

1 Pochłanianie światła

1.1 Cel eksperymentu

- 1) Sprawdzenie doświadczalne zależności pomiędzy transmitancją optyczną T a grubością płytek szklanych d przy pomocy *jednowiązkowego spektrofotometru fotoelektrycznego Spekol.*
- 2) Wyznaczenie zależności współczynnika absorpcji światła k od długości fali λ (krzywej absorpcji) dla barwnych szkła przy pomocy *jednowiązkowego spektrofotometru fotoelektrycznego Spekol.*

1.2 Wiadomości teoretyczne

Absorpcją światła, czyli pochłanianiem, nazywamy straty energii strumienia światła występujące przy przechodzeniu tego strumienia przez ośrodek materialny, w którym światło nie ulega rozproszeniu. Straty strumienia świetlnego w substancji są wynikiem przemiany energii strumienia świetlnego w różne rodzaje energii wewnętrznej substancji (np. ciepło, jonizacja) oraz w energię promieniowania wtórnego, wysyłanego w innych kierunkach lub mającego inny skład widmowy.

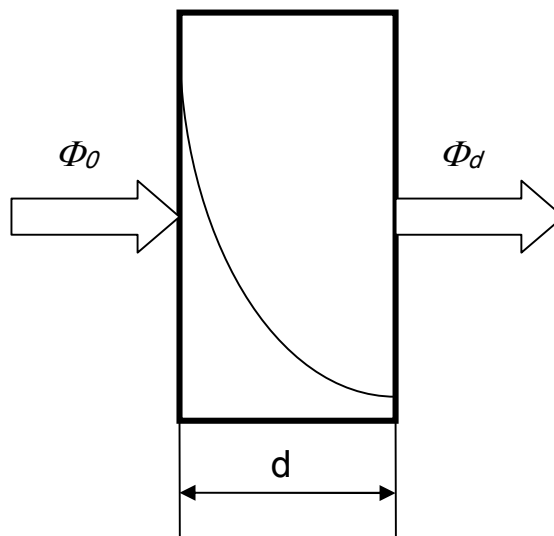
Światło o wielkości strumienia Φ_0 po przejściu przez płytkę o grubości d ulega osłabieniu tak, że wyjściu otrzymujemy światło o strumieniu Φ_d . Zależność między Φ_d a Φ_0 dana jest wzorem:

$$\Phi_d = \Phi_0 \exp(-kd) \quad (1)$$

Współczynnik pochłaniania k jest właściwością materiału z którego wykonana jest badana płytka i zależy on od długości fali światła wzbudzającego λ . Zależność $k(\lambda)$ nazywamy widmem współczynnika pochłaniania.

Stosunek Φ_d/Φ_0 nazywamy transmitancją światła T . Dlatego wzór (1) można przekształcić do postaci:

$$\ln\left(\frac{\Phi_0}{\Phi_d}\right) = \ln\left(\frac{1}{T}\right) = kd \quad (2)$$



Rys. 1. Rysunek pomocniczy do wyznaczania absorpcji w ośrodku materialnym.

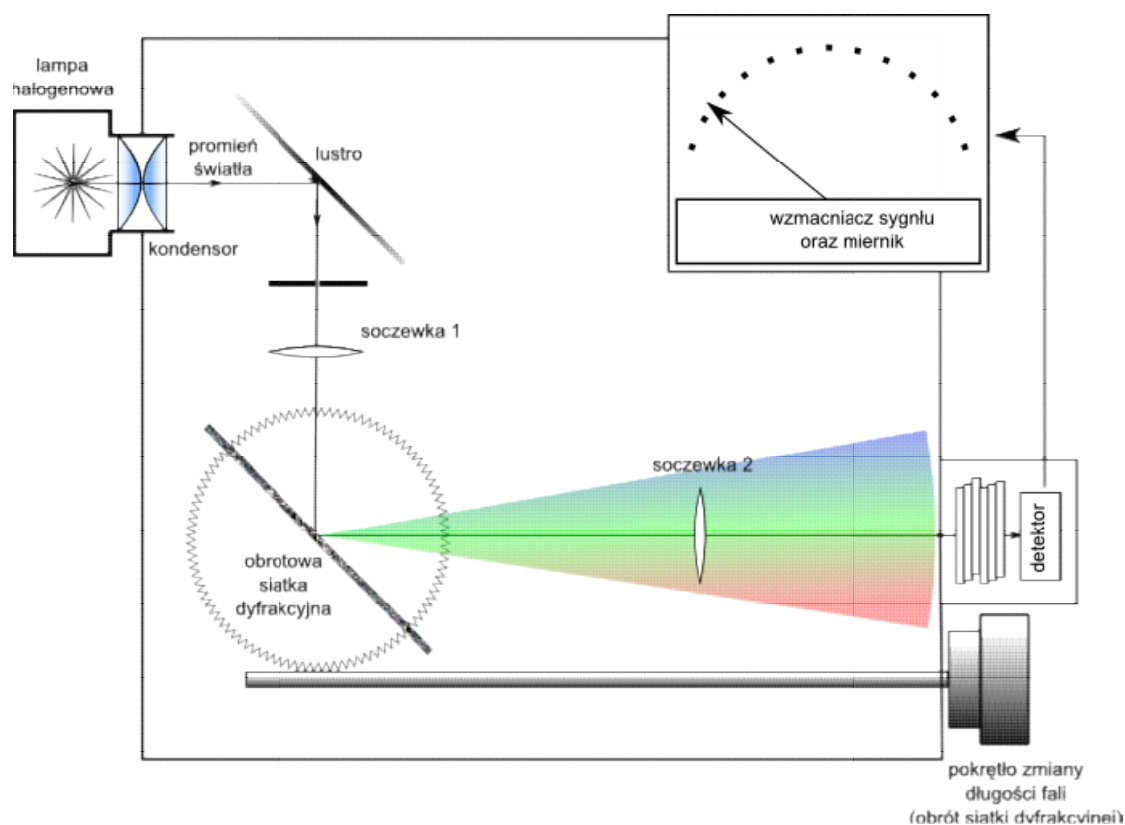
Pomiary pochłaniania światła mogą być obarczone błędami związanymi z odbiciem i rozproszeniem. Osłabienie strumienia światła spowodowane rozpraszaniem (ośrodki mętne) opisane jest zależnością eksponentylną, podobnie jak absorpcja. Jednak dla ciał przezroczystych, rozproszenie można zaniedbać. Eliminacja błędów powodowanych przez odbicie światła na powierzchniach warstw możliwa jest przy pomiarach względnego osłabienia strumienia świetlnego przez kilka warstw o różnych grubościach.

1.3 Opis aparatury pomiarowej

W ćwiczeniu, pomiary współczynnika pochłaniania światła przeprowadza się przy użyciu jedno wiązkowego spektrofotometru fotoelektrycznego Spekol (Rys.2.). Źródło światła L zostaje odwzorowane za pośrednictwem kondensora K oraz zwierciadła Z na szczelinie wejściowej $Sz1$. Kolimator $S1$ kieruje dalej równoległą wiązkę promieniowania na siatkę dyfrakcyjną SD . Ugięta i rozszczepiona przez siatkę dyfrakcyjną wiązka promieni przechodzi przez drugi kolimator $S2$ i zostaje zogniskowana w płaszczyźnie szczeliny wyjściowej $Sz2$. Obracając siatkę dyfrakcyjną za pomocą bębna R_d dokonujemy wyboru długości fali światła padającego na szczelinę wyjściową z zakresu 360-750 nm.

Światło o wybranej długości fali przechodzi przez badaną próbkę A do detektora promieniowania D . Jest nim fotoogniwo selenowe o dużej czułości. Powstały prąd fotoelektryczny doprowadzany jest do wzmacniacza W i dalej do miernika M (na przedniej ścianie obudowy). Prąd ten jest miarą strumienia promieniowania wyjściowego (przechodzącego) w stosunku do strumienia promieniowania padającego (100%), jest więc współczynnikiem przepuszczalności próbki (transmitancji).

Skala transmitancji podaje w procentach wartość stosunku $T = \Phi_t / \Phi_0$, gdy bez absorbenta strumień Φ_0 spowoduje pełne wychylenie wskazówki miernika (100%). W dodatku A znajduje się instrukcja obsługi spektrofotometru Spekol.



Rys.2 Zasada działania i budowa jednowiązkowego spektrometru fotoelektrycznego Spekol.

1.4 Przebieg ćwiczenia

- Wykonać pomiar transmitancji światła $i=1,2,..7$ płytek przezroczystych

Tabela 1. Wyniki pomiarów i obliczeń dot. badań absorpcji promieniowania optycznego o długości fali $\lambda = 560 \text{ nm}$

i	d / mm	T	$\ln \frac{1}{T}$	k / m^{-1}	$k_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^N k_i}{N}$ $/\text{m}^{-1}$	$\Delta k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (k_i - k_{sr})^2}{N-1}}$ $/\text{m}^{-1}$	$\Delta k / k_{sr}$
1							
2							
...							
7							

2. Wykonać pomiar widma transmitancji światła płytki niebieskiej

Tabela 2. Wyniki pomiarów i obliczeń dot. badań absorpcji promieniowania optycznego płytki niebieskiej

i	λ /nm	T	$\ln \frac{1}{T}$	d /mm	k /m ⁻¹
1	380				
2	400				
...	...				
20	780				

3. Wykonać pomiar widma transmitancją światła płytki czerwonej

Tabela 3. Wyniki pomiarów i obliczeń dot. badań absorpcji promieniowania optycznego płytką czerwoną

i	λ /nm	T	$\ln \frac{1}{T}$	d /mm	k /m ⁻¹
1	380				
2	400				
...	...				
20	780				

1.5 Prezentacja wyników eksperymentu

1. Wyznacz doświadczalną wartość pochłaniania światła k , k_{sr} i Δk dla płytek przezroczystych.
2. Wyniki pomiarów pokazać w postaci punktów na wykresie zależności $\ln \frac{1}{T} = f(d)$.
3. Wyznacz doświadczalną wartość pochłaniania światła $k(\lambda)$ dla płytki niebieskiej i czerwonej.
4. Wyniki pomiarów pokazać w postaci punktów na wykresie zależności $k = \varphi(\lambda)$.
5. Przeanalizuj otrzymane wyniki badań i sformułuj odpowiednie wnioski.

➤ Protokół pomiarowy

	Laboratorium z fizyki		
Rok akadem.:	Temat: Pochłanianie światła		
Kierunek:	Imię i Nazwisko:		
Grupa:			
	Ocena	Data Zaliczenia	Podpis
L			
S			
K			

Tabela 1. Wyniki pomiarów i obliczeń dot. badań absorpcji promieniowania optycznego o długości fali $\lambda = 560 \text{ nm}$

i	d / mm	T	$\ln \frac{1}{T}$	k / m^{-1}	$k_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^N k_i}{N}$ $/\text{m}^{-1}$	$\Delta k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (k_i - k_{sr})^2}{N-1}}$ $/\text{m}^{-1}$	$\Delta k / k_{sr}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Tabela 2. Wyniki pomiarów i obliczeń dot. badań absorpcji promieniowania optycznego płytki niebieskiej

i	λ /nm	T	$\ln \frac{1}{T}$	d /mm	k /m ⁻¹
1	380				
2	400				
3	420				
4	440				
5	460				
6	480				
7	500				
8	520				
9	540				
10	560				
11	580				
12	600				
13	620				
14	640				
15	660				
16	680				
17	700				
18	720				
19	740				
20	760				
21	780				

Tabela 3. Wyniki pomiarów i obliczeń dot. badań absorpcji promieniowania optycznego płytki czerwonej

i	λ /nm	T	$\ln \frac{1}{T}$	d /mm	k /m ⁻¹
1	380				
2	400				
3	420				
4	440				
5	460				
6	480				
7	500				
8	520				
9	540				
10	560				
11	580				
12	600				
13	620				
14	640				
15	660				
16	680				
17	700				
18	720				
19	740				
20	760				
21	780				

DODATEK BUDOWA I ZASADA POMIARU SPEKTROFOTOMETREM

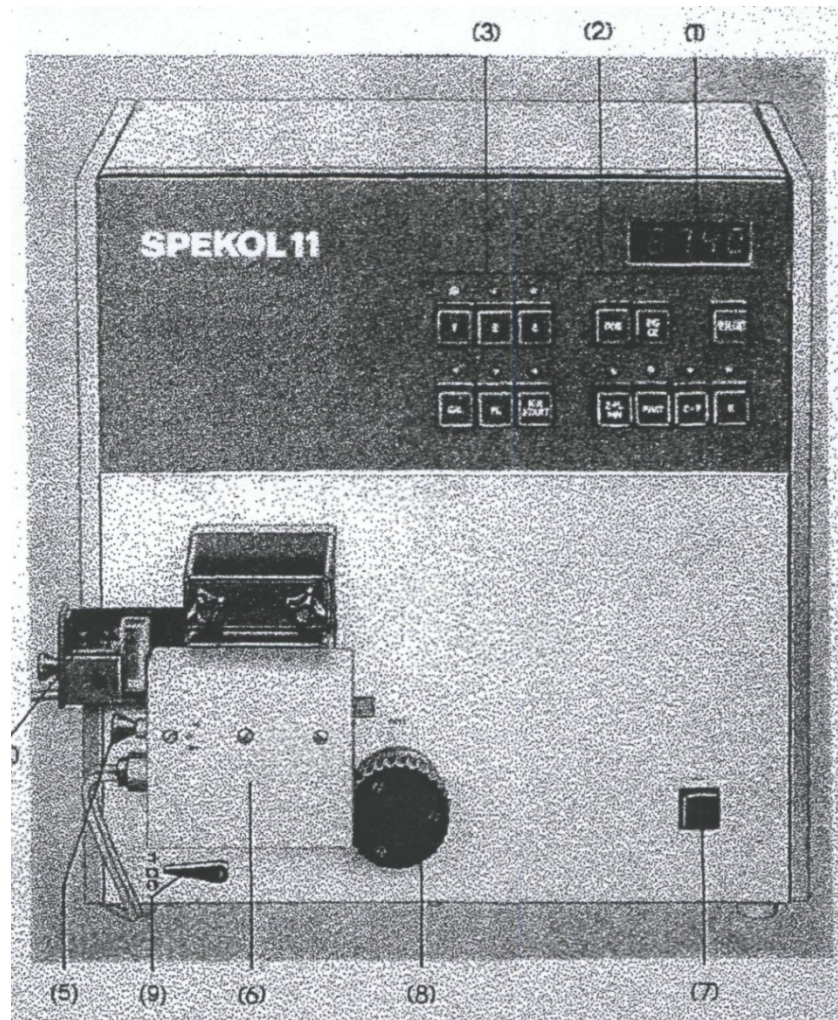
SPEKOL 11

SPEKOL11 jest spektrofotometrem jednowiązkowym, charakteryzującym się dużą automatyzacją działania i szerokim zakresem zastosowania. Zawiera on w swej obudowie monochromator posiadający, jako element dyspersyjny precyzyjną siatkę dyfrakcyjną (650 linii na milimetr). Światło ugięte na siatce dyfrakcyjnej trafia na szczelinę wyjściową o szerokości spektralnej 11nm. Obrót siatki dyfrakcyjnej powoduje skierowanie do szczeliny wyjściowej światła o dowolnej długości fali z zakresu od 330nm do 850nm. Obrotu siatki dyfrakcyjnej dokonuje się za pomocą pokrętła (8), które wyskalowane jest w nm.

Bezpośrednio za szczeliną wyjściową monochromatora umocowana jest przystawka pomiarowa EK1 przeznaczona do pomiaru ekstynkcji i transmitancji światła. Zawiera ona ruchomy element (4) umożliwiający wprowadzenie w bieg promieni świetlnych badanej próbki lub wzorca. Przy pomiarze współczynnika transmisji szklanych filtrów barwnych próbką wzorcową powinna być płytka wykonana ze szkła nieabsorbującego światła w badanym zakresie widma. Współczynniki odbicia, a więc i współczynniki załamania płytki wzorcowej i badanego filtru powinny być jednakowe.

Odbiornikiem światła są dwie fotokomórki, z których jedna jest przeznaczona do pomiaru w zakresie, długości fal od 340nm do 620nm (oznaczona kolorem niebieskim), a druga przeznaczona do pomiaru w zakresie długości fal od 620nm do 850nm (oznaczona kolorem czerwonym). Odpowiednią dla wybranej długości fali fotokomórkę ustawia się na drodze promieni świetlnych za pomocą suwnicy prętowej (5). Strzałki,

niebieska i czerwona, na obudowie fotokomórek wskazują odpowiedni kierunek przesuwu.



- (1) okienko wskaźnikowe
- (2) klawiatura do wprowadzania danych do pamięci
- (3) klawiatura do wyboru rodzaju pomiaru
- (4) zmieniacz próbek
- (5) uchwyt do przesuwania fotokomórki
- (6) obudowa fotokomórek
- (7) wyłącznik sieciowy
- (8) pokrętko do zmiany długości fali






(9) dźwignia włączająca filtr rozpraszający światło lub przysłony na szczelinę wyjściową monochromatora

 - szczelina wyjściowa zamknięta

 - szczelina wyjściowa otwarta

 - szczelina wyjściowa częściowo otwarta

Zasada pomiaru współczynnika transmisji

1. Spektrofotometr włączyć do sieci przez wciśnięcie klawisza (7) i poczekać około 15 minut na ustabilizowanie się przyrządu.
2. Przy zamkniętej szczelinie wyjściowej [dźwignia (9) w pozycji ] umieścić badany filtr barwny w jednym okienku zmieniaacza filtrów (4), a w drugim okienku płytkę bezbarwną.
3. Płytkę bezbarwną ustawić na drodze promieni świetlnych.
4. Nastawić wybraną długość fali wiązki światła pokrętkiem (8).
5. Na drogę promieni świetlnych wprowadzić fotokomórkę odpowiednią dla wybranej długości fali.
6. Otworzyć szczelinę wyjściową monochromatora [dźwignia (9) w położeniu  lub ].
7. Wybrać rodzaj pomiaru: transmisja, naciskając klawisz **T** (miga dioda przy **R**).
8. Nacisnąć klawisz **R**. Następuje automatyczne dostrojenie urządzenia (zerowanie i nastawienie stopnia wzmocnienia), pojawia się wskazanie 100.0, gaśnie dioda. Jeżeli pojawia się wskazanie -OFL lub **OFL** wtedy energia świetlna przy dostrajaniu wzorcowym jest zbyt niska lub za wysoka i należy ją zmienić przestawiając dźwignię (9) do pozycji  lub . Następnie po naciśnięciu klawisza **R** należy ponownie przeprowadzić proces dostrajania urządzenia.
9. Umieścić filtr barwny na drodze promieni świetlnych i odczytać wartość współczynnika transmisji.