

# LOG-iczność



## światła

*Projekt przygotowali:*

*Kalinowska Marta,*

*Świstuń Paulina,*

*Mól Dawid;*

*uczniowie klasy IID.*

## SPIS TREŚCI

---

Światło – co to takiego? .....	3
Światło źródłem życia .....	4
Światło monochromatyczne .....	5
Światłość.....	6
Czym jest absorpcja? .....	7
Jak to działa? .....	9
Troszkę historii .....	10
Ale jak to policzyć? .....	11
Absorbancja .....	14
Współczynnik absorpcji .....	16
Zależność barwy roztworu od absorbancji.....	17
Zadanie: wyznaczenie stężenia .....	25
Wyznaczenie współczynnika absorpcji.....	29
Prawo Webera – Fechnera .....	32
Światło – skala wrażeń.....	33
Wielkość gwiazdowa.....	35
Sumowanie jasności gwiazd .....	38
Podziękowania i ukłony: .....	40
Project summary.....	41
Bibliografia .....	42

## ŚWIATŁO – CO TO TAKIEGO?

---

Światło to pojęcie używane przez każdego z nas na co dzień. Mówimy o nim mając na myśli promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od 380 do 780 nm. Jest to światło widzialne. To na nie reaguje siatkówka naszego oka, dzięki czemu zachodzi proces widzenia.

Mając jednak na celu aspekt naukowy, bierzemy pod uwagę większy zakres długości fali: promieniowanie podczerwone oraz ultrafioletowe.

## ŚWIATŁO ŹRÓDŁEM ŻYCIA

---

Źródła światła możemy podzielić na naturalne i sztuczne. Podstawowym źródłem jest oczywiście największa gwiazda jaką człowiek zna : Słońce. Dostarcza ono mnóstwo energii do naszej Ziemi, która jest niezbędna do życia każdemu organizmowi. Dlaczego ?

Bez energii słonecznej niemożliwością byłoby dla roślin zielonych przeprowadzenie podstawowego procesu - fotosyntezy. Materia, która zostaje wyprodukowana w tym procesie, oraz tlen, który zostaje przy okazji uwolniony, są niezbędne do przetrwania wszystkich poziomów łańcucha pokarmowego. Ograniczone również zostałyby ruchy roślin oraz ich wzrost zależny od promieniowania słonecznego.

Aby przekonać się jak bardzo życie na ziemi uzależnione jest od ilości dostarczanej energii słonecznej wystarczy przyjrzeć się oceanom, gdzie zanika ono wraz z głębokością. Im głębiej, tym mniej światła dociera do poszczególnych warstw oceanów, a co za tym idzie bardzo ciężko w głębinach spotkać jakieś żywe organizmy.

## ŚWIATŁO MONOCHROMATYCZNE

---

Na potrzeby naszego projektu wyjaśnimy, czym jest ŚWIATŁO MONOCHROMATYCZNE.

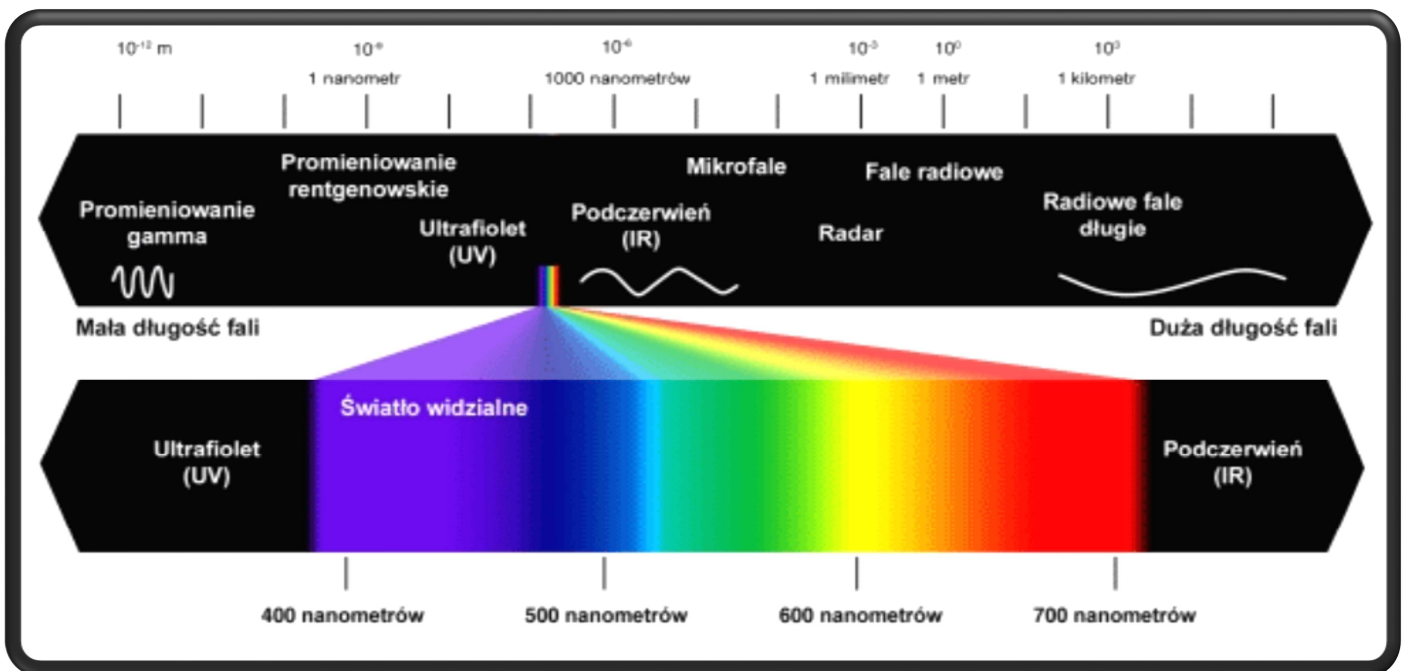
Otóż, jest to wiązka światła o konkretnej długości fali. Wiązkę taką, możemy na przykład otrzymać po rozszczepieniu światła białego. I tak :

KOLOR WIĄZKI	DŁUGOŚĆ FALI w nm.
Czerwony	~635-770
Żółty	~565-590
Zielony	~520-565
Cyjan	~500-520
Niebieski	~450-500
Indygo	~430-450
Fiolet	~380-430

# ŚWIATŁOŚĆ

Bardzo ważną wielkością fizyczną dotyczącą światła jest ŚWIATŁOŚĆ.

Wielkość ta mówi nam o wizualnej jasności źródła światła (jego natężeniu).  
Jednostką, której używamy mówiąc o światłości jest KANDELA, należy ona do układu jednostek SI.



## CZYM JEST ABSORPCJA?

---

Absorpcja – pojęcie które większości z nas nic nie mówi. Nie zalicza się bowiem do codziennego słownika przeciętnego człowieka, a jej wpływ na życie jest rzadko poruszany. Mimo to, absorpcja jest bardzo istotną własnością. Jej działanie jest widoczne niemal wszędzie, a wpływ na życie na Ziemi, jak i we wszechświecie – jeśli wierzycie że tam też istnieje, jest ogromne.

Ale zanim o znaczeniu, przybliżę Wam pojęcie absorpcji. Wyobraźmy sobie że nurkujemy w akwalungu w morskie głębiny. Początkowo woda jest ciepłutka a promienie Słoneczne pięknie oświetlają nasze otoczenie i nas samych. Niestety wraz z głębokością na jaką schodzimy staje się coraz zimniej i ciemniej. Fakt oczywisty, jednak czy zastanawialiście się kiedyś dlaczego staje się ciemno? Może jest to spowodowane zanieczyszczeniami, a może przepływał nad nami wieloryb. Oczywiście obie opcje są możliwe, choć druga trochę nieprawdopodobna, lecz światło niknie przez absorpcję. Światło jest pochłaniane przez wodę. Oczywiście zjawisko absorpcji – pochłaniania, zachodzi w każdej substancji, nie tylko w wodzie. Dodatkowo warto zauważyć że światło widzialne, czyli promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od 380 do 780 nm, w wodzie ma niski wskaźnik absorpcji, czyli dociera ono dość daleko – dzięki czemu pozwala na fotosyntezę roślin i rozwój życia.

Uogólniając powyższą opowieść możemy stwierdzić, że absorpcja jest to pochłanianie fali elektromagnetycznej przez substancje. W naszym projekcie ograniczymy się tylko do absorpcji światła.

Wiemy już czym jest owa absorpcja, lecz pewnie ciągle zastanawiacie się jak może ona wpływać na nasze codzienne życie. Otóż może i wpływa. Wyobraźcie sobie świat w którym wszystkie elementy, przedmioty, a nawet my sami jesteśmy przezrocyści. Współczynnik absorpcji jest równy zero. Światło przenika (ewentualnie załamując się) przez każdą substancję. Nie zanika w niej, tylko

podąża dalej. Wszystko postrzegalibyśmy na wzór predatora z filmu science-fiction. Widzielibyśmy tylko odbite od przedmiotów promienie, co dawało by efekt braku koloru i widzenia przedmiotu, czy osoby zniekształconej, jakby ubranej w powykrzywiane lustro.



## JAK TO DZIAŁA?

---

Światło można przedstawić jako skupisko bądź też strumień fotonów. Są to cząstki elementarne, czyli najmniejsze elementy budulcowe, nie posiadają masy, ani rozmiaru. Przenoszą one jednak pewien ładunek elektryczny.

Energia ta oddziałuje z elektronem walencyjnym (elektron znajdujący się na ostatniej powłoce) atomu substancji, przez którą światło przechodzi. Jeśli różnica energii atomu pomiędzy jego stanem wzbudzonym, a podstawowym jest równa ładunkowi fotonu, zostanie on pochłonięty przez dany atom. Jeżeli taka zależność nie nastąpi, dany foton przeniknie przez atom, lub się na nim rozproszy.

Po absorpcji fotonu do atomu zachodzi zjawisko luminescencji. Atom oddaje pobraną energię w postaci fotonu. Emitowany foton może mieć ładunek równy pobranemu, lub mniejszy. Owe zmniejszenie nazywamy zjawiskiem luminescencji.

## TROSKĘ HISTORII

---

Zjawisko absorpcji jako pierwszy zaobserwował francuski uczyony Pierre Bouguer w 1729 roku. Trzydzieści jeden lat później niemiecki fizyk, matematyk i astronom Johann Heinrich Lambert także dostrzegł owe zjawisko i sformułował prawo opisujące je, nie wiedząc iż istnieje już naukowiec który je odkrył. Po zapoznaniu się z pracą swojego poprzednika Lambert oddał mu pierwszeństwo, lecz prawo to często nazywane jest prawem Lamberta-Beera.

## ALE JAK TO POLICZYĆ?

---

Najłatwiejszym sposobem aby obliczyć zdolność absorpcyjną danej substancji jest stosunek natężenia światła pochłoniętego przez substancję do natężenia światła padającego na tą substancję.

Stąd pojawia nam się pierwszy wzór:

$$Ab = \frac{\phi_p}{\phi_0} \quad (1)$$

gdzie:

Ab – zdolność absorpcyjna;

$\phi_p$  – strumień energii pochłonięty przez ciało;

$\phi_0$  – strumień energii przepuszczony przez ciało.

Zdolność absorpcji możemy wyliczyć również ze wzoru:

$$Ab = 1 - \frac{T}{1-R} \quad (2)$$

gdzie:

Ab – zdolność absorpcyjna;

T – współczynnik transmitancji;

R – współczynnik odbicia.

We wzorze tym pojawiają się dwie nowe wielkości: R i T.

Współczynnik odbicia jest to stosunek natężenia fali odbitej do natężenia fali padającej. Wyraża się wzorem:

$$R = \frac{I_k}{I_0} \quad (3)$$

gdzie:

R – współczynnik odbicia;

$I_k$  – natężenie fali odbitej;

$I_0$  – natężenie fali padającej.

W tym projekcie nie będziemy zajmowali się zjawiskiem rozpraszania się światła, tak więc przejdźmy do kolejnej, tym razem interesującej nas wielkości, jaką jest transmitancja.

Transmitancja jest to wielkość, która pokazuje, jaka część promieniowania zostaje przepuszczona przez dane ciało. Oczywistym wzorem przychodzącym nam do głowy jest stosunek natężenia światła przepuszczonego do natężenia światła padającego.

$$T = \frac{I_1}{I_0} \quad (4)$$

gdzie:

T – wielkość transmitancji;

$I_1$  – natężenie fali przepuszczonej;

$I_0$  – natężenie fali padającej.

Transmitancję zazwyczaj wyrażamy procentowo, więc w danym wzorze należy uwzględnić przeliczenie wyniku na wartość procentową:

$$T(\%) = \frac{I_1}{I_0} * 100\% \quad (5)$$

Wynika z tego, że transmitancja może przybierać wartości od 0 do 100%. Jej maksymalna wartość (100%) oznacza iż całe światło jest przepuszczane przez

dane ciało – nie ma absorpcji światła, a jej najmniejsza wartość (0%) oznacza, że światło nie przedostaje się przez ciało, całe jest pochłaniane – całkowita absorpcja.

Transmitancja jest zależna od dwóch czynników:

- stężenia roztworu substancji przez którą światło przenika, w którym określamy zjawisko absorpcji;
- grubości warstwy roztworu absorbującego – czyli drogi jaką światło musi pokonać w roztworze.

Niestety wartość transmitancji nie jest wprost proporcjonalna do stężenia roztworu. Tą własność ma jednak absorbancja.

## ABSORBANCJA

---

Najczęściej przydatną dla ludzi informacją jest wartość spadku natężenia światła po jego przeniknięciu przez dany roztwór. Oczywiście wartość ta, podobnie jak transmitancja zależy od warstwy roztworu absorbującego, oraz stężenia tego roztworu. Uwzględniając tą zależność, aby ułatwić obliczenia związane z absorpcją, wprowadzono jednostkę addytywną zwaną absorbancją, lub ekstynkcją.

Zanim przejdziemy dalej wytłumaczymy co oznacza pojęcie addytywności.

Najlepiej obrazuje to wzór:

$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$

Funkcja jest addytywna jeżeli spełnia zależność: funkcja sumy składników jest równa sumie funkcji pojedynczych składników. Oczywiście dotyczy to również większej ilości składników.

Oznacza to że w przypadku roztworu w którym występuje więcej niż jeden składnik absorbujący promieniowanie, wartość absorbancji jest sumą wartości absorbancji poszczególnych składników.

Znając zasadę addytywności możemy wrócić do tematu.

Absorbancja jest ściśle powiązana z transmitancją. Przedstawić ją możemy za pomocą wzoru:

$$A = \log \frac{1}{T} \tag{6}$$

gdzie:

A – wartość absorbancji;

T – wartość transmitancji.

Uwzględniając wzór (4) na transmitancję, możemy, podstawiając, wyprowadzić nowy wzór na absorbancję:

$$A = \log \frac{I_0}{I_1} \quad (7)$$

gdzie:

A – wartość absorbancji;

$I_0$  – natężenie fali padającej;

$I_1$  – natężenie fali przepuszczonej.

Warto też zauważyć, że dla każdej substancji możemy wyznaczyć współczynnik absorpcji –  $\varepsilon$ . Jest to wielkość informująca o stopniu absorbancji danej substancji dla danej długości fali. Znając współczynnik absorpcji możemy wyliczyć wartość absorbancji ze wzoru:

$$A = \varepsilon * c * l \quad (8)$$

gdzie:

A – wartość absorbancji;

$\varepsilon$  – współczynnik absorpcji;

c – molowe stężenie roztworu;

l – grubość warstwy roztworu.

Wzór obrazuje nam również zależność wielkości absorbancji od molowego stężenia roztworu, drogi pokonywanej w tym roztworze przez światło.

## WSPÓŁCZYNNIK ABSORPCJI

---

Znając wzór (8) na absorbancję, możemy go przekształcić aby otrzymać wzór na współczynnik absorpcji:

$$\varepsilon = \frac{A}{c \cdot l} \quad (9)$$

gdzie:

A – wartość absorbancji;

$\varepsilon$  – współczynnik absorpcji;

c – molowe stężenie roztworu;

l – grubość warstwy roztworu,

lub stężenie molowe roztworu:

$$c = \frac{A}{\varepsilon \cdot l} \quad (10)$$

gdzie:

A – wartość absorbancji;

$\varepsilon$  – współczynnik absorpcji;

c – molowe stężenie roztworu;

l – grubość warstwy roztworu.

Owe przekształcenia wzoru (8) na absorbancję, mają szerokie zastosowanie w zadaniach fizyko-chemicznych. Przykładowo pozwalają obliczyć stężenie próbki roztworu.



# ZALEŻNOŚĆ BARWY ROZTWORU OD ABSORBANCJI

---

Przeprowadźmy doświadczenie:

Wyznaczenie wartości absorbancji, oraz transmitancji fluoresceiny, oraz erythrosinu, w zależności od długości fali elektromagnetycznej w zakresie światła widzialnego.

## Doświadczenie 1.

Przygotujemy dwie próbki: roztwór fluoresceiny i roztwór erythroisnu w wodzie. Jako skale porównawczą bierzemy próbkę czystej wody. Kolorymetr skalujemy dla danej długości fali elektromagnetycznej względem próbki wody z założeniem, że przepuszcza ona 100% światła. Następnie wykonujemy pomiar transmitancji oraz absorbancji dla obu próbek. Czynność skalowania i pomiaru powtarzamy dla różnych długości fali elektromagnetycznej z przedziału światła widzialnego.

Otrzymujemy wyniki:

1. Dla fluoresceiny:

$\lambda$ (nm)	400	420	440	460	480	500	510	520
E	0,235	0,36	0,76	1,5	1,95	1,7	0,68	0,18
T (%)	58	44	18	3	1,1	2,1	21	66,1

$\lambda$ (nm)	540	550	560	580	600	620	670
E	0,025	0,1	0,005	0,002	0,001	0,0005	0,0001
T (%)	95	98,2	99	99,5	99,8	99,9	99,99

gdzie:

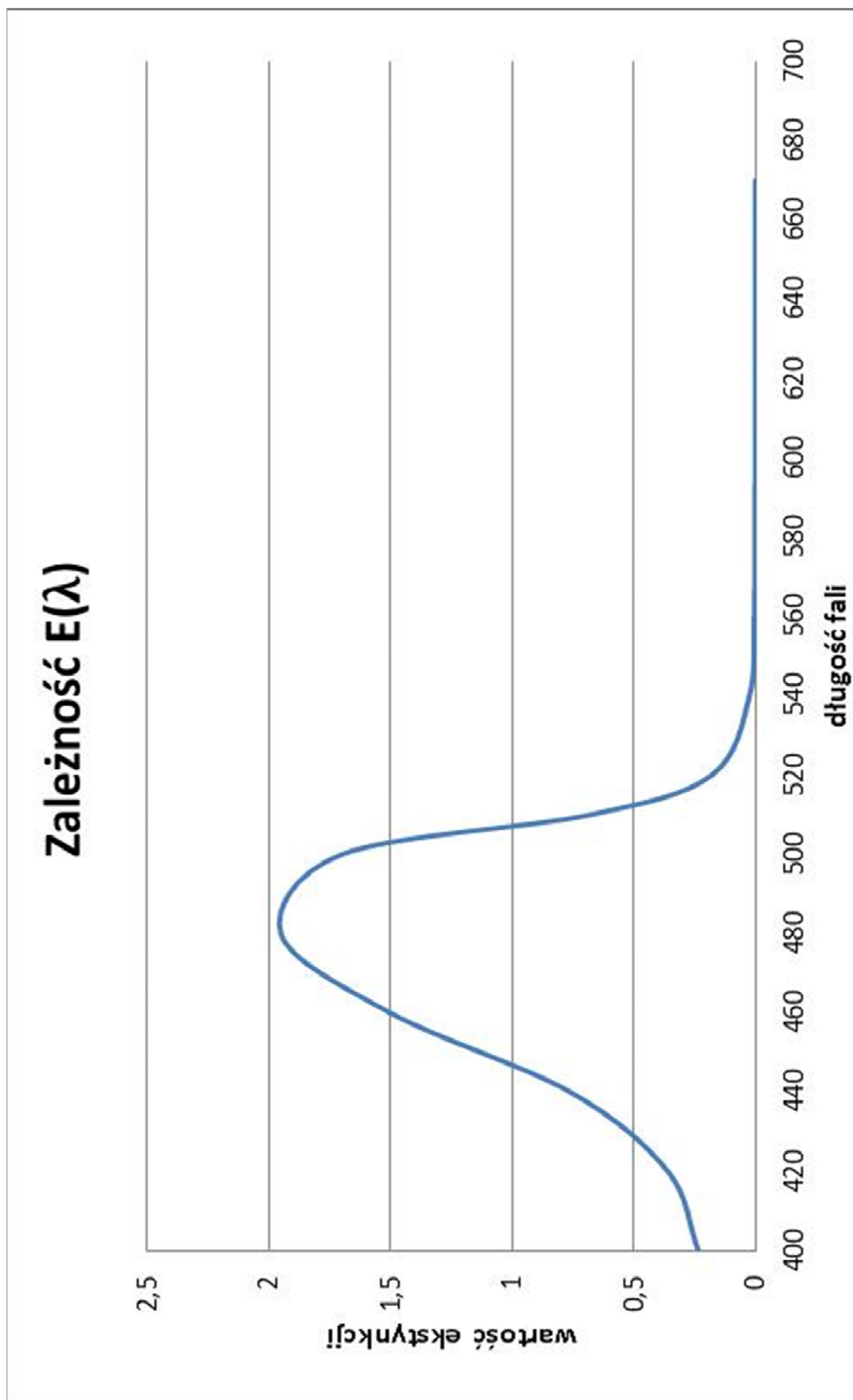
$\lambda$  – długość fali;

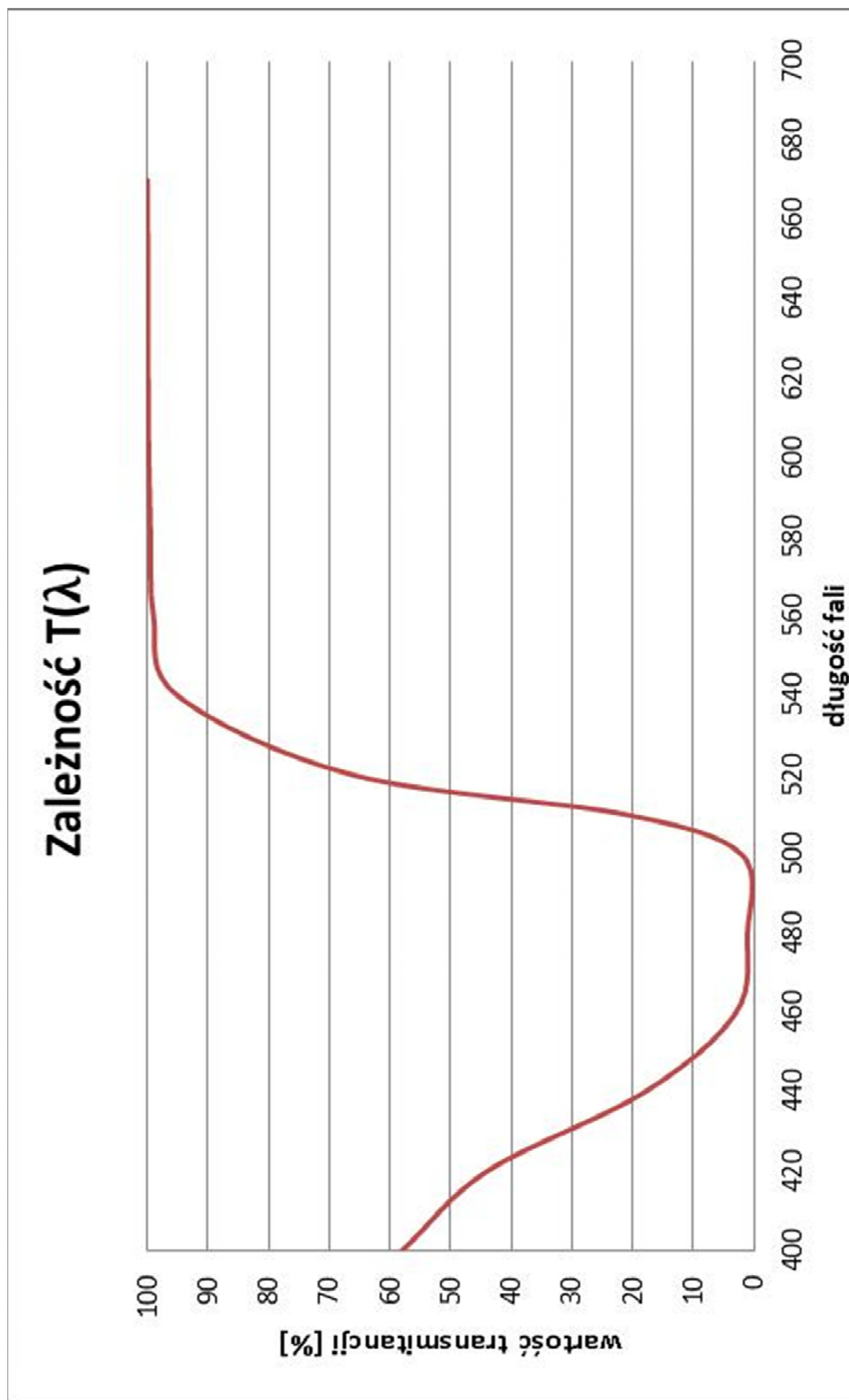
E – wartość ekstynkcji;

T(%) – wartość transmitancji  
(wyrażona w procentach).

Po serii prob powinniśmy zauważyć błąd pomiarowy dla  $\lambda=550$  nm. Podczas tworzenia wykresu danego punktu nie bierzemy pod uwagę.







2. Dla erythrosinu:

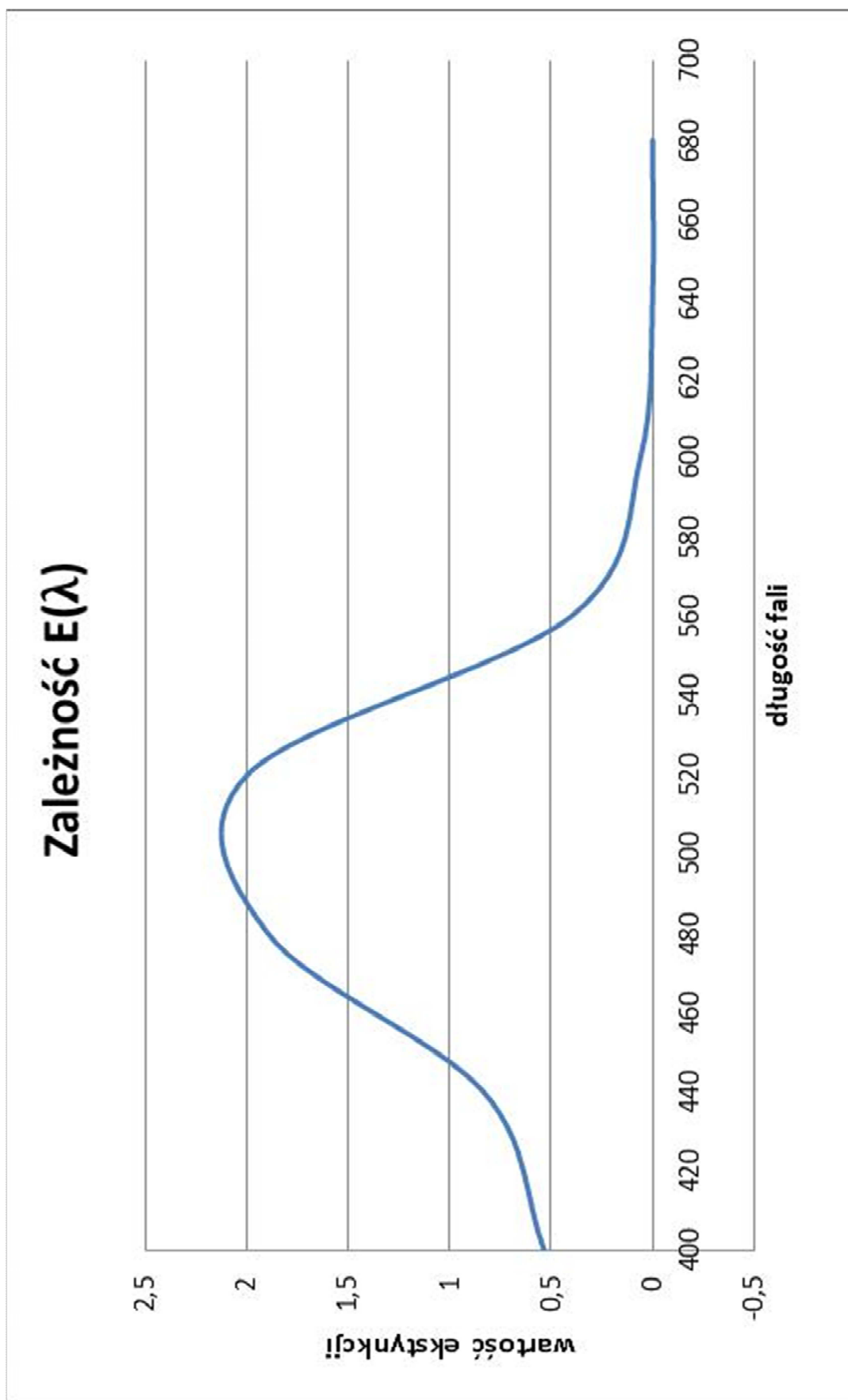
$\lambda$ (nm)	400	440	480	520	560	600	640	680
E	0,535	0,835	1,9	2	0,4	0,06	0	0
T (%)	30,09	0,52	0,01	0	40	98	100	100

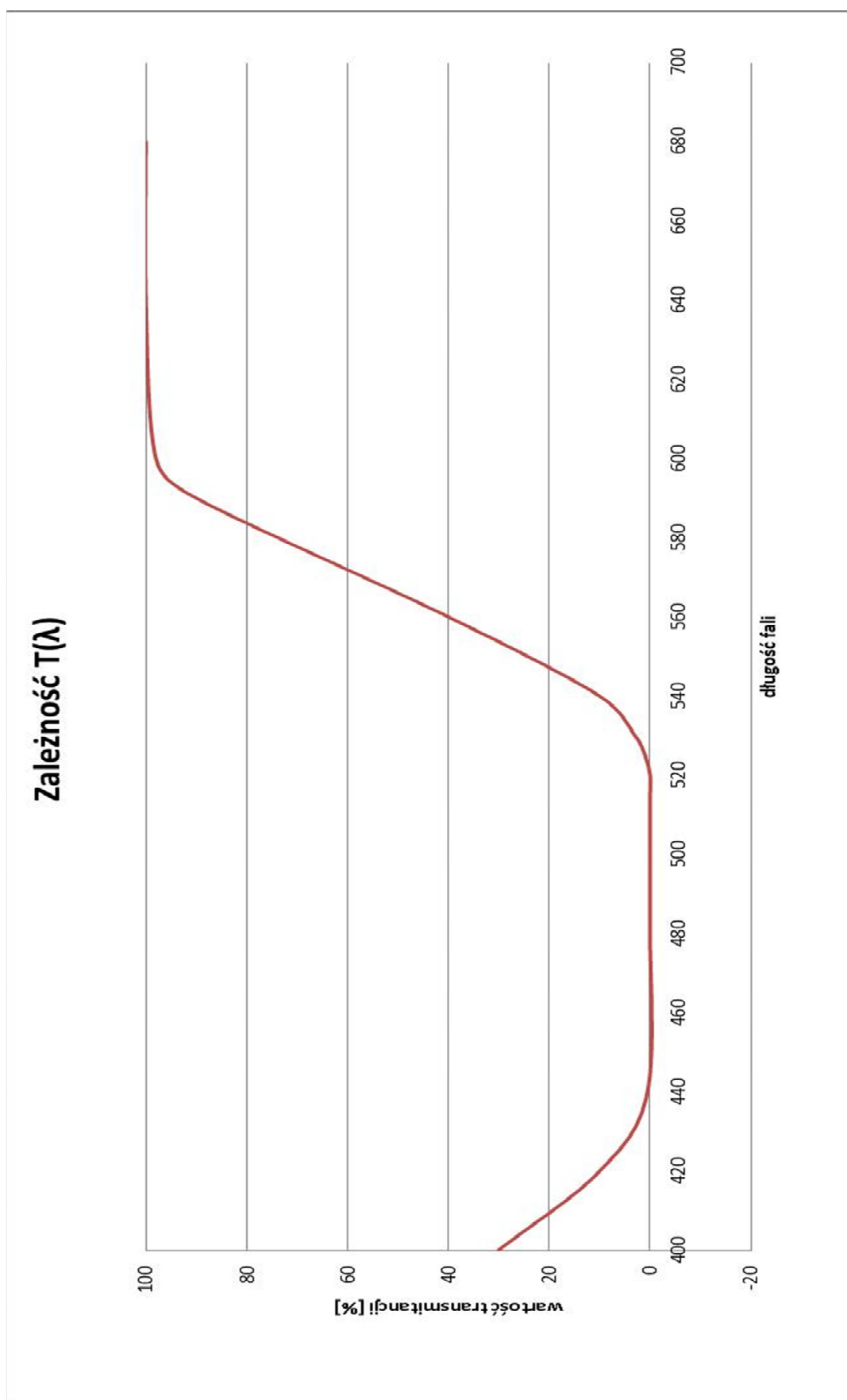
gdzie:

$\lambda$  – długość fali;

E – wartość ekstynkcji;

T(%) – wartość transmitancji (wyrażona w procentach).





Z obserwacji danych i wykresów możemy zauważyć, że:

- Fluoresceina (żółtej barwy) przepuszcza niemal w 100% światło o natężeniu fali wyższej niż 580 nm – światło żółte, a przepuszczalność – transmitancja światła maleje wraz ze zmniejszeniem długości fali – światło o coraz ciemniejszej barwie.
- Erythrosin (czerwonej barwy) przepuszcza niemal w 100% światło o natężeniu fali wyższej niż 620 nm – światło czerwone, a przepuszczalność – transmitancja światła maleje wraz ze zmniejszeniem długości fali – światło o coraz ciemniejszej barwie.

Wniosek:

Na podstawie wykresu transmitancji, lub ekstynkcji możemy określić kolor roztworu przez który przenika fala elektromagnetyczna. Efekt koloru jest zależny od przepuszczalności przez substancję danej długości fali – przez wzrok ludzki odbieranej jako zmysł koloru.



## ZADANIE: WYZANCZENIE STĘŻENIA

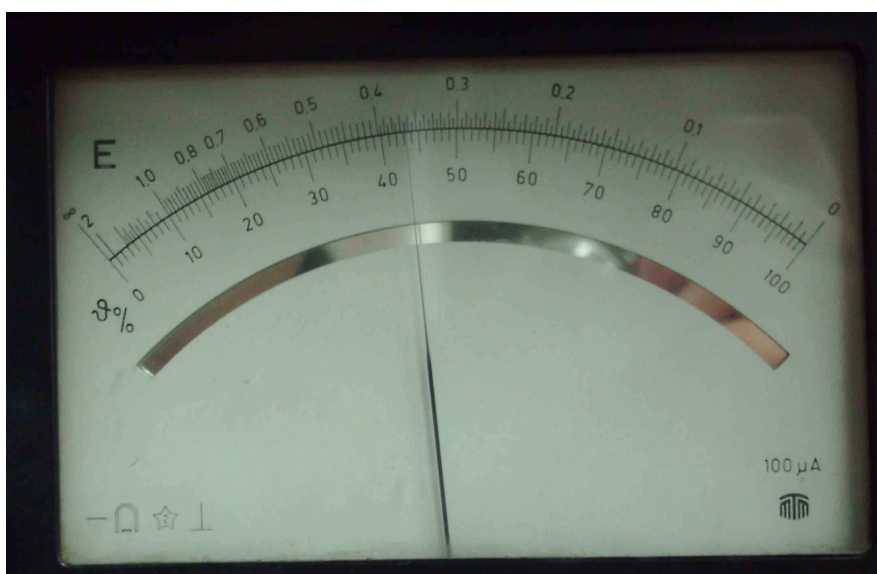
---

Problem:

Wyznaczenie stężenia procentowego roztworu manganianu potasu ( $\text{KMnO}_4$ ) w wodzie dla danej próbki. Mając dane że w  $1\text{cm}^3$   $\text{KMnO}_4$  jest  $1\text{ mg Mn}$ .

Wykonanie ćwiczenia:

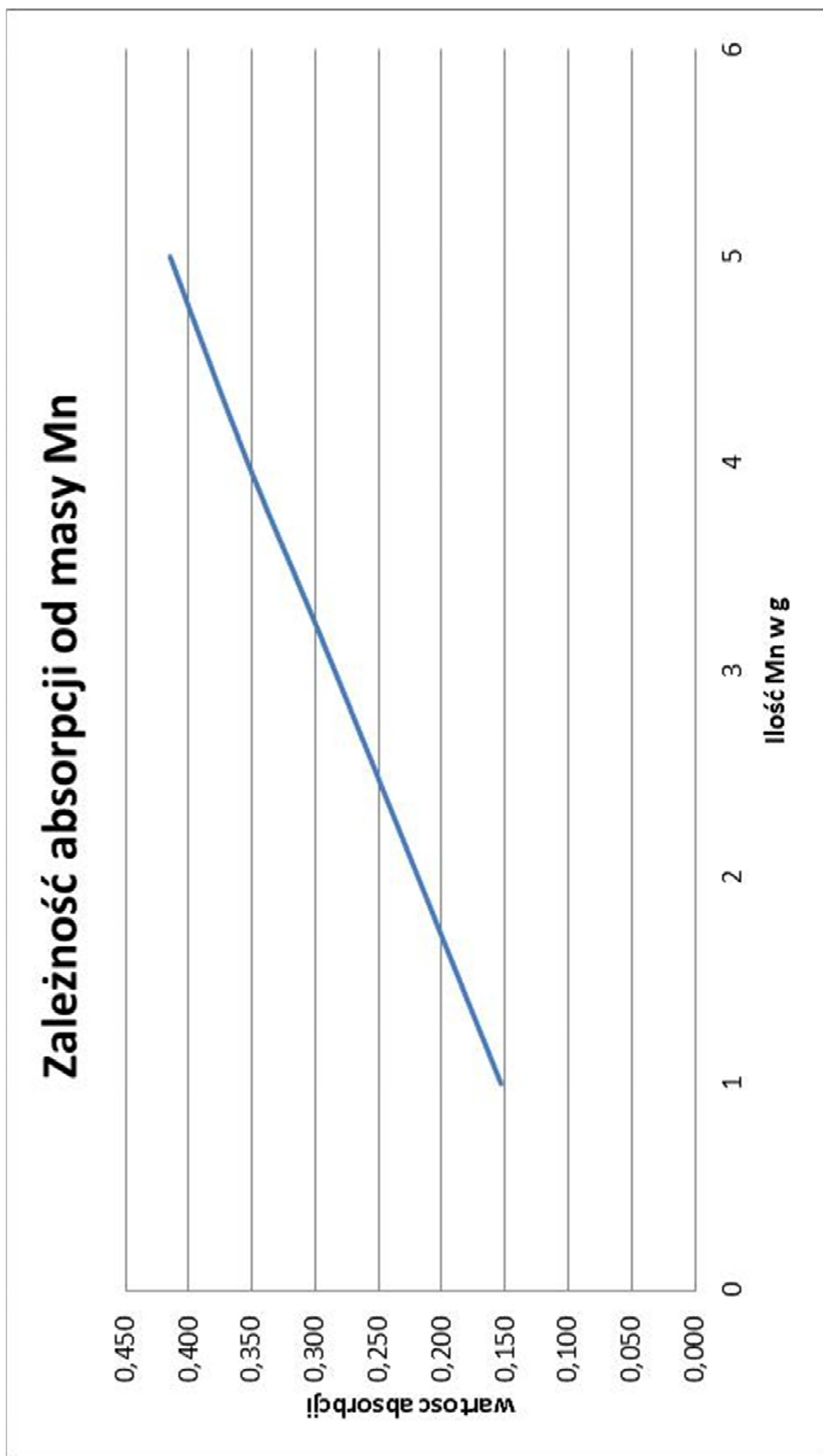
1. Do pięciu kolbek o pojemności  $100\text{ cm}^3$  odmierzyć kolejno 1, 2, 3, 4, 5  $\text{cm}^3$  roztworu wzorcowego i uzupełnić wodą destylowaną do kreski (oznaczenie na kolbie).
2. Roztwory wymieszać i dokonać pomiarów ich absorbancji za pomocą kolorymetru. W celu wyeliminowania absorbancji rozpuszczalnika mierzymy absorbancję roztworu wzorcowego wobec wody.
3. Z otrzymanych wartości absorbancji wykreślić krzywą wartości.
4. Oznaczyć stężenie manganu w próbce (Kolbę otrzymaną do oznaczenia uzupełnić wodą destylowaną do objętości  $100\text{ cm}^3$  i zmierzyć wartość absorbancji za pomocą kolorymetru. Nanieść otrzymaną wartość absorbancji na krzywą i odczytać odpowiadającą jej ilość manganu).



Po przeprowadzeniu doświadczenia otrzymujemy wyniki:

Numer próbki	Ilość Mn [g]	Wartość absorbancji				Średnia wartość absorbancji
		pomiar 1.	pomiar 2.	pomiar 3.	pomiar 4.	
1	1	0,155	0,155	<del>0,135</del>	0,15	0,1533
2	2	0,195	<del>0,16</del>	0,19	0,195	0,193
3	3	0,275	0,285	<del>0,3</del>	0,295	0,2850
4	4	0,355	0,355	0,35	<del>0,3</del>	0,3533
5	5	0,415	0,415	0,415	0,415	0,4150

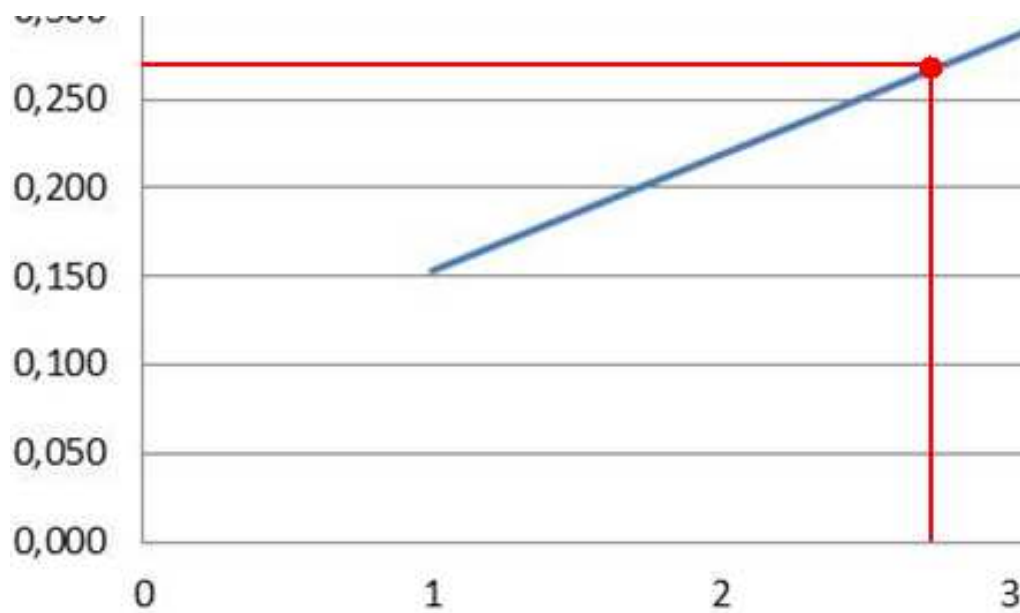
Dla każdej próbki odrzucamy wyniki skrajne, wyliczamy średnią oraz rysujemy krzywą. Nie bierzemy pod uwagę wartości absorbancji dla próbki nr 2 – uznając ją za błąd pomiarowy.



Badając wartość absorbancji dla próbki kontrolnej otrzymujemy średni wynik:

$$A = 0,263$$

Umieszczamy go na wykresie.



Odczytujemy wynik.

Masa manganu w badanej próbce jest równa 2,7 g.

## WYZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA ABSORPCJI

---

Mając możliwość zmierzenia wartości ekstynkcji dowolnej substancji, możemy w łatwy sposób wyznaczyć jej współczynnik absorpcji, dla danej długości fali elektromagnetycznej.

Zrealizujmy przykładowy problem:

Wyznaczmy współczynnik absorpcji erythrosinu w zależności od jego stężenia molowego w badanym roztworze dla grubości warstwy równej 1cm, oraz długości fali równej 440nm.

Po przeprowadzeniu serii prób i wykorzystaniu wzorów:

(9) na wartość współczynnika absorpcji

$$\varepsilon = \frac{A}{c \cdot l}$$

oraz na stężenie molowe substancji

$$C_m = \frac{m_s}{M \cdot V_r}$$

gdzie:

$C_m$  – stężenie molowe roztworu;

$m_s$  – masa substancji;

$M$  – masa molowa substancji;

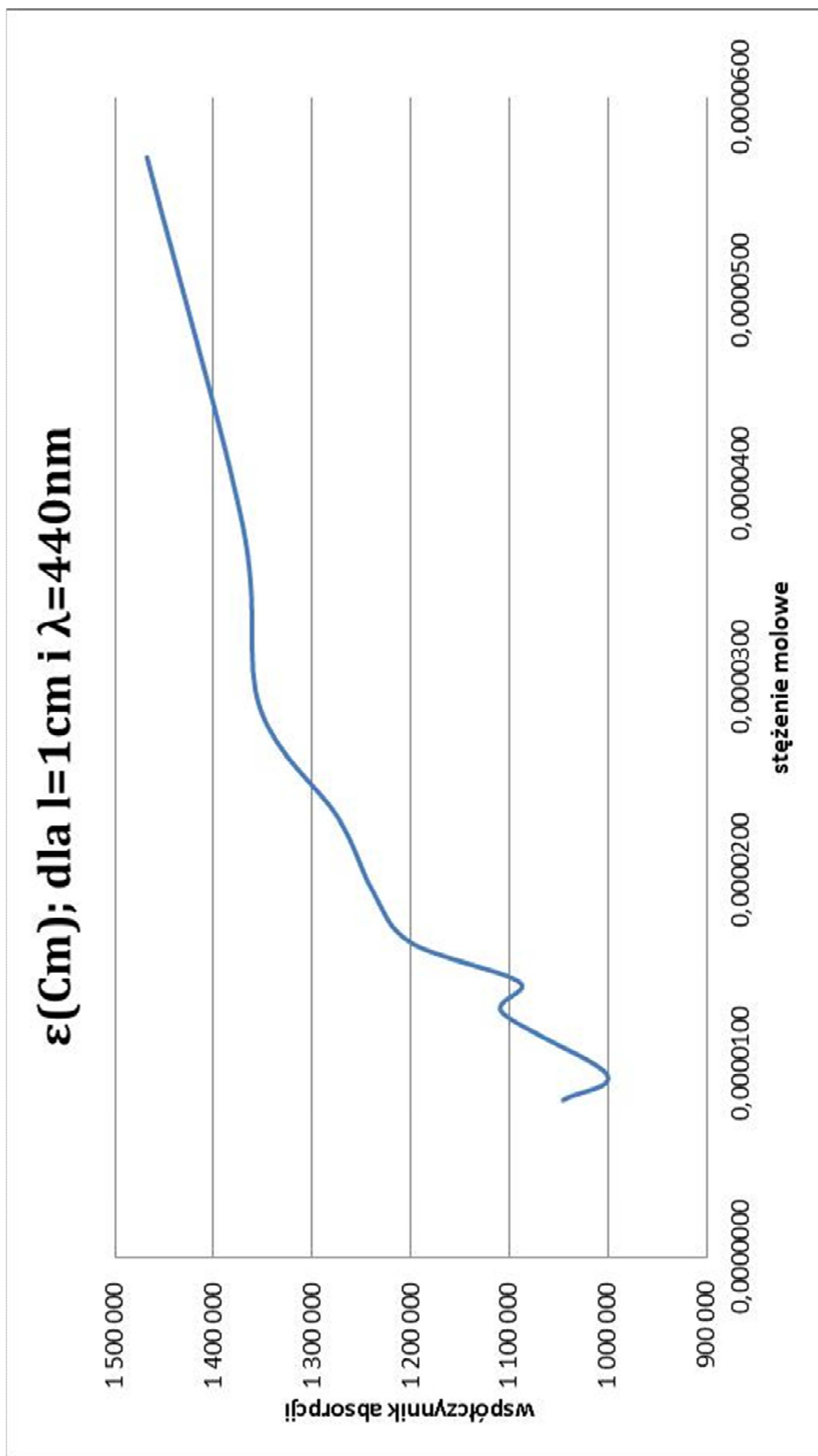
$V_r$  – objętość roztworu,



otrzymujemy następujące wyniki:

Nr próbki	masa substancji w g	objętość roztworu w dm <sup>3</sup>	wartość absorpcji	stężenie molowe	współczynnik absorpcji
1	0,01	0,2	0,835	0,0000569	1 467 696
2	0,01	0,3	0,52	0,0000379	1 371 022
3	0,01	0,4	0,385	0,0000284	1 353 444
4	0,01	0,5	0,29	0,0000228	1 274 347
5	0,01	0,6	0,235	0,0000190	1 239 193
6	0,01	0,7	0,195	0,0000163	1 199 644
7	0,01	0,8	0,155	0,0000142	1 089 786
8	0,01	0,9	0,14	0,0000126	1 107 364
<del>9</del>	<del>0,01</del>	<del>1</del>	<del>0,15</del>	<del>0,0000114</del>	<del>1 318 290</del>
10	0,005	0,6	0,095	0,0000095	1 001 900
11	0,005	0,7	0,085	0,0000081	1 045 843

Pomiar dla próbki nr 9 odrzucamy uznając za błąd pomiarowy. Następnie otrzymane wyniki przedstawiamy graficznie.



## PRAWO WEBERA – FECHNERA

---

Prawo wynalezione dawno temu przez E. Webera oraz wyrażone matematycznie przez G. Fechnera. Jest dla nas dosyć ważne, gdyż występuje w każdej minucie naszego życia. Spotykamy się z nim zarówno patrząc w niebo, czy słysząc muzykę z radia. W tym temacie postaram się je trochę bardziej przybliżyć.

Tak więc przechodząc do sedna sprawy jest to relacja pomiędzy fizyczną miarą bodźca, a reakcją, czyli inaczej jest prawem wyrażającym skalę reakcji ludzkich zmysłów (takich jak wzrok, węch, słuch czy poczucie temperatury) na bodźce zewnętrzne. Można powiedzieć że jest zabezpieczeniem mózgu przed nadmiernym dopływem bodźców z otoczenia.

Prawo to można wyrazić wzorem:

$$w = k \cdot \ln \frac{B}{B_0}$$

gdzie:

w – wrażenie zmysłowe

B – natężenie danego bodźca

$B_0$  – początkowe natężenie danego bodźca

ln – logarytm naturalny

k – wartość stała

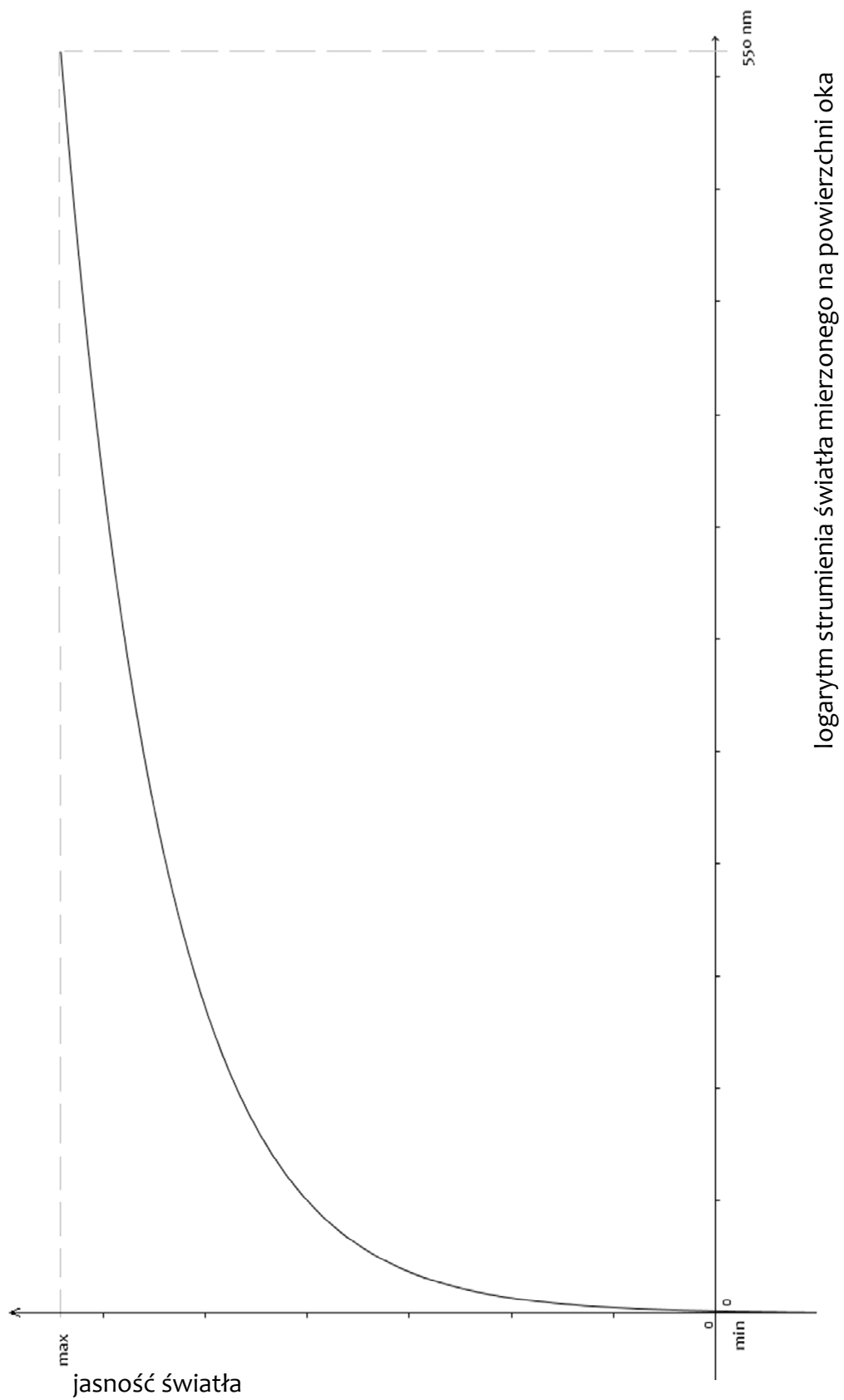


## ŚWIATŁO – SKALA WRAŻEŃ

---

Przy konstruowaniu skali wrażeń (światła lub dźwięku) za wartość początkową przyjmuje się umowną najniższą wartość bodźca rejestrowanego przez ludzkie zmysły (oko, ucho), inaczej nazywana również wartością progową. Owa umowność wynika z różnic w odbiorze i interpretacji bodźców u ludzi. Z Prawa Webera wynika, że ocena jasności światła jest proporcjonalna do logarytmu strumienia światła mierzonego na powierzchni oka.

# SCHEMATYCZNY WYKRES SKALI WRAŻEŃ



## WIELKOŚĆ GWIAZDOWA

---

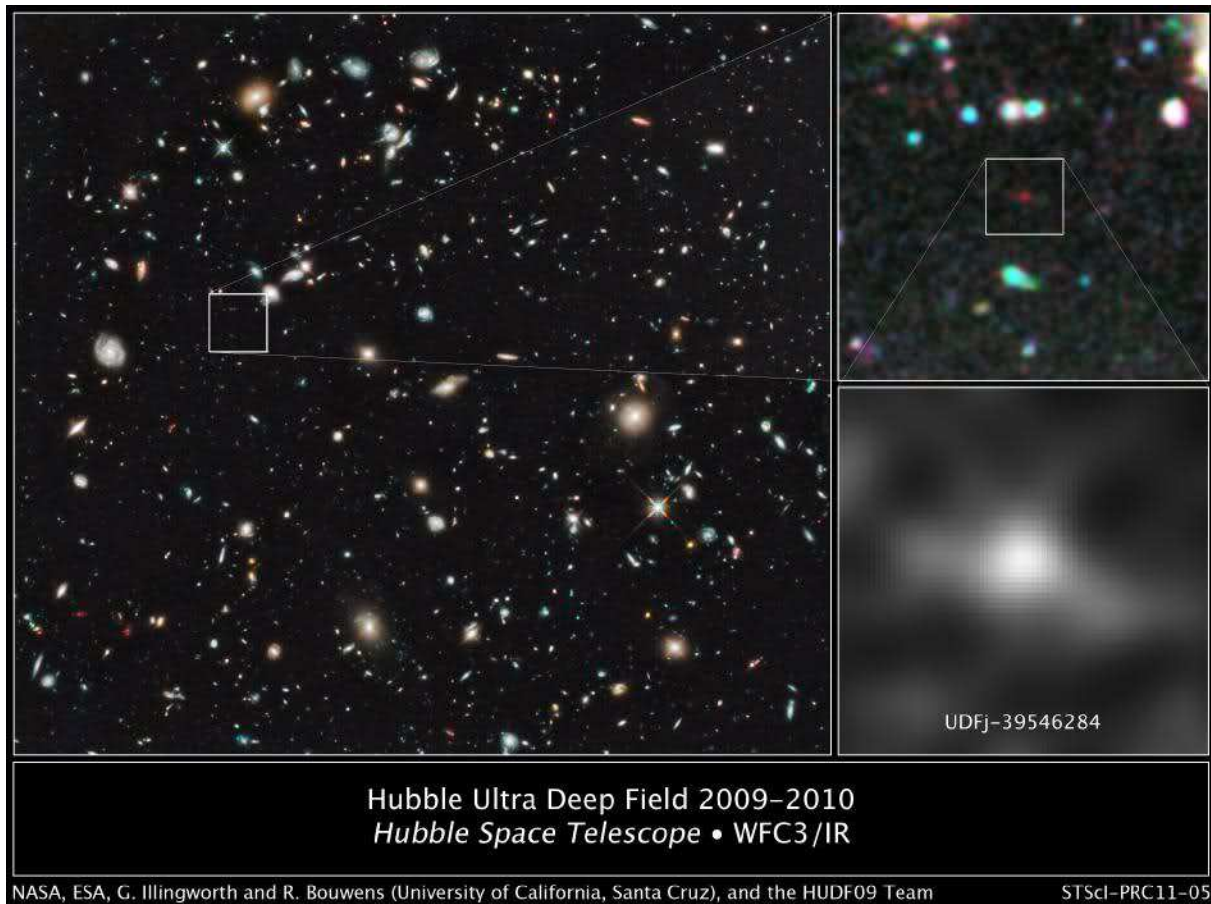
Jednym z przykładów zastosowania prawa Webera Fechnera jest wielkość gwiazdowa, czyli miara stosowana do określania blasku ciał niebieskich. Za bodziec uznajemy światło wpadające do oka, a za reakcję jasność gwiazdy. W astronomii jako jej jednostkę przyjmuje się MAGNITUDO ( $m$  lub  $mag$ ), a w fizyce luksy. Ciekawą stroną owej miary jest to że można ją określić gołym okiem. Ptolemeusz (który sprecyzował to prawo) najjaśniejszemu obiektowi przypisywał wartość 1 Magnitudo, natomiast najciemniejszemu 6 Magnitudo.

Definicja:

*Różnica pięciu wielkości gwiazdowych odpowiada 100-krotnej różnicy jasności gwiazd.*

Dzięki owemu prawu teraz po wielu badaniach i ulepszeniu techniki rozszerzono ową skalę tak, że najjaśniejsze ciała niebieskie przyjmują wartości ujemne lub zerowe np. Słońce ma jasność  $-26$  mag, natomiast najciemniejsze obiekty które można zobaczyć gołym okiem mają nadal wartość 6 mag. Oczywiście dzięki dobrym teleskopom można obserwować obiekty mające jasność dużo słabszą. Naukowcy za pomocą teleskopu Hubble odkryli najdalszą galaktykę we wszechświecie. Światło obiektu podróżowało aż 13,2 mld lat, aby mogło zostać uchwycone. Jej jasność jest określana jako ok. 28 mag. Można ją zobaczyć na zdjęciu zrobionym przez Wide Field Camera 3 zainstalowaną w teleskopie Hubble

znajdującym się na następnej stronie. W lewym górnym rogu fotografii widać nowo odkrytą galaktykę w ultra głębokiej ekspozycji kamery NASA's Hubble Space Telescope.



*Najdalsza galaktyka we wszechświecie odkryta w 2009r. Zdjęcie uzyskane z aparatu zamontowanym z teleskopie Hubble.*

Aby obliczyć dokładne Magnitudo ciała niebieskiego można użyć wzoru:

$$m = a * \log(I) + C$$

gdzie:

m – obliczanie jasności ciał niebieskich (Magnitudo)

a – stała o wartości (-2,5)

I – natężenie promieniowania od gwiazdy

C – stała konieczna do wykalibrowania systemu

**Jasność obserwowana (m)** - to jasność gwiazdy, którą widzimy stojąc na Ziemi lub na Słońcu( co jest raczej niemożliwe), ale odległość pomiędzy Ziemią i gwiazdami jest nieporównywalnie mniejsza, niż między Słońcem i gwiazdami. Więc w obliczeniach przyjmować możemy zarówno odległość Słońca jak i Ziemi od danej gwiazdy.

**Jasność absolutna (M)** – to jasność gwiazdy dla obserwatora stojącego 10 parseków (pc) od obiektu.

Związek pomiędzy jasnością obserwowaną a jasnością absolutną można wyrazić wzorem:

$$M = m - 5 * \log(r) + 5$$

gdzie:

r – odległość obserwatora od danej gwiazdy ( wyrażona w parsekach)

## SUMOWANIE JASNOŚCI GWIAZD

---

I tu pojawiają się pierwsze problemy bowiem polega to na dodawaniu natężeń gwiazd, a natężenia są ukryte pod logarytmami. Załóżmy, że istnieją 2 obiekty o jasności:

$$M1=5,16 \text{ mag}$$

$$M2=5,28 \text{ mag}$$

- Z definicji wiemy, że:

$$m=-2,5*\log(I) + c$$

gdzie:

I – natężenie promieniowania gwiazdy.

- Każdy licealista wie że jak się odejmuje to się dzieli, stąd:

$$m_2-m_1=-2,5* \log(I_2/I_1)$$

$$m_x=-2,5*\log(I_1+I_2)$$

- Wyznaczamy różnicę (gwiazda jest dowolna)

$$m_x-m_1=-2,5*\log((I_1+I_2)/I_1) \Rightarrow m_x=-2,5*\log((I_1+I_2)/I_1) + m_1$$

- Wyznaczamy I<sub>2</sub> z równania pierwszego:

$$m_2-m_1=-2,5*\log(I_2/I_1)$$

$$\frac{m_2 - m_1}{-2,5} = \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

$$10^{\frac{m_2 - m_1}{-2,5}} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$I_2 = I_1 * 10^{\frac{1}{2,5} * -(m_2 - m_1)}$$

$$I_2 = I_1 * 10^{0,4 * m_1 - m_2}$$

- Podstawiamy wynik do naszego równania z  $m_x$ :

$$m_x = m_1 - 2,5 * \log(1 + 10^{0,4 * (m_1 - m_2)})$$

- Podstawiamy do całego równania podane  $m_1$  i  $m_2$ :

$$m_x = 5,16 - 2,5 * \log(1 + 10^{0,4 * -0,12})$$

$$m_x = 5,16 - 2,5 * \log(1 + 10^{-0,048})$$

$$m_x = 5,16 - 2,5 * \log(1 + 0,9)$$

$$m_x = 5,16 - 2,5 * 0,28$$

$$\underline{m_x = 5,16 - 0,7 = 4,46}$$

## PODZIĘKOWANIA I UKŁONY:

---

- Dla rodziców - za wyrozumiałość i budzenie rano po nieprzespanych nocach.
- Dla rodziców Marty jeszcze raz - za stalowe nerwy.
- Dla Profesora Brozisa- za zaproszenie na AP w celu wykonania doświadczeń.
- Dla Profesora Andrzeja z AP'u - za udostępnienie sprzętu do doświadczeń, kiedy zaskoczyła nas nieobecność Profesora Brozisa.
- Dla sieci fast food'ów KFC oraz McDonald's - za udostępnienie miejsca do polemiki oraz opcję zastępczą ciepłego obiadu.
- Dla Rafała Staniszewskiego oraz Sebastiana Muszyńskiego - za bezcelowe wycieczki na AP, zmarnowane godziny na stacji PKS oraz narażenie zdrowia i życia pieszymi podróżami podczas śnieżnych nawałnic.



## PROJECT SUMMARY

---

### *LOG-arithmetic light*

The main aim of our project was showing that logarithmic functions are used by our organism, even if we don't know about that. The whole world is in some way depending on it.

In our project we had created the book, Microsoft PowerPoint's presentation and Web site. In which we had explained the concept of light. Although everyone uses this word every day, no much know that they say about electromagnetic waves of particular lengths.

Receiving them by our eyes receptors have a lot in common with logarithms. About this tells us the Weber law. We tried, the simple way, explain the Weber law to the reader.

Telling about the light, we can not forgot about calculating star size (it should interest future astronomers). The phenomenon, connected connected with light, all time occurring in our surrounding.

We took up absorption and extinction – to which we have made a related experience. We were surprised by effects of experience. We realized that absorption has an influence on color of substance, by which the light waves pierce.

We find that the phenomenon connected with light is extremely important in daily life. We showed ways of using the principle of absorption in solving the problems.

## BIBLIOGRAFIA

---

- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo\\_Bouguera](http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Bouguera)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo\\_Lamberta-Beera](http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Lamberta-Beera)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Absorpcja\\_%28optyka%29#Absorbancja](http://pl.wikipedia.org/wiki/Absorpcja_%28optyka%29#Absorbancja)
- <http://www.forum.biolog.pl/absorbancja-i-transmitancja-vt1917.htm>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3%C5%82czynnik\\_odbicia](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3%C5%82czynnik_odbicia)
- <http://www.lepla.org/pl/modules/Activities/m17/m17-theo.htm>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Erythrosine>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Zdolno%C5%9B%C4%87\\_absorpcyjna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Zdolno%C5%9B%C4%87_absorpcyjna)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/G%C4%99sto%C5%9B%C4%87\\_optyczna](http://pl.wikipedia.org/wiki/G%C4%99sto%C5%9B%C4%87_optyczna)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Podstawa\\_logarytmu\\_naturalnego](http://pl.wikipedia.org/wiki/Podstawa_logarytmu_naturalnego)
- [http://www.sciaga.pl/tekst/56671-57-spektrofotometria\\_uv\\_vis](http://www.sciaga.pl/tekst/56671-57-spektrofotometria_uv_vis)
- [http://www.chemia.uj.edu.pl/chemanal/dydaktyka/analitycznaI\\_pliki/spektrometria.pdf](http://www.chemia.uj.edu.pl/chemanal/dydaktyka/analitycznaI_pliki/spektrometria.pdf)
- [http://www.zcha.pwr.wroc.pl/chc0174l/cwiczenie\\_3.pdf](http://www.zcha.pwr.wroc.pl/chc0174l/cwiczenie_3.pdf)
- <http://www.scribd.com/doc/52351399/12-pdf>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Strumie%C5%84\\_%C5%9Bwietlny](http://pl.wikipedia.org/wiki/Strumie%C5%84_%C5%9Bwietlny)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awiat%C5%82o\\_widzialne](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awiat%C5%82o_widzialne)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awiat%C5%82o\\_monochromatyczne](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awiat%C5%82o_monochromatyczne)
- „Encyklopedia szkolna: Fizyka z astronomią” wyd. WSiP
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo\\_Webera-Fechnera](http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Webera-Fechnera)
- <http://www.teoriaslowa.com/2009/11/prawo-webera-fechnera.html>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielko%C5%9B%C4%87\\_gwiazdowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielko%C5%9B%C4%87_gwiazdowa)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Absolutna\\_wielko%C5%9B%C4%87\\_gwiazdowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Absolutna_wielko%C5%9B%C4%87_gwiazdowa)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Obserwowana\\_wielko%C5%9B%C4%87\\_gwiazdowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Obserwowana_wielko%C5%9B%C4%87_gwiazdowa)
- <http://www.paranormalne.pl/topic/27068-teleskop-hubble-odkryl-najodleglejsza-galaktyke-we-wszechswiecie/>