

OCENA PRZYDATNOŚCI FARBY PRZEWIDZIANEJ DO POMALOWANIA WNĘTRZA KULI ULBRICHTA



Przemysław Tabaka

e-mail: przemyslaw.tabaka@wp.pl

POLITECHNIKA ŁÓDZKA
Instytut Elektroenergetyki



V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012

Tabaka P.: Ocena przydatności farby przewidzianej do pomalowania wnętrza kuli Ulbrichta



WPROWADZENIE



Całkowity **strumień świetlny** wypromieniowany czy to przez źródło światła, czy to przez oprawę oświetleniową można wyznaczyć:

na podstawie przestrzennego rozsyłu światła



Potrzeba przeprowadzenia wielu pomiarów



przez pomiar w lumenomierzu przestrzennym



Prosty i szybki sposób



V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



TEORIA POMIARU STRUMIENIA ŚWIETLNEGO

U podstaw teorii pomiaru strumienia świetlnego metodą obiektywną leży następujące założenie, że natężenie oświetlenia na okienku pomiarowym kuli Ulbrichta jest proporcjonalne do strumienia świetlnego badanego źródła światła czy oprawy oświetleniowej



*Friedrich Richard
ULBRICHT,
(1848 -1923)
profesor Politechniki
Dreźnieńskiej*

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



TEORIA POMIARU STRUMIENIA ŚWIETLNEGO



Ciekawostka

Kula Ulbrichta – jako jedyne urządzenie fotometryczne doczekało się pomnika na terenie kampusu Politechniki Dreźnieńskiej

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



WPROWADZENIE

W wyniku eksploatacji farba którą pokryte jest wnętrze lumenomierza ulega starzeniu, dodatkowo na jej powierzchni osadza się kurz

Zachodzi zatem potrzeba cyklicznego odnawiania wewnętrznego pokrycia kuli Ulbrichta

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012

Tabaka P.: Ocena przydatności farby przewidzianej do pomalowania wnętrza kuli Ulbrichta



WYMAGANIA DOT. FARBY DO POKRYCIA WNĘTRZA LUMENOMIERZA



PN-91E-04040/01: Pomiary promieniowania optycznego. Pomiary fotometryczne. Pomiar i wyznaczania strumienia świetlnego

Raport CIE 84-1989: The Measurement of Luminous Flux

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



WYMAGANIA DOT. FARBY DO POKRYCIA WNĘTRZA LUMENOMIERZA



WYMAGANIE 1.

Wewnętrzna powierzchnia kuli powinna być matowa, odbijać w sposób rozproszony, zgodny z prawem Lamberta lub zbliżony do tego rodzaju odbicia i nie wykazywać zjawiska fluorescencji

WYMAGANIE 2.

Współczynnik odbicia wewnętrznej powierzchni kuli powinien wynosić $0,80^{+0,02}_{-0,05}$



WYMAGANIA DOT. FARBY DO POKRYCIA WNĘTRZA LUMENOMIERZA



WYMAGANIE 3.

Odbicie od wewnętrznej powierzchni powinno być praktycznie nieselektywne widmowo

WYMAGANIE 4.

Przy zaświeconej w lumenomierzu żarówce o temperaturze barwowej 2856 K zmierzona temperatura barwowa światła wychodzącego przez okienko pomiarowe nie różni się więcej niż o 100 K

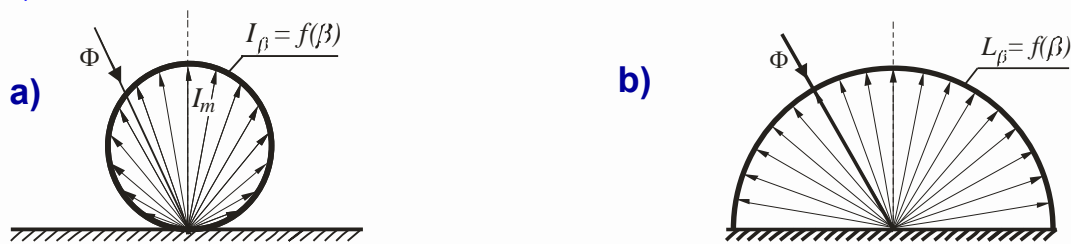


WARUNEK 1. Rozproszony charakter odbicia, brak zjaw. fluorescencji

Warunek pierwszy wymaga aby powierzchnia, którą pokryte jest wnętrze lumenomierza kulistego z pewnym przybliżeniem spełniało **prawo Lamberta** opisane zależnością

$$I_{\beta} = I_m \cos \beta$$

I_m - światłość w kierunku prostopadłym do powierzchni promieniującej,
 I_{β} - światłość pod kątem β mierzonym od normalnej próbki.

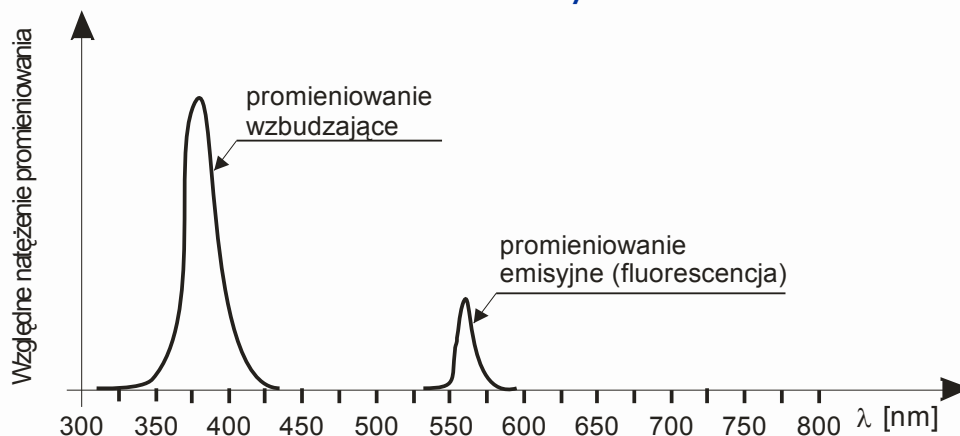


Rys. 1. Kształty krzywych rozpraszania powierzchni dyfuzyjnej:
 a) rozkład światłości, b) rozkład luminancji



WARUNEK 1. Rozproszony charakter odbicia, brak zjaw. fluorescencji

Wewnętrzna powierzchnia lumenomierza nie powinna wykazywać zjawiska fluorescencji. Fluorescencja powoduje świecenie ciał wzbudzonych promieniowaniem krótkofalowym.



Rys. 2. Ilustracja zjawiska fluorescencji



WARUNEK 2. Współczynnik odbicia wnętrza kuli na poziomie 0,8

Całkowity współczynnik odbicia powinien zawierać się w granicach **0,78-0,85**

- ❑ wyższe wartości współczynnika odbicia byłyby źródłem błędu pochłaniania przez ciała obce (*oprawkę, źródło światła, elementy mocujące oprawkę*)
- ❑ przy wyższych wartościach współczynnika odbicia, w wyniku eksploatacji kuli, będą występowały duże różnice przy współczynnikach odbicia dolnej i górnej części kuli
- ❑ dużym wartościom współczynnika odbicia odpowiada duża selektywność lumenomierza



V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



WARUNEK 3. Odbicie aselektywne

Rozkład widmowy źródła oświetlającego wewnętrzną powierzchnię kuli Ulbrichta, po odbiciu od niej nie powinien ulec zmianie.

Wymaganie to nie miałoby żadnego znaczenia, przy założeniu, że oba źródła badane jak i wzorcowe charakteryzują się identycznym rozkładem widmowym promieniowania. W praktyce jednak taka sytuacja występuje bardzo rzadko.



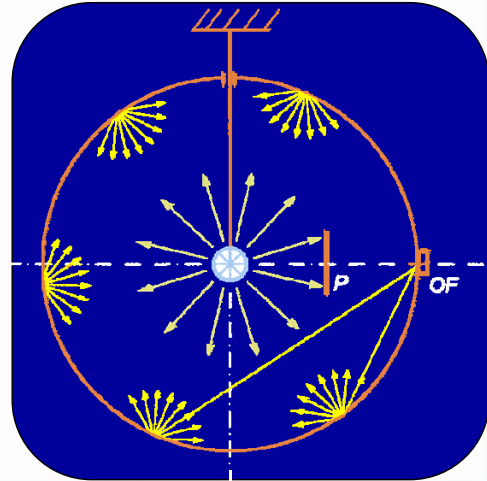
V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



WARUNEK 4. Selektywność lumenomierza nie powoduje zmiany temperatury barwowej o więcej niż 100 K

W warunku tym bierze się pod uwagę fakt, że natężenie oświetlenia na okienku pomiarowym lumenomierza jest efektem wielokrotnych odbić światła od poszczególnych elementów kuli.

Zniekształcenie kolorymetryczne w lumenomierzu jest wynikiem nakładania się na siebie kolejnych wielokrotnych selektywnych odbić.



V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



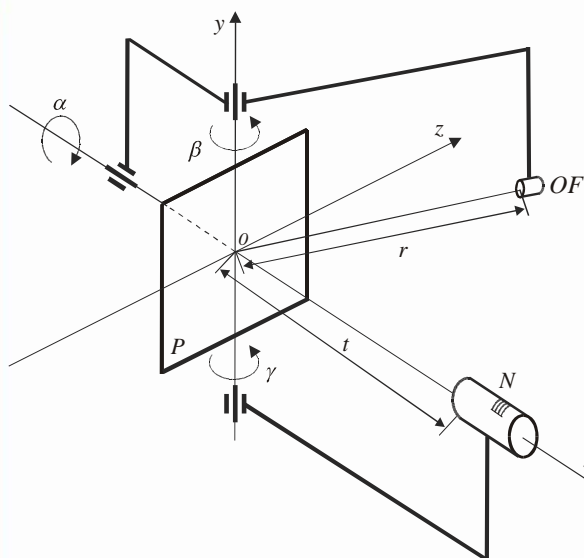
WYNIKI BADAŃ FARBY PRZEWIDZIANEJ DO POKRYCIA WNĘTRZA LUMENOMIERZA



V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



WYNIKI BADAŃ FARBY PRZEWIDZIANEJ DO POKRYCIA WNĘTRZA LUMENOMIERZA



P – powierzchnia badanej próbki,
 γ – kąt określający położenie oświetlacza N (kąt padania światła),
 β – kąt określający położenie ogniwa fotoelektrycznego OF (kąt obserwacji),
 α – kąt określający płaszczyznę pomiarową,
 r – odległość fotometrowania (0,73 m),
 t – odległość części czynnej obiektywu oświetlacza od powierzchni próbki (1,06 m)

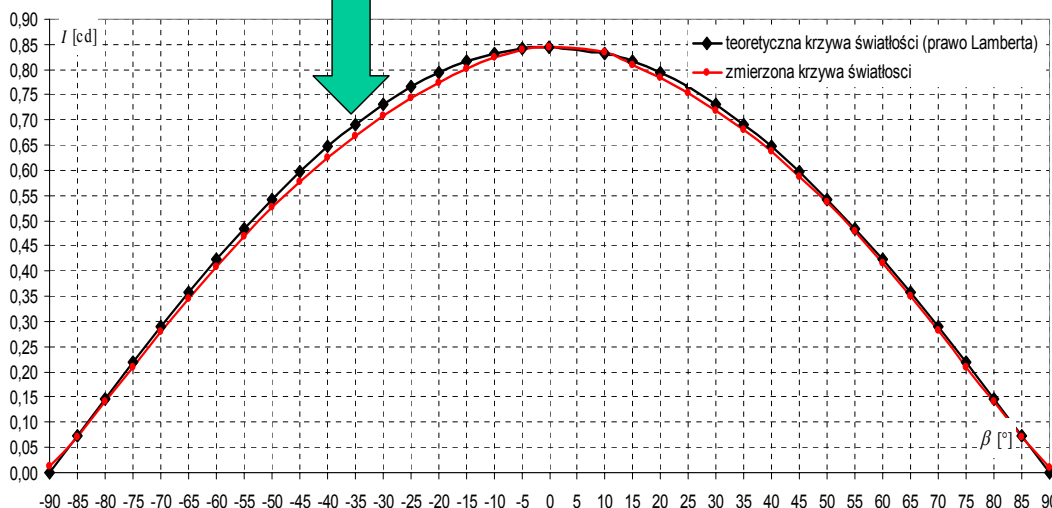
Rys. 3. Schemat kinematyczny stanowiska pomiarowego do wyznaczenia rozsyłu światłości światła odbitego



KRZYWA ROZPRASZANIA

WYMAGANIE 1.

Dla $\beta = -35^\circ \Delta I_{\%} = 2,36\%$

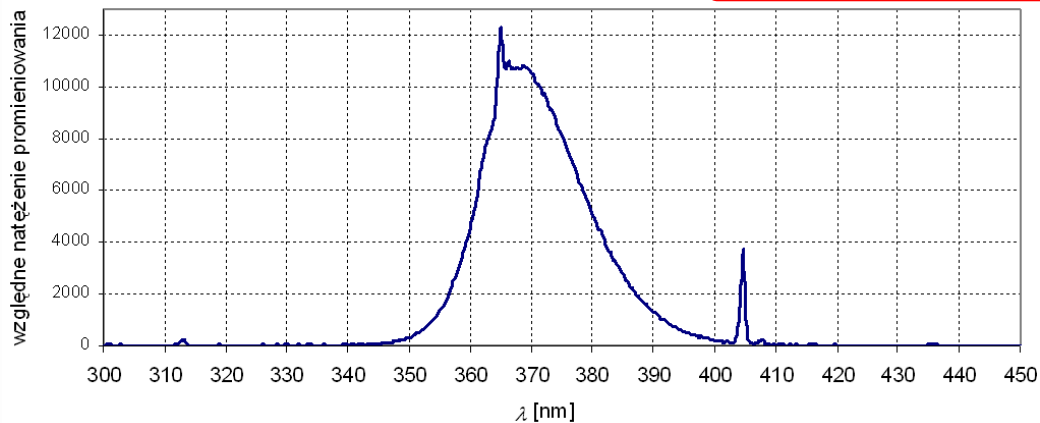


Rys. 4. Kształty krzywych rozpraszania



ZJAWISKO FLUORESCENCJI

WYMAGANIE 1.



Rys. 5. Ilustracja zjawiska fluorescencji

Pomiary spektralne promieniowania odbitego od badanej próbki nie wykazały promieniowania przesuniętego w kierunku fal dłuższych – zerowe wartości na osi rzędnych dla $\lambda > 410$ nm



CAŁKOWITY WSPÓŁCZYNNIK ODBICIA

WYMAGANIE 2.



$$\rho_x = \rho_w \frac{i_{f,x}}{i_{f,w}}$$

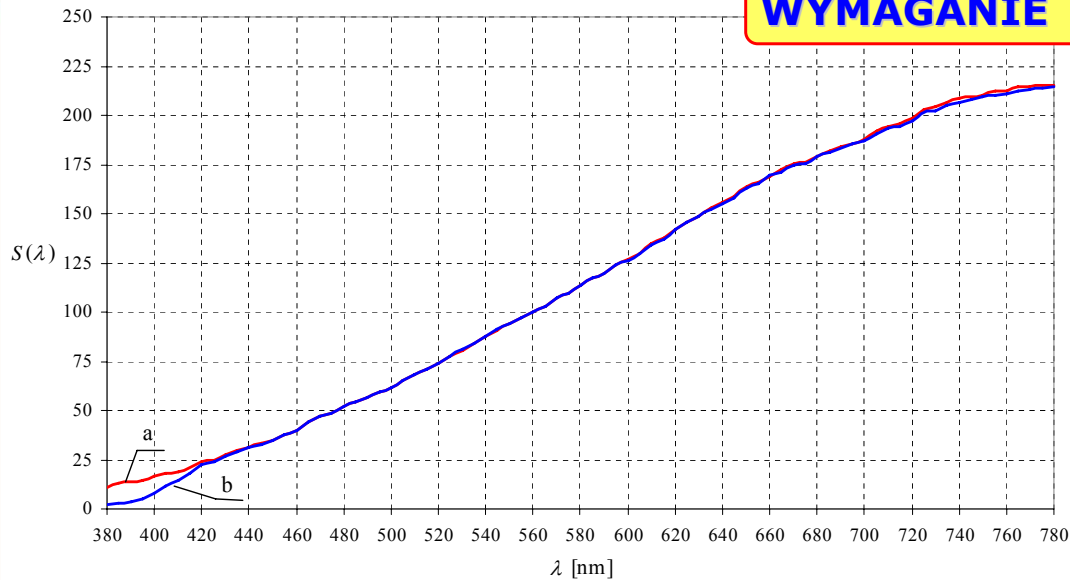
Wyniki pomiarów współczynnika odbicia badanej próbki farby przy wykorzystaniu reflektrometru

Pomiar	Powierzchnia badana $i_{f,x}$ [μA]	Próbka wzorcowa $i_{f,w}$ [μA]	Współczynnik odbicia ρ_x
1.	1,87	2,17	0,82
2.	1,86	2,17	0,81
3.	1,87	2,16	0,82
Wartość średnia			0,82



ZNIEKSZTAŁCENIE KOLORYMETRYCZNE PRÓBK

WYMAGANIE 3.

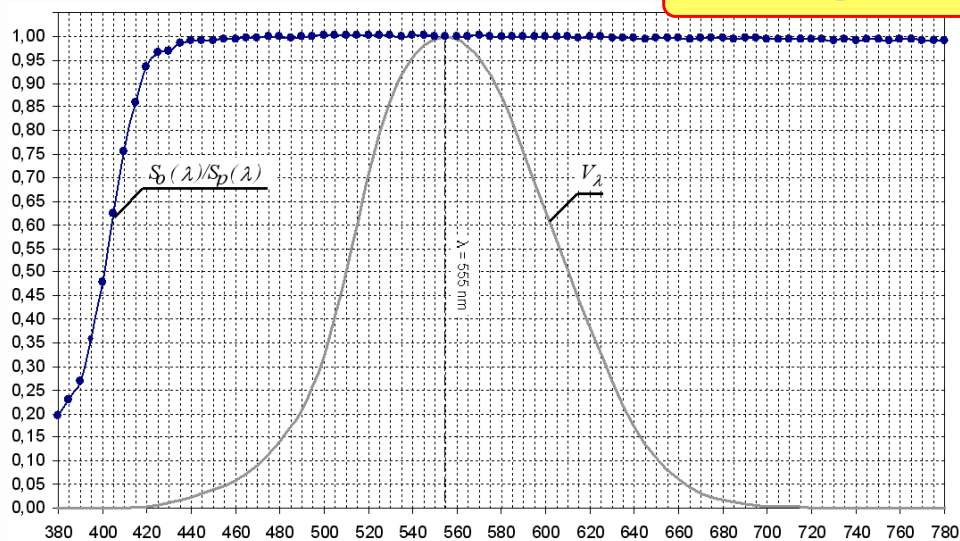


Rys. 6. Kształty względnych rozkładów widmowych:
a) źródła światła oświetlającego próbkę,
b) światła odbitego od powierzchni próbki



ZNIEKSZTAŁCENIE KOLORYMETRYCZNE PRÓBK

WYMAGANIE 3.



Rys. 7. Względne przebiegi:
 V_λ – skuteczności świetlnej promieniowania monochromatycznego,
 $S_o(\lambda)/S_p(\lambda)$ - widmowego współczynnika odbicia



OCENA SELEKTYWNOŚCI LUMENOMIERZA

WYMAGANIE 4.

Wyniki pomiarów selektywności lumenomierza

promieniowanie	x_k	y_k	u_k	v_k	T_{cn} [K]
lampy żarowej	0,4466	0,4057	0,2561	0,3490	2857
w okienku pomiarowym	0,4497	0,4132	0,2548	0,3512	2868
Różnica					11

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



WNIOSKI

- Analizowana farba wykazuje dużą zdolność rozpraszającą
- Nie wykazuje zjawiska fluorescencji
- Całkowity współczynnik odbicia jest na wymaganym poziomie
- Posiada niewielką selektywność powyżej 420nm
- Niewielka selektywność lumenomierza
- Dobrze przylega do powierzchni
- NADAJE SIĘ DO POKRYCIA WNĘTRZA KULI ULBRICHTA

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012



KONIEC PREZENTACJI



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

V Konferencja Promieniowanie Optyczne – Oddziaływanie, Metrologia, Technologie
Rokosowo k. Leszna 23 – 25 maja 2012