

STUDIA NIESTACJONARNE
ELEKTROTECHNIKA
Laboratorium PODSTAW TECHNIKI ŚWIETLNEJ

Temat: WYZNACZANIE BRYŁY FOTOMETRYCZNEJ ŚWIATŁOŚCI

Opracowanie wykonano na podstawie:

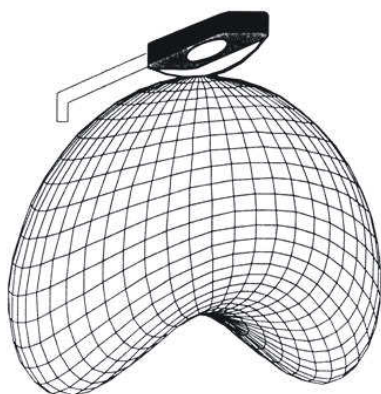
1. Laboratorium z techniki świetlnej (praca zbiorowa pod redakcją Władysława Golika). Skrypt nr 1792. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1994.,
2. W. Żagan: Podstawy techniki świetlnej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
3. J. Bąk, W. Pabjańczyk: Podstawy techniki świetlnej. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1996.

1. Bryła fotometryczna światłości.

Podstawowym sposobem prezentacji własności fotometrycznych opraw oświetleniowych, źródeł światła, materiałów jest bryła fotometryczna światłości, będąca powierzchnią zamkniętą, utworzoną przez końce wektorów światłości o wspólnym początku w środku świetlnym, których długość i kierunek przestrzenny odpowiada wartości światłości w tym kierunku.

Z punktu widzenia symetrii bryły rozróżnia się:

- bryły obrotowo - symetryczne
- bryły nieobrotowo – symetryczne



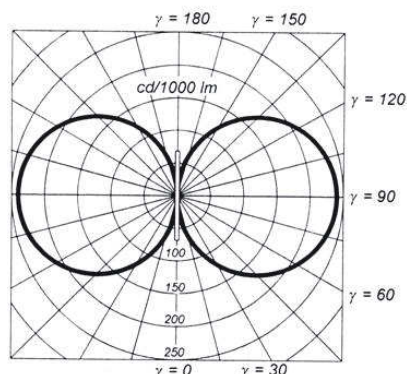
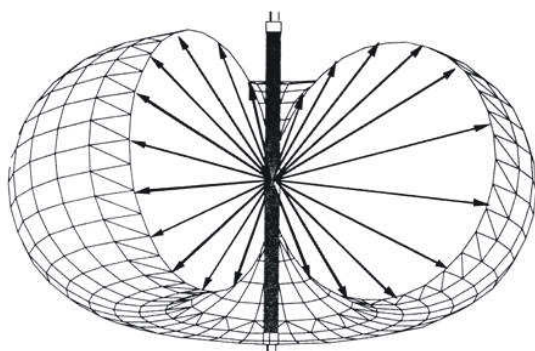
Bryła nieobrotowo -symetryczna



Bryła obrotowo - symetryczna

2. Wykres światłości - krzywa światłości

Wykres światłości jest krzywą określającą zależność światłości w danym kierunku od kąta tego kierunku w stosunku do osi optycznej dla określonej płaszczyzny przekroju bryły fotometrycznej zawierającej oś optyczną.

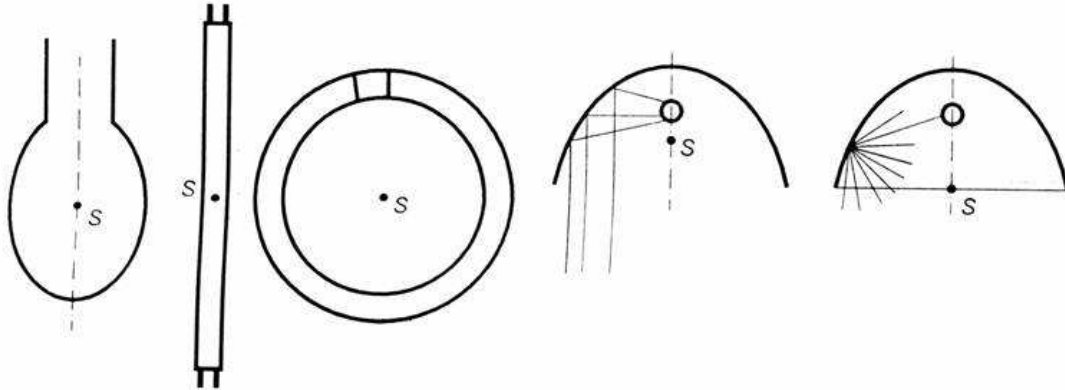


Bryła fotometryczna i krzywa światłości.



3. Środek świetlny

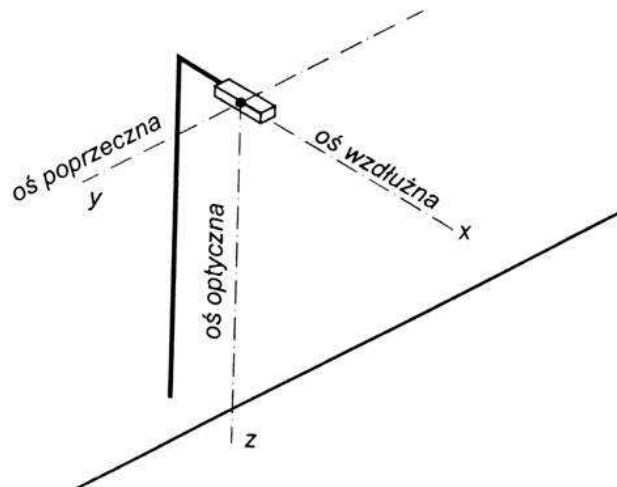
Środek świetlny jest charakterystycznym punktem oprawy oświetleniowej (źródła światła), tożsamym ze środkiem geometrycznym źródła światła lub ze środkiem symetrii płaszczyzny otworu wyjściowego oprawy oświetleniowej.



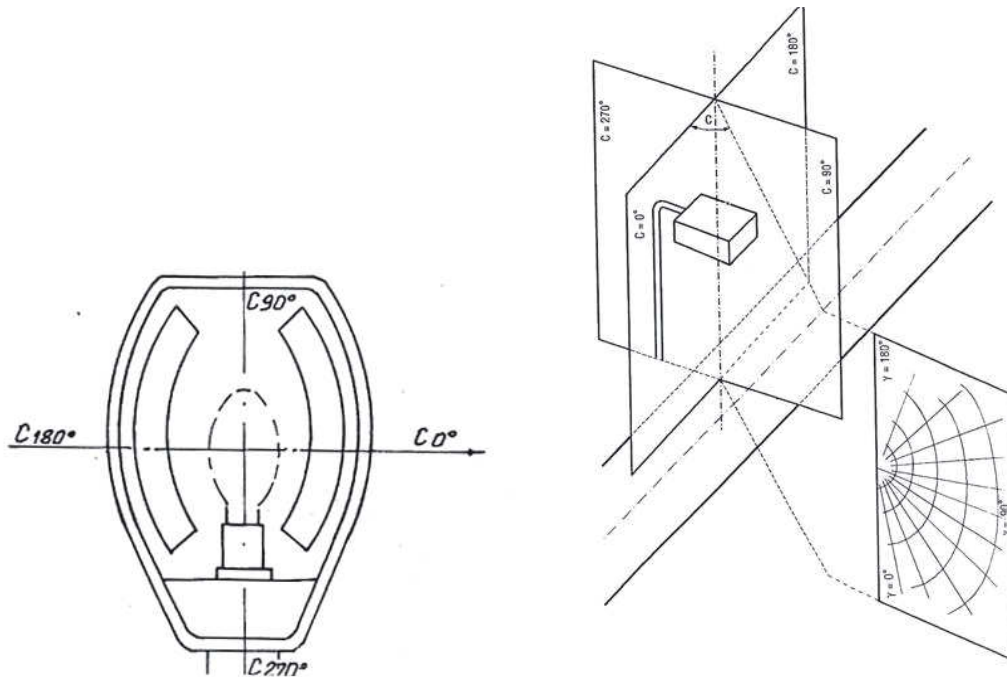
4. Geometryczny system prezentacji własności fotometrycznych

Geometryczny system prezentacji własności fotometrycznych źródeł światła i opraw oświetleniowych bazują na: osi optycznej, osi wzdłużnej i osi poprzecznej.

Oś optyczna jest prostą przechodzącą przez środek świetlny oprawy lub źródła światła, której kierunek jest zgodny z kierunkiem światłości maksymalnej lub/i kierunkiem osi symetrii układu geometrycznego oprawy (czasem jest to kierunek normalny do płaszczyzny otworu wyjściowego oprawy).



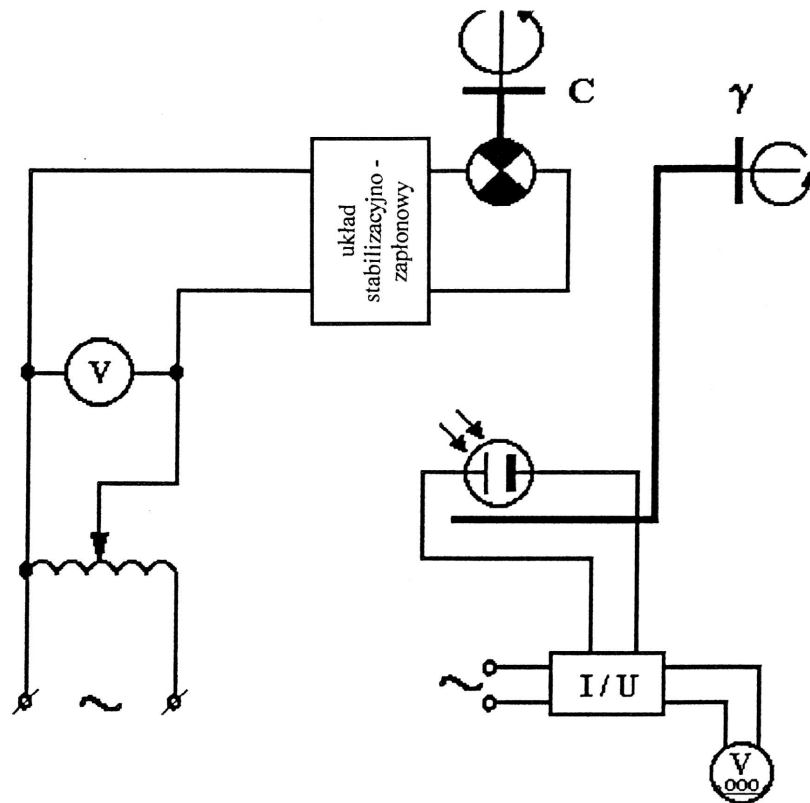
Zakwalifikowanie jakiegoś kierunku jako osi wzdłużnej jest następstwem istnienia w oprawie wyraźnej dysproporcji wymiarów gabarytowych - najczęściej z użycia wydłużonego źródła światła. Kierunek osi tego źródła jest uznawany za kierunek wzdłużny: $C_0 - C_{90}$.



Najczęstszym systemem fotometrywania i prezentacji danych jest układ C- γ

5. Pomiar bryły fotometrycznej światłości

Bryłę fotometryczną światłości wyznacza się na fotometrze ramiennym w układzie z rysunku poniżej.



Schemat układu pomiarowego do wyznaczania bryły fotometrycznej światłości



Przy założeniu:

- liniowego związku między natężeniem prądu fotoprzetwornika i natężeniem oświetlenia
- stałej długości ramienia fotometru
- liniowości układu pomiarowego

Światłość mierzonego źródła światła można wyznaczyć na podstawie zależności:

$$I_{C\gamma} = K \cdot \Delta_{C\gamma} \quad [\text{cd}]$$

$$K = \frac{I_w}{\Delta_w} \quad [\text{cd} / \text{dz}]$$

gdzie:

$\Delta_{C\gamma}$ - wskazanie układu pomiarowego proporcjonalne do natężenie oświetlenia na powierzchni
ogniwa fotometrycznego,

I_w - światłość wzorca,

Δ_w - wskazanie układu pomiarowego proporcjonalne do natężenie oświetlenia na powierzchni
ogniwa fotometrycznego przy pomiarze ze wzorcem światłości.

Jeżeli wyznaczone krzywe światłości mają służyć dla celów katalogowych to należy wyznaczyć światłość w jednostkach kandeli przypadających na strumień świetlny źródła światła wynoszący tysiąc lumenów:

$$I_{C\gamma 1000} = I_{C\gamma} \cdot \frac{1000}{\Phi_0} \quad [\text{cd} / 1000\text{lm}]$$

gdzie:

Φ_0 - strumień źródła światła (np. strumień świetlny lampy w oprawie).

6. Wyznaczanie strumienia świetlnego na podstawie bryły fotometrycznej

Znajomość rozkładu przestrzennego światłości pozwala wyznaczyć strumień świetlny źródła światła ze wzoru:

$$\Phi_0 = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} I_{C\gamma} \sin \gamma \cdot d\gamma \cdot dC \quad [\text{lm}]$$

Praktycznie dla brył nieregularnych strumień świetlny oblicza się na podstawie zależności:

$$\Phi_0 = \sum_0^{2\pi} \sum_0^{\pi} I_{C\gamma} (\cos \gamma_1 - \cos \gamma_2) \cdot \Delta C \quad [\text{lm}]$$

Przy 10 – stopniowym rozchyleniu płaszczyzn C przyrost $\Delta C = 2\pi/36$ i strumień świetlny można wyznaczyć na podstawie zależności:

$$\Phi_0 = \frac{2\pi}{36} \sum_0^{36} \sum_0^{\pi} I_{C\gamma} \cdot (\cos \gamma_1 - \cos \gamma_2) \quad [\text{lm}]$$



Metoda strumieni cząstkowych polega na sumowaniu strumieni cząstkowych wypromieniowanych w obrębie niewielkich kątów bryłowych.

Przykład obliczania strumienia dla bryły obrotowo-symetrycznej:

Strumień cząstkowy zawarty w kącie bryłowym $\Delta\omega_i$:

$$\Delta\Phi_{\Delta\omega_i} = I_{\text{sr},\Delta\omega_i} \cdot \Delta\omega_i$$

gdzie: $I_{\text{sr},\Delta\omega_i}$ - średnia światłość w obrębie kąta bryłowego $\Delta\omega_i$

Strumień świetlny całkowity (całkowity):

$$\Phi_0 = \sum_{i=1}^n \Delta\Phi_{\Delta\omega_i} = \sum_{i=1}^n I_{\text{sr},\Delta\omega_i} \cdot \Delta\omega_i$$

gdzie:

n – liczba przedziałów na jakie podzielono kąt bryłowy całkowity

Z przedziałem kąta bryłowego związany jest przedział kąta płaskiego:

$$\Delta\omega_i = 2 \cdot \pi \cdot [\cos \gamma_i - \cos(\gamma_i + \Delta\gamma_i)]$$

Przykład obliczenia strumienia świetlnego na podstawie znanej krzywej światłości I_γ						
γ [1°]	I_γ [cd]	$\Delta\gamma$ [1°]		$I_{\text{sr},\Delta\gamma}$ [cd]	$\Delta\omega$ [sr]	$\Delta\Phi$ [lm]
0	1105	0	10	989.5	0.095	94.5
10	874	10	20	704.0	0.283	199.6
20	534	20	30	428.5	0.463	198.3
30	323	30	40	277.0	0.628	174.0
40	231	40	50	208.5	0.774	161.5
50	186	50	60	134.0	0.897	120.2
60	82	60	70	44.5	0.993	44.2
70	7	70	80	4.5	1.058	4.8
80	2	80	90	1.0	1.091	1.1
90	0	-	-	-	-	-
$\Phi_0 =$						998.1

7. Pomiary

- Na fotometrze ramiennym, dla obrotowo - symetrycznych źródeł światła i opraw oświetleniowych, wyznaczyć krzywa światłości.
- Dla nieobrotowo - symetrycznych opraw oświetleniowych wyznaczyć bryłę fotometryczną.
- Wyniki przedstawić w sposób odpowiadający wymogą kart katalogowych (w jednostkach [cd/1000lm]).
- Każdorazowo wyznaczyć wartość strumienia świetlnego. Wyznaczyć strumień świetlny w półprzestrzeni dolnej Φ_{\cup} i strumień świetlny w półprzestrzeni górnej Φ_{\cap} .
- Dla lamp elektrycznych wyznaczyć skuteczność świetlną ($\eta = \Phi/P$ [lm/W]), a dla opraw oświetleniowych ich sprawność ($\eta = \Phi_{\text{opr}}/\Phi_{\text{źr}}$).



8. Tabele pomiarowe

WYZNACZANIE BRYŁY FOTOMETRYCZNEJ ŚWIATŁOŚCI						
Opis badanego obiektu:				Moc: $P_n = \dots\dots\dots W$, Napięcie: $U_n = \dots\dots\dots V$, Napięcie pomiarowe: $U = \dots\dots\dots V$		
Bryła obrotowo – symetryczna						
γ [1°]	$\Delta_{C\gamma}$ [dz]			$\Delta_{C\gamma_{\text{śr.}}}$ [dz]	$I_{C\gamma_{\text{śr.}}}$ [cd]	$I_{C\gamma_{\text{śr.}}}/1000\text{lm}$ [cd/1000lm]
	$C=0^\circ$	$C=45^\circ$	$C=90^\circ$			
0						
10						
20						
30						
40						
50						
60						
70						
80						
90						
100						
110						
120						
130						
140						
150						
160						
170						
180						

SKALOWANIE UKŁADU POMIAROWEGO				
Dane wzorca światłości:				
Moc: $P_n = \dots\dots\dots W$,				
Napięcie: $U_n = \dots\dots\dots V$,				
Napięcie fotometrowania: $U = \dots\dots\dots V$				
Światłość wzorcowa: $I_w = \dots\dots\dots \text{cd}$				
Δw [dz]			$\Delta w_{\text{śr.}}$ [dz]	Stała układu pomiarowego $K = \frac{I_w}{\Delta w_{\text{śr.}}}$ $K = \dots\dots\dots \text{cd/dz}$
Δw_1 [dz]	Δw_2 [dz]	Δw_3 [dz]		