



Электромагнитный спектр

ФИЗИКА • ВОЛНЫ • ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТР

Глава 1: За гранью инфракрасного

• Что такое электромагнитные волны?

Заряженные частицы, такие как электроны, обладают электрическим полем. Если заряженная частица ускоряется, электрическое поле изменяется. Это изменение электрического поля образует магнитное поле. Изменение магнитного поля вызывает изменение электрического поля. Этот процесс повторяется и образует волну, которая распространяется на высокой скорости. Это явление называется электромагнитной волной.

Электромагнитные волны образуются при колебании электронов. Количество колебаний электрона за секунду определяет число волн, которые образуются за секунду, и это известно как частота волны. Расстояние между ближайшими пиками волны является ее длиной, и она связана с частотой. Высокочастотные волны имеют короткую длину волны.

Некоторые волны можно обнаружить невооруженным глазом. Они называются видимым светом. Есть и другие электромагнитные волны, которые мы не видим. К ним относятся радиоволны, микроволны, инфракрасное, ультрафиолетовое, рентгеновское излучение и гамма-лучи.

• Рекомендуемые фильмы

- Электромагнитный спектр
- Что составляет спектр электромагнитного излучения?

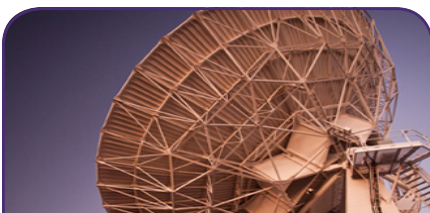


Дополнительный вопрос

В1. Какова скорость электромагнитных волн?

В вакууме все электромагнитные волны распространяются со скоростью примерно 300 000 000 м/с. Эта величина известна как скорость света. Информация и материя не могут перемещаться быстрее скорости света. Скорость распространения электромагнитных волн в других средах может варьировать. Например, в стекле видимый свет проходит со скоростью около 200 000 000 м/с. Кроме того, частота волны может означать, что вместо прохождения через среду волна поглощается средой.

• Что такое радиоволны?



Эти антенны обнаруживают космические радиоволны

Чем меньше энергия волны, тем ниже частота. Радиоволны имеют самую маленькую энергию и большую длину волны, больше 30 см. Если пропускать электрический ток в прямом и обратном направлении через проводник, электроны начнут колебаться и образуются радиоволны. Если эти волны достигают другого проводника, они могут вызвать колебание электронов в этом проводнике, тем самым создавая небольшой электрический ток. Это явление может использоваться для связи.

• Рекомендуемый фильм

- Связь с подводными лодками

• Что такое микроволны?

Если создать колебание электронов на частоте выше, чем частота для радиоволн, около 2 миллиардов в секунду, то образуются волны, называемые микроволнами. Однако в электромагнитном спектре невозможно определить точную границу между двумя типами волн. К микроволнам относят волны, у которых длина волны меньше 30 см и больше нескольких миллиметров. Как и радиоволны, микроволны могут быть использованы для связи. Микроволны имеют более высокую частоту, чем радиоволны, поэтому они могут нести больше информации, но их сложнее использовать на больших расстояниях.

Дополнительные вопросы

V2. Как работают микроволновые печи?

Помимо того, что микроволны можно использовать для связи, с их помощью также можно согреть еду. Молекулы воды являются полярными: одна сторона молекулы имеет небольшой положительный заряд, а другая – небольшой отрицательный заряд. В электрическом поле молекулы воды будут вращаться, выстраиваясь вдоль линий поля. Микроволны, используемые в микроволновой печи, имеют частоту 2,45 гигагерц (они колеблются 2 450 000 000 раз в секунду). Следовательно, молекулы воды будут быстро вращаться вперед и назад, пытаясь выстроиться вдоль линий постоянно меняющегося электрического поля. Эта вибрация эквивалентна повышению температуры; при вращении молекулы воды будут передавать энергию другим молекулам, заставляя их колебаться и повышать свою температуру.

V3. Что такое терагерцевое излучение?

Терагерцевые волны имеют длину волны в диапазоне от 0,3 до 1 мм, что короче микроволн, но длиннее инфракрасного излучения. Пока технологии не улучшились, было трудно производить терагерцевые волны, которые могут проходить через такие материалы, как бумага и одежда. В последнее время боди-сканеры были введены во многих аэропортах. Существует два различных типа сканеров, которые используют две различные технологии: один использует отраженные рентгеновские лучи, а другой использует терагерцевые волны.

• Рекомендуемые фильмы

- Как работают мобильные телефоны?

Глава 2: Инфракрасные, видимые и ультрафиолетовые лучи

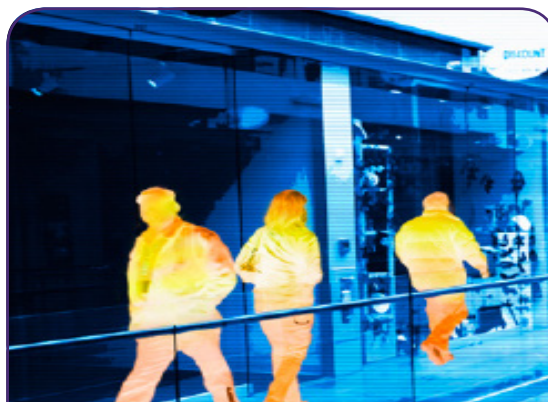
• Что такое инфракрасное излучение?

Волны с длиной в диапазоне от 0,007 мм (7 мкм) до 0,3 мм известны как инфракрасное излучение. Горячие тела выделяют большое количество инфракрасного излучения. Около половины всей энергии Солнца, которая достигает Земли, имеет форму инфракрасного излучения.

Частоты, на которых вибрируют атомы во многих молекулах, находятся в пределах диапазона частот для инфракрасного света. Так как молекулы поглощают свет на этих частотах, можно использовать инфракрасный свет, чтобы определить, какие молекулы присутствуют в образце. Это известно как инфракрасная спектроскопия. Она включает в себя использование большого диапазона частот инфракрасного излучения и выявление тех, которые поглощаются образцом.

• Рекомендуемый фильм

- Инфракрасное излучение: Охота змеи



Инфракрасное излучение испускают теплые объекты, такие как люди

Дополнительные вопросы

В4. Как инфракрасное излучение обнаруживает алкоголь?

Алкотестеры используют инфракрасное излучение, чтобы определить количество алкоголя в дыхании. Инфракрасный свет проходит через камеру, содержащую образец, при этом регистрируется количество инфракрасного света, поглощенного на каждой длине. Это используется для определения количества спирта (этанола) в образце, так как связь кислород-водород в этаноле хорошо поглощается в инфракрасном диапазоне.

В5. Как работают приборы ночного видения?

Есть несколько способов создания приборов ночного видения. Тепловизионные приборы распознают инфракрасный свет, излучаемый теплыми телами, что, конечно, ограничивается обнаружением людей, животных и транспортных средств. Тепловизоры часто используются правоохранительными органами для поиска и отслеживания лиц.

Также инфракрасный свет может быть использован для освещения местности. Он невидим для человека, но детекторы могут использовать отражение инфракрасных лучей для получения изображений. Во время второй мировой войны военные системы работали на этом принципе. Но так как инфракрасный свет, используемый для освещения местности, видим и для врагов, которые используют ту же технологию, его применение было ограничено. По этим же причинам эти системы не часто используются военными в наше время, но они используются в системах безопасности.

Усилители яркости изображения обнаруживают не только инфракрасный свет, но и небольшое количество света, который присутствует на различных длинах волн, и увеличивают интенсивность такого света, чтобы сделать его видимым для человеческого глаза.

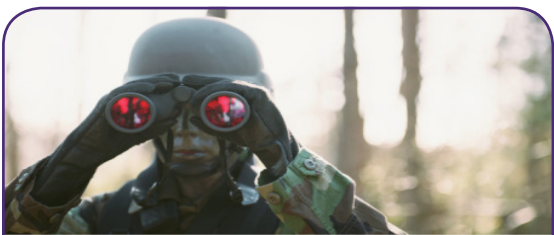
В6. Что такое излучение абсолютно черного тела?

Абсолютно черное тело поглощает любое падающее на него электромагнитное излучение из любой части спектра. Излучение такого объекта называется излучением абсолютно черного тела. Длина волны излучения сильно зависит от температуры тела. Чем выше температура, тем короче длина волны излучаемого света. Тела при комнатной температуре в основном излучают инфракрасный свет, который невидим для нас. Но при температуре около 600°C тела будут излучать видимое красное свечение. При более высоких температурах тела будут светиться оранжевым или желтым цветами. Солнце с температурой поверхности около 5500°C ведет себя как несовершенное черное тело и производит большую часть излучений в диапазоне видимого света. Пик излучений находится в зеленой части видимого спектра. Солнце не выглядит зеленым, так как оно также вырабатывает другие длины волн, которые смешиваются и делают его белым (хотя с Земли Солнце кажется слегка желтым благодаря рассеиванию голубого света в атмосфере).

• Какой диапазон электромагнитных волн могут видеть люди?

• Рекомендуемые фильмы

- Электромагнитный спектр
- Что составляет спектр электромагнитного излучения?
- Факты: Зрение животных



Очки ночного видения различают инфракрасный свет

Люди могут увидеть свет с длиной волны от 0,4 до 0,75 мкм (микрометр – миллионная часть метра), хотя это немного варьируется в зависимости от человека. Такие волны вырабатываются, когда электроны в атомах меняют позиции, опустившись с более высоких на более низкие энергетические уровни. Видимый свет является лишь очень малой частью электромагнитного спектра, но именно в этом диапазоне Солнце излучает наиболее интенсивно. Некоторые птицы и насекомые могут видеть более короткие длины волн и способны различать ультрафиолет или видеть более длинные волны, реже инфракрасный свет. Но некоторые змеи имеют орган, который позволяет им засекают инфракрасное свечение и тем самым обнаруживать добычу. Но остается неясным, “видят” ли они изображение в инфракрасном виде.

• Что такое ультрафиолетовое излучение?

Электромагнитные волны с длиной волны от 0,01 мкм до 0,4 мкм называются ультрафиолетом. Они могут быть излучены при рекомбинации свободных электронов с атомами. В зависимости от длины волны ультрафиолетовое излучение делится на УФ-А, УФ-В и УФ-С. Все три вида могут привести к повреждению кожи.

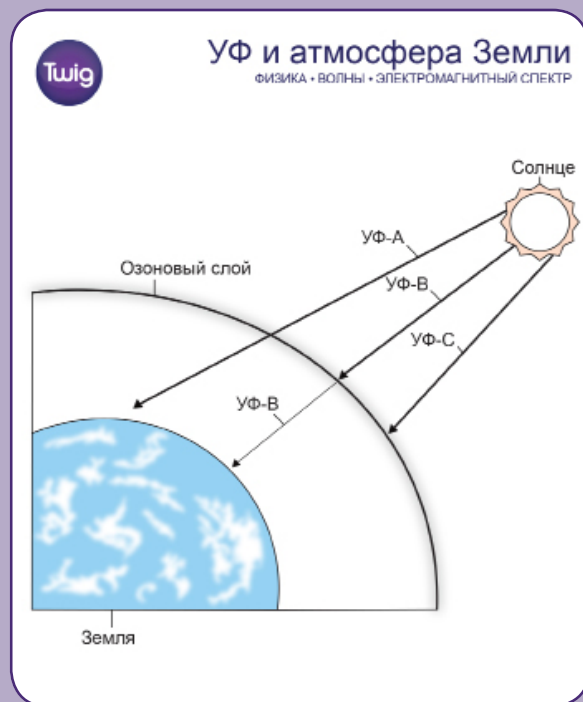
УФ-А имеет самую протяжённую длину волны и, в отличие от УФ-В, может проходить через стекло. УФ-В и УФ-С считаются более опасными, чем УФ-А, и вызывают повреждения ДНК и в результате - рак кожи. Реакция кожи на воздействие ультрафиолета – это выделение пигмента меланина, что вызывает загар. При воздействии большого количества ультрафиолетовых лучей повреждаются клетки кожи и образуется ожог.

Хотя УФ-С считается самым опасным, он почти полностью заблокирован атмосферой Земли, в частности озоновым слоем.

• Рекомендуемые фильмы

- Электромагнитный спектр
- Что составляет спектр электромагнитного излучения?

ДИАГРАММА 02:



Ультрафиолет в солнечном свете вызывает загар и ожог кожи

Дополнительные вопросы

В7. Как ультрафиолет используется для освещения?

Хотя ультрафиолет невидим для человека, он может быть использован для освещения. В люминесцентных лампах электрический ток используется для возбуждения атомов газа. Когда электроны в атомах переходят на низкие энергетические уровни, излучается ультрафиолетовый свет. Покрытие лампочки изготовлено из материала, который поглощает ультрафиолет и излучает видимый свет. Этот процесс используется в энергосберегающих лампочках и является очень эффективным. При этом выделяется очень мало тепла, в отличие от ламп с вольфрамовыми нитями.

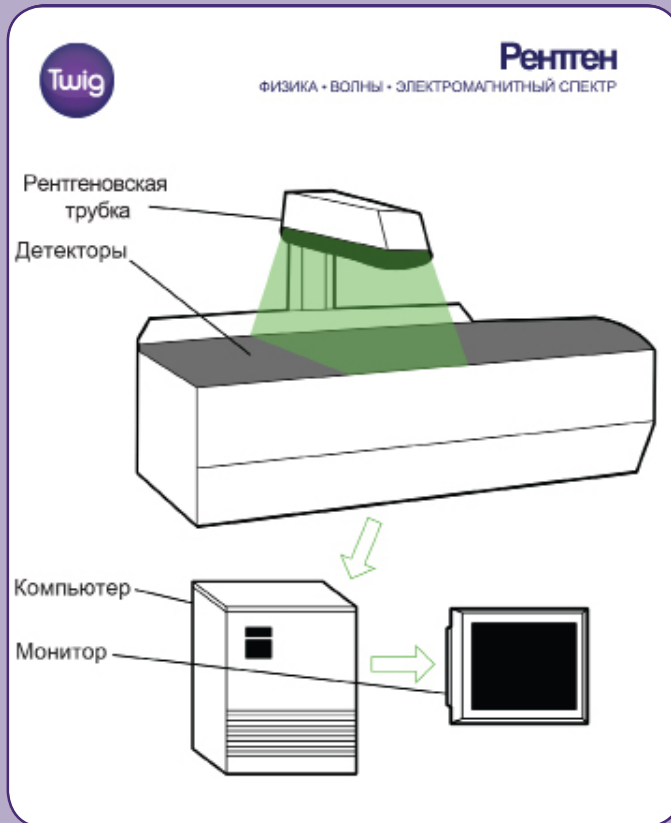
В8. Что такое вакуумный УФ?

При длине волн от 0,1 до 0,2 мкм ультрафиолет поглощается воздухом и светом, и такой ультрафиолет называется вакуумным. Использование вакуума для создания волн с такой длиной было бы очень сложно. Однако поглощение обусловлено молекулами кислорода, поэтому можно избежать необходимости в вакууме, используя азот вместо воздуха. Это важно для полупроводниковой промышленности, которая использует вакуумный УФ в процессе фотолитографии. Полупроводник покрывается химикатом и облучается ультрафиолетом, который проходит через маску. Ультрафиолет активирует химическое покрытие, и образец в маске откладывается на полупроводнике. Поверхность может быть затем загравирована, и в итоге интегрированные схемы могут быть сконструированы.

Глава 3: Рентгеновские и Гамма-лучи

• Что такое рентгеновские лучи?

ДИАГРАММА 03:



Волны с длиной от 0,01 до 10 нанометров (нм) называются рентгеновскими лучами. Эти волны создаются, когда электрон с очень низкого энергетического уровня отделяется от атома (как правило, свободный электрон на высокой скорости). Его место затем заполняется электроном с более высокого энергетического уровня, и излучается волна с большой энергией. Эти волны имеют очень высокую частоту – 1 эксагерц (квинтиллион герц). Электромагнитные волны с такой высокой частотой имеют достаточно высокую энергию, которая может отделять электроны от атомов, превращая атомы в положительно заряженные ионы. По этой причине мы говорим, что рентгеновские лучи являются одной из форм ионизирующего излучения.

• Рекомендуемый фильм

- Волны в медицине



Эта фотография человеческого торса, составленная с помощью серии рентгеновских снимков

Дополнительный вопрос

В9. Как рентгеновские лучи используются в медицине?

Коротковолновые рентгеновские лучи могут проходить через плоть, но поглощаться костями. Если фотопленку разместить на другой стороне пациента, рентгеновские лучи, проходящие через пациента, отображаются на пленке, оставив область, заблокированную костями, без изменений. Таким образом можно получить изображение костей внутри тела, хотя современное рентгеновское оборудование обычно использует цифровые детекторы, а не пленку. Ткани организма поглощают рентгеновские лучи в определенной степени, таким образом их можно увидеть на пленке и проводить диагностику.

• Что такое гамма-лучи?

Электромагнитные лучи с длиной волны менее 0,01 нм называются гамма-лучами. На самом деле трудно определить границу между гамма-лучами и рентгеновскими лучами. А иногда одна и та же волна может считаться коротковолновым рентгеновским или длинноволновым гамма-лучом. По этой причине волны часто классифицируются по происхождению. Рентгеновские лучи испускаются электронами атомов, гамма-лучи испускаются ядрами, или когда вещество и антивещество уничтожаются.

Очень трудно блокировать гамма-лучи. Для уменьшения воздействия часто используется толстое свинцовое или бетонное покрытие. Гамма-лучи являются одной из форм ионизирующего излучения и могут привести к повреждению живой ткани. Они менее вредные, чем другие формы излучения, из-за своей способности проникать почти через все. Это значит, что значительная часть гамма-лучей проходит через человеческое тело непоглощенной.

• Как гамма-лучи используются в медицине?



Гамма-лучи могут использоваться для стерилизации медицинского оборудования

Хотя гамма-лучи могут быть опасны для человека и увеличивают риск развития рака, они часто используются в лучевой терапии для уничтожения раковых клеток. Их способность проходить через ткани человеческого организма также означает, что излучатели гамма-лучей могут быть использованы в качестве прибора для обнаружения повреждений. Вещества, которые испускают гамма-лучи, принимаются внутрь. Поскольку излучение гамма-лучей внутри тела можно зарегистрировать извне, их распределение можно отобразить и использовать для получения изображений для исследования и диагностики.

• Рекомендуемый фильм

- Волны в медицине

• Тест

Электромагнитный спектр

Основной

• Скорость света в вакууме

- A – 300 000000 м/с
- B – 340 м/с
- C – 186 000 м/с
- D – 200 000 м/с

• Как называется диапазон электромагнитных лучей?

- A – спектральное распределение
- B – электрическое поле
- C – электромагнитный спектр
- D – магнитное поле

• Длина волны электромагнитного излучения

- A – несколько миллиметров
- B – сотни километров
- C – от десятичных долей размеров атома до тысяч километров
- D – меньше пары сантиметров

• Как называется процесс освобождения и отделения электронов от атомов или молекул?

- A – излучение
- B – ионизация
- C – колебание
- D – ядерный синтез

Углубленный

• Как частота волны зависит от ее длины?

- A – высокочастотные волны имеют большую длину
- B – никак не зависит
- C – высокочастотные волны имеют короткую длину
- D – самые низкочастотные волны имеют короткую длину, но не все

• Как энергия волны зависит от ее частоты?

- A – энергия волны зависит только от ее скорости
- B – высокочастотные волны имеют низкую энергию
- C – энергия волны зависит только от среды, в которой она движется
- D – высокочастотные волны имеют высокую энергию

• Какие типы волн могут высвобождать электроны с атомов или молекул?

- A – радиоволны, инфракрасный и видимый свет
- B – радиоволны, рентгеновские лучи и гамма-лучи
- C – инфракрасный, видимый и ультрафиолетовый свет
- D – ультрафиолет, рентгеновские и гамма-лучи

Электромагнитный спектр

Основной

• Когда образуется электромагнитное излучение?

- A – при изменении направления света
- B – когда заряженные частицы колеблются
- C – когда частицы меняют направление
- D – при столкновении частиц

Углубленный

• Может ли электромагнитная волна проходить через вакуум?

- A – нет, им нужна среда для перемещения
- B – нет, они только перемещаются в космосе, потому что это неидеальный вакуум
- C – да, им не нужна среда для перемещения
- D – да, но они перемещаются очень медленно

• Что такое поперечная волна?

- A – волна, которая движется быстрее, чем звук
- B – волна, которая колеблется по направлению движения
- C – волна, которая движется со скоростью света
- D – волна, которая колеблется под прямым углом к направлению движения

• Ответы

Электромагнитный спектр

Основной

• Скорость света в вакууме

B – 340 м/с

C – 186 000 м/с

D – 200 000 м/с

• Как называется диапазон электромагнитных лучей?

A – спектральное распределение

B – электрическое поле

D – магнитное поле

• Длина волны электромагнитного излучения

A – несколько миллиметров

B – сотни километров

D – меньше пары сантиметров

• Как называется процесс освобождения и отделения электронов от атомов или молекул?

A – излучение

C – колебание

D – ядерный синтез

Углубленный

• Как частота волны зависит от ее длины?

A – высокочастотные волны имеют большую длину

B – никак не зависит

D – самые низкочастотные волны имеют короткую длину, но не все

• Как энергия волны зависит от ее частоты?

A – энергия волны зависит только от ее скорости

B – высокочастотные волны имеют низкую энергию

C – энергия волны зависит только от среды, в которой она движется

• Какие типы волн могут высвободить электроны с атомов или молекул?

A – радиоволны, инфракрасный и видимый свет

B – радиоволны, рентгеновские лучи и гамма-лучи

C – инфракрасный, видимый и ультрафиолетовый свет

Электромагнитный спектр

Основной

• Когда образуется электромагнитное излучение?

A – при изменении направления света

B – когда заряженные частицы колеблются

C – когда частицы меняют направление

D – при столкновении частиц

Углубленный

• Может ли электромагнитная волна проходить через вакуум?

A – нет, им нужна среда для перемещения

B – нет, они только перемещаются в космосе, потому что это неидеальный вакуум

C – да, им не нужна среда для перемещения

D – да, но они перемещаются очень медленно

• Что такое поперечная волна?

A – волна, которая движется быстрее, чем звук

B – волна, которая колеблется по направлению движения

C – волна, которая движется со скоростью света

D – волна, которая колеблется под прямым углом к направлению движения