



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

8

Урок №1.

**Оптические явления.
Источники света.
Прямолинейное
распространение света.**

1. СВЕТ КАК ФОРМА ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ.

Свет — это видимое электромагнитное излучение, воспринимаемое глазом по зрительному ощущению.

Солнце — источник тепла и света, без которого было бы невозможно возникновение и существование жизни на нашей планете Земля. С научной точки зрения все действия, которые совершаются на Земле, так или иначе, подчиняются Солнцу. А если говорить конкретнее — солнечной энергии.



Свет Солнца даёт возможность людям и животным видеть предметы, ориентироваться в пространстве.

Солнечный свет, в том числе и невидимое излучение, создает на Земле комфортные температурные условия для жизни людей, животных и растений. В растениях, благодаря поглощению света, усваивается углекислый газ из воздуха с выделением кислорода, а также аккумулируется энергия излучения Солнца в виде химической энергии.

Под действием света происходит испарение воды с поверхности рек, морей, океанов и происходит круговорот воды в природе. Нагревая поверхность Земли, Солнце приводит в движение массы воздуха, заставляя их перемещаться из одних районов в другие. Таким образом, наше дневное светило является основным «виновником» всех явлений погоды.

Воздействие энергии Солнца на организм человека является многоплановым и сложным. Например, под действием ультрафиолетового излучения кожа человека вырабатывает витамин D, который препятствует вымыванию кальция из костей и зубов, предотвращает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний, препятствует появлению некоторых раковых заболеваний, активизирует работу иммунной системы.

Вы когда-нибудь замечали, как улучшается настроение в солнечный день? Это вызвано тем, что естественный солнечный свет значительно повышает уровень эндорфинов — гормонов радости. У человека, находящегося на улице в погожий день, активно вырабатывается витамин D, что способствует производству эндорфинов. Отличным вариантом укрепления здоровья и настроения является сочетание физических упражнений и солнца, т.е. проведение активных физических занятий на улице в солнечные дни. Существует много видов физической деятельности (спорт, прогулка, работа на приусадебном участке и т.д.), поэтому каждый человек может выбрать то, что подходит ему лучше всего, обязательно учитывая состояние здоровья и степень солнечной активности.

2. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРИРОДЕ СВЕТА.

Свет и световые явления люди начали изучать задолго до открытия электромагнитных волн. Первые представления людей о свете были довольно наивными, фантастическими с точки зрения современных знаний и к тому же весьма разнообразными. Однако, несмотря на разнообразие взглядов ученых древности на природу света, уже в то время наметились основные подходы к решению вопроса о природе света, которые в дальнейшем оформились в две конкурирующие теории — **корпускулярную и волновую теории света**.

Большинство древних философов и ученых рассматривало свет как некие лучи, соединяющие светящееся тело и человеческий глаз. При этом одни из них, например, древнегреческий ученый **Пифагор** (570—490 гг. до н. э.), полагали, что лучи исходят из глаз человека и как бы ощупывают рассматриваемый предмет. Эта точка зрения имела большое число последователей. Даже один из крупнейших древнегреческих ученых **Евклид** (365—300 гг. до н. э.), формулируя первый закон геометрической оптики, а именно закон прямолинейного распространения света, писал: «Испускаемые глазами лучи распространяются по прямому пути».

Одну из первых гипотез о свете как возбуждении среды выдвинул древнегреческий ученый **Аристотель** (384—322 до н. э.). Форму теории о световых волнах эта гипотеза приобрела в XVII веке в трудах голландского ученого-физика **Христиана Гюйгенса** (1629—1695 гг.). В 1678 году Гюйгенс выпустил «Трактат о свете» — набросок волновой теории света. Другое замечательное сочинение он издал в 1690 году. В нём он изложил качественную теорию отражения, преломления и двойного лучепреломления в том самом виде, как она излагается теперь в учебниках физики.

Также следует отметить, что родоначальником волновой теории света нужно считать **Рене Декарта** (1596—1650 гг.) — французского философа, физика, математика и физиолога.

Другие древнегреческие ученые, наоборот, считали, что лучи испускаются светящимся телом и, достигая человеческого глаза, несут на себе отпечаток светящегося предмета. Такой точки зрения придерживались древнегреческие атомисты: Демокрит (460—370 до н.э.), Эпикур (341—270 до н. э.), Лукреций (99 до н. э. — 55 до н. э.).

Этот научный взгляд на природу света уже позже, в XVIII веке, оформился в корпускулярную теорию света, согласно которой свет — это поток частиц, испускаемых светящимся телом. Заложил основы современной физической оптики английский физик, математик, механик и астроном, один из создателей классической физики Исаак Ньютон (1643—1727 гг.). В 1704 году вышла в свет его монография «Оптика», определявшая развитие этой науки до начала XIX века.

Веками длились между учеными споры о природе света. Свет стал для них одним из наиболее «прочных орешков», его даже называли «темным пятном в физике»!

По современным представлениям, свет имеет двойственную природу: с одной стороны это — электромагнитные волны, а с другой — поток элементарных частиц, называемых фотонами. При распространении света проявляются его волновые свойства, а при взаимодействии с веществом больше проявляются свойства частиц света.

Проявление в поведении одного и того же объекта в зависимости от условий эксперимента как корпускулярных, так и волновых свойств, названо корпускулярно-волновым дуализмом.

Видимый свет, воспринимаемый глазом человека, представляет собой электромагнитные волны с длиной волны от $0,4 \cdot 10^{-6}$ м до $0,8 \cdot 10^{-6}$ м.

Важнейшую роль в определении природы света сыграло опытное определение скорости его распространения. Впервые экспериментально измерил скорость света в 1675 году датский астроном Олаф Рёмер. Значение скорости света, измеренное астрономическим способом, существенно отличается от действительного значения скорости света в вакууме.

Скорость света в вакууме $c = 300\,000\text{ км/с} = 300\,000\,000\text{ м/с} = 3 \cdot 10^8\text{ м/с}$

3. ОПТИКА. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ.

Оптика – раздел физики, в котором изучаются световые явления (от греческого слова «optike» – наука о зрительных ощущениях).

К оптическим явлениям относится излучение и поглощение света, его отражение и преломление на границе раздела двух сред и другие. Интересными оптическими явлениями в природе являются солнечное гало, миражи, северные сияния, радуга, солнечные и лунные затмения, яркие восходы Солнца и багровые его закаты.

Оптика – это раздел физики, изучающий законы излучения, распространения света и взаимодействия с веществом.

Несомненно, что цель изучения оптики как науки – исследовать систему явлений света и его природу. Однако следует указать, что необходимость изучения явлений света также возникла из стремления усилить естественную остроту зрения и, прежде всего, исправить недостатки глаза – оптического прибора и важнейшего органа чувств человека. Теоретическое изучение оптических явлений необходимо для конструирования и изготовления оптических приборов.

4. ИСТОЧНИКИ СВЕТА.

Источники света – это тела, излучающие свет.

Можно привести множество примеров разных источников света: Солнце, звезды, молния, северное сияние, лампа накаливания, газоразрядная лампа, свеча, фонарик и другие. Все источники света можно объединить по следующим группам:

- естественные и искусственные источники света;
- тепловые и люминесцентные источники света;
- точечные и протяженные источники света.

Естественные источники света — это природные материальные объекты и явления, основным или вторичным свойством которых является способность испускать видимый свет.

Естественными источниками света являются Солнце, звезды, полярные или северные сияния, молния, кометы, некоторые виды насекомых и глубоководных рыб. Естественные источники света играют первостепенную роль в существовании жизни на Земле и оказывают значительное воздействие на окружающую среду.

Искусственные источники света — это технические устройства различной конструкции и с различными способами преобразования энергии, основным назначением которых является получение светового излучения.

Самым первым из используемых людьми в своей деятельности источником света был огонь (пламя) костра. С течением времени и ростом опыта сжигания различных горючих материалов люди обнаружили, что большее количество света может быть получено при сжигании каких-либо смолистых пород дерева, природных смол, масел и воска.

Определенный прогресс в переработке нефти, восков, жиров, масел и некоторых природных смол позволил выделять необходимые топливные фракции, а именно очищенный воск, парафин, стеарин, пальмитин, керосин и т. п. В результате этого появились новые источники света: свечи, факелы, масляные, а позже нефтяные лампы и фонари. Дальнейший прогресс и развитие знаний в области химии, физики и материаловедения позволили людям использовать также и различные горючие газы, отдающие при сгорании еще большее количество света.

На новом этапе научно-технического прогресса в области изобретения и конструирования источников света стало совершенно закономерным появление электрических источников света.

По механизму излучения различают **тепловые и люминесцентные** источники света. У тепловых источников свечение достигается за счёт увеличения внутренней энергии при нагревании до высокой температуры. Тепловые источники не только светят, но и греют. Тела при температуре 800°C уже начинают излучать свет. Температура огня в костре чаще всего составляет около $450\text{--}700^{\circ}\text{C}$. У светящейся вольфрамовой нити электрической лампочки температура 2700°C . Температура поверхности Солнца близка к 6000°C . Поверхности различных звезд имеют температуру от 3000°C до $30\,000^{\circ}\text{C}$; есть звезды, температура которых достигает $150\,000^{\circ}\text{C}$.

Кроме тепловых источников света, хорошо известны источники люминесцентного или холодного свечения. Примерами люминесцентных источников являются экран телевизора, монитор компьютера, лампы дневного света, указатели и дорожные знаки, покрытые люминесцентной краской, некоторые организмы, а также полярные сияния. Во время свечения люминесцентных ламп температура в них не превышает 50°C .

Люминесцентные источники излучают свет за счёт энергии, полученной от потока электронов, электрических полей, химических реакций, ультрафиолетового излучения и т.д.

Точечный источник света — источник, излучающий свет по всем направлениям равномерно и размерами которого по сравнению с расстоянием, на котором оценивается его действие, можно пренебречь. Таким образом, к точечным источникам света можно отнести даже огромные звезды, которые по размеру намного больше Солнца, в том случае, если наблюдать их с Земли, то есть с расстояния, в миллионы раз превышающего размеры этих звезд.

Протяженный источник света — источник, размеры которого соизмеримы с расстоянием, на котором оценивается его действие.

Протяженный источник света можно рассматривать как совокупность точечных источников света. От протяженного источника света видимое излучение попадает на достаточно большую поверхность освещаемого объекта.

5. ПРИЕМНИКИ СВЕТА.

Приемники света — это устройства, с помощью которых можно обнаружить световое излучение.



Аналогичную глазам функцию выполняют искусственные приемники света. Примером фотоэлектрических приемников света являются **фотоэлементы** — устройства, в которых энергия света управляет энергией электрического тока или преобразуется в неё. Комбинация фотоэлемента с реле позволяет конструировать множество различных «видящих» автоматов. Одним из них является автомат в метро. Он выдвигает перегородку при пересечении светового пучка, если предварительно не оплачен проезд.

Подобные автоматы могут предотвращать аварии. На заводе фотоэлемент почти мгновенно останавливает мощный пресс, если рука человека оказывается в опасной зоне.

6. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА.

При решении задач на построение изображений в зеркалах, линзах и при расчете оптических приборов ученые пользуются законами геометрии. Эти методы составляют содержание геометрической оптики, которую иначе называют лучевой оптикой.

Геометрическая оптика изучает законы распространения оптического излучения и формирования изображений предметов с помощью оптических систем на основе представления о световом луче как о прямой линии, не интересуясь природой самого света (т. е. вопросом о том, что такое свет).

Законы геометрической оптики справедливы при условии, что размеры предметов много больше длины волны света; среда, в которой распространяется свет, оптически однородна, а свойства ее не зависят от интенсивности света.

Уточним, что **интенсивность света (или интенсивность излучения) — это физическая величина, характеризующая мощность излучения с единицы площади поверхности излучаемого тела.** Другими словами, интенсивность излучения равна энергии, излучаемой в единицу времени с поверхности источника.

Основными понятиями геометрической оптики является луч и пучок света. Причем эти понятия нельзя отождествлять. Луч — это геометрическая линия, указывающая направление переноса световой энергии. Пучок света, в отличие от светового луча, отражает физическую реальность и может наблюдаться в эксперименте.

Луч — это линия, вдоль которой распространяется свет. Луч света указывает одно из бесконечного множества возможных направлений распространения света, излученного светящейся точкой.

Светящаяся точка — это воображаемый источник света, не имеющий размеров и излучающий свет равномерно по всем направлениям.

Световой пучок — это цилиндрический или конический (в виде конуса) канал, внутри которого распространяется свет.

Не существует бесконечно узких пучков света; пучок света всегда имеет конечную ширину. Можно условно принять луч за ось светового пучка.

Опыты показывают, что два световых пучка разного цвета проходят через одну точку пространства, не смешиваясь друг с другом. Также не изменяются направление распространения и интенсивность каждого из световых пучков.

ЭТО ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ!

Лазерное шоу.

Современное лазерное шоу — это захватывающее представление с визуальными эффектами, главным элементом которого является лазерная система. **Лазерное шоу** основано на принципе действия лазера — луча света



высокой интенсивности, который не рассеивается и передается на значительные расстояния. С помощью лазерных проекторов разноцветные лучи направляются на специальные экраны, на потолок, на облака, на водную гладь. **Лазером** можно рисовать изображения, объемные фигуры и создавать надписи.

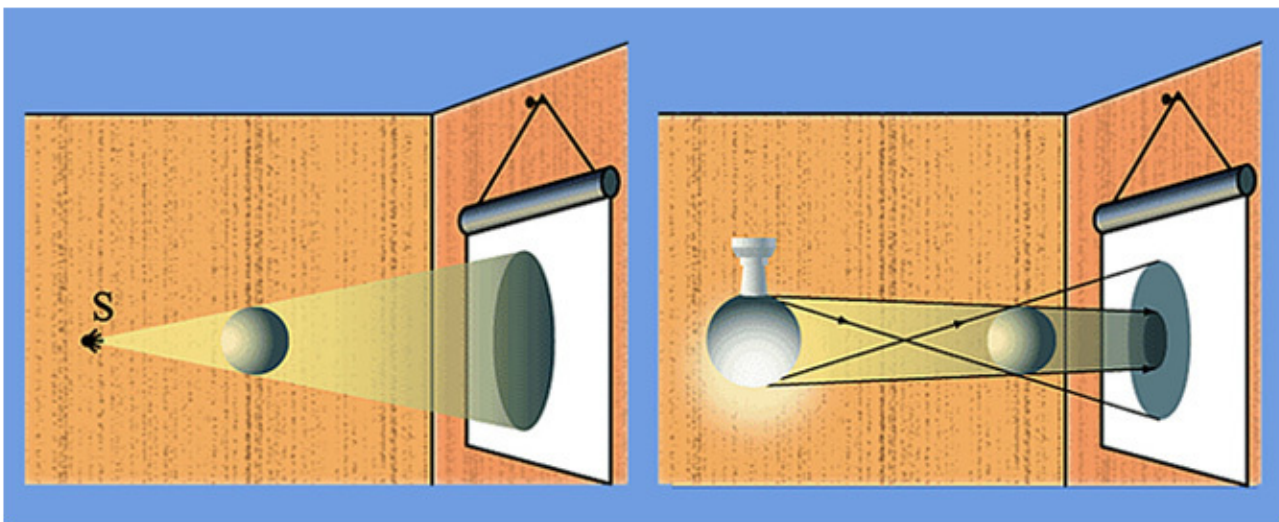
Одним из базовых законов геометрической оптики является закон прямолинейного распространения света.

Закон прямолинейного распространения света: в однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно.

Оптически однородной является такая среда, в которой свет распространяется с постоянной скоростью. Если имеются две среды, в которых свет распространяется с различными скоростями, то среду, где свет распространяется с меньшей скоростью, называют оптически более плотной, а среду, где свет распространяется с большей скоростью, — оптически менее плотной.

Прямолинейность распространения света подтверждается образованием тени. Если взять небольшой источник света, экран и между ними поместить непрозрачный предмет, то на экране появится темное изображение его очертаний — тень.

Тень — это область пространства, в которую не попадает световая энергия от источника света (или иначе: область пространства, из которой нельзя увидеть источник света). Четкая тень от предмета получается только при освещении его точечным источником света.



Источник света, размеры которого малы по сравнению с расстоянием до экрана (или до наблюдателя), называется точечным источником света.

Полутень — это область пространства, в которую световая энергия от источника света попадает частично (или иначе: область пространства, из которой источник света можно увидеть лишь частично).

Размер тени от предмета может изменяться в зависимости от положения источника света, расстояния от предмета до экрана. Всем хорошо знакомы длинные тени от деревьев, зданий и других предметов, образованные при восходе или на закате Солнца. А чем выше Солнце над горизонтом, тем короче становится тень.



Размер тени уменьшается:

- при отдалении предмета от источника света;
- при приближении предмета к экрану;
- при увеличении высоты источника над освещаемым телом.

Размер тени увеличивается:

- при приближении предмета к источнику света;
- при увеличении расстояния между предметом и экраном;
- при уменьшении высоты источника над освещаемым телом.

Закон прямолинейного распространения света имеет широкое практическое использование в строительстве, при прокладке дорог, при посадке аллей в парках, при определении высоты предметов.

7. СОЛНЕЧНОЕ И ЛУННОЕ ЗАТМЕНИЯ.

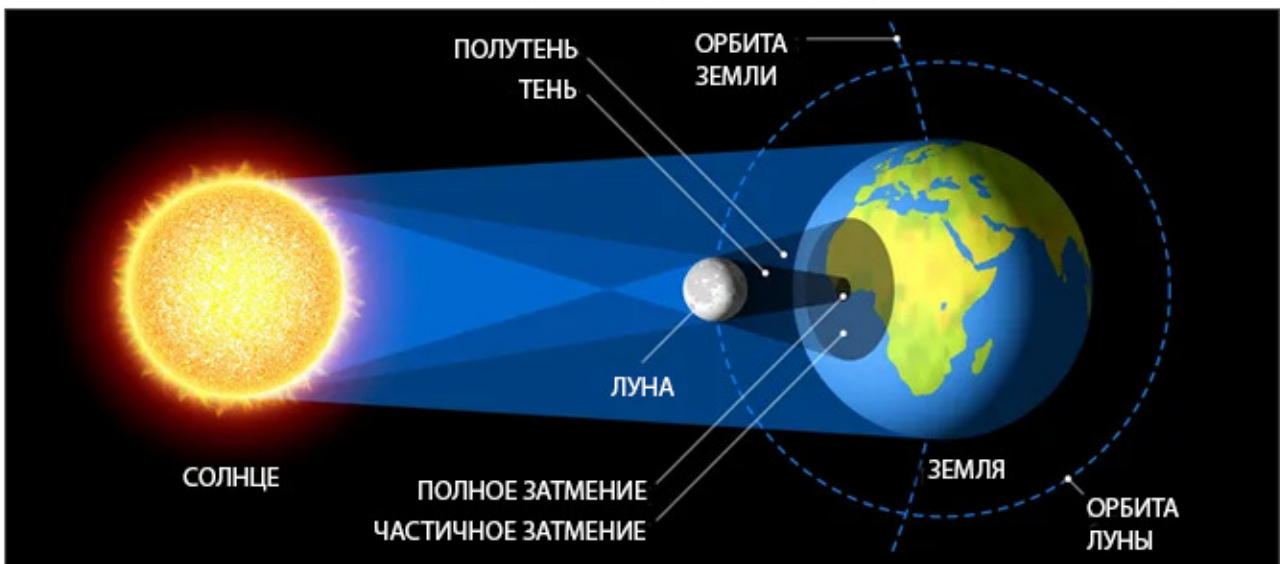
Затмение — астрономическая ситуация, при которой одно небесное тело заслоняет свет от другого небесного тела.

Представьте себе ясный солнечный день, на небе — ярко сияющий солнечный диск. Природа живет своей обычной жизнью.

Но вот на правом краю Солнца сначала постепенно появляется небольшой ущерб, затем он медленно увеличивается, а в результате еще недавно бывший круглым диск принимает форму серпа. Солнечный свет постепенно ослабевает, становится прохладнее. Образовавшийся серп делается совсем маленьким, и, в конце концов, за черным диском исчезают последние вспышки света.



Ясный день моментально превращается в ночь, на потемневшем небе появляются звезды, со всех сторон вспыхивает лимонно-оранжевая заря, а на месте Солнца зияет черный круг, окруженный невнятным серебристым сиянием. Напуганные наступившей темнотой звери и птицы резко замолкают, и почти все растения свертывают листья. Но пройдет несколько минут, и Солнце снова явит миру свой торжествующий лик и Природа оживет. На протяжении тысячелетий явление солнечного затмения внушало людям и страх, и благоговейный трепет.



Солнечное затмение происходит, когда Луна находится между Землей и Солнцем, при этом загораживает светило. Солнечные затмения видны отнюдь не из всех местностей дневного полушария Земли, так как из-за своих небольших размеров Луна не может скрыть Солнце от всего земного полушария.

Ее диаметр меньше диаметра Солнца приблизительно в 400 раз, но при этом Луна по сравнению с Солнцем почти в 400 раз ближе к Земле, поэтому видимые размеры Луны и Солнца почти одинаковы, так что Луна, хоть и в очень ограниченной области, может закрывать от нас Солнце. Характер затмения зависит от удаленности Луны от Земли, причем, так как орбита Луны не круговая, а эллиптическая, это расстояние меняется, а в зависимости от этого немного меняется и видимый размер Луны. Если в момент солнечного затмения Луна находится ближе к Земле, то лунный диск, будучи чуть больше солнечного, целиком закроет Солнце, а значит, затмение будет полным. Если же дальше, то ее видимый диск будет меньше солнечного и Луна не сможет закрыть все Солнце — вокруг него останется светлый ободок. Такое затмение называется кольцеобразным.

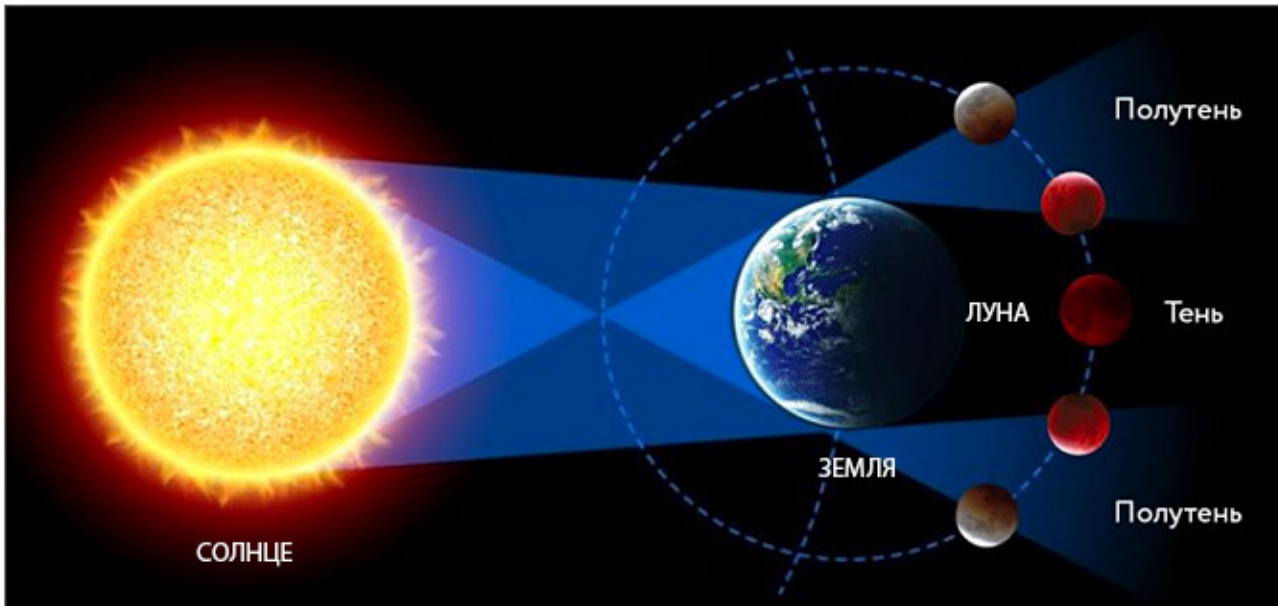
Полное солнечное затмение — это уникальная возможность для исследования внешних слоев атмосферы Солнца — хромосферы и короны. Корона видна только во время полного солнечного затмения, так как яркость света короны в миллион раз меньше яркости света диска. Кроме того, свет от диска Солнца рассеивается атмосферой Земли и яркость этого рассеянного света близка к яркости короны. Самая яркая часть Солнца, та, что кажется нам желтой, называется фотосферой. Во время полного затмения лунный диск полностью покрывает фотосферу. Только после того, как фотосфера скрывается за Луной, на недолгое время можно увидеть хромосферу в виде клочковатого кольца красного цвета, окружающего черный диск.

Следует отметить тот факт, что затменные наблюдения Солнца внесли неоценимый вклад в представление ученых о Солнце и межзвездной среде.

Наблюдение за солнечным затмением с успехом используется и для исследования земной атмосферы. С этой целью ведутся наблюдения изменения температур, давления, влажности, ветра, образования облачности, фотометрические наблюдения яркости и цвета неба и так далее. Во время затмений также становится возможным распознать отклонения в движении Луны и вращении Земли. Производимое же во время затмений исследование ионосферы с помощью радиоволн позволяет изучить влияние Солнца на верхние слои земной атмосферы.

Лунное затмение наступает, когда Луна входит в конус тени, отбрасываемой Землей.

Лунных затмений, особенно полных, люди в древности боялись не менее солнечных. Ведь это ночное светило порой совершенно исчезало с небесного свода, а затемненная часть Луны довольно скоро принимала серый с красноватым отблеском цвет, становящийся все более и более кроваво-темным. В давние времена лунным затмениям приписывалось особое зловещее влияние на земные события.



Действительно, во время полного лунного затмения Луна кажется медно-красной, особенно, когда проходит в центральной области тени. Такой ее цвет обуславливается тем, что солнечные лучи, касательные к земной поверхности, пронизывая ее атмосферу, рассеиваются и попадают в тень Земли сквозь толщу воздуха. Лучше всего это удастся сделать красным и оранжевым лучам, а потому именно они и окрашивают диск Луны в багровый, кирпичный или медный цвета, в зависимости от состояния земной атмосферы.

Диаметр пятна тени Земли на расстоянии 363 000 км (минимальное расстояние Луны от Земли) составляет около 2,5 диаметров Луны, поэтому Луна может быть затенена целиком. В зависимости от того, частично или полностью она погружается в земную тень, происходят как частные, так и полные теневого лунные затмения. Наблюдения полных лунных затмений позволяет изучать структуру и оптические свойства земной атмосферы, а также тепловые свойства различных участков лунной поверхности, в том числе и изменение их температуры при разных фазах затмения.

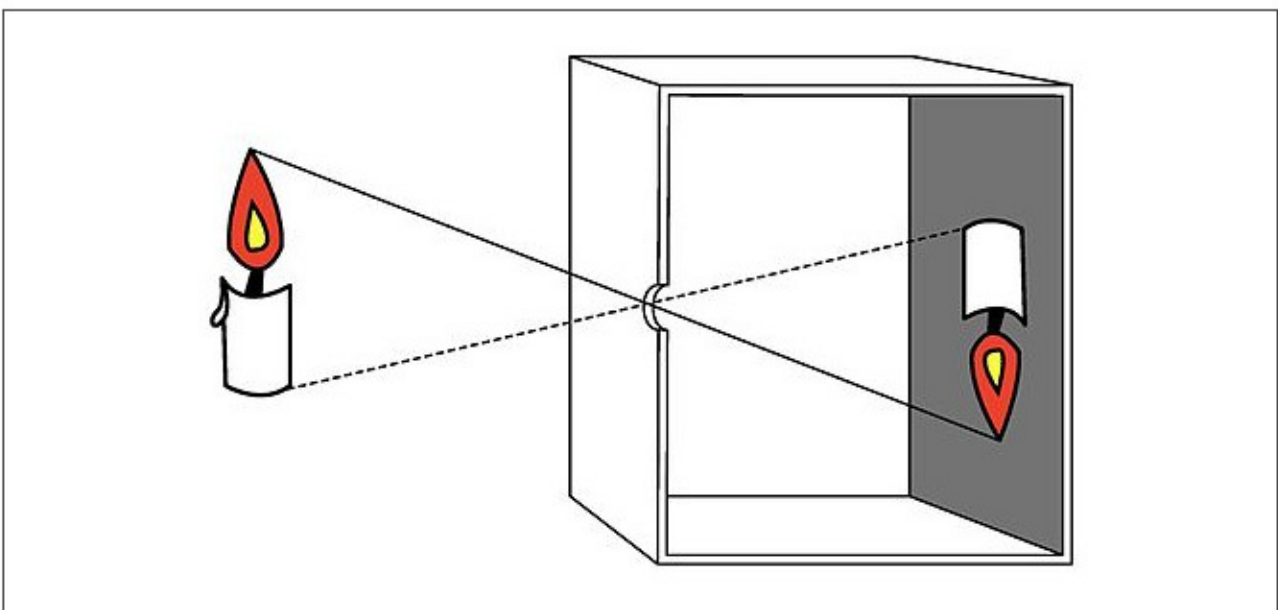
В результате длительных наблюдений выяснилось, что и лунные, и солнечные затмения неизбежно повторяются в прежнем порядке по истечении того промежутка времени, через который повторяется взаимное положение Солнца, Луны и узлов лунной орбиты.

Этот промежуток древние греки называли саросом. Он составляет 223 оборота Луны, то есть 18 лет, 11 дней и 8 часов. Древние египтяне, вавилоняне и другие народы еще за 2 500 лет до нашей эры, не зная причин затмения, умели предсказывать их наступление с точностью до 1-2 суток в пределах своей ограниченной территории.

Изучение древних солнечных затмений помогает современным ученым корректировать даты многих исторических событий и даже вносить изменения в их последовательность. Ведь каждое полное солнечное затмение происходит в определённой и достаточно узкой полосе земной поверхности, положение которой меняется от года к году. А потому по той местности, где оно происходило, можно с помощью вычислений абсолютно точно выяснить их дату. Помимо этого, путем сравнения перемещений лунной тени по земной поверхности можно установить естественную эволюцию движения Луны. Именно такое сравнение впервые навело ученых на мысль о вековом замедлении вращения Земли, которое составляет 0,0014 секунды за столетие.

8. ПОЛУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАЛОГО ОТВЕРСТИЯ.

Свойство прямолинейности распространения света выполняется при получении оптических изображений с помощью малого отверстия, сделанного в темном ящике. Еще в IV веке до н.э. древнегреческий философ Аристотель отмечал, что свет, проникающий в темную комнату через небольшое отверстие в ставне, образует на противоположной стене изображение предметов, которые находятся на улице перед окном. Именно это свойство темной комнаты и является принципом работы камеры-обскуры.



Камера-обскура (с латинского языка «camera» — комната, «obscura» — тёмная, то есть «тёмная комната») — простейший вид устройства, позволяющего получать оптическое изображение объектов.

Представляет собой светонепроницаемый ящик с отверстием в одной из стенок и экраном (матовым стеклом или тонкой белой бумагой) на противоположной стенке. Лучи света, проходя сквозь отверстие, создают перевёрнутое изображение на экране.

Первым предложил конструкцию и «фирменное» название «камера-обскура» для нового оптического прибора известный итальянский художник и изобретатель Леонардо да Винчи. Именно Леонардо да Винчи первым применил эту камеру для зарисовок пейзажей. Вот как писал Леонардо да Винчи в 1470 году о принципе работы своего изобретения: «Когда изображения освещенных предметов попадают через малое круглое отверстие внутрь очень темной комнаты, то, поместив на некотором расстоянии от отверстия лист белой бумаги, вы обнаружите на ней все предметы в их соответствующих размерах и цветах; они будут уменьшенных размеров и обращенными по причине вышеуказанного пересечения лучей. Изображение предмета, освещенного солнцем, будет казаться как бы нарисованным на бумаге».

В XVII-XVIII веках особенно широко стала использоваться камера-обскура среди профессиональных художников. Многие художники использовали камеру-обскуру для создания пейзажей и портретов. Она не обеспечивала высокой резкости изображения, хотя все-таки резкость изображения могла быть повышена путем уменьшения диаметра отверстия. Камеры обскуры тех времён представляли собой большие ящики с системой зеркал для отклонения света, а вместо простого отверстия использовался объектив, что позволяло увеличить яркость и резкость изображения.

Даже несмотря на всю привлекательность работы художника с камерой-обскурой, этот процесс был очень трудоемким. Не одну сотню лет ученые пытались «остановить мгновение» и каким-то образом зафиксировать изображения, полученные камерой-обскурой. Лишь развитие химии позволило создать устойчивое во времени изображение. Первые исчезающие изображения с помощью камеры-обскуры были получены в 1826 году французским изобретателем фотографии Жозефом Нисефором Ньепсом. После изобретения светочувствительных материалов камеры-обскуры стали фотоаппаратами.