

Ile światła nam potrzeba?

{praca nad zaprojektowaniem eksperymentu naukowego}

Zbędne oświetlenie lub zanieczyszczenie światłem jest jednym z wielu niekorzystnych zmian zachodzących w otoczeniu człowieka. Złe i nadmiarowe oświetlenie powodują między innymi:

- zmarnowanie pewnej ilości energii i surowców potrzebnych do jej wyprodukowania,
- u ludzi; zaburzenie dobowego i miesięcznego cyklu jasno-ciemno,
- zakłócenia życia świata przyrody (np: sygnalizacja światłem, migracje sezonowe itp.)
- zanik widoku gwiazdzistego nieba, jednego z elementów przyrody

Pewna ilość sztucznego oświetlenia jest oczywiście potrzebna, ale jak określić ten niezbędny poziom? Oko ludzkie dzięki zdolności źrenicy do rozszerzania się, może przecież adaptować się do różnych poziomów oświetlenia...

Przeprowadźmy eksperyment! Sprawdźmy, przy jakim poziomie oświetlenia można swobodnie czytać książkę. Chwilę, kiedy na dworze czytanie bez oświetlenia staje się niemożliwe zdefiniowano jako koniec zmierzchu cywilnego i właśnie wtedy powinny być zapalane latarnie uliczne.

Ale jak zmierzyć ten poziom? Nie mamy przecież światłomierza...

Możemy przecież sprawdzić jaka jest moc żarówki potrzebnej do czytania. Na żarówce i na opakowaniu podane jest ile watów ma żarówka.

Ale przecież nie cała moc idzie na potrzeby naszego czytania! Im dalej od lampy tym mniej światła trzeba to przecież jakoś uwzględnić

No to możemy zmieniać odległość książki od żarówki sprawdzając, w jakiej odległości da się jeszcze czytać. Jeśli żarówka będzie bez klosza to energia będzie wysyłana równo we wszystkich kierunkach. Można prosto obliczyć, ile energii padnie na każdy centymetr kwadratowy kartki. Oczywiście najlepiej by kartka była prostopadła do biegu światła.

No tak, powierzchnia kartki to długość \times szerokość, ale tu trzeba by uwzględnić nie tylko kartkę, ale wszystkie kierunki, którymi biegnie światło.

Gdybyśmy zamiast kartki mieli tekst napisany na wewnętrznej stronie kuli, to przecież całe światło nigdzie by nie uciekało. Czyli całość energii pada na całe pole powierzchni takiej kuli. Pole powierzchni kuli to $4\pi r^2$. No to moc padająca na centymetr kwadratowy to będzie moc żarówki podzielona przez powierzchnię kuli ($4\pi r^2$).

OK ale proponuję żeby liczyć w metrach to będziemy mieli moc na metr kwadratow ...

No to bierzemy lampę, ściągamy abzur i można mierzyć...

Zaraz, zaraz, ale oprócz żarówki nic nie może świecić! To trzeba zrobić w nocy przy zgaszonym żyrandolu i zasłoniętych żaluzjach. Poza tym będzie problem ze światłem odbitym od sufitu czy ścian, może lepiej to zrobić na dworze?

No trzeba by iść gdzieś gdzie nie ma latarni, ale gdzie się tam podpiąć do prądu? Chyba, że podłączymy żaróweczkę do baterii. Może lepiej przeprowadzić jednak ten eksperyment w dużym pokoju.

Jest inny problem, moc żarówki podawana na opakowaniu mówi w zasadzie ile prądu pobiera żarówka, na przykład żarówki energooszczędne dają więcej światła. Jakoś to trzeba uwzględnić.

Na opakowaniu żarówki są podane jeszcze jakieś lumeny, trzeba sprawdzić w Wikipedii co to jest.

NO To JEST TO! Tu pisze, że lumen to ilość światła emitowana w pełny kąt bryłowy, czyli w całą przestrzeń. Jak dawniejsze lampy naftowe miały lusterka to po to aby „zageścić” światło. Czyli tyle światła, co wytwarzała świeczka, emitowane było nie w całą przestrzeń, ale dzięki lusterku tylko w jedną stronę. Jednostką opisującą ilość produkowanego światła jest Kandela, czyli po naszymu świeca.

Chyba świeca znormalizowana. Ale rozumiem świeca wolno stojąca wysyła światło we wszystkich kierunkach a świeca z lusterkiem wysyła światło tylko w połowę przestrzeni, czyli tam gdzie to światło pada będzie go więcej. Lumen to ilość światła świec (kandeli) podzielona przez część przestrzeni do której jest emisja. Tu jest napisane, że to się nazywa kąt bryłowy...

No, to ma sens jak masz reflektor to on jasno świeci na duże odległość, i właśnie dzięki temu, że światło idzie wąskim snopem czyli zmniejsza się ten kąt bryłowy...

OK, a całe otoczenie to ten kąt bryłowy jest równy jeden?

Nie, to 4π . Czyli świeca wolnostojąca wytwarza $1/(4\pi)$ lumena, a ja weźmiesz lusterko i emisja będzie tylko w jedną stronę to będzie $1/(2\pi)$.

To trzeba by zrobić eksperyment wstępny, czyli iść do sklepu z żarówkami i odpisać sobie moc żarówki (to w watach) i jej jasność (to w tych lumenach) dla różnych typów żarówek i dla różnych mocy żarówek. Zrobimy wykres zależności waty - lumeny i będziemy wiedzieli jakie żarówki są najlepsze.

Jeśli zrobimy nasz eksperyment z czytaniem to określimy nie ilość watów na metr kwadratowy, tylko ilość lumenów na metr kwadratowy a to jest luks.

No to luksusowo

LUKS; LUKS taka jednostka fizyczna a nie luks że luksusowo

A jak weźmiemy latarkę, sprawdzimy ile lumenów ma żarówka to przecież można policzyć jakoś ten kąt bryłowy... Mierzac na przykład średnicę plamy światła z latarki, no i pwenie jakieś wzory na to są .

Są, ale po co! Będziemy świecić na ścianę, na której przykleimy tekst a potem będziemy oddalać lub zbliżać latarkę. Jak znajdziemy graniczną odległość to zmierzemy rozmiar plamy i policzymy pole jej powierzchni.

I to wszystko. Będziemy mieli lumeny na metry kwadratowe, czyli luksy!

Tylko trzeba pamiętać, że oko nie reaguje natychmiast. Po każdym przestawieniu latarki trzeba będzie chwilę odczekać i nie patrzeć prosto w latarkę.

Ciekawe czy przed lustrem w łazience uda mi sie zmierzyć czas otwierania i średnicę źrenicy, ale to już zupełnie inny eksperyment...