

	Imię i nazwisko 1. 2.		Rok	Grupa	Zespół
<b>PRACOWNIA FIZYCZNA WFIS AGH</b>	Temat: <b>Polarymetr</b>				Nr ćwiczenia <b>74</b>
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

## Ćwiczenie 74

### Cel ćwiczenia:

Badanie aktywności optycznej wodnych roztworów cukru. Badanie zależności kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji przy przejściu przez roztwór cukru, w zależności od jego stężenia. Wyznaczanie skręcenia właściwego dla sacharozy. Wyznaczenia stężenia nieznanego roztworu cukru

### Literatura:

- [1] Zięba A. (red.), *Pracownia Fizyczna Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej SU1648*, AGH, Kraków 2002
- [2] Szczeniowski S., *Fizyka doświadczalna, cz. 4 Optyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1980
- [3] Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki t.IV*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003

### Zagadnienia kontrolne

1. Światło, fala elektromagnetyczna – charakterystyka i opis.
2. Sposoby otrzymywania światła spolaryzowanego liniowo. Inne rodzaje polaryzacji fali świetlnej.
3. Ośrodki aktywny optycznie, przykłady substancji aktywnych optycznie.
4. Rola płytki Laurenta w polarymetrze.
5. Zjawisko skręcenia płaszczyzny polaryzacji, sposoby wykorzystania tego zjawiska.
6. Zastosowanie regresji liniowej do ilościowego opisu zjawiska skręcenia płaszczyzny polaryzacji.

## Użyteczne wzory i stałe fizyczne

Niektóre substancje wykazują aktywność optyczną polegającą na skręceniu płaszczyzny polaryzacji przechodzącego przez nie światła. Taką aktywność optyczną mogą wykazywać kryształy, ciecze i roztwory niektórych substancji, między innymi roztwory naturalnej sacharozy (cukru). Aktywność optyczna substancji występuje wówczas, kiedy jej cząsteczki mają szczególną budowę chemiczną i mogą występować w postaci dwóch tzw. enancjomerów, które są swoimi lustrzanymi odbiciami. Sacharoza (popularny „cukier”) produkowana przez organizmy żywe jest złożona z takich cząsteczek jednego rodzaju („prawoskrętnych”), które nie posiadają zwierciadlanego odbicia (natomiast sacharoza produkowana chemicznie składa się w równej części z „prawoskrętnych” i „leuoskrętnych” cząsteczek, przez co efekt skręcenia płaszczyzny polaryzacji się niweluje).

W przypadku roztworów cukru o niskim stężeniu, kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji  $\alpha$  jest proporcjonalny do drogi  $L$  jaką światło przebywa w roztworze oraz do stężenia roztworu  $C$ :

$$\alpha = [\alpha]_D^{20^\circ\text{C}} \cdot C \cdot L \quad (1)$$

Gdzie współczynnik  $[\alpha]_D^{20^\circ\text{C}}$  nazywany jest *skręceniem właściwym* charakterystycznym dla danej substancji rozpuszczonej, i zależy od: rodzaju rozpuszczalnika, długości fali światła i temperatury roztworu. Standardowo skręcenie właściwe określane jest dla światła sodowego (linia  $D$  o długości  $\lambda=589,3$  nm).

**Skręcenie właściwe** definiowane jest jako kąt, o który skręca się płaszczyzna polaryzacji światła sodowego przy przejściu przez roztwór przygotowany w proporcjach 1g substancji na 10cm<sup>3</sup> roztworu, przechodząc przez słup roztworu o długości 10cm, w temperaturze 20°C.

Wartość skręcenia właściwego dla wodnego roztworu cukru w temperaturze 20°C wynosi:

$$[\alpha]_D^{20^\circ\text{C}} = 66,5 \frac{\text{deg} \cdot \text{cm}^3}{\text{dm} \cdot \text{g}} \quad (2)$$

W literaturze i tablicach można spotkać zapis skręcenia właściwego z jednostkami: 66,5°, gdzie w domyśle są pozostałe jednostki, lub rzadziej używany zapis  $6,65 \frac{\text{deg} \cdot \text{cm}^2}{\text{g}}$ , ewentualnie  $0,665 \frac{\text{deg} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}}$  w jednostkach układu Si.

Jeżeli mierzony roztwór znajduje się w innej niż 20°C temperaturze  $\theta$ , należy wprowadzić poprawkę zgodnie z następującym wyrażeniem:

$$[\alpha]_D^{20^\circ\text{C}} = \frac{[\alpha]_D^\theta}{1 - 0,00037(\theta - 20^\circ\text{C})} \quad (3)$$

Wzór (3) jest słuszny jedynie dla sacharozy.

## Przyrządy

W ćwiczeniu wykorzystywany jest polarymetr półcieniowy z płytką Laurenta.

Polarymetr jest wyposażony w:

1. Źródło światła - lampa sodowa (dł. fali 589,3 nm)
2. Zasilacz lampy sodowej 220-230V, 50Hz
3. Element optyczny z wykorzystaniem kwarcowej płytki Laurenta
4. Okular do obserwacji obrazu otrzymanego z analizatora, z regulacją ostrości

5. Dokładną skalę z noniusem do odczytu położenia polaryzator/analizator w zakresie 0-180 stopni, z dokładnością 0.05 stopnia
6. Tubę z wymiennymi kuwetami w zakresie długości kuwet 100-200mm
7. Podstawę łączącą wyżej wymienione elementy

W ćwiczeniu dokonujemy pomiaru kąta o jaki obrócony jest analizator względem polaryzatora. Płytką Laurenta zastosowana w polarymetrze ułatwia ocenę kontrastu obrazu widocznego w okularze. Analizator sprzęgnięty jest ze skalą kątową (w stopniach).

Odczytu kąta skręcenia dokonujemy, gdy obraz w okularze jest jednakowo zaciemniony (minimalne przekręcenie w jedną stronę powoduje pojawienie się ciemniejszych pasków po bokach obrazu, a minimalne przekręcenie w drugą stronę daje ciemniejszy pasek pośrodku).

### **Wykonanie ćwiczenia**

#### 1. Ustalenie położenia zerowego polarymetru.

Dokładnie wypłukaną kuwetę napęlnić wodą destylowaną. Zmierzyć 7-10 razy położenie analizatora przy jednolicie zaciemnionym polu widzenia. Na skali kątowej położenie analizatora należy odczytywać tak jak dla suwmiarki.

UWAGA: jeśli któryś z końców kuwety jest wyszczerbiony, należy kuwetę przez cały czas umieszczać tym końcem do góry, aby zapobiec wyciekaniu roztworu/wody. Równie istotne jest aby w kuwecie nie znajdował się pęcherzyk powietrza. Przy zamykaniu kuwety obowiązuje kolejność: kuweta, szkiełko, uszczelka gumowa, nakrętka. Długość kuwety widnieje na kuwecie i podana jest w milimetrach.

#### 2. Przygotowanie roztworów cukru.

Przy użyciu kolby miarowej bądź menzurki przygotować roztwór wagowo-objętościowy. W tym celu odważyć należy żadaną ilość cukru. Wsypać do kolby lub menzurki. Uzupełnić roztwór wodą do całkowitej objętości  $100\text{cm}^3$ . Cierpliwie mieszać do zupełnego rozpuszczenia cukru w wodzie. Zanotować w tabeli stężenie. Napęlnić kuwetę. Wykonać 7-10 pomiarów kąta skręcenia analizatora przy danym stężeniu.

Używając pozostałego roztworu można sporządzać niższe stężenia dolewając określonej ilości wody do znanej objętości aktualnego roztworu.

Należy przeprowadzić ćwiczenie dla co najmniej 6-7 roztworów.

Proponowany roztwór wyjściowy w proporcjach 20g cukru na  $100\text{cm}^3$  roztworu.

#### 3. Określenie stężenia nieznanego roztworu

Prowadzący ćwiczenie może dostarczyć kuwetę wypełnioną roztworem cukru o nieznanym stężeniu. Mierząc skręcenie analizatora i wykorzystując wyznaczone wcześniej skręcenie właściwe dla cukru, wyznaczyć należy stężenie nieznanego roztworu.

## Pomiary

Tabela 1. Kąty skreńczenia płaszczyzny polaryzacji w zależności od stężenia

masa cukru $m$ [g]	Polożenie zerowe polarymetru								
objętość roztworu $V_r$ [cm <sup>3</sup> ]									
długość kiewety $L$ [cm]									
stężenie roztworu $C$ [g/cm <sup>3</sup> ]									
	$i$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
	1.								
	2.								
	3.								
	4.								
	5.								
	6.								
	7.								
	8.								
	9.								
	10.								
	$\alpha_{sr}$ [deg]								

Temperatura roztworu: .....

Podpis prowadzącego

## Opracowanie wyników pomiarów

1. Oblicz wartość średnią położenia zerowego polarymetru.
2. Wylicz poszczególne stężenia roztworów.
3. Wyznacz średni kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla kolejnych stężeń/roztworów. Otrzymane wartości przeskaluj odpowiednio uwzględniając otrzymane położenie zerowe polarymetru.
4. Wykonaj wykres średniego kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji w zależności od stężenia.
5. Oszacuj i zaznacz na wykresie niepewności poszczególnych punktów pomiarowych.
6. Dopasuj do danych pomiarowych prostą przy pomocy regresji liniowej.
7. Zapisz otrzymany z regresji współczynnik nachylenia prostej wraz z niepewnością.
8. Korzystając z otrzymanego współczynnika prostej regresji oraz definicji skręcenia właściwego podaj wyliczoną wartość skręcenia właściwego wraz z niepewnością.
9. Jeżeli wykonane zostały pomiary dla roztworu o nieznanym stężeniu, na podstawie otrzymanego skręcenia właściwego wylicz nieznanne stężenie.
10. Zapisz krótkie podsumowanie/wnioski.