Kolorowe prążki w galaretce

Cel doświadczenia:

Na podstawie obserwacji wyników eksperymentu można sprawdzić, jaki wpływ na transmisję światła spolaryzowanego mają wewnętrzne naprężenia w prześwietlanym materiale.

Problem do rozwiązania

Na podstawie obserwacji wyników eksperymentu można się przekonać, jaki wpływ na transmisję światła spolaryzowanego mają wewnętrzne naprężenia w prześwietlanym materiale.

Spis materiałów

- Małe plastikowe lub szklane naczynie o objętości około 100 ml – koniecznie przeźroczyste (najlepiej w kształcie prostopadłościanu)
- Żelatyna spożywcza
- Woda
- Dwa polaryzatory liniowe (mogą być dwie pary okularów polaryzacyjnych dla kierowców). Polaryzator liniowy jest elementem przepuszczającym falę elektromagnetyczną (np. światło) drgającą w jednej, określonej płaszczyźnie.
- Źródło światła białego (lampka, reflektor)
- Okulary korekcyjne

Etapy przeprowadzania doświadczenia

1. Do naczynia nalej gorącej wody o temperaturze około 60 st C, a następnie dodaj żelatynę spożywczą, tak aby powstała sztywna galaretka - w tym celu należy dodać dużo więcej żelatyny do wody niż to jest podane w przepisie (aby galaretka była bardziej sztywna należy ją wstawić do lodówki).
2. Ustaw polaryzatory naprzeciwko siebie. Obracając je, znajdź ich wzajemne położenie, w którym nie będą przepuszczały światła.
3. Kiedy galaretka będzie już zimna umieść naczynie pomiędzy polaryzatorami
4. Za jednym z polaryzatorów umieść zapaloną lampkę, tak aby oświetlała pojemnik z galaretką.
5. Obserwuj galaretkę przez drugi z polaryzatorów.
6. Delikatnie naciśnij od góry galaretkę. Obserwuj, jak zmienia się przechodzące przez galaretkę światło.
7. Pomiędzy polaryzatory włóż okulary. Postaraj się określić miejsca i obszary, gdzie widoczne są największe zmiany w ich wyglądzie.

Pytania do doświadczenia

1. Dlaczego efekt ten jest niewidoczny, jeśli galaretki nie obserwujemy przez polaryzator?
2. Od czego zależą zmiany w obrazie obserwowanej galaretki?
3. Czy wynik eksperymentu zmieni się, jeśli będziemy używać nie światła białego tylko monochromatycznego: czerwonego lub zielonego?

Opis zjawiska

Na skutek powstawania w materiale, takim jak np. galaretka wewnętrznych naprężeń zmieniają się właściwości optyczne takiego ośrodka. Pojawia się zjawisko tzw. dwójłomności optycznej, wynikające z silnej anizotropii cząsteczek, z których zbudowana jest dana substancja. Cząsteczki w substancji anizotropowej charakteryzują się m.in. wydłużonym kształtem w jednym, określonym (w przypadku galaretki „wymuszamy” rozciągnięcie jej struktury w określonym kierunku). Efektem dwójłomności w materiale jest m.in. zależność współczynnika załamania światła od polaryzacji światła. Może to oznaczać, że np. światło niebieskie rozchodzące się w określonym kierunku będzie się poruszało z różnymi prędkościami w zależności od swojej polaryzacji. Na wyjściu z takiego ośrodka (oraz po przejściu przez ustawiony skośnie polaryzator) nastąpi interferencja (nałożenie się) przesuniętych względem siebie fal świetlnych, a tym samym ich wzmocnienie lub osłabienie. Obserwowane kolory światła po przejściu przez galaretkę są efektem wzmocnienia danej barwy oraz „wygaszeniem” pozostałych barw odpowiadającym innym długościom fali światła.

Ciekawostki

1. Przed wynalezieniem komputerów oraz opracowaniem specjalnych programów symulacyjnych, rozkład naprężeń m.in. w konstrukcjach mostowych oraz wiaduktach, spowodowanych przez przejeżdżające pojazdy był wyznaczany za pomocą plastikowych (przeźroczystych) modeli oraz dwóch polaryzatorów – dokładnie tak, jak w Waszym doświadczeniu z galaretką.

2. Wyznaczając zmianę płaszczyzny polaryzacji światła odbitego lub przechodzącego przez badaną próbkę można określić jej pewne parametry. Przykładami urządzeń, w których wykorzystywane jest to zjawisko są polarymetry, za pomocą których określane są stężenia roztworów np. cukru oraz elipsometry stosowane m.in. do określania grubości bardzo cienkich warstw np. w strukturach półprzewodników.

3. Niektóre zwierzęta np. pszczoły mają możliwość określania płaszczyzny polaryzacji światła. Pomaga im to np. w orientacji w terenie.