

# Урок №22

Природа света. Законы  
отражения и  
преломления света.  
Законы освещенности.

## Свет – частный случай электромагнитной волны

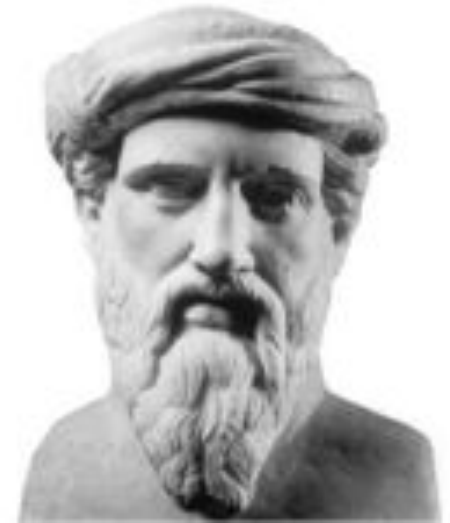
В середине XIX века была создана теория Максвелла. Он доказал, что электромагнитное поле распространяется со скоростью 300000 км/сек

XVII в. – датский ученый Ремер провел эксперимент, в котором выяснилось, что скорость распространения света равна примерно 300000 км/сек.

1848 г. – Ипполит Физо доказал, что скорость света составляет 300000 км/сек. Это все подтверждало тот факт, что свет является электромагнитной волной.

Пифагор: «Свет – поток частиц, которые излучают предметы, проникая в глаз человека, они приносят информацию о том, что же нас окружает».

- Пифагор первый догадался и доказал, что свет распространяется прямолинейно.
- Он и другие ученые, вплоть до Евклида, использовали световые явления отражения и преломления для построения основ геометрии.



Исаак Ньютон объяснял много световых явлений, основываясь на том, что свет – это поток специальных частиц ( корпускулярная теория света)

«Корпускула» происходит от лат. corpusculum – частица.

Факты:

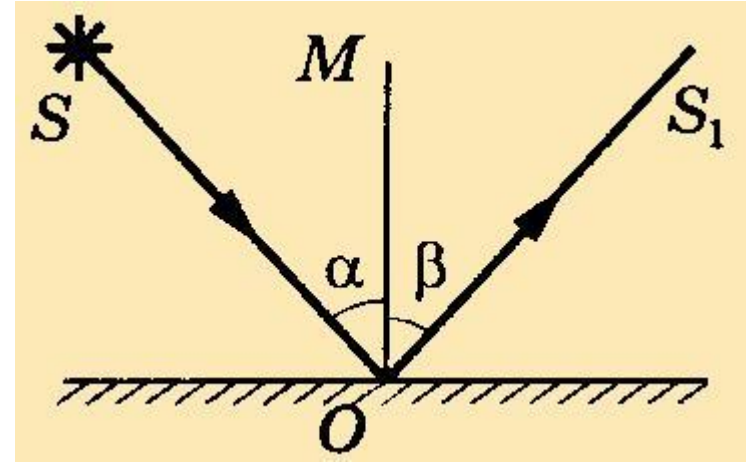
1. Прямолинейное распространение света.
2. Закон отражения.
3. Закон образования тени от предмета.

# Волновая теория света

- Христиан Гюйгенс – сторонник волновой теории, объяснял световые явления, считая, что свет – это волна.

# Законы отражения света

- Луч падающий и луч отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности.
- Угол отражения луча равен углу его падения  $\angle \beta = \angle \alpha$



- $\angle \alpha$  – угол падения луча – угол между падающим лучом и перпендикуляром
- $\angle \beta$  – угол отражения луча – угол между отраженным лучом и перпендикуляром
- Падающий и отраженный лучи обладают свойством обратимости

# Виды отражений света

- Зеркальное

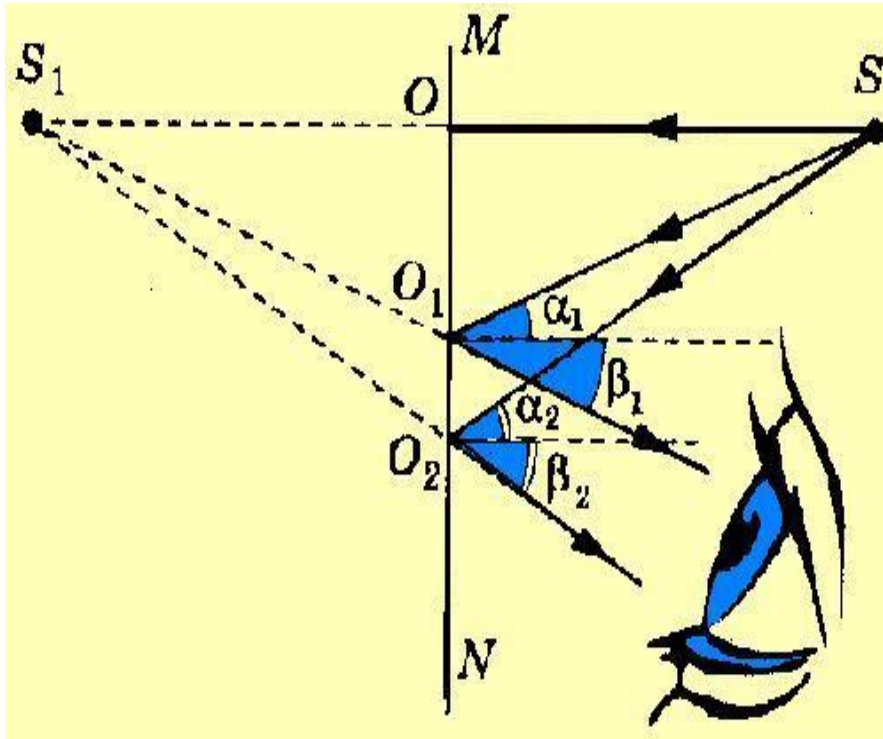


- Диффузное  
(рассеянное)



# Изображение в плоском зеркале

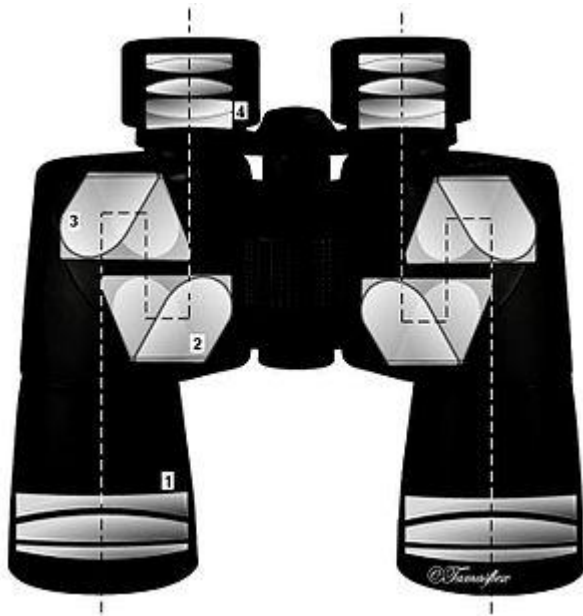
- мнимое – т.е. находится на пересечении продолжений лучей, а не самих лучей;
- прямое – т.е. не перевернутое;
- равное.





# Применение законов отражения света

- Оптические приборы:



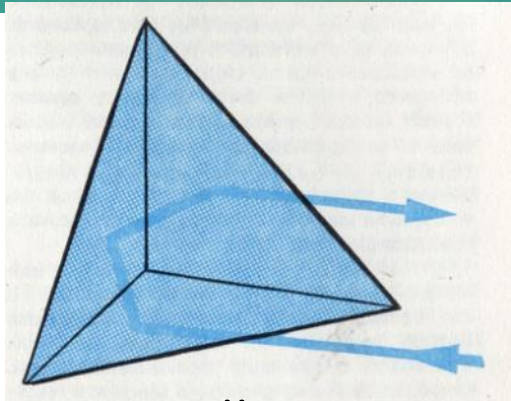
Бинокль



Перископ

# Применение законов отражения света

- Оптические приборы:  
уголковый отражатель

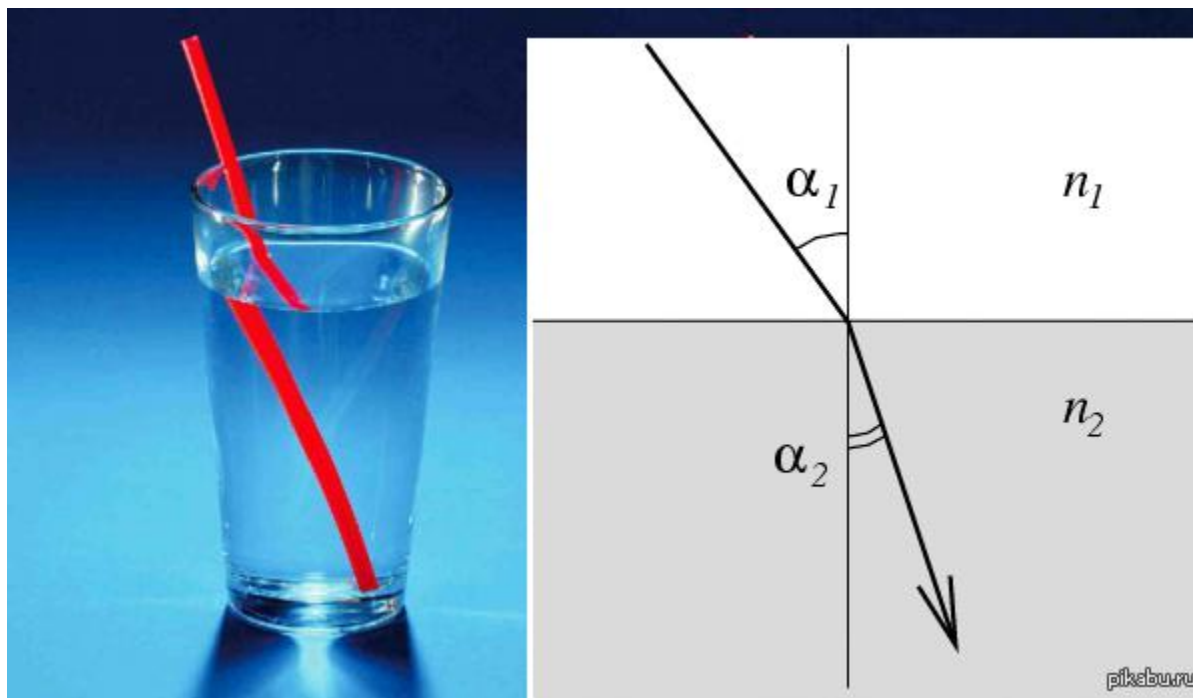


Ход лучей в  
отражателе

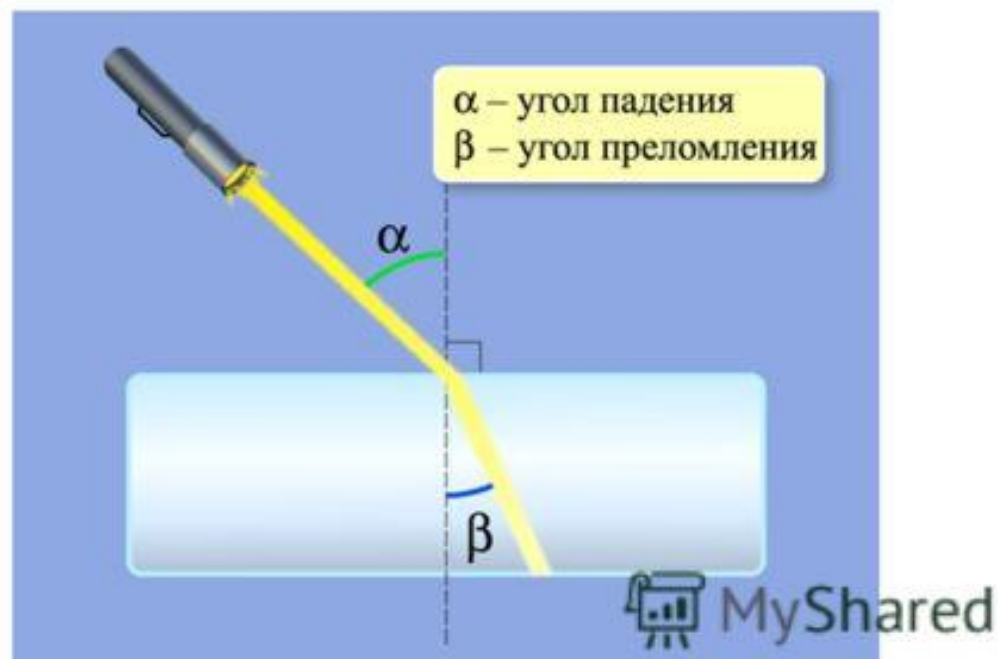


Светоотражающие полоски  
на форме

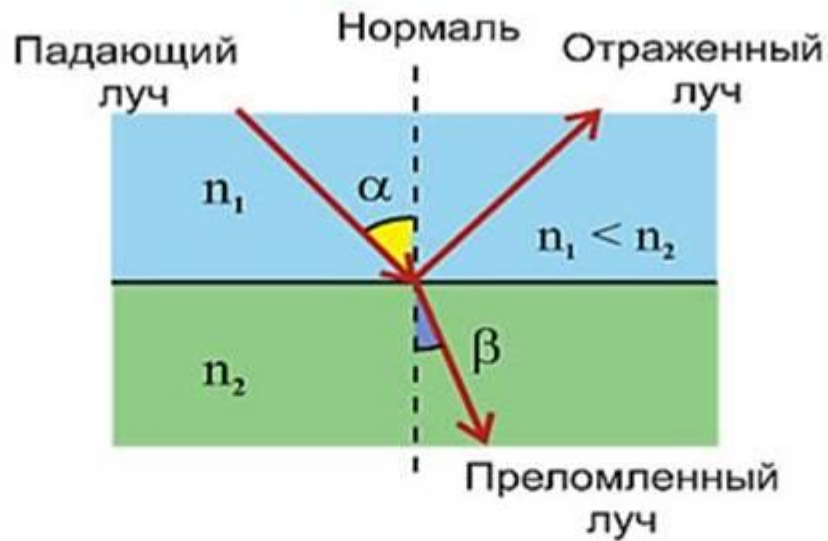
# Законы преломления света



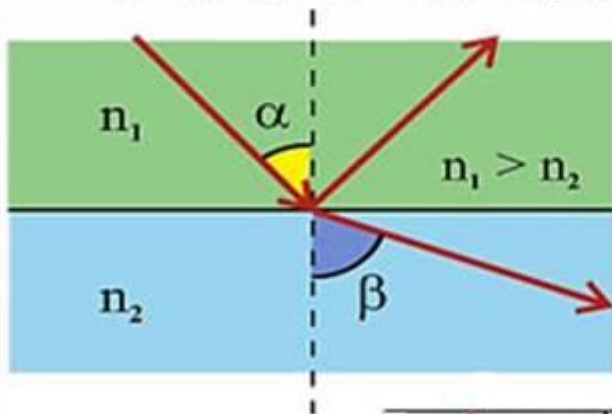
**«Преломление света – это изменение направления луча света при пересечении границы между средами».**



# Закон преломления света



Падающий и преломленный лучи лежат в одной плоскости с нормалью к границе раздела в точке падения



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21}$$

$$n_1 = \frac{c}{v_1}$$

$$n_2 = \frac{c}{v_2}$$

среда	n
воздух	1,0003
вода	1,33
стекло	1,4 - 1,6
алмаз	2,42

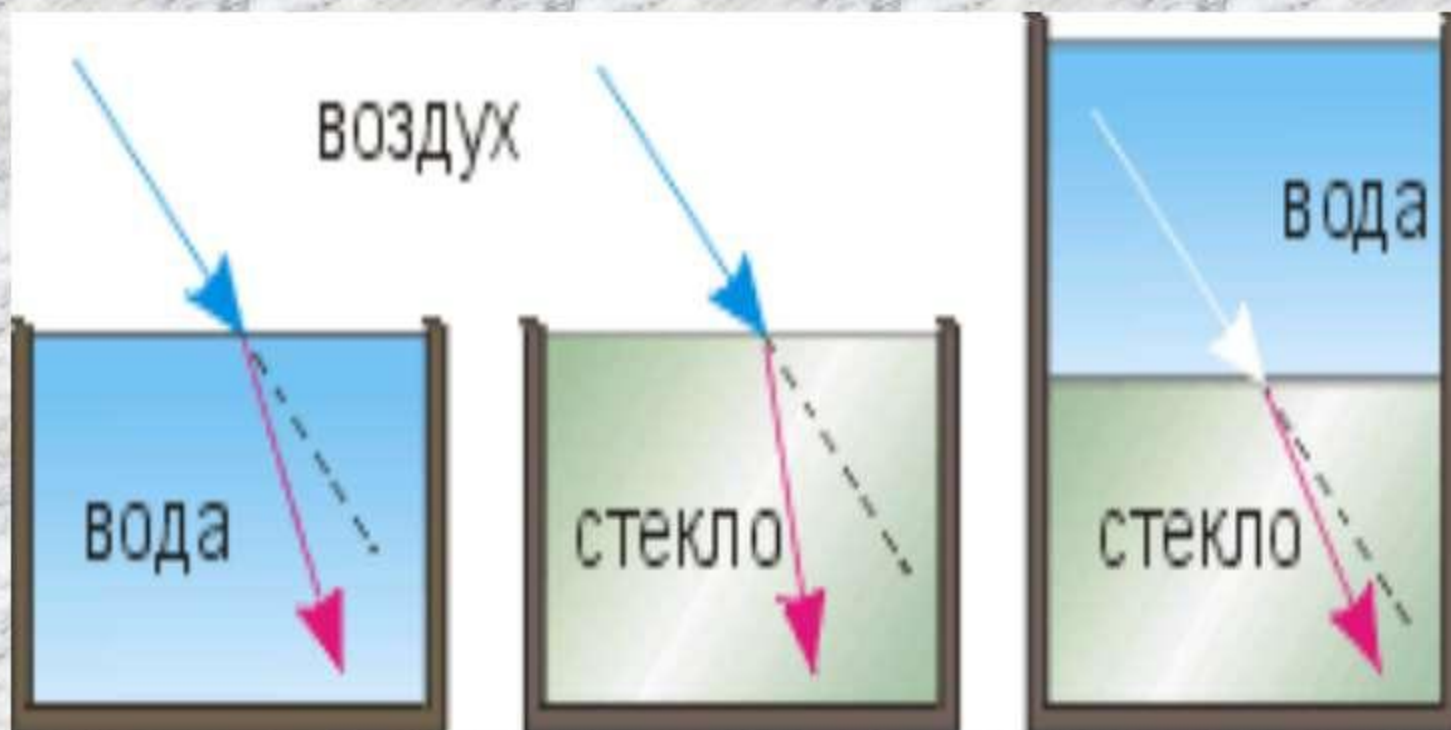


# Изменение хода лучей

**Направление преломления зависит от того, переходят ли лучи света в более или менее плотную среду.**



# Преломление света



- ❖ Падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости.
- ❖ Отношение синуса угла падения  $\alpha$  к синусу угла преломления  $\beta$  есть величина, постоянная для двух данных сред:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$



Абсолютным показателем преломления называется отношение скорости света в вакууме к скорости света в данной среде

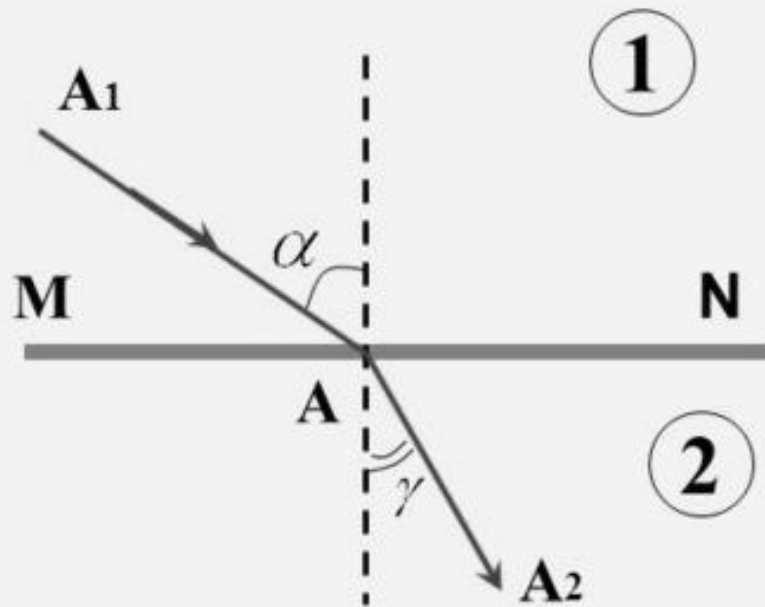
$$n = \frac{c}{v}$$

## Относительный показатель преломления

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}; \quad n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

- Относительный показатель преломления двух сред выражается через абсолютные показатели преломления этих сред.

# Преломление света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{12}$$

$n_{12}$  – относительный  
показатель преломления

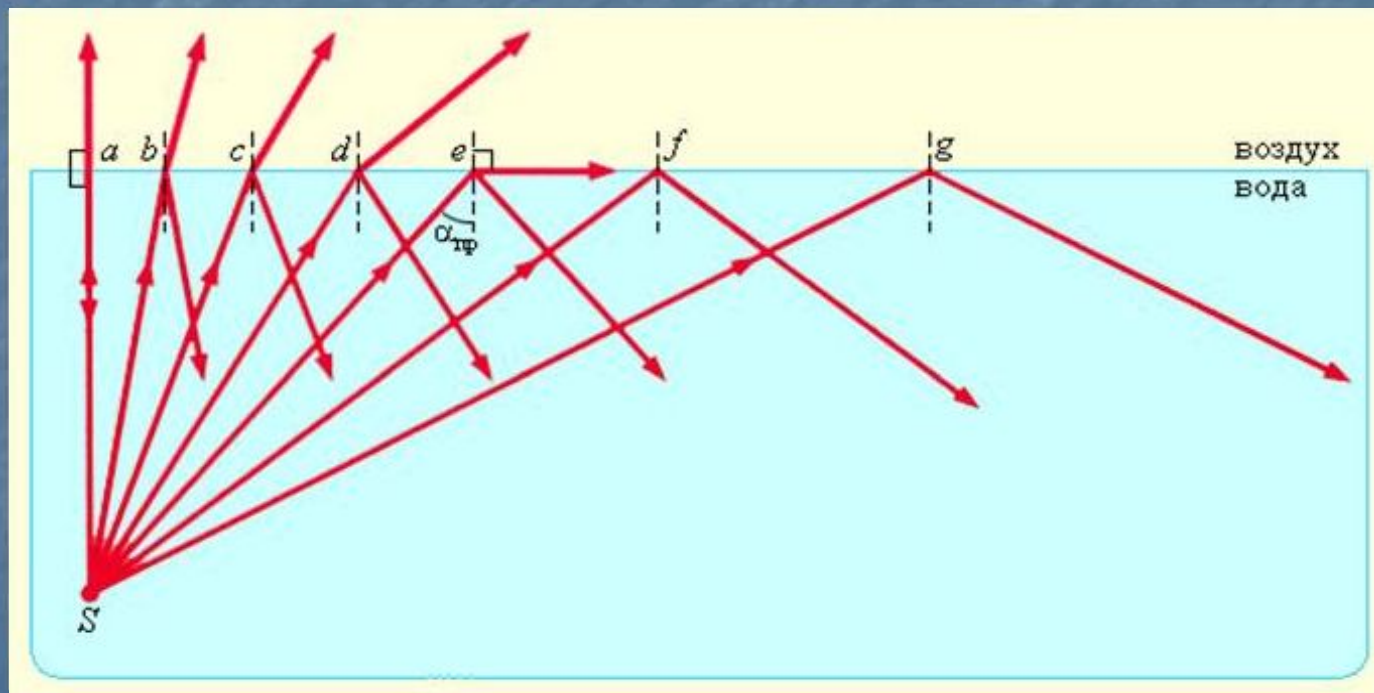
$$\left. \begin{aligned} n_1 &= \frac{c}{v_1} \\ n_2 &= \frac{c}{v_2} \end{aligned} \right\} n_{12} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1}$$

$n_1$  – абсолютный  
показатель  
преломления среды 1

$n_2$  – абсолютный  
показатель  
преломления среды 2

# Полное отражение.

Если направить свет из оптически более плотной среды в менее плотную, то может наступить момент, когда угол преломления станет равным  $90^\circ$  - происходит **полное внутреннее отражение.**





## Предельный угол полного отражения, $\alpha_0$

*Это минимальный угол падения света, при котором возникает явление полного внутреннего отражения.*

*Воспользуемся законом преломления света:*

$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin \beta} = \frac{1}{n}, \quad \frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}, \quad \sin \alpha_0 = \frac{1}{n},$$

*следовательно  $\alpha_0 = \arcsin \frac{1}{n}$*

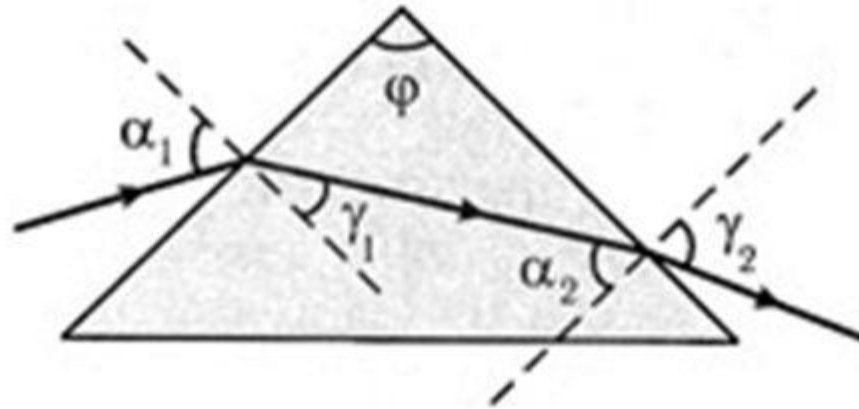
**Пример:** рассчитаем предельный угол полного отражения для воды ( $n=1,33$ );

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,33} \approx 0,7519, \quad \alpha_0 = 48^\circ 35'$$

## Определение

- Изменение хода световых лучей при переходе из одной среды в другую называется преломлением.

$\varphi$  – преломляющий угол



Оптика – раздел физики, который изучает световые явления и законы, установленные для них, а также взаимодействие света с веществом, природу света.

**Человек получает информацию о мире с помощью органов зрения. При помощи света мы получаем большую часть информации об окружающем мире.**

# ФОТОМЕТРИЯ-

раздел прикладной

физики,

занимающийся

измерениями света



# Освещение помещений

## Применение основ фотометрии



# Применение основ фотометрии

Освещение  
дорог



# Применение основ фотометрии

Источники света для  
транспортных средств





# Применение основ фотометрии

декорирование



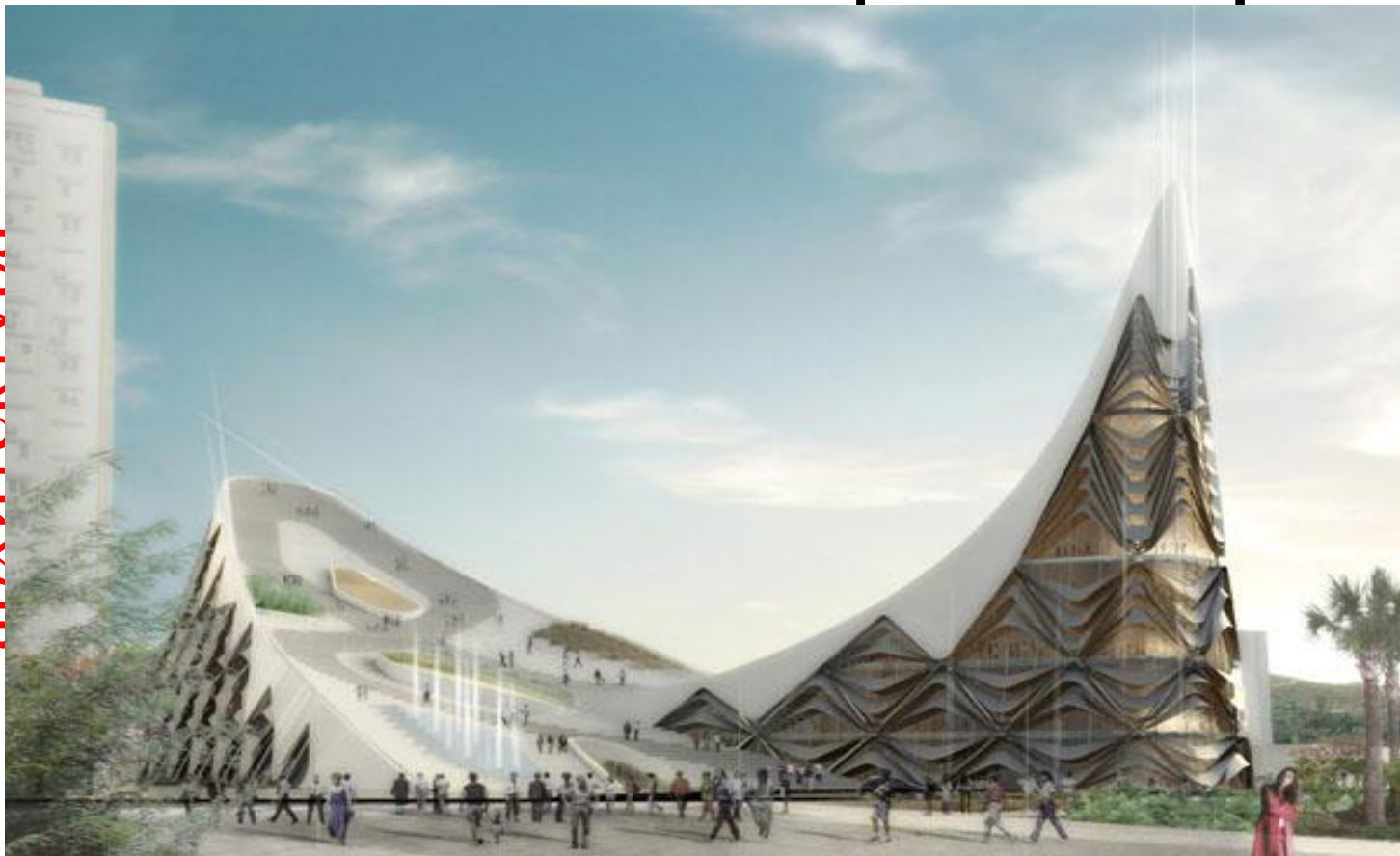
# Применение основ фотометрии

реклама



# Применение основ фотометрии

Строительство и  
архитектура



# Применение основ фотометрии

инсталляция



Что такое свет?



**С точки зрения волновой теории света**

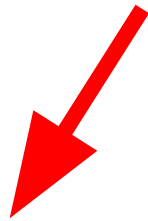
**Свет — это  
электромагнитная волна**

С точки зрения корпускулярной теории света

**Свет — это поток  
мельчайших частиц**

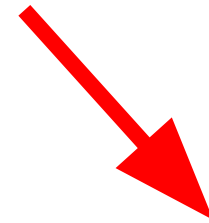
С точки зрения **ФОТОМЕТРИИ**  
**Свет** – это излучение,  
способное вызывать  
ощущение яркости при  
воздействии на  
человеческий глаз

# Фотометрические величины



## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ

- 1) поток излучения**
- 2) интенсивность излучения**
- 3) телесный угол**



## СВЕТОВЫЕ

- 1) световой поток**
- 2) сила света**
- 3) освещенность**

# Энергетические величины:

- 1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

# Энергетические величины:

- 1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

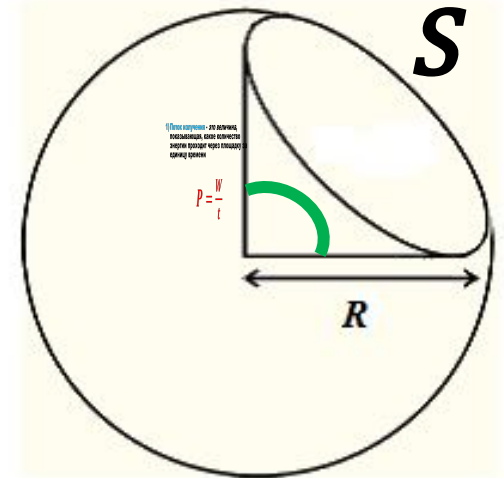
1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

# Энергетические величины:

- 1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через плоскую площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

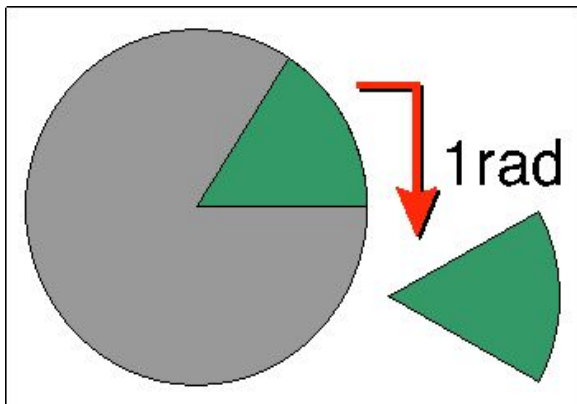


- Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

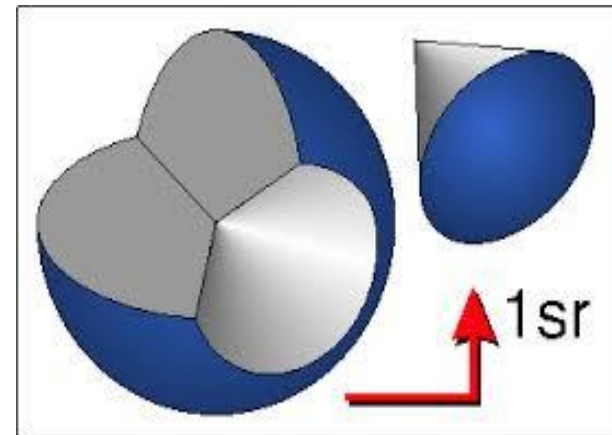
$$P = \frac{W}{t}$$

# Для сравнения

1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени



1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени





# Полный телесный угол

1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$



$4\pi \text{ sr}$

# СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) **Поток излучения** - *это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени*

$$P = \frac{W}{t}$$

# Как отличить?

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

# Световой поток

ЭТО МОЩНОСТЬ  
СВЕТОВОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ,  
ОЦЕНИВАЕМАЯ  
ВИЗУАЛЬНО

(по зрительному ощущению)



# СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени



# сила света

## различных источников света

свеча – 1 кд





# сила света

## различных источников света

люминесцентная  
лампа – **120** кд



# сила света различных источников света



Светоизлучающий  
диод (**LED**) – **1500** КД



# сила света

## различных источников света

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$



## Единица измерения светового потока

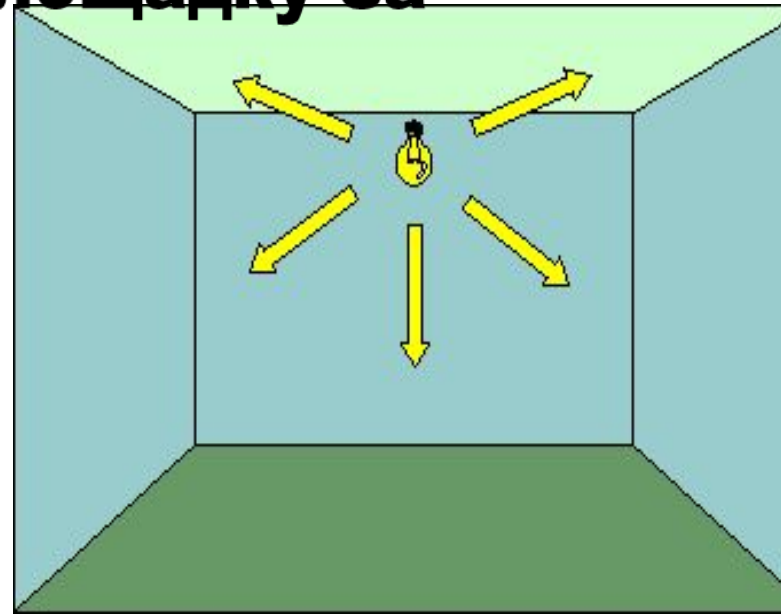
- **1) Поток излучения** - *это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени*

$$P = \frac{W}{t}$$

# СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) **Поток излучения** - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$



# Люксметр





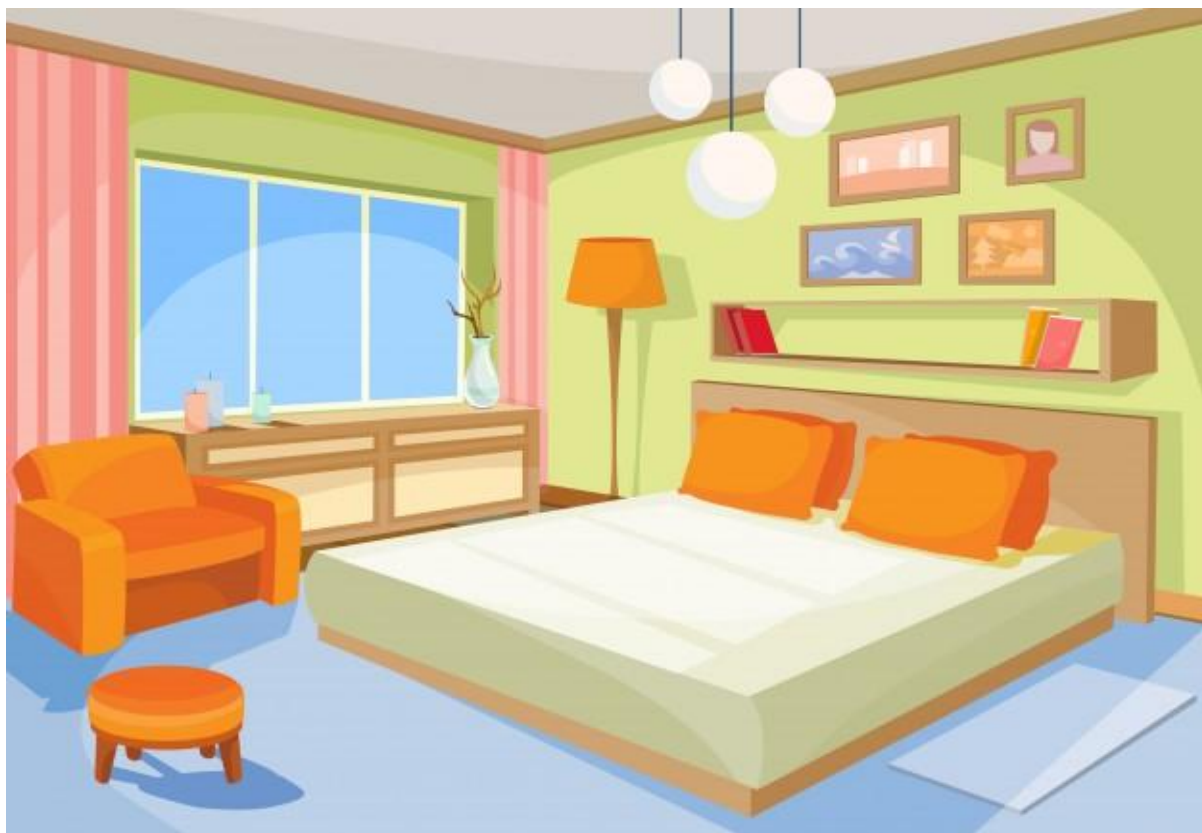
# Нормы освещенности

***ГОСТИННАЯ***  
***150 лк***



# Нормы освещенности

***СПАЛЬНЯ***  
***150 лк***



# Нормы освещенности

***КУХНЯ***  
***150 лк***



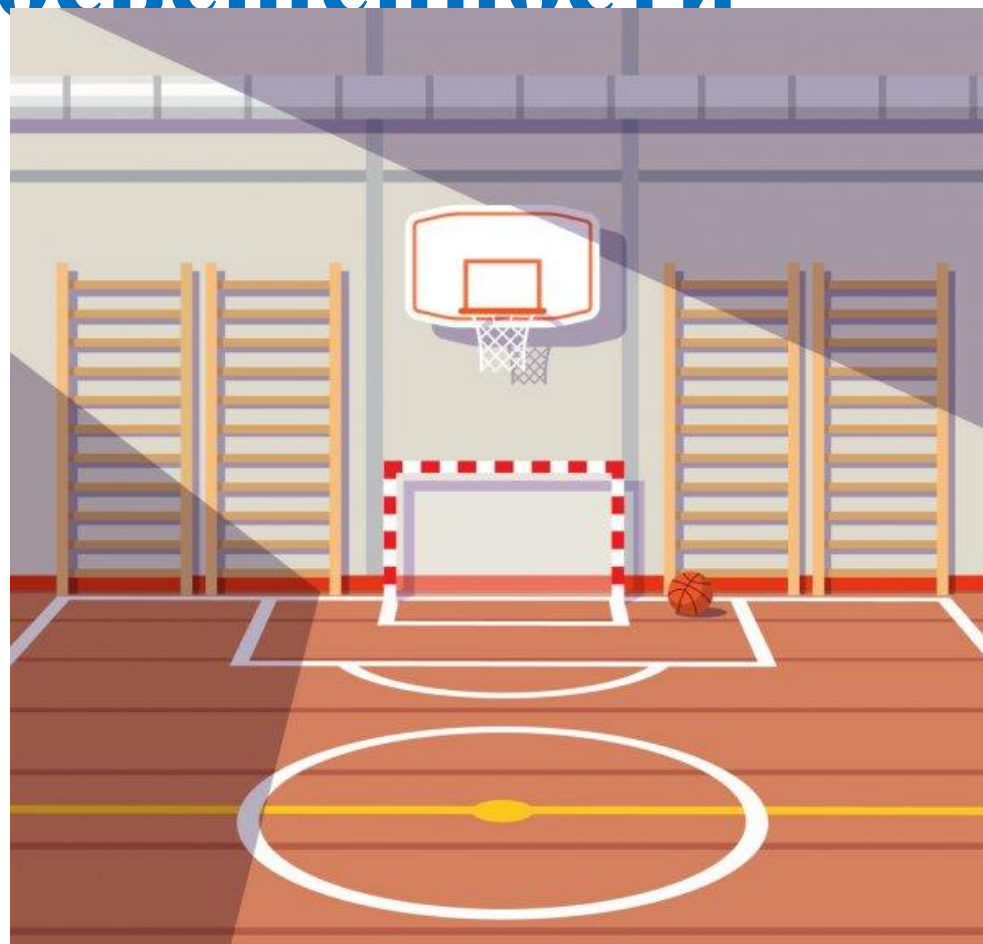
# Нормы освещенности

***ВАННАЯ***  
***150 лк***



# Нормы освещенности

***СПОРТЗАЛ***  
***200 лк***





# Нормы освещенности

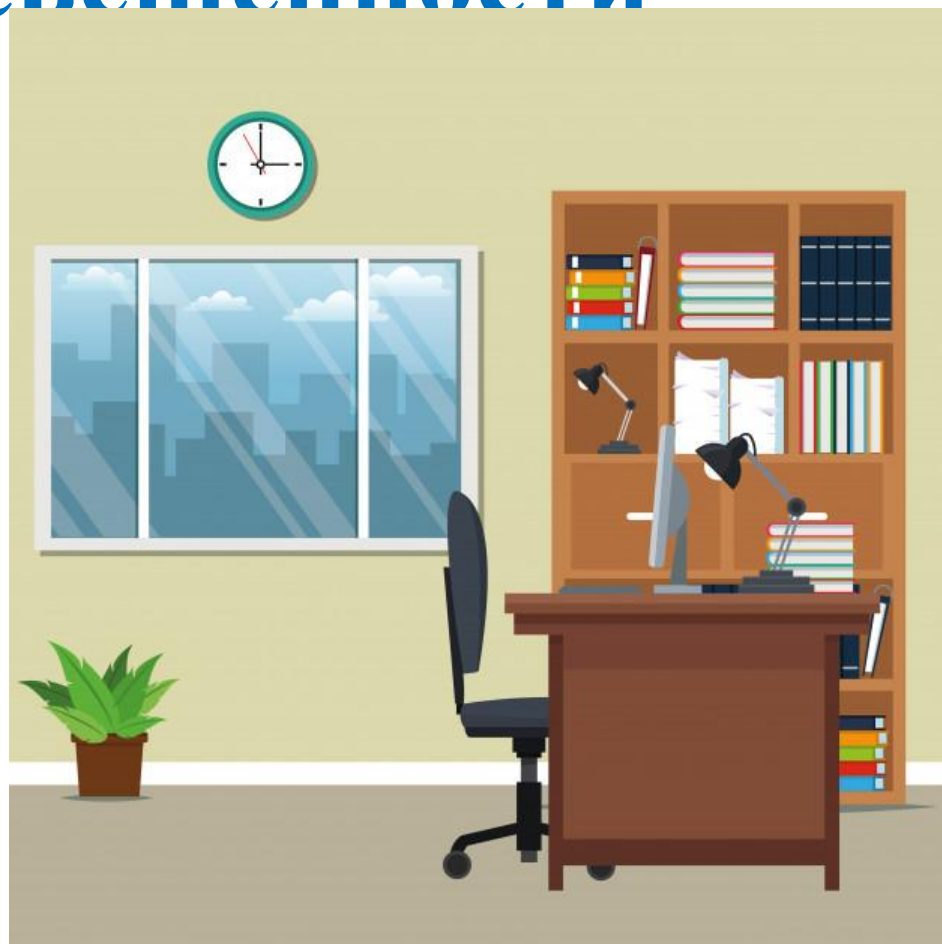
**УЧЕБНАЯ  
АУДИТОРИЯ  
400 лк**





# Нормы освещенности

***РАБОЧЕЕ  
МЕСТО  
500 лк***

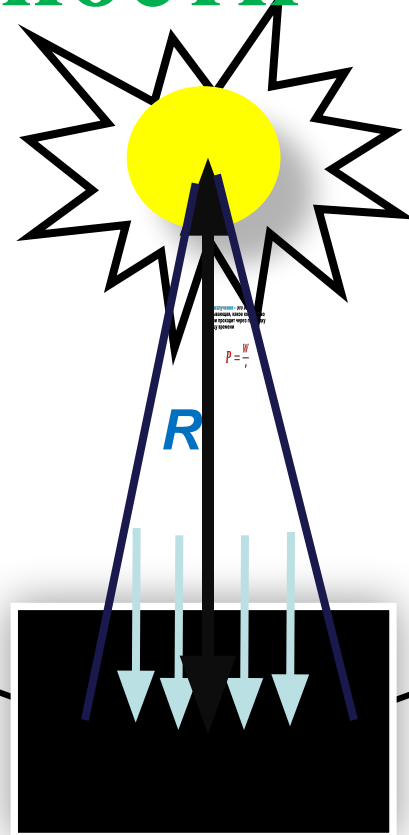


1) Поток излучения - это величина, **свещенности** показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$P$   $W$

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$



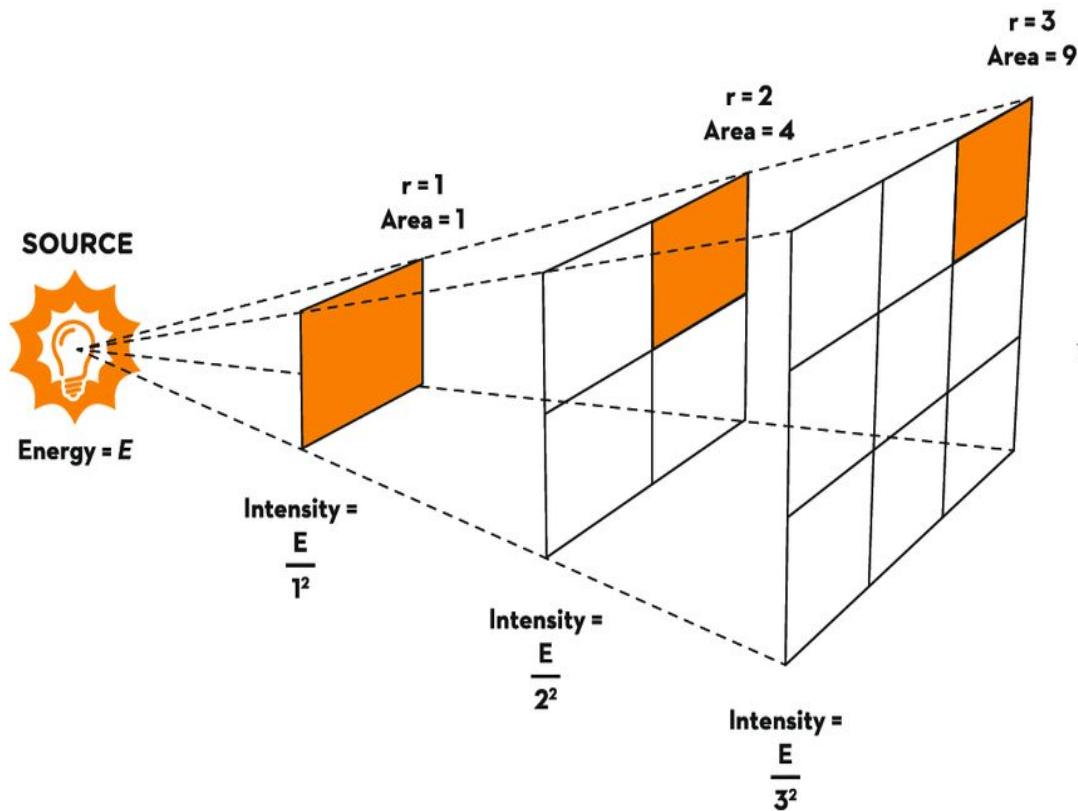
# **1 закон освещенности**

**Освещенность** поверхности **нормально**  
падающими лучами прямо  
пропорциональна **силе света** источника

**и**

обратно пропорциональна **квадрату**  
**расстояния** от источника до освещаемой  
поверхности

# 1 закон освещенности (закон обратных квадратов)



1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$

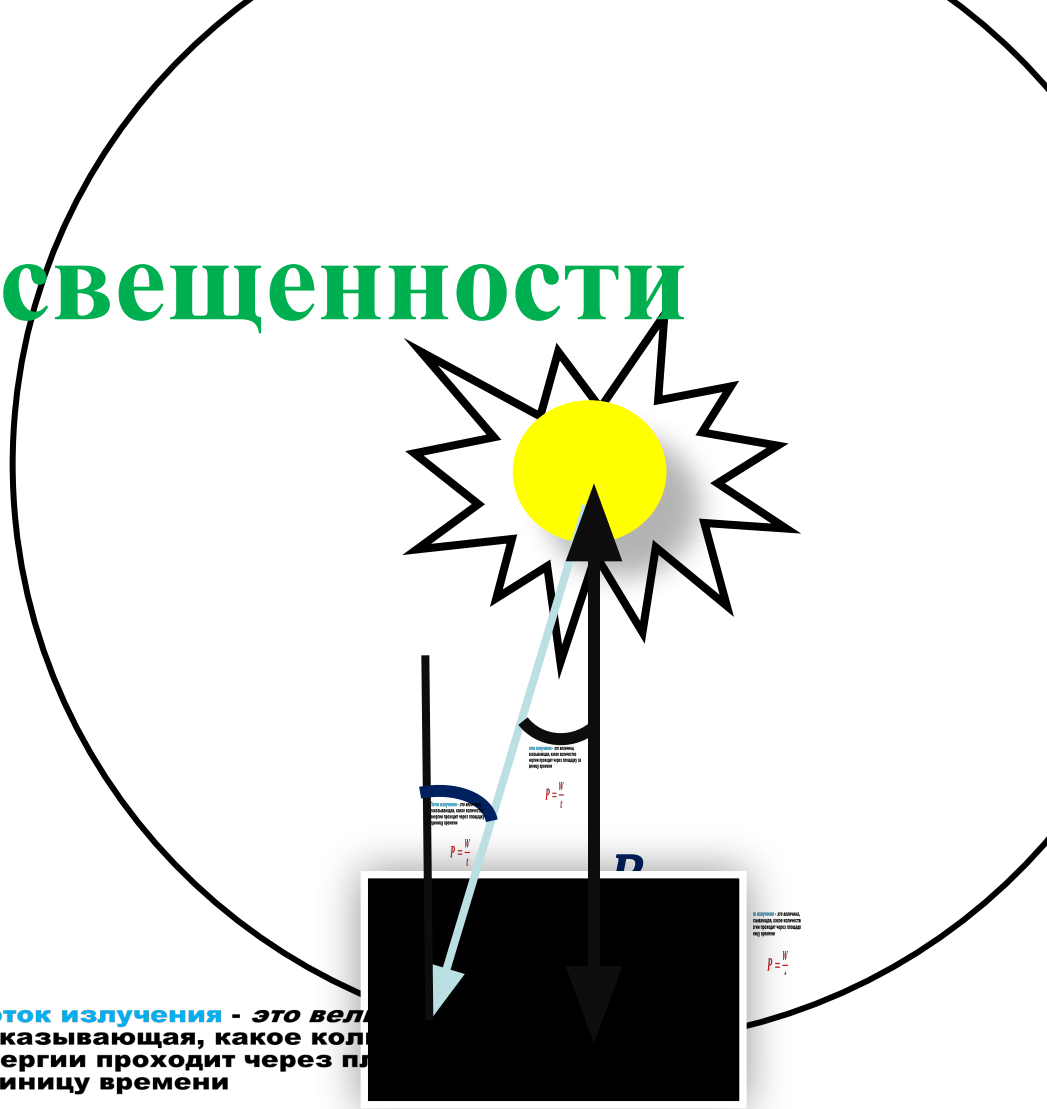
# 2 закон освещенности

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$P$   $W$

1) Поток излучения - это величина, показывающая, какое количество энергии проходит через площадку за единицу времени

$$P = \frac{W}{t}$$



## **2 закон освещенности**

**Освещенность поверхности**  
**параллельным световым**  
**пучком**  
**прямо пропорциональна**  
**косинусу** угла падения



## Закрепление

- 1. Каким должен быть угол падения светового луча, чтобы отраженный луч составлял с падающим угол  $50^\circ$ ?
- А.  $20^\circ$ . Б.  $50^\circ$ . В.  $25^\circ$ .
- 2. Перед вертикально поставленным плоским зеркалом стоит человек. Как изменится расстояние между человеком и его изображением, если человек приблизится к плоскости зеркала на 1 м?
- А. Увеличится на 1 м.
- Б. Уменьшится на 1 м.
- В. Уменьшится на 2 м.
- 3. При переходе луча света из первой среды во вторую угол падения равен  $60^\circ$ , а угол преломления  $30^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды по отношению к первой?
- А. 2. Б.  $\sqrt{3}$ . В. 0,5.
- 4. Как изменится угол между падающим и отраженным лучами света, если угол падения уменьшится на  $10^\circ$ ?
- А. Уменьшится на  $5^\circ$ . Б. Уменьшится на  $20^\circ$ . В. Увеличится на  $10^\circ$ .
- 5. Предмет находится от плоского зеркала на расстоянии 10 см. На каком расстоянии от предмета окажется его изображение, если предмет отодвинуть от зеркала еще на 15 см?
- А. 0,2 м. Б. 0,5 м. В. 0,7 м.
- 6. При переходе луча света из первой среды во вторую угол падения равен  $30^\circ$ , а угол преломления  $60^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды по отношению к первой?
- А. 2. Б.  $\sqrt{3}$ . В.  $\sqrt{3}/3$ .