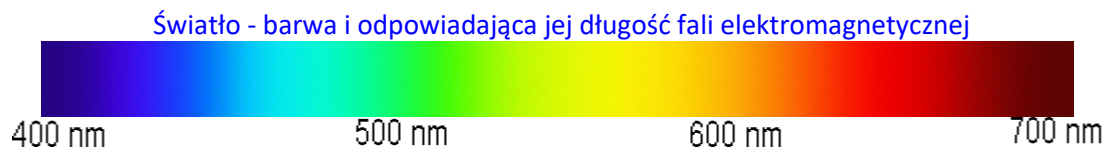




Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „L A M B E R T”

Światło widzialne to fale elektromagnetyczne o długości zawartej w przedziale 380-780 nm. Fale dłuższe to promieniowanie podczerwone (760 nm - 2000 μm), a fale krótsze to promieniowanie ultrafioletowe (390 - ok. 10 nm). Światło widzialne wywołuje wrażenia barwne, a światło białe jest mieszaniną fal o różnej długości.



Strumień świetlny Φ - moc promieniowania elektromagnetycznego (w zakresie widzialnym) mierzona w **lumenach**. 1 lumen jest to strumień światła wysyłany w kąt bryłowy 1 sr (steradian) przez izotropowe źródło światła (umieszczone w wierzchołku tego kąta), posiadające światłość 1 cd (kandela):

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$$

Natężenie oświetlenia E - moc promieniowania elektromagnetycznego (w zakresie widzialnym) przypadająca na jednostkę powierzchni, mierzona w **luksach**. 1 luks jest to natężenie oświetlenia wywołane przez strumień świetlny 1 lm (lumen) padający prostopadle na powierzchnię 1 m²:

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2$$

Światłość I (natężenie źródła światła) - pochodna strumienia świetlnego Φ względem kąta bryłowego Ω wokół kierunku, w jaki wysyłany jest strumień przez punktowe źródło światła. Światłość określana jest względem zdefiniowanego kierunku. Lub inaczej: stosunek strumienia świetlnego $d\Phi$ emitowanego przez punktowe źródło światła w nieskończenie mały kąt bryłowy $d\Omega$ wokół danego kierunku przez wartość tego kąta: $I = d\Phi/d\Omega$. Mierzona w **kandelach**. 1 kandela jest to światłość jaką wykazuje w określonym kierunku źródło emitujące monochromatyczne promieniowanie o częstotliwości 540×10^{12} herców wysyłające w tym kierunku strumień światła 1/683 watów na steradian.

Fotometry - przyrządy służące do pomiaru wielkości fotometrycznych. Do badania jasności źródła światła w funkcji długości fali świetlnej stosuje się spektrofotometry. Szczególne fotometry to luksomierze (do pomiaru natężenia promieniowania), ławy fotometryczne (mierzące światłość), densytometry (pomiar gęstości optycznej), nefelometry (pomiar światłości światła rozproszonego), kolorymetry.

Prawo Lamberta. Jeżeli źródło światła jest punktowe i promieniuje izotropowo, wówczas moc promieniowania światła przypadająca na jednostkę powierzchni (natężenie oświetlenia) maleje z odległością i zależy od kąta padania.

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$$

Powyzszą zależność nazywamy prawem Lamberta (istnieje jeszcze prawo Lamberta - Beera), choć historycznie (1760) prawem Lamberta jest zależność $E = I \cos \alpha$ i dotyczy światłości powierzchni (spełnione dla ciała doskonale czarnego, dla ciał matowych istnieje odstępstwo).

Zagadnienia do przygotowania:

- prawo Lamberta,
- definicje i jednostki wielkości fotometrycznych,
- przebieg funkcji cosinus,
- wektor powierzchni (kierunek powierzchni).

„L A M B E R T”

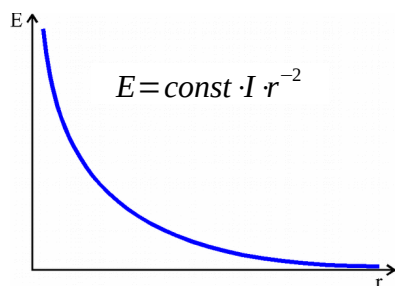
Student 1: Wyznaczanie natężenia źródła światła metodą Lamberta.

Student 2: Sprawdzanie prawa Lamberta.

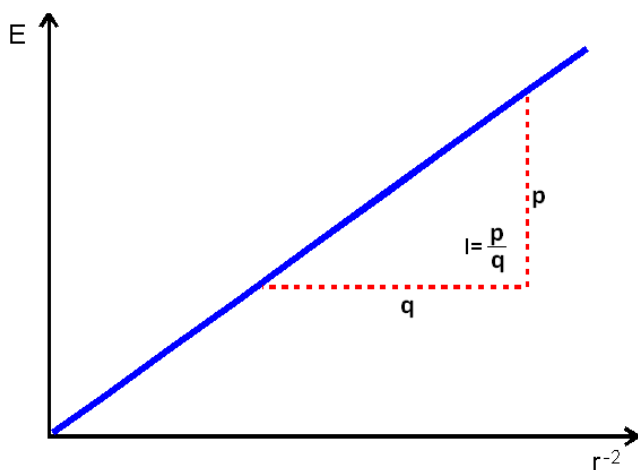
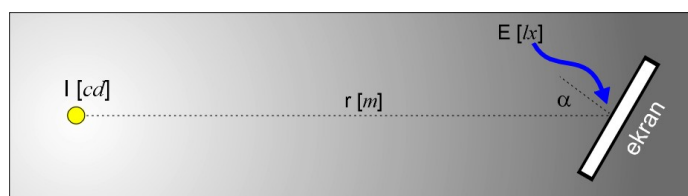
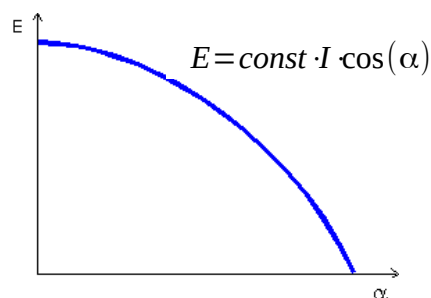
Baza teoretyczna

Prawo Lamberta: $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$ ma postać iloczynu, więc można niezależnie sprawdzać jego dwie części (zależność od odległości r i od kierunku α):

Jeżeli α jest stałe

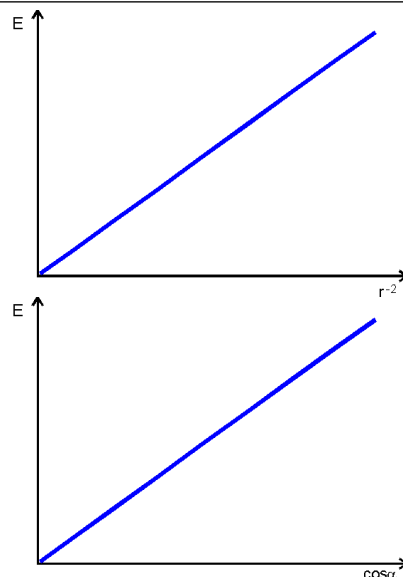


Jeżeli r jest stałe



Zatem, aby **wyznaczyć natężenie źródła światła I** należy:

- wykonać pomiary zależności natężenia oświetlenia E od odległości od źródła r ,
- sporządzić wykres zależności oświetlenia E od r^{-2} ,
- odczytać wartość natężenia źródła.



Zatem, aby **sprawdzić prawo Lamberta** należy:

- wykonać pomiary natężenia oświetlenia E od odległości od źródła r ,
- sporządzić wykresy zależności oświetlenia E od r^{-2} , oraz oświetlenia E od $\cos \alpha$,
- zanalizować ich liniowość.

„L A M B E R T”

Student 1: Wyznaczanie natężenia źródła światła metodą Lamberta.

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r	[m]										
E	[lx]										

$$\Delta r = \dots$$

$$\Delta E = \dots$$

2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 4)

$$\frac{1}{r^2} = \dots$$

$$\Delta \frac{1}{r^2} = \left| \frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r + \Delta r)^2} \right| = \dots$$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{1}{r^2}$	[...]										
$\Delta \frac{1}{r^2}$	[...]										
E	[lx]										

$$\Delta E = \dots$$

4. Wykres

+ obliczenie I (nachylenie prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie I' (nachylenie prostej odchylonej)

+ obliczenie dokładności metody $\Delta I = |I - I'|$

5. Podsumowanie

Wyznaczona wartość ... wynosi ...

Dokładność metody: ...

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

„L A M B E R T”

Student 2: Sprawdzanie prawa Lamberta.

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r	[m]										
E	[lx]										

$\Delta r = \dots$

$\Delta E = \dots$

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α	[°]										
E	[lx]										

$\Delta \alpha = \dots$ [°] =

$\Delta E = \dots$

III.2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 4)

$$\frac{1}{r^2} = \dots$$

$$\Delta \frac{1}{r^2} = \left| \frac{1}{r^2} - \frac{1}{(r + \Delta r)^2} \right| = \dots$$

$$\cos \alpha = \dots$$

$$\Delta \cos \alpha = |\cos(\alpha) - \cos(\alpha + \Delta \alpha)| = \dots$$

III.3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{1}{r^2}$	[...]										
$\Delta \frac{1}{r^2}$	[...]										
E	[lx]										

$\Delta E = \dots$

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\cos \alpha$	[...]										
$\Delta \cos \alpha$	[...]										
E	[lx]										

$\Delta E = \dots$

III.4. Wykres

IV. Podsumowanie

Ponieważ na wykresach ... można poprowadzić proste przechodzące przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych, nie ma podstaw do stwierdzenia odstępstwa od ...

Ewentualnie: Odstępstwo od liniowości w zakresie ... może wynikać z

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.