

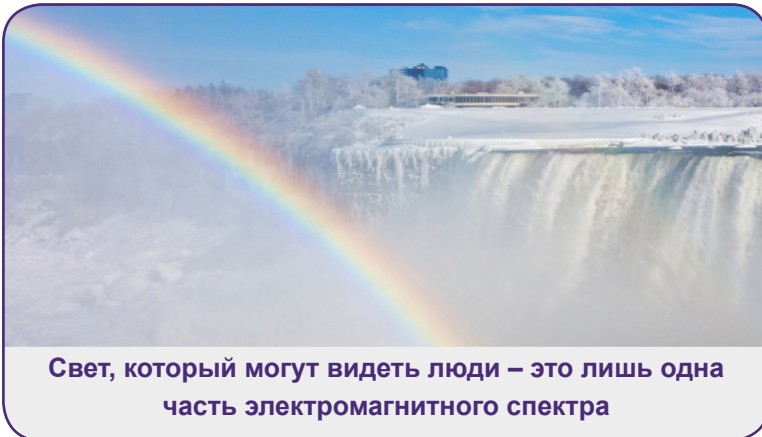


# Видимый свет

ФИЗИКА • ВОЛНЫ • ВИДИМЫЙ СВЕТ

## Глава 1: Свойства света

### • Что такое свет?



Свет, который могут видеть люди – это лишь одна часть электромагнитного спектра

Свет – это электромагнитная волна. Все электромагнитные волны движутся со скоростью света. Это максимальная скорость, с которой может перемещаться материя и информация во Вселенной. Свет проявляет свойства волны, такие как отражение, преломление, интерференция и дифракция. Эти свойства можно использовать для управления светом.

### • Рекомендуемые фильмы

- Управление светом
- Что такое свет?
- Путешествие во времени

### Дополнительный вопрос

#### В1. Что такое фотон?

Иногда свет может быть в виде потока частиц, а не волны. Энергия этих частиц пропорциональна частоте света, что важно при учете поглощения света. Электроны в атомах могут занимать только определенные энергетические уровни. При поглощении света электрон может перепрыгивать на более высокие энергетические уровни.

Если свет полностью описать только с помощью волновой теории света, то увеличение интенсивности света увеличивает амплитуду волны. Это, в конечном счете, обеспечит достаточное количество энергии, чтобы возбудить электрон. Однако, мы наблюдаем то, что если энергии каждого отдельного фотона недостаточно, чтобы поднять электрон на следующий энергетический уровень, поглощение не произойдет, даже если интенсивность света будет увеличена, чтобы обеспечить больше фотонов. Вместо этого необходимо увеличить частоту света. Это повышает энергию каждого фотона, и даже низкая интенсивность света затем может поглощаться.

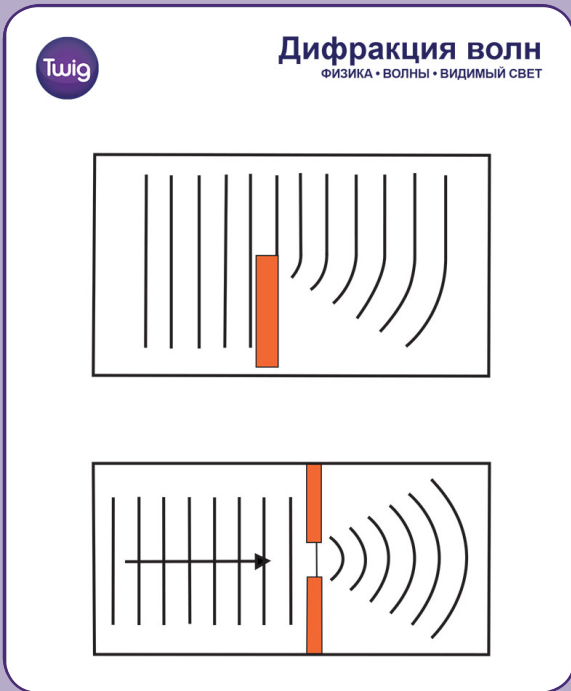
### • Что такое дифракция?

#### • Рекомендуемый фильм

- Управление светом

Все волны проявляют дифракцию. Дифракция – это свойство волны отклоняться при столкновении с препятствием или прохождении через щель. Дифракция световых волн – это то, что заставляет края теней казаться запятанными на больших расстояниях. Дифракция становится наиболее заметной, когда щель, сквозь которую проходит волна, равна длине волны. Для видимого света нужны очень мелкие щели, так как его длина волны меньше одной тысячной миллиметра.

## ДИАГРАММА 01:



### Дополнительные вопросы

#### В2. Что такое интерференция?

Когда две волны накладываются друг на друга, они могут объединиться в процессе интерференции.

Если пики и впадины волн совпадают, то они объединяются, образуя волну с большей амплитудой. Явление известно как конструктивная интерференция.

Если пики одной волны совпадают с впадинами другой, то две волны уравниваются. Это называется деструктивной интерференцией. Для световых волн это означает, что образуются светлые и темные области.

По сути, интерференция может произойти только в том случае, если две волны будут когерентны. Если волны когерентны, это означает, что у них имеется постоянное фазовое соотношение – две волны идеально выстроятся в линию или будут замещены фиксированной суммой. Маловероятно, что это случится с двумя отдельными источниками света. Вместо этого свет от одного источника часто отделяется, образуя более одной волны, которые объединяются, проявляя интерференцию.

#### В3. Что такое дифракционная решетка?

Когда волна проходит сквозь структуру маленьких щелей, известных как дифракционная решетка, волна отклоняется, так как проходит через каждую из них. Эти волны затем интерферируют и образуют множество светлых и темных областей. Явление используется при измерении длины волны света, так как расстояние между этими областями связано с длиной волны. Если имеется множество различных длин волны, как с белым светом, различные длины волны будут интерферировать в различных точках, и получается спектр. Это используется, чтобы показать, какие длины волны имеются в пределах источника.

Этот эффект можно увидеть, если посветить на CD или DVD диски, так как они работают как дифракционные решетки. Альтернативные отражающая и неотражающая области на их поверхности означают, что свет отражается от различных точек. Эти световые волны служат препятствием, чтобы получить спектр.

### • Что такое волоконная оптика?

Волоконная оптика – это продолговатые тонкие нити стекла, которые могут использоваться для передачи света с помощью полного внутреннего отражения. Она широко применяется в коммуникации. Лазеры посылают сигналы вдоль волокон, используя сигналы света. У волоконной оптики есть несколько преимуществ перед медными проводами: они сделаны из стекла, которое намного дешевле меди; они легче, меньше, имеют меньшее число потерь сигнала и могут переносить намного больше информации, чем медные кабели того же размера. Электрические сигналы также могут иметь помехи из-за проходящих рядом кабелей или из-за электрических сигналов при более широкой окружающей среде. Оптические волокна не имеют такого вида помех. Фактически, можно посылать несколько различных сигналов через одно оптическое волокно без помех.



**Волоконная оптика позволяет нам посылать световые сигналы на большие расстояния**

### • Рекомендуемый фильм

- Волоконная оптика

### Дополнительные вопросы

**В4. Что такое полное внутреннее отражение?**

При прохождении света из одной среды в другую, его скорость меняется. Например, свет проходит медленнее через стекло, чем через воздух. Если свет достигает границы под углом, это приводит к изменению направления: явление известно как преломление. Если свет проходит из плотной среды в менее плотную, например, из стекла в воздух, изменение направления может быть настолько большим, что свет не покидает вещество, а луч отражается от границы. Это известно как полное внутреннее отражение и происходит только при наличии светового луча под углом, который больше, чем определенный угол, известный как критический угол. Критический угол луча, идущего из стекла в воздух, равен около  $40^\circ$ . Угол из воды в воздух больше, поскольку вода менее плотная, чем стекло.

### ДИАГРАММА 02:



**В5. Когда была изобретена волоконная оптика?**

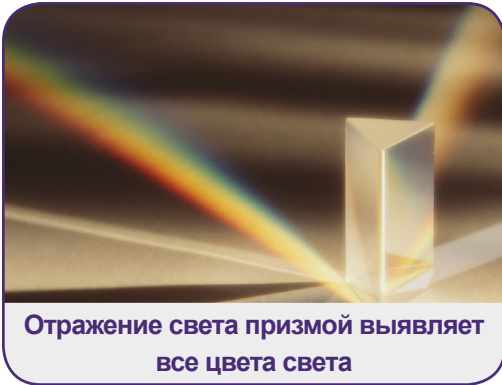
Принцип волоконной оптики был понятен задолго до того, как она наконец нашла применение в международной связи. Только в 1970-х годах была разработана технология для решения двух проблем. Во-первых, было создано стекло, относительно свободное от примесей. Эти примеси вызывают поглощение света до того, как он сможет пройти необходимое расстояние, тем самым препятствуют использованию волоконной оптики в международной связи. Во-вторых, стало возможным использовать стекло на участках длиной в километры. Первая волоконно-оптическая система передачи информации на большое расстояние была построена в конце 1970-х годов.

**В6. Какую значимость имеет волоконная оптика?**

Спутники вносят лишь небольшой вклад в международные коммуникации. Интернет преимущественно работает на основе волоконно-оптических кабелей, перенося огромное количество данных, а подводные кабели, проходящие вдоль морского дна, соединяют все континенты, кроме Антарктиды. Разрывы в этих кабелях не редкость, повреждения могут быть нанесены рыболовными сетями и якорями, землетрясениями или даже трением о подводные скалы, что предполагает ежегодное проведение ремонтных работ. Маловероятно, что эти разрывы повлияют на коммуникацию в Европе или Америке, поскольку имеется множество кабелей, но в некоторых местах кабелей гораздо меньше. Например, в 2008 году множественные разрывы подводных волоконно-оптических кабелей существенно сказались на интернет услугах Среднего Востока и Индии.

## Глава 2: Восприятие света

### • Что такое цвет?



**Отражение света призмой выявляет все цвета света**

Так же, как мы замечаем разницу между светлым и темным, наши глаза приспособлены различать длины волны света. Мы воспринимаем различные длины волн как разные цвета. Например, протяженная длина волны света видится красной, а короткая длина волны света – синей.

Глаз содержит два типа клеток для определения света: палочки, работающие лучше всего при темном освещении, главным образом ответственные за ночное зрение, и колбочки. Существует три разных вида колбочек, и каждый из них отвечает за различный диапазон длин волн. Эти колбочки улавливают синие, зеленые и красные (или S, M и L, короткие, средние и длинные) длины волн.

### • Рекомендуемые фильмы

- Что такое свет?
- Цвет

Реакция каждой колбочки меняется в зависимости от длины волны и совпадений с соседними колбочками. Это означает, что глаз может различать множество различных длин волн.

### Дополнительный вопрос

#### В7. Что происходит при наличии более чем одной длины волны?

При наличии более чем одной длины волны, воспринимаемый цвет может отличаться от любого из цветов, полученных двумя длинами волн по отдельности. Например, вместе красный и зеленый свет распознаются как желтый.

Когда активируются одновременно все три колбочки, воспринимается белый свет. Белый свет – это результат трех широко расположенных длин волн, воспринимаемых одновременно. Можно продемонстрировать то, что белый свет есть совокупность различной длины волн с помощью солнечного света, проходящего через призму; это разделяет свет на полный спектр. Тот же самый эффект виден, когда свет преломляется через капли дождя и образует радугу.

### • Как происходит смешение цветов?

Выделяют два вида смешения цветов: аддитивный и субтрактивный. При наличии более одной длины волны света мы определяем полученный цвет с помощью аддитивного смешения цветов. Простыми словами, это говорит нам о том, что из красного и зеленого получается желтый цвет, из синего и зеленого – голубой, а из красного и синего – пурпурный.

Тем не менее, при смешивании красок правила смешения цветов, казалось бы, работают по-другому. Например, смешивая желтую и синюю краску, получаем зеленую. Это известно как субтрактивное смешение цветов и происходит в результате работы пигментов.

Как правило, причина, по которой объекты кажутся определенного цвета, в том, что они отражают некоторые длины волны света и поглощают другие. Синяя краска кажется синей, так как при попадании белого света в краску все длины волны света, кроме тех, которые мы воспринимаем как синий, поглощаются, и отражается синий свет. Желтая краска желтая, так как она поглощает синий свет и отражает красный и зеленый.

Это означает, что когда мы смешиваем синюю и желтую краску, мы смешиваем два вещества, каждый из которых поглощает различные длины волны света. Мы могли бы предположить, что смесь будет казаться черной, поскольку синий свет, отраженный синей краской, будет поглощен желтой краской, а красный и зеленый свет, отраженные желтой краской, будут поглощены синей, что не приводит ни к какому свету, достигающему наших глаз. Смешение пигментов создает более темные цвета, но смесь краски не будет казаться черной, вместо этого она, вероятно, будет казаться зеленой.

Это происходит потому, что синяя краска не идеально поглощает весь свет, кроме синего, поэтому вероятно, что будет отражен зеленый свет. Желтая краска также отражает зеленый свет, что поглощается любым цветом краски.

Чтобы получить зеленый цвет, нам нужны голубая и желтая краски, так как голубой отражает синий и зеленый свет, а желтый отражает зеленый и красный. Однако, поскольку синяя краска обычно отражает зеленый свет, смешивая синюю и желтую краску, получаем зеленый цвет.

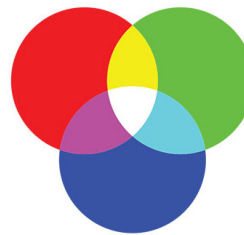
Поскольку пигменты работают, перемещая длины волн света, а свет работает, добавляя длины волн, правила смешения цветов разнообразны.

### ДИАГРАММА 03:

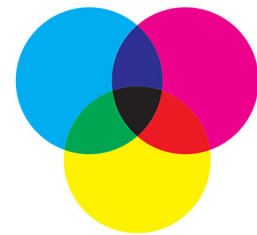
Twig

#### Смешение цветов

ФИЗИКА • ВОЛНЫ • ВИДИМЫЙ СВЕТ



Аддитивное смешение

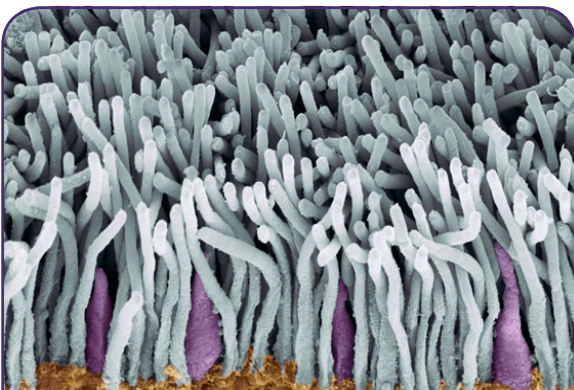


Субтрактивное смешение

#### • Рекомендуемые фильмы

- Цвет
- Восприятие животных
- Факты: Смешение цветов

#### • Все ли животные видят, как люди?



Палочки и колбочки человеческого глаза

При цветовом зрении у человека используется три вида колбочек; это называется трихроматическим зрением и означает, что люди имеют хорошее цветовое зрение. Однако многие другие млекопитающие, такие как собаки и кошки, являются дихроматами, что означает, что у них имеется только два вида колбочек. Следовательно, они не способны различать аналогичный ряд цветов так же, как люди.

Есть несколько видов животных, включая птиц, у которых имеется четыре вида колбочек. Они известны как тетрахроматы и способны различать цвета, почти так же, как люди.

У некоторых животных, например бабочек, есть пять видов колбочек, и их называют пентахроматами. Если бы все эти колбочки были функциональными, они были бы способны создавать еще более прекрасные различия между цветами.

#### • Рекомендуемый фильм

- Цвет



### Дополнительный вопрос

#### В8. Что такое дальтонизм?

Часто люди полагают, что дальтонизм относится к полной неспособности видеть цвет; это очень редко. Дальтонизм означает, что один из трех видов колбочек менее эффективен, не функционален, отсутствует, или по некоторым причинам не способен работать.

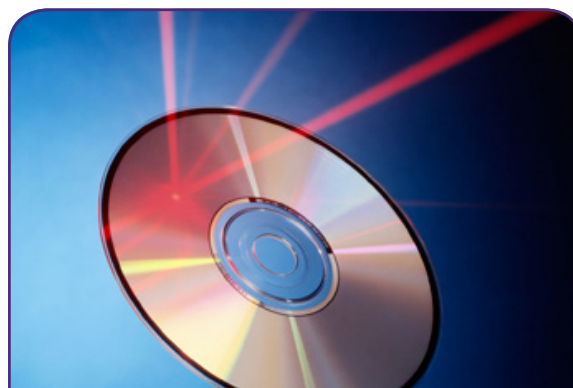
Это затрудняет распознавание разных длин волны света. Точный характер дальтонизма зависит от того, какой вид колбочки нарушен. Наиболее распространенный вид дальтонизма приводит к трудности в различении зеленого и красного, эти цвета будут выглядеть похожими.

Около 5% мужчин имеют определенный вид дальтонизма. Среди женщин встречается реже, так как они наследуют две аллели генов, которые участвуют в цветовом зрении. Это происходит из-за большинства генов, содержащихся в X-хромосоме; женщины имеют две X-хромосомы, по одной от каждого родителя, а мужчины только одну. Если женщина наследует X-хромосому с дефицитом в генах, отвечающих за цветовое зрение, она не будет страдать от дальтонизма до тех пор, пока не будет дефицита во второй X-хромосоме.

## Глава 3: Лазеры

### • Что такое лазер?

Лазер представляет собой усиление света вынужденным излучением. Вырабатываемый лазерами свет имеет особые свойства. Лазерные пучки могут быть очень узкими и не распадаются с расстоянием. Это означает, что можно получить очень яркие пучки света даже на относительно больших расстояниях от источника. За счет способа, полученного вынужденным излучением, лазерный свет монохроматичен, что означает, что он содержит только одну длину волны (в действительности имеется диапазон полученных длин волны, но он настолько маленький, что мы можем назвать свет монохромным). Лазерный свет также когерентен, это означает, что волны имеют постоянное фазовое соотношение. Пики и впадины волн выстроены в линию или замещены фиксированной суммой. Эти свойства определяют широкое применение лазеров.



Лазеры применяются для чтения CD и DVD дисков

### Дополнительный вопрос

#### В9. Что такое вынужденное излучение?

Когда свет поглощается атомом, электрон в атоме поднимается на более высокий энергетический уровень. Если электрон понижает исходное состояние, он испускает свет. Кроме этих двух процессов, поглощения и спонтанного излучения, имеется третий – вынужденное излучение. Это то, что позволяет создавать лазеры.

Когда атом находится в возбужденном состоянии, а электрон поднимается на высокий энергетический уровень, будет небольшое замедление прежде, чем электрон опустится и будет излучать свет. Тем не менее, свет при такой же энергии может заставить электрон упасть в более низкое состояние и испускать свет: это известно как вынужденное излучение. Излучаемый свет будет иметь ту же частоту, что и свет, вырабатывающий излучение, а испускаемый и вынужденный свет будут когерентны.

### • Рекомендуемый фильм

- Как работают лазеры?

## • Как создаются лазеры?

Лазер можно создать с помощью соответствующего кристалла в качестве активной среды. Используется ксенонная лампа-вспышка, чтобы послать свет в материал, приводя в возбуждение электроны в атомах. Поскольку эти электроны понижаются до первоначального уровня, атомы испускают свет, вызывая излучение света других атомов. Зеркала помещаются с обоих концов кристалла, которые отражают свет назад в среду, что вызывает большее испускание света. Одно из зеркал не полностью отражающее, что позволяет некоторому свету уйти. Этот свет является лазерным пучком. В отличие от обычных источников света, таких как лампочки, свет двигается по прямой линии. Это происходит за счет того, что любой свет в лазере, который не проходит под прямым углом относительно двух зеркал, будет отражен зеркалами и не будет выходить из лазера.

## • Рекомендуемый фильм

- Как работают лазеры?

### Дополнительные вопросы

#### В10. Во всех ли лазерах используются кристаллы?

Есть несколько видов веществ, которые могут применяться в лазерах, но для этого вещество должно иметь определенные свойства. Когда электроны находятся в возбужденном состоянии на более высоких энергетических уровнях, они часто понижаются и почти сразу испускают свет. Однако, для работы лазера необходимо наличие большого количества электронов, находящихся в возбужденном состоянии, готовом к испусканию света. Это известно как инверсия электронных населенностей и может классифицироваться возбужденными электронами в одном энергетическом уровне, а также понижением их на другой, с которого трудно перейти в первоначальное состояние. Это требует особого вида веществ или сочетания веществ с соответствующим расположением энергетических уровней.

В твердотельных лазерах обычно используются кристаллы, но в лазерах также могут применяться газы, жидкости или полупроводники. Так же как атомные энергетические уровни, в лазерах также могут использоваться колебательные уровни энергии молекул.

#### В11. Лазеры взаимодействуют только с видимым светом?

Можно создать лазеры, которые будут работать в инфракрасной или ультрафиолетовой области. Микроволновые лазеры (мазеры) фактически были созданы до лазеров видимого диапазона и даже встречались в космосе естественным образом, особенно вокруг звезд. Также могут быть созданы лазеры, работающие в длинах волны рентгеновского излучения, хотя они созданы немного другими методами.

Доступны не все длины волны спектра, поскольку обычно лазеры испускаются при одной определенной длине волны. Тем не менее, есть лазеры, в особенности лазеры на красителях, которые можно настроить, что позволит изменять длину волны.

#### В12. Что такое лазер на свободных электронах?

Хотя большинство лазеров используют электроны, которые движутся между энергетическими уровнями в атомах и молекулах, чтобы вызвать испускание света, лазер на свободных электронах использует высокоскоростные пучки электронов.

Пучок проходит между магнитами, которые притягивают его в одну сторону, а затем в другую, и по мере движения назад и вперед они испускают свет. Эта структура известна как вигглер и может быть приспособлена для изменения частоты и длины волны вырабатываемого света. Поэтому лазеры на свободных электронах могут быть настроены на широкий диапазон длин волны, а также могут использоваться для выработки рентгеновского излучения.

### • Насколько направленным является лазер?



**Лампочка, в отличие от лазера, излучает намного больше энергии, которая распространяется на огромное расстояние**

Хотя обычно говорят, что лазерные пучки проходят по прямым линиям и не распадаются с расстоянием, это не совсем верно. После выхода из лазера пучок незначительно распадается. Угол, при котором это происходит, может быть очень маленьким, возможно, в несколько десятых градуса, это значит, что диаметр пучка увеличивается с расстоянием. Этот угол известен как расхождение лазера и означает, что даже с расстоянием в сто метров лазерный пучок может быть десятками сантиметров в диаметре. Это значительно уменьшает интенсивность света.

### • Рекомендуемый фильм

- Как работают лазеры?

### Дополнительные вопросы

#### В13. Опасны ли лазеры?

Как правило, лазеры опаснее обычных источников света, так как их интенсивность излучения (количество энергии, передаваемое в пространство с каждой секундой) не сильно уменьшается с расстоянием.

Лампочка мощностью 100 ватт выделяет намного больше энергии, чем лазер мощностью 10 милливатт, но с расстоянием в несколько метров лазерный пучок будет более интенсивным, так как энергия лампочки будет распространяться на большее пространство. Если лазеры достаточно интенсивные, они могут нанести вред глазам и даже поджечь ткань.

Опасность лазера зависит как от мощности лазера, так и от его длины волны. Выделяют четыре класса лазера: лазеры 1 класса считаются безопасными при любых обстоятельствах; лазеры 2 класса безопасны, пока мигательный рефлекс глаза способен ограничивать время облучения; лазеры 3 класса опасны, если смотреть на них прямо; и лазеры 4 класса могут обжечь кожу, а отражения от любой поверхности могут нанести вред глазам.



## • Тест

## Цвет

## Основной

• Как называется явление, при котором световые волны отражаются от поверхности?

- A – отражение
- B – преломление
- C – дифракция
- D – излучение

• Как называется процесс, при котором световые волны изменяют направление по мере взаимодействия со средой?

- A – дифракция
- B – отражение
- C – излучение
- D – преломление

• Почему некоторые объекты красного цвета?

- A – они поглощают красный свет
- B – они отражают только красный и синий свет
- C – они отражают только красный свет
- D – они отражают только красный и зелёный свет

• Что делает некоторые объекты черными?

- A – они отражают весь видимый свет
- B – они имеют неровную поверхность и вследствие этого отражают свет во всех направлениях
- C – они отражают красный и зелёный свет
- D – они поглощают весь видимый свет

## Углубленный

• Чему равна самая короткая длина волны видимого света?

- A – около 400 нанометров
- B – около 650 нанометров
- C – около 800 нанометров
- D – около 540 нанометров

• Какой цвет имеет самую короткую длину волны?

- A – красный
- B – зеленый
- C – фиолетовый
- D – желтый

• Какой цвет имеет самую длинную длину волны?

- A – синий
- B – красный
- C – фиолетовый
- D – оранжевый

• Какой цвет быстрее проходит сквозь стекло?

- A – зеленый
- B – красный
- C – оранжевый
- D – фиолетовый

## Цвет

## Основной

• Почему разные длины волн при вхождении в стекло преломляются по-разному?

A – они проходят с различной скоростью в стекле

B – одни длины волн поглощаются легче, чем другие

C – одни длины волн интенсивнее других

D – температура стекла будет меняться относительно его поверхности

## Углубленный

• Какой цвет медленнее проходит сквозь стекло?

A – синий

B – фиолетовый

C – красный

D – оранжевый

## Что такое свет?

## Основной

• Откуда исходит большая часть нашего света?

- A – от ископаемого топлива
- B – от Солнца
- C – от Луны
- D – от звёзд

• Что подразумевается под видимым светом?

- A – небольшая часть электромагнитного спектра, которую мы можем видеть
- B – это другое название электромагнитного спектра
- C – любое электромагнитное излучение, испускаемое атомами
- D – любое отраженное электромагнитное излучение

• Что подразумевается под яркостью?

- A – частота испускаемого света
- B – длина волны испускаемого света
- C – яркость источника
- D – промежуток времени, необходимый на испускание света

• Как свет доходит от Солнца до нас?

- A – он движется так же, как и тепло, и при попадании в нашу атмосферу преобразуется в видимый свет
- B – он проходит сквозь вакуум
- C – по причине того, что Солнце имеет толстую атмосферу, которая достигает Земли
- D – космос не является хорошим вакуум, поэтому свет может пройти сквозь него

## Углубленный

• Сколько времени понадобится свету, чтобы дойти от Солнца до нас?

- A – 5 секунд
- B – 1 неделя
- C – 2 года
- D – 8 минут

• Как далеко находится Солнце?

- A – 300 000 км
- B – 90 миллионов км
- C – 150 миллионов км
- D – 1 миллион км

• Какова скорость света?

- A – 340 м/с
- B – 300 000 000 м/с
- C – 186 000 м/с
- D – 1500 м/с

• Почему мы можем видеть некоторые объекты?

- A – все видимые объекты испускают свет
- B – все видимые объекты отражают свет
- C – одни видимые объекты отражают свет, а другие испускают
- D – наши глаза испускают свет

## • Ответы

## Цвет

## Основной

• Как называется явление, при котором световые волны отражаются от поверхности?

B – преломление

C – дифракция

D – излучение

• Как называется процесс, при котором световые волны изменяют направление по мере взаимодействия со средой?

A – дифракция

B – отражение

C – излучение

• Почему некоторые объекты красного цвета?

A – они поглощают красный свет

B – они отражают только красный и синий свет

D – они отражают только красный и зелёный свет

• Что делает некоторые объекты черными?

A – они отражают весь видимый свет

B – они имеют неровную поверхность и вследствие этого отражают свет во всех направлениях

C – они отражают красный и зелёный свет

## Углубленный

• Чему равна самая короткая длина волны видимого света?

B – около 650 нанометров

C – около 800 нанометров

D – около 540 нанометров

• Какой цвет имеет самую короткую длину волны?

A – красный

B – зелёный

D – желтый

• Какой цвет имеет самую длинную длину волны?

A – синий

C – фиолетовый

D – оранжевый

• Какой цвет быстрее проходит сквозь стекло?

A – зелёный

C – оранжевый

D – фиолетовый

## Цвет

## Основной

• Почему разные длины волн при вхождении в стекло преломляются по-разному?

A – они проходят с различной скоростью в стекле

B – одни длины волн поглощаются легче, чем другие

C – одни длины волн интенсивнее других

D – температура стекла будет меняться относительно его поверхности

## Углубленный

• Какой цвет медленнее проходит сквозь стекло?

A – синий

B – фиолетовый

C – красный

D – оранжевый



Что такое свет?

Основной

• Откуда исходит большая часть нашего света?

A – от ископаемого топлива

C – от Луны

D – от звёзд

• Что подразумевается под видимым светом?

B – это другое название электромагнитного спектра

C – любое электромагнитное излучение, испускаемое атомами

D – любое отраженное электромагнитное излучение

• Что подразумевается под яркостью?

A – частота испускаемого света

B – длина волны испускаемого света

D – промежуток времени, необходимый на испускание света

• Как свет доходит от Солнца до нас?

A – он движется так же, как и тепло, и при попадании в нашу атмосферу преобразуется в видимый свет

C – по причине того, что Солнце имеет толстую атмосферу, которая достигает Земли

D – космос не является хорошим вакуум, поэтому свет может пройти сквозь него

Углубленный

• Сколько времени понадобится свету, чтобы дойти от Солнца до нас?

A – 5 секунд

B – 1 неделя

C – 2 года

• Как далеко находится Солнце?

A – 300 000 км

B – 90 миллионов км

D – 1 миллион км

• Какова скорость света?

A – 340 м/с

C – 186 000 м/с

D – 1500 м/с

• Почему мы можем видеть некоторые объекты?

A – все видимые объекты испускают свет

B – все видимые объекты отражают свет

D – наши глаза испускают свет