

Астрономия

Сурдин В.Г.

Лекция 10

Спектры излучения и поглощения.

Принцип работы спектрографа.

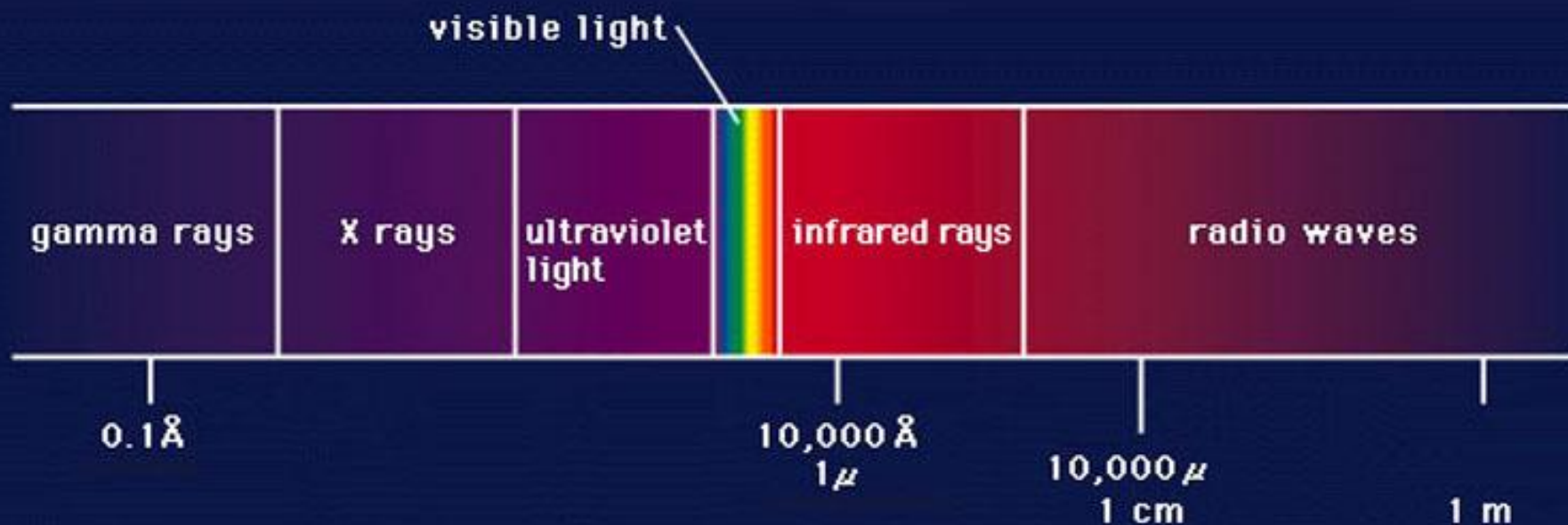
Эффект Доплера и его использование в астрономии.

Электромагнитное излучение

Фотометрия

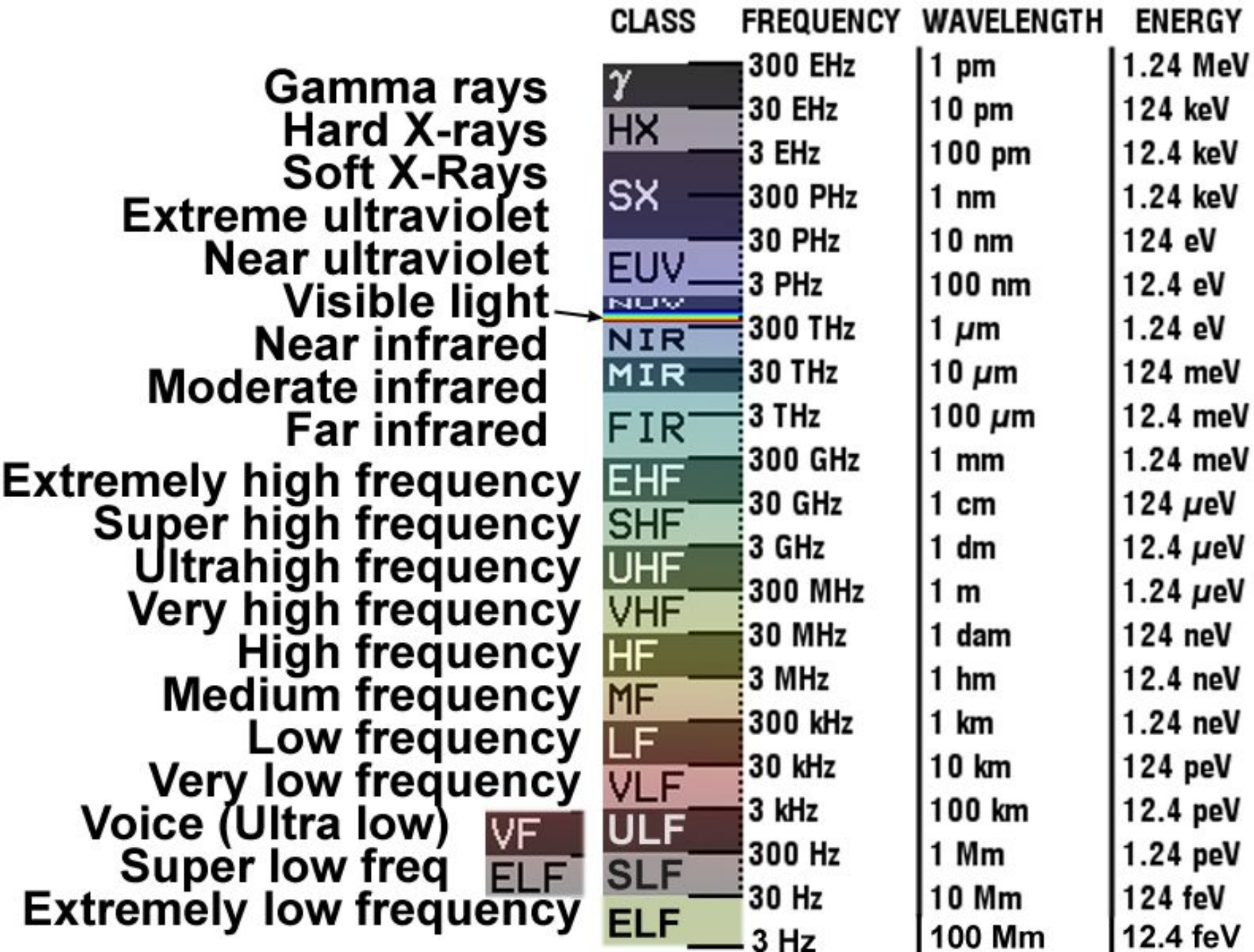


Электромагнитный спектр



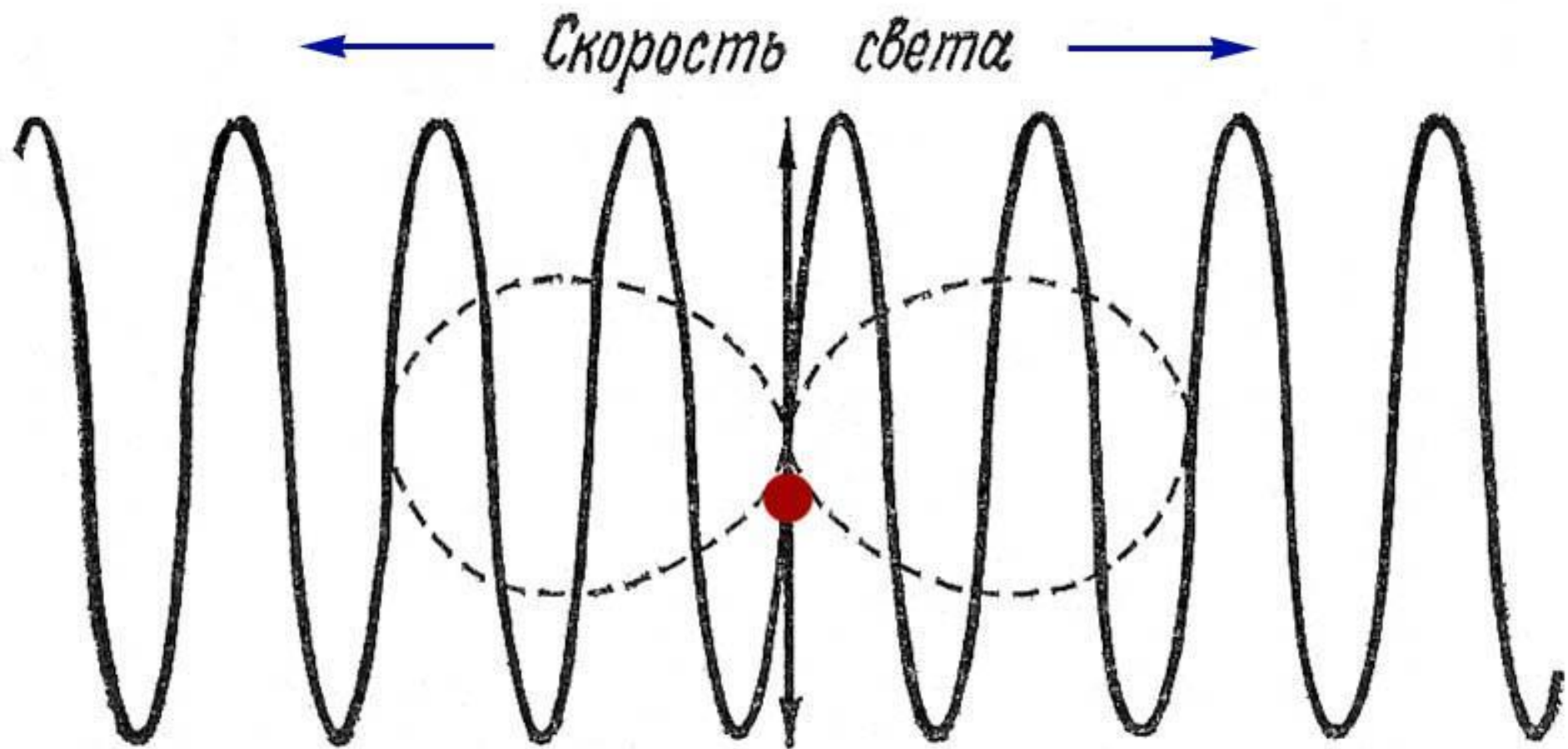
Видимый свет ($3500\text{-}7000 \text{ \AA}$) = 1 октава

От гамма ($0,1\text{\AA}$) до радио (10 м) = 40 октав

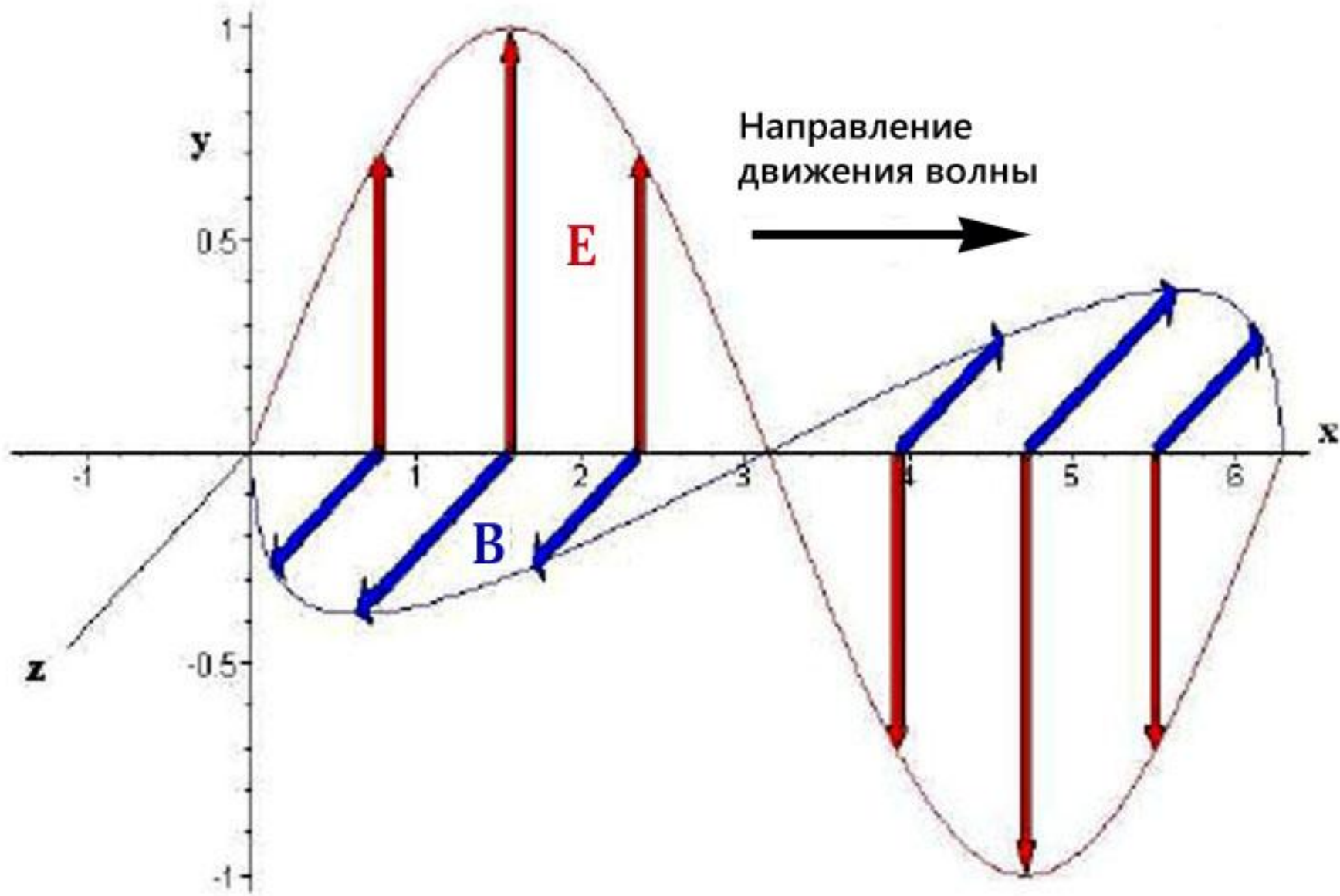


Электромагнитный спектр, исследуемый в астрофизике

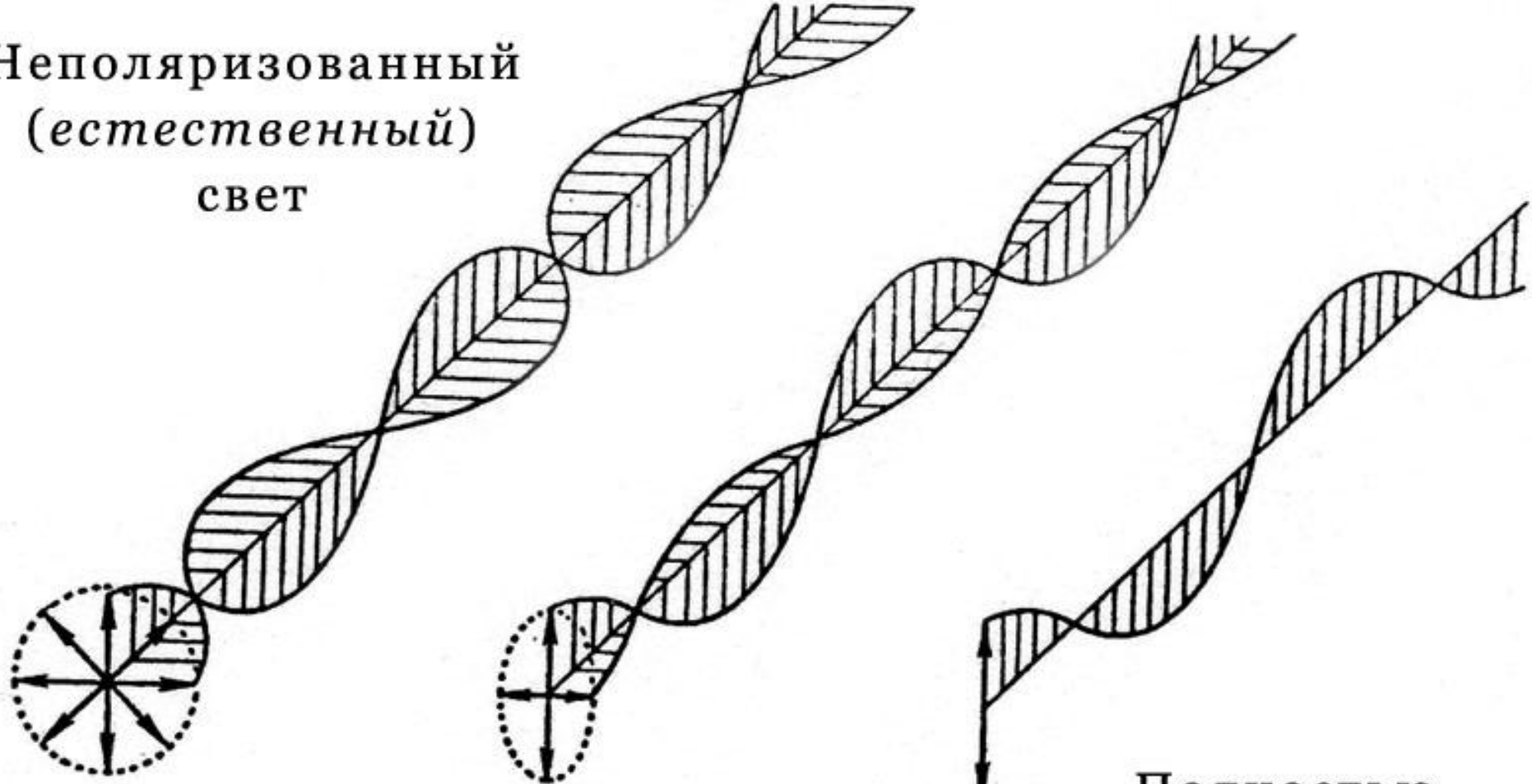
Область спектра	Длина волны
Радио	> 1 мм
ИК излучение	0,76 мкм - 1 мм
Видимое излучение	390 - 760 нм
Ближний УФ	310 - 390 нм
Далекий УФ	10 - 310 нм
Рентген	0,01 - 10 нм
Гамма-лучи	$< 0,01$ нм



**Колебание электрического заряда
рождает электромагнитную волну**



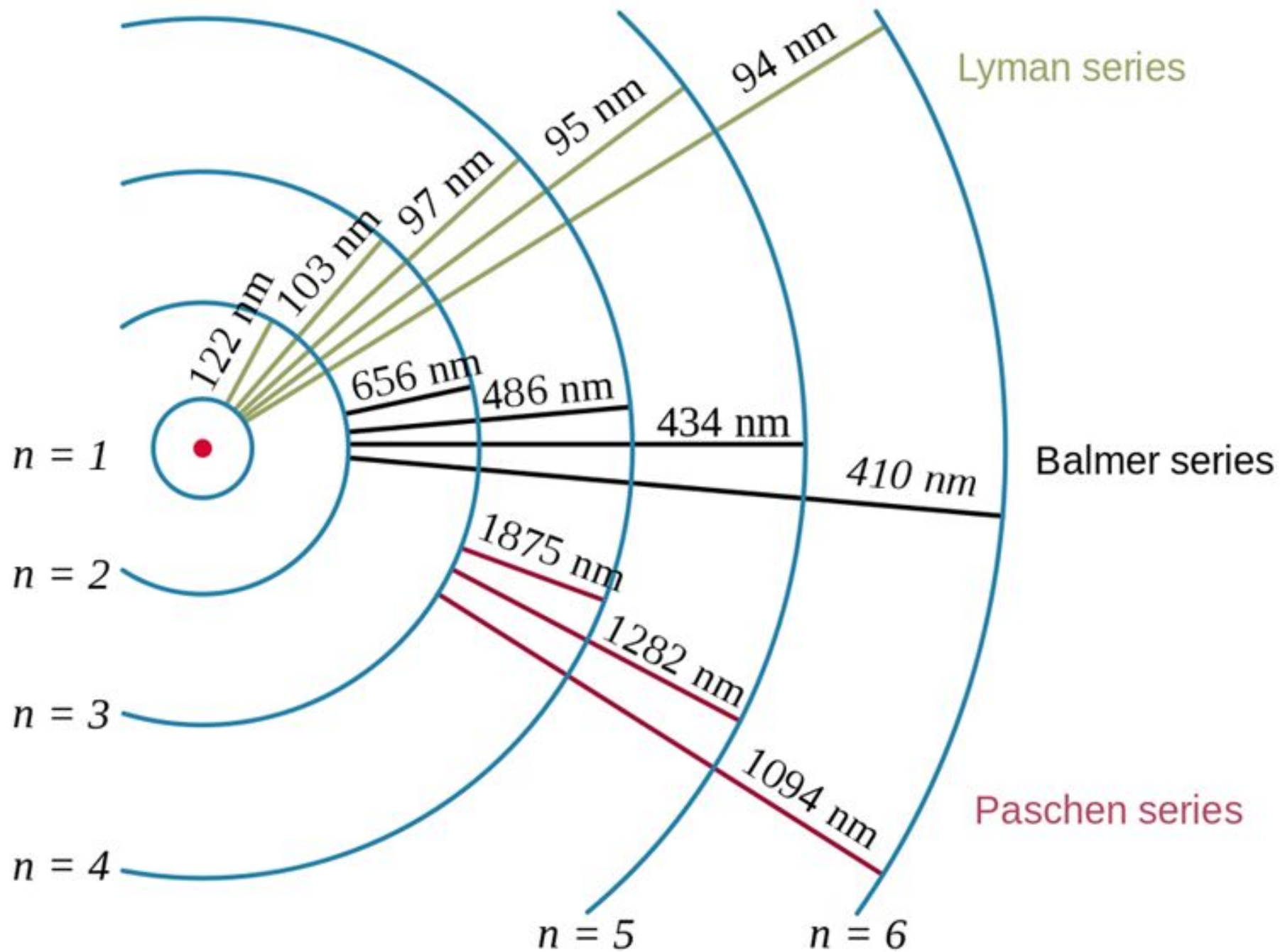
Неполяризованный
(естественный)
свет

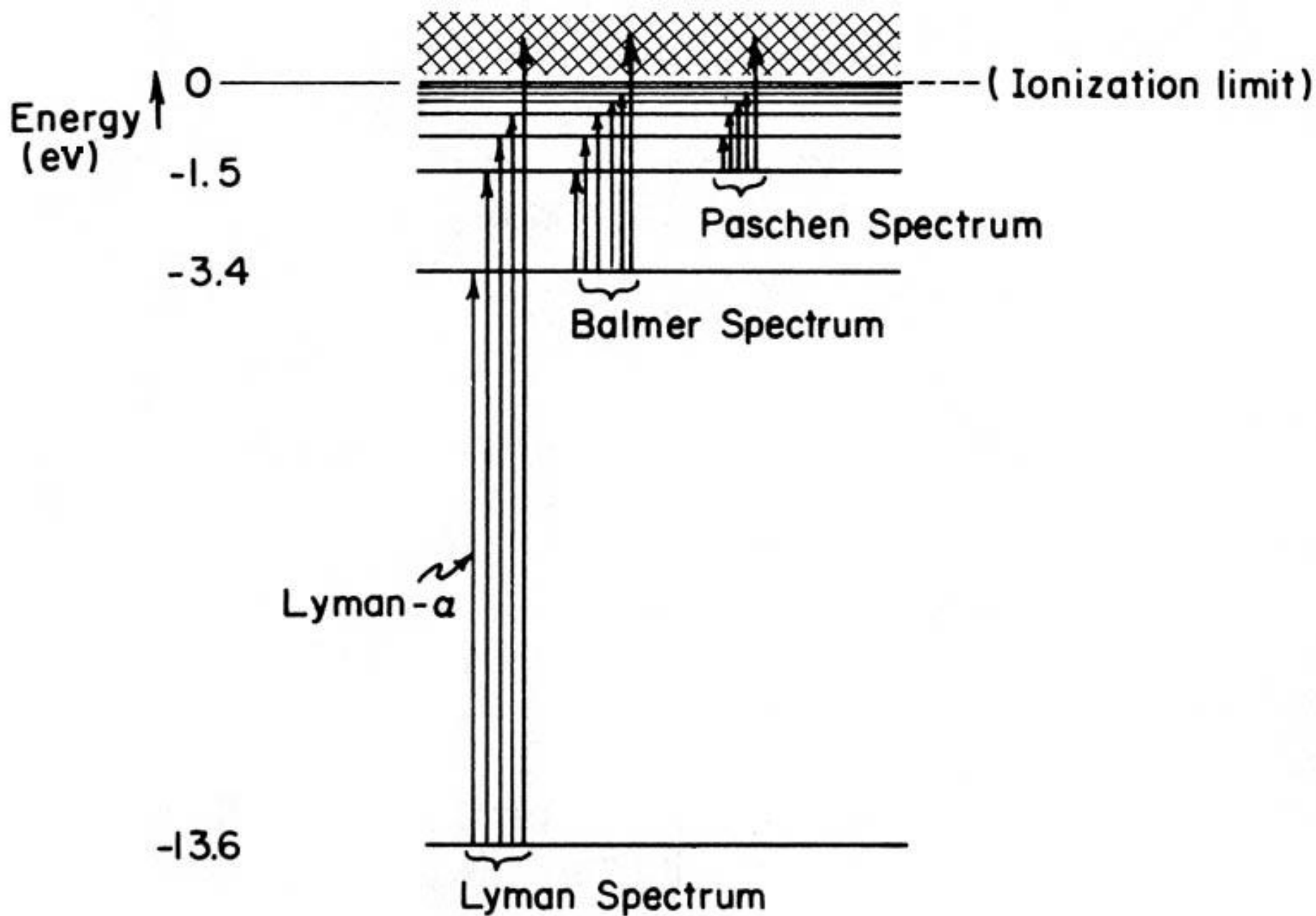


Частично
поляризованный
свет

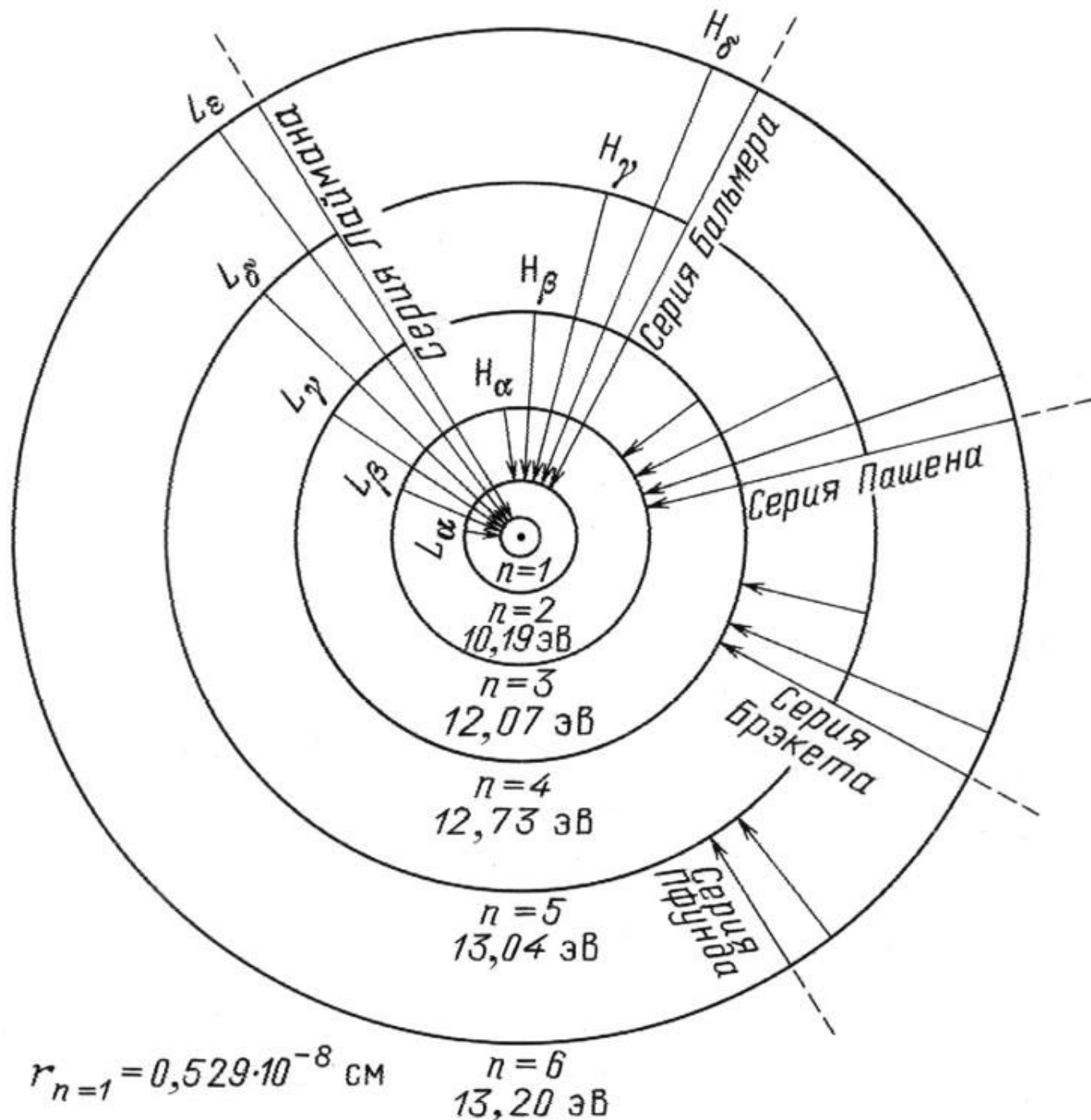
Полностью
поляризованный
свет

Указано направление и амплитуда колебаний
вектора электрического поля





Энергетический спектр атома водорода



Энергетические уровни атома водорода

Серии Бальмера Лаймана Пашена Брэкета Пфунда

Энергия связи электрона на первом уровне 13,6 эВ

$$r_{n=1} = 0,529 \cdot 10^{-8} \text{ см}$$

$$n=6 \quad 13,20 \text{ эВ}$$

Спектральные серии водорода

(в логарифмической шкале длины волны)

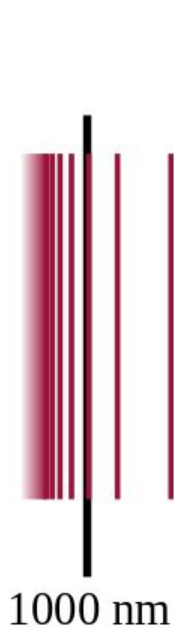
Lyman



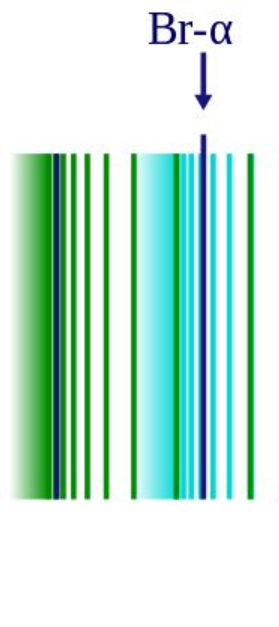
Balmer



Paschen



Brackett



Pfund



Humphreys



Альтернативные обозначения

Серия Лаймана

Ly α Ly $_{\alpha}$

L α L $_{\alpha}$

Серия Бальмера

H α H $_{\alpha}$

H- α

Следующие линии серии
(например - Лаймана)

L α , L β , L γ , L δ , ... L c (L ψ)

ФОТОН

(квант электромагнитного излучения)

Уникальная безмассовая частица

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Постоянная Планка (1900 г.)

Единицы измерения энергии квантов

$$1 \text{ эВ}, 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг}$$

~~электрон-вольт~~ **электронвольт**

Кванту с энергией в 1 эВ соответствует длина волны

$$\lambda = 12\,399 \text{ \AA} = 1240 \text{ нм} = 1,24 \text{ мкм}$$

... и частота

$$\nu = 2,18 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

(Бытовой радиодиапазон: 1 - 100 МГц)

Закон Планка

$$\epsilon_{\lambda} d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{hc/(\lambda kT)} - 1}$$

Intensity

13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

8000 K

6000 K

4000 K

5000

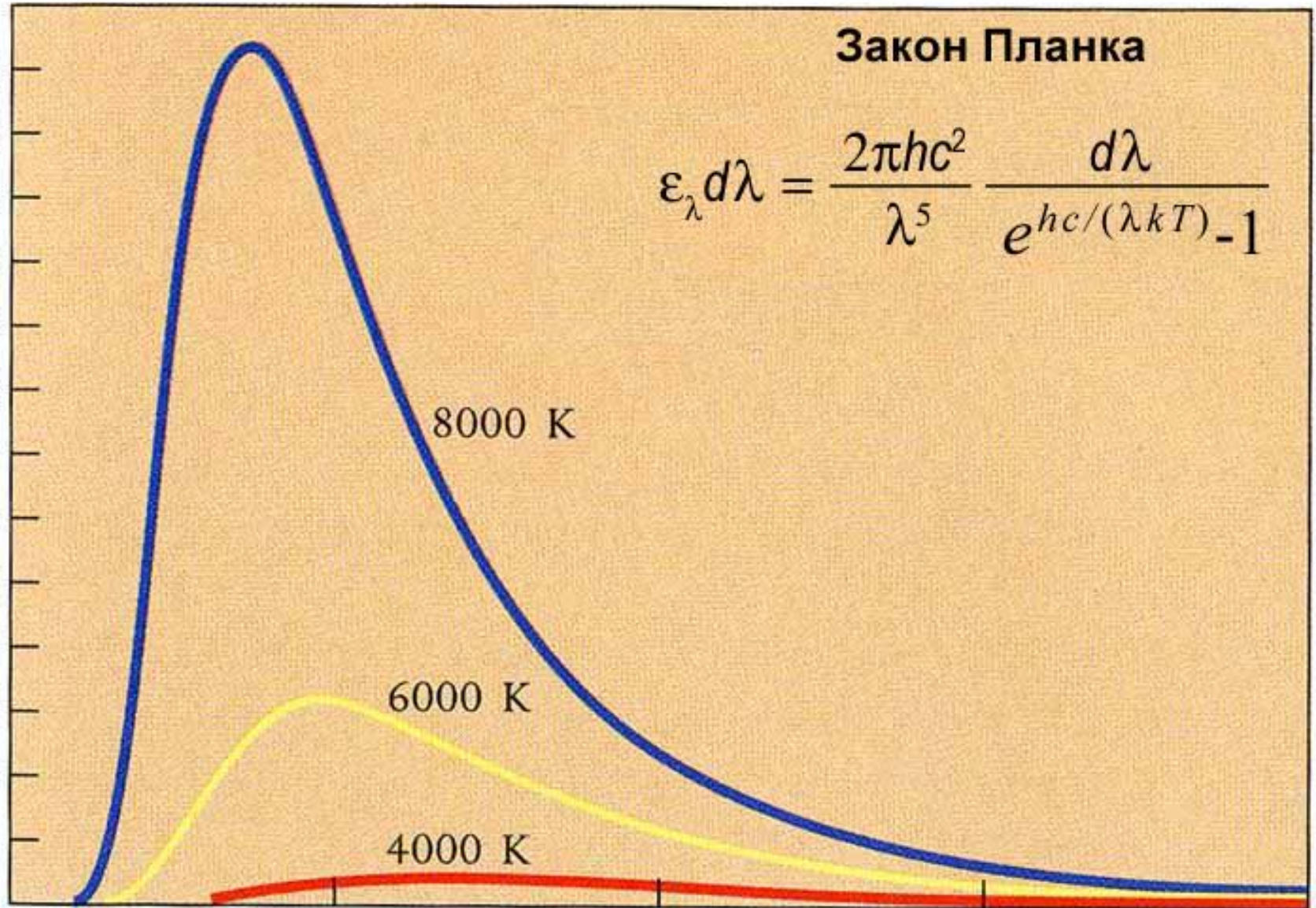
10,000

15,000

20,000

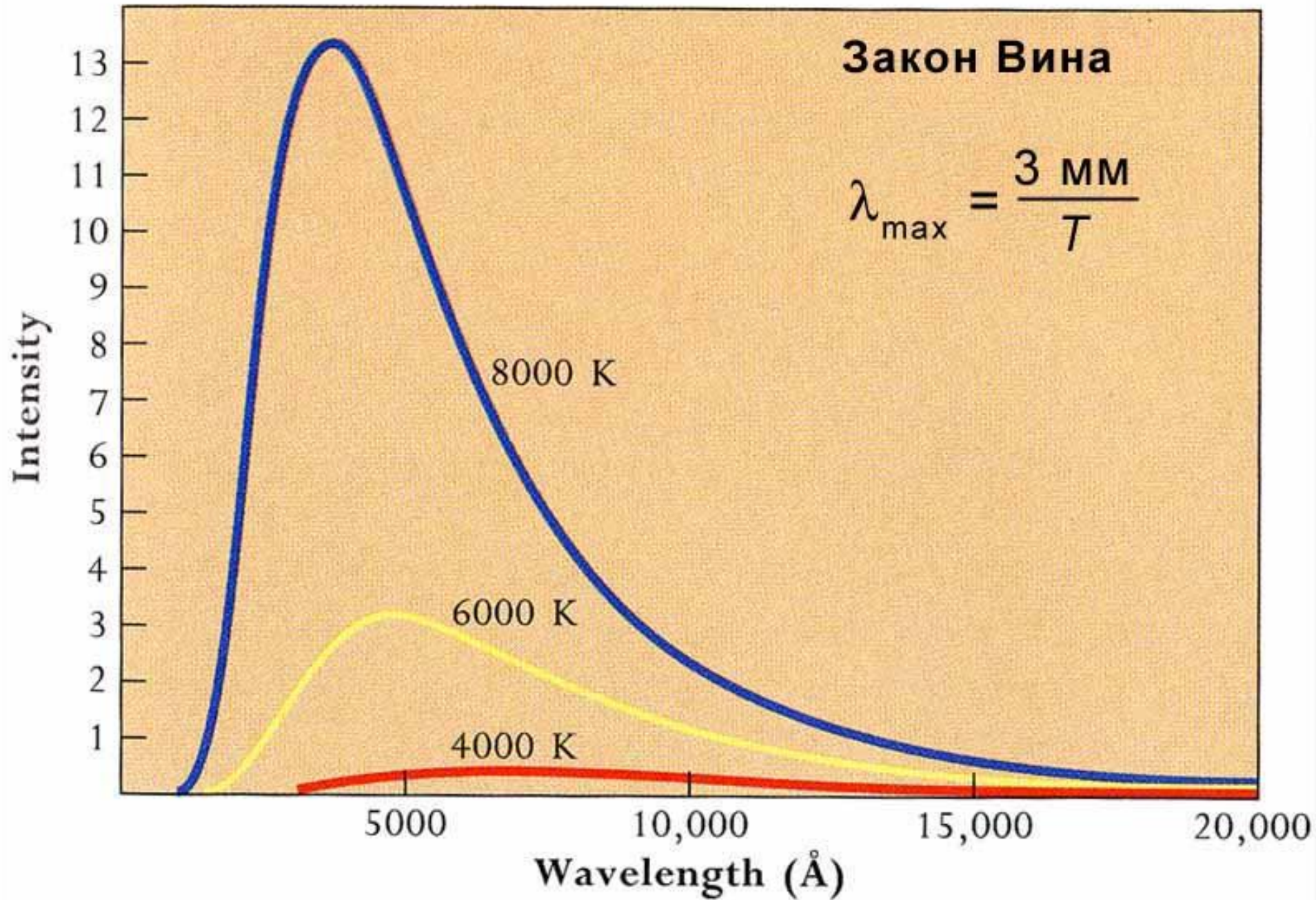
Wavelength (Å)

Излучение абсолютно черного тела



Закон Вина

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{3 \text{ мм}}{T}$$

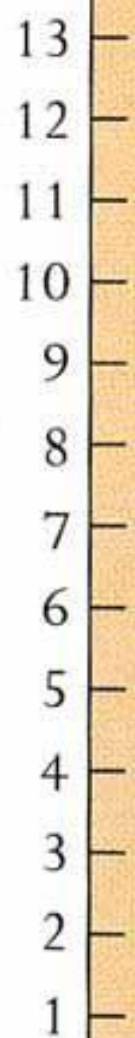


Излучение абсолютно черного тела

Закон Стефана-Больцмана

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

Intensity



8000 K

6000 K

4000 K

5000

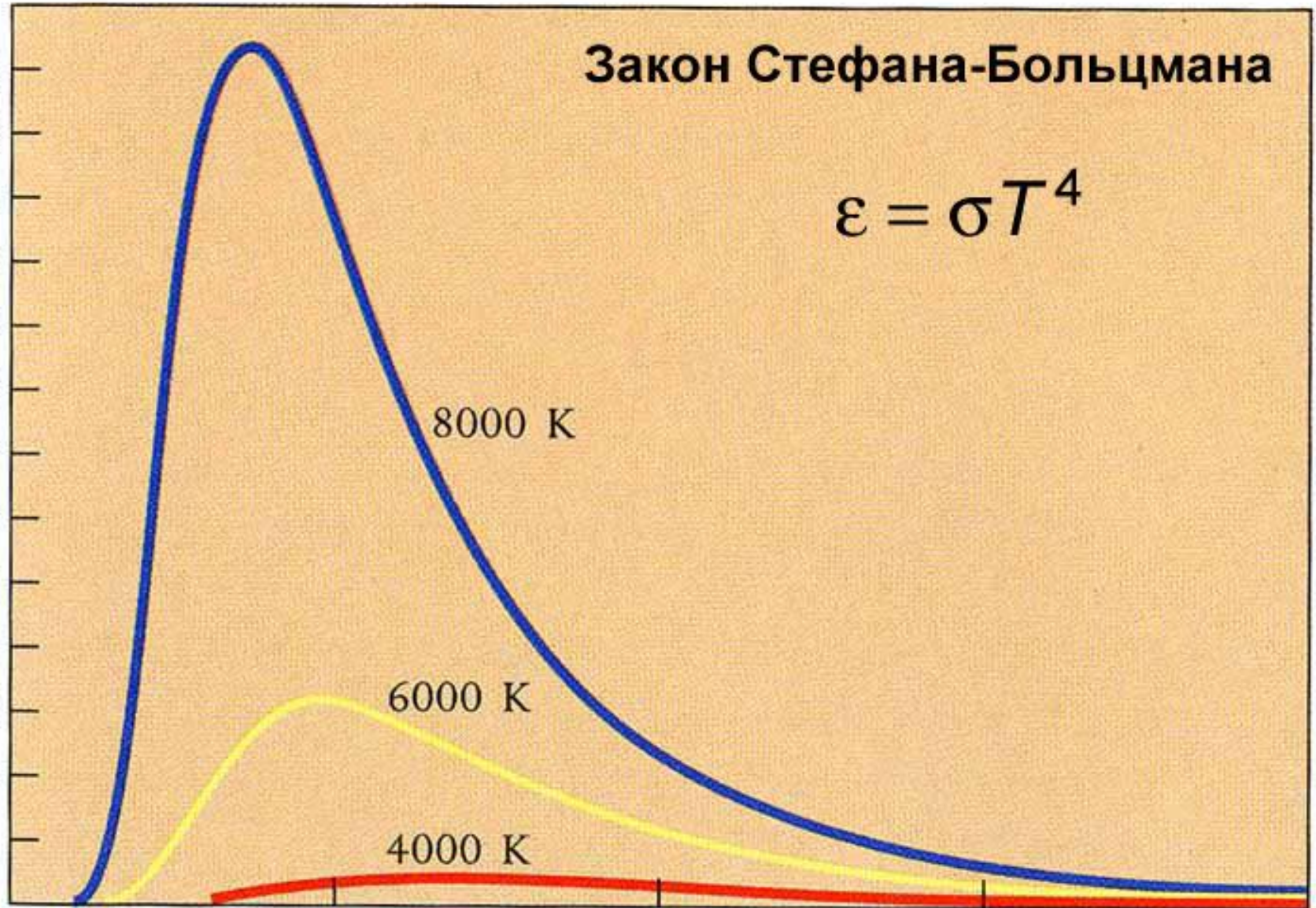
10,000

15,000

20,000

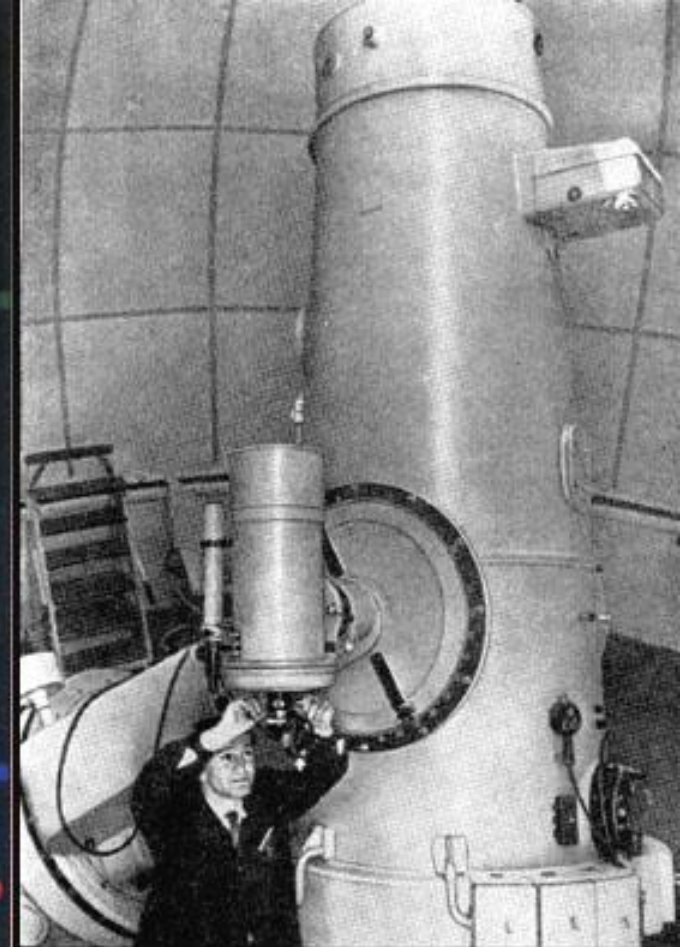
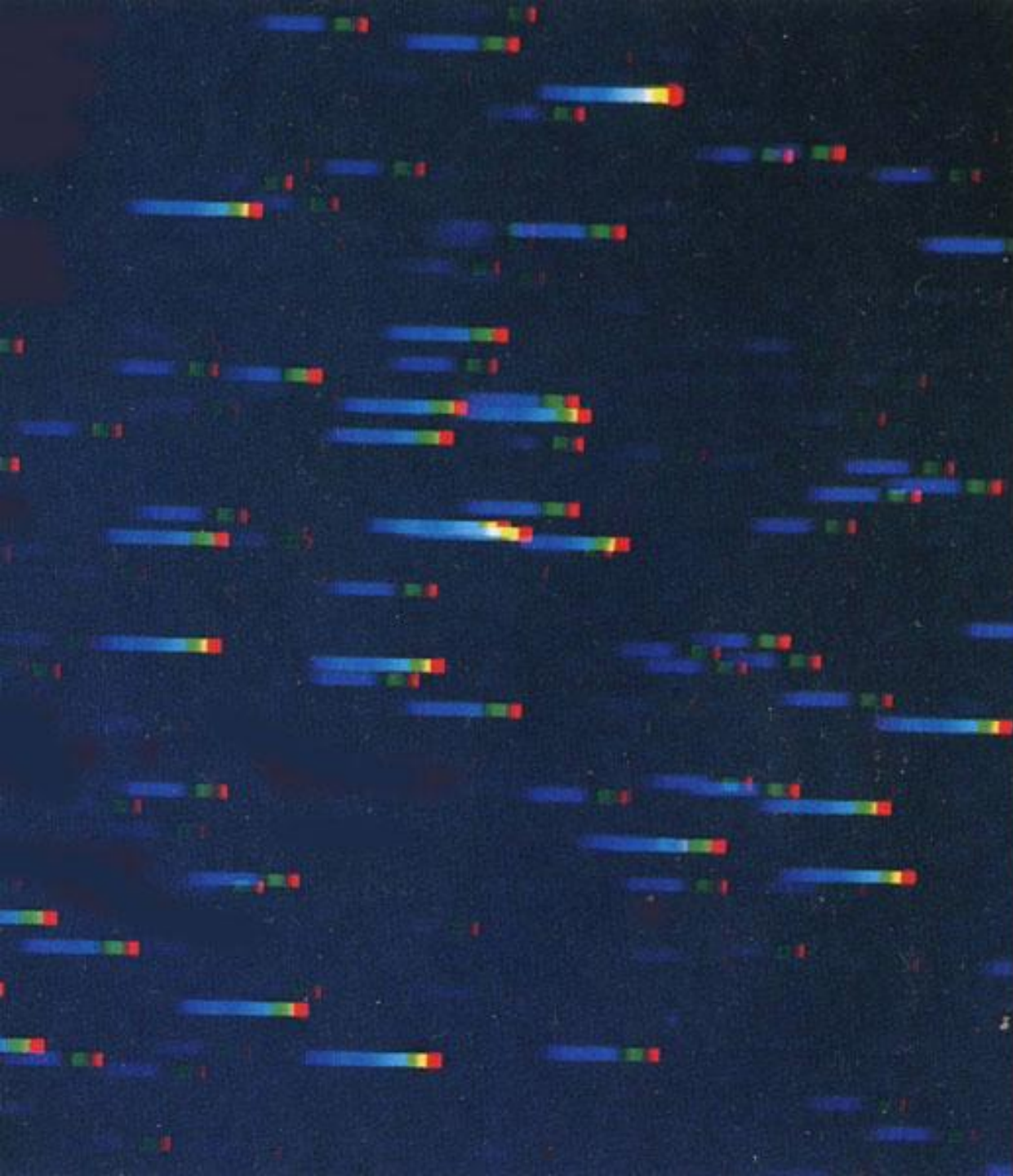
Wavelength (Å)

Излучение абсолютно черного тела

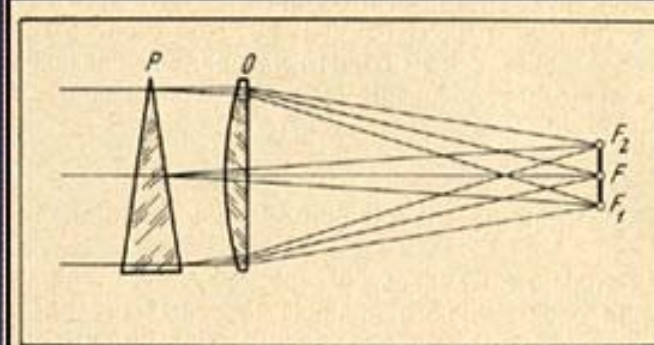


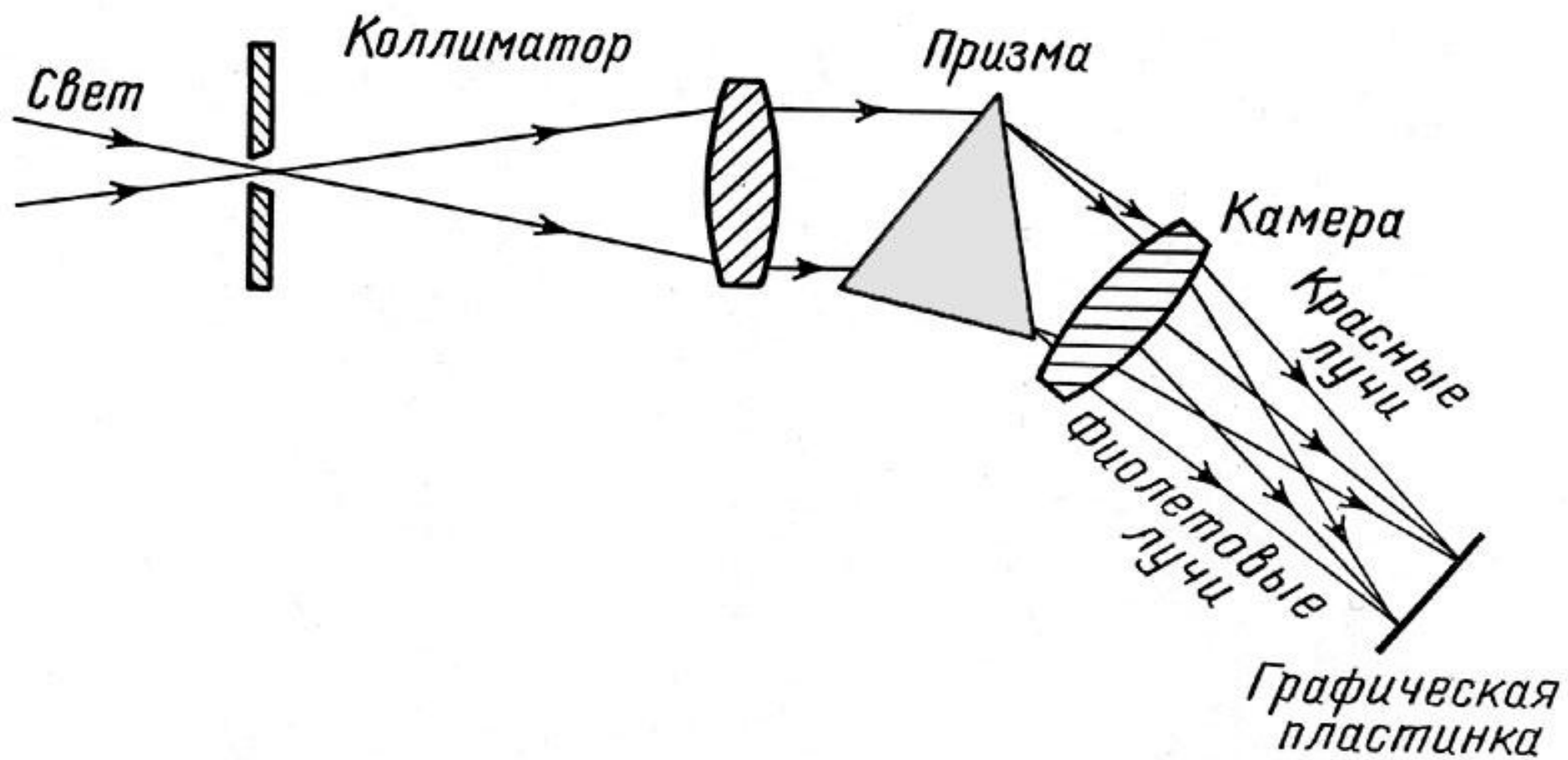


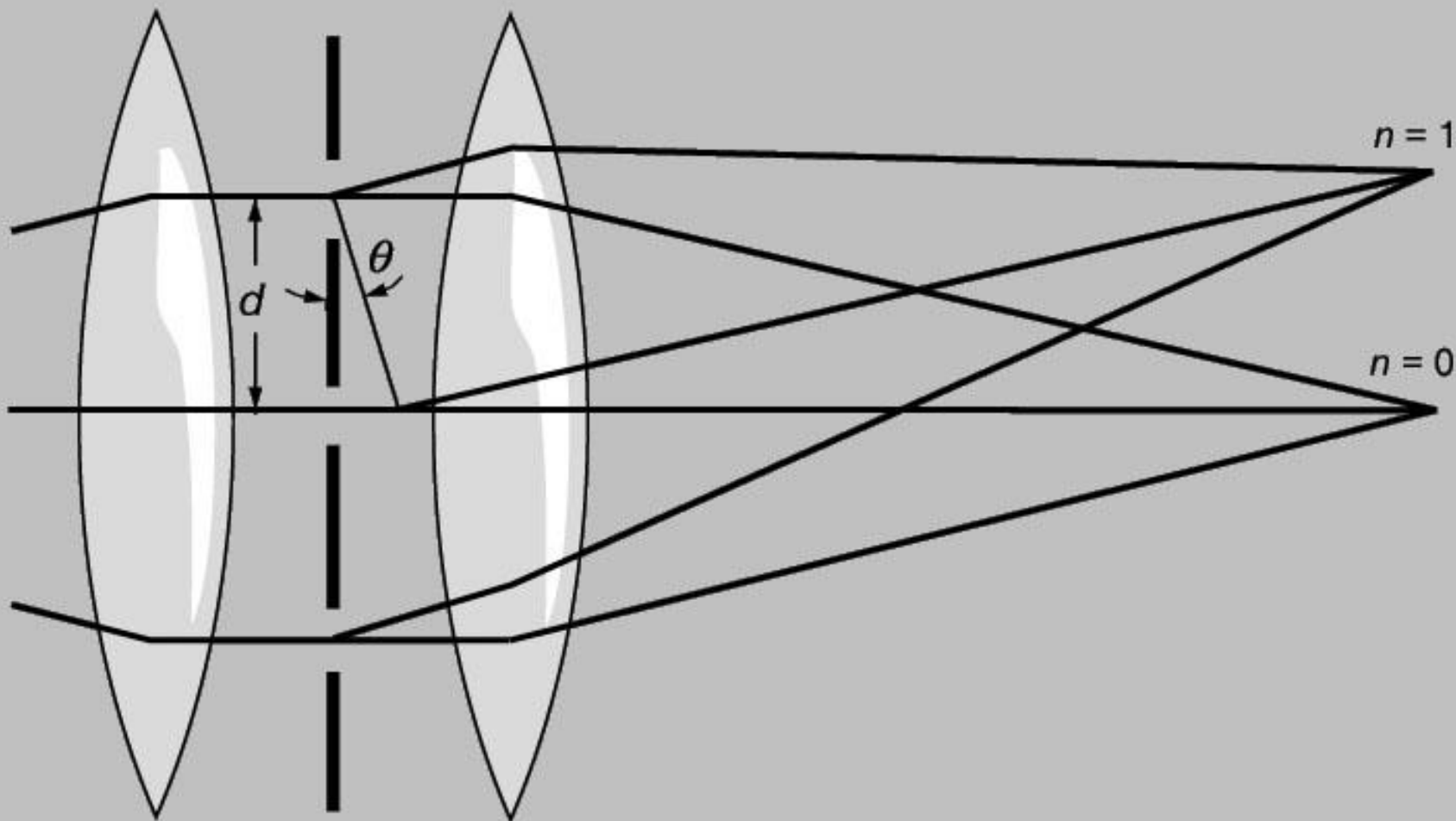




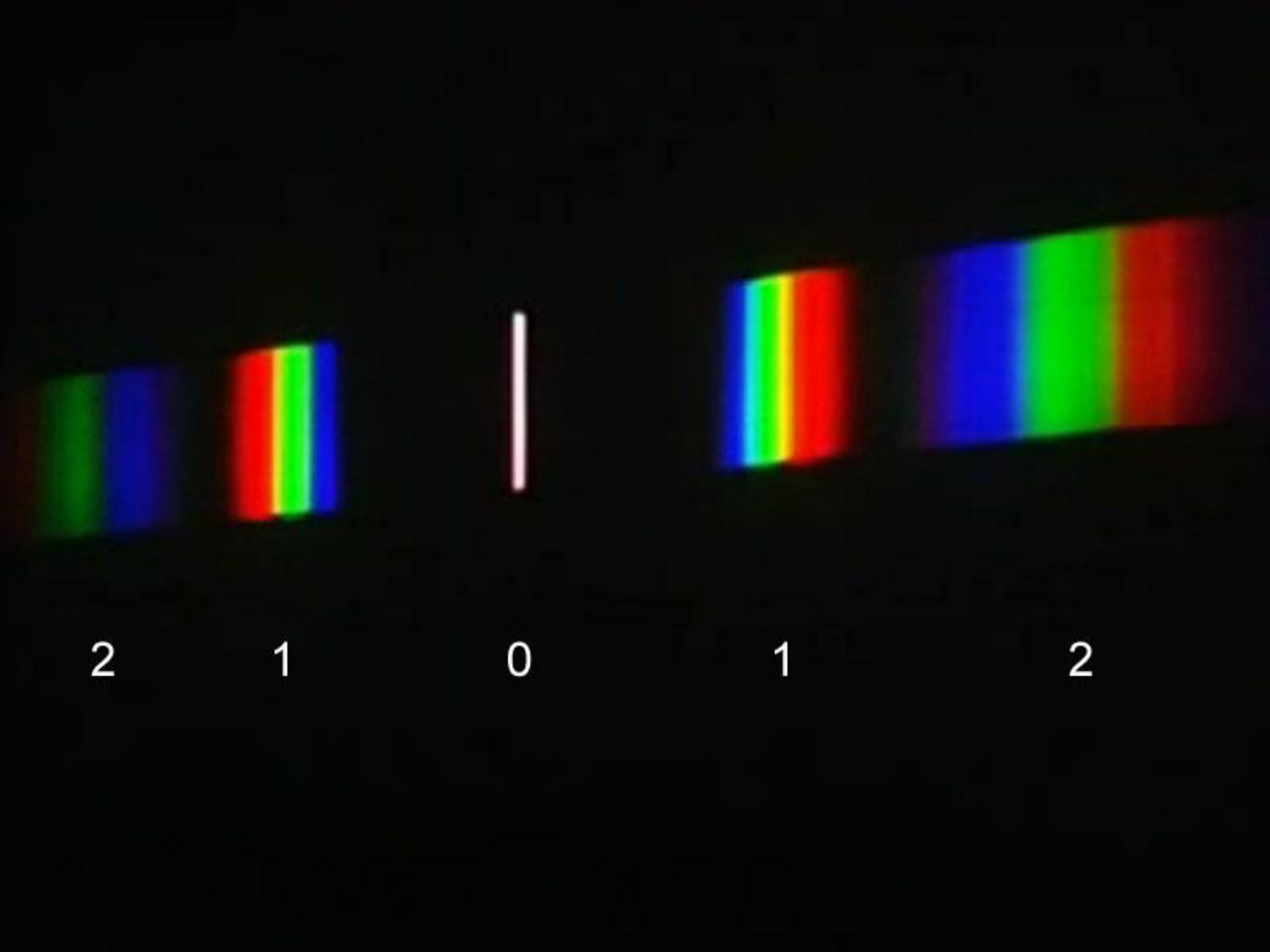
Телескоп
с объективной призмой







Дифракционная решетка



2

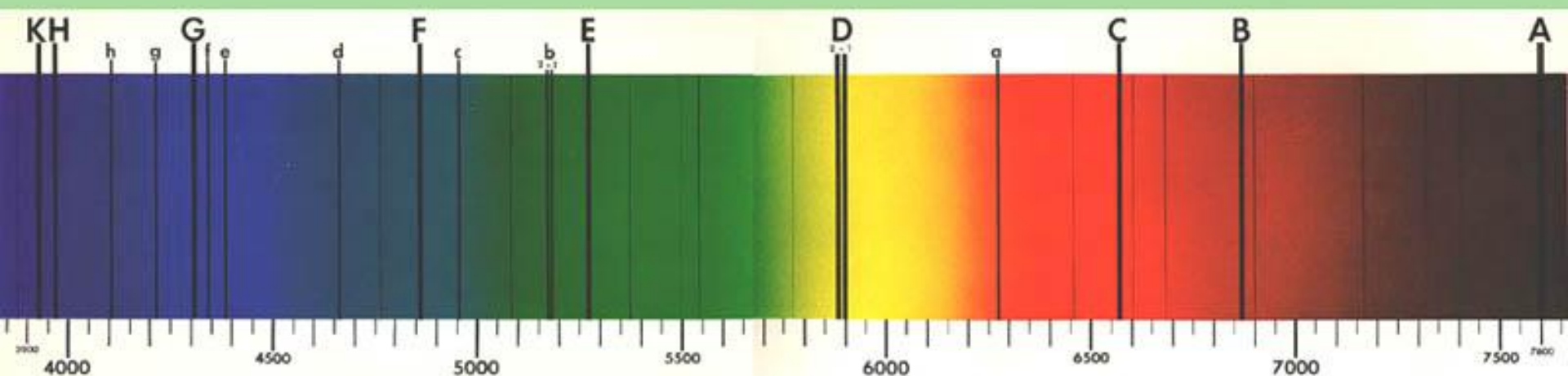
1

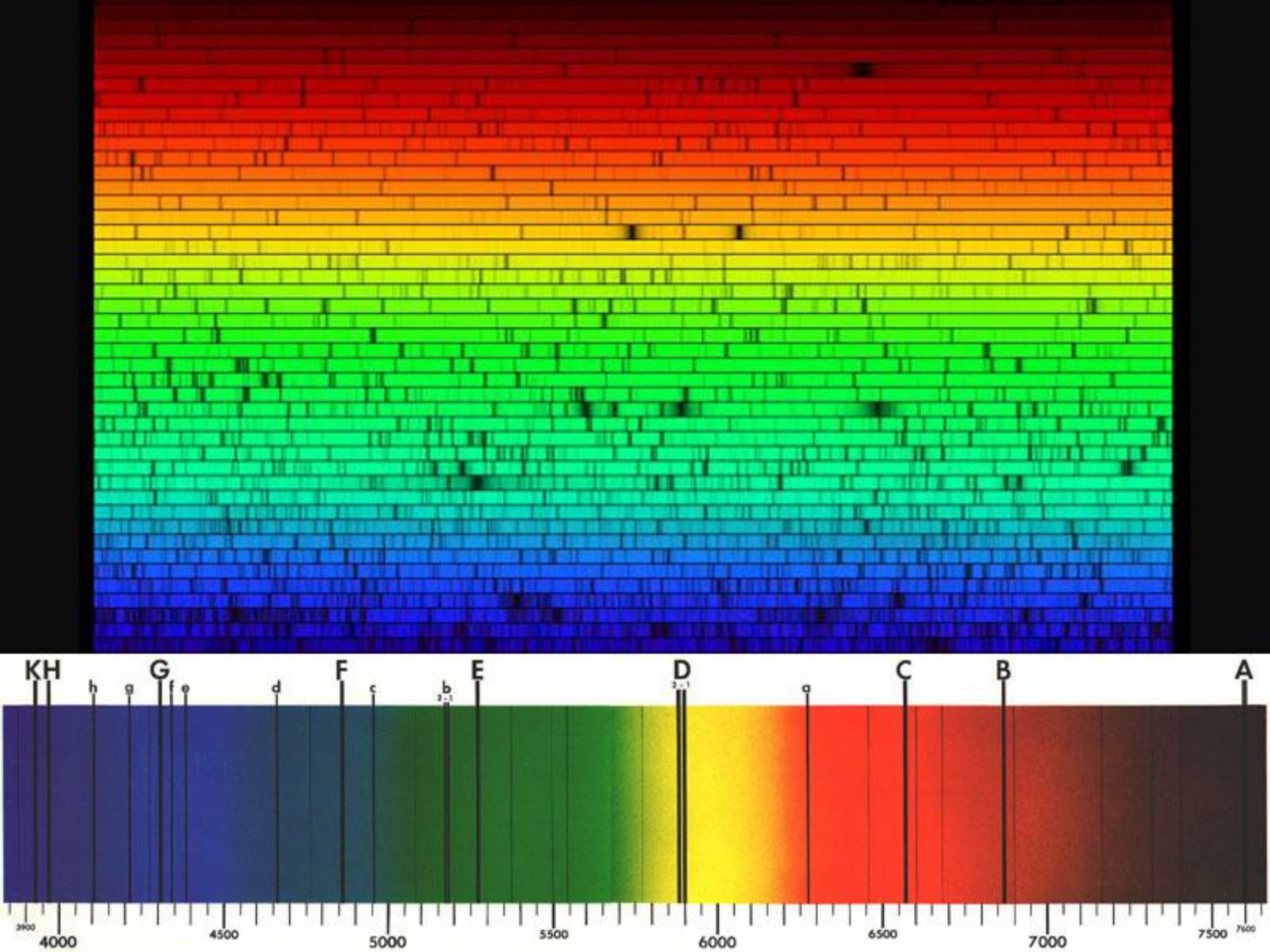
0

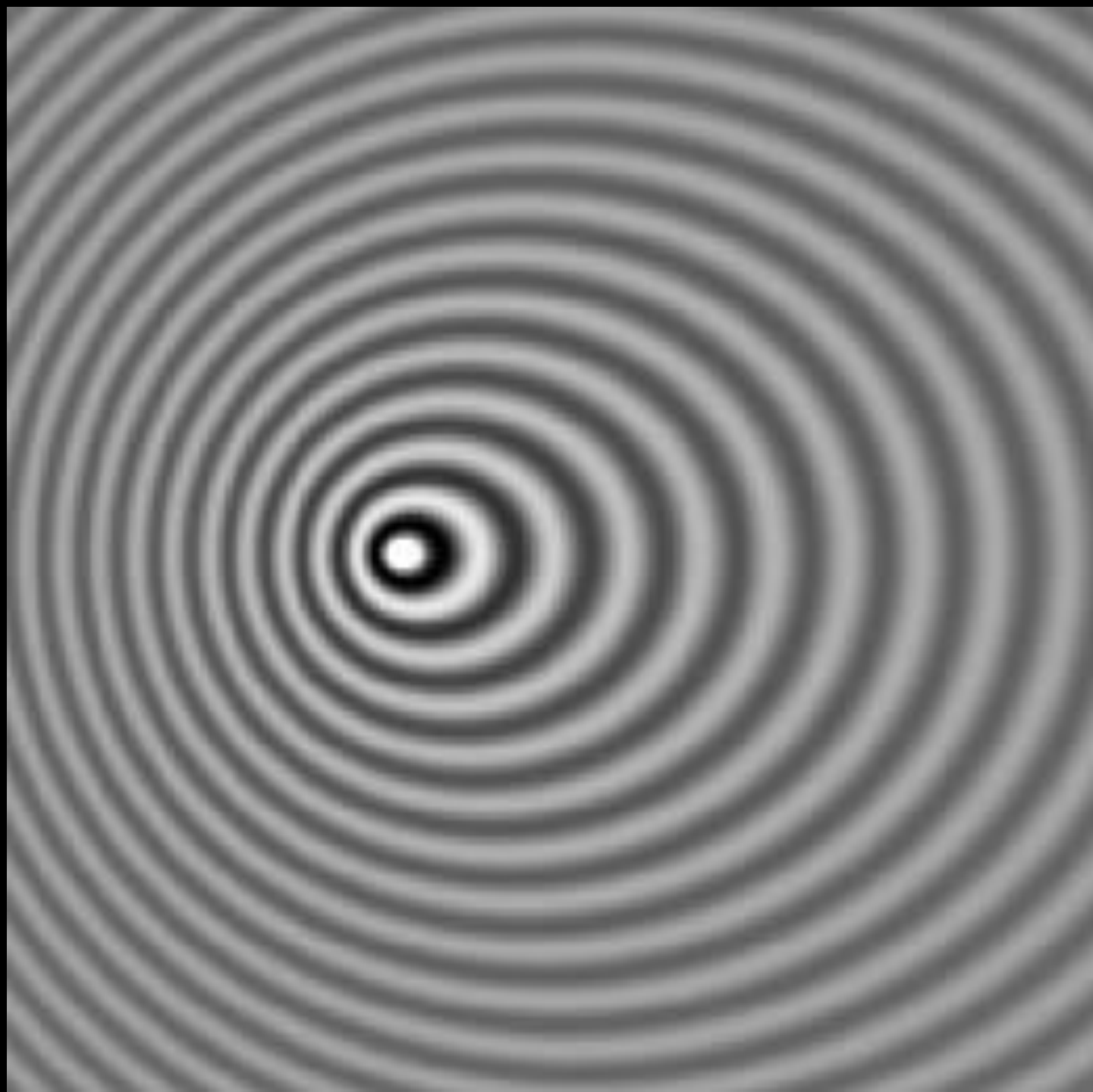
1

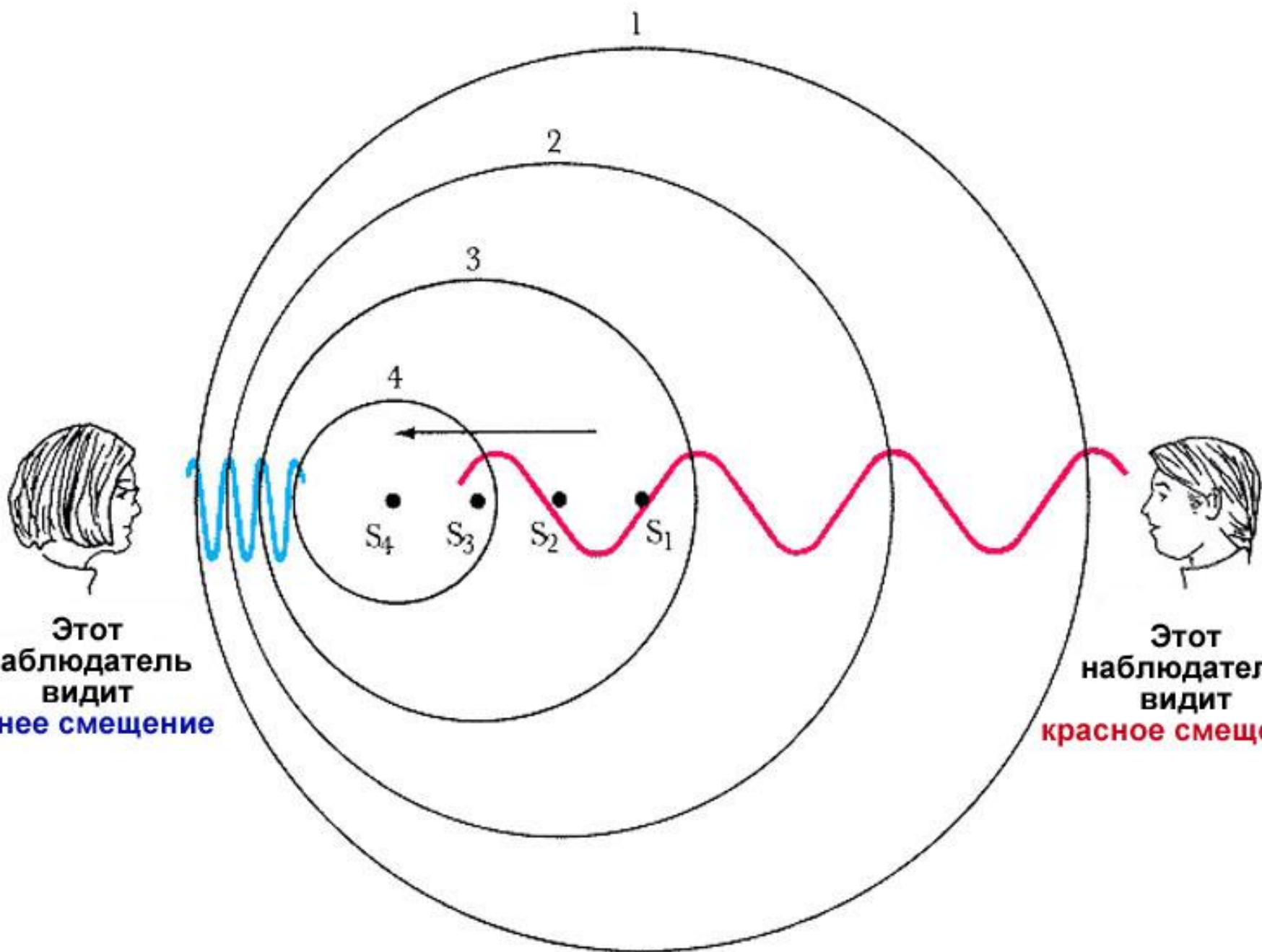
2

Оптический спектр типичной звезды



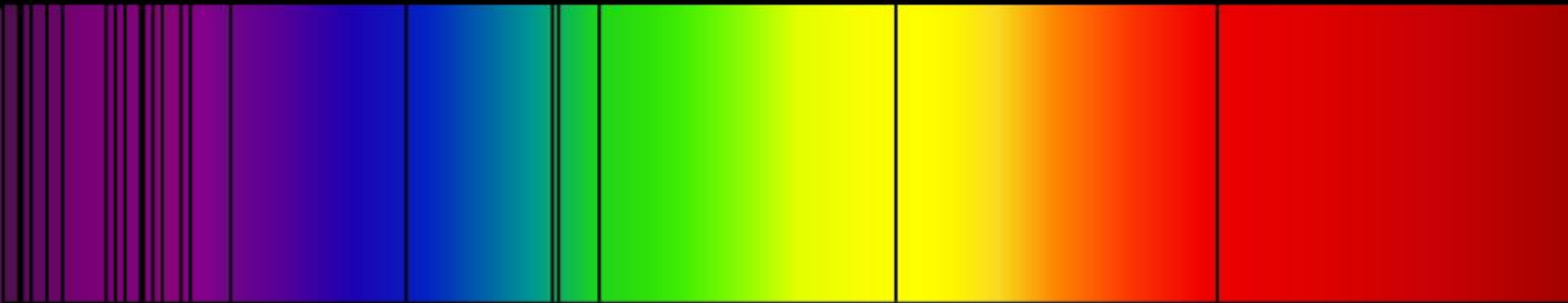
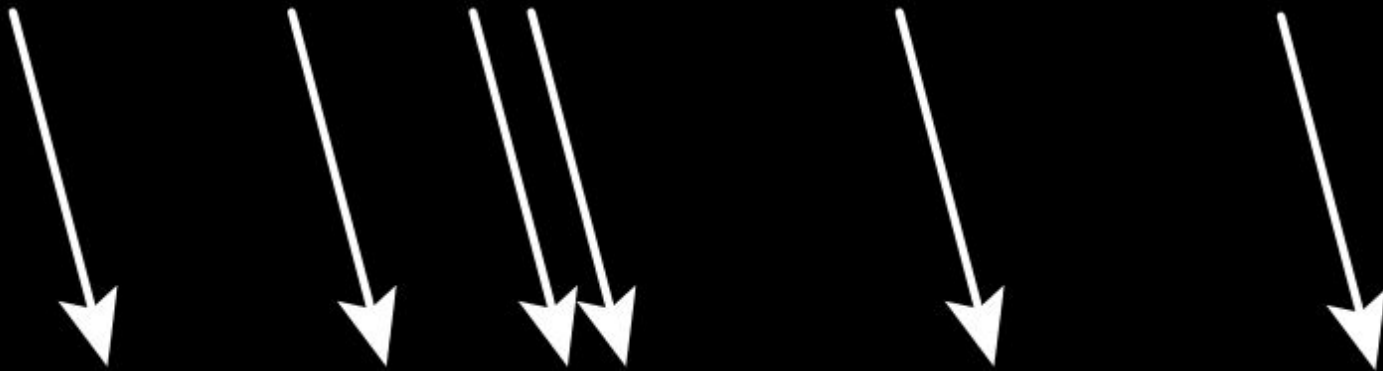
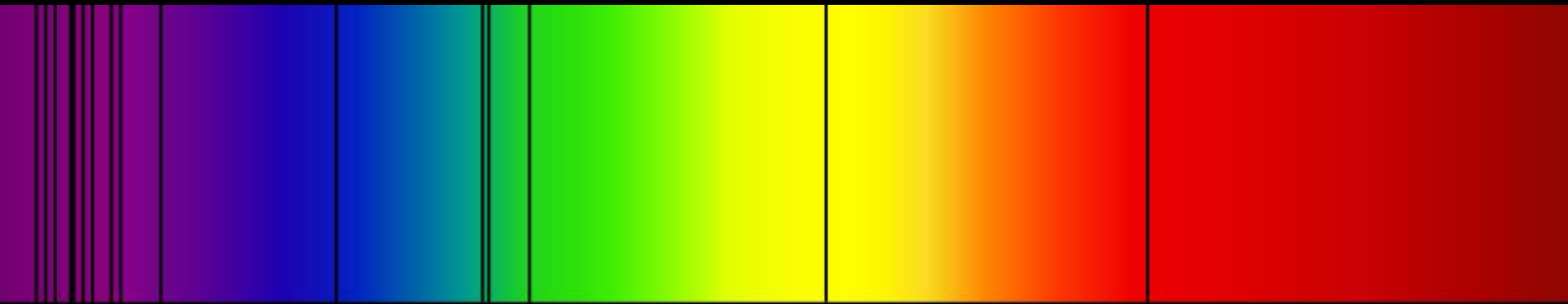






Этот наблюдатель видит синее смещение

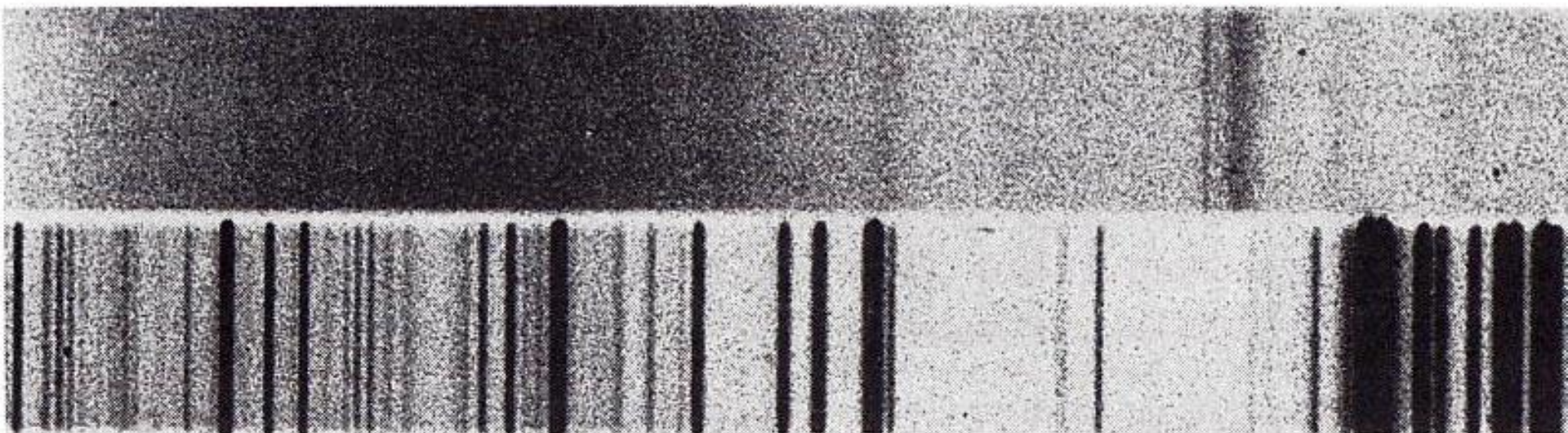
Этот наблюдатель видит красное смещение



Спект ярчайшего из квазаров 3C 273 ($m_v = 12,8$; $z = 0,158$)

3C 273

H δ H γ H β [O III]



Comparison

4000 Å H δ H γ H β 5000 Å

6000 Å

