

Наблюдение спектров излучения при помощи спектрометра



Устройство и принцип работы спектрометра

Спектрометр – это прибор для разложения света на спектральные компоненты и измерения их интенсивности.

Основные компоненты:

1. **Щель** – создаёт узкий пучок света.
2. **Коллиматор** – превращает расходящийся свет в параллельный пучок.
3. **Дифракционная решётка** (или призма) – разлагает свет на спектр.
4. **Окуляр/детектор** – позволяет наблюдать или фиксировать спектр.

Принцип работы:

1. Свет от источника (например, газоразрядной трубки с гелием) проходит через щель.
2. Коллиматор формирует параллельный пучок.
3. Дифракционная решётка разбивает свет на отдельные длины волн (цвета).
4. На экране/детекторе виден линейчатый спектр – набор ярких линий, характерных для вещества.

Пример

Спектр излучения гелия

Гелий (He) – инертный газ, его атомы испускают свет при электрическом разряде. В спектре видны **отдельные яркие линии**, соответствующие переходам электронов между уровнями энергии.

Характерные линии гелия (видимый диапазон):

Цвет	Длина волны (нм)	Переход электрона
Красный	667.8	3p → 2s
Жёлтый	587.6	3d → 2p (самая яркая линия!)
Зелёный	501.6	4d → 2p
Синий	492.2	4d → 2p
Фиолетовый	447.1	4d → 2p

Почему линии дискретные?

- Электроны в атоме гелия могут находиться только на определённых энергетических уровнях.
- При переходе между уровнями испускается фотон с энергией $\Delta E = h\nu$, что соответствует строго определённой длине волны.

Пример расчёта для жёлтой линии (587.6 нм):

Энергия фотона:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{587.6 \times 10^{-9}} \approx 3.38 \times 10^{-19} \text{ Дж} \approx 2.11 \text{ эВ}.$$

Это соответствует разнице энергий между уровнями 3d и 2p в атоме гелия.

Можно ли увидеть УФ и ИК линии в обычном спектрометре?

Короткий ответ:

Теоретически — да, но обычный учебный спектрометр (с призмой/дифракционной решёткой и визуальным наблюдением) не покажет УФ и ИК линии напрямую. Для этого нужны специальные модификации.

2. Как модифицировать спектрометр для УФ/ИК?

Для УФ-диапазона:

- **Кварцевая оптика** (пропускает УФ, в отличие от стекла).
- **Флуоресцентный экран** (преобразует УФ в видимый свет) или УФ-фотодетектор.
- Пример: линия гелия **58.4 нм** (далёкий УФ) требует вакуумного спектрометра (воздух поглощает такие длины волн).

Для ИК-диапазона:

- ИК-чувствительная матрица (например, в тепловизорах).
- Дифракционная решётка с большим периодом (так как ИК-волны длиннее видимых).
- Пример: линия водорода Пашена (1094 нм) в ИК-области.



3. Примеры линий гелия вне видимого диапазона

Диапазон	Длина волны (нм)	Переход электрона	Как наблюдать?
УФ	58.4	$1s2p \rightarrow 1s^2$ (резонансная)	Только в вакуумном УФ-спектрометре.
УФ	388.9	$3p \rightarrow 2s$	Кварцевая оптика + УФ-камера.
ИК	1083.0	$2^3P \rightarrow 2^3S$ (триплет гелия)	ИК-спектрометр с охлаждаемым детектором.

5. Интересный факт

Спектр гелия в УФ/ИК активно используется в астрофизике для изучения звёзд! Например:

- Линия **1083 нм** помогает исследовать солнечную корону.
- Линия **58.4 нм** — ключевой маркер в спектрах горячих звёзд.