

Maciej Pierzchała 282 934
Filip Kubecki 272 655
Grupa: Wtorek 10:35

Data wykonania ćwiczenia:
26 listopada 2024r

Laboratorium 7

Charakteryzacja czujnika spektrofotometrycznego

1 Spis przyrządów

Do wykonania ćwiczenia wykorzystano:

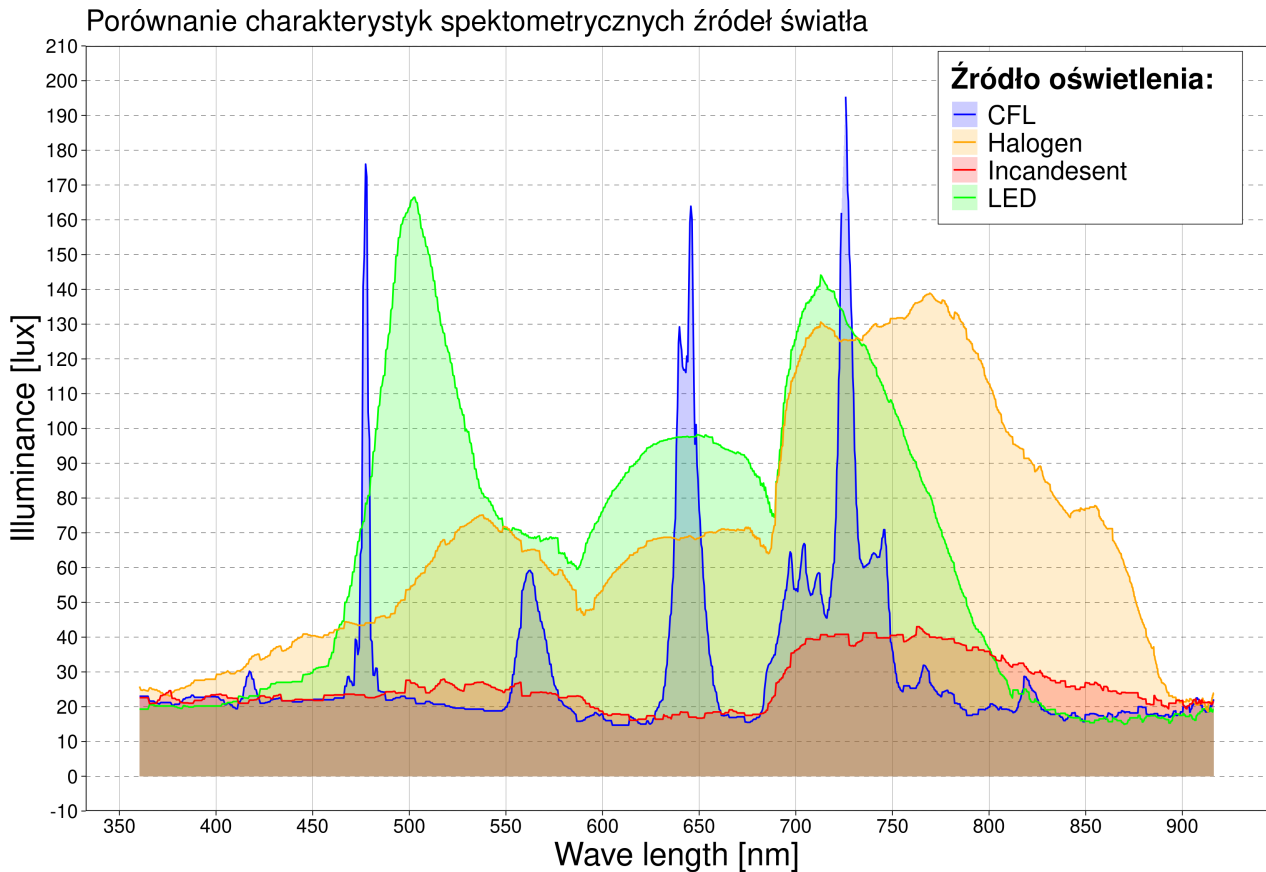
- Zasilacz laboratoryjny
- Źródła światła: świetlówki(CFL), żarówki, LED i halogeny
- Oranż metylowy - $C_{14}H_{14}N_3NAO_3S$
- Spektrofotometr
- Pipeta
- Pomocnicze szkło laboratoryjne: zlewki, butelki

2 Przebieg i cele doświadczenia

Celami ćwiczenia było porównanie charakterystyk spektroskopowych różnych typów źródeł światła oraz wyciągnięcie wniosków na temat tego jakie ze źródeł najbardziej odpowiada ludzkiemu oku. Należało również zbadać natężenie światła przepuszczanego przez roztwory oranżu metylowego o różnych stężeniach i określić poziom ich absorpcji. Na podstawie tych danych należało wyznaczyć krzywą kalibracji i wyznaczyć stężenie próbki o nieznanym stężeniu.

3 Obliczenia i analiza wyników

3.1 Analiza porównawcza różnych źródeł światła



Na podstawie wykresu można od razu wysunąć dwa wnioski: świetlówka posiada spektrum składające się z ostrych pików pewnych wąskich zakresów częstotliwości oraz spektrum lampy żarowej posiada bardzo płaskie spektrum w którym nie ma pików żadnej długości fali. W źródle żarowym jedynie widać większą amplitudę dla części czerwonego światła co może przekładać się na nasz ostateczny odbiór światła lamp żarowych jako pomarańczowo czerwone.

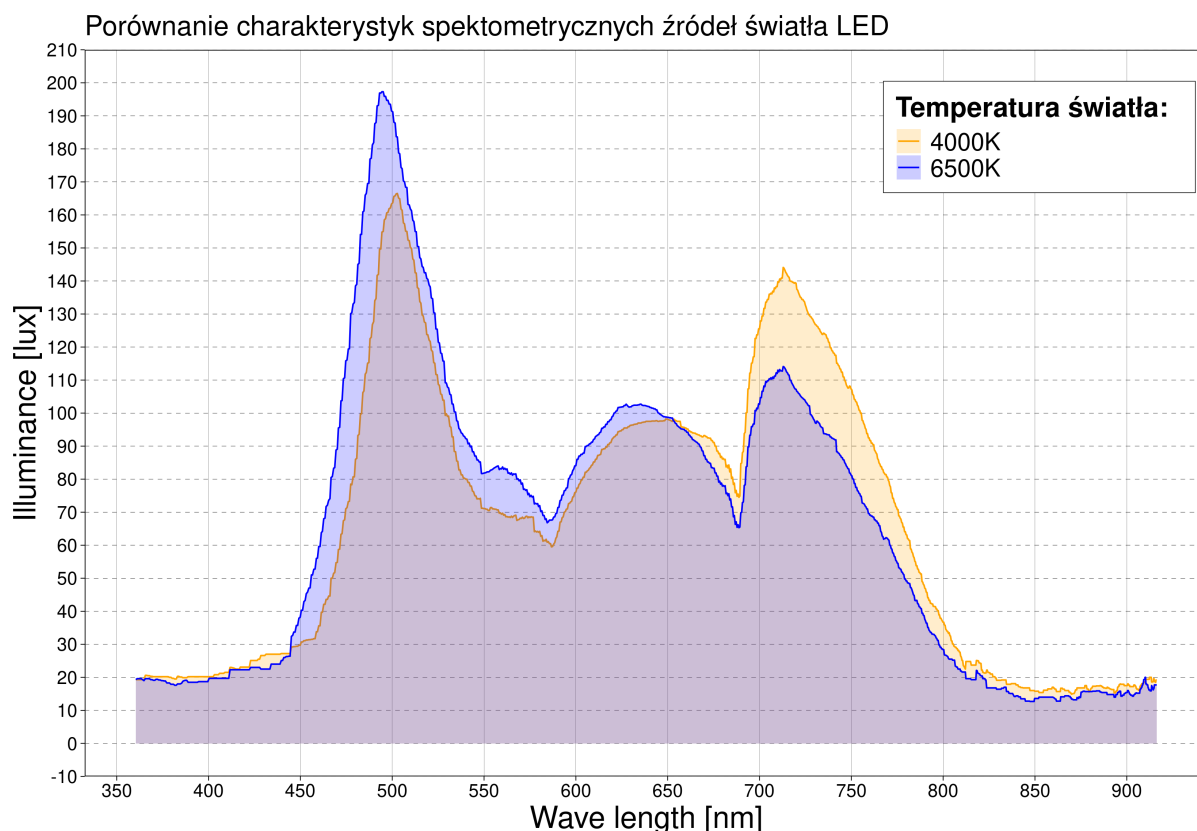
W przypadku źródła LED możemy wyróżnić trzy znaczące piki występujące w rejonach długości fali przypisanym kolorowi czerwonemu, zielonemu i niebieskiemu. Wynika to z budowy tego typu źródeł światła które posiada przeważnie konfigurację diód LED o tych specyficznych kolorach. Te kolory odpowiadają długościom fal które odbierają czopki znajdujące się w naszych oczach. Można również zauważyć że pik w zakresie koloru zielonego jest mniejszy niż dla niebieskiego oraz czerwonego co wynika

z tego że ludzkie oczy posiadają dwa razy więcej czopków odbierających kolor zielony. Wymagają one więc niższej stymulacji.

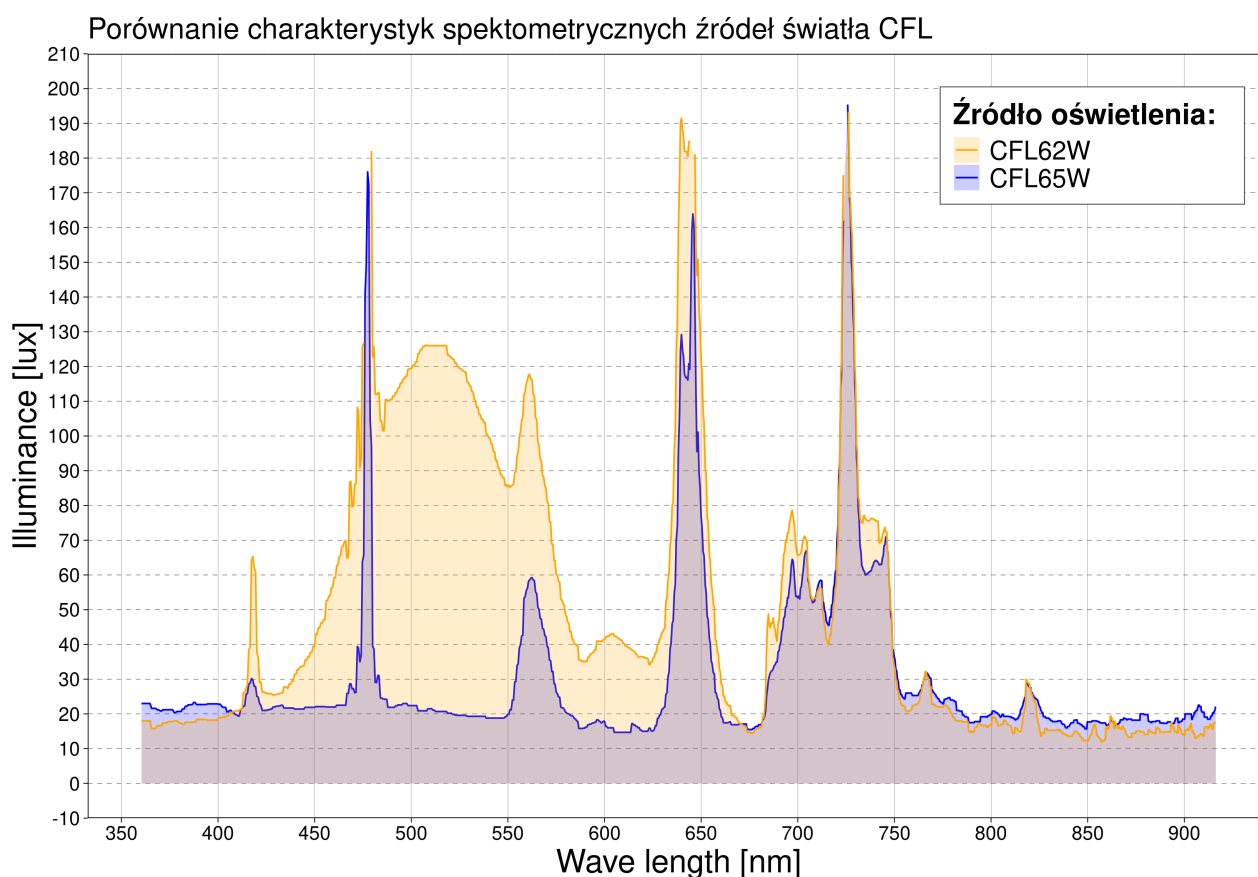
Ostatnie źródło czyli lampa halogenowa posiada spektrum podobne do tego lampy LED lecz posiadające dwie wyróżniające cechy. Po pierwsze pik w rejonie niebieskim ma o wiele niższą amplitudę a po drugie zakres koloru czerwonego jest o wiele szerszy i przechodzi płynnie w podczerwień.

Zastanawiając się jaki typ źródła światła z badanych posiada najlepsze parametry dla oczu należy zdefiniować samo pojęcie światła dobrego dla oka. Jeżeli jest to światło które najmniej męczy oczy będą to źródła posiadające bardzo szerokie zakresy światła czerwonego oraz małe i niskie zakresy światła niebieskiego i zielonego. Najlepszymi kandydatami będą tutaj światło żarówki i lampy halogenowej.

Jeżeli chcemy otrzymać światło które najlepiej odwzorowuje kolory rzeczywiste (te występujące przy świetle naturalnym) lepszym wyborem będzie światło lampy LED. Przez posiadanie wszystkich kolorów odbieranych przez oczy w odpowiednich proporcjach pozwala ono widzieć nam materiały na takie jakie są rzeczywiste podczas gdy światło źródeł z przeważaniem koloru czerwonego lub niebieskiego może dawać złudne wrażenie "pomarańczowości" kolorów.



Na powyższym wykresie możemy zaobserwować w jaki sposób producenci uzyskują różną temperaturę światła w przypadku lamp LED. Oba źródła światła posiadają charakterystyki o bardzo podobnym kształcie jednak różnią się amplitudami w niektórych zakresach. Gdy popatrzymy na światło o temperaturze 4000[K] możemy zauważyć wyższy pik w zakresie barwy czerwonej oraz niższy pik w zakresie koloru niebieskiego. Pik koloru zielonego w obu przypadkach różni się na tyle nieznaczająco że można przyjąć że wyglądają one identycznie. Ciepło światła możemy więc regulować proporcją światła emitowanego przez diody czerwone oraz przez diody niebieskie. W przypadku lamp LED jest to bardzo proste gdyż wymaga to regulacji natężenia poprzez zmianę rezystancji rezystorów zasilających diodę LED. Tworząc układ posiadający regulowany poziom zasilania dla kolejnych kolorów diód LED możemy stworzyć lampę która potrafi wyemitować dowolne światło. Lampy takie głównie spotykają swoje zastosowanie w kinematografii oraz fotografii lecz stają się coraz popularniejsze w zastosowaniach na rynku domowym.



Porównując te dwa źródła światła typu CFL możemy zauważyć bardzo dużo podobieństw. Lampa o wyższej mocy posiada piki które pokrywają się z lampą o niższej mocy jed-

nak lampa o mocy niższej posiada dodatkowy szeroki pik w zakresie 450 – 550[*nm*]. Ta różnica może wynikać z zastosowania dodatkowego luminofora który generuje te długości w przypadku naświetlenia światłem UV. Można też zauważyć że źródło o niższej mocy nie posiada niższych amplitud a wręcz przeciwnie można stwierdzić że średnia amplitud jest wyższa niż dla lampy mocniejszej. Może to oznaczać że lampa o niższej mocy jest lampą nowej generacji która jest bardziej elektrooszczędna gdyż produkując więcej światła posiada mniejsze zużycie energii.

3.2 Zastosowanie spektroskopii w chemicznej analizie ilościowej

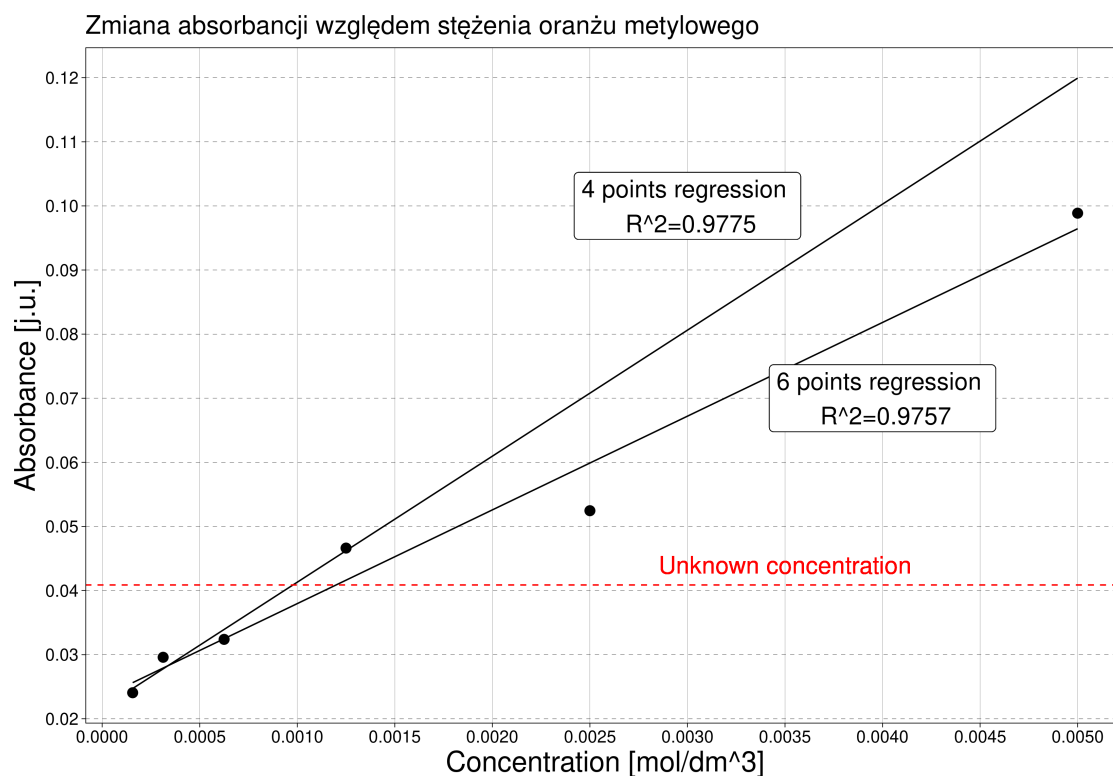
Na podstawie pomiarów wyznaczono absorbancję dla kolejnych roztworów oranżu metylowego na podstawie wzoru:

$$A = \log_{10}\left(\frac{I_0}{I}\right) \quad (1)$$

Przykładowo dla najwyższego stężenia oranżu metylowego:

$$A = \log_{10}\left(\frac{167}{158}\right) = \log_{10}(1.056962) = 0.0240593 \quad (2)$$

Na podstawie powyższych kalkulekacji wykreślono wykres $A = f(C)$ gdzie C stężenie oranżu metylowego:



Na podstawie wykresu wyznaczono dwie krzywe. Jedną aproksymującą pierwsze 4 punkty pomiarowe i drugą aproksymującą wszystkie 6 punktów. Obie krzywe wykazują dość podobny współczynnik determinacji. Bazując na informacji że liniowość zachodzi dla niższych stężeń do obliczeń wybrano krzywą na podstawie pierwszych 4 punktów.

Poniżej przedstawiono wyniki regresji liniowej:

$$y = 19.6573x + 0.0216 \quad (3)$$

Aby wyznaczyć koncentrację dla butelki X należy przekształcić równanie aby wyznaczało wartość x :

$$y = 19.6573x + 0.0216 \quad (4)$$

$$y - 0.0216 = 19.6573x \quad (5)$$

$$x = \frac{y - 0.0216}{19.6573} \quad (6)$$

Podstawiając wartość absorbancji dla stężenia X ($A = 0.04087288$):

$$x = \frac{0.04087288 - 0.0216}{19.6573} = 0.0009804441 \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right] \approx 0.001 \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right] \quad (7)$$

Na podstawie prawa Lamberta-Beera jesteśmy w stanie wyznaczyć molowy współczynnik absorpcji:

$$A = \varepsilon lc \quad (8)$$

$$\varepsilon = \frac{A}{lc} \quad (9)$$

Składnik prawej strony $\frac{A}{c}$ jest niczym innym jak współczynnikiem kierunkowej regresji. Możemy więc wyznaczyć molowy współczynnik absorpcji jako (Gdzie a współczynnik kierunkowy regresji):

$$\varepsilon = a \quad (10)$$

Dla naszych danych:

$$\varepsilon = 19.6573 \left[\frac{\text{dm}^3}{\text{mol cm}} \right] \quad (11)$$

3.3 Tabela 1 - wyniki

$I[lx]$	$C[\frac{dm^3}{mol}]$	$A[j.u.]$
158	1.5625e-04	0.02406
156	3.1250e-04	0.02959
155	6.2500e-04	0.03238
150	1.2500e-03	0.04663
148	2.5000e-03	0.05245
133	5.0000e-03	0.09886

4 Wnioski

Na podstawie pierwszej części ćwiczenia możemy wywnioskować że najprzyjemniejszymi dla oczu źródłami światła będą żarówki oraz lampa halogenowa. Jeżeli natomiast potrzebujemy światła które odpowiednio odwzorowuje kolory powierzchni jednocześnie mając najlepszą cenę względem mocy emisji to naszym wyborem powinna być lampa LED.

Na podstawie drugiej części ćwiczenia mogliśmy zaobserwować zależność wynikającą z prawa Lamberta-Beera oraz nauczyć się jak określać stężenie substancji na podstawie jej absorbancji. Na podstawie obliczeń udało się również wyznaczyć stężenie dla nieznanej koncentracji oranżu metylowego w butlce "X" równe $0.00098[\frac{mol}{dm^3}]$.

References

- [1] <https://www.researchgate.net/figure/Lighting-efficiency-and-lifetime-of-some-light-sources-10.tbl1.283744399>
- [2] <https://iarjset.com/upload/2017/april-17/IARJSET%207.pdf>
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Spectroscopy>
- [4] <https://www.photochemcad.com/databases/common-compounds/azo-dyes/methyl-orange>