

17.10.2023

Група 33

Фізика і астрономія

Урок 13

Тема: Основні фотометричні величини та їх вимірювання

Мета уроку:

навчальна – ввести основні фотометричні величини «світловий потік», «сила світла», «освітленість», «світимість джерела», «яскравість» та їх одиниці; познакомити учнів з методами вимірювання фотометричних величин;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

### Матеріал до уроку

Зі світловими явищами ми зустрічаємося щодня протягом усього життя, адже вони є частиною природних умов, у яких ми живемо. Деякі з них здаються нам справжнім дивом, наприклад міражі в пустелі, полярні сяйва. Проте погодьтеся, що й більш звичні для нас світлові явища: виблиск краплинки роси в сонячному промінні, місячна доріжка на плесі, семибарвний міст веселки після літнього дощу, блискавка у грозових хмарах, мерехтіння зір у нічному небі — теж є дивом, бо вони роблять світ навколо нас чудовим, сповненим чарівної краси та гармонії.

Завдяки органу зору людина бачить навколишній світ, здійснює зв'язок з навколишнім середовищем, може відпочивати і працювати. Від того, як освітлюються предмети залежить продуктивність праці. Без достатнього освітлення рослини не можуть нормально розвиватися. Найкраща ілюстрація значення світлових явищ у житті людини – «хвилинний» експеримент: потрібно на одну хвилину заплющити очі і уявити «життя в темряві»

**Фотометрія** – розділ оптики, в якому розглядається вимірювання енергії, що переноситься електромагнітними світловими хвилями.

У фотометрії використовуються наступні величини:

1) енергетичні - характеризують енергетичні параметри оптичного випромінювання безвідносно до його дії на приймач випромінювання;

2) світлові - характеризують дії світла й оцінюються по впливу на око (виходячи з так званої середньої чутливості ока) або інші приймачі випромінювання.

**1.Світловий потік джерел світла  $\Phi$**  – кількість світлової енергії, що проходить через деяку поверхню за одиницю часу

Формула	Одиниці вимірювання
$\Phi = \frac{W}{t}$	$[\Phi] = \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$ 1 лм (люмен)

❖ Лампа розжарювання 40 Вт 415-460 лм

- 60 Вт 790-830 лм
- 100 Вт 1550-1630 лм
- 200 Вт 2860-2960 лм

❖ Газорозрядна лампа 35 Вт ("автомобільний ксенон") 3000-3100 лм

❖ Світлодіод Cree XP-G 5 Вт 460-493 лм

❖ Світлодіод P7 SSC , Creeмс-е 10 Вт близько 700 лм

❖ Люмінесцентна лампа 40 Вт 2480 лм



Значення освітленості чи світлового потоку має бути постійною в часі (порушується при коливанні напруги в мережі, пульсації світлового потоку, затемненні світлових отворів тощо). Слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний спектральний склад світла: розпізнання рельєфа поверхні та правильної кольоропередачі, кольоропізнання);

**2. Сила світла** - відношення світлового потоку, до тілесного кута, в межах якого проходить цей потік.

Формула	Одиниці вимірювання
$I = \frac{\Phi}{4\pi}$	<b>1 кд (кандела)</b>

Свічка 1 кд

Лампа розжарювання 100 кд

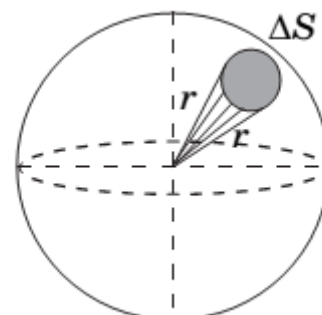
Звичайний світлодіод 0,005..3 кд

Надяскравий світлодіод 25...500 кд

Сучасна люмінесцентна лампа 100 кд

Сонце  $3 \times 10^{27}$  кд

**Тілесним кутом  $\Omega$**  називають просторовий кут, обмежений конічною поверхнею, площа підстави  $\Delta S$  якої є частиною сферичної поверхні радіусом  $r$ , вершина якої збігається з точковим джерелом світла.



### 3. Освітленість освітлення поверхні, що створюється світловим потоком, який падає на поверхню

Освітленість у фототехніці визначають за допомогою експонетрів і експозиметрів, у фотометрії — за допомогою люксметрів.



Світлочутливим елементом таких приладів є фотоелемент. У разі віддалення від джерела освітленість зменшується.

Розрахунки й досліди показують, що для точкового джерела (такого, що випромінює світло однаково в усіх напрямках і розмірами якого можна знехтувати) освітленість  $E$  прямо пропорційна силі світла  $I$  джерела світла й обернено пропорційна квадратові відстані  $R$  до джерела:

Формула	Одиниці вимірювання
$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{I}{R^2}$	<b>1 лк (люкс)</b>

*Приклади освітленості:*

- ❖ Сонячні промені опівдні 100 000 лк
- ❖ При кінозйомці в студії 10 000 лк
- ❖ На відкритому місці в похмурий день 1000 лк
- ❖ У світлій кімнаті поблизу вікна 100 лк
- ❖ На робочому столі для робіт пов'язаних з точністю виконання операцій 100-200 лк
- ❖ На екрані кінотеатру 85-120 лк
- ❖ Необхідне для читання 30-50 лк
- ❖ Від повного місяця 0,2 лк
- ❖ Від нічного неба в безмісячну ніч 0,0003 лк

Освітленість на робочому місці повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам

Назва величини	Познач. величини	Означення величини	Формула	Одиниця величини
Світимість джерела	<b>L</b>	називають кількість випромінюваної астрономічним об'єктом -зіркою, галактикою тощо – енергії за одиницю часу; $E_0$ – потужність випромінюван-	$L = \frac{E}{E_0} = 10^{0,4(5-M)}$ де $M$ –	<b>Вт</b>

		ня Сонця, $E_0=4 \cdot 10^{26}$ , Вт	абсолютна зоряна величина	
--	--	--------------------------------------	---------------------------	--

#### 4. Яскравість

Аркуш білого паперу, освітлений лампою потужністю 60 Вт, має яскравість від 30 до 40 кд/м<sup>2</sup>.

Яскравість, що складає 30000 кд/м<sup>2</sup>, діє засліплююче. Виходячи з цього, введено поняття блискучості джерела світла, тобто підвищеної яскравості поверхонь, що світяться, яка погіршує зорову здатність.

Оскільки рівень відчуття світла людським оком залежить від щільності світлового потоку (освітленості) на сітківці ока, то основне значення для зору має не освітленість якоїсь поверхні, а світловий потік  $\Phi$ , що відбивається від цієї поверхні й потрапляє на зіницю. У зв'язку з цим введено поняття яскравості.

Людина розрівняє оточуючі предмети завдяки тому, що вони мають різну яскравість.

Яскравість є тією характеристикою світла, яка безпосередньо впливає на органи зору і на яку безпосередньо реагує око.

Повинен бути досить рівномірним розподіл яскравості-на робочій поверхні, а також у межах оточуючого простору, яскравість не може відрізнитися більш ніж у 3-5 разів. У полі зору не повинно бути прямої і відбитої блискучості (підвищена яскравість світлових поверхонь, що викликає засліплення)

Яскравість	<b>B</b>	це потік, що посилає в даному напрямку одиницею видимої поверхні в одиничному тілесному куті	$B = \frac{I}{S \cos \varphi}$	$\frac{\text{кД}}{\text{м}^2}$
------------	----------	--	--------------------------------	--------------------------------

### ЗАКОНИ ОСВІТЛЕНОСТІ

Закони фотометрії дозволяють пояснити багато явищ. Наприклад, легко зрозуміти, чому на поверхні близьких до Сонця планет висока температура, а на далеких планетах — низька.

Зміну пір року пояснюють тим, що взимку сонячні промені навіть опівдні падають не згори, а під досить великим кутом до вертикалі. За такого кута падіння вони «світять, але не гріють».

#### Перший закон освітленості:

Освітленість поверхні прямо пропорційна силі світла джерела і обернена пропорційна квадрату його відстані від поверхні:

$$E = \frac{\Phi}{S} \Rightarrow \frac{I}{r^2}$$

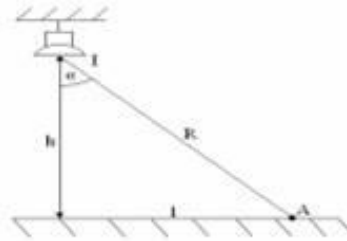
## Другий закон освітленості:

Освітленість поверхні паралельним світловим пучком прямо пропорційна косинусу кута падіння променів:

$$E = E_0 \cos \alpha \Rightarrow \frac{I}{r^2} \cos \alpha .$$

**Задача 1.** На стовпі заввишки 6м висить лампа 400 кд. Обчислити освітленість на відстані 8м від основи стовпа.

Дано:  
 $I=400 \text{ кд}$   
 $h=6 \text{ м}$   
 $l=8 \text{ м}$   
 $E - ?$



Розв'язання:

Із закону освітленості визначимо  $E$ :

$$E = \frac{I}{R^2} \cos \alpha, \quad R = \sqrt{h^2 + l^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{h}{R}$$

$$E = \frac{I \cdot h}{(h^2 + l^2) R} = \frac{400 \cdot 6}{(36 + 64) 10} = 2,4 \text{ лк}$$

Відповідь:  $E=2,4 \text{ лк}$ .

## **ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ.**

1. Що називають світловим потоком? За якою формулою його обчислюють?
2. Що називають силою світла? За якою формулою її обчислюють?
3. Що називають освітленістю? За якою формулою її обчислюють?
4. Що називають світимістю джерела? За якою формулою її обчислюють?
5. Що називають яскравістю? За якою формулою її обчислюють?

## **ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**

Опрацювати параграф №20. Виконати впр.20 (1-7).