

Физика для 8 класса



Учебник соответствует государственной учебной программе.

ФИЗИКА ДЛЯ 8 КЛАССА

Автор ЭРККИ ТЕМПЕЛ

Рецензенты ЯААН ПААВЕР, ХЕНН ВООЛАЙД

Редактор КАЙДО РЕЙВЕЛТ

Корректурa ПИРЕТ ПЫЛДВЕР

Корректуру повторного издания читал Михкель Куннус

Оформление ХЕЙКО УНЬТ

Рисунки Нильс Ауста, Хейко Уньт

Картинки с кошками нарисовал УРМАС НЕМВАЛЬДС

Издание второе, переработанное, 2020

Благодарим

Институт физики ТУ, Центр школьной физики ТУ, Таави Тувикене, Тынис Ээнмяе, Пээтер Теньес, Мари Рейльсон, Марет Лепплаан, Рюнно Лыхмус, Институт компьютерной науки ТУ, Тартускую обсерваторию, Яаак Кикас и Мир материалов (Materjalimaailm)

Maurus Kirjastus OÜ, 2016

Tartu mnt 74, Tallinn 10144

Телефон издательства 697 1011

Мобильный телефон 5919 6117

www.kirjastusmaurus.ee

Электронная почта: tellimine@kirjastusmaurus.ee

ISBN 978-9949-641-70-3

Приведенные в начале каждой главы коды квадратной формы приведут вас к дополнительным материалам по соответствующей теме.

Ссылки приведены на все материалы в среде э-учебников õpik.füüsika.ee и на представление учебника на домашней странице издательства МАУРУС www.kirjastusmaurus.ee

Электронную версию учебника можно найти по адресу õpik.füüsika.ee

Все права на данное издание защищены законом. Без письменного согласия владельца авторского права не разрешается размножение (как механическим методом, так и другими методами) любой части данного издания.



Эркин Темпел

ФИЗИКА

Учебник для 8 класса

Содержание

ОПТИКА

1.1.	Свет. Источник света.	8
1.2.	Свет как энергия.	10
1.3.	Солнце. Звезда	12
1.4.	Сложный состав видимого света	14
1.5.	Световой фильтр.	16
1.6.	Прямолинейное распространение света	18
1.7.	Скорость света	20
1.8.	Тень. Затмения. Фазы Луны	22
1.9.	Отражение. Закон отражения	24
1.10.	Как мы видим предметы. Цветная поверхность	26
1.11.	Плоское зеркало. Симметричность предмета и изображения.	28
1.12.	Выпуклое и вогнутое зеркало.	30
1.13.	Преломление света	32
1.14.	Действительное и мнимое расположение предметов.	34
1.15.	Полное внутреннее отражение света.	36
1.16.	Выпуклая линза. Вогнутая линза	38
1.17.	Изображения. Лупа	40
1.18.	Построение изображения.	42
1.19.	Глаз. Очки. Дальнозоркость и близорукость	44
1.20.	Фотоаппарат. Микроскоп	46
1.21.	Телескоп.	48
Дополнительное чтение	Очки Гугл и дополненная реальность	50

МЕХАНИКА

2.1.	Масса как мера инертности тела.....	52
2.2.	Плотность вещества.....	54
2.3.	Механическое движение.....	56
2.4.	Изображение движения с помощью графика.....	58
2.5.	Взаимодействие тел.....	60
2.6.	Гравитация.....	62
2.7.	Солнечная система.....	64
2.8.	Трение. Сила трения.....	66
2.9.	Деформирование. Сила упругости.....	68
2.10.	Давление.....	70
2.11.	Закон Паскаля.....	72
2.12.	Давление в жидкости на различных глубинах.....	74
2.13.	Манометр.....	76
2.14.	Атмосфера Земли. Давление воздуха.....	78
2.15.	Выталкивающая сила.....	80
2.16.	Плавающее тело. Условие, при котором тело плавает или тонет.....	82
2.17.	Механическая работа и энергия.....	84
2.18.	Кинетическая и потенциальная энергия.....	86
2.19.	Мощность.....	88
2.20.	Простой механизм. Коэффициент полезного действия.....	90
2.21.	О простых механизмах подробнее (с вычислениями).....	92
2.22.	Колебание.....	94
2.23.	Возникновение звука и его распространение.....	96
2.24.	Высота звука и его громкость.....	98
2.25.	Шум и защита от него.....	100



От переводчика

При переводе учебника переводчик старался точно следовать эстонскому оригиналу (Erkki Tempel „FÜÜSIKA“ Õpik 8. klassile). В некоторых случаях оказалось необходимым познакомить читателя с русскими физическими терминами или пояснить, что означает тот или иной эстонский термин, точного аналога которому в русской физической литературе нет. В тексте эти пояснения отмечены как «примечание переводчика».

Полные названия единиц измерения физических величин приведены на русском языке, сокращенные же названия приводятся на английском, так как они совпадают с сокращениями, принятыми в эстонской физической литературе (принятые в русской физической литературе сокращения единиц измерения можно легко найти в интернете).

Например: единицей работы является джоуль (сокращенно J), единицей силы является ньютон (сокращенно N) и так далее.

ОПТИКА





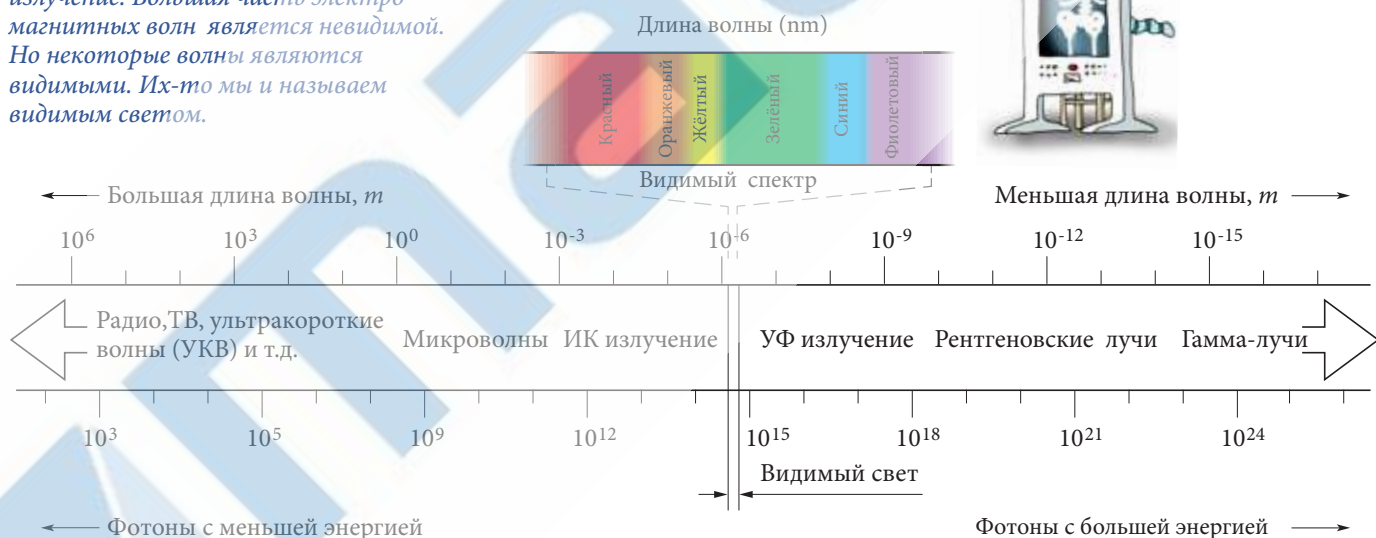
1.1. Свет. Источник света

Наши глаза не видят в темноте. Мы видим только при свете. Большую часть информации об окружающем нас мире мы получаем посредством света. Без энергии света жизнь на Земле была бы невозможна. Что же такое свет?

Свет условно можно разделить на две части: **видимый свет** и **невидимый свет**. Ту часть света, которую видят люди, называют видимым светом. Невидимый свет – это **ультрафиолетовый свет** (ультрафиолетовое излучение или УФ излучение) и **инфракрасный свет** (инфракрасное излучение или ИК излучение). Таким образом, можно сказать, что свет – невидимый свет – окружает нас даже тогда, когда мы находимся в полностью затемненном помещении и глаза ничего не видят.

Инфракрасный свет (ИК излучение), или тепловое излучение, окружает нас и в полностью затемненном помещении, поскольку все нагретые тела являются источниками инфракрасного света, а в физическом смысле все реальные тела являются нагретыми телами. Помимо инфракрасного света, нас может окружать и ультрафиолетовый свет (УФ излучение), которого мы не видим, но который может на нас все же влиять. Например, мы загораем под действием ультрафиолетового света.

Свет – это электромагнитная волна. Электромагнитными волнами также являются, например, радиоволны, микроволны, рентгеновское излучение и гамма излучение. Большая часть электромагнитных волн является невидимой. Но некоторые волны являются видимыми. Их-то мы и называем видимым светом.



Самая маленькая частица света называется **фотоном**. Поэтому свет можно рассматривать как поток фотонов. Фотон обладает энергией. Этим и объясняются энергетические свойства света. О свете как об энергии мы поговорим в следующей главе.



Тепловые источники света

Тела, которые излучают видимый свет, называются **источниками света**. Некоторые источники света помимо света излучают еще и тепло. Такие источники называются **тепловыми источниками света**.

В тепловых источниках свет возникает за счет теплового движения частиц. Тепловыми источниками света являются, например, Солнце и костер. Лампа накаливания также является тепловым источником света, поскольку в ней свет возникает в раскаленной нити накала (в проволочке), температура которой может превышать 3000°C .

Помимо тепловых источников света, имеются еще и **холодные источники света**. Эти источники света излучают видимый свет, а тепла излучают мало. И с такими источниками света мы сталкиваемся каждый день, например, с экранами телефона и компьютера. Холодные источники света мы встречаем и в природе. Например, летом в темном лесу можно увидеть зеленоватые светящиеся «огоньки» самочек светлячков. Своим светом они дают о себе знать самцам-светлячкам. В заполярье на небе иногда можно наблюдать северное сияние, которое также является холодным источником света. Северное сияние отличается от других холодных источников света тем, что его нельзя достать и потрогать.

В настоящее время широкое применение получили светодиоды (международное сокращенное наименование – LED). Их применяют, например, в экранах компьютеров, смартфонах и телевизорах. Поскольку светодиодные источники света энергетически очень экономичны, их применяют также вместо ламп накаливания и люминесцентных ламп.

Для возникновения света все источники света нуждаются в энергии. Источники света получают эту энергию за счет энергии химических реакций (костер, пламя свечи, светлячки), из энергии ядерных реакций (Солнце, другие звезды) или электроэнергии (лампы накаливания, экраны телефонов и компьютеров).



LED-лампы являются холодными источниками света.

Вопросы по материалу

1. Назовите тепловые источники света, которые не были упомянуты в этом учебнике.
2. Назовите не упомянутые в учебнике холодные источники света.
3. Свет с какой длиной волны называют видимым светом?
4. У какого света – пламени свечи или у газовой горелки – более высокая температура? По какому признаку вы сделали такой вывод?

Для самостоятельной работы

Для всех ли животных промежутков длин волн видимого света такой же, как и для человека?



1.2. Свет как энергия



Вещи выгорают, если их оставить на солнце



В отличие от естественного УФ излучения солнца, искусственным способом такое излучение создается в солярии.

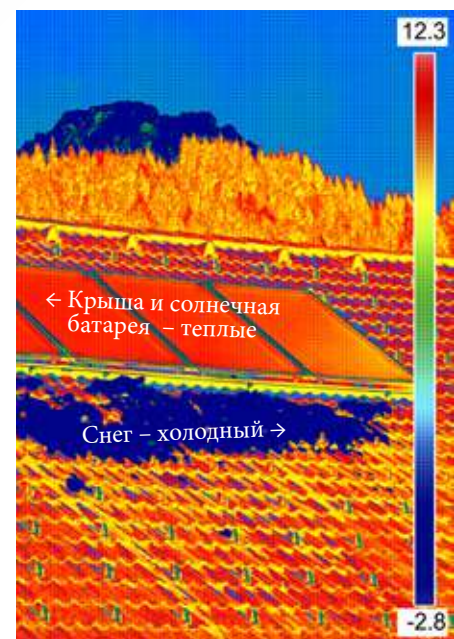
Левый снимок сделан обычной камерой, а правый – тепловизионной камерой. Тепловизионная камера (или ИК-камера) регистрирует инфракрасный свет. Длина волны инфракрасного света показывает температуру рассматриваемого объекта. Это очень полезно, например, при исследовании теплоизоляции домов, поскольку наиболее теплыми местами являются именно те места, из которых тепловая энергия выходит из дома.

Вещи, оставленные на свету, нагреваются. Вещи, оставленные на долгое время на солнце, выгорают. Солнечные батареи используются для получения электроэнергии. За счет какой энергии происходят эти процессы?

Свет обладает энергией. Если энергия света поглощается, то тела нагреваются. Когда молекулы, обеспечивающие цвет данной вещи, распадаются, то вещь выгорает. Зрение также обусловлено химической реакцией – в светочувствительных клетках глаза за счет света происходят химические реакции. За счет энергии света происходит и фотосинтез.

Фотоны ультрафиолетового света обладают большей энергией, чем фотоны видимого или инфракрасного света. Поэтому УФ излучение может быть опасным для человека. Под действием ультрафиолетового света люди загорают – кожа приобретает коричневый цвет. Если долгое время находиться на солнце, то можно получить покраснение кожи и ее ожог. Это обусловлено химическими реакциями, происходящими под действием ультрафиолетового света. В малых дозах УФ излучение полезно, а в больших – опасно. Излишняя доза ультрафиолетового излучения кроме покраснения кожи может спровоцировать и возникновение рака кожи. Ультрафиолетовое излучение смертельно для микроорганизмов.

Землю от излишнего УФ излучения защищает находящийся в верхних слоях атмосферы слой озона (O_3). В разных местах земного шара уровень ультрафиолетового света сильно различается. Это происходит оттого, что толщина озонового слоя в этих местах неодинакова. Места, в которых озоновый слой тонкий, называют озоновыми дырами. В этих местах на поверхность земли попадает УФ излучение в опасной концентрации.



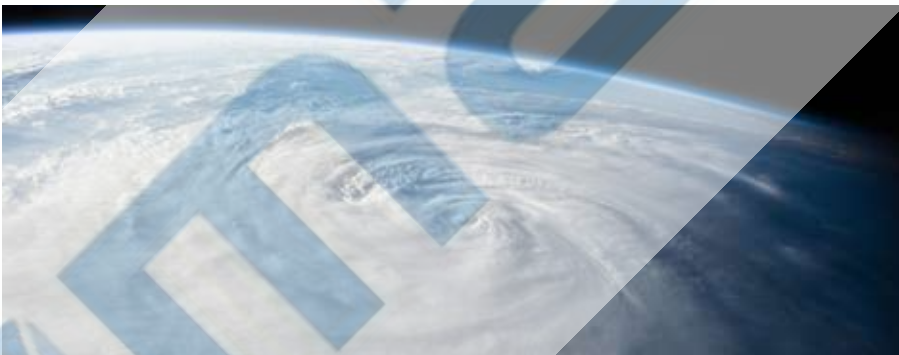


Этот самолет называется «Solar impulse (солнечный импульс)». Это первый самолет, работающий на солнечной энергии, который облетел вокруг земного шара. Для накопления солнечной энергии все его крылья и фюзеляж сверху покрыты солнечными батареями. Свой кругосветный перелет он закончил в 2016 году.

Инфракрасный свет излучают все нагретые тела. Поэтому это излучение можно называть также тепловым излучением – мы воспринимаем его как тепло, когда оказываемся вблизи костра или горячей плиты. Когда температура тел растет, то увеличивается и тепловое излучение. Тепловое излучение холодных тел мы физически не воспринимаем. Очень интенсивное тепловое излучение может привести и к ожогам, а также воспламенить или расплавить вещи.

Важно иметь в виду, что без энергии света Земля была бы просто холодным куском камня. Все, что мы каждый день видим живым и движущимся, получает свою энергию прямо или косвенно от Солнца и в основном за счет энергии света. Это относится и к ветру, к возникновению дождевых туч, к росту растений и к развитию организмов.

Несмотря на то, что Солнце попеременно нагревает только одну сторону Земли, на ней суточная температура сильно не меняется. Это происходит от того, что Землю окружает атмосфера, которая не позволяет Земле терять слишком много энергии за счет теплового излучения. Например, на нашей соседней планете Марс, где атмосфера очень разреженная, суточная температура изменяется очень сильно. Дневная температура может подняться до 25°C , а ночная упасть до -125°C .



Тайфун, видимый с околоземной орбиты, с борта международной космической станции (ISS). Тайфуны получают свою энергию также от Солнца.

Вопросы по материалу

1. Какими простыми опытами можно доказать, что свет обладает энергией?
2. Какие тела излучают инфракрасный свет?
3. Почему ультрафиолетовый свет опасен для человека?

Для самостоятельного изучения

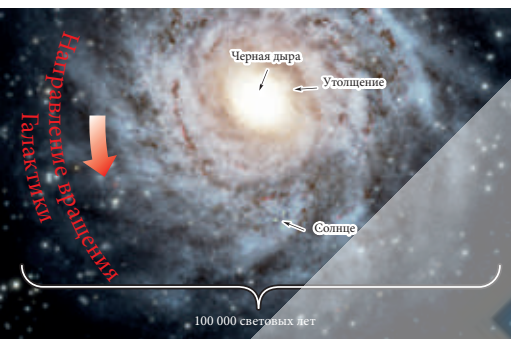
Назовите устройства, которые работают на энергии света.



1.3. Солнце. Звезда



Солнце, как оно видится с околоземной орбиты. Солнце видится с Земли желтым лишь потому, что часть света поглощается атмосферой Земли.



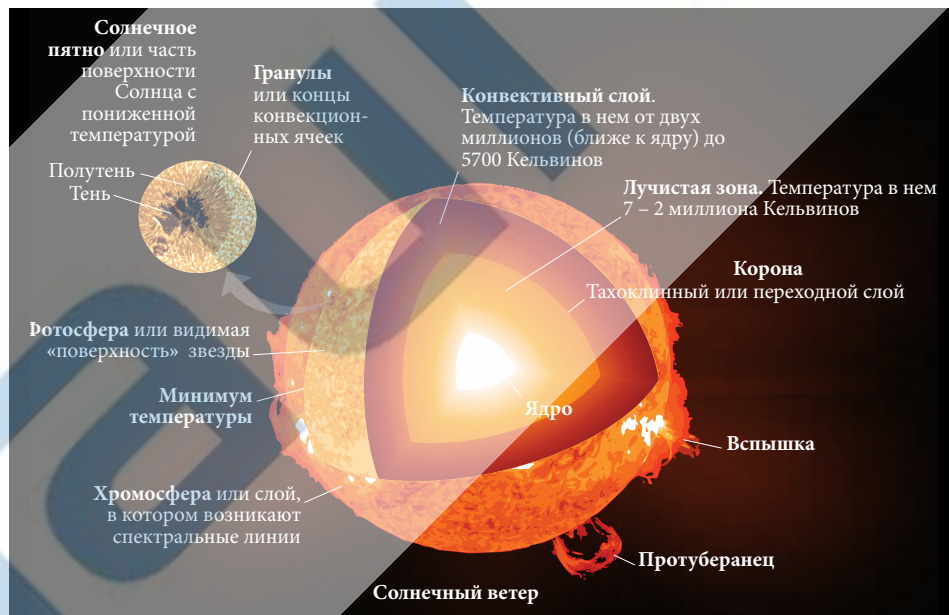
Примерно такую картину мы увидели бы, если бы на космическом корабле удалились от плоскости Млечного Пути на 50 000 световых лет. На рисунке видны и наиболее важные части Млечного Пути.



Картина далеких галактик, полученная при помощи космического телескопа «ХАББЛ». Каждая удлиненная точка на этой картине является галактикой с миллиардами звезд.

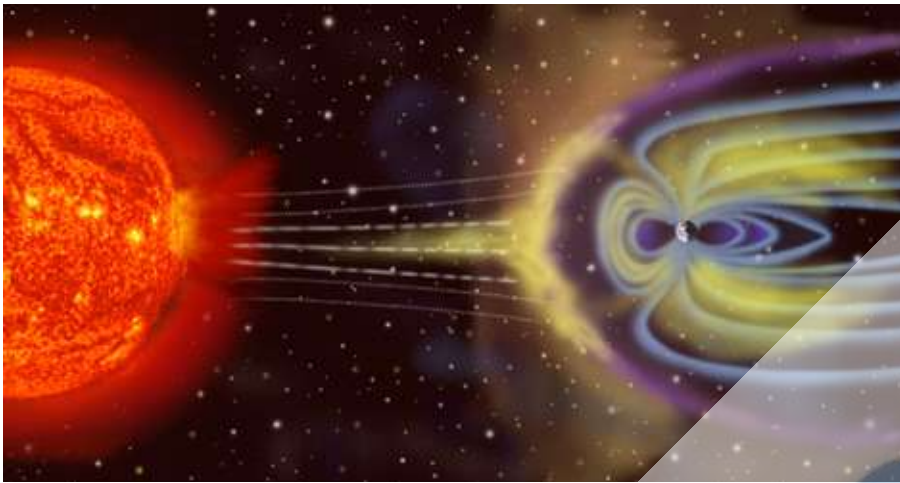
Солнце является одной из звезд в галактике Млечный Путь. А в этой галактике более 100 миллиардов звезд. В ядерных реакциях, происходящих на Солнце, водород превращается в гелий. В ходе этого процесса выделяется огромное количество энергии – за каждую секунду $3,6 \times 10^{26}$ J. Это в миллионы раз больше того, что потребляет в течение целого года все человечество. Солнце в своем нынешнем виде существует примерно четыре с половиной миллиарда лет и, по оценке астрофизиков, будет излучать энергию еще около 5 миллиардов лет.

До Земли доходит лишь очень малая часть всей энергии излучения Солнца (примерно одна миллиардная часть всей излученной им энергии). Но этой энергии совершенно достаточно, чтобы на Земле могла существовать жизнь.



Внутреннее строение Солнца с относительными расстояниями между его областями. На поверхности Солнца присутствуют темные и светлые пятна. Они показывают области с пониженной и повышенной температурой.

Галактика – это огромное скопление звездного и межзвездного вещества. Это скопление удерживается благодаря гравитации. Галактика, в которой мы живем, называется Млечный Путь. Солнце находится в той области нашей галактики, которую называют галактическим диском. Это большая, круглая и сплюснутая область, которая содержит большинство ярких звезд и межзвездного вещества этой галактики. Поскольку мы находимся внутри этого диска, то галактический диск выглядит для нас светящейся полоской на фоне темного неба. От этого и произошло название Млечный Путь. Если смотреть в направлении, перпендикулярном плоскости диска, то мы увидим относительно мало звезд. В то же время если смотреть в направлении плоскости диска, то увидим звезд значительно больше.



Солнце извергает в направлении Земли поток заряженных частиц. Землю защищает магнитное поле, которое отклоняет в сторону заряженные частицы. Область пространства вокруг Земли, в которой имеется магнитное поле, называется магнитосферой. Несмотря на существование магнитосферы, часть заряженных частиц через магнитные полюса Земли проникают в атмосферу. Это служит причиной возникновения северного сияния.

На Солнце происходят т.н. **солнечные вспышки** – вулканоподобные процессы, в ходе которых с поверхности выбрасывается в большом количестве вещество, частицы которого быстро движутся сквозь солнечную систему. Если бы они все достигли Земли, то жизнь на ней довольно быстро была бы уничтожена. От этих частиц Землю защищает ее магнитное поле и атмосфера. Время от времени мы слышим, что Землю настигла магнитная буря, или видим северное сияние. Это обусловлено подобными активными процессами на Солнце, поскольку попавшие в магнитное поле Земли частицы вызывают световые эффекты.

Для спутников и космических аппаратов Солнце имеет как положительную, так и отрицательную стороны. Положительную потому, что солнечная энергия позволяет производить электроэнергию и поддерживать работоспособность систем этих аппаратов. В то же время интенсивное УФ излучение (а в особенности рентгеновское, гамма-излучение и космическое излучение) повреждает эти аппараты.

Вопросы по материалу

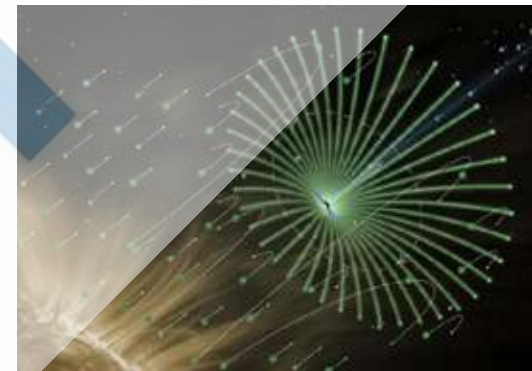
1. Почему Солнце является особой звездой?
2. Звезды какой галактики мы видим на небе?

Для самостоятельного изучения

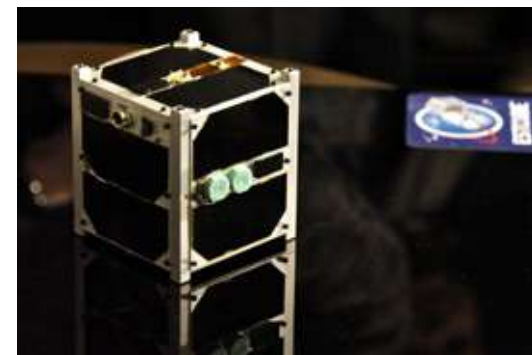
1. Что является причиной северного сияния?
2. Какая звезда находится ближе всего к нам и какое до нее расстояние? А вторая ближайшая к нам звезда?
3. У всех ли звезд одна и та же температура?
Какова температура Солнца? Какой может быть наибольшая температура звезды?



Извергнутый Солнцем поток заряженных частиц, достигший атмосферы Земли, вызывает северное сияние.



Выброшенные Солнцем заряженные частицы в т.н. солнечном ветре можно направить в сторону звезд. Для этого нужно только растянуть достаточно большой солнечный парус.



«ESTCube – 1» работал 742 суток. Через один год производительность его солнечных батарей упала на 60%. К концу миссии этого спутника она упала уже на 80%.



1.4. Сложный состав видимого света

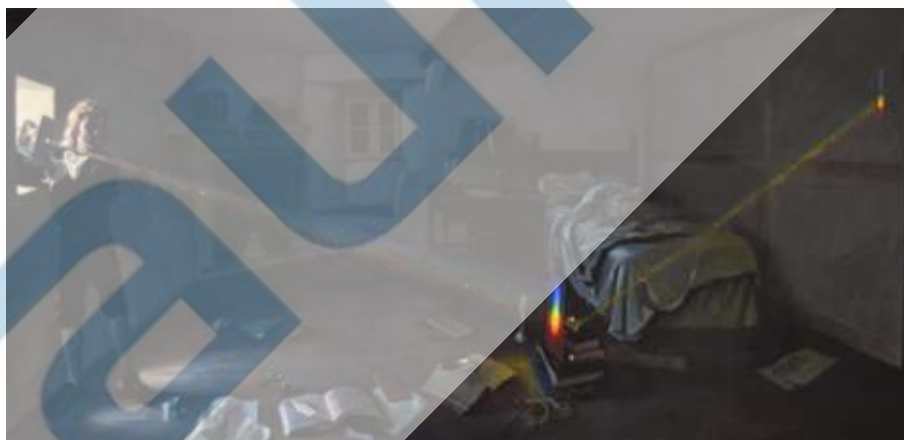


Иногда в дождливую погоду мы наблюдаем радугу. В ней можно различить красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый цвета. (Примечание переводчика. Чтобы запомнить порядок этих цветов, можно запомнить такую фразу: каждый охотник желает знать, где сидит фазан. По первой букве каждого слова можно легко воспроизвести этот порядок цвета). Поскольку переход одного цвета в другой происходит плавно, то при сильном желании можно там увидеть и большее цветовое разнообразие. Откуда берутся эти цвета?

В случае подобных примеров физики говорят, что белый свет является сложным светом, то есть что он состоит из составляющих, воспринимаемых человеком как различный цвет. Действительно, поскольку капли воды сами не излучают свет, все это разнообразие красок должно происходить «изнутри» солнечного света. Водяные капли делают эти цвета просто видимыми. Возникшая палитра красок называется **спектром**.



Исаак Ньютон (1643 – 1727) являлся разносторонним и талантливым английским ученым. Он занимался как физикой, математикой, астрономией, алхимией, так и теологией. Ньютон разработал общие законы механики, которые в настоящее время известны как основные законы механики Ньютона. Он подробно исследовал и свойства света. Он сформулировал основные законы оптики: прямолинейное распространение света, закон отражения света и закон его преломления.



Понятие светового спектра ввел в науку Исаак Ньютон еще в 1666 году. Ньютон получил спектр таким образом: пропустил узкий пучок света через стеклянную призму. В результате на экране возникла цветовая полоска.

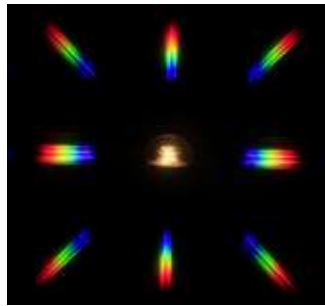
Ньютон предположил, что при сложении цветных составляющих спектра можно снова получить белый свет. Он был прав и доказал это экспериментально: направил все цветные составляющие спектра в одну точку и получил снова белый свет.



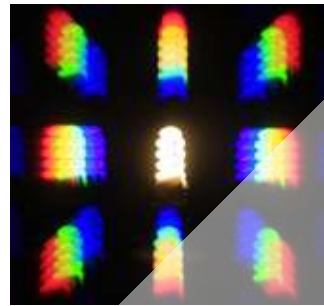
При сложении различных цветовых составляющих света получают снова белый свет. На этом снимке на стене складываются составляющие света: синий, красный и зеленый цвета.



Свеча, рассматриваемая через световую решетку с нанесенным множеством штрихов (дифракционную решетку).



LED-лампа, как она видна через световую решетку.



Люминесцентная лампа (лампа дневного света), как она видится через световую решетку.



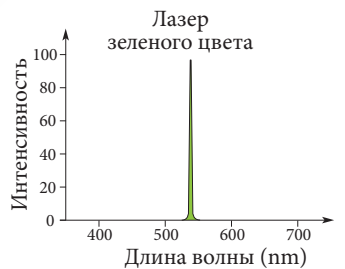
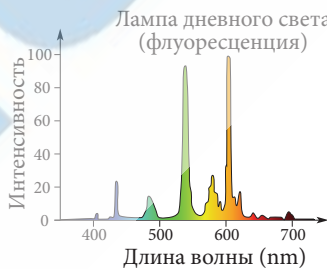
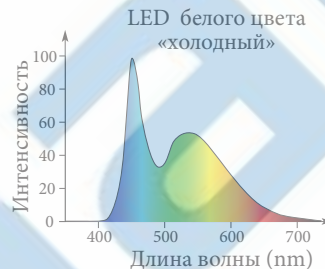
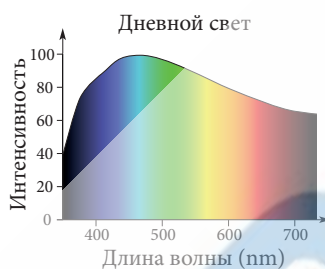
Как видится через световую решетку яркая точка на экране, полученная с помощью лазера.

В повседневной жизни мы используем различные источники света. Разные источники света отличаются различными спектрами. Это означает, что они излучают свет различного цвета в отличном друг от друга порядке. Например, свет лампы накаливания в большинстве случаев немного более желтый, чем солнечный свет, поскольку содержит меньше синего и фиолетового света.

Спектры света часто представляют в виде графиков. В них по горизонтальной оси нанесены различные цвета (т.е. длины волн света). По вертикальной же оси нанесена интенсивность того или иного цвета (насколько он «сильный» в исследуемом свете). На этой странице вы найдете спектры свечи, LED-лампы, лампы дневного света и лазера – как на фотографиях, так и на графиках. Сравните их!



Вот так мы получили эти снимки – перед фотоаппаратом держали световую (дифракционную) решетку.



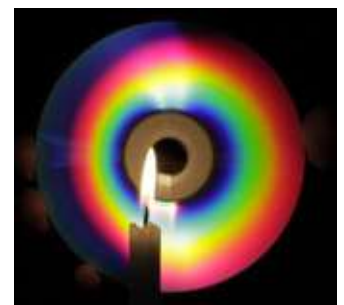
Спектры излучения различных источников света. Попробуйте найти связь между этими спектрами и фотографиями, приведенными в верхней части данной страницы.

Вопросы по материалу

1. Соответствует ли белому свету определенный участок спектра? Какой?
2. Как можно опытным путем показать, что спектры солнечного света и лампы на потолке квартиры различны?
3. Исследуйте опытным путем, какой спектр света имеет экран вашего мобильного телефона.

Для самостоятельного изучения

1. Лампы, используемые для уличного освещения, в большинстве случаев имеют желтоватый свет. Какой спектр имеют такие лампы?
2. Как возникает радуга? Почему она имеет форму арки?



Наблюдение спектров – это не ракетостроительная наука. Например, спектр свечи можно увидеть с помощью обычного CD или DVD диска.



1.5. Световой фильтр

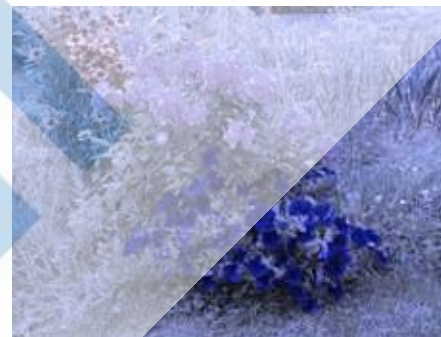


Желтоватый солнечный свет падает на мозаичное оконное стекло, собранное из стеклышек различного цвета. На полу при этом можно видеть световые пятна различного цвета.

Белый свет является сложным светом. Это означает, что в его спектре имеется свет различного цвета – от красного до фиолетового. Как мы должны поступить, если желаем из сложного света выделить свет одного определенного цвета?

Если мы пропустим белый свет через красное стекло, то на стене появится пятно красного цвета. Это происходит потому, что через красное стекло проходит только красный свет, а другие же поглощаются. Подобно этому синее стекло пропускает только синий свет, зеленое стекло только зеленый и т.д. В этом случае физики говорят о **фильтрации** света, а стекла различного цвета называют **светофильтрами**.

Светофильтры можно применять для получения различной информации.



Многоцветная клумба в саду и эта же клумба, видимая через синий светофильтр. Обратите внимание на то, что синие цветы теперь видны гораздо лучше.

А как поведет себя, например, стекло розового цвета? Для этого нужно знать, что большинство окружающих нас световых лучей являются лучами сложного света. Они содержат в себе свет различного цвета. Это относится и к розовому свету. Следовательно, розовое стекло должно пропускать свет таких цветов, чтобы при сложении они образовывали спектр розового света.

Несмотря на то, что в настоящее время для получения сложного света используются светодиоды, излучающие свет определенного цвета, светофильтры находят по-прежнему большое применение.

Светофильтры не обязательно должны быть сделаны из стекла. Крем от загара призван частично задерживать ультрафиолетовое излучение, так что и крем от загара является светофильтром.

Перед объективом ИК камеры устанавливают светофильтр, который пропускает только инфракрасное излучение. И это полезно, поскольку видимый свет только бы мешал работе этой камеры. Для нашего глаза такие светофильтры кажутся совершенно прозрачными.





Момент наблюдения за солнцем. Руководил этим наблюдением Таави Тувикене. Если бы телескоп не был снабжен соответствующими светофильтрами, рассматривание солнца было бы невозможным. Светофильтры здесь выполняют две задачи. Во-первых, они непременно должны ослаблять свет, достигший глаза. Во-вторых, в телескопы подобного рода часто добавляют еще Н-альфа фильтр, который пропускает свет только одного определенного цвета.

Поскольку цифровые (дигитальные) камеры «видят» и те участки спектра, которые для нашего глаза невидимы (например, УФ излучение и ИК излучение), то следует придерживаться следующего. В случае красивых цветных фотографий космоса или Солнца всегда нужно спрашивать, так ли они выглядят для человеческого глаза. Между прочим, часто невидимые для человеческого глаза участки спектра дигитально («фотошопирование») переносятся в видимую область спектра. То есть каждому цвету невидимой области спектра сопоставляется определенный видимый цвет.

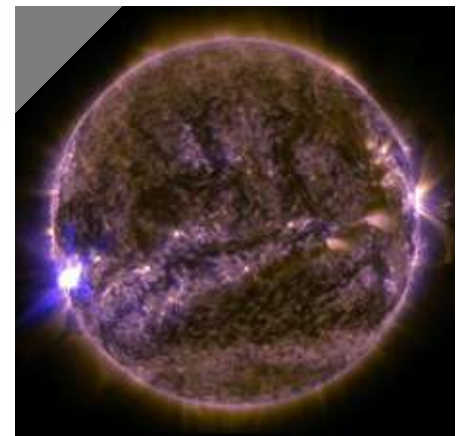
Интересно то, что различные светофильтры доставляют нам информацию о различных слоях самого Солнца. Например, фотографирование в видимом свете дает нам информацию о фотосфере, а использование Н-альфа фильтр поставляет информацию о хромосфере.

Вопросы по материалу

1. Где каждый день применяются светофильтры?
2. Исследуйте опытным путем, какого цвета нам кажутся тела различного цвета, если смотреть на них через синее или красное стекло.
3. Почему в солнечных очках не применяют красные и синие стекла, а в основном сероватые или коричневатые?



Солнце, видимое через Н-альфа фильтр (верхняя картинка), и оно же в видимом свете (нижняя картинка).



Ультрафиолетовый свет, излучаемый Солнцем. В качестве ложных цветов применены сине-зеленый и золотой цвета.



1.6. Прямолинейное распространение света



В тумане или в пыльном затемненном помещении видно, что свет после прохождения отверстия распространяется прямолинейно.

Мы знаем, что свет Солнца достигает Земли. Помещение класса освещается, если зажигаем свет. Насчет этих явлений мы говорим, что **свет распространяется** от Солнца к Земле и от ламп в помещение класса. Но как распространяется свет?

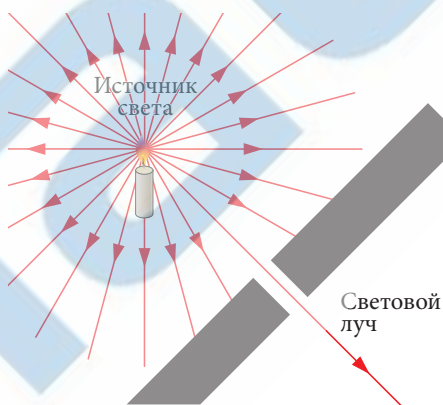
Раньше мы упоминали, что свет можно рассматривать как энергию. Под распространением света и подразумевается перенос энергии света из одного места в другое.

Для распространения света необходима прозрачная среда. Таким образом, свет распространяется в газообразных средах, а также в прозрачных жидкостях и твердых телах, например, в воде и стекле. Свет может распространяться и в вакууме, в котором частицы вещества отсутствуют. Например, до Земли доходит свет даже из других галактик.

Среды, в которых свет может распространяться, называются **оптическими средами**.

Если свет проходит через малое отверстие, в помещении возникает луч света, который, не отклоняясь, распространяется прямолинейно. Такой луч можно получить и с помощью лазерной указки. Исходя из этих и аналогичных опытов, мы делаем заключение, что **свет распространяется прямолинейно**.

На чертежах, чтобы обрисовать распространение света, применяют отрезки прямых. Направление распространения света на них указывается стрелкой. Такие отрезки называются световыми лучами.



Точечный источник света и его свет, изображенный световыми лучами. Таким образом, из обычного источника, излучающего свет во всех направлениях, можно получить световой пучок.



Лазер является особым источником света – он излучает очень узкий пучок света, в котором световые лучи почти параллельны друг другу.

В физике световой луч – это общепринятое теоретическое понятие. С его помощью легко можно изобразить и объяснить распространение света. В реальной жизни световой луч невозможно создать даже с помощью лазера. Все источники света испускают пучок лучей, который называется световым пучком. Световой пучок – это область пространства, в которой распространяется свет.

Световой пучок – это как бы пучок световых лучей, в котором отдельные лучи могут быть (но необязательно) параллельными. На рисунках показывают некоторые характерные световые лучи пучка и направление распространения света. Если лазер излучает почти параллельный пучок света, то свеча освещает помещение по всем направлениям.

Наиболее важными подвидами светового пучка являются **расходящийся, параллельный и сходящийся световые пучки**.

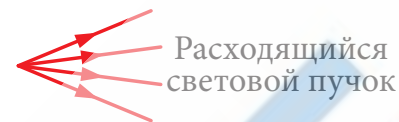
Расходящийся световой пучок образуют лучи, исходящие из одной точки, но в дальнейшем отдаляющиеся друг от друга. Например, свет, излучаемый свечой, можно рассматривать как расходящийся пучок света.

В случае **параллельного пучка** света все световые лучи являются параллельными.

Сходящийся световой пучок образуют световые лучи, приближающиеся друг к другу (в идеальном случае они сходятся в одной точке). Сходящийся световой пучок создается, например, позади линзы, если на нее падает солнечный свет.

Из рисунков становится ясным, что параллельный пучок света является единственным, диаметр которого при распространении света не изменяется. Такие пучки света можно создать с помощью лазера. И это одно из преимуществ, которое делает лазер особым источником света. Мы можем использовать для электроламп или какого-ни будь другого обычного источника света любую по сложности оптическую систему, но все равно не достигнем результата, который дает лазер.

В природе естественным источником параллельного светового пучка является Солнце. Это не означает, что Солнце излучает свет только в одном направлении. Но расстояние между Солнцем и Землей настолько огромно, что доходящие до нас лучи являются практически параллельными. Для того чтобы понять это, попробуй нарисовать световые лучи от Солнца к Земле. Ты заметишь, что до Земли дойдут только те лучи, которые направлены прямо к Земле.



Расходящийся световой пучок

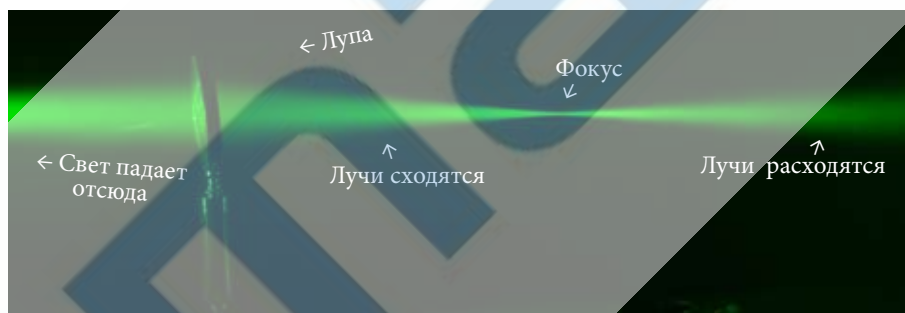


Параллельный световой пучок



Сходящийся световой пучок

Расстояние между Солнцем и Землей и их размеры приведены здесь в более-менее правильных пропорциях.



Расходящийся пучок света распространяется слева направо, проходит через линзу, меняется на сходящийся пучок и потом (после прохождения точки, в которой лучи фокусируются) снова превращается в расходящийся пучок.

Вопросы по материалу

1. Как можно опытным путем доказать, что свет распространяется прямолинейно?
2. Можно ли опытным путем создать одиночный световой луч? Обоснуйте свой ответ.
3. Какие источники света излучают расходящийся световой пучок, а какие – сходящийся?
4. Используя солнечный свет и линзу, попробуйте создать сходящийся световой пучок. Можно ли наблюдать в воздухе этот световой пучок?



Прожектор на крыше высотного здания. Совершенно ясно, что здесь мы имеем дело с расходящимся световым пучком.



1.7. Скорость света.

Еще несколько столетий назад полагали, что свет распространяется из одного места до другого мгновенно. Такое мнение легко объяснить. Ведь когда мы зажигаем в комнате свет, в одно мгновение помещение оказывается освещенным. В действительности и свету нужно время для его распространения из одного места в другое. Но какое именно?

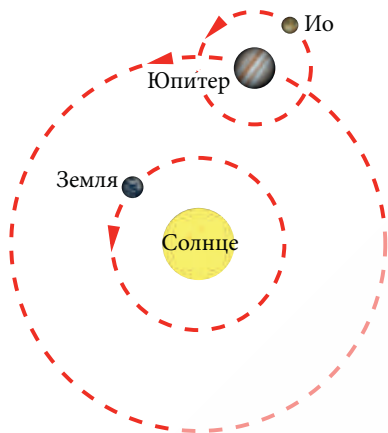
Одним из первых ученых, который определил скорость света, был датский астроном Олаф Кристенсен Рёмер. В 1676 году он получил значение скорости света 220 000 km/s. Рёмер определил скорость света на основе астрономических наблюдений. Лишь пару сот лет позднее в специальных земных условиях скорость света была определена точнее.

На сегодняшний день скорость света в вакууме очень точно известна. Она равняется 299 792 458 m/s или примерно 300 000 km/s.

Это очень большая скорость. Свету для преодоления расстояния между Землей и Солнцем величиной 150 000 000 km нужно лишь 8 минут и 20 секунд.

В различных оптических средах свет распространяется с различной скоростью.

Например, в стекле свет распространяется примерно в 1,5 раза медленнее, чем в воздухе. А в алмазе скорость света уже примерно в 2,4 раза меньше, чем в воздухе. Воздух очень мало замедляет скорость света, поэтому скорость света в нем можно считать равной скорости света в вакууме.



Задача, которая предлагалась на Эстонской олимпиаде по физике.

Первую оценку скорости распространения света дал О.К. Рёмер в 1676 году. Он исследовал движение спутника Юпитера – Ио. Орбита Ио расположена примерно в плоскости орбиты Земли, так что спутник периодически скрывается в тени, образуемой Юпитером. Измерения показывают, что интервал между двумя затмениями Ио колеблется максимально в пределах 15 секунд вокруг среднего значения в 42,5 часа. Этот интервал колебаний зависит от взаимного расположения Земли, Юпитера и Солнца (см. рисунок). Зная, что Земля отстоит от Солнца на расстоянии $1,5 \times 10^8$ km, оценить скорость света. Предположить, что орбитальная скорость Юпитера вокруг Солнца много меньше, чем у Земли.

Воздух*	300 000 km/s
Вода	225 000 km/s
Стекло	200 000 km/s
Алмаз	124 000 km/s

Приблизительная скорость света в различных оптических средах.

Причину, по которой свет в различных оптических средах распространяется медленнее, чем в воздухе, можно для наглядности описать следующим образом. Распространение света можно сравнить с движением человека в воздухе и воде. Гораздо проще бежать по земле в воздухе, нежели по груди в воде. То же самое и со светом – любая, даже очень прозрачная, оптическая среда препятствует распространению света, поэтому в ней свет распространяется медленнее. Физическую величину, характеризующую данное явление, называют **оптической плотностью**.

В астрономии скорость света используют для измерения расстояния между космическими объектами. Световой свет – это есть расстояние, которое проходит свет в течение одного года. Один световой год равен примерно $9,46 \times 10^{12}$ km. Несмотря на то, что световой год является очень большой единицей длины, расстояния между небесными телами Вселенной, даже