

Na czym polega zjawisko izomerii optycznej?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Na czym polega zjawisko izomerii optycznej?

Światło słoneczne składa się z fal, które rozchodzą się we wszystkich kierunkach.  
Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Pierwsza połowa XIX w. to czas poszukiwania odpowiedzi na pytanie „Czym jest światło spolaryzowane oraz czynność optyczna?”. A czy Ty znasz odpowiedzi na to pytanie? Jeśli nie – zaraz to się zmieni.

### Twoje cele

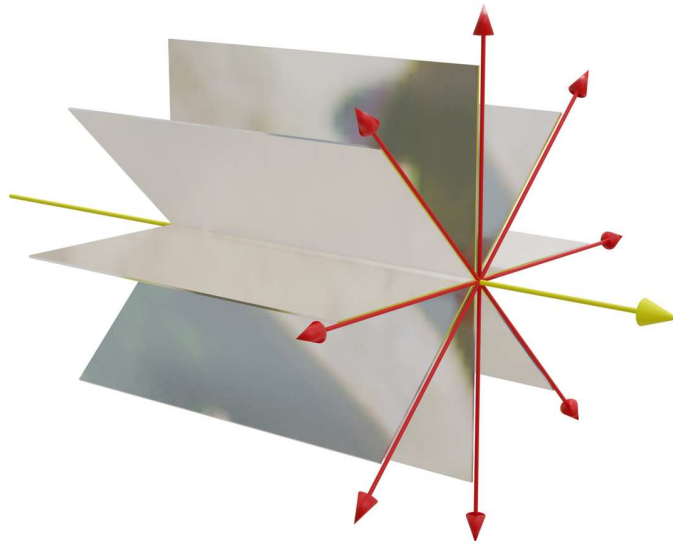
- Zdefiniujesz pojęcia: czynność optyczna, skręcalność właściwa, światło spolaryzowane.
- Przeanalizujesz zjawisko polaryzacji światła i wyjaśnisz zasadę działania polarymetru.
- Na podstawie znajomości kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji, obliczysz skręcalność właściwą substancji.

# Przeczytaj

---

## Polaryzacja światła

**Światło** to wiązka fal, które rozchodzą się w różnych kierunkach. Płaszczyzny drgań fal można przedstawić graficznie za pomocą wektorów.



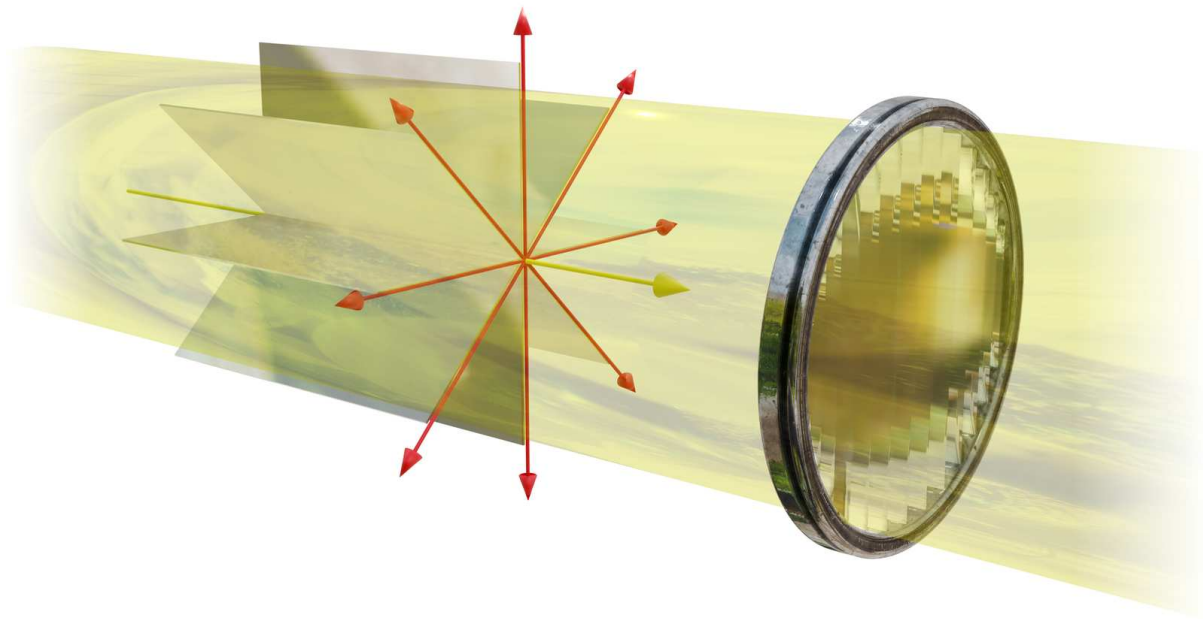
Płaszczyzny drgań fal elektromagnetycznych w postaci wektorów

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Istnieje możliwość zmiany kierunku rozchodzenia się fali elektromagnetycznej. Jeśli światło zostanie przepuszczone przez odpowiednie urządzenie, tzw. [polaryzator](#), wówczas większość drgań będzie wygaszona.

**Polaryzator** działa jak układ szczelin i przepuszcza jedynie te fale, które rozchodzą się równoległe do szczeliny. Płaszczyzna drgań fal elektromagnetycznych po przejściu

przez polaryzator to tzw. płaszczyzna [światła spolaryzowanego](#). Jest to jedyna płaszczyzna światła niewygaszona przez polaryzator.



Polaryzator – zasada działania

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Budowa polarymetru

W celu określenia położenia płaszczyzny światła spolaryzowanego stosuje się przyrząd, zwany [polarymetrem](#). Jego schemat można przedstawić w następujący sposób:

Schemat budowy polarymetru

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Jeżeli osie polaryzatora oraz [analizatora](#) są ustawione względem siebie prostopadle pod kątem  $90^\circ$ , a wewnątrz rurki polarymetrycznej nie ma substancji czynnej optycznie lub jest ona pusta, to światło nie dociera do oka obserwatora. Co to oznacza w praktyce? W okularze widoczne jest **całkowicie zaciemnione pole widzenia**.

Obserwator powinien widzieć na skali wartość zero lub wartość ta powinna być minimalnie odchylna od zera. Odczytane wskazanie określane jest jako  $\alpha_1$ .

### Co się dzieje po umieszczeniu w rurce polarymetrycznej substancji czynnej optycznie?

Płaszczyzna światła spolaryzowanego może ulec skręceniu o określony kąt (w lewo lub w prawo) tylko wtedy, gdy na jej drodze znajdzie się związek [czynny optycznie](#), tzw. [izomer optyczny](#). Wówczas pewna część światła przechodzi przez analizator i trafia przez okular do oka obserwatora, a część pola widzenia pozostaje zaciemniona. Aby całkowicie wygasić wiązkę światła, obserwator musi obracać analizator w lewo lub prawo. Kąt obrotu analizatora oznaczany jest jako  $\alpha_2$ .

Następnie oblicza się **kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła**, czyli tzw. **skręcalność optyczną** próbki ze wzoru:

$$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$$

Światło spolaryzowane może zostać skręcone na dwa sposoby:

#### Ważne!

Aktywność optyczną wykazują zarówno kryształy (np. kwarc, cukier) i ciecze (np. nikotyna), ale również roztwory ciał stałych w cieczach optycznie nieczynnych, np. roztwór cukru w wodzie. Główną przyczyną skręcania płaszczyzny polaryzacji jest oddziaływanie fali świetlnej oraz elektronów cząsteczki.

[Enancjomery](#) skręcają płaszczyznę światła spolaryzowanego o ten sam kąt, ale w przeciwną stronę.

Przykład: jeżeli **enancjomer A** skręca płaszczyznę światła spolaryzowanego o kąt  $+7^\circ$  (w prawo), to **enancjomer B**, o tym samym stężeniu, skręca płaszczyznę o kąt  $-7^\circ$  (w lewo)

Aby uwzględnić wszystkie warunki pomiaru, wyznacza się tzw. skręcalność właściwą.  
Oblicza się ją ze wzoru:

$$[\alpha]_{\lambda}^T = \frac{\alpha}{l \cdot c}$$

$\lambda$  – długość fali światła;

$T$  – temperatura pomiaru [K];

$\alpha$  – kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła;

$c$  – stężenie roztworu [ $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ];

$l$  – długość rurki polarymetrycznej [dm].

Kąt skręcania płaszczyzny polaryzacji światła zależy zatem od:

- stężenia próbki;
- długości rurki polarymetrycznej.

Co istotne, skręcalność właściwa wyznaczana jest przy określonej długości fali światła przechodzącego przez próbkę i dokładnie znanej temperaturze pomiaru.

## Podsumowanie

Poprzez izomerię optyczną należy rozumieć występowanie cząsteczek izomerów posiadających asymetryczny atom, które różnią się aktywnością optyczną. Mają one różną zdolność skręcania płaszczyzny polaryzacji światła. Jedne skręcają tę płaszczyznę w prawo, a inne w lewo.

# Słownik

## izomer optyczny

związek chiralny, który posiada zdolność do skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego w prawo lub lewo

## izomeria optyczna

(gr. *ísos* „równy”, *méros* „część”) występowanie cząsteczek izomerów posiadających atom asymetryczny (chiralny), skręcających w różny sposób płaszczyznę polaryzacji światła

## polarymetr

przyrząd służący do określenia kąta skręcenia płaszczyzny światła spolaryzowanego

## polaryzator

urządzenie optyczne, po przejściu przez które otrzymuje się światło spolaryzowane tzn. takie, w którym drgania fal zachodzą w jednej płaszczyźnie

## analizator

polaryzator o określonej, znanej płaszczyźnie polaryzacji; umożliwia wyznaczanie płaszczyzny polaryzacji światła spolaryzowanego

## czynność optyczna

aktywność optyczna; właściwość substancji wynikająca z tetraedrycznej geometrii atomu w cząsteczce (tzw. atom asymetryczny), która przejawia się w skręcaniu płaszczyzny polaryzacji, przechodzącego przez roztwór tej substancji światła spolaryzowanego liniowo; jeżeli substancja nie jest czynna optycznie, to nie skręca płaszczyzny światła spolaryzowanego

## światło spolaryzowane

światło, w którym drgania odbywają się tylko w jednej płaszczyźnie

### **atom asymetryczny**

tzw. atom chiralny; atom pierwiastka połączony z czterema różnymi podstawnikami, oznaczany jest symbolem gwiazdki (\*)

### **chiralność**

(gr. *cheír* „ręka”) cecha obiektów chemicznych polegająca na tym, że cząsteczka wyjściowa nie pokrywa się ze swoim odbiciem w płaskim zwierciadle, nie można ich nałożyć na siebie na drodze obrotu ani przesunięcia

### **enancjomery**

(gr. *enantios* „przeciwnie, odwrotne”, *meros* „fragment”) izomery, które mają się do siebie tak, jak przedmiot do swego odbicia w zwierciadle płaskim, ale nie da się ich na siebie nałożyć

### **skręcalność właściwa**

kąt skręcenia płaszczyzny płaszczyzny światła spolaryzowanego, wyrażony w stopniach, gdy długość rurki polarymetrycznej z roztworem substancji optycznie czynnej wynosi 1 dm, a stężenie roztworu  $c=1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

## **Bibliografia**

Encyklopedia PWN

Gorzynski Smith J., *Organic Chemistry*, Third Edition, New York 2011.

Hart H., Craine L.E, Hart D.J, *Chemia organiczna krótki kurs*, tłum. Gniazdowski M. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1999.

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Chemia 2. Zakres rozszerzony*, Gdynia 2011.

Kołodziejczyk A., *Naturalne związki organiczne*, Warszawa 2013.

Saunders N., Saunders A., Clinton S., Parsonage M., Poole E., *AS Chemistry for AQA Student Book*, Oxford 2007.

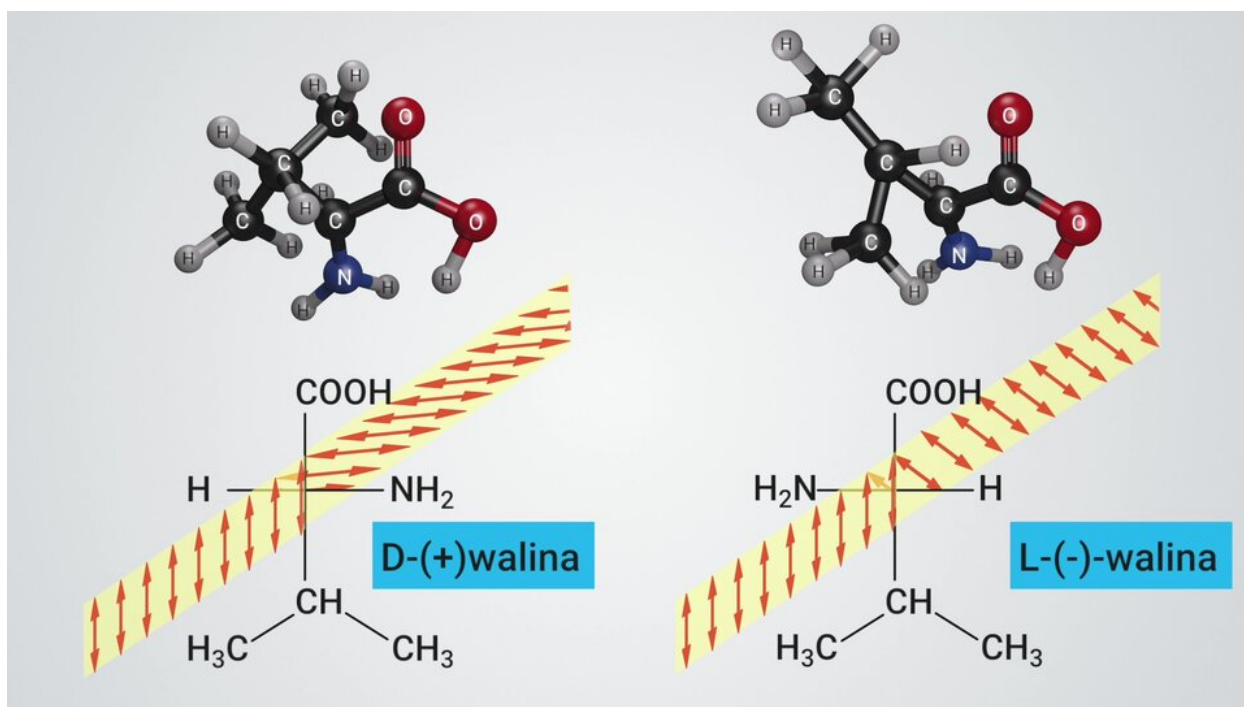
Świerkocka B., Świerkocki J., *Projekt: Matura Chemia*, Warszawa 2012.

# Animacja

## Polecenie 1

Czy wiesz, czym jest zjawisko izomerii optycznej? Czy potrafisz wyjaśnić, na czym polega? Zapoznaj się z poniższą animacją i wykonaj ćwiczenia.

## Trwa wczytywanie danych ..



Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DtNk32KEx>

Animacja pt. „Na czym polega zjawisko izomerii optycznej?”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Dominika Kruszewska, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału - opisuje izomerię optyczną.

### Ćwiczenie 1

Zapisz enancjomery butan-2-olu w projekcji Fischera.

### Ćwiczenie 2

Określ, czy cząsteczka 2-bromopropanu jest chiralna. Odpowiedź uzasadnij.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wybierz poprawne dokończenia poniższego zdania.

Światło spolaryzowane to:

- światło, w którym wygaszono wszystkie płaszczyzny drgań oprócz jednej, która przechodzi równolegle do układu szczelin polaryzatora.
- światło, które po przejściu przez rurkę polarymetryczną ulega skręceniu w prawą stronę.
- światło pochodzące z lampy sodowej.
- światło słoneczne.

## Ćwiczenie 2



Wybierz poprawne dokończenia poniższego zdania.

Substancja lewoskrętna to:

- związek nieczynny optycznie.
- izomer związku optycznie czynnego, enancjomer skręcający w lewo płaszczyznę polaryzacji światła.
- związek, który powoduje polaryzację światła.
- związek skręcający w lewo płaszczyznę polaryzacji światła zawsze o kąt  $90^\circ$ .

### Ćwiczenie 3



Uzupełnij tekst. Wstaw w puste miejsca odpowiednie wyrażenia.

Po umieszczeniu fragmentu kwarcu lub roztworu glukozy pomiędzy  a analizatorem, zaobserwujemy rozjaśnienie pola widzenia. Jeżeli obrócimy o pewien kąt , wówczas wiązka przechodząca może zostać całkowicie wygaszona.

**Wniosek:** substancja skręca . Kąt skręcenia płaszczyzny drgań jest równy kątowi, o jaki należy skręcić , aby uzyskać wygaszenie wiązki po umieszczeniu substancji w . Ciała zachowujące się w ten sposób nazywamy ciałami , a obserwowaną cechę nazywamy .

optycznie czynnymi

analizator

aktywnością optyczną

polaryzatorem

analizator

płaszczyznę polaryzacji

uruce polarymetrycznej

### Ćwiczenie 4



Uzupełnij tabelę, wstawiając odpowiednie określenia.

(*S*)-2-bromobutan, (*R*)-2-bromobutan, + 23,1, - 23,1, prawoskrętny, lewoskrętny

Nazwa substancji	$\alpha$ [°]	Rodzaj izomeru
( <i>S</i> )-2-bromobutan	+ 23,1	
( <i>R</i> )-2-bromobutan	- 23,1	

## Ćwiczenie 5



Uzupełnij opis na rysunku i na jego podstawie oceń, jaka substancja została umieszczona w rurce polarymetrycznej (czynna optycznie/nieczynna optycznie).

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 6



Tomek i Adam dokonali pomiaru kąta skręcenia płaszczyzny światła spolaryzowanego  $\alpha$  roztworu D-glukozy. W tym celu przygotowali roztwory do pomiaru, a następnie skorzystali z polarymetru umieszczonego w pracowni chemicznej. Temperatura w pracowni wynosiła  $17^\circ$ . Tomek zanotował kąt  $+ 52,7$ , natomiast Adam  $+ 44$ .

Wyjaśnij, dlaczego uczniowie uzyskali inne wyniki.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 7



Poniżej przedstawiono wykres zależności kąta  $\alpha$  skręcenia płaszczyzny polaryzacji od stężenia roztworu  $c$  dla pewnego cukru.

stężenie\_procentowe : 16

kąt\_skręcenia\_α[[°]] : 5

stężenie\_procentowe : 39

kąt\_skręcenia\_α[[°]] : 10

stężenie\_procentowe : 65

kąt\_skręcenia\_α[[°]] : 15

stężenie\_procentowe : 80

kąt\_skręcenia\_α[[°]] : 20

Na podstawie wykresu oceń, które zdania są prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji jest proporcjonalny do stężenia masowego $c$ roztworu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Różnica kąta skręcenia skręcenia płaszczyzny polaryzacji wynika w powyższym przypadku również z różnic temperatur i rodzaju aparatury.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roztwór cukru skręca płaszczyznę polaryzacji w lewo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wykres pozwala określić stężenia nieznanego roztworu za pośrednictwem pomiaru kąta skręcenia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, czym jest polaryzator oraz podaj przykłady substancji używanych jako polaryzatory. Do wykonania tego zadania skorzystaj również z innych źródeł informacji.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 9



Oblicz skręcalność właściwą roztworu glukozy o stężeniu  $c = 0,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , jeżeli roztwór umieszczono w rurce polarymetrycznej o długości 10 cm, a pomiaru dokonano przy długości fali 589 nm, w temperaturze 298 K. Kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji wynosił  $+ 27^\circ$ .

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Na czym polega zjawisko izomerii optycznej?

**Grupa docelowa:** III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony  
uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

## Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

6) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze; ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna.

## Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

## Cele operacyjne

**Uczeń:**

- definiuje pojęcia: czynność optyczna, skręcalność właściwa, światło spolaryzowane;
- analizuje zjawisko polaryzacji światła i wyjaśnia zasadę działania polarymetru;
- na podstawie znajomości kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji oblicza skręcalność właściwą substancji.

## Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

## **Metody i techniki nauczania:**

- analiza materiału źródłowego;
- pogadanka;
- ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja dydaktyczna;
- animacja;
- technika zdań podsumowujących.

## **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca zbiorowa.

## **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna.

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej okładkę e-materiału, na którym przedstawione są promienie świetlne, po czym zadaje pytanie: Czym jest światło oraz fala elektromagnetyczna? Nauczyciel prosi chętnego ucznia o narysowanie na tablicy wektorów fali świetlnej. Jeżeli uczeń niepoprawnie narysuje schemat, wówczas nauczyciel wyświetla poprawną odpowiedź na tablicy multimedialnej zawartą w e-materiale w sekcji „przeczytaj”.
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Czym jest światło spolaryzowane i czynność optyczna? Propozycje uczniowie zapisują na tablicy.

### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z treściami w e-materiale w sekcji „przeczytaj” i poszukują odpowiedzi na pytania: Co to jest polaryzator? Jak jest zbudowany polarymetr? Jakie substancje wykazują aktywność optyczną? Co to znaczy, że płaszczyzna światła spolaryzowanego jest skręcona w lewo lub w prawo? Po wyznaczonym czasie chętni/wyznaczeni uczniowie udzielają odpowiedzi –

pogadanka, a pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów. Powrót do fazy wstępnej i konfrontacja znaczenia wyrażenia: światło spolaryzowane i czynność optyczna.

2. Uczniowie samodzielnie analizują treści w e-materiale w sekcji „przeczytaj” dotyczące skręcalności właściwej: od czego zależy kąt skręcania płaszczyzny polaryzacji, jak się oblicza skręcalność właściwą. Po omówieniu przez uczniów na forum tego zagadnienia nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej ćwiczenie nr 8 zawarte w sekcji „Sprawdź się” – chętny uczeń podchodzi do tablicy i podejmuje próbę rozwiązania zadania. Nauczyciel wspiera ucznia.
3. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „W jakich urządzeniach czy przedmiotach codziennego użytku wykorzystuje się zjawisko polaryzacji światła”? Uczniowie pracują w parach, mogą korzystać z dostępnych źródeł informacji oraz wykorzystać swoją wiedzę na ten temat.
4. Nauczyciel poleca uczniom samodzielną pracę z medium bazowym – animacją dotyczącą zasady działania polarymetru. Uczniowie analizują medium, a następnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zadania załączone do medium bazowego.
5. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania od najłatwiejszych. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

### **Faza podsumowująca:**

1. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają samoprzylepnymi karteczkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
  - Dziś nauczyłem/łam się...
  - Zrozumiałem/łam, że...
  - Zaskoczyło mnie...
  - Dowiedziałem/łam się...
  - Łatwe było dla mnie...
  - Trudność sprawiało mi...

### **Praca domowa:**

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.
2. Odpowiedz pisemnie na pytania: co się stanie z odczytaną skręcalnością i skręcalnością właściwą, jeżeli podczas pomiaru czynności optycznej roztworu glukozy w wodzie:

a) zwiększymy trzykrotnie stężenie roztworu?

b) zmniejszymy dwukrotnie drugość rurki polarymetrycznej?

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Animacja może zostać wykorzystana podczas rozwiązywania ćwiczeń zadanych w ramach pracy domowej.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje:

- arkusze papieru A4;
- mazaki;
- arkusz papieru ze schematem termometru ze skalą oraz samoprzylepne karteczki dla uczniów.

2. Dodatkowa literatura:

- Dryński T.: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*. PWN, Warszawa 1980 (lub inne wyd.).
- Mazurkiewicz J., Rębilas K., *Wyznaczanie stężenia roztworów cukru przy pomocy polarymetru. Pracownia Fizyczna*, UR w Krakowie.  
<http://krzysztofrebilas.republika.pl/Gotowe/cw-45.pdf>
- Magiera A. (red.): I Pracownia fizyczna. p. 4.10, *Skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła w cieczach*, wyd. IV, IF UJ 2014;  
<http://www.1pf.if.uj.edu.pl/documents/5046939/5227638/skrypt.pdf>
- Polarymetr. Pracownia Fizyczna, WFiIS AGH;  
[http://www.fis.agh.edu.pl/~pracownia\\_fizyczna/cwiczenia/74\\_opis.pdf](http://www.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/cwiczenia/74_opis.pdf)
- *Pomiar skręcenia płaszczyzny polaryzacji wywołanej przez roztwór sacharozy oraz wyznaczenie skręcalności właściwej*, I Pracownia Fizyczna, WFiIS UŁ;  
<http://kawe.wfis.uni.lodz.pl/IPF/Instrukcje/O-17.pdf>
- Polaryzacja światła; [<https://www.youtube.com/watch?v=kxdHhERS8T4>]