

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕКТРОСКОПИИ В АСТРОНОМИИ И ФИЗИКЕ

**М.Курбонназарова**, студентка 4 курса факультета «Физика-астрономия», НавГПИ

к.ф.-м.н. **У.Д.Шеркулов**, факультет «Физика-астрономия», НавГПИ

**Свет** представляет собой электромагнитные волны. Он может вести себя как волна и как частица, что называется волново-частичным дуализмом.

**Цвет** света зависит от его длины волны. Короткие волны соответствуют синему свету, а длинные волны — красному. Это легко объяснить, используя радугоу как природный пример разложения света.

При прохождении света через вещество происходит разложение света на цвета - это явление называется дисперсией. **Дисперсия** – зависимость показателя преломления и скорости света от частоты световой волны. За счёт дисперсии происходит разложение белого света. Белый свет имеет сложную структуру, то есть содержит электромагнитные волны разных частот и длин волн – спектры [1,2].

Атомы любого химического элемента, поглотившие квант света, дают спектр, не похожий на спектры всех других элементов: они способны излучать строго определенный набор длин волн. Изолированные атомы в газообразном состоянии излучают строго определенные длины волн - линейчатые спектры. Полосатые спектры создаются молекулами. Непрерывные спектры дают тела, находящиеся в твердом, жидком состоянии, а также сильно сжатые газы [1,3].

Некоторые источники света, такие как лампы накаливания, дают непрерывный спектр, тогда как атомы или молекулы дают линейчатый спектр — набор отдельных линий.

**Спектроскопия** — это метод исследования вещества через анализ света, который это вещество испускает или поглощает. Проще говоря, спектроскопия позволяет нам увидеть "подпись" вещества по его свету. Эта "подпись" помогает определить, из каких элементов и соединений состоит объект, а также понять его физические и химические свойства [4].

Принципы спектроскопии основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Излучение может быть поглощено, испущено, отражено или рассеяно, в зависимости от энергии излучения и энергетических уровней вещества. Поглощение и испускание

излучения происходят на определенных частотах, соответствующих энергетическим переходам атомов или молекул. Эти переходы и соответствующие им спектральные линии предоставляют ценную информацию о структуре, составе и свойствах вещества. Эти переходы могут быть: электронными, колебательными, вращательными, а также переходами, связанными с изменением направления магнитного момента электронов или ядер и прочих.

Основными видами спектроскопии являются атомная и молекулярная спектроскопия.

**Атомная спектроскопия** изучает взаимодействие света с атомами. Она позволяет определять энергетические уровни атомов, спектральные линии и спектральные характеристики. Существуют различные методы атомной спектроскопии, включая атомную поглощающую спектроскопию, атомную эмиссионную спектроскопию и атомную флуоресцентную спектроскопию.

**Молекулярная спектроскопия** изучает взаимодействие света с молекулами. Она позволяет определять структуру молекул, химические связи, вращательные и колебательные состояния. Основными методами молекулярной спектроскопии являются инфракрасная спектроскопия, рамановская спектроскопия и масс-спектрометрия. Инфракрасная спектроскопия используется для анализа функциональных групп в молекулах, исследования химических связей и определения структуры органических соединений. Рамановская спектроскопия позволяет изучать вращательные и колебательные состояния молекул, а также определять химические связи и структуру образцов. Масс-спектрометрия используется для анализа массы молекул и определения их структуры.

**Методы атомной спектроскопии:** 1. Атомно-абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрический анализ); 2. Атомно-эмиссионная спектроскопия 3. Атомная флуоресценция.

**Методы молекулярной спектроскопии:** 1. Электронная спектроскопия. 2. Инфракрасная спектроскопия. 3. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. 4. Микроволновая спектроскопия. 5. Ядерный магнитный резонанс. 6. Электронный парамагнитный резонанс. 7. Масс-спектрометрия [5-9].

Слово "спектр" в переводе с латинского означает "появление" или "схема". Исаак Ньютон (1666 год) провел эксперименты с призмами и обнаружил, что белый свет может быть разложен на спектр цветов. Он посветил солнечным светом на призму и увидел радугу цветов, что стало

первым шагом к пониманию, что свет состоит из различных длин волн. В 1758 г. Маркграф впервые, используя окраску цвета пламени, открыл способ визуального определения вещества. В 1802 г. английский физик Волдастон объяснил эксперимент Ньютона с призмой, усовершенствовал его и впервые наблюдал многочисленные темные линии в солнечном спектре. В то же время Гершель и Тальбот проводили эксперименты со светом пламени, и в 1834 г. Тальбот спектрально разделил красный цвет пламени стронция и красный цвет лития, что считается зарождением аналитической оптической спектроскопии. Этот новый метод исследования, названный оптической спектроскопией, развивается с 1834г. до настоящего времени.

**Спектральный анализ** – метод определения химического состава вещества по его спектру, разработанный в 1859 году немецкими учеными Густавом Кирхгофом и Робертом Бунзеном [11,12], получил широкое применение после изобретения Робертом Вудом спектрографа [10,13,14]. Фраунгофер, который разработал спектроскопию на дифракционных решетках получил 1500 линий в спектре солнечного света.

**Спектрометры** - это инструменты, которые измеряют спектр света. Они используются в различных областях, включая химию, физику, астрономию и биологию. Существует множество различных типов спектрометров, каждый из которых работает по-своему и имеет свои преимущества и недостатки.

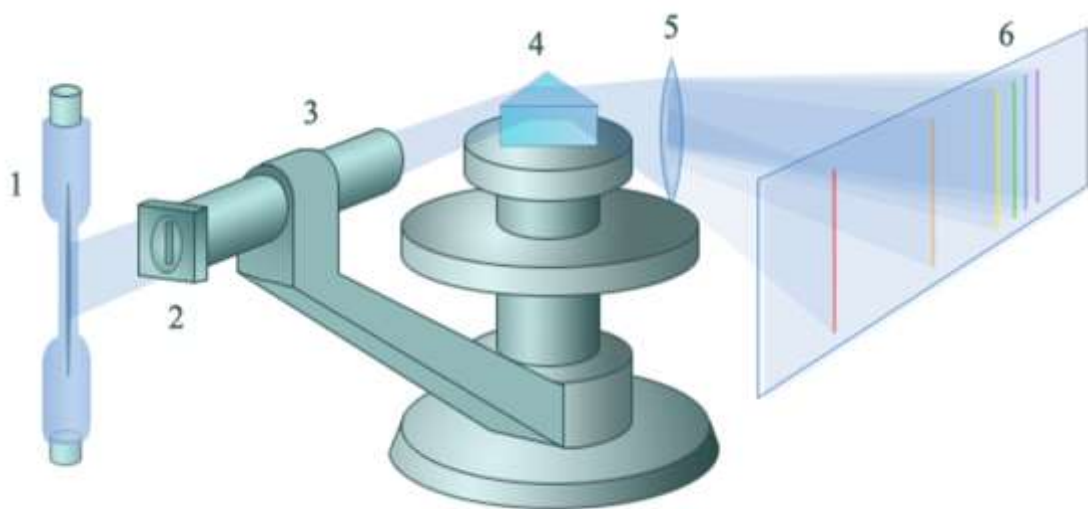


Рис. 1. Схема спектроскопа.

В **спектрографе** или **спектроскопе** (Рис.1) свет от исследуемого источника *1* направляется на щель *2* трубы *3*, называемой коллиматорной. Щель выделяет узкий пучок света. На втором конце трубы имеется линза, которая пучок света преобразует в параллельный. Параллельный пучок света,

выходящий из коллиматорной трубы, падает на грань стеклянной призмы 4. Так как показатель преломления света в стекле зависит от длины волны, то пучок света, состоящий из волн разной длины, разлагается на параллельные пучки света разного цвета, идущие по разным направлениям. Линза 5 зрительной трубы фокусирует каждый из пучков и дает изображение щели в каждом цвете. Разноцветные изображения щели образуют разноцветную

п  
о  
л

о В 1885 г. швейцарский ученый Бальмер открыл серию так называемых спектральных "линий Бальмера" в спектре водорода. В 1897 г. английский ученый Томпсон открыл электрон, а в 1911 г. его соотечественник Эрнест Резерфорд открыл атомное ядро. В 1900 г. Макс Планк сформулировал первые законы квантовой теории. Вернер Гейзенберг (1932 г.) и Эрвин Шредингер (1933 г.) получили Нобелевскую премию за пионерские работы по квантовой механике. В дальнейшем концепцию квантовой механики развивали Поль Дирак и Вольфганг Паули (1945 г.), которые также получили Нобелевскую премию. На протяжении многих десятилетий в спектроскопии использовались обычные вольфрамовые лампы накаливания, призмы, дифракционные решетки и детекторы света, которые ограничивали результаты узким диапазоном видимой области между 500 и 700 нм.

. В настоящее время определены спектры всех атомов и составлены таблицы каждого химического элемента при сгорании в спектроскопе излучает характерный свет. Развитие направления формирования спектров для анализа света, расположенных в видимой области спектра, в настоящее время широко распространение в различных областях деятельности человека получили методы спектрального анализа,

благодаря скорости проведения, количеству одновременно определяемых элементов и большой точности анализа.

Наряду с традиционным использованием в металлургии и промышленных предприятиях для анализа металлов и сплавов, в геологии, в археологии, в астрофизике, в химии, спектральный анализ всё чаще находит себе применение в таких областях как экология, пищевая промышленность, сельское хозяйство и медицина. Использование спектроскопии в столь разных областях и для столь разных применений привело к появлению специальных научных подполей. К таким примерам относятся:

- Одно из первых применений было для: **определения атомной структуры образца.**

- Следующее огромное применение было в астрономии: **Изучение спектральных эмиссионных линий Солнца и далеких галактик.**
- **Исследование космоса.**
- **Мониторинг отверждения композитов с помощью оптических волокон.**
- **Оценка времени выветривания древесины с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области.**
- **Измерение различных соединений в образцах пищи с помощью спектроскопии поглощения в видимом и инфракрасном спектре.**
- **Измерение токсичных соединений в образцах крови.**
- **Неразрушающий элементный анализ с помощью рентгеновской флуоресценции.**
- **Исследование электронной структуры с помощью различных спектроскопов.**
- **Красное смещение для определения скорости и перемещения удаленного объекта.**
- **Определение метаболической структуры мышцы**
- **Мониторинг содержания растворенного кислорода в пресноводных и морских экосистемах.**
- **Изменение структуры лекарств для повышения эффективности.**
- **Определение характеристик белков.**
- **Анализ дыхательных газов в больницах.**
- **Поиск физических свойств далекой звезды или близлежащей экзопланеты с помощью релятивистского эффекта Доплера.**
- **В экологии** - это анализ канализационных отстойников, донных отложений, анализ почв, воды, растений, зола, волос животных и человека для оценки зоны экологического поражения.
- **В сельском хозяйстве и пищевой промышленности** - это анализ почв, кормов, растений, продуктов питания на наличие примесей токсичных элементов и тяжёлых металлов.
- **В медицине** - это диагностика заболеваний, вызванных нарушением обменных процессов по анализу химических элементов в биологических жидкостях, тканях, золе волос, ногтей человека. Применение данного метода в медицине является одним из перспективных направлений, ввиду того, что наличие тех или иных



веществ в крови, кожи, ногтях, волосах человека может служить ценной информацией при диагностике состояния организма человека в целом.

В зависимости от объектов анализа, требуемых пределов обнаружения и точности результатов, в практике спектрального анализа используются различные приборы [3,15,16,17,18].

### **Современное оборудование и технологии спектроскопии**

#### **Иновационные технологии в области спектроскопии.**

Технологии, такие как рентгеновская дифрактометрия, масс-спектрометрия и ядерно-магнитный резонанс, обеспечивают точные и надежные результаты исследования.

#### **Использование лазеров в спектроскопии.**

Лазеры играют важную роль в спектроскопии, обеспечивая точное излучение света для анализа спектров и взаимодействия с образцами.

#### **Перспективы развития оборудования и технологий в спектроскопии.**

Будущее спектроскопии связано с развитием нано- и биоспектроскопии, улучшением разрешающей способности и расширением спектрального диапазона.

#### **Технологические инновации.**

Развитие спектроскопии связано с появлением новых технологий, таких как нанотехнологии и искусственный интеллект, улучшающие точность и эффективность исследований.

#### **Медицинское применение.**

Спектроскопия играет ключевую роль в медицине, позволяя более точно диагностировать заболевания и контролировать лечение, что будет продолжаться и в будущем.

#### **Экологическая и промышленная сферы.**

Спектроскопия будет активно использоваться для анализа окружающей среды, контроля качества продукции и развития новых материалов с улучшенными свойствами.

### **МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ**

#### **1. Цели и задачи:**

1) Развить у студентов понимание принципов спектроскопии и ее применений в астрономии и физике.

2) Обучить студентов анализировать и интерпретировать спектры для получения информации о свойствах объектов.

- 3) Привить студентам практические навыки в области спектроскопии.
- 4) Изучение основных принципов спектроскопии, включая взаимодействие света с веществом, спектры поглощения и испускания.
- 5) Ознакомление с различными типами спектрометров и их применением.
- 6) Развитие навыков интерпретации спектров, определение химического состава, физических условий и динамических свойств объектов.
- 7) Проведение практических занятий с использованием реальных спектральных данных для закрепления полученных знаний.

## **2. Методы обучения:**

### **а) Теоретические занятия:**

- 1) Лекции по основным принципам спектроскопии, включая типы спектров, атомную и молекулярную спектроскопию.
- 2) Обсуждения и разбор практических примеров, демонстрирующих применение спектроскопии в астрономии и физике.

### **б) Практические занятия:**

- 1) Демонстрации работы различных спектрометров.
- 2) Обработка и анализ спектральных данных с использованием программного обеспечения.
- 3) Проектные работы, связанные с применением спектроскопии к конкретным астрономическим или физическим задачам.

## **3. Оценивание:**

- 1) Тесты и экзамены по теоретическому материалу.
- 2) Доклады и презентации по практическим занятиям.
- 3) Рефераты и исследовательские проекты по применению спектроскопии в научных исследованиях.

## **4. Критерии оценивания:**

- 1) Знание принципов спектроскопии.
- 2) Навыки интерпретации спектров.
- 3) Практические навыки работы со спектроскопическим оборудованием.
- 4) Способность применять спектроскопию для решения научных задач.

## **5. Ресурсы:**

- 1) Спектрометры различных типов (например, оптические, инфракрасные, ультрафиолетовые).
- 2) Компьютерное программное обеспечение для обработки и анализа спектральных данных.

3) Набор спектральных данных, охватывающий различные объекты и явления в астрономии и физике.

#### **6. Интеграция с другими дисциплинами:**

Спектроскопия тесно связана с другими областями науки, такими как:

1) Астрофизика: определение химического состава, физических условий и динамических свойств звезд, галактик и межзвездной среды.

2) Физика: изучение структуры атомов и молекул, плазмы и других веществ.

3) Химия: идентификация и количественное определение химических соединений.

Интеграция спектроскопии с этими дисциплинами позволяет студентам получить более глубокое понимание физических и химических процессов, происходящих во Вселенной.

#### **7. Вопросы и обсуждения по теме:**

Обсуждение темы позволяет углубить понимание, обменять мнения и найти новые точки зрения. Какие вопросы могут возникнуть при обсуждении?

##### **Важность обсуждения вопросов.**

Обсуждение темы позволяет углубить понимание, обменять мнения и найти новые точки зрения. Какие вопросы могут возникнуть при обсуждении?

##### **Разнообразие тем для обсуждения.**

Различные темы могут стать объектом обсуждения, от повседневной жизни до глобальных проблем. Как выбрать актуальные темы для обсуждения?

##### **Техники эффективного обсуждения.**

Существуют различные подходы к обсуждению, включая методики модерации и принятия решений. Какие методики можно использовать для успешного обсуждения?

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Предлагаемая методика преподавания спектроскопии в астрономии и физике обеспечивает всесторонний подход, сочетающий теоретические основы, практические навыки и исследовательские возможности. Реализация этой методики позволит студентам развить прочную базу знаний и практический опыт в этой важной области науки.

Методика преподавания спектроскопии в астрономии и физике играет решающую роль в формировании профессиональных навыков студентов и исследователей. Спектроскопия является важным инструментом для изучения



свойств астрономических объектов и исследования структуры материи. Она позволяет определять состав и характеристики объектов по спектру излучения, что делает ее неотъемлемой частью науки.

При преподавании спектроскопии важно соблюдать системный подход и учитывать особенности каждого объекта и спектроскопических методов исследования. Студентам необходимо предоставить знания о принципах работы спектральных приборов, методах анализа спектров и интерпретации полученных данных.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. «Физика 11». Учебник для 11 кл. общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2016.- 432 с.
2. Перышкин А.В., Гутник Е.М. «Физика. 9 ФГОС» Учебник для 9 кл. общеобразовательных учреждений. - М.: Дрофа, 2016. – 319 с.
3. Касьянов В.А. «Физика 11» Учебник для 11 кл. общеобразовательных учреждений.– М.: АСТ: Астрель, 2008.- 413 с.
4. Nurillaev, R. Y. (2024). Ensuring food safety in a changing world: challenges and solutions.
5. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва: Техносфера, 2007.
6. Беккер Ю. Спектроскопия. Москва: Техносфера, 2009.
7. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. Москва: Мир, 2003.
8. Драго Р. Физические методы в химии, в 2-х т. М.: Мир, 1981.
9. Иоффе Б.В., Костиков Р.Р., Разин В.В. Физические методы определения строения органических соединений. М.: Высш. школа, 1984.
10. Свободная Интернет энциклопедия "Википедия" //http://wikipedia.org/
11. Нуриллаев, Р. Я. (1991). Эффективность использования биохимических показателей крови при оценке племенных качеств баранов каракульской породы.
12. Soliyev T.I., Sherkulov U.D., Muzafarov A.M., “Determination of mixing factors of daughter radionuclides in the uranium decay chain.” Neuroquantology | September 2022 | Volume 20 | Issue 11 | London, p.p.2722-2725.

[13.](#) U.D.Sherkulov, “Global policy in the field of non-traditional and renewable energy sources. Dynamics of energy consumption.” Uzbek scholar journal, volume 24, january, 2024, [www.uzbekschoolar.com](http://www.uzbekschoolar.com), p.p. 211-219.

[14.](https://kopilkaurokov.ru/fizika/presentacii/9klassspiektralnyianaliz) <https://kopilkaurokov.ru/fizika/presentacii/9klassspiektralnyianaliz>

15. Шеркулов У.Д., Искандарова Д.Б., «Гравитационные аккумуляторы из заброшенных шахт», Central Asian journal of education and innovation. Volume 2, Issue 6, Part 2, June, 2023, p.p. 70-78.