

## **Лекция 1. Введение в оптику: основные определения и законы**

**Цель лекции** состоит в представлении основных определений и законов оптики, создании базового понимания ключевых принципов, лежащих в основе изучения оптики, а также стимулировании интереса студентов к этой области физики.

### **Результаты обучения:**

По окончании лекции студенты смогут:

1. Понимать основные законы оптики:

- Закон прямолинейного распространения света.
- Закон отражения света.
- Закон преломления света.

2. Определять ключевые концепции оптики:

- Понимать световые источники и их классификацию.
- Различать свет как волну и частицу (фотон).
- Иметь представление об оптическом пути света через среду.

3. Применять основные принципы к практическим ситуациям:

- Решать простые задачи на основе законов отражения и преломления света.
- Объяснять и анализировать явления, связанные с основами оптики, в повседневной жизни.

### **I. Введение в оптику**

#### *1.1 Значение оптики в нашей жизни*

Оптика является областью физики, изучающей свет и его взаимодействие с материей. Это ключевая область, лежащая в основе множества технологий и научных открытий.

Оптика играет важную роль в нашем повседневном мире, начиная от зрения и заканчивая технологиями световых источников, линз, оптических приборов и связи.

Оптика имеет огромное влияние на нашу повседневную жизнь, начиная от освещения, зрения, до современных технологий и научных исследований.

Оптические приборы, такие как линзы, микроскопы, телескопы, играют важную роль в медицине, науке и индустрии.

#### ***Оптика в медицине и здравоохранении***

##### *Оптические инструменты в диагностике*

Использование оптических методов в медицинской диагностике: эндоскопия, оптическая когерентная томография (ОКТ), лазерная хирургия.

Применение оптики в изучении тканей, клеток и органов.

#### ***Оптика в офтальмологии***

Роль оптики в изготовлении очков, контактных линз.

Лазерная коррекция зрения и методы диагностики глазных заболеваний.

#### ***Оптика в технологиях и коммуникациях***

##### *Оптические волокна*

Применение оптических волокон в телекоммуникациях: передача данных, интернет, телефония.

Преимущества оптических волокон перед электрическими кабелями.

#### ***Оптические технологии в информационных системах***

Использование оптических дисков (CD, DVD, Blu-ray) для хранения данных.

Принципы работы оптических систем связи, их эффективность и безопасность передачи информации.

### ***Оптика в науке и исследованиях***

Оптические методы в исследованиях

Применение оптических методов для изучения материалов, явлений физики, химии и биологии.

Использование спектроскопии и микроскопии для исследований на молекулярном уровне.

### ***Оптика в астрономии***

Использование телескопов и оптических систем для изучения космоса, анализа света от далеких объектов и планет.

#### ***1.2 Общие определения и области применения оптики***

Оптика изучает свет как электромагнитную волну и как поток частиц (фотонов).

Оптика подразделяется на геометрическую оптику, изучающую поведение света в пространстве, и волновую оптику, рассматривающую свет как волну.

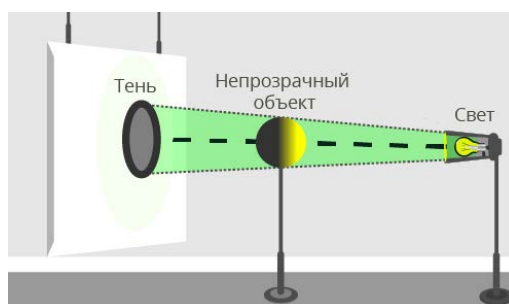
Применения оптики распространяются на широкий спектр областей: от медицины и технологий до астрономии и коммуникаций.

## **II. Основные законы оптики**

### ***2.1 Закон прямолинейного распространения света***

Свет распространяется по прямой линии в однородной среде.

Примеры: тень, образы.



#### ***Геометрическая оптика и закон прямолинейного распространения света:***

Согласно геометрической оптике, свет можно рассматривать как пучок лучей. Этот подход определяет, что световые лучи, падающие на препятствия или проходящие через среду, движутся вдоль прямых линий, если нет изменений среды или препятствий на пути.

Математически закон прямолинейного распространения света выражается простым уравнением прямой линии:

*Уравнение прямой в декартовой системе координат:*

$$y = mx + c$$

где:

$y$  и  $x$  - координаты точек на плоскости,

$m$  - угловой коэффициент (наклон прямой),

$c$  - точка пересечения прямой с осью ординат (*y-intercept*).

Это уравнение описывает прямую линию, по которой движется свет в однородной среде.

*Практическое применение:*

Знание этого закона позволяет предсказывать путь света через определенные среды или через оптические системы, а также использовать это знание для разработки линз, зеркал и других оптических устройств.

## 2.2 Закон отражения света

Лучи Угол падения равен углу отражения.

Закон отражения света утверждает, что угол падения света (угол между падающим лучом света и нормалью к поверхности, через которую свет падает) равен углу отражения (углу между отраженным лучом и нормалью к поверхности).

Закон отражения формализуется с помощью уравнения, называемого уравнением отражения:

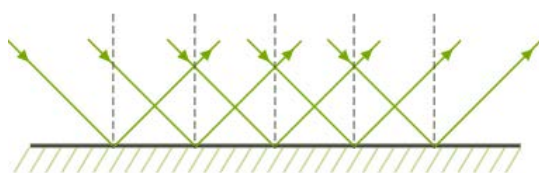
$$\text{Угол падения } \theta_i = \text{Угол отражения } \theta_r$$

где:

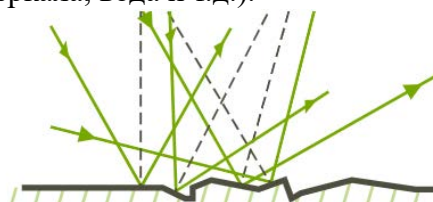
$\theta_i$  - угол падения (угол между падающим лучом света и нормалью к поверхности),

$\theta_r$  - угол отражения (угол между отраженным лучом и нормалью к поверхности).

Отражение света от гладких поверхностей (зеркала, вода и т.д.).



Зеркальное отражение

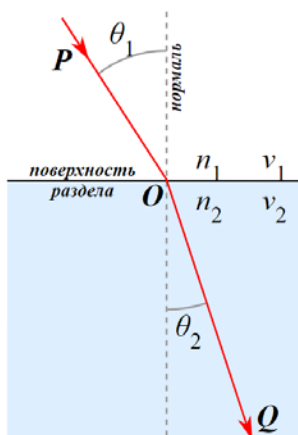


Диффузное отражение

## 2.3 Закон преломления света

Угол падения света в среде отличной от вакуума приводит к изменению направления распространения света.

Закон Снеллиуса описывает этот процесс, который утверждает, что отношение синуса угла падения света к синусу угла преломления света при переходе из одной среды в другую является постоянной величиной и зависит от показателей преломления сред.



Математически, закон преломления выражается следующим уравнением:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

где:

$n_1$  и  $n_2$  - показатели преломления двух сред,

$\theta_1$  - угол падения света на границу раздела двух сред,

$\theta_2$  - угол преломления света во второй среде относительно нормали.

*Закон преломления в волновой оптике:*

С точки зрения волновой оптики, закон преломления света объясняется изменением скорости распространения света в различных средах, что приводит к изменению направления световых лучей. Это изменение скорости происходит из-за изменения оптической плотности среды.

Знание закона преломления света важно для понимания поведения света при прохождении через линзы, призмы и другие оптические устройства. Он позволяет предсказывать углы преломления и понимать важность показателей преломления в оптических расчетах.

**Принцип Ферма** предложенный французским математиком Пьером Ферма в XVII веке, является одним из фундаментальных принципов в оптике и физике. Этот принцип основан на принципе наименьшего времени и описывает путь света через различные среды.

*Суть принципа Ферма:*

**Принцип Ферма утверждает, что путь света от источника к точке наблюдения - это такой путь, который требует минимального времени для его прохождения. Иными словами, свет движется по траектории, которая обеспечивает наименьшее время прохождения от одной точки пространства к другой.**

Математический аппарат принципа Ферма включает в себя принцип вариационного исчисления, где используются принципы минимизации времени или минимизации оптического пути через различные среды.

Принцип Ферма можно представить с помощью уравнения вариационного исчисления, которое утверждает, что оптический путь  $L$  (путь, пройденный светом) между двумя точками  $A$  и  $B$  должен быть таким, что его время прохождения минимально.

$$\delta \int_A^B n(s) ds = 0$$

где:

$\delta$  - символ вариации, который показывает, что это уравнение сводится к поиску экстремума,

$n(s)$  - показатель преломления в точке пути света,

$ds$  - бесконечно малый элемент пути.

Принцип Ферма используется для объяснения отклонений света при прохождении через линзы, призмы и другие оптические элементы. Этот принцип позволяет предсказать и объяснить путь света через сложные оптические системы, основанный на минимизации времени прохождения света через них.

Принцип Ферма играет ключевую роль в изучении оптических явлений, предсказании траектории света и разработке оптических систем.

### **III. Основные определения в оптике**

#### **3.1 Световые источники**

Источники света классифицируются как *естественные* (Солнце) и *искусственные* (лампы).

#### **3.2 Свет как волна и частица**

Свет может быть рассмотрен как *электромагнитная волна* и как *поток квантов энергии (фотонов)*.

#### **3.3 Оптический путь света через среду**

Оптический путь зависит от показателя преломления среды и формы, через которую свет проходит.

## **Заключение**

Эта лекция охватывает базовые концепции оптики: от законов прямолинейного распространения света до определений источников света и света как волны или частицы.

Освоение этих концепций является ключевым для понимания многих явлений в мире вокруг нас и для изучения более сложных тем в оптике.