

Тема 5.2. Волновые свойства света

Содержание темы: Виды излучений. Виды спектров. Спектры испускания. Спектры поглощения. Спектральный анализ. Спектральные классы звезд.

Виды излучений.

Выделяют несколько видов излучений в зависимости от природы и характеристик. ru.wikipedia.orgru.wiki.ru

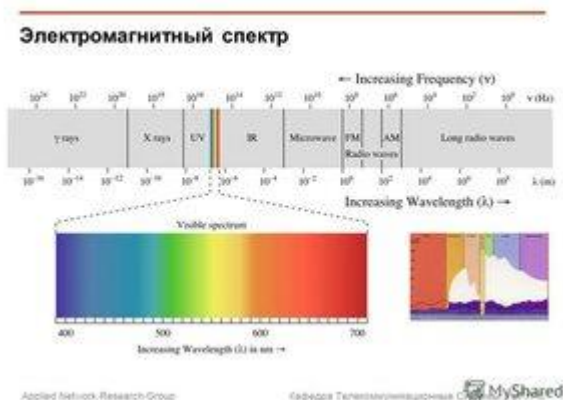
Электромагнитные излучения

Электромагнитное излучение — это форма передачи энергии через пространство в виде волн, которые создаются движением заряженных частиц. Охватывает широкий диапазон длин волн и частот, образуя электромагнитный спектр. Work5.ru

Некоторые виды электромагнитного излучения:

- **Радиоволны и микроволны** — используются в радиовещании, телевидении, мобильной связи.
- **Инфракрасное излучение** — ощущается как тепло, применяется в тепловизорах, инфракрасных датчиках и пультах управления.
- **Видимый свет** — часть спектра, которую человеческий глаз воспринимает как свет (цвета от красного до фиолетового).
- **Ультрафиолетовое излучение** — помогает коже вырабатывать витамин D, но может вызывать солнечные ожоги.
- **Рентгеновское излучение** — применяется в медицине для рентгенодиагностики.
- **Гамма-излучение** — обладает высокой энергией, используется в медицине для лучевой терапии.

Work5.ru



Излучения частиц

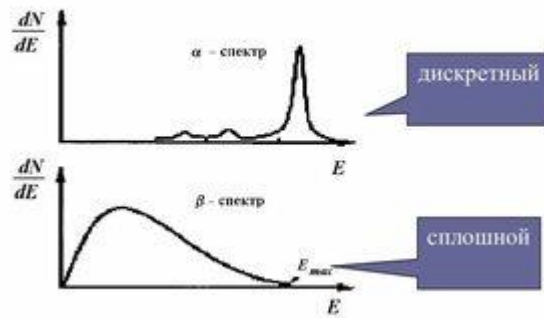
Излучения частиц — это потоки заряженных или нейтральных частиц, которые испускаются при ядерных реакциях или других явлениях. obrazovaka.ru

Некоторые виды излучений частиц:

- **Альфа-излучение** — тяжёлые, положительно заряженные частицы, испускаемые при распаде.
- **Бета-излучение** — поток электронов (или позитронов), летящих с высокой скоростью.
- **Нейтронное излучение** — потоки нейтронов, которые образуются при работе атомных реакторов.

obrazovaka.rudzen.ru

Спектры альфа и бета распада



Акустические излучения

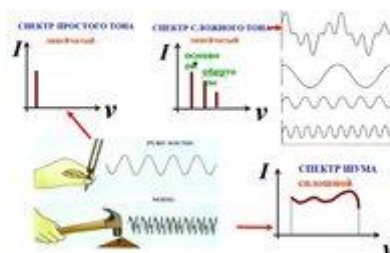
Акустическое излучение — это возбуждение волн в упругой среде (воздухе, воде, твёрдых веществах), окружающей источник акустических колебаний. dic.academic.ru

Примеры акустических излучений:

- **Звуковые волны** — воспринимаются ухом человека и животных.
- **Ультразвуковые волны** — используются в ультразвуковом методе неразрушающего контроля.

[dic.academic.ru/ekolinknk.ru](http://dic.academic.ru/ru/ekolinknk.ru)

5. Акустический спектр — диаграмма, отражающая частоту тонов, входящих в состав звука, и соответствующие им интенсивности.



Гравитационные излучения

Гравитационные излучения — это колебательное изменение гравитационного поля, которое распространяется от источника в пространстве со скоростью, равной скорости распространения света. old.bigenc.ru

Источником гравитационных волн служат любые массы, движущиеся с переменным ускорением. old.bigenc.ru

Основные источники гравитационного излучения — астрофизические объекты и явления, такие как тесные двойные звёздные системы, быстровращающиеся пульсары, столкновения нейтронных звёзд или чёрных дыр, взрывы сверхновых звёзд. old.bigenc.ru

Виды спектров.

Спектры бывают разных видов: непрерывные (сплошные), линейчатые, полосатые и спектры поглощения. videouroki.net/multiurok.ruprokamni.com

Непрерывные (сплошные) спектры

Представляют собой сплошную разноцветную полосу. В спектре представлены волны всех длин, нет разрывов. multiurok.ruengamika.ru

Источники: сильно нагретые твёрдые и жидкие тела, а также газы и пары под очень высоким давлением, высокотемпературная плазма. videouroki.netmultiurok.runsportal.ru

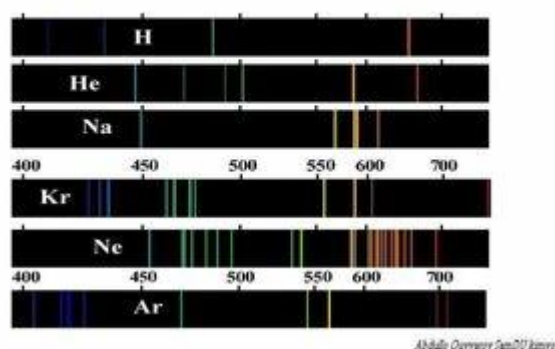
Линейчатые спектры

Состоят из отдельных узких линий различного цвета, разделённых широкими тёмными промежутками. videouroki.netvideouroki.net

Характерны для веществ в газообразном атомарном состоянии. Свет излучают атомы, которые практически не взаимодействуют друг с другом. multiurok.ruvideouroki.net

У каждого химического элемента свой неповторимый спектр, так как изолированные атомы излучают волны строго определённой длины. nsportal.ruvideouroki.net

3. Баъзи элементларнинг чизиқли спектрлари



Полосатые спектры

Состоят из ряда цветных полос, разделённых тёмными промежутками. videouroki.netru.ruwiki.ru

Возникают вследствие электронных переходов в молекулах или межзонных переходов в кристаллах. Каждая полоса представляет собой совокупность большого числа тесно расположенных линий. ru.ruwiki.rumultiurok.ru

Полосатые спектры

- **Полосатый спектр** состоит из отдельных полос, разделённых темными промежутками. Каждая полоса представляет собой совокупность большого числа очень тесно расположенных линий.



- **Полосатые спектры** образуются не атомами, а молекулами, не связанными или слабо связанными друг с другом.

Спектры поглощения

Представляют собой тёмные линии или полосы на фоне непрерывного спектра источника. multiurok.ruprokamni.com

Образуются, когда вещество поглощает световые волны определённых длин. Поглощённые частоты соответствуют переходам электронов, вращению молекул или их колебаниям. prokamni.comskysmart.ru

Каждый химический элемент и соединение обладают уникальными спектрами поглощения, что позволяет использовать их для анализа состава вещества. prokamni.com



Спектры испускания.

Спектры испускания (излучения, эмиссионные) — это совокупность частот (длин волн), которые содержатся в излучении какого-либо вещества. Они возникают, когда атомы или молекулы вещества нагреваются или подвергаются воздействию электричества, заставляя их испускать свет на определённых длинах волн. eduspb.comold.bigenc.ruskysmart.ru

- **Спектр испускания- эмиссионный спектр** — набор линий, полос в электромагнитном спектре, испускаемым веществом.

Спектр испускания и поглощения для атома гелия
Тёмные линии на фоне непрерывного спектра — это линии поглощения, образующие в совокупности спектр поглощения.
- **Спектр поглощения**- это совокупность частот, поглощаемых данным веществом. Спектр поглощения связан с зависимостью показателя поглощения вещества от длины волны (частоты) излучения. Обусловлен энергетическими переходами в веществе. Для различных веществ спектры поглощения различны.
- Все вещества, атомы которых находятся в возбужденном состоянии, излучают световые волны, энергия которых определенным образом распределена по длинам волн.

Типы спектров испускания

Выделяют три типа спектров испускания:

- **Сплошной (непрерывный).** Содержит все длины волн определённого диапазона. Такой спектр излучают нагретые твёрдые и жидкие вещества, газы под большим давлением. eduspb.comkormakov.ru
- **Линейчатый.** Состоит из отдельных линий разного цвета, разделённых тёмными промежутками. Возникает при испускании света атомами или молекулами в газообразном состоянии. eduspb.comkormakov.rueuroki.org
- **Полосатый.** Состоит из отдельных полос, разделённых тёмными промежутками. Излучается газом в молекулярном состоянии. eduspb.comkormakov.ru

Примеры спектров испускания

- **Свет от нагретых твёрдых тел или ламп накаливания** — сплошной спектр, в котором представлены все видимые цвета, плавно переходящие друг в друга.
- **Спектр газоразрядной лампы, в которой светится пар ртути** — линейчатый, состоит из отдельных резких линий.
- **Спектр пара йода** — полосатый, состоит из отдельных полос, разделённых тёмными промежутками.

euroki.orgsfiz.ru

Применение спектров испускания

Спектры испускания используются в различных областях, например:

- **Определение состава вещества.** Каждый химический элемент имеет свой характерный спектр, что позволяет идентифицировать присутствующие вещества. eduspb.comru.wikipedia.org*skysmart.ru
- **Изучение астрономических объектов.** Спектры испускания помогают определить движение объектов, получить информацию о происходящих в них физических процессах и структуре объекта. ru.wikipedia.org*ru.ruwiki.ru
- **Контроль состава вещества** в металлургии, машиностроении, при добыче полезных ископаемых. eduspb.comWika.TutorOnline.ru

Спектры поглощения.

Спектры поглощения — это графическое отображение того, как вещество поглощает световые или другие виды электромагнитных волн в зависимости от их длины волны или частоты. Для различных веществ спектры поглощения различны. prokamni.comru.wikipedia.org*ru.ruwiki.ru



Виды спектров поглощения

- **Атомные.** Поглощение излучения происходит на уровнях электронных переходов в атомах, обычно в видимом или ультрафиолетовом диапазоне.
- **Молекулярные.** Включают линии, возникающие при изменении колебательных или вращательных состояний молекул, часто в инфракрасной или микроволновой области.
- **Спектры сложных соединений.** В твёрдых и жидких телах спектры обычно представляют собой широкие полосы, так как взаимодействие между молекулами увеличивает разброс поглощаемых частот.

prokamni.com

Принцип образования

Когда электромагнитное излучение проходит через вещество, определённые длины волн поглощаются его атомами или молекулами. Поглощённые частоты соответствуют переходам электронов, вращению молекул или их колебаниям. В результате на сплошном спектре света появляются тёмные линии или полосы — **линии поглощения**. prokamni.commultiurok.ru

Применение

Спектры поглощения используются для анализа состава вещества. Каждый химический элемент и соединение обладают уникальными спектрами, что позволяет использовать их для идентификации компонентов. prokamni.comege-study.ru

Также спектры поглощения применяются в других областях, например:

- **В минералогии и геологии.** Позволяют определять состав и химические свойства минералов, выявлять наличие элементов, которые могут быть невидимы при обычном визуальном анализе. prokamni.com
- **В астрофизике.** Используются для исследования состава звёзд, атмосферы планет и межзвёздных облаков. skysmart.runsportal.ru

Примеры

- **Спектр поглощения солнечной атмосферы.** Содержит около 20 000 тёмных линий (фраунгоферовых), которые возникают при прохождении света через газовую оболочку Солнца и атмосферу Земли. По этим линиям был определён состав солнечной атмосферы и впервые открыт гелий. videouroki.net
- **Спектр поглощения паров натрия.** При пропускании белого света через сосуд с парами натрия на сплошном спектре появляются две узкие чёрные линии в жёлтой области — линии поглощения атомов натрия. yaklass.ruvideouroki.net

Спектральный анализ.

Спектральный анализ — совокупность методов качественного и количественного определения состава объекта, основанная на изучении спектров взаимодействия материи с излучением. ru.wikipedia.org*ru.ruwiki.ru

Спектр — диапазон электромагнитных волн, излучаемых или поглощаемых атомами, молекулами или другими частицами. Каждый химический элемент имеет свой уникальный линейчатый спектр. Анализируя спектр, можно определить, какие элементы присутствуют в веществе и в каком количестве. dzen.ruotvet.mail.ruotvet.mail.ru



История

Первое серьёзное исследование тёмных линий в спектре солнечного света провёл **Йозеф Фраунгофер** в 1814 году. Он зафиксировал 574 линии, составил их таблицу и дал каждой обозначение. Фраунгофер установил, что эти линии — природная характеристика света, а не результат влияния земной атмосферы или оптических приборов. [ru.wikipedia.org*dzen.rumillab.ru](https://ru.wikipedia.org/dzen.rumillab.ru)

В 1859 году **Густав Кирхгоф** и **Роберт Бунзен** сделали ключевое открытие: они установили, что каждый химический элемент имеет уникальный спектр. Это позволило определять состав веществ по их спектральным характеристикам. millab.rudzen.ru

Методы

Некоторые методы спектрального анализа:

- **Эмиссионный** — использует спектры излучения атомов. masters.donntu.ru/old.bigenc.ru
- **Абсорбционный** — анализирует спектры поглощения молекул и их структурных частей. masters.donntu.ru/old.bigenc.ru
- **Лазерно-флуоресцентный** — сочетает преимущества эмиссионной и абсорбционной методик. old.bigenc.ru
- **Рентгено-спектральный** — изучает спектры испускания и поглощения в рентгеновском диапазоне. millab.ru
- **Радиоспектроскопический** — использует спектры поглощения молекул в микроволновом участке спектра. masters.donntu.ru

Применение

Спектральный анализ применяется в различных областях, например:

- **Астрономия** — определение химического состава звёзд, планет, галактик.
- **Физика** — исследование структуры атомов и молекул, изучение плазмы.
- **Химия** — анализ сложных соединений, контроль качества продукции.
- **Биология и медицина** — исследование тканей, клеток и биологических жидкостей, диагностика заболеваний.
- **Геология и экология** — анализ состава горных пород, почвы, воды, контроль загрязнения окружающей среды.
- **Археология** — определение возраста артефактов, исследование материалов древних цивилизаций. otvet.mail.ru

Оборудование

Для спектрального анализа используются специальные приборы — **спектрометры**. Например:

- **Оптико-эмиссионные спектрометры** — для измерения состава монокристаллических токопроводящих веществ.
- **Рентгенофлуоресцентные спектрометры** — для измерения содержания элементов в пробах твёрдых, жидких и порошкообразных материалов.
- **ИК-Фурье спектрометры** — для количественного и качественного анализа содержания вещества в образце с помощью инфракрасного излучения.

litas.rumillab.ru

Спектральные классы звезд.

Спектральные классы звёзд — это классификация, которая описывает вид спектра и линий в нём, зависящий в основном от температуры звезды. ru.wikipedia.org*

A chart titled "Гарвардская спектральная классификация звёзд" (Harvard Spectral Classification of Stars). It lists spectral classes O, B, A, F, G, K, and M. For each class, it provides an effective temperature range in Kelvin (K) and a corresponding color. To the right of the color names are small circular color swatches. The colors transition from blue for O, through white and yellow, to red for M. A "MyShared" logo is visible in the bottom right corner of the chart.

класс	эффективная температура К	цвет
O	26000–35000	голубой
B	12000–25000	бело - голубой
A	8000–11000	белый
F	6200–7900	жёлто - белый
G	5000–6100	жёлтый
K	3500–4900	оранжевый
M	2600–3400	красный

История классификации

Первая попытка классификации звёзд по их спектрам была предпринята **Анджело Секки** в 1860-х годах. Он разделил звёзды на группы в зависимости от цвета спектра и температуры поверхности. ru.wikipedia.org

Современная (гарвардская) спектральная классификация разработана в 1890–1924 годах учёными Гарвардской обсерватории. Она основана на виде и относительной интенсивности линий поглощения и испускания спектров звёзд. videouroki.net

Описание классов

Основные спектральные классы звёзд в порядке уменьшения температуры, от более голубых к более красным:

- **O** — температура 30–60 тыс. К, голубой цвет;
- **B** — температура 10–30 тыс. К, бело-голубой цвет;
- **A** — температура 7,5–10 тыс. К, белый цвет;
- **F** — температура 6–7,5 тыс. К, жёлто-белый цвет;
- **G** — температура 5–6 тыс. К, жёлтый цвет;
- **K** — температура 3,5–5 тыс. К, оранжевый цвет;
- **M** — температура 2–3 тыс. К, красный цвет.

litnet.comvideouroki.net

Каждый класс делится на подклассы, которые обозначаются цифрами от 0 до 9 (кроме O, подклассы которого — от 2 до 9) в порядке понижения температуры. ru.wikipedia.orgvideouroki.net

Примеры звёзд

- **Класс O** — звёзды Минтака и Альнитак, звёзды пояса Ориона (O9);
- **Класс B** — Ригель, бета Ориона (B8);
- **Класс A** — Сириус, альфа Большого Пса (A1);
- **Класс F** — Процион, альфа Малого Пса (F5);
- **Класс G** — Солнце (G2);
- **Класс K** — Арктур, альфа Волопаса (K1);

- **Класс M** — Антарес, альфа Скорпиона (M1).

litnet.comvideouroki.net

Дополнительные классы

Для некоторых классов звёзд выделяют **дополнительные спектральные классы**:

- **Класс C** — звёзды с молекулярными полосами углерода в спектрах; bigenc.ru
- **Класс S** — звёзды с оксидами циркония в спектральных линиях; dzen.ru
- **Класс W** — звёзды Вольфа — Райе (очень горячие звёзды с широкими полосами излучения). videouroki.netkartaslov.ru

Также выделяют классы для коричневых карликов (L, T, Y) и новых звёзд (Q). bigenc.ruvideouroki.net