dane uczeń będzie mógł zapisać na dysku przenośnym, a następnie wykorzystać do wykonania wykresu za pomocą arkusza Microsoft Excel oraz zamieścić w prezentacji komputerowej wykonanej w programie PowerPoint w ramach kolejnych zadań.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest instruowanie ucznia i nadzorowanie wykonywanych przez niego czynności. Nauczyciel powinien służyć uczniowi radą i pomocą, dawać wskazówki i zachęcać do działania.

Zadanie 4

Chemiluminescencja

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Zjawisko chemiluminescencji stosuje się nie tylko jako źródło światła, ale także w celach badawczych i identyfikacyjnych. W kryminalistyce bardzo powszechne jest wykrywanie śladów krwi za pomocą luminolu. W tym celu sporządza się alkaliczny roztwór luminolu z dodatkiem perhydrolu (30% H_2O_2). Po spryskaniu takim preparatem śladów krwi lub dozowaniu go do wody zawierającej krew, w ciemności obserwuje się błękitne świecenie.

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Podstawowe trudności, na które uczeń może natknąć się podczas realizacji tego zadania wynikają z:

- niedostatecznego opanowania przez ucznia podstaw bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczących znajomości posługiwania się niebezpiecznymi lub/i szkodliwymi substancjami - roztwór luminolu jest żrący (zawiera wodorotlenek sodu lub potasu), dlatego też należy posługiwać się nim ostrożnie, stosować fartuch, rękawice i okulary ochronne,
- niedostatecznego opanowania przez ucznia podstaw bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczących znajomości posługiwania się materiałem biologicznym - w tym przypadku śladami krwi zwierzęcej; stosować fartuchy, rękawice i okulary ochronne,

Oczywiście należy zadbać o właściwe przygotowanie ucznia do zajęć, o a także współpracę z prowadzącym zajęcia oraz skupienie podczas zajęć. Uczeń powinien starać się dokładnie wykonywać polecenia nauczyciela i w razie wątpliwości prosić o pomoc.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Uczniowie pracują w parach, w oparciu o wytyczne, instrukcję i nadzór oraz pomoc prowadzącego ćwiczenia.

Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 4** przygotowanej dla uczniów wykonujących zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć, ...)

Szczególne uwagi podczas wykonywania zadania 4 należy zwrócić na bezpieczeństwo i prawidłowe wykonanie doświadczenia, które zostało opisane w **Instrukcji nr 4**. W tym

ćwiczeniu należy ostrożnie obchodzić się z preparatami zarówno chemicznym, jak i biologicznymi. Należy bezwzględnie pamiętać o stosowaniu odzieży ochronnej (fartuch, rękawiczki i okulary). Stosowany tutaj roztwór luminolu jest żrący, dlatego, że zawiera wodorotlenek sodu lub potasu. Również jego mgła działa silnie drażniąco na skórę i drogi oddechowe (powoduje kaszel). W przypadku obłania się lub prysnięcia należy w razie konieczności zdjąć oblaną odzież i obficie przemyć dużą ilością zimnej bieżącej wody, a następnie przemyć 2% wodnym roztworem kwasu cytrynowego (w apteczce). W przypadku prysnięcia w oko postępuje się analogicznie z tą różnicą, że oko przemywa się 1% wodnym roztworem kwasu borowego (w apteczce). Jeśli uczeń popłami się lub dotknie preparatu krwi, należy dokładnie umyć to miejsce wodą z dodatkiem detergentu.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ...)

W trakcie wykonywania zadania uczeń opanowuje zasady bezpiecznego i prawidłowego posługiwania się substancjami niebezpiecznymi oraz wykrywania śladów krwi. Wykonuje także fotografię efektów doświadczenia.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest instruowanie ucznia i nadzorowanie wykonywanych przez niego czynności. Nauczyciel powinien służyć uczniowi radą i pomocą, dawać wskazówki i zachęcać do działania, jednak uczeń powinien pracować samodzielnie.

Rolą nauczyciela jest również dopilnowanie, aby uczniowie bezwzględnie przestrzegali zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zadanie 5

Obserwacja luminescencji pod wpływem UV preparatów biologicznych w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu:

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

Większość substancji nie wykazuje luminescencji pod działaniem promieniowania UV. Jednak niektóre z nich emitują wyraźne światło. Uczniowie będą mogli zobaczyć, jakie materiały biologiczne posiadają takie właściwości oraz jaki wpływ na to zjawisko wywiera temperatura - w szczególności niska. W tym doświadczeniu poddane zostaną próbie luminescencyjnej pod UV, plasterki różnych owoców, warzyw czy grzybów, najpierw w temperaturze pokojowej, a następnie w niższej, aż do temperatury ciekłego azotu włącznie (-196°C). Dzięki tym próbom można ocenić wpływ niskich temperatur na fluorescencję czy fosforescencję preparatów biologicznych oraz udokumentować za pomocą aparatu fotograficznego, a uzyskane zdjęcia umieścić w prezentacji przygotowywanej w programie PowerPoint.

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Tak jak w zadaniu nr 2 zadaniu należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczne posługiwanie się źródłami promieniowania UV oraz próbkami o temperaturach azotowych tzn. około -196°C. Substancje posiadające tak niskie temperatury mogą być powodem niebezpiecznych odmrożeń, podobnych w skutkach do oparzeń, a więc posiadających również stopnie I, II i III. Dlatego też należy pracować w stroju ochronnym (fartuch,

rękawice i okulary) i ostrożnie posługiwać się tak mocno schłodzonymi substancjami.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Każdy uczeń pracuje indywidualnie, w oparciu o instruktaż, nadzór i pomoc prowadzącego ćwiczenia oraz w oparciu o informacje znajdujące się w instrukcji przygotowanej dla ucznia.

Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 5** przygotowanej dla uczniów wykonujących zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć, ...)

Szczególną uwagę podczas wykonywania tego zadania należy zwrócić na to, żeby analizowany materiał biologiczny był dość szybko zbadany, dlatego, że od momentu wydobycia go z ciekłego azotu, jego temperatura będzie stopniowo się podnosić, aż do całkowitego rozmrożenia.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ...)

Wymiernym efektem pracy ucznia zadania 5 będzie wypełnienie **karty pracy do zadania 5**, w której zostaną zebrane dane z obserwacji luminescencji (intensywność, kolor) badanych próbek. Zostaną wykonane także zdjęcia preparatów w świetle lampy UV. Zdjęcia te uczeń będzie mógł zapisać na dysku przenośnym, a następnie zamieścić w prezentacji komputerowej wykonanej w programie PowerPoint w ramach kolejnego zadania.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest instruowanie ucznia i nadzorowanie jego pracy przy zamrożonych próbkach oraz źródłach promieniowania UV.

Nauczyciel powinien służyć uczniowi radą i pomocą, dawać wskazówki i zachęcać do działania, jednak uczeń powinien pracować samodzielnie.

Rolą nauczyciela jest również dopilnowanie, aby uczniowie bezwzględnie przestrzegali zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zadanie 6

Opracowanie wyników badań pomiarów zaniku luminescencji w czasie, w arkuszu kalkulacyjnym Excel

Opis zadania (co robimy, dlaczego)

W ramach tego zadania uczeń zaznajomi się z obsługą arkusza kalkulacyjnego Excel oraz zastosuje go do wykonania wykresu wykorzystując dane uzyskane podczas pomiarów natężenia światła luminescencji i czasu (zadanie 3). Wyniki te i uzyskany wykres wykorzysta w przygotowaniu prezentacji w Microsoft PowerPoint.

Możliwe trudności w czasie realizacji zadania (zapobieganie, radzenie sobie z trudnościami)

Realizacja tego zadania wymaga od uczniów podstawowej znajomości arkusza kalkulacyjnego Excel. Trudności w czasie realizacji tego zadania wynikać, więc mogą przede wszystkim z niedostatecznej znajomości przez uczniów obsługi komputera i arkusza kalkulacyjnego, który będzie niezbędny do prawidłowego wykonania tego

zadania.

Kto wykonuje zadanie (uczeń samodzielnie, uczniowie w parach, ...)

Każdy uczeń pracuje indywidualnie przy komputerze. Uczniowie korzystają z instrukcji zadania oraz pomocy prowadzących.

Sposób wykonania

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji nr 6** przygotowanej dla uczniów wykonujących zadanie. Instrukcja została umieszczona w dalszej części opracowania.

Wskazówki dla ucznia (na co zwrócić uwagę, czego nie przeoczyć, co pominąć, ...)

Zadanie jest proste i nie wymaga większej znajomości arkusza kalkulacyjnego Excel, a ewentualne błędy mogą wynikać z błędnego wprowadzenia danych liczbowych.

Oczekiwany efekt pracy ucznia (zdjęcie, wypełniona karta pracy, ...)

Efektom pracy ucznia tego zadania jest wykres sporządzony przy pomocy arkusza kalkulacyjnego Excel, pokazujący spadek natężenia świecenia świetlika w czasie.

Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna

Jeśli będzie taka potrzeba, nauczyciel powinien pomóc uczniowi w zaistniałych problemach.

Instrukcja - krok po kroku dla ucznia (w języku ucznia)

Instrukcja nr 1

Wykonywanie przykładowych reakcji chemicznych, którym towarzyszy emisja światła:

- załóż fartuch, rękawiczki oraz okulary ochronne,
- jeśli masz taką możliwość pamiętaj o fotograficznej dokumentacji swoich dalszych doświadczeń,
- odkręć główny zawór gazu (rączka powinna zostać przekręcona do pozycji równoległej do przewodu gazowego) - każdy ze stołów laboratoryjnych posiada swój własny zawór gazowy, znajduje się on przy ścianie (rura gazowa jest pomalowana na kolor żółty!),
- odkręć zawór gazu (rączka - żółty "motylek" - powinna zostać przekręcona do pozycji równoległej do przewodu gazowego) znajdujący się przy stole, tzn. przy rurze wychodzącej z blatu stołu, od której poprowadzony jest elastyczny gumowy wąż do palnika,
- ostrożnie zapal zapałkę i wprowadź jej płomień nieco powyżej (0,5 - 1 cm) końcówki kominka palnika oraz odkręć zawór znajdujący się bezpośrednio przy palniku; po chwili gaz ulegnie zapłonowi,
- jeśli zapałka zgaśnie, lub gaz nie zapali się zakręć zawór gazu przy palniku, zapal nową zapałkę i powtórz czynność,

- za pomocą pierścienia z otworkami znajdującego się w dolnej części kominka palnika reguluj dopływ powietrza potrzebnego do spalania gazu, obserwuj płomień palnika w zależności od dostępu powietrza, obserwacje zapisz w karcie pracy do zadania 1,
- następnie za pomocą tego pierścienia ustaw maksymalny dostęp powietrza do spalania,
- w szczypce uchwyc kawałek wełny stalowej i jej koniuszek wprowadź do płomienia, po zapaleniu się kilku "nitek" wełny możesz wyjąć ją z płomienia i obserwować dalszy przebieg reakcji, obserwacje zapisz w karcie pracy,
- weź w szczypce kawałek wióry magnezu i wprowadź ją w płomień palnika, pamiętając o tym, że płonącemu magnezowi towarzyszy oślepiający blask - nie należy patrzeć bezpośrednio w ten płomień, obserwacje zapisz w karcie pracy,
- trzymając rozpylacz z roztworem odpowiedniej soli, rozpyl badaną ciecz w płomień - zachowując bezpieczną odległość dyszy rozpylacza od płomienia ok. 5 - 10 cm, uważaj aby nie przyskać cieczą na innych i siebie oraz unikać wdychania uzyskanej mgły; obserwacje zapisz w karcie pracy,
- powtórz ten proces dla każdego z roztworów soli.
- po wykonaniu tego zadania zgaś płomień palnika zakręcając najpierw zawór gazu przy samym palniku, następnie przy stole, a na końcu jak wszyscy uczniowie pracujący przy jednym stole wykonają to zadanie należy zakręcić główny zawór gazu znajdujący się przy ścianie.
- zetrzyj stół laboratoryjny wokół swojego stanowiska pracy i umyj ręce.

Instrukcja nr 2

Luminescencja różnych substancji i gotowych preparatów pod lampą i diodą UV:

- załóż fartuch, rękawiczki oraz okulary ochronne,
- jeśli masz taką możliwość pamiętaj o fotograficznej dokumentacji swoich doświadczeń,
- od prowadzących zajęcia lub nauczyciela otrzymasz różne preparaty do obserwacji (m.in.: fluoryt, roztwór siarczanu chininy, roztwór fluoresceiny, proszek do prania),
- możesz również wykorzystać własne przedmioty, aby sprawdzić czy wykazują zjawisko luminescencji pod wpływem UV (np. legitymacja szkolna, bilet, długopis, banknoty, monety, ołówek, klucze itp.)
- weź do ręki lupę z diodą UV, włącz ją (obchodź się z nią ostrożnie i nie patrz bezpośrednio w świecąca diodę, ani nie świeć innym w oczy!),
- sprawdzaj po kolei posiadane substancje, próbki/przedmioty i obserwuj je pod lupą oraz lampą UV (uruchomioną wcześniej przez prowadzących),
- oceń czy produkty wykazują luminescencję, jeżeli tak, to określ jej intensywność i kolor, wpisz nazwę próbki oraz zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 2 w tabeli w odpowiednim miejscu,
- w razie potrzeby poproś o pomoc, skonsultuj,
- odłóż badane próbki we wskazane miejsce,
- wyłącz zasilanie diody UV przy lupie
- posprzątaj swoje stanowisko pracy.

Instrukcja nr 3

Pomiar zmian natężenia światła tzw. świetlika chemicznego za pomocą fotometru w czasie:

- załóż fartuch, rękawiczki oraz okulary ochronne,
- jeśli masz taką możliwość pamiętaj o fotograficznej dokumentacji swoich dalszych doświadczeń,
- aby zapoczątkować świecenie świetlika chemicznego należy zgiąć jego łaskę, aż do pęknięcia wewnętrznej ampułki szklanej, gdy to nastąpi należy mocno wstrząsnąć świetlikiem,
- świetlik umieść w przygotowanym pudełku,
- włącz fotometr (luksomierz) i umieść go we wskazane miejsce,
- uruchom stoper,
- co pewien czas (podany przez prowadzących) odczytaj „jednocześnie” wartość natężenia światła z fotometru i czas ze stopera (nie wyłączając go!),
- odczytane wartości wpisz po kolei do tabeli w Karcie pracy do zadania nr 3,
- liczbę potrzebnych pomiarów podadzą prowadzący zajęcia,

Instrukcja nr 4

Chemiluminescencja:

- załóż fartuch, rękawiczki oraz okulary ochronne,
- jeśli masz taką możliwość pamiętaj o fotograficznej dokumentacji swoich dalszych doświadczeń,
- przygotowanym roztworem luminolu ostrożnie spryskaj podany preparat (stosowany roztwór jest żrący, dlatego należy obchodzić się z nim ostrożnie i pracować tylko w stroju ochronnym – fartuch, rękawiczki i okulary)
- w ciemności obserwuj efekt tej reakcji,
- posprzątaj po wykonaniu tego doświadczenia.

Instrukcja nr 5

Obserwacja luminescencji pod wpływem UV preparatów biologicznych w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu:

- załóż fartuch, rękawiczki oraz okulary ochronne,
- jeśli masz taką możliwość pamiętaj o fotograficznej dokumentacji swoich doświadczeń,
- od prowadzących zajęcia lub nauczyciela otrzymasz różne preparaty biologiczne do obserwacji (m.in.: plasterki owoców, warzyw i grzybów),
- weź do ręki lupę z diodą UV, włącz ją (obchodź się z nią ostrożnie i nie patrz bezpośrednio w świecącą diodę, ani nie świeć innym w oczy!),
- sprawdzaj po kolei posiadane substancje, próbki/przedmioty i obserwuj je pod lupą oraz lampą UV (uruchomioną wcześniej przez prowadzących),
- oceń czy produkty wykazują luminescencję, jeżeli tak, to określ jej intensywność i kolor, wpisz nazwę próbki oraz zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 5 w tabeli w odpowiednim miejscu,
- w razie potrzeby poproś o pomoc,

- odłóż badane próbki we wskazane miejsce,
- od prowadzących zajęcia lub nauczyciela otrzymasz różne preparaty biologiczne zamrożone w ciekłym azocie do obserwacji (m.in.: plasterki owoców, warzyw i grzybów),
- weź do ręki lupę z diodą UV, włącz ją (obchodź się z nią ostrożnie i nie patrz bezpośrednio w świecąca diodę, ani nie świeć innym w oczy!),
- weź szczypce i ostrożnie sprawdzaj po kolei posiadane zamrożone substancje, próbki/przedmioty i obserwuj je pod lupą oraz lampą UV (uruchomioną wcześniej przez prowadzących), pamiętaj, że są bardzo zimne i nawet chwilowe przytrzymanie ich w dłoni może spowodować bolesne i trudno gojące się odmrożenia,
- oceń czy produkty wykazują luminescencję, jeżeli tak, to określ jej intensywność i kolor, wpisz nazwę próbki oraz zapisz wyniki w Karcie pracy do zadania 5 w tabeli w odpowiednim miejscu,
- w razie potrzeby poproś o pomoc, skonsultuj,
- odłóż badane próbki we wskazane miejsce,
- wyłącz zasilanie diody UV przy lupie,
- posprzątaj swoje stanowisko pracy.

Instrukcja nr 6

Opracowanie w arkuszu kalkulacyjnym Excel wyników badań dotyczących pomiarów zaniku luminescencji w czasie

- kliknij prawym przyciskiem myszy na ekranie monitora, pojawi się okno dialogowe, wybierz "Nowy", a następnie wybierz z listy: "Arkusz programu Microsoft Excel", wpisz swoją nazwę pliku i otwórz go,
- wpisz "w kolumnie A" po kolei wartości zmierzonego czasu wyrażone w sekundach (rosnąco), a "w kolumnie B" odpowiadające im wartości natężenia światła zmierzone fotometrem (luksomierzem) wyrażone w luksach, w kolejności od najwyższej do najniższej,
- zamarkuj obszar z wypełnionymi danymi,
- wybierz opcję "Wstaw", a następnie, w oknie "Wykresy" wybierz "XY (punktowy)",
- wybierz z paska górnego polecenie "Układ", następnie "Tytuł wykresu", a teraz zatytułuj wykres: „Wykres zaniku chemiluminescencji w czasie”,
- wybierz z paska górnego polecenie "Układ", następnie "Tytuł osi X", a teraz zatytułuj oś X, „Czas [s]”,
- wybierz z paska górnego polecenie "Układ", następnie "Tytuł osi Y", a teraz zatytułuj oś Y: „Natężenie światła [lx]”.
- zapisz plik,
- skopiuj "wykres 1" i wklej do pliku Microsoft PowerPoint,
- zamknij plik.

Instrukcja nr 7

Instrukcja wykonania prezentacji komputerowej w programie PowerPoint, zatytułowanej "Zjawisko świecenia związków chemicznych i biologicznych. Zmiana właściwości tych związków z niskiej temperaturze" podsumowującej zadania i obserwacje wykonane w ramach projektu.

- kliknij prawym przyciskiem myszy na ekranie monitora, pojawi się okno dialogowe, wybierz "Nowy", a następnie wybierz z listy: "Prezentacja programu Microsoft PowerPoint", wpisz swoją nazwę pliku i otwórz go,
- kliknij na następujący tekst: „kliknij, aby dodać pierwszy slajd”, pojawi się lista przykładowych układów slajdów, wybierz ten z dwoma komórkami na tytuł i autora prezentacji, na pierwszym slajdzie wpisz swój tytuł prezentacji oraz swoje imię i nazwisko,
- wstaw drugi slajd, wybierając z paska górnego "Wstaw", a następnie wybierz "Nowy slajd" lub kliknij "Ctrl + M" równocześnie, potem wybierz z listy odpowiedni układ slajdu, napisz na slajdzie kilka słów wstępu,
- wstaw kolejny slajd, postępując jak wcześniej, skopiuj zdjęcie z katalogu zdjęcia, który znajduje się na pulpicie, wklej go do slajdu za pomocą odpowiedniej opcji wklejania, zatytułuj odpowiednio slajd,
- czynność „wstaw slajd” powtarzaj tyle razy, ile potrzebujesz, do kolejnych slajdów możesz kopiować zdjęcia wykonane podczas zajęć laboratoryjnych lub inne, możesz w kolejnych slajdach pisać swój tekst (obserwacje, uwagi, wnioski), tworzyć wykresy lub tabele,
- wstaw kolejny slajd, postępując jak wcześniej, skopiuj "wykres 1" z pliku Microsoft Excela z zadania 6, wklej go do slajdu za pomocą odpowiedniej opcji wklejania, zatytułuj odpowiednio slajd,
- wstaw ostatni slajd, w którym powinny się znaleźć podziękowania za wysłuchanie prezentacji np. „Dziękuję za uwagę”.
- zapisz, a następnie zamknij plik,
- skopiuj plik ze swoją prezentacją na pamięć zewnętrzną,
- wyłącz wszystkie programy, na których pracowałeś i wyłącz komputer.

Karta pracy do zadania 1 - załącznik

Karta pracy do zadania 2 - załącznik

Karta pracy do zadania 3 - załącznik

Karta pracy do zadania 5 - załącznik

KARTA PRACY DO ZADANIA 1**Wykonywanie przykładowych reakcji chemicznych, którym towarzyszy emisja światła**

Zapal płomień palnika gazowego. Reguluj dostęp powietrza do spalania za pomocą pierścienia z otworkami u dołu kominka palnika i obserwuj zmiany emisji światła. Swoje obserwacje wpisz do tabeli. Używając szczypiec zapal w płomieniu palnika kawałek wełny stalowej i następnie magnezu (w tym przypadku nie patrz bezpośrednio na płonący metal!). Swoje obserwacje zamieść w tabeli.

Kolejno rozpylaj odpowiednie roztwory soli w płomień palnika. Do tabeli wpisz odpowiednie nazwy i swoje obserwacje.

Obserwacja/reakcja	Światło	
	wygląd	barwa
Płomień - odcięty dopływ powietrza		
Płomień - średni dopływ powietrza		
Płomień - duży odcięty dopływ powietrza		
Spalanie wełny stalowej		
Spalanie magnezu		

KARTA PRACY DO ZADANIA 2**Luminescencja różnych substancji i gotowych preparatów pod lampą i diodą UV**

Zbadaj luminescencję otrzymanych preparatów (oraz próbek własnych) pod lupą z diodą UV i lampą UV. Zapisz swoje obserwacje w tabeli umieszczonej poniżej. W pierwszej kolumnie wpisz nazwę badanego preparatu. W drugiej kolumnie, jeżeli obserwuje się silną luminescencję, wpisz „++”, jeżeli słabą luminescencję to „+”, a jeżeli jej nie zaobserwujesz to wpisz „-” (również w następnej kolumnie). W trzeciej kolumnie wpisz barwę światła obserwowanego.

Preparat	Luminescencja	
	występowanie	barwa

KARTA PRACY DO ZADANIA 3**Pomiar zmian natężenia światła tzw. świetlika chemicznego za pomocą fotometru
w czasie**

Co pewien czas (podany przez prowadzących) wykonuj pomiar natężenia światła świetlika chemicznego (dokładny opis wykonania doświadczenia znajduje się w Instrukcji nr 3). Odczytane wartości wpisz do tabeli, zostaną one wykorzystane do otrzymania wykresu w arkuszu kalkulacyjnym Microsoft Excel.

Czas [s]	Natężenie światła [lx]

Instrukcja nr 3

Pomiar zmian natężenia światła tzw. świetlika chemicznego za pomocą fotometru w czasie:

- załóż fartuch, rękawiczki oraz okulary ochronne,
- jeśli masz taką możliwość pamiętaj o fotograficznej dokumentacji swoich dalszych doświadczeń,
- aby zapoczątkować świecenie świetlika chemicznego należy zgiąć jego łaskę, aż do pęknięcia wewnętrznej ampułki szklanej, gdy to nastąpi należy mocno wstrząsnąć świetlikiem,
- świetlik umieść w przygotowanym pudełku,
- włącz fotometr (luksomierz) i umieścić go we wskazane miejsce,
- uruchom stoper,
- co pewien czas (podany przez prowadzących) odczytaj „jednocześnie” wartość natężenia światła z fotometru i czas ze stopera (nie wyłączając go!),
- odczytane wartości wpisz po kolei do tabeli w Karcie pracy do zadania nr 3,
- liczbę potrzebnych pomiarów podadzą prowadzący zajęcia,

KARTA PRACY DO ZADANIA 5**Obserwacja luminescencji pod wpływem UV preparatów biologicznych w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu**

Zbadaj luminescencję preparatów w temperaturze pokojowej. Użyj do tego lupy z diodą UV i lampy UV. W pierwszej kolumnie wpisz nazwę analizowanego preparatu. Zapisz swoje obserwacje w tabelce umieszczonej poniżej, odpowiednio w wierszach oznaczonych jako TP - temperatura pokojowa. W kolumnie 3, jeżeli obserwuje się silną luminescencję to wpisz „++”, jeżeli słabą luminescencję to „+”, a jeżeli nie obserwuje się jej wcale to wpisz „-” (w tym przypadku również w następnej kolumnie). W kolumnie „Kolor” wpisz barwę światła obserwowanego. Następnie powtórz swoje obserwacje stosując te same preparaty zamrożone przez prowadzącego w ciekłym azocie. Bądź ostrożny i chwytaj je za pomocą szczyplki lub pęsety, są bardzo zimne i mogą spowodować odmrożenia. Swoje obserwacje wpisz w wierszach oznaczonych symbolem TCN₂ - temperatura ciekłego azotu.

Preparat	Luminescencja	
	Występowanie	Kolor
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	
	TP	
	TCN ₂	