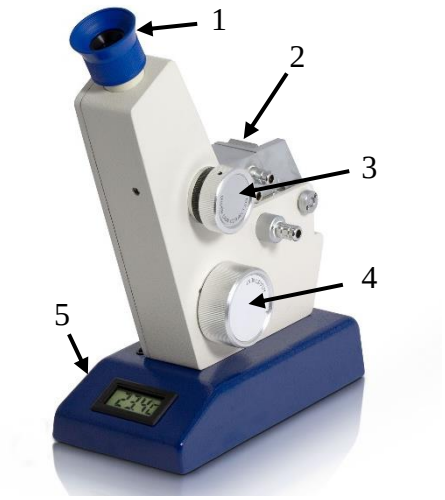
Numer pary	Imię i nazwisko	Wydział rok grupa
data	Nazwisko prowadzącego	Uwagi | Zaliczenie

F21. Wyznaczanie krzywej kalibracyjnej refraktometru Abbego

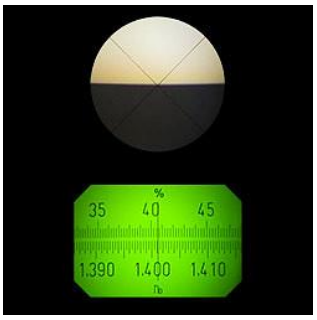
Zagadnienia.
Zjawisko załamania światła na granicy dwóch środowisk. Względny i bezwzględny współczynnik załamania światła. Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, rysunek. Kąt graniczny, wzór.

Literatura
Przestalski Rozdział II.4. Fale elektromagnetyczne; Optyka falowa; **Bobrowski** Rozdział 5.1; 5.2.

Przyrządy i materiały: refraktometr Abbego (Rys.1), sacharoza, woda destylowana, probówki szklane, pipeta automatyczna, mieszadło magnetyczne, waga laboratoryjna.



Rys.1. Refraktometr Abbego: 1 – okular ze skalą; 2 – pryzmat górny oświetlający, 3 – pokrętło korekcji dyspersji, 4 – pokrętło nastawcze, 5 – termometr.



Rys.2. Pole widzenia w okularze refraktometru Abbego.

Przygotowanie roztworów:

Zapoznaj się z instrukcją użycia pipety automatycznej.

1. Przygotuj 20 g 40% roztworu sacharozy (roztwór wzorcowy). W tym celu odważ odpowiednie ilości wody i cukru. Rozpuść cukier w wodzie podgrzewając ją na mieszadle magnetycznym do ok. 50 °C ciągle mieszając.
2. Zgodnie z opisem podanym w Tabeli 1 rozcieńcz wzorcowy roztwór sacharozy i przygotuj roztwory o stężeniach 10, 20 i 30 %, po 1 cm^3 z każdego. Do dozowania roztworu wzorcowego zastosuj pipetowanie odwrotne.
3. Po przygotowaniu roztworów zawartość każdej probówki dobrze wymieszaj.

Tabela 1.

Nr	woda destylowana [µl]	wzorcowy roztwór sacharozy [µl]	końcowe stężenie sacharozy [%]
1.	750	250	10
2.	500	500	20
3.	250	750	30

Wykonanie ćwiczenia:

1. Włącz oświetlenie pryzmatów refraktometru.
2. Na całą powierzchnię dolnego pryzmat nanieś cienką warstwę wody. Po opuszczeniu górnego pryzmatu usuń ręcznikiem papierowym nadmiar wypływającej wody.
3. Ustaw okular tak, aby zobaczyć ostry obraz krzyża pajęczego i skali. Skala jest podwójna (rys.2); w dolnej części podane są wartości współczynników załamania, natomiast w górnej części podane są wartości stężenia dla wodnych roztworów sacharozy. W refraktometrach starszego typu ułożenie skal jest odwrotne.
4. Pole widzenia w okularze powinno być podzielone na część jasną i ciemną (rys.2). Ewentualne rozszczepienie barwne zniweluj pokrętłem korekcji dyspersji znajdującym się po prawej stronie obudowy przyrządu.
5. Obracając pokrętłem nastawczym przesuń linię graniczną pomiędzy polami jasnym i ciemnym dokładnie na środek krzyża pajęczego (rys.2) i przy takim ustawieniu odczytaj wartość współczynnika załamania światła. Dodatkowo zanotuj wskazaną na skali procentową zawartość sacharozy. Wyniki wpisz do **Tabeli 2**.
6. Następnie przeprowadź pomiary współczynnika załamania światła **n** dla przygotowanych roztworów poczynając od roztworu o najniższym stężeniu.

Tabela 2. Współczynniki załamania światła n oraz stężenia c badanych roztworów.

Nr	Stężenie **c** [%]	Współczynnik załamania **n**	c^2	n^2	**c·n**	$c_{zmierzone}$ [%]
1	0					
2	10					
3	20					
4	30					
5	40					

Σc = **Σn=** **Σc²=** **Σn²=** **Σc·n=**

Opracowanie wyników i ocena jakości krzywej kalibracyjnej:

1. Korzystając z danych z Tabeli 2 przedstaw graficznie zależność **n = f(c)**.
2. Uzupełnij dane ujęte w Tabeli 2 i oblicz parametry prostej: współczynnik kierunkowy **a** i wyraz wolny **b** według podanych niżej wzorów:
   (gdzie D – parametr pomocniczy; N - liczba pomiarów)

$$D = N\sum_i c_i^2 - \left(\sum_i c_i\right)^2$$

$$a = \frac{N\sum_i c_i n_i - \sum_i c_i \sum_i n_i}{D}$$

$$b = \frac{\sum c_i^2 \sum n_i - \sum c_i \sum c_i n_i}{D}$$

3. Na podstawie obliczonych parametrów **a** i **b** napisz równanie prostej opisujące zależność współczynnika załamania światła roztworu od stężenia badanej substancji oraz podaj jakie wielkości fizyczne obliczone parametry opisują:

n = ... x **c** + ...
(a) (b)

4. Oblicz współczynnik korelacji **r** otrzymanej prostej według podanego poniżej wzoru i na jego podstawie oceń jakość przygotowanej krzywej kalibracyjnej.

$$r = \frac{N\sum_i c_i n_i - \sum_i c_i \sum_i n_i}{\sqrt{D\left(N\sum_i n_i^2 - \left(\sum_i n_i\right)^2\right)}}$$

Opcjonalnie:

5. Na przygotowanym wcześniej wykresie **n = f(c)** (zgodnie z punktem 1 opracowania wyników) nanieś również zależność **n = f($c_{zmierzone}$)** dla stężeń odczytanych bezpośrednio na skali refraktometru.
6. Uzupełnij dane w Tabeli 3 i dla otrzymanej zależności oblicz parametry prostej oraz współczynnik korelacji według podanych powyżej wzorów.

Tabela 3. Współczynniki załamania światła n oraz stężenia $c_{zmierzone}$ odczytane na refraktometrze dla badanych roztworów.

Nr	$c_{zmierzone}$ [%]	Współczynnik załamania **n**	$c^2_{zmierzone}$	n^2	$c_{zmierzone} \cdot n$
1					
2					
3					
4					
5					

Σc = **Σn=** **Σc²=** **Σn²=** **Σc·n=**

7. Podobnie jak w punkcie 3 opracowania wyników, na podstawie obliczonych parametrów **a** i **b** napisz równanie prostej skalującej.

n = ... x $c_{zmierzone}$ + ...
(a) (b)

8. Porównaj otrzymane wartości a, b i r dla obu prostych kalibracyjnych. Zapisz wnioski.