



Centrum Informacyjne
Lasów Państwowych

Adam Czyżewski, Katarzyna Kołacz,
Urszula Koss, Stanisław Łoboziak, Stefan Sitarek



ŚWIATŁO

LEŚNE OBSERWACJE I EKSPERYMENTY



**Centrum Informacyjne
Lasów Państwowych**

Adam Czyżewski, Katarzyna Kołacz,
Urszula Koss, Stanisław Łoboziak, Stefan Sitarek



ŚWIATŁO

LEŚNE OBSERWACJE I EKSPERYMENTY



**Centrum Informacyjne
Lasów Państwowych**

**Wydano na zlecenie
Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych**
Warszawa 2013

© Centrum Informacyjne Lasów Państwowych

ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3
02-362 Warszawa
tel. 22 822 49 31, faks 22 823 96 79
e-mail: cilp@cilp.lasy.gov.pl
www.lasy.gov.pl

Recenzja

Prof. dr hab. Zbigniew Jaroszewicz

Redakcja

Ewa Sulejczak

Korekta

Małgorzata Haze

Projekt graficzny

Agnieszka Kmieciak, Yappingdog
www.yappingdog.com.pl

Zdjęcia

Adam Czyżewski (A.C.), Grzegorz Gaczyński (G.G.),
Katarzyna Kołacz (K.K.), Stanisław Łoboziak (S.Ł.),
Tadeusz Łuszcz (T.Ł.), Artur Nowak (A.N.),
Stefan Sitarek (S.S.), Andrzej Szymański (A.S.),
Przemysław Szczepkowski (P.S.)

ISBN 978-83-61633-72-3

Skład i przygotowanie do druku

ANTER Poligrafia Andrzej Leśkiewicz
www.anter.waw.pl

Druk i oprawa

Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy
Lasów Państwowych w Bedoniu

SPIS TREŚCI

4 WPROWADZENIE

5 ŚWIATŁO

6 BADANIE WIDMA ŚWIATŁA

Eksperyment: Spektrometr z płyty CD
Eksperyment: Oświetlenie i barwy przedmiotów

9 SKŁADANIE KOLORÓW

Eksperyment: Od tęczy do bieli

11 ABSORPCJA ŚWIATŁA – SKĄD BIORĄ SIĘ KOLORY

12 ŚWIATŁO W ŚWIECIE ROŚLIN

Eksperyment: Wpływ barwy światła na rozwój roślin

14 DAŻYMY DO ŚWIATŁA

Eksperyment: Rośliny „idą” do światła

17 CHROMATOGRAFIA I ZIELEŃ

Eksperyment: Chromatografia liści

20 POZNAJEMY BARWNIKI

Eksperyment: Barwienie wielkanocnych jajek
Eksperyment: Kapuściane barwniki

24 KOLOR GLEBY

Eksperyment: Badanie odczynu gleby

29 KAMUFLAŻ

Eksperyment: Samodzielny kamuflaż

32 PROMIENIOWANIE PODCZERWONE

Eksperyment: Detekcja podczerwieni

33 NAGRZEWANIE SIĘ CIAŁ

Eksperyment: Absorpcja podczerwieni

35 PROMIENIOWANIE NADFIOLETOWE

Eksperyment: Detekcja nadfioletu

38 INTERFERENCJA I TĘCZOWE SKRZYDŁA

Eksperyment: Bańka mydlana
Eksperyment: Interferencja na cienkiej warstwie
Eksperyment: Interferencja na strukturze

45 O POLOWANIU PTAKÓW NA RYBY

Eksperyment: Załamanie światła

47 BŁĘKITNE NIEBO I CZERWONE SŁOŃCE

Eksperyment: Symulator rozpraszania światła

52 POLARYZACJA ŚWIATŁA

Eksperyment: Polaryzacja światła odbitego
Eksperyment: Polaryzacja światła rozproszonego

WPROWADZENIE

Szanowni Czytelnicy!

Oddajemy w Wasze ręce zeszyt, który wprowadzi Was, poprzez samodzielnie przeprowadzane obserwacje i eksperymenty, w zagadnienia związane ze środowiskiem przyrodniczym, głównie leśnym. Tematem przewodnim tego zeszytu jest światło. Wybór nie jest przypadkowy, ponieważ dzięki światłu dostrzegamy otaczające nas obiekty, rozpoznajemy ich kształty i kolory. Światło niesie więc wiele informacji. Rejestrujemy je za pomocą oczu i analizujemy w mózgu.

W naturze kolory przyciągają uwagę i zachwycają różnorodnością.

Zwierzętom i roślinom służą natomiast do osiągnięcia wielu celów. Rośliny dzięki swym barwom przyciągają owady, które je zapylają. U ptaków bardziej kolorowe samce mają większą szansę na zwrócenie uwagi partnerki.

Po kolorze piór i sierści można ocenić np. stan zdrowia i wiek zwierzęcia. Kolor i kształt pozwalają również na ukrycie się przed potencjalnym wrogiem (kamouflaż), z drugiej zaś strony bardzo jaskrawe kolory mogą oznajmiać: nie zjedz mnie – jestem trujący!

Czy obserwując barwy lasu, zastanawiamy się, co to jest światło, skąd się biorą i o czym mówią kolory roślin i zwierząt? Czy zwierzęta widzą otaczający je świat, tak jak ludzie?

Na takie i podobne pytania staramy się odpowiedzieć w tej publikacji. Wierzmy, że zrozumienie zjawisk zachodzących w środowisku przyrodniczym pozwoli na odkrycie piękna natury, jej tajemnic i wpływu na nasze życie.

Autorzy

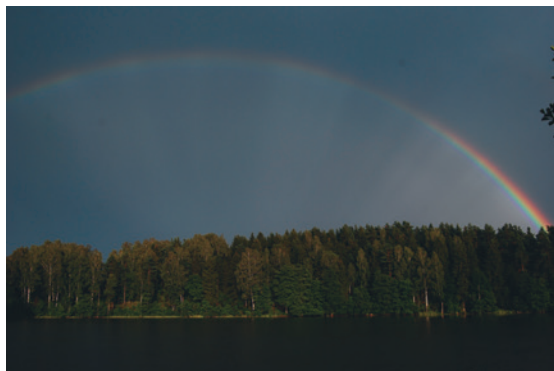


Temat ?

BADANIE WIDMA ŚWIATŁA

Najważniejszym źródłem światła na Ziemi jest Słońce. Około połowy energii jego promieniowania przypada na zakres widzialny, pozostała część – na promieniowanie niewidzialne dla oka ludzkiego: **nadfioletowe i podczerwień.**

Białe światło jest mieszaniną różnych barw. Efekt ten możemy zaobserwować po deszczu, oglądając na niebie kolorową tęczę. Powstaje ona w wyniku rozszczepienia światła na kropkach wody. Aby samodzielnie zbadać widmo światła, należy użyć przyrządu optycznego nazywanego **spektrometrem.**



Tęcza (A.S.)

Eksperyment →

Eksperyment: Spektrometr z płyty CD

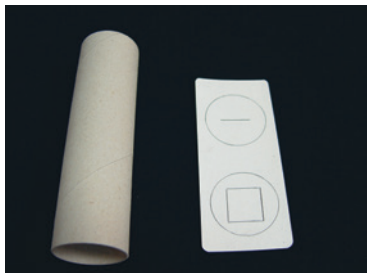
Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- papierowa tuba, np. po ręcznikach papierowych,
- płyta CD,
- tektura,
- nożyczki,
- taśma klejąca lub klej.

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Z tektury wytnij dwa kółka, które zamkną papierową tubę z dwóch stron.
- W jednym z kółek wytnij wąską szczelinę (wystarczy nacięcie nożem), przez którą będzie padać światło. W drugim wytnij okienko i wklej w nie przygotowany fragment płyty CD.



Papierowa tuba z odrysowanymi okienkami (A.C.)



Płyta CD ze zdartym nadrukiem (A.C.)



Gotowy spektrometr (A.C.)




Badanie widma światła za pomocą spektrometru (A.C.)

Do wykonania eksperymentu nie nadają się czyste płyty służące do nagrywania danych – najlepsze są płyty rozdawane jako reklamówki.

- Naklej taśmę klejącą na zadrukowaną stronę płyty, a następnie zedrzyj ją razem z oryginalnym nadrukiem (czasami trzeba użyć noża).
- Z przezroczystej części płyty (nie wolno dotykać jej palcami) wytnij fragment o wymiarach nieco większych od wymiarów okienka.
- Wklej fragment płyty w okienko.
- Kółko z wyciętą szczeliną oraz z płytą CD przyklej do końca tuby. Na drugim końcu przymocuj kółko ze szczeliną.
- Szczelinę skieruj na badane źródło światła (Słońce, świecę, żarówkę, jarzeniówkę itp.), a widmo obserwuj przez okienko z płyty CD.
- Porównaj widmo światła słonecznego z widmem żarówki energooszczędnej i jarzeniówki.



Z czego to wynika? 


Z czego to wynika?

Widmo światła słonecznego jest widmem ciągłym. W wypadku żarówki energooszczędnej lub jarzeniówki widzimy natomiast jedynie kilka kolorowych linii (zmieszane dają wrażenie światła białego).

Wynik 

Wynik eksperymentu

- Widmo światła słonecznego jest bogatsze w kolory niż widmo światła ze sztucznych źródeł.
- Widziane przez nas białe światło jarzeniówki to efekt zmieszania światła o różnych barwach.

Czy wiesz, że... 

Czy wiesz, że...

- Każda z barw światła ma inną, charakterystyczną długość fali.
- Światło niebieskie ma krótszą falę niż światło czerwone.
- Każde źródło światła charakteryzuje się własnym, niepowtarzalnym widmem.

Eksperyment 

Eksperyment: Oświetlenie i barwy przedmiotów

Kartka jest biała, gdyż odbija wszystkie barwy. Co się jednak stanie, kiedy taką kartkę oświetlimy światłem o innym kolorze?

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- biała kartka papieru, kolorowe folie,
- lampka lub latarka.

Wykonanie 

Wykonanie eksperymentu

Oświetl białą kartkę kolorowym światłem (przepuszczonym kolejno przez różne folie). Obserwuj kolor kartki.



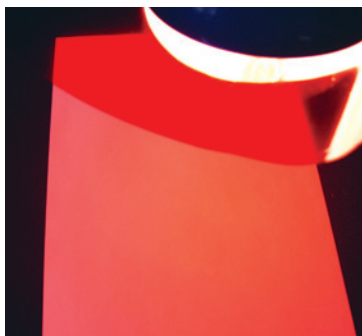
Uwaga!

Kolory obserwowanych przedmiotów zależą od widma światła, którym są oświetlane. Jeśli jednak w widmie oświetlacza nie ma np. koloru zielonego, wówczas zielony liść widzimy jako czarny.

Wynik 

Wynik eksperymentu

Biała kartka „przyjmuje” barwę oświetlacza. Wynika to z odbijania przez liście głównie zieleni, a tym samym „oświetlenia” otoczenia liści taką barwą. W lesie liściastym kolory wielu przedmiotów wydają się bardziej zielone, niż są w rzeczywistości.



Białe kartki oświetlone światłem niebieskim (z lewej) i czerwonym (z prawej) (A.C.)

SKŁADANIE KOLORÓW

Skoro możemy ze światła białego uzyskać całą gamę kolorów, to czy możliwy jest proces odwrotny? Czy mieszając różne barwy, możemy uzyskać światło białe?



Temat

Eksperyment: Od tęczy do bieli

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- krążek wycięty z papieru lub tektury,
- kredki lub farby,
- bączek.



Eksperyment

Wykonanie eksperymentu

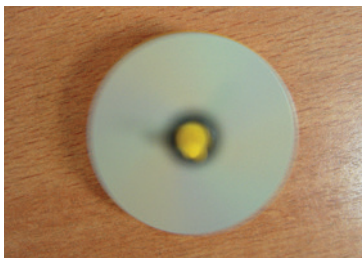
- Pokoloruj wycięty krążek różnobarwnymi kredkami lub farbami.
- Umieść krążek na bączku.
- Wpraw bączek w ruch wirowy.



Wykonanie



Przykładowy kolorowy bączek (A.C.)



Rozkręcony bączek (A.C.)



Wynik 😊

Wynik eksperymentu

Po rozkręceniu kółka nie widzimy kolorowych pasków, lecz jeden, inny kolor.

Z czego to wynika? ❓

Z czego to wynika?

Wszystkie barwy na rozkręconym kółku „zlewają” się w naszym oku i powstaje kolor „wypadkowy”. Jeżeli odpowiednio dobierzemy kredki, to uzyskamy wrażenie koloru białego. Łącząc np. niebieski i żółty, uzyskamy zielen (podobny efekt osiągamy, mieszając farby).

Czy wiesz, że... ❓

Czy wiesz, że...

- Kolor biały możemy otrzymać, mieszając jedynie trzy podstawowe barwy: czerwoną, zieloną i niebieską (RGB – z ang. *red*, *green*, *blue*). Na takiej właśnie zasadzie działają np. monitory komputerowe lub telewizory. Dzięki regulacji natężenia tych trzech barw uzyskujemy obraz w dowolnym kolorze.
W czasie robienia zdjęć aparatem cyfrowym obraz rejestrowany jest po przepuszczeniu światła przez trzy filtry (RGB), każdy na jednej światłoczułej matrycy.
- Niektóre zwierzęta nie widzą np. czerwieni – ich otoczenie wygląda tak, jak wyglądałoby nasze, gdybyśmy patrzyli na nie przez folię przepuszczającą jedynie światło zielone i niebieskie. Jeszcze inne zwierzęta, np. jeże, w ogóle nie rozpoznają kolorów i postrzegają swoje otoczenie w odcieniach szarości.
- Obejrzyj przez szkło powiększające ekran telewizora – im większą ma on przekątną, tym lepiej widoczne są na nim piksele emitujące światło. Zauważ, że każdy z nich składa się z trzech małych źródeł światła (R, G i B). Podobnie działa ludzkie oko, w którym znajdują się receptory trzech podstawowych barw. Dzięki temu widzimy kolorowy świat.



Świat w odcieniach szarości (A.C.)



Temat

ABSORPCJA ŚWIATŁA – SKĄD BIORĄ SIĘ KOLORY

Na kolor obiektu, oprócz widma oświetlacza, ma wpływ **selektywna absorpcja światła**, czyli pochłanianie niektórych barw. Kiedy widzimy zielony kolor liści czy mchu, oznacza to, że z widma światła białego do obserwatora odbijane jest jedynie światło zielone, a pozostałe barwy są absorbowane.

Aby uzyskać kolor żółty, konieczna jest absorpcja światła czerwonego – do obserwatora odbijane są wówczas barwy niebieska i zielona.

Widmo światła odbitego możemy zbadać za pomocą wcześniej wykonanego spektrometru (s. 6).



Kolorowe liście i kwiaty (A.C.)

Z czego to wynika?



Z czego to wynika?

- Każdy pierwiastek i związek chemiczny absorbuje (bądź emituje) określoną długość fal. Zjawisko to nazywa się **selektywną absorpcją**. Ludzie wykorzystują ją do rozpoznawania nieznanymi substancji oraz do oznaczania ich koncentracji. Wyniki takich badań są wykorzystywane do oceny stanu zdrowotnego lasów oraz stopnia zanieczyszczenia powietrza i wody. Dzięki takim badaniom można podejmować odpowiednie środki zaradcze w celu ochrony lasów, powietrza i wody.
- Badania wykorzystujące selektywną absorpcję prowadzi się w laboratoriach, a także umieszczając w samolotach urządzenia analizujące jednocześnie duże powierzchnie leśne.



Temat ?

ŚWIATŁO W ŚWIECIE ROŚLIN

Światło słoneczne jest źródłem energii napędzającej życie na naszej planecie. Jedynymi organizmami, które wykorzystują i magazynują te ogromne ilości energii docierające do Ziemi, są znane nam wszystkim rośliny i nieliczne inne organizmy. Pod wpływem światła słonecznego zachodzi reakcja chemiczna, w której z wody i dwutlenku węgla powstają węglowodany (źródło energii potrzebnej roślinom do życia) i tlen (niezbędny do procesu oddychania). Proces ten to **fotosynteza**. Jest on możliwy dzięki istnieniu zielonego barwnika roślin – chlorofilu, który ma zdolność „wychwytywania” światła.

Można się więc pokusić o stwierdzenie, że to światło rządzi światem roślin. Oczywiście chodzi głównie o światło słoneczne, ale rośliny są wrażliwe również na światło gwiazd i Księżyca. Nie mają też trudności z rozpoznaniem, czy jest piękna, słoneczna pogoda, czy zimny i pochmurny dzień. Doskonale radzą sobie z rozróżnianiem pór roku, dzięki czemu wiedzą, kiedy zakwitnąć, a kiedy zacząć powoli przygotowywać się do zimy. Potrafią też rozpoznać, czy rosną w gęstym, ciemnym lesie, czy na otwartej polanie. Nieustannie walczą o dostęp do światła, a od tego, czy wygrają tę walkę, zależy ich przetrwanie.

W lesie największą trudność z dostępem do światła mają rośliny runa leśnego i podszytu, czyli dolnych warstw lasu. Rosną one bowiem pod okapami z liści lub igieł wysokich drzew, które skutecznie „wychwytyją” najcenniejsze barwy z widma światła słonecznego, zwłaszcza czerwień, służącą im do przeprowadzenia fotosyntezy. Rośliny rosnące blisko ziemi muszą niestety zadowolić się „resztkami” światła (choć nam się wydaje, że jest tam całkiem jasno). Ma to duży wpływ na ich rozwój.

Zastanawialiście się nad tym, czy jeśli rośliny oświetlilibyśmy np. tylko niebieską latarką, to rosłyby równie dobrze jak w pełnym słońcu? Dlaczego rośliny rosnące w cieniu mają inny odcień niż te rosnące w słońcu? Wykonując opisane poniżej doświadczenie, rozwiejesz swoje wątpliwości.

Eksperyment →

Eksperyment: Wpływ barwy światła na rozwój roślin

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- żołędzie lub kasztany (można je zastąpić nasionami grochu lub fasoli),
- dwie małe donice z ziemią,
- dwie duże, dwulitrowe plastikowe butelki,
- zielona folia, zszywacz.



Materiały do wykonania eksperymentu (S.Ł.)



Butelki plastikowe w doniczkach (S.Ł.)



Jedną butelkę oklejono zieloną folią (S.Ł.)

Wykonanie eksperymentu

- Nasiona zalej letnią wodą na 12 godzin, aby przyspieszyć ich kiełkowanie.
- Z butelek odetnij górną część tak, aby móc nimi nakryć kiełkujące nasiona.
- Jedną z butelek oklej dokładnie zieloną folią filtrującą.
- Przygotowane donice postaw na dobrze oświetlonym parapecie.
- Obserwację rozpocznij po pojawieniu się pierwszych liści.

⬅ Wykonanie

Uwaga!

Należy pamiętać, aby:

- w uciętych butelkach wyciąć nożykiem do papieru kilka otworów, przez które będzie możliwa wymiana powietrza;
- nie narażać roślin na bezpośrednie działanie promieni słonecznych.



Wynik eksperymentu

Liście dębu (kasztanowca, fasoli) rosące pod butelką z zielonym filtrem są znacznie mniejsze i słabiej wybarwione od tych rosnących pod butelką bez filtra.

😊 Wynik



Z czego to wynika?

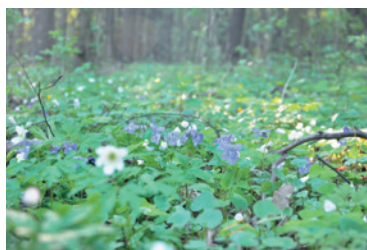
Z czego to wynika?

Zielona folia działa bardzo podobnie jak okap liści wysokich drzew, czyli odfiltrowuje światło czerwone niezbędne do prawidłowego wzrostu roślin.

Czy wiesz, że...

Czy wiesz, że...

Część roślin rosnących w naszej strefie klimatycznej w lasach liściastych kwitnie wczesną wiosną, zanim na drzewach pojawią się pierwsze liście, hamujące dostęp światła do dolnych warstw lasu. Do tych gatunków należą zawilec gajowy i zawilec żółty, kokorycz pusta, złoc żółta.



Pierwsze barwne kwiaty w wiosennym lesie grądowym (S.Ł.)

Temat

DAŻYMY DO ŚWIATŁA

Rośliny za wszelką cenę starają się znaleźć drogę do światła. Są one zdolne do jego aktywnego poszukiwania, czyli kierowania rosnących pędów i liści w stronę światła. Jest to **fototropizm dodatni**. Można go zaobserwować u roślin domowych rosnących w kierunku, z którego pada na nie światło (najczęściej w stronę okna). Po przekręceniu doniczki taka roślina „odegnie się”, aby ponownie się ustawić w stronę światła.



Eksperyment: Rośliny „idą” do światła



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- kilka żołądzi lub kasztanów (można je zastąpić nasionami szczypiorku),
- doniczka z ziemią, w której będziemy hodować rośliny,
- tekturowe pudełko z wyciętym małym otworem o średnicy około 5 cm.



Materiały do wykonania eksperymentu (S.Ł.)

Wykonanie eksperymentu



- Mocz nasiona przez 12 godzin w letniej wodzie, aby przyspieszyć kiełkowanie.
- Wysiej nasiona do donicy i regularnie podlewaj.
- Postaw doniczkę na jasnym parapecie.
- Doniczkę nakryj szczelnie tekturowym pudełkiem z wyciętym otworem. Rozpocznij obserwacje.




Pudełko z wyciętym otworem (widok z boku i z góry) (S.Ł.)

Wynik eksperymentu



Liście lub pędy roślin pozbawionych dostępu światła (etiolowanych) mają bladożółty kolor.




Z czego to wynika? 

Z czego to wynika?

W roślinach rosnących bez światła jasny kolor wynika z braku zielonego barwnika roślin: chlorofilu. Powstaje on pod wpływem światła, dlatego liście, którym udało się wydostać przez otwór w pudełku, są zielone. Ponadto dzięki fototropizmowi dodatniemu po pewnym czasie pędy rośliny wydostają się z zaciemnionego pudełka przez mały otwór, przez który wpada światło, niezależnie od tego, gdzie on się znajduje.



Wyhodowane rośliny (S.Ł.)

Czy wiesz, że... 

Czy wiesz, że...

- Niektóre rośliny, np. cykorię, hoduje się w pomieszczeniach celowo zaciemnionych – stąd ich bladeżółty kolor.
- Skutki dążenia roślin do światła można zaobserwować, porównując drzewa rosnące w dużej grupie w lesie z pojedynczym, samotnym drzewem na otwartej przestrzeni. Te, które rosną w lesie, są bardzo wysokie, bo kierują się do światła, natomiast rosnące samotnie są niskie i mają szerokie korony.



Drzewo rosnące samotnie (A.C.)



Drzewa rosnące w lesie (A.C.)



CHROMATOGRAFIA I ZIELEŃ

Poza zielonym chlorofilem – a właściwie zielonymi chlorofilami – w liściach znajdują się też inne substancje nadające roślinom charakterystyczne, indywidualne zabarwienie: czerwono-fioletowe antocyjany i żółtopomarańczowe karotenoidy (karoteny i ksantofile). Kiedy patrzymy na liście, nie jesteśmy jednak w stanie dostrzec tych wszystkich barwników gołym okiem. Na szczęście istnieją metody, dzięki którym można rozdzielić składniki mieszanin, w tym barwniki zawarte w roślinach. Jedną z nich jest chromatografia.



Temat

Eksperyment: Chromatografia liści

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- liście dowolnego drzewa lub krzewu (zimą można użyć natki pietruszki),
- bibuła lub papierowy filtr do kawy – pasek o wymiarach około 3 cm × 7 cm,
- szklanka, łyżka i spodek,
- zmywacz do paznokci (z acetonem),
- kilka kropli spirytusu.



Eksperyment



Liście (1) (A.C.) i natka pietruszki (2) (P.S.)

Wykonanie eksperymentu

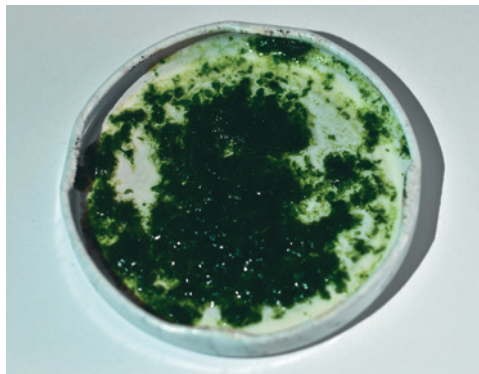
- Liście drobno posiekaj i rozetrzyj łyżką na spodku lub w moździerzu.
- Do rozartych liści dodaj kilka kropli spirytusu i ponownie rozetrzyj.
- Na kawałku bibuły umieść kroplę soku z rozartych liści (na zdjęciu); poczekaj, aż bibuła wyschnie i ponownie nanieś kroplę w to samo miejsce.
- Do szklanki wlej zmywacz do paznokci do wysokości około 2 mm.



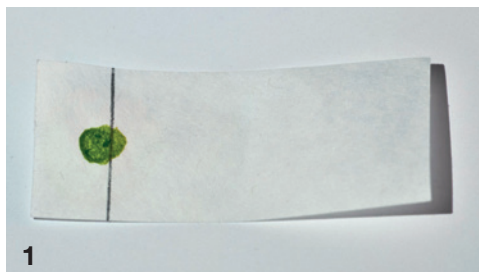
Wykonanie



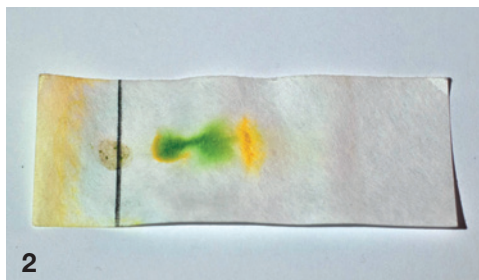
- W szklance umieść pionowo suchy pasek bibuły (na zdjęciu) i pozostaw go na około 5 minut (pasek bibuły musi się nasączyć zmywaczem do paznokci do wysokości około 1 cm poniżej górnej krawędzi).
- Wyjmij i osusz bibułę.



Roztarte liście z dodatkiem zmywacza do paznokci (P.S.)



1



2



3

Pasek bibuły z naniesioną kroplą soku z liści – przed chromatografią (1), podczas chromatografii (2), po chromatografii (3) (P.S.)



Wynik eksperymentu

Na pasku widać kolorowe plamki.



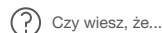
Z czego to wynika?

Kolorowe plamki to rozdzielone barwniki liści. Żółta plamka to ksantofile, żółtopomarańczowa – karoteny, a zielona – chlorofile (różne odcienie zielonego odpowiadają różnym rodzajom chlorofilu). Rozdzielenie barwników liści jest możliwe dzięki chromatografii bibułowej – różne związki chemiczne przemieszczają się po zwilżonym, chłonnym papierze z różną prędkością. To tak, jakby zaproponować grupie osób przebiegnięcie jednego kilometra. Część osób – z dobrą kondycją – dobiegnie bardzo szybko. Pozostali – ze słabą kondycją – pojawiają się na mecie dużo później. Podobnie dzieje się z barwnikami. Bardzo ważnym elementem jest wybranie odpowiedniej cieczy, którą nasycy się bibuła (w naszym doświadczeniu był to zmywacz do paznokci). W niektórych cieczach prędkość wędrówki związków z jednego końca bibuły na drugi może bowiem być bardzo podobna – wtedy trudno o rozdzielenie barwników.



Czy wiesz, że...

Jesienią liście w większości tracą zielony kolor i przybierają złote barwy. Wiosną i latem w liściach jest dużo więcej chlorofilu niż pozostałych barwników, dlatego żółte ksantofile i czerwone antocyjany nie mają wtedy większego wpływu na barwę liści. Z kolei jesienią czerwone, żółte i brązowe pigmenty przeważają nad zielonymi. Później liście opadają, a od wiosny cały barwny cykl rozpoczyna się na nowo.



Jesienne barwy liści (P.S.)



Temat

POZNAJEMY BARWNIKI

Otoczający nas kolorowy świat jest związany z barwnikami – występują one w kosmetykach, jedzeniu, ubraniach. Część z nich pozyskuje się ze zwierząt i roślin, a część wytwarza w laboratoriach. Barwniki naturalne produkują się z substancji roślinnych zawartych w liściach, kwiatach, korzeniach i owocach oraz z tkanek mięśniowych i krwi zwierząt. Pierwszymi barwnikami spożywczymi, które wyodrębniono z roślin, były zielony chlorofil z liści i pomarańczowy ekstrakt z marchewki.



Eksperyment

Eksperyment: Barwienie wielkanocnych jajek

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- zewnętrzne łupiny z trzech cebul,
- jajka (najlepiej białe),
- garnek.



Wykonanie

Wykonanie eksperymentu

- Łupiny cebul włóż do garnka i zalej wrzątkiem, a następnie gotuj przez około 10 minut.
- Do zabarwionej wody włóż jajka i gotuj je przez kilka minut (im dłużej będą w wodzie z barwnikiem, tym ich kolor będzie bardziej intensywny).



Jajka i cebule potrzebne do wykonania eksperymentu (P.S.)



Jajka przed barwieniem (P.S.)



Jajka po barwieniu wywarem z łupin cebuli (P.S.)



Uwaga!

Warto poeksperymentować z czasem gotowania jajek w zabarwionej wodzie i z zastosowaniem łupin czerwonej cebuli. Otrzymamy skorupki zabarwione w szerokiej gamie kolorystycznej – od żółci do ciemnego brązu. Barwić możesz do woli. Metoda ta jest ekologiczna, efektowna, tania i trwałą.

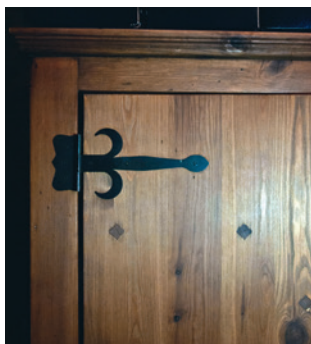


Czy wiesz, że...

- W przemyśle spożywczym stosuje się setki barwników, a każdemu z nich jest przypisany inny symbol. Na przykład do barwienia jogurtów z dodatkiem czerwonych owoców stosuje się głównie dwa barwniki: E162 (betanina, czerwień buraczana) – barwnik otrzymywany z buraków ćwikłowych – oraz E120 (koszenila, kwas karminowy) – barwnik pozyskiwany z suszonych i zmielonych owadów zwanych czerwcami kaktusowymi. Warto znać nazwy i symbole barwników lub konserwantów i zwracać uwagę na skład produktów spożywczych, które kupujemy.
- W sztuce również wykorzystuje się barwniki roślinne. Czym jeszcze można zdobić przedmioty? A może... drewnem? Istnieje technika zwana intarsją, która polega na tworzeniu różnych wzorów przez wykładanie drewnianych powierzchni, np. mebli, różnymi gatunkami drewna. Dodatkowo mogą być one podpalane, barwione lub bejcowane. Najstarszym zachowanym przedmiotem zdobionym techniką intarsji jest sarkofag z cedru z około 2000 r. p.n.e.
- Od niektórych gatunków drewna wywodzą się nazwy kolorów, np. wenge – szarobrązowy, hebanowy – głęboki czarny, mahoniowy – czerwono-brązowy.



Czy wiesz, że...



Szafa zdobiona techniką intarsji (P.S.) Zdobienie intarsją (A.C.)



Eksperyment →

Eksperyment: Kapuściane barwniki

Wyjątkowym barwnikiem naturalnym jest sok z czerwonej kapusty, zawierający barwnik E163 – antocyjany. Jest on przedstawicielem jednej z grup barwników roślinnych zwanych flawonoidami. Znajdują się we wszystkich częściach rośliny, przede wszystkim w kwiatach, owocach i nasionach. To one w głównej mierze decydują o barwie tkanek roślinnych. Antocyjany mogą przyjmować różne kolory, począwszy od niebieskiego, poprzez fioletowy i purpurowy, a na czarnym skończywszy. Substancjami zawartymi w czerwonej kapuście można barwić przedmioty na wiele kolorów. Ponadto ta metoda jest tania i bezpieczna. O soku z czerwonej kapusty mówi się, że jest świetnym domowym wskaźnikiem chemicznym, czyli związkem, którego właściwości (głównie kolor) zmieniają się w zależności od pH środowiska.

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- kilka drobno posiekanych liści czerwonej kapusty,
- garnek,
- woda,
- soda oczyszczona,
- sok z cytryny (może być ocet lub kwasek cytrynowy),
- cztery szklanki,
- waciki lub inny materiał do barwienia,
- pędzelek lub łyżka.

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Posiekane liście czerwonej kapusty zalej na kilka minut wrzątkiem.
- Fioletowy roztwór oddziel od liści (to on będzie wykorzystany w dalszej części doświadczenia jako wskaźnik chemiczny).



Czerwona kapusta (P.S.)



- Do czterech szklanek nalej taką samą ilość soku z kapusty, a następnie dolej taką ilość wody, by ciecz nie utraciła wyraźnej fioletowej barwy.
- Do pierwszej szklanki dodaj odrobinę soku z cytryny (lub kwasu cytrynowego bądź octu), do drugiej – łyżeczkę sody oczyszczonej, do trzeciej – łyżeczkę proszku do prania.
- Na wacik, gazę lub inną tkaninę nanieś za pomocą pędzelka lub łyżki wybrane barwniki (można je również łączyć).



Sok z kapusty z dodatkiem: soku z cytryny (kolor różowy), wody (fioletowy), sody oczyszczonej (zielononiebieski), proszku do prania (zielony) (P.S.)



Waciki barwione sokiem z kapusty (P.S.)

Wynik eksperymentu

Ciecz z sokiem z cytryny zabarwiła się na czerwono, ta z sokiem z sodą – na ciemnozielono, a z proszkiem do prania – na jasnozielono. Wszystkie cieczy barwią tkaniny.



Wynik

Z czego to wynika?

Liście czerwonej kapusty swój kolor zawdzięczają głównie antocyjanom. Kolor antocyjanów zmienia się w zależności od pH, są one więc naturalnymi wskaźnikami chemicznymi, zmieniającymi swoją barwę w zależności od tego, czy dany roztwór jest kwasowy, czy zasadowy. Antocyjany z czerwonej kapusty wykazują dużą odporność na zmiany pH, dlatego są często wykorzystywane jako naturalne barwniki spożywcze.



Z czego to wynika?

Czy wiesz, że...

- Antocyjany mają ogromne znaczenie dla naszego zdrowia. Spożywanie pokarmów bogatych w antocyjany wpływa pozytywnie



Czy wiesz, że...



na układ sercowo-naczyniowy, poprawia ostrość widzenia, pozytywnie wpływa na układ nerwowy, wspomaga terapię antynowotworową oraz opóźnia procesy starzenia. Ze względu na pozytywne działanie na nasz organizm antocyjany coraz częściej stają się składnikami tzw. żywności funkcjonalnej i wielu suplementów diety.

- Niezapominajka błotna i hortensja ogrodowa to rośliny, które zmieniają kolor swoich kwiatów w zależności od odczynu gleby, na której rosną, są więc „żywymi wskaźnikami chemicznymi”.
- Naturalnymi wskaźnikami chemicznymi, z którymi możesz poeksperymentować, są soki z jagód, czarnych porzeczek i buraków, a także herbata.

Temat ?

KOLOR GLEBY

Naturalnym środowiskiem życia roślin jest gleba. To od jej właściwości (odczynu, zawartości substancji pokarmowych, wilgotności) oraz od klimatu zależy, jakie rośliny występują na danym obszarze.

Do ubogich gleb należą gleby **bielicowe**, występujące głównie na terenach o podłożu piaszczystym. Wraz z typowymi biellicami zajmują one około 25% powierzchni Polski. Charakteryzują się kwasowym odczynem i niewielką zawartością próchnicy. Poniżej ciemnego poziomu próchniczego wyróżnia się w nich poziom o jasnej barwie, od którego wywodzi się nazwa gleb. Taki poziom powstaje, ponieważ odczyn kwasowy i przepuszczalność gleb bielicowych sprzyjają wypłukiwaniu z nich substancji pokarmowych i przemieszczaniu ich w głąb gleby. Gleby bielicowe są najczęściej siedliskiem borów sosnowych.

Bory sosnowe są tworzone głównie przez sosnę zwyczajną. Warstwa podszytu jest uboga. Rosną w niej młode brzozy i jałowce pospolite. W runie występują borówka czarna i wrzos pospolity, a w bardziej suchych miejscach spotyka się liczne mchy i porosty. Znacznie bardziej zasobne w składniki pokarmowe są gleby **brunatne**. Wraz z podobnymi do nich innymi glebami zajmują blisko połowę powierzchni Polski. Charakteryzują się dobrze rozwiniętym poziomem próchnicznym i brunatną barwą pochodzącą od związków żelaza. Odczyn tych gleb jest różny – słabo kwasowy lub obojętny. W dawnych czasach na glebach brunatnych rosły głównie grądy

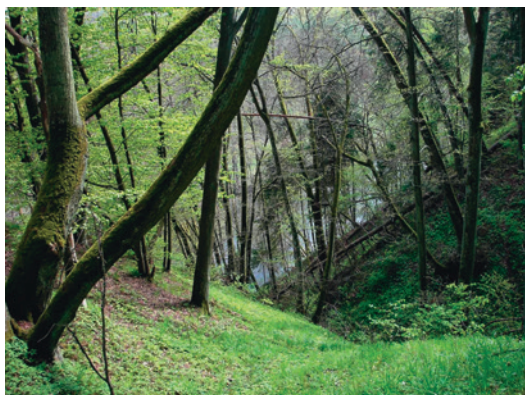


– lasy liściaste tworzone przede wszystkim przez grab pospolity, lipę drobnolistną i dąb szypułkowy. Grądy to drzewostany bardzo cieniste z dobrze rozwiniętą warstwą podszytu i bogatym runem. Ze względu na korzystne dla rolnictwa właściwości gleb brunatnych rosnące na nich lasy zazwyczaj wycinano w celu uzyskania miejsca pod uprawy.

Rędziny są to gleby uznawane za płytkie w porównaniu z glebami brunatnymi. Powstają w wyniku wietrzenia skał węglanowych i gipsowych, dlatego często mają odczyn lekko zasadowy. Są zasobne w próchnicę, trudne jednak w uprawie. Nazwa pochodzi od charakterystycznej cechy tych gleb – często zawierają fragmenty skał, z których się wytworzyły, i podczas orki wydają charakterystyczny dźwięk, „rzędzą” (mówią, gwarzą). W naszych warunkach klimatycznych występują pod lasami liściastymi – grądami na nizinach oraz bukowo-jodłowymi na wyżynach i w górach.



Bór sosnowy (S.Ł.)



Las bukowo-
-jodłowy (S.Ł.)



Gleba bielkowa (A.C.)



Gleba brunatna (S.L.)



Eksperyment: Badanie odczynu gleby



Niektóre typy lasu rosną tylko na pewnych glebach. Przeprowadzając doświadczenie, można się dowiedzieć, dlaczego taka zależność występuje.

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- kilka typów ziemi, np. do kaktusów i roślin kwitnących, torfu,
- płyn Helliga wraz ze skalą (dołączaną do płynu dostępnego w sklepie ogrodniczym),
- trzy przezroczyste plastikowe kubeczki.



Próbki gleby do doświadczenia (S.Ł.)

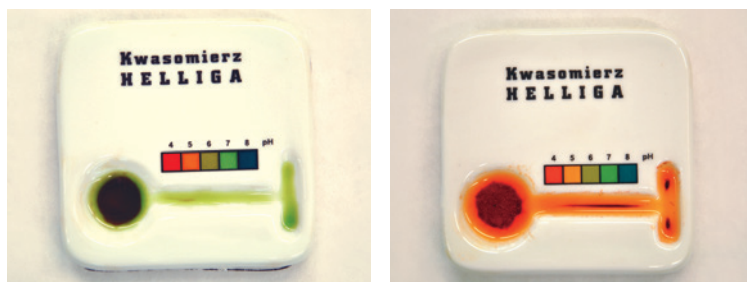
Wykonanie eksperymentu



- Niewielką ilość każdej gleby przenieś do osobnego kubka.
- Do każdego kubka dodaj nieco płynu Helliga (wg instrukcji).
- Odczekaj kilka sekund i obserwuj zmianę zabarwienia.
- Porównaj zabarwienie gleby ze skalą i określ pH badanej gleby.



Kwasomierz
Helliga
(S.Ł.)



Badanie odczynu kwasomierzem Helliga: odczyn obojętny (z lewej) i kwaśny (z prawej) (S.Ł.)

Wynik 😊

Wynik eksperymentu

Różne gleby wybarwiają się pod wpływem płynu Helliga na różne kolory. Porównanie tych kolorów ze skalą pokazuje, że mają różny odczyn.

Z czego to wynika? ❓

Z czego to wynika?

Każda gleba ma pewien odczyn, który może być określony w skali pH. Im niższa wartość pH, tym bardziej kwasowy jest odczyn gleby, co się objawia żółtym albo czerwonym zabarwieniem. Odczyn obojętny to kolor zielony (pH = 7). Przy wyższych wartościach pH płyn Helliga zabarwia się na niebiesko.

Czy wiesz, że... ❓

Czy wiesz, że...

- Zakwaszenie gleby jest czynnikiem ograniczającym występowanie na niej pewnych roślin, co wynika m.in. z małej dostępności niezbędnych do ich życia składników pokarmowych. Wiele roślin toleruje gleby o odczynie kwasowym (sosna zwyczajna, borówka czarna, wrzos zwyczajny), inne – gleby zasadowe (buk pospolity, lipa drobnolistna). Niektóre rosną na obu typach gleb. Rośliny zawierające antocyjany i znoszące szersze spektrum pH mogą mieć przez to różny kolor kwiatów w zależności od kwasowości gleby, na której rosną (np. hortensja ogrodowa).
- Planując siew, powinno się przeprowadzić wcześniej badania odczynu gleby w celu prawidłowego doboru roślin do panujących na danym terenie warunków. Warunki glebowe możemy też w przybliżeniu określić na podstawie obserwacji roślinności występującej na danym terenie.



KAMUFLAŻ



Temat

Z kolorami w lesie związany jest również kamuflaż zwierząt. Polega on na dostosowaniu wyglądu zwierzęcia do otoczenia. Dobór odpowiedniego umaszczenia czy kształtu pozwala na ukrycie się przed drapieżnikami.

Kamuflaż można porównać do iluzji optycznej, która sprawia, że oczy drapieżnika nie potrafią rozpoznać ofiary. Zwierzęta stosują kolor, fakturę lub wzór, aby się upodobnić do otoczenia. W zależności od pogody i pory dnia zmieniają również natężenie ubarwienia swojego ciała, by np. bardziej przypominać liście lub gałęzie. Przykładami są pająk liściak i motyl listkowiec cytrynek, które swe nazwy zawdzięczają właśnie wyglądowi przypominającemu liść.

Pająk kwietnik potrafi zmieniać swoje ubarwienie, od białego, przez żółty, aż po brązowy. Swój kolor dopasowuje do miejsca, w którym przebywa, a także do rodzaju owadów, na które zamierza polować. Podobnie zachowuje się rzekotka drzewna – najczęściej jest zielona, ale jej ubarwienie może też być szare, brązowe lub żółtawe.

Eksperyment: Samodzielny kamuflaż



Eksperyment

Przypomnij sobie wygląd kilku zwierząt i zastanów się, jakie cechy ich wyglądu nawiązują do środowiska, w którym mieszkają.



Listkowiec cytrynek (A.C.)



Rzekotka drzewna (T.Ł.)

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- zdjęcie sowy i motyla,
- kartka papieru,
- ołówek, kredki,
- nożyczki,
- kawałek kory lub jej zdjęcie.



Rusałka pawik (A.C.)



Sowa uszatka (G.G.)



Kora sosny (A.N.)

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Porównaj zdjęcie głowy sowy ze zdjęciem motyla. Określ podobieństwa.
- Zwróć uwagę na oczy sowy, a następnie na rysunek na skrzydłach motyla.
- Na jednej z kartek papieru narysuj kontur motyla (rzeczywistych wymiarów).
- Wytnij kontur i pomaluj go w taki sposób, by nie był widoczny na korze drzewa. Zastosuj odpowiednie kolory. Czy się udało zamaskować motyla na korze drzewa?

Wynik 😊

Wynik eksperymentu

Oczy sowy przypominają wzór na skrzydłach motyla ze zdjęcia. Zwierzęta prawdopodobnie też dostrzegają to podobieństwo i mogą się pomylić. Motyl o kolorach i wzorze przypominających korę jest na tle kory prawie niewidoczny.



Z czego to wynika?

Z czego to wynika?

Motyle do perfekcji opanowały sztukę kamuflażu. Niektóre z nich na skrzydłach mają bardzo ciekawe rysunki, które pomagają im w odstraszeniu wroga. Wstęgówka i rusałka pawik maskują się, składając skrzydła – wówczas wyglądają jak kora drzewa. Zjawisko upodobnienia się do otoczenia to **mimetyzm**. W momencie zagrożenia rusałka rozkłada skrzydła, udając groźną sowę. Tym samym informuje: jestem większa, silniejsza i bardzo groźna! To skutecznie odstrasza przeciwnika. Inny motyl, nastrosz półpawik, odstrasza wroga, poruszając skrzydłami, których wzór układa się w wizerunek kota z groźnymi oczami.

Udoskonalenie kamuflażu pozwala nie tylko nie stać się ofiarą, lecz także znaleźć pożywienie. Często drapieżniki potrafią się „zlać” z otoczeniem podobnie do swoich potencjalnych ofiar.

Kolory owadów, ich wzory na pancerzach, skrzydłach, kolory jaj ptasich, upierzenie, zakrywanie gniazda, kolorystyka piór, sierści, kolorystyka piskląt, młodych koziołków i wiele innych – to tak naprawdę znalezienie jak najlepszej iluzji, czyli takie wtopienie się w tło, by nie dać się zobaczyć.

Czy wiesz, że...

Czy wiesz, że...

- W Tatrach można spotkać żmiję, która barwą przypomina kolor skał wapiennych, po których często się porusza. W pozostałych częściach kraju, na terenach leśnych, żmije są ciemniejsze, aby lepiej mogły wtopić się w tło.
- Maskowaniem jest także dostosowanie koloru futra do pory roku. Zimą białe futro, np. gronostaja czy łasicy, naśladuje śnieg; na wiosnę staje się ono rude bądź brązoworude. W takim kolorze zdecydowanie łatwiej ukryć się wiosną, latem lub jesienią.
- Chcąc w lesie zrobić zdjęcia dzikim zwierzętom w ich środowisku życia, należy również zastosować kamuflaż. Wystarczy się upodobnić do miejsca, w którym chcemy fotografować. Najlepiej założyć brązowo-zielone ubranie, bo takie kolory przeważają w lasach. Taką taktykę stosują żołnierze, zakładając strój popularnie nazywano moro. Wzór moro jest niesymetryczny, a także dość skomplikowany, zawiera kolory zielone, brązowe i czarne. Taki zestaw kolorów oraz nieokreślone kształty umożliwiają łatwo i skutecznie się ukrywać.



Temat

PROMIENIOWANIE PODCZERWONE

Słońce (żarówka również) emituje promieniowanie zarówno widzialne, jak i niewidzialne dla ludzkiego oka. Jednym z jego zakresów jest promieniowanie podczerwone (podczerwień). Obejmuje ono widmo w zakresie od rejestrowanego przez ludzki wzrok koloru czerwonego aż do mikrofal. Skupmy się na tej części, która „zaczyna” się tam, gdzie kończy się barwna tęcza, czyli na tzw. bliskiej podczerwieni. Promieniowanie podczerwone jest powszechnie wykorzystywane w życiu codziennym, ale żeby je zobaczyć, musimy się wspomagać specjalnym detektorem, takim jak cyfrowy aparat fotograficzny w telefonie komórkowym. Źródłem podczerwieni może być również pilot do telewizora, którym zmieniamy kanały lub regulujemy natężenie dźwięku.



Eksperyment

Eksperyment: Detekcja podczerwieni

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- pilot do telewizora,
- aparat fotograficzny.



Wykonanie

Wykonanie eksperymentu

- Wciśnij dowolny przycisk na pilocie i spójrz na emiter w pilocie.
- Skieruj aparat fotograficzny na emiter.



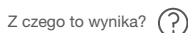
Pilot emitujący promienie podczerwone (A.C.)



Wynik

Wynik eksperymentu

Na ekranie aparatu fotograficznego pojawiły się jasne plamki.



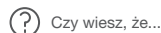
Z czego to wynika?

Z czego to wynika?

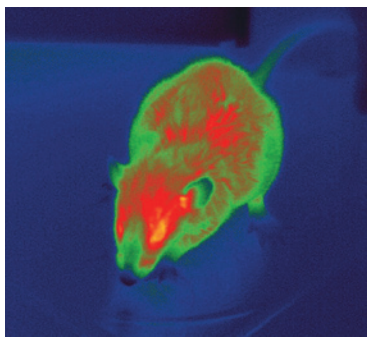
W środku pilota znajduje się specjalna dioda emitująca niewidzialne dla ludzkiego oka promieniowanie podczerwone. Aparat fotograficzny rejestruje je, „widzi” więc więcej niż ludzkie oko.



Czy wiesz, że...



- Niektóre zwierzęta mogą widzieć w podczerwieni. Przykładem są żółwie błotne, które dzięki widzeniu w podczerwieni potrafią rozpoznawać niektóre kształty w mętnej wodzie. To wynika ze słabego rozpraszania promieniowania podczerwonego. Podczerwień rejestrują również węże. „Dostrzegają” one różnice temperatury rzędu $0,001^{\circ}\text{C}$.
- **Promieniowanie podczerwone** emitują wszystkie ciała o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego (najniższej z możliwych, około -273°C). Z tego powodu nazywane jest ono również **promieniowaniem termicznym** lub **cieplnym**. „Barwa” w tym zakresie odpowiada temperaturze ciała. Właściwość ta jest wykorzystywana np. podczas konstruowania termometrów, a węzom pomaga w polowaniu. Stałocieplne zwierzęta, czyli potencjalne ofiary, doskonale odróżniają się od zimnego tła, zwłaszcza w porze nocnej.



Zdjęcie gryzonia zrobione specjalną kamerą rejestrującą podczerwień (kolory wprowadzono tu sztucznie). Podobnie widzi wąż (A.C.)

NAGRZEWANIE SIĘ CIAŁ



Obiekty pochłaniają promieniowanie podczerwone w różnym stopniu, a tym samym różnie się nagrzewają.

Eksperyment: Absorpcja podczerwieni



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

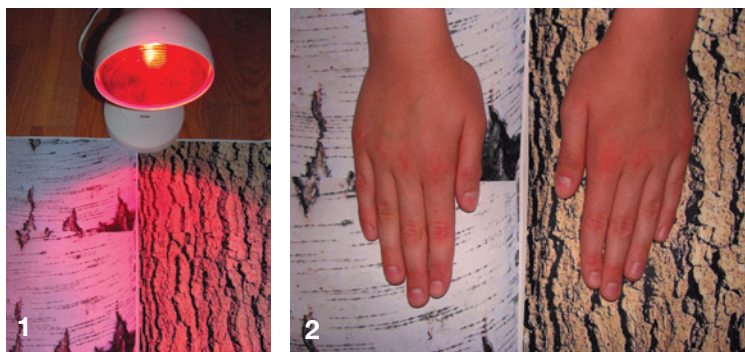
- lampa emitująca podczerwień,
- dwie kartki papieru odpowiadające różnym kolorom kory drzew: jedna jasna (kora brzozy), druga ciemna (kora sosny).



Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Oświetl obie kartki lampą podczerwoną.
- Ostrożnie sprawdź dłońmi temperaturę jasnego i ciemnego elementu.



1. Nagrzewanie kory drzewa lampą podczerwoną (A.C.)
2. Sprawdzanie temperatury jasnej i ciemnej kory (A.C.)

Wynik 😊

Wynik eksperymentu

Ciemny obiekt nagrzał się mocniej niż jasny.

Z czego to wynika? ❓

Z czego to wynika?

Jasne elementy odbijają więcej promieniowania podczerwonego, więc nagrzewają się słabiej niż ciemne, charakteryzujące się większą absorpcją.

Czy wiesz, że... ❓

Czy wiesz, że...

- W naturze spotykamy różnorodność barw. Rośliny wystawione na silne promieniowanie słoneczne zazwyczaj są jasne. Wówczas nie nagrzewają się zbyt silnie. Taka właściwość ma wpływ m.in. na zdolność roślin do zasiedlania nowych terenów.
- Dobrym przykładem dostosowania się do panujących warunków jest brzoza brodawkowata mająca białą korę. Doskonale sprawdza się ona na otwartych, nasłonecznionych terenach. Z tego powodu jest jednym z pierwszych gatunków wzrastających na polanach i obrzeżach lasów. Wiedzę o tym wykorzystują ogrodnicy, którzy białą korę w pierwsze ciepłe dni na przełomie zimy i wiosny. Dzięki temu tkanki drzew nie są aktywne i nie ulegają uszkodzeniom,



gdy w nocy temperatura spada poniżej zera i może spowodować zamarzanie soków, a tym samym uszkodzenie pnia drzewa.

- Mniejsze nagrzewanie oznacza mniejsze parowanie wody. Dzięki temu rośliny mogą wyrastać na suchych glebach, nawet jeśli mają ograniczony dostęp do wody.
- Na terenach wilgotnych i w chłodnym mikroklimacie występuje czarna odmiana żmii, która dzięki ciemnej barwie lepiej wykorzystuje termiczną część promieniowania słonecznego.



Brzozy rosnące
na skraju lasu
(A.C.)

PROMIENIOWANIE NADFIOLETOWE

Oprócz **promieniowania podczerwonego** w widmie światła słonecznego występuje inne – w niewidzialnym dla nas zakresie światła. Nazywa się ono **nadfioletem** (w skrócie zapisywanym jako UV, od greckiego *ultra* – poza i *violet* – fiołek). Obejmuje on zakres fal krótszych od koloru fioletowego (10–400 nanometrów, czyli milionowych części milimetra).

Ssaki, na drodze ewolucji, w większości straciły umiejętność widzenia w tej długości fali. Niewiele gatunków ssaków zachowało tę zdolność. Należą do nich torbacze i niektóre gryzonie, np. koszatka. Nadfiolet widzą natomiast ryby, owady, gady i ptaki. Mimo że nie widzimy go, działa on na naszą skórę – dzięki niemu się opalamy. W nadmiarze może być jednak niebezpieczny dla zdrowia.

W zaproponowanym doświadczeniu „zobaczymy” takie niewidoczne dla nas promieniowanie.





Eksperyment →

Eksperyment: Detekcja nadfioletu

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- źródło światła nadfioletowego: tester do banknotów, latarka lub mała lampka UV w długopisie,
- pisaki, których tusz świeci pod wpływem promieniowania UV,
- kartka papieru,
- banknoty,
- drobne przedmioty: gwiazdki, ozdobne kamyczki, widoczne w ciemności naklejki na sufity czy ściany.



Uwaga!

Pamiętaj, że nie wolno świecić nadfioletem w oczy – ani sobie, ani nikomu innemu!

Wykonanie →

Wykonanie eksperymentu

- Na kartce papieru narysuj pisakami dowolne wzory.
- Podłóż rysunek pod lampę emitującą nadfiolet.
- Następnie pod lampą nadfioletową umieść kolejno różne banknoty. Porównaj to, co na nich widzisz.
- Pod źródłem nadfioletu umieść np. gwiazdki (na zdjęciu), ozdobne kamyczki.



Zestaw doświadczalny (K.K.)

Wynik 😊

Wynik eksperymentu

W świetle nadfioletowym rysunki stały się widoczne, na banknotach ukazały się wzory – różne na banknotach o różnych nominałach, a gwiazdki i kamyczki przyjęły inne barwy.



Z czego to wynika?

Światło nadfioletowe wywołuje **fluorescencję** oświetlanych substancji, którą można dostrzec jako charakterystyczne świecenie w zakresie widzialnym. Fluorescencja powoduje także zmianę barw w zakresie widzialnym. Świecenie przedmiotów po naświetleniu ich nadfioletem nie jest długotrwałe, ale na pewno efektowne.

Ⓚ Z czego to wynika?

Uwaga!

Ciekawe wzory można też zobaczyć w nadfiolecie na innych dokumentach, takich jak prawo jazdy czy dowód osobisty, oraz na kartach płatniczych.



Rysunki wykonane pisakami UV widziane w świetle białym i pod lampą UV (K.K.)



Gwiazdki nieoświetlone i oświetlone światłem UV (K.K.)



Znaki na banknocie widoczne pod lampą UV (K.K.)

Czy wiesz, że...

- Pszczoły należą do owadów, które widzą w nadfiolecie. Kiedy człowiek patrzy na kwiat, widzi go w jednolitym kolorze, pszczoła natomiast na płatkach kwiatów dostrzega charakterystyczne wzory widoczne tylko w nadfiolecie i tym samym znajduje drogę do nektaru.

Ⓚ Czy wiesz, że...



- Widzenie w nadfiolecie jest przydatne ptakom, ponieważ ułatwia im znalezienie pokarmu. Uważa się, że wrażliwe na nadfiolet są wszystkie dzienne gatunki. Ptaki drapieżne zamieszkujące lasy i widzące w nadfiolecie mogą bez trudu tropić ścieżki, którymi poruszają się drobne gryzonie. Odchody tych ssaków, służące im do oznaczania terytorium, odbijają promienie UV. To ułatwia drapieżnikom dostrzeżenie ofiary.
- W upierzeniu ptaków, np. sikory modrej, są fragmenty, które silnie odbijają nadfiolet. Dzięki wzorowi na upierzeniu utworzonemu przez odbite promienie UV rozróżniają one samice od samców. Odpowiedni wzór to jeden z atutów podczas wyboru partnera.
- Widzenie w nadfiolecie jest przydane zwierzętom żywiącym się ciemnymi owocami oraz takimi, których skórki wyglądają jak pokryte woskiem. Wszystkie takie owoce odbijają nadfiolet, dzięki czemu zwierzęta – głównie ptaki – z łatwością dostrzegają pożywienie.

Temat ?

INTERFERENCJA I TĘCZOWE SKRZYDŁA

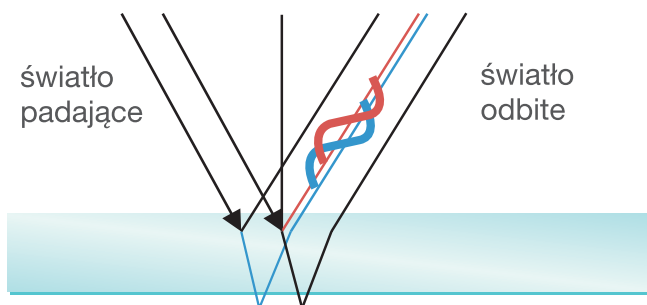
Zjawiskiem charakterystycznym dla fal, w tym fal świetlnych, jest interferencja. Polega ona na nakładaniu się fal na siebie. Wynikiem interferencji może być wzmocnienie natężenia światła lub jego wygaszenie. Wzmocnienie (interferencja konstruktywna) ma miejsce wówczas, gdy wierzchołki obu fal się pokrywają. Wygaszenie zachodzi wtedy, gdy wierzchołek jednej fali pokrywa się z doliną drugiej (interferencja destruktywna).

Niejednokrotnie w życiu codziennym widzimy zjawisko interferencji, nie zdając sobie z tego sprawy, np. gdy podziwiamy mieniające się różnymi kolorami bańki mydlane lub tęczowe plamy paliwa rozlanego na wodzie. Te barwy powstają na skutek interferencji na cienkiej warstwie. Gdy światło pada na górną powierzchnię cieczy, jego część (zwykle poniżej 5%) zostaje odbita, reszta zaś wnika w głąb cieczy. Jeśli ciecz tworzy cienką warstwę, jak w przypadku paliwa rozlanego na wodzie, albo jest cienką błoną rozpiętą na pęcherzu powietrza, jak bańka mydlana, to wówczas odbicie światła następuje również od dolnej powierzchni cieczy, jak pokazano na rysunku.

5%



Światło odbite od obu powierzchni interferuje. O tym, czy dana barwa światła ulegnie wzmocnieniu czy wygaszeniu, decyduje grubość warstwy (dla jednej barwy światła warstwa o pewnej grubości może wprowadzać interferencję konstruktywną, a dla innej – destruktywną). Oznacza to, że jedne barwy zostają wzmocnione, inne – wygaszone, co daje efekty tęczowe. Ponadto efekt zależy od kąta obserwacji, gdyż przy różnych kątach światło ma do przebycia w warstwie różne drogi. To samo zjawisko powoduje pojawianie się barw na bańkach mydlanych.



Interferencja na cienkiej błonie. Nałożenie fali odbitej od górnej powierzchni błony z odbitą od dolnej (S.S.)

Eksperyment: Bańka mydlana

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- wodoodporne tworzywo służące za blat,
- płyn do mycia naczyń,
- słomka,
- woda.

Wykonanie eksperymentu

- Wymieszaj wodę z płynem do mycia naczyń.
- Umocz koniec słomki w wodzie z płynem i na blacie dmuchaj bańkę mydlaną.
- Obserwuj zmieniające się barwy.


Wynik eksperymentu

Bańka mydlana mieni się wszystkimi kolorami tęczy. Po pewnym czasie jednak rozkład barw na bańce się ustala i na nieruchomej bańce pojawiają się kolorowe pasy.

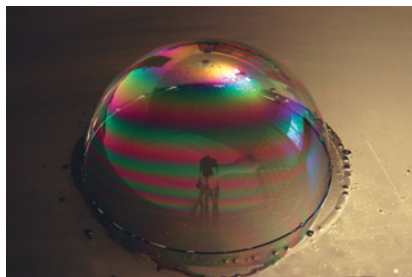
← Eksperyment

← Wykonanie


😊 Wynik

Z czego to wynika? **Z czego to wynika?**

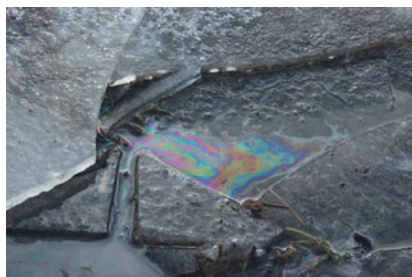
Grubość bańki mydlanej zmienia się w czasie, ponieważ ciecz spływa grawitacyjnie. W górnej części bańki się zmniejsza, a zwiększa – w dolnej. Wraz ze zmianą grubości następuje zmiana rozkładu barw na powierzchni bańki.



Bańka mydlana z ustalonymi kolorami w postaci poziomych tęczowych pasów (S.S.)

Czy wiesz, że... **Czy wiesz, że...**

Tęczowe plamy paliwa rozlanego na wodzie powstają właśnie na skutek interferencji na cienkiej warstwie. Zjawisko takie jest bardzo efektowne, ale samo paliwo – groźne dla środowiska. Tylko litr oleju napędowego może skażać kilka milionów litrów wody, dlatego należy dbać o to, by z pojazdów nie wyciekały płyny eksploatacyjne.



Plama paliwa na wodzie. Zdjęcie wykonane zimą, widać duże płachty skruszonego lodu (S.S.)

Eksperyment **Eksperyment: Interferencja na cienkiej warstwie**

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

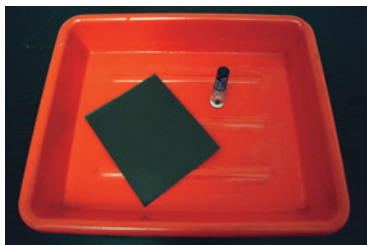
- miska lub prostokątna kuweta,
- kropla lakieru nitro lub bezbarwnego lakieru do paznokci,
- wykałaczka lub pędzelek,
- czarny gruby papier o wymiarach co najmniej 10 cm × 10 cm.



Wykonanie eksperymentu

- Wlej wodę do miski.
- Na powierzchni wody za pomocą wykałaczki lub pędzelka nanieś jedną kroplę lakieru (lakier samorzutnie rozleje się po powierzchni).
- Wsuń pod lakier tekturę, nie naruszając warstwy lakieru.
- Wyciągnij kartkę razem z lakierem.

⬅ Wykonanie



Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu (S.S.)

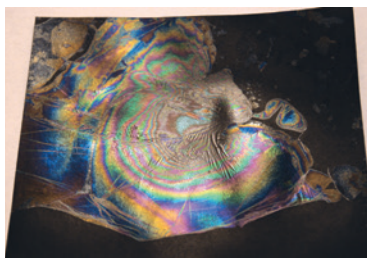


Wysuwanie kartonu spod warstwy lakieru (S.S.)

Wynik eksperymentu

Na papierze zostaje mieniąca się kolorami tęczy warstwa lakieru.

😊 Wynik



Wysuszony karton z cienką warstwą mieniącą się kolorami (S.S.)

Czy wiesz, że ...

W warunkach naturalnych interferencję można zaobserwować, patrząc na rybie łuski lub pancerzyki niektórych owadów, np. żuka gnojowego, biegacza złocistego, kruszczycy złotawki. Obserwując owada pod różnymi kątami, widzimy różne jego barwy. Mieniące się barwy pozwalają owadom zdezorientować polującego drapieżnika i dają im cenne chwile na ucieczkę. W skąpym oświetleniu zwiększają również szansę znalezienia partnera, dostarczając prostym układom optycznym ich oczu dodatkowych bodźców.

❓ Czy wiesz, że...



Eksperyment 

Eksperyment: Interferencja na strukturze

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- firanka, moskitiera lub inna tkanina (im ciemniejszy kolor, tym lepiej),
- źródło światła, np. latarka lub lampa uliczna.



Uwaga!

Tkanina powinna być gęsto tkana, a firanka i moskitiera powinny mieć jak najmniejsze „oczka”.

Wykonanie 


Wykonanie eksperymentu

- Przez tkaninę obserwuj **odległe** źródło światła.
- Obracaj tkaninę w płaszczyźnie pionowej (w sposób podobny do ruchów kierownicą samochodu).



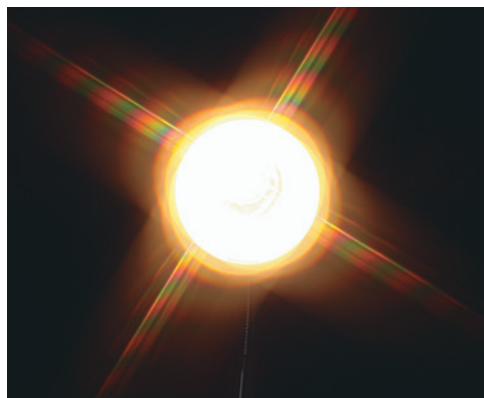
Obserwacja

Obserwując źródło światła białego, można zobaczyć tęczbowe pasy, których ustawienie jest zgodne z kierunkiem włókien tkaniny.


Z czego to wynika? 

Z czego to wynika?

Tkanina działa jak dwuwymiarowa siatka dyfrakcyjna.



Interferencja na strukturze (tu na firance). Widoczne tęczbowe pasy, których kierunek jest zgodny z kierunkiem włókien w tkaninie (S.S.)

Czy wiesz, że... 

Czy wiesz, że...

- Chyba każdy jako dziecko zachwycał się tym, jak mienia się pawie pióra. W tym zjawisku duży udział ma interferencja. Są dwa sposoby powstawania barw na ptasich piórach: pigmentowy



i strukturalny. Pierwszy polega na zróżnicowanym rozkładzie barwników w piórze, drugi wynika z budowy pióra. Barwienie typu strukturalnego nie wymaga barwnika. Podobnie jak płyta kompaktowa, mieni się barwami tęczy mimo swej przezroczystości.

Tak naprawdę jednak kolor piór jest wynikiem obu rodzajów barwienia. Element, który piórom nadaje barwę, to chorągiewka. Składa się ona z drobnych „włosek” – promieni i promyków – połączonych haczykami. Promienie piór są zbudowane z kilku współśrodkowych warstw. Warstwy wewnętrzne nie są przezrzyste, odbijają więc światło białe, nadając mu kolor zależny od pigmentu, który się w nich znajduje. Warstwy zewnętrzne przepuszczają światło widzialne, które jest na nich uginane (zjawisko dyfrakcji) i interferuje, dając tęcowe poblaski.



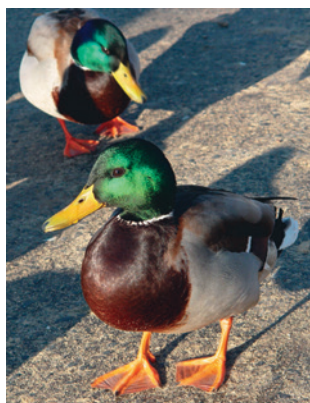
Interferencja
na strukturze
pawich piór
(S.S.)



Interferencja
na strukturze
płyty CD
(S.S.)



- Zwykle oko ludzkie uznaje, że jakiś przedmiot, np. liść, jest zielony, gdyż odbija on zieloną barwę światła słonecznego, a pozostałe pochłania. Występuje tu pełna analogia do malowania farbami: zielona farba na płótnie ma zielony kolor dla naszego oka. Kolor zielony można jednak uzyskać poprzez mieszanie innych barw. Jak wiadomo, złożenie niebieskiego i żółtego oko ludzkie widzi jako zieleń. Tak właśnie jest z piórami niektórych gatunków ptaków. Zawierają one barwniki odbijające kolor niebieski i żółty, a absorbują pozostałe. W ten sposób pióra widzimy jako mieniające się zielenią, choć nie mają one w sobie zielonego barwnika. Dzięki zjawisku barwienia pigmentowego z dodatkiem interferencji zachwycamy się piórami pawia. Długość piór ogonowych oraz ich kolory są dla samicy sygnałem, że samiec jest zdrowy i zapewni silne potomstwo. Chory samiec nie jest w stanie dźwigać swego ciężkiego ogona. W takim wypadku należy się również spodziewać redukcji bądź zmiany koloru pigmentu będącego podstawą barwy jego piór, które stają się mniej kolorowe.
- Istnieje kilka gatunków motyli – mieniak tęczowiec, zieleńczyk ostrężyniec i *Morpho Sulkowski* (nazwany polskim nazwiskiem) żyjący w Kolumbii, Ekwadorze i Peru – których barwa skrzydeł również wynika ze zjawisk interferencyjnych. Na ich skrzydłach znajdują się mikroskopijne łuski w postaci wielowarstwowych listew lub regularnych struktur typu krystalicznego. Światło jest na nich rozpraszane i ulega interferencji, zanim dotrze do oka obserwatora. Podobnie jak w wypadku ptasich piór, również u motyli pigment wpływa na ostateczny kolor.



Mieniające się kolorami kaczki krzyżówki (A.C.)



O POLOWANIU PTAKÓW NA RYBY

Już od starożytności wiadomo, że światło przemieszcza się po liniach prostych. Emitowane przez Słońce, żarówkę lub inne źródła światło rozchodzi się we wszystkich kierunkach. Zmianę kierunku rozchodzenia się światła można dostrzec, gdy odbija się ono od szyby czy lustra oraz kiedy pada na przezroczyste ciało. Na granicy dwóch ośrodków, np. przechodząc między powietrzem a wodą, światło ulega **załamaniu**. Polega ono na **zmianie kierunku** biegu promieni świetlnych. W doświadczeniu przekonamy się, że ptaki stosują prawo załamania się światła, by skutecznie polować na ryby.



Temat

Eksperyment: Załamanie światła

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- szklane naczynia, np. przezroczysta szklanka, wazonik – najlepiej o podstawie wielokąta,
- łyżeczka i rurka do napojów (najlepiej ciemnego koloru),
- woda.



Eksperyment

Wykonanie eksperymentu

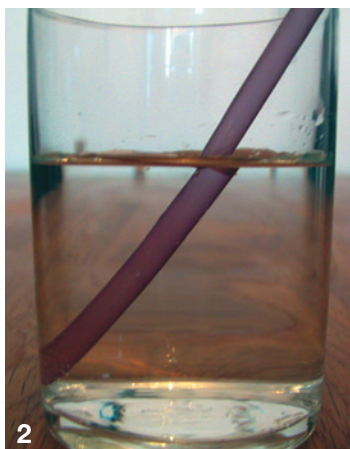
- Do szklanych naczyń: szklanki i wazonika wlej wodę do mniej więcej połowy ich wysokości.
- W pierwszym naczyniu umieść łyżeczkę, tak by opierała się o ściankę naczynia, a w drugim – rurkę.



Wykonanie



1



2

Łyżeczka w wazonie (1) i słomka w szklance (2) (K.K.)



Obserwacja

Na każde naczynie spójrz z boku. Zobacysz, że górne części słomki i łyżeczki są przesunięte względem dolnych. Łyżeczka i rurka wydają się złamane dokładnie w miejscu zetknięcia się wody i powietrza.

Z czego to wynika?



Z czego to wynika?

Dzieje się tak, ponieważ promienie odbite od zanurzonej w wodzie części przedmiotu docierają do naszego oka pod innym kątem niż te, które poruszają się w powietrzu. Zaobserwowane „uszkodzenie” wynika z **załamania światła**, któremu światło ulega, przechodząc z jednego ośrodka do drugiego (z powietrza do wody). Zjawisko to występuje z powodu różnych prędkości światła w tych ośrodkach. Prędkość rozchodzenia się światła w wodzie jest mniejsza od tej w powietrzu.

Czy wiesz, że...



Czy wiesz, że...

- Możesz sprawdzić zjawisko załamania światła. Stojąc w wodzie co najmniej po kolana, zaobserwuj własne stopy. Czy nie znajdują się w nieco innym miejscu, niż intuicyjnie „mówi” nasze ciało?
- W jeziorze woda wydaje się płytsza niż jest naprawdę. Zjawisko załamania światła przybliża nam dno. Możemy się przekonać o tym, podnosząc coś z dna. Wtedy okaże się, że przedmiot znajduje się głębiej, niż nam się wydaje. Na zdjęciu obok widać, że łyżeczka położona na dnie wazonu z wodą wydaje się bliżej nas od tej, która leży obok wazonu.



Porównanie wielkości łyżeczek: leżącej na stole obok wazonu oraz leżącej na dnie wazonu z wodą (K.K.)



BŁĘKITNE NIEBO I CZERWONE SŁOŃCE



Temat

Energia światła rozchodzącego się w dowolnym ośrodku, takim jak powietrze, woda czy szkło, ulega zmniejszeniu. Dzieje się tak, ponieważ każda cząstka ośrodka (cząsteczki tlenu, azotu, węgla, dwutlenku węgla itd.) jest dla światła przeszkodą, z którą oddziałuje. Część światła zostaje przez nie pochłonięta, część zaś **ulega rozproszeniu**, czyli **zmienia kierunek swego ruchu**.

Rodzaje rozpraszania:

- **Rayleigha** (czytaj: rejleja) – na cząstkach znacznie mniejszych niż długość fali padającego światła; natężenie rozproszonego światła zależy od barwy światła i jest duże dla światła niebieskiego, a małe dla czerwonego;
- **Mie** (czytaj: mi) – na cząstkach, których rozmiary są porównywalne z długością fali padającego światła (rzędu 500 nm – nanometrów, czyli milionowych części milimetra); natężenie rozproszonego światła jest takie samo dla każdej barwy.

Czy wiesz, że...



Czy wiesz, że...

- Białe światło pochodzące ze Słońca jest mieszaniną wszystkich barw. Dlaczego zatem w pogodny dzień niebo jest niebieskie? Zanim światło dotrze do obserwatora, musi pokonać warstwę atmosfery, w której znajdują się cząstki dużo mniejsze niż długość fali światła.



Niebieski kolor nieba (zdjęcie wykonane z samolotu) (S.S.)



Na tych cząstkach następuje rozpraszanie Rayleigha. Światło niebieskie ma małą długość fali, tym samym ulega najsilniejszemu rozproszeniu ze wszystkich barw widma światła. Dzięki temu dociera do obserwatora ze wszystkich stron. Światło czerwone ma większą długość fali. Rozprasza się słabo, tym samym przechodzi przez atmosferę prawie niezaburzone. Z tego powodu jest w stanie dotrzeć do odbiorcy tylko bezpośrednio z tarczy słonecznej. W godzinach południowych Słońce znajduje się wysoko nad horyzontem. Światło ma więc do przebycia w atmosferze stosunkowo krótką drogę w porównaniu z tą, którą pokonuje wieczorem. W obu wypadkach doznaje rozpraszania Rayleigha, przy czym najsilniej rozprasza się kolor niebieski. Wraz z wydłużaniem się drogi w atmosferze światła niebieskiego w widmie słonecznym ubywa. Podczas zachodu Słońca droga jest tak długa, że w promieniach biegnących ze Słońca ku obserwatorowi nie ma już światła w kolorze niebieskim, gdyż całe rozproszyło się w atmosferze. W widmie światła zaczynają więc przeważać inne barwy, z czerwienią włącznie. Dlatego zarówno kolor zachodzącego Słońca, jak i nieba wokół niego zmienia się – przesuwają ku czerwieni.



Zachodzące Słońce (S.S.)



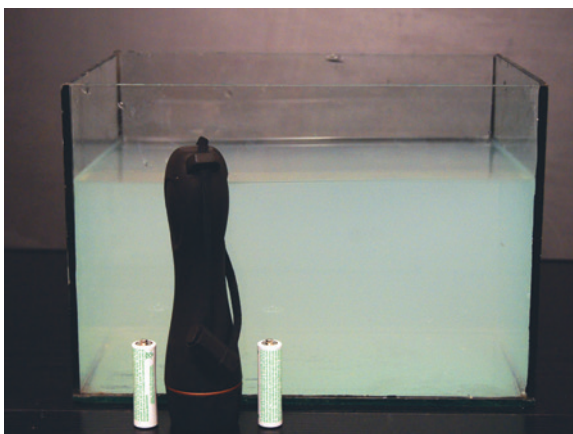
- Chmura to skondensowana para wodna – zbiór kulistych kropeł wody o rozmiarach rzędu jednej tysięcznej milimetra każda. Krople są więc zbyt duże, by następowało na nich rozpraszanie Rayleigha. Zachodzi na nich rozpraszanie Mie, w którym natężenie rozproszonego światła nie zależy od długości padającej fali. Jeśli uwzględnimy jednakowe natężenie wszystkich rozproszonych barw oraz to, że światło słoneczne ma w swym widmie wszystkie barwy, co nasze oko odbiera jako kolor biały, oczywiście stanie się, że światło docierające do nas od chmury jest koloru białego. Gdy ilość wody w chmurze wzrasta, np. przed burzą, wówczas do zjawisk rozpraszania dołącza absorpcja. Woda pochłania coraz więcej energii z białego światła słonecznego, a małą ilość energii nasze oko odbiera jako ciemne, szare kolory.

Eksperyment: Symulator rozpraszania światła

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- akwarium wypełnione wodą,
- mleko o jak najmniejszej zawartości tłuszczu,
- latarka.

← Eksperyment



Materiały
potrzebne
do
eksperymentu
(S.S.)

Wykonanie eksperymentu

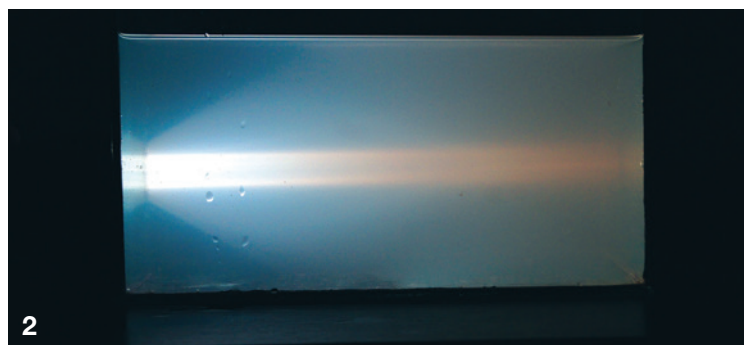
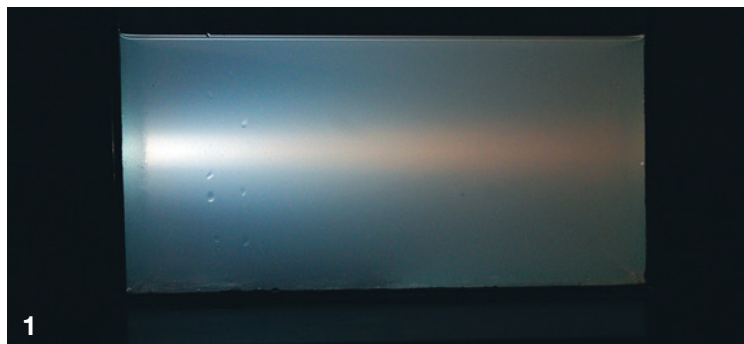
- Do akwarium wlej kilka kropeł mleka i dobrze wymieszaj.
- Oświetlaj latarką ciecz i obserwuj snop światła prostopadłe do kierunku rozchodzenia się światła.
- Powoli dolewaj mleka i obserwuj zmiany.

← Wykonanie



Obserwacja

Przy pewnym stężeniu mleka w początkowej części akwarium pojawia się niebieska poświata, która dalej zmienia się w żółtą lub czerwoną.



Rozpraszanie światła przy małym (1) i dużym (2) stężeniu mleka w wodzie. Obserwację prowadzono prostopadle do kierunku oświetlenia (S.S.)



Uwaga!

Zakraplanie najlepiej przeprowadzić, zaczynając od małej ilości mleka, aż do uzyskania najlepszego efektu.



Z czego to wynika?

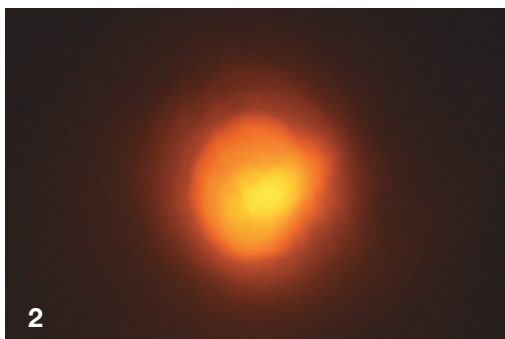
Obserwowane zjawisko to właśnie rozpraszanie Rayleigha. Patrząc przez ciecz prosto w źródło światła, zauważymy, że zwiększenie koncentracji mleka powoduje zmianę dostrzeganej przez nas barwy światła stopniowo na żółtą, a następnie na czerwoną. Podobne

Z czego to wynika?



różnice dostrzega się, obserwując kolor światła słonecznego w południe, gdy Słońce jest wysoko na niebie, a także podczas jego zachodu.


Zmiana barwy światła na żółtą, a następnie na czerwoną, jest spowodowana tym samym, co zmiany barwy tarczy słonecznej od południa do zachodu Słońca.



Rozpraszanie światła przy małym (1) i dużym (2) stężeniu mleka w wodzie. Obserwację prowadzono równoległe do kierunku oświetlenia (światło pada na ekran umieszczony poza akwariem) (S.S.)

Czy wiesz, że...

Pochłanianie i rozpraszanie światła przez cząstki coraz bardziej zanieczyszczonej atmosfery zmniejsza nasłonecznienie powierzchni Ziemi oraz przejrzystość atmosfery. W ciągu ostatniego stulecia średnia widzialność zmniejszyła się z 95 km do 15 km. Zjawisko rozpraszania prezentuje się wyjątkowo pięknie w gęstym, ale silnie oświetlonym przez światło słoneczne lesie. Wówczas każdy unoszący się w powietrzu pyłek rozprasza światło, dając efekt milionów świecących punkcików.

 Czy wiesz, że...



Temat

POLARYZACJA ŚWIATŁA

Jedną z właściwości światła jako fali jest możliwość jego polaryzacji. Zjawisko to najłatwiej jest wyjaśnić na przykładzie sznurka przechodzącego przez wąską szczelinę między sztachetami płotu. Gdy rytmicznie porusza się sznurkiem w górę i w dół (zgodnie z kierunkiem szczeliny), drgania sznurka przenoszą się za płot. Gdy porusza się sznurkiem w lewo i w prawo (przeciwnie do kierunku szczeliny), drgania sznurka nie przenoszą się na drugą stronę płotu. W optyce takim „sznurkiem” jest światło, które drga poprzecznie do kierunku rozchodzenia się, a „płotem” porządkującym kierunek drgań światła jest polaryzator.

Kierunek drgań światła można również uporządkować, wykorzystując zjawisko odbicia od powierzchni. Przy pewnych kątach odbicia światło zostaje całkowicie spolaryzowane. Częstokroć polaryzacji przez odbicie dokonuje się w celach naukowych, czasem jednak jest ona skutkiem ubocznym, jak w przypadku światła odbitego od mokrej nawierzchni drogi. Fala świetlna odbita od powierzchni wody wykonuje drgania w płaszczyźnie poziomej, co jest równoważne poprzecznemu ruchowi sznurka w lewo i w prawo. Obracanie polaryzatora służy dopasowaniu kierunku przepuszczania do kierunku drgań (byłoby to odpowiednikiem obracania szczeliny płotu). Przy pewnych ustawieniach polaryzatora drgania przechodzą niezaburzone, przy innych ulegają całkowitemu wytłumieniu.



Eksperyment

Eksperyment: Polaryzacja światła odbitego

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- okulary polaryzacyjne lub filtr polaryzacyjny z aparatu fotograficznego,
- lampka.



Wykonanie

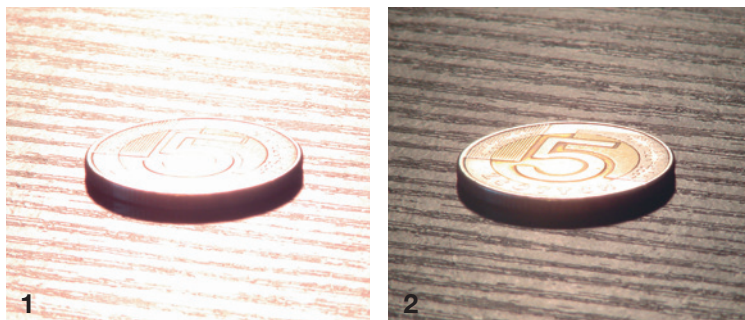
Wykonanie eksperymentu

- Załóż okulary (lub popatrz przez filtr), obserwuj oświetloną powierzchnię wody lub szyby.
- Pochylaj głowę w lewo i prawo, zaobserwuj zmiany wyglądu powierzchni wody lub szyby.



Obserwacja

Natężenie odbitego światła się zmienia, gdy pochyla się głowę.



Światło odbite od powierzchni. 1. Obserwacja bez użycia okularów polaryzacyjnych. 2. Obserwacja wykonana w takich okularach (S.S.)

Czy wiesz, że...

- Wykorzystując wiedzę o spolaryzowaniu światła odbitego, można zmniejszyć zagrożenie oślepienia kierowcy. W tym celu należy stosować specjalne okulary polaryzacyjne.
- Nie tylko światło odbite ulega spolaryzowaniu, światło rozproszone również. Kątem pełnej polaryzacji przy rozpraszaniu jest kąt prosty. W pozostałych wypadkach polaryzacja jest częściowa. Oznacza to, że obserwując przez okulary polaryzacyjne czyste niebo, powinno się zobaczyć zmianę natężenia światła rozproszonego, czyli zmianę nasycenia barwy niebieskiej. Największe zmiany występują wówczas, gdy kąt między źródłem światła, centrami rozpraszającymi a obserwatorem wynosi 90° .

Czy wiesz, że...

Eksperyment: Polaryzacja światła rozproszonego

Materiały potrzebne do wykonania eksperymentu:

- okulary polaryzacyjne lub filtr polaryzacyjny z aparatu fotograficznego.

Eksperyment

Wykonanie eksperymentu

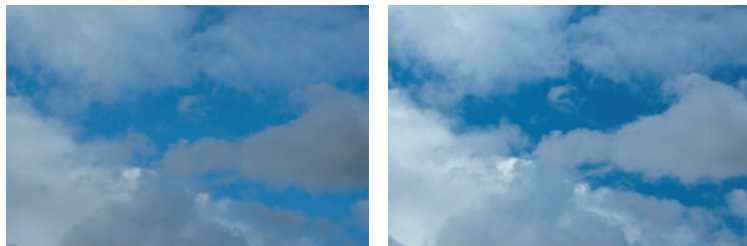
- Załóż okulary (lub popatrz przez filtr) i obserwuj niebo. Najlepiej, gdy są na nim chmury.
- Pochylaj głowę w lewo i prawo, zaobserwuj zmiany wyglądu nieba.

Wykonanie

Obserwacja

Natężenie rozproszonego światła się zmienia, gdy pochyla się głowę.





Polaryzacja światła na chmurach (ten sam fragment zachmurzonego nieba przy różnych ustawieniach polaryzatora) (S.S.)

Czy wiesz, że... ?

Czy wiesz, że...

- Niektóre owady rozpoznają polaryzację światła, np. pszczoły – jeśli tylko mają w zasięgu wzroku fragment czystego nieba – są w stanie określić stopień polaryzacji. Znają tym samym kąt rozpraszania i potrafią określić kierunek padania światła na ośrodek rozpraszający. Pszczoły nawigują więc, posługując się czasem lotu (odległością) i kątem względem Słońca.
- Co najmniej jeden gatunek motyla wykorzystuje polaryzację światła do wabienia osobników płci przeciwnej. Samce wykrywają polaryzację światła odbitego od łusek na skrzydłach samic. To ułatwia poszukiwanie partnera, w gęstych lasach bowiem, przy niewielkim nasłonecznieniu, każda dodatkowa informacja pozwalająca zlokalizować partnerkę jest nie do przecenienia.
- Działalność człowieka prowadzi do zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego. Do zanieczyszczeń zaliczają się również hałas i światło. W wypadku światła dotyczy to jego natężenia oraz sposobu spolaryzowania. Światło odbite od dużej jednolitej powierzchni jest spolaryzowane. Polaryzują więc samochody, asfalt i szyby. Tymczasem wiele gatunków owadów wodnych wybiera miejsce składania jaj na podstawie polaryzacji widzianego światła. Dla nich najważniejszym źródłem spolaryzowanego światła jest tafla wody. Nie są w stanie ocenić, czy polaryzacja, którą dostrzegają, jest pochodzenia naturalnego, czy też wynika z działalności człowieka. Dlatego coraz więcej owadów pojawia się w pobliżu miast, w miejscach, które do rozrodu zupełnie się nie nadają, niejednokrotnie w dużej odległości od jakiegokolwiek akwenu. Za owadami – źródłem pożywienia – częstokroć podążają ptaki. Wskutek takich migracji w zbiornikach wodnych drastycznie ubywa pożywienia dla ryb i płazów.