

# Излучения и спектры. Спектральный анализ

Задачи урока: познакомиться со спектрами  
и спектральным анализом; рассмотреть  
возможности спектрального анализа;  
научиться определять по спектру  
химические элементы

# Актуализация знаний

- На сегодняшнем уроке мы узнаем, как научные открытия позволяют человеку улучшать свою жизнь, развивая технику. Сейчас большинство открытий происходит на стыке фундаментальных наук, рождаются новые области исследований. Примером может служить бурно развивающаяся физическая химия. Вспомним материал предыдущих уроков: что такое свет? как происходит излучение и поглощение света? в чём суть постулатов Бора? что необходимо сделать, чтобы вещество излучало свет?

# Классификация источников света

- Источники света различаются по виду излучения, которое определяется способом возбуждения атомов (молекул): 1) **тепловое излучение** – возбуждаемое за счёт кинетической энергии теплового движения атомов (молекул) излучающего тела (Солнце, лампа накаливания); 2) **люминесценция** – длительное излучение, дополнительное к тепловому, – возбуждается за счёт источников других видов энергии, отличных от внутренней энергии теплового движения.

# *Виды люминесценции и их использование*

- **Электролюминесценция** – возбуждение за счёт энергии заряженных частиц, разгоняющихся в электрическом поле. Полярное сияние, рекламные трубки.
- **Фотолюминесценция** – возбуждение за счёт внешнего излучения: Работы С. И. Вавилова (1891–1951). Лампы дневного света.

# *Виды люминесценции и их*

## *использование*

**Катодолюминесценция** – возбуждение за счёт химических процессов в твёрдых телах (люминофорах) при их бомбардировке электронами, движущимися с высокими скоростями. Неорганические люминофоры (*фосфоры*) – главным образом, соли элементов I и II групп, активированные тяжёлыми металлами Cu, Ag, Te; используются для изготовления люминесцентных ламп, телевизионных трубок, экранов радиолокаторов, а также как средство рентгенодиагностики. Органические люминофоры (*люминоры*) – полициклические ароматические углеводороды (терфенил, антрацен и т. д.), многие азот- и кислородсодержащие гетероциклические соединения, излучающие не только в твёрдом, но и в жидком состоянии; применяются как активные среды в лазерах и люминесцентных анализаторах, а также как оптические отбеливатели, дневные флюоресцирующие краски, люминесцентные красители для пластмасс и волокон.

# Виды люминесценции и их использование

- **Хемилюминесценция** – свечение, возникающее за счёт энергии химических реакций, в основном в продуктах реакции. В газах наблюдается чаще всего в экзотермических реакциях с участием свободных радикалов и атомов, например:  $\text{NO} + \text{O} \rightarrow \text{NO}_2$  или  $\text{F} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HF} + \text{H}$ ; в растворах – при образовании p-связей (например, в молекулах изомерных производных бензола). Частный случай хемилюминесценции – биолюминесценция, свечение специализированных органов некоторых живых организмов за счёт ферментативного окисления кислородом воздуха специфических веществ – *люциферин*ов. КПД хемилюминесценции составляет 1–30%, а биолюминесценция достигает 100% (у светляков).

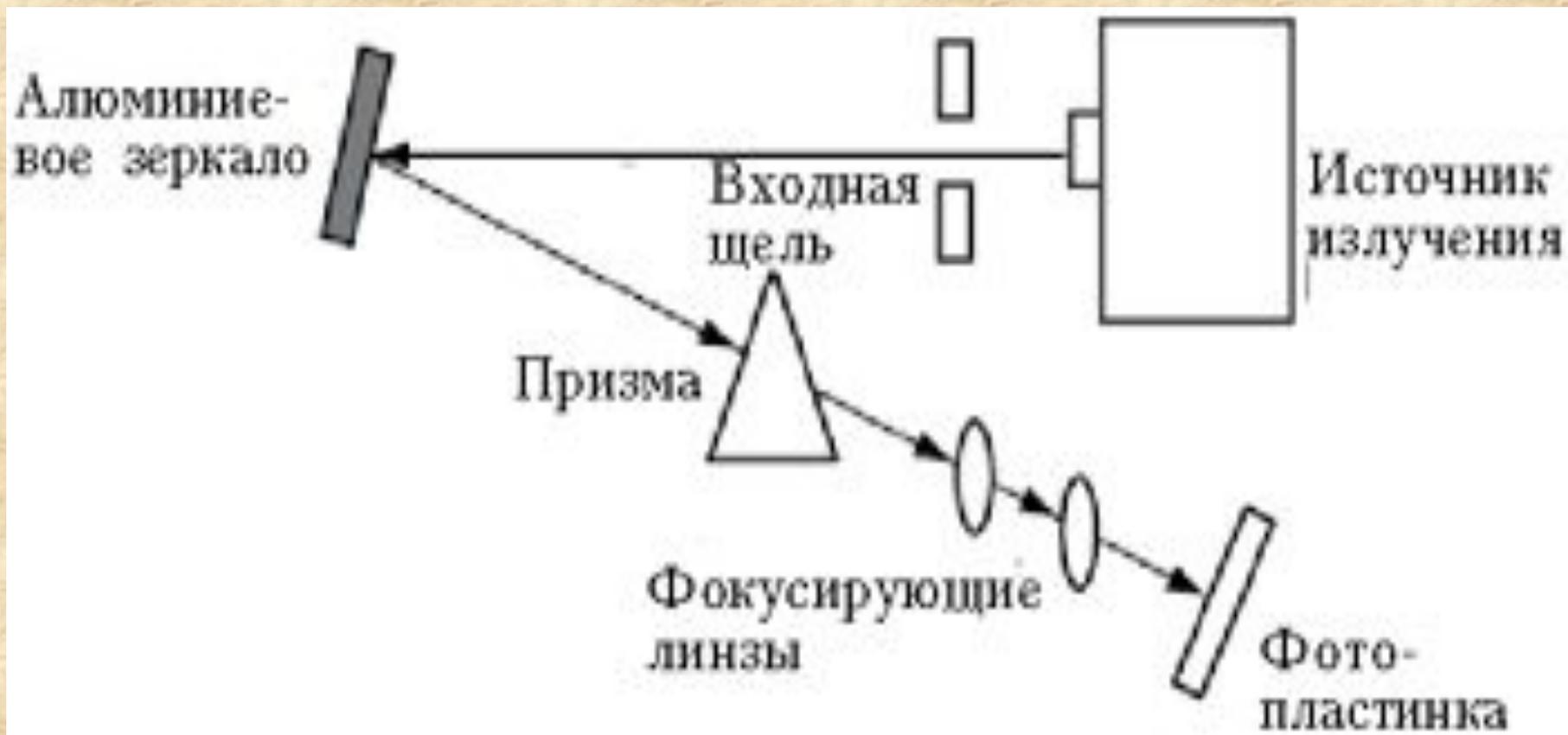
# *Спектроскопия*

Исследования различных источников излучения проводят, изучая их спектры. Раздел физики, который занимается изучением закономерностей взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, сопровождающегося излучением и поглощением, называется *спектроскопией*.

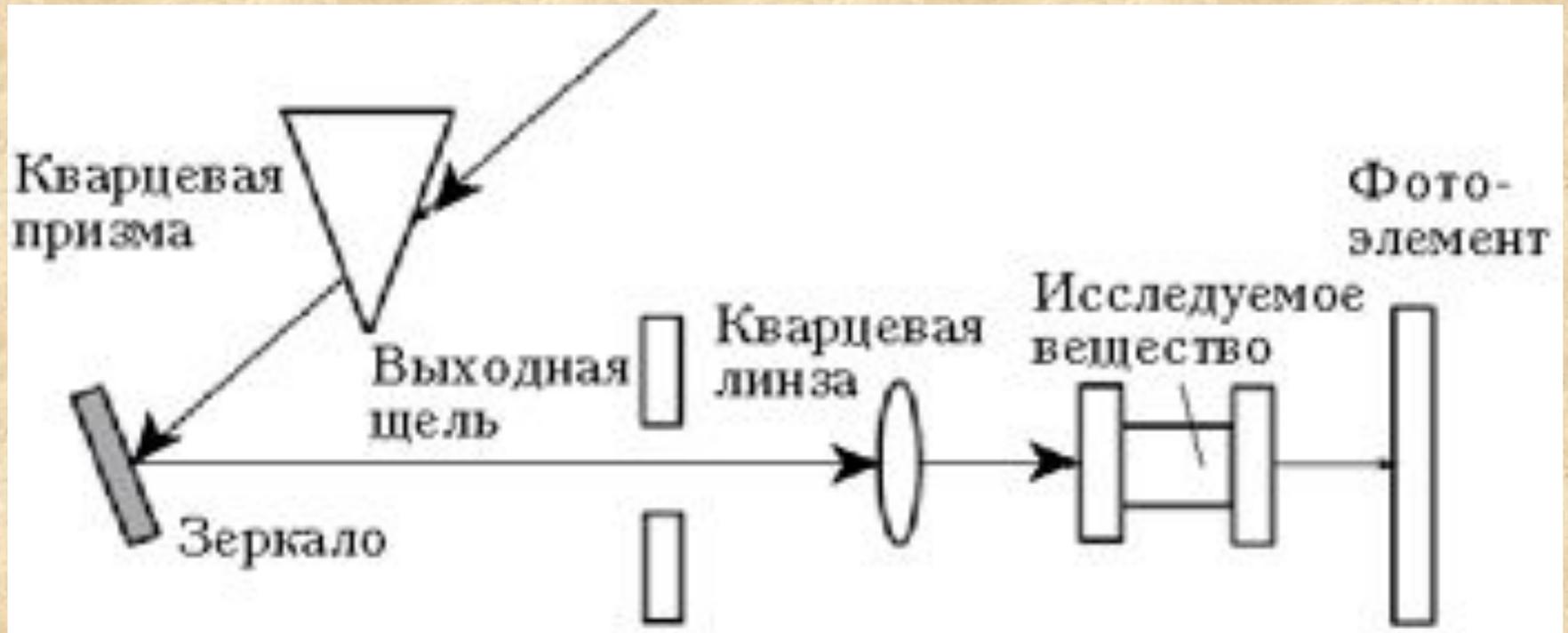
# *Спектры излучения:*

- ***непрерывные***: твёрдые, жидкие вещества и сжатые газы;
- ***линейчатые***: вещества в газообразном атомарном состоянии (пары, газовый разряд), излучение на строго определённых частотах – серия Бальмера (сходство с выводом Бора);
- ***полосатые***: молекулы, изолированные друг от друга.

Исследуются спектры излучения с помощью прибора спектрографа



**Спектры поглощения:** газы, а также твёрдые тела и жидкости поглощают наиболее интенсивно свет тех длин волн, которые испускают в нагретом состоянии. Исследуются такие спектры с помощью прибора *спектрофотометра*



# *Спектральный анализ*

- Спектральный анализ – метод определения химического состава вещества по его спектру
- Атомы каждого элемента испускают излучение определённых длин волн (линейчатый спектр), что позволяет определить, какие элементы входят в состав анализируемого вещества.

# *Спектральный анализ*

Интенсивность излучения зависит и от количества излучающих атомов, поэтому по наличию и положению полос делают вывод о составе вещества (***качественный анализ***),

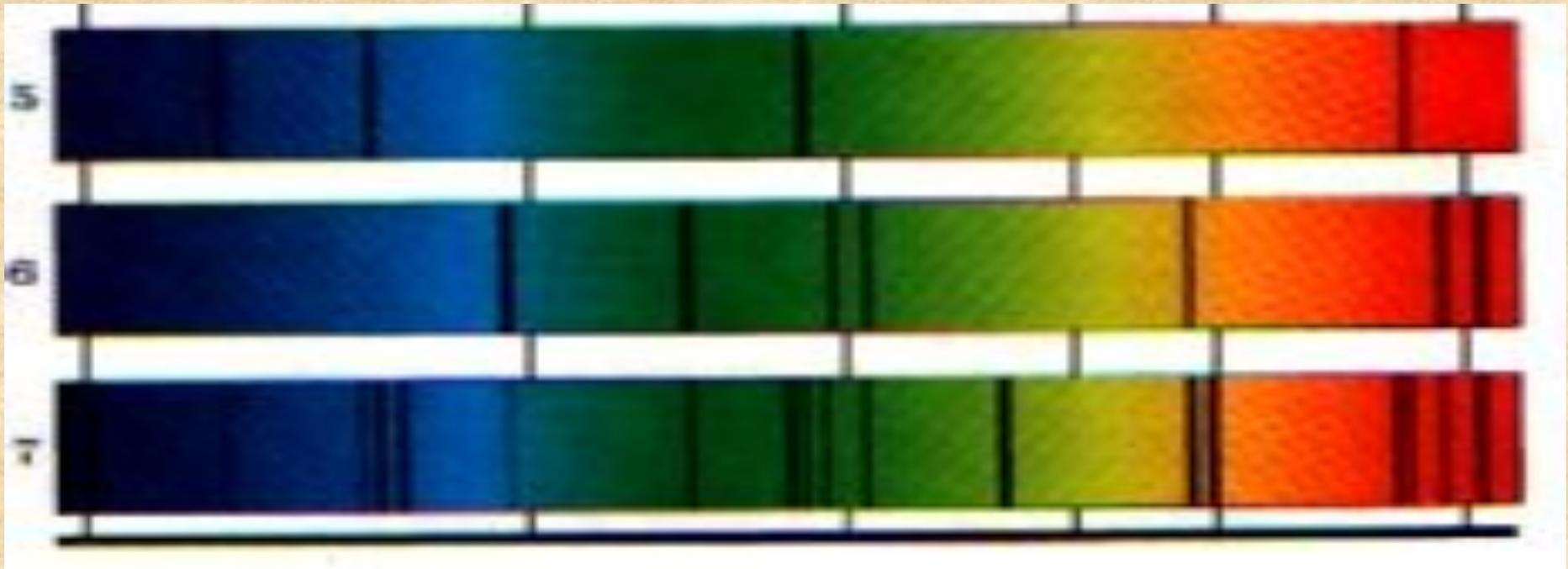
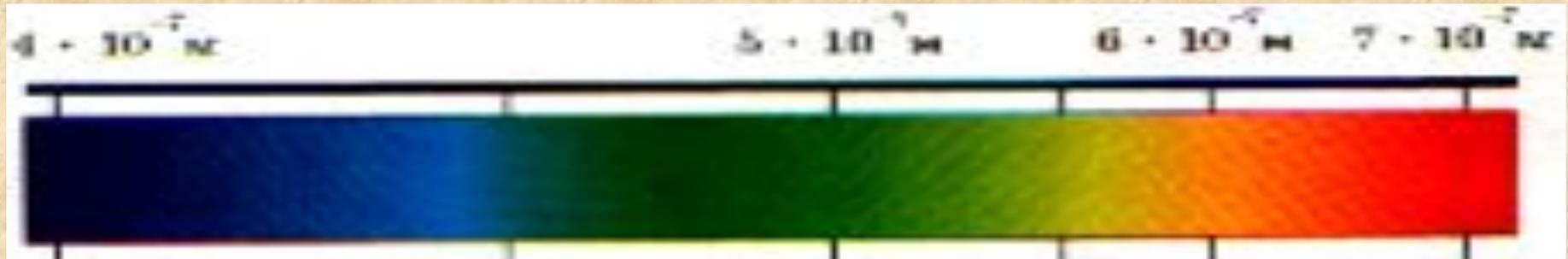
По интенсивности полос определяют (с помощью калибровочной кривой) содержание отдельных элементов (***количественный анализ***).

В настоящее время составлены  
таблицы спектров всех атомов



Спектры испускания:

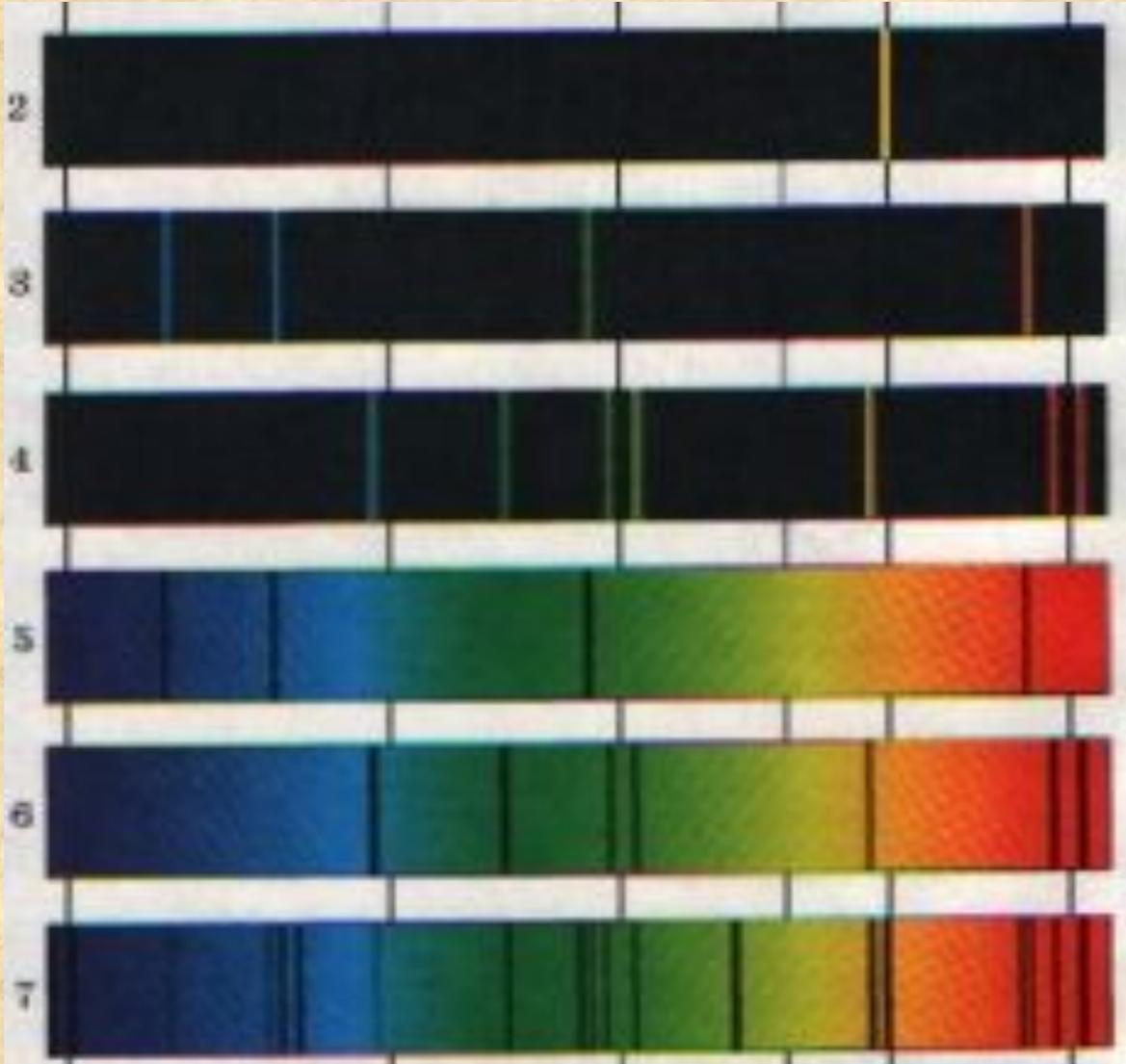
1- сплошной, 2- натрия, 3- водорода, 4-гелия



**Спектры поглощения:**

**5 –водорода, 6 –гелия, 7 - солнечный**

# Спектры излучения и поглощения зеркально симметричны, если они изображены в шкале частот



2 - натрий

3, 5 - водород

4, 6 - гелий

7 - солнечный

*Какие из этих веществ есть на солнце?*

# *Значение метода спектрального анализа*

С помощью спектрального анализа открыли многие новые элементы (например, рубидий и цезий), узнали химический состав Солнца и звёзд, – другие методы здесь просто невозможны. Это основной метод контроля состава вещества в металлургии и машиностроении, сложных органических веществ в химической промышленности, определения химического состава руд и минералов в горном деле, а также измерения температуры, давления, скорости движения, магнитного поля в звёздах и газовых облаках в астрофизике.

**Спектральный анализ можно производить не только по спектрам испускания, но и по спектрам поглощения. Именно линии поглощения в спектре Солнца и звезд позволяют исследовать химический состав этих небесных тел. Ярко светящаяся поверхность Солнца - фотосфера - дает непрерывный спектр. Солнечная атмосфера поглощает избирательно свет от фотосферы, что приводит к появлению линий поглощения на фоне непрерывного спектра фотосферы. Но и сама атмосфера Солнца излучает свет. Во время солнечных затмений, когда солнечный диск закрыт Луной, происходит обращение линий спектра. На месте линий поглощения в солнечном спектре вспыхивают линии излучения.**

**В астрофизике под спектральным анализом понимают не только определение химического состава звезд, газовых облаков и т. д., но и нахождение по спектрам многих других физических характеристик этих объектов: *температуры, давления, скорости движения, магнитной индукции.* Для точного исследования спектров такие простые приспособления, как узкая щель, ограничивающая световой пучок, и призма, уже недостаточны. Необходимы приборы, дающие четкий спектр, т. е. приборы, хорошо разделяющие волны различной длины и не допускающие перекрытия отдельных участков спектра. Такие приборы называют *спектральными аппаратами.* Чаще всего основной частью спектрального аппарата является призма или дифракционная решетка**