

Астрономия

Сурдин В.Г.

Лекция 10

Спектры излучения и поглощения.

Принцип работы спектрографа.

Эффект Доплера и его использование в астрономии.

Электромагнитное излучение

Фотометрия

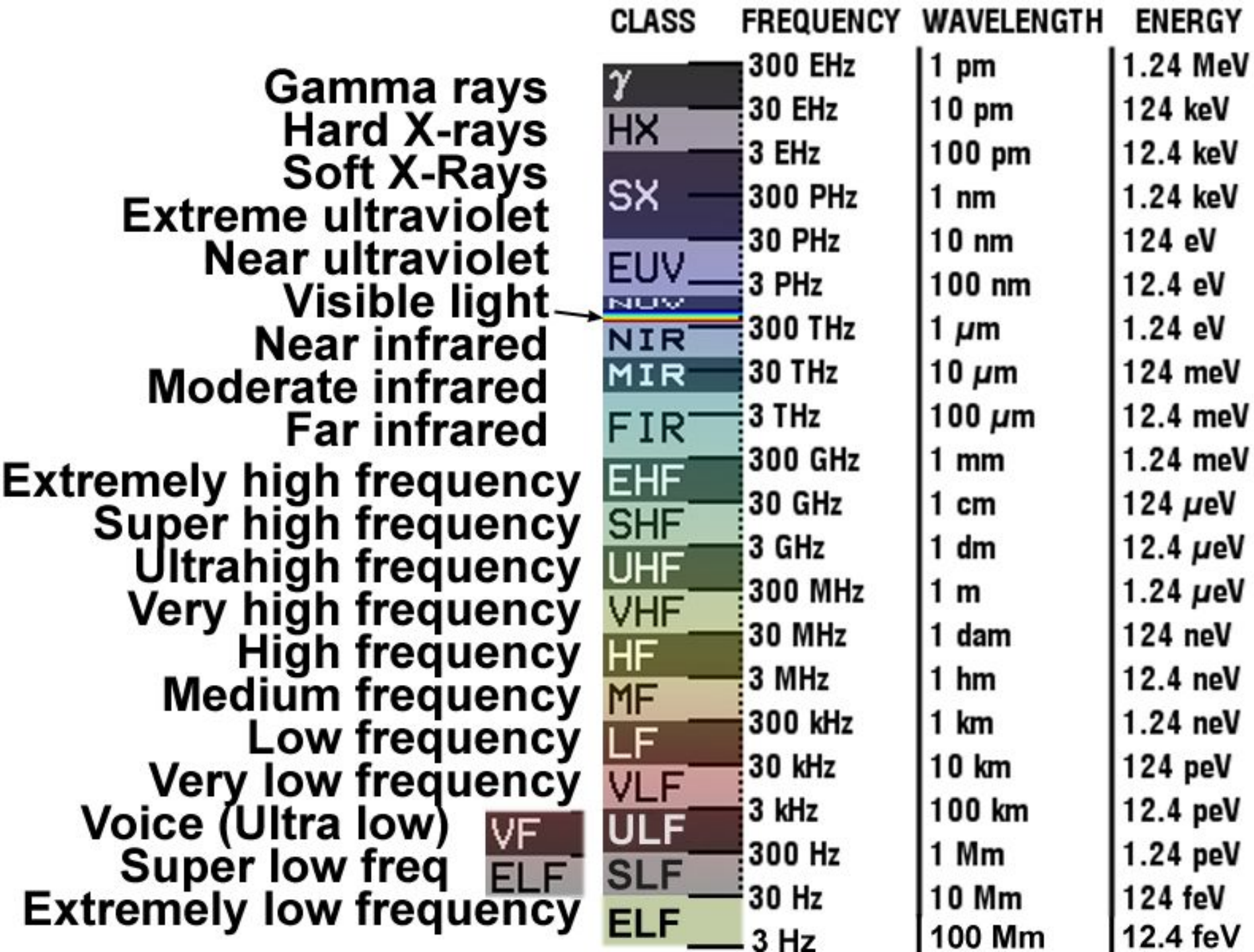


Электромагнитный спектр



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

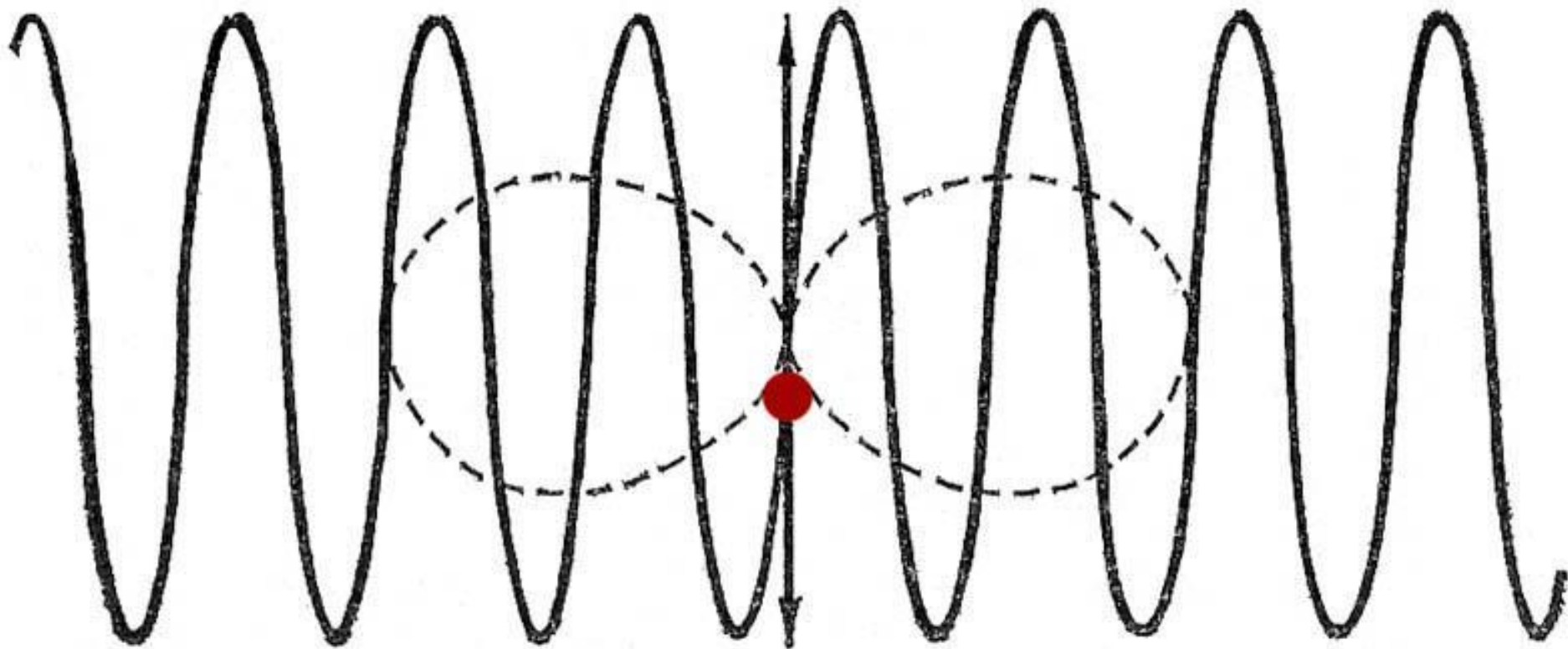
От гамма ($0,1 \text{ \AA}$) до радио (10 м) = 40 октав



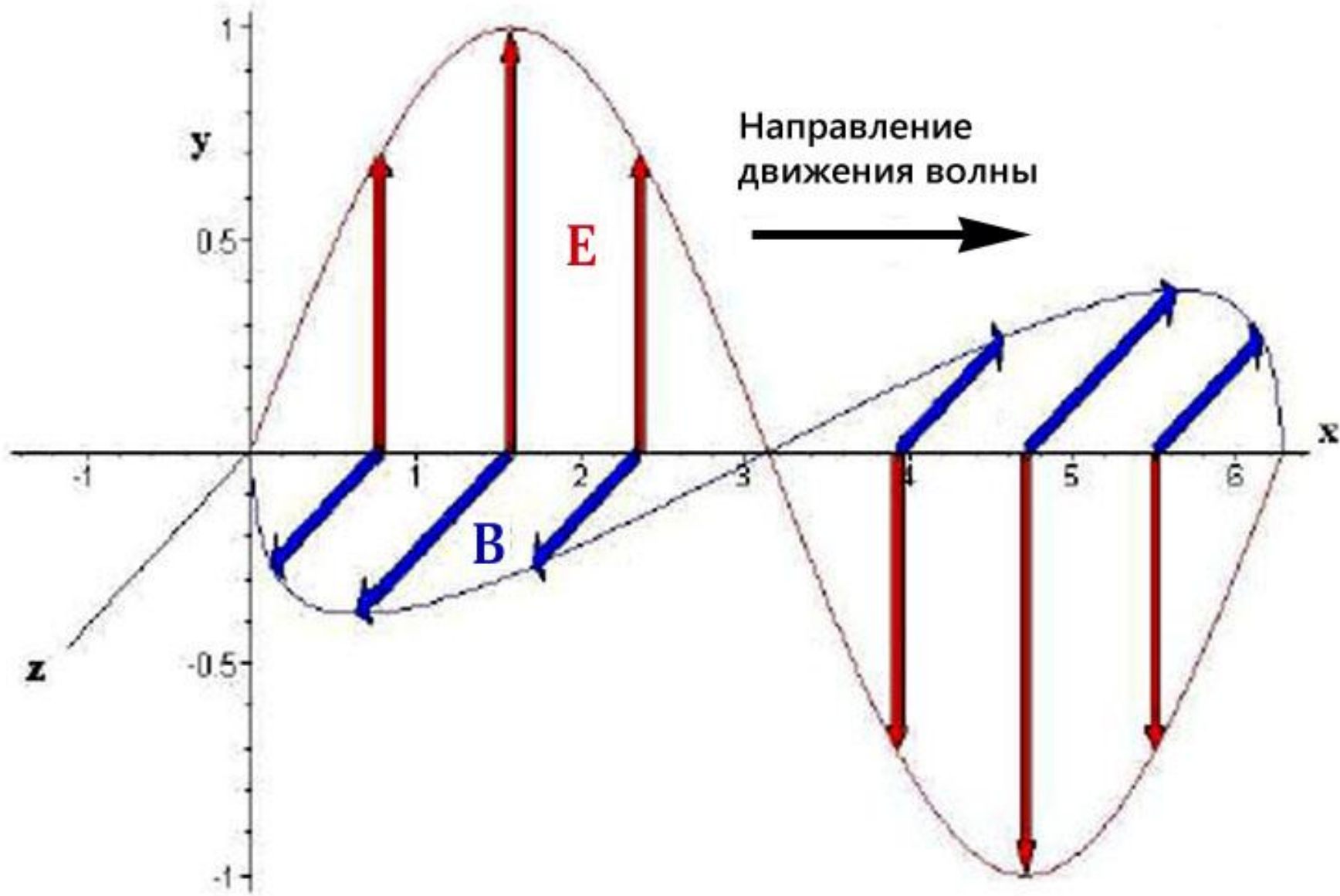
Электромагнитный спектр, исследуемый в астрофизике

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

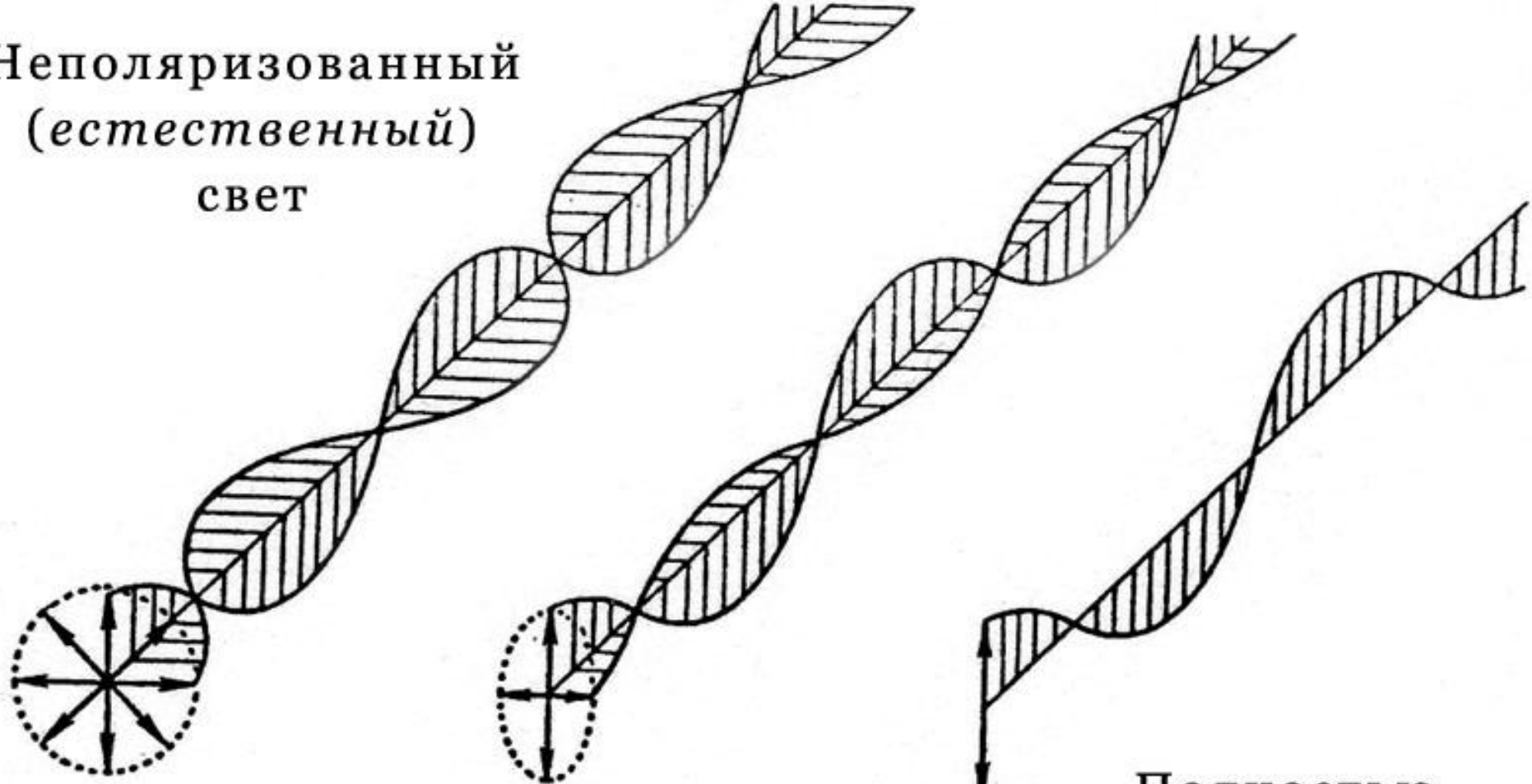
← *Скорость света* →



**Колебание электрического заряда
рождает электромагнитную волну**



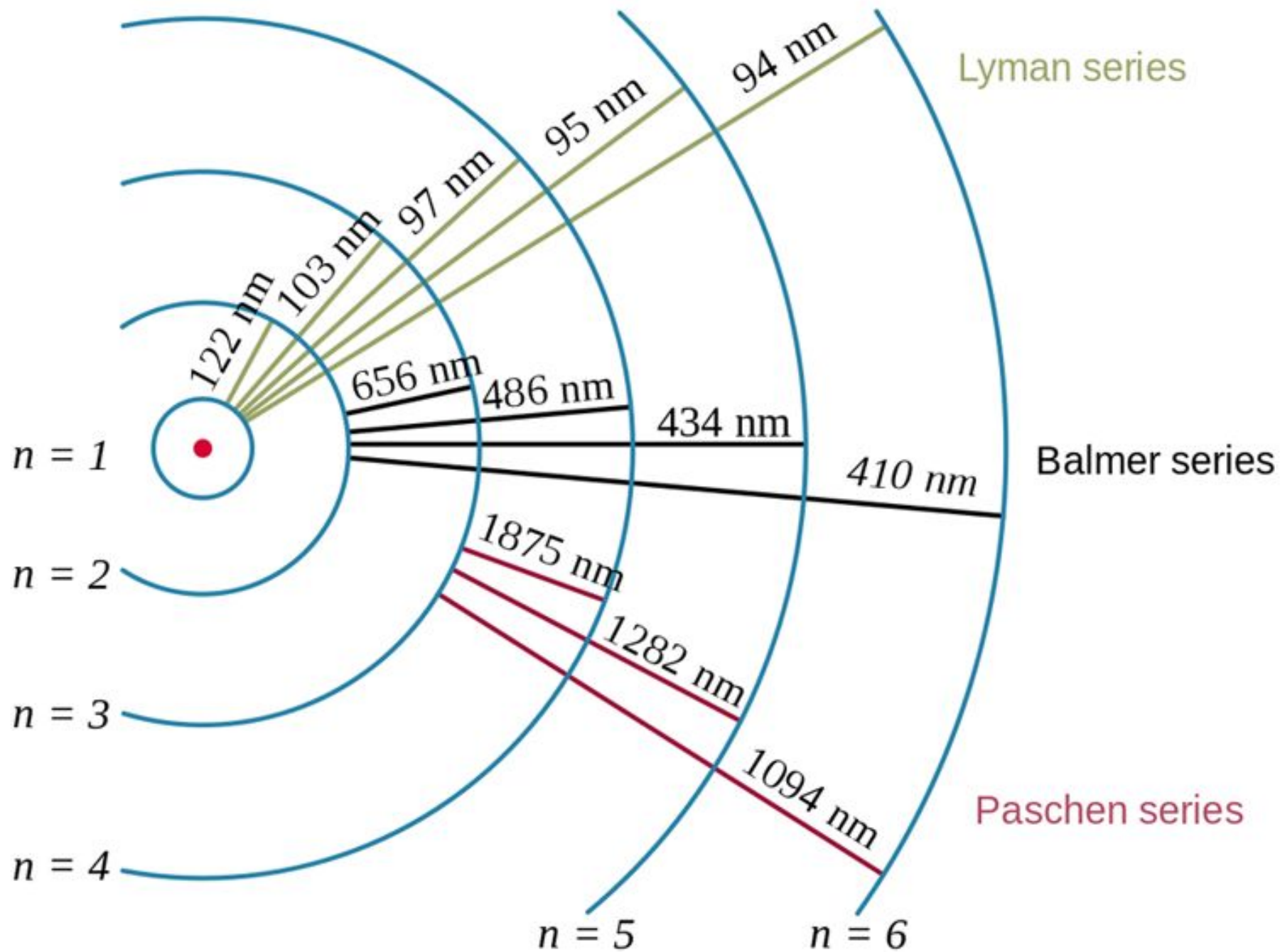
Неполяризованный
(естественный)
свет

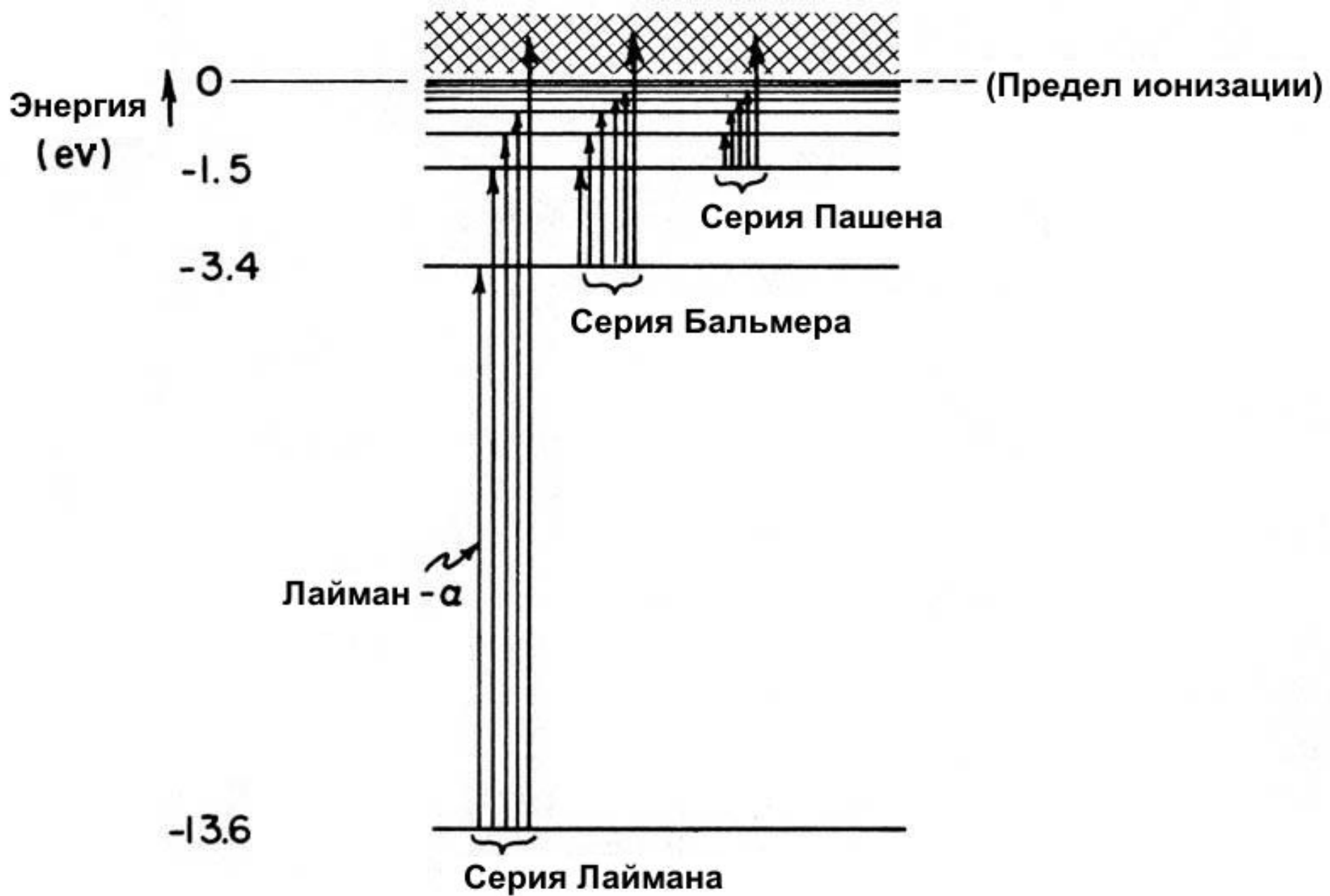


Частично
поляризованный
свет

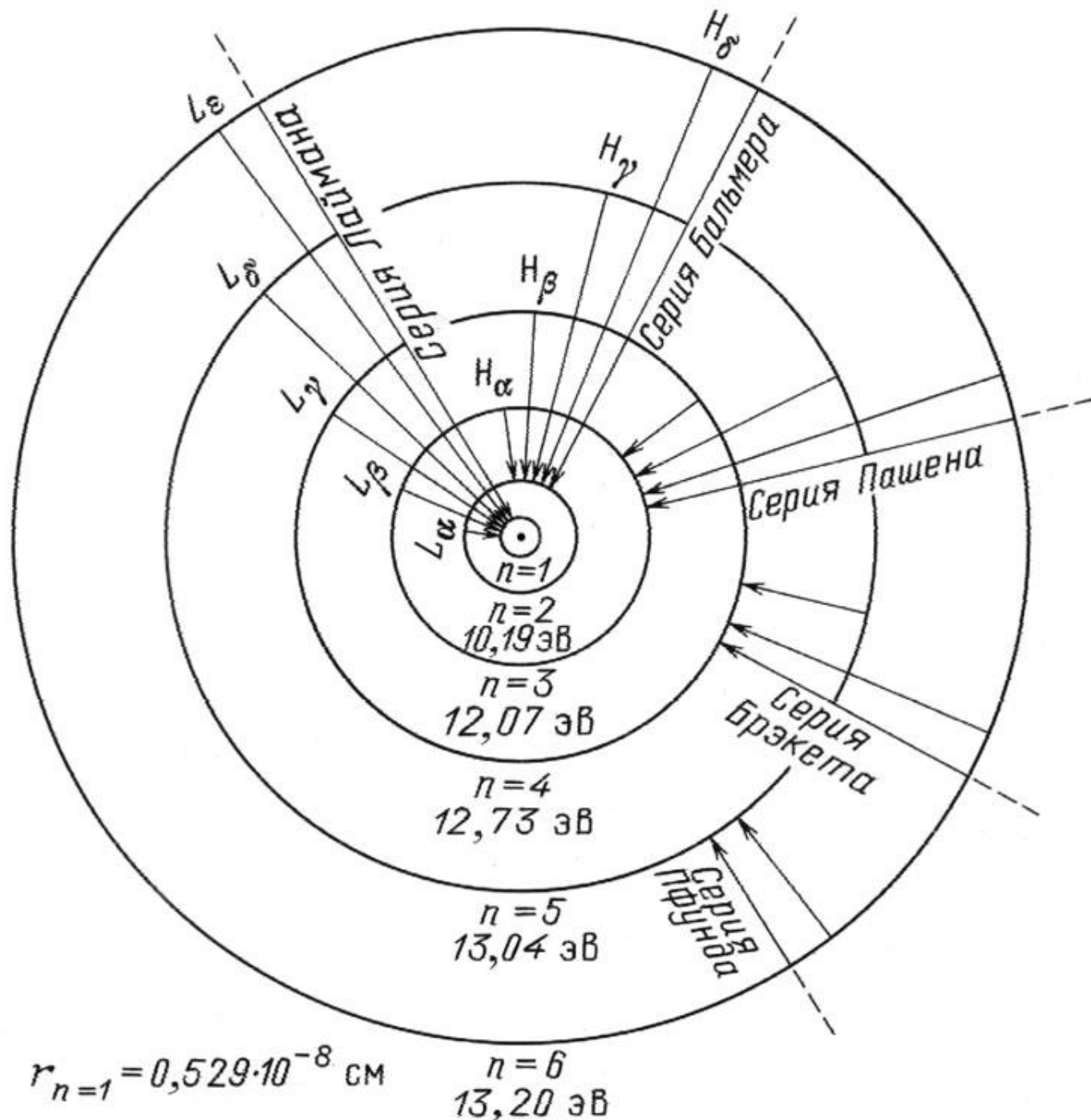
Полностью
поляризованный
свет

Указано направление и амплитуда колебаний
вектора электрического поля





Энергетический спектр атома водорода



Энергетические уровни атома водорода

Сери́и Бальмера Лаймана Пашена Брэкета Пфунда

Энергия связи электрона на первом уровне 13,6 эВ

Спектральные серии водорода

(в логарифмической шкале длины волны)

Lyman



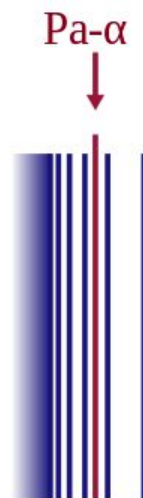
Balmer



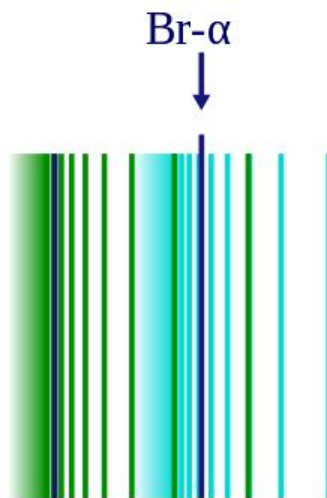
Paschen



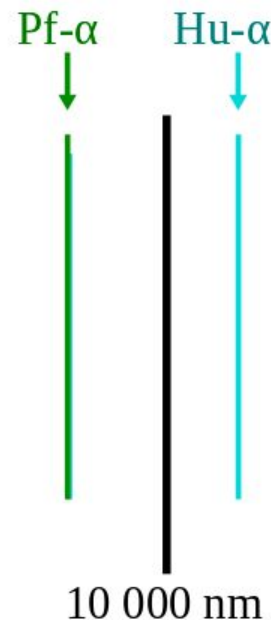
Brackett



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

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

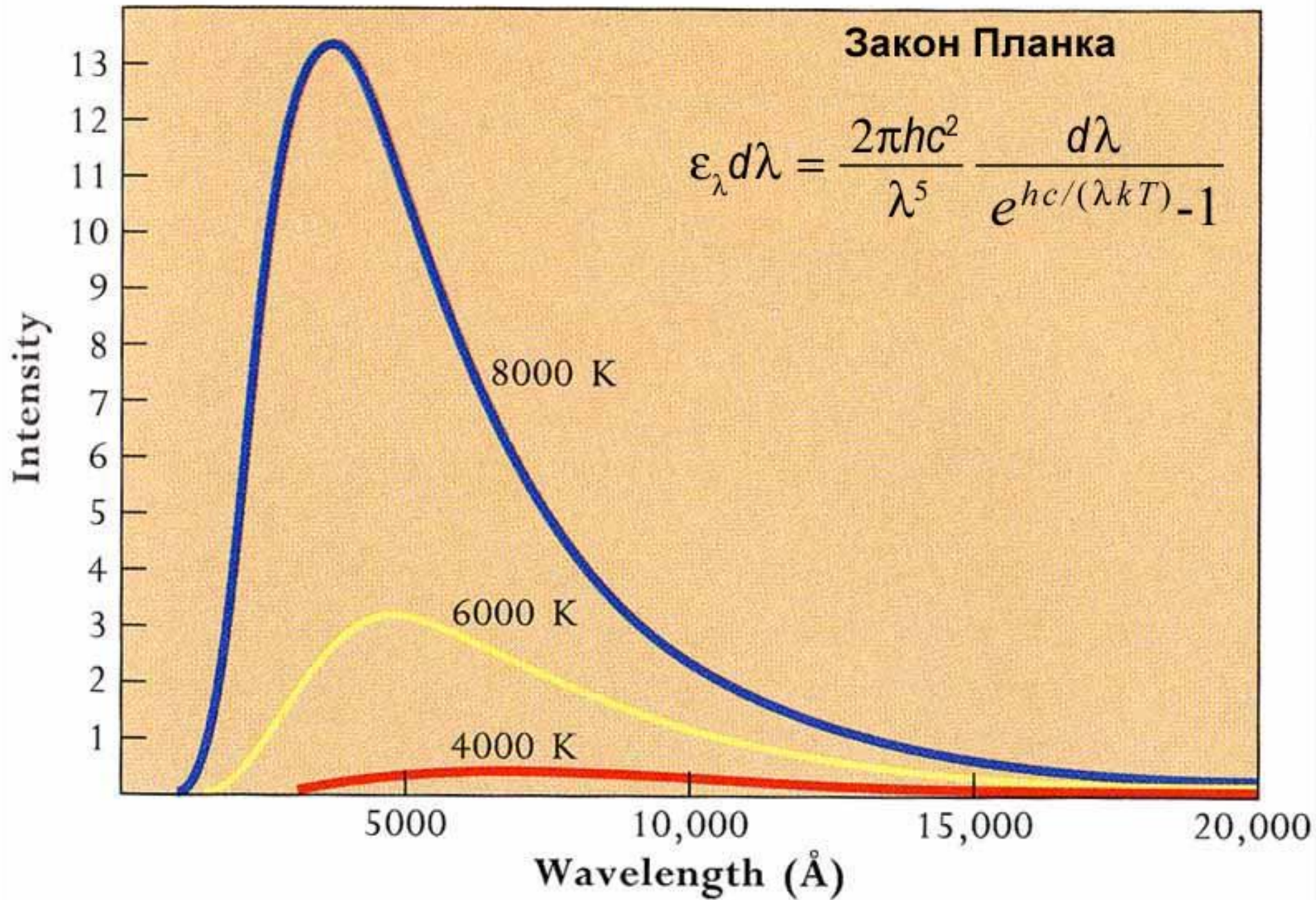
... и частота

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

(Бытовой радиодиапазон: 1 - 100 МГц)

Закон Планка

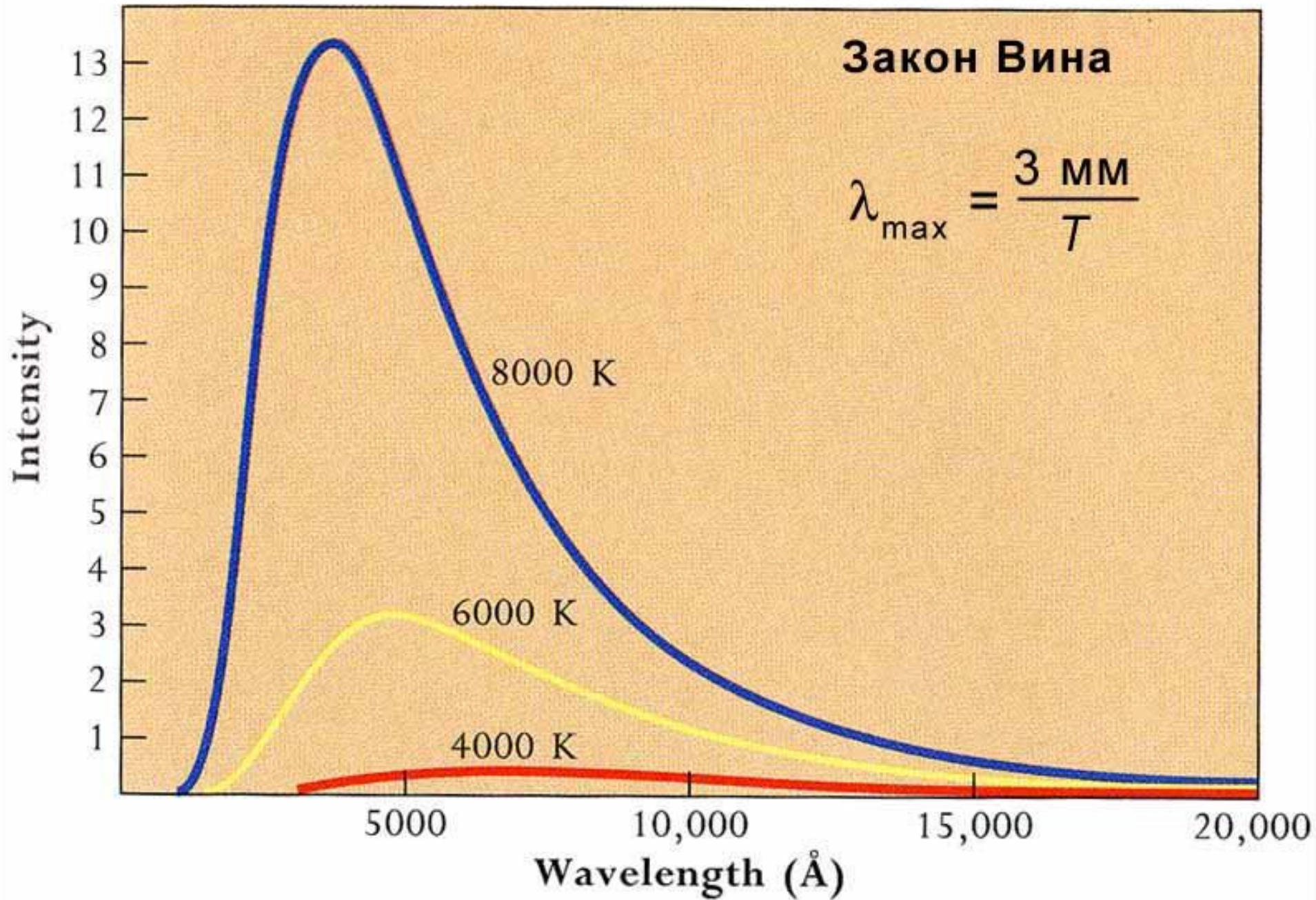
$$\epsilon_{\lambda} d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{hc/(\lambda kT)} - 1}$$



Излучение абсолютно черного тела

Закон Вина

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

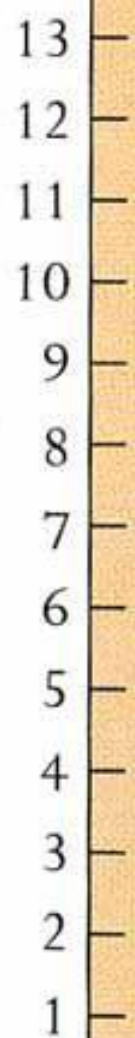


Излучение абсолютно черного тела

Закон Стефана-Больцмана

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

Intensity



8000 K

6000 K

4000 K

5000

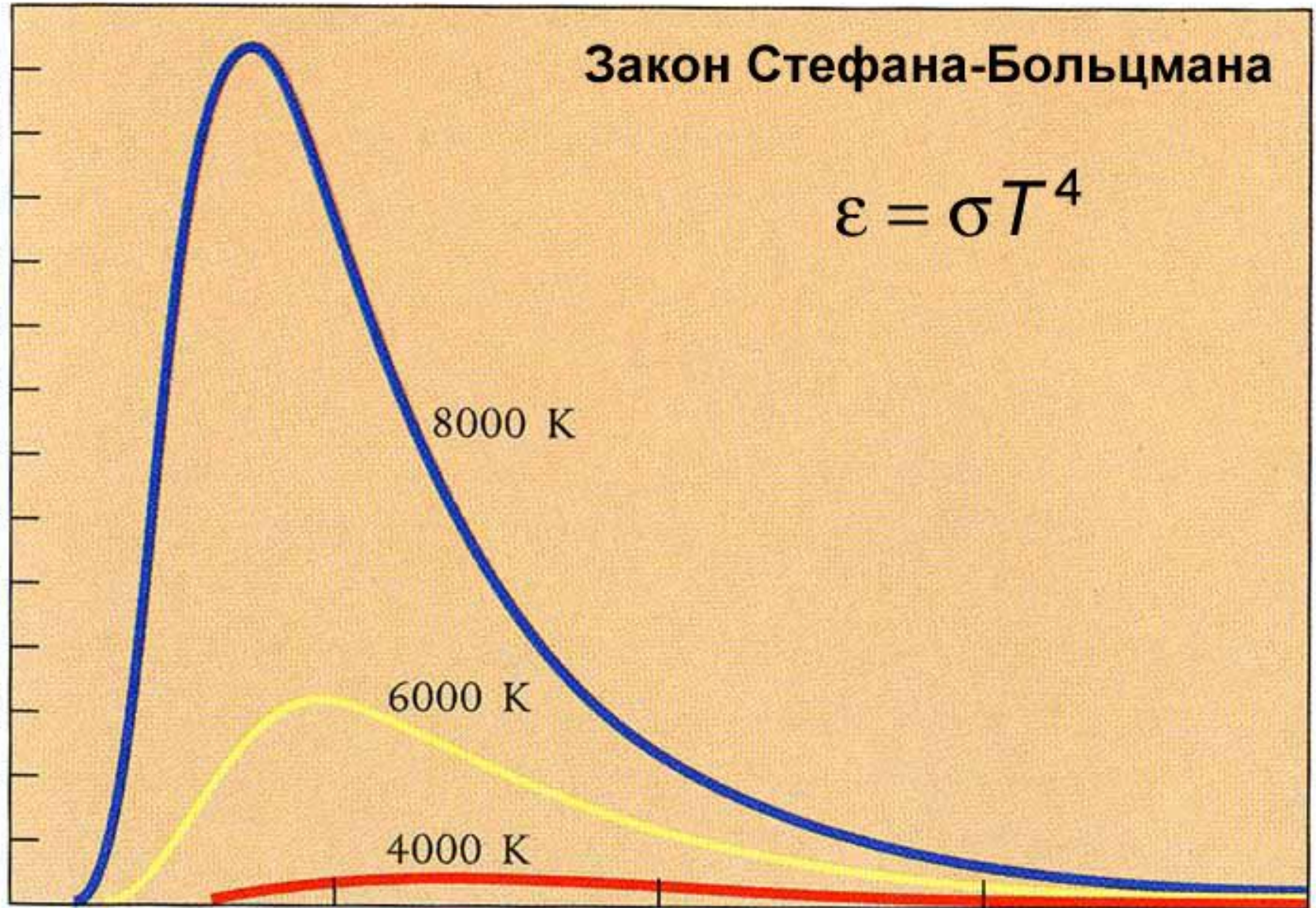
10,000

15,000

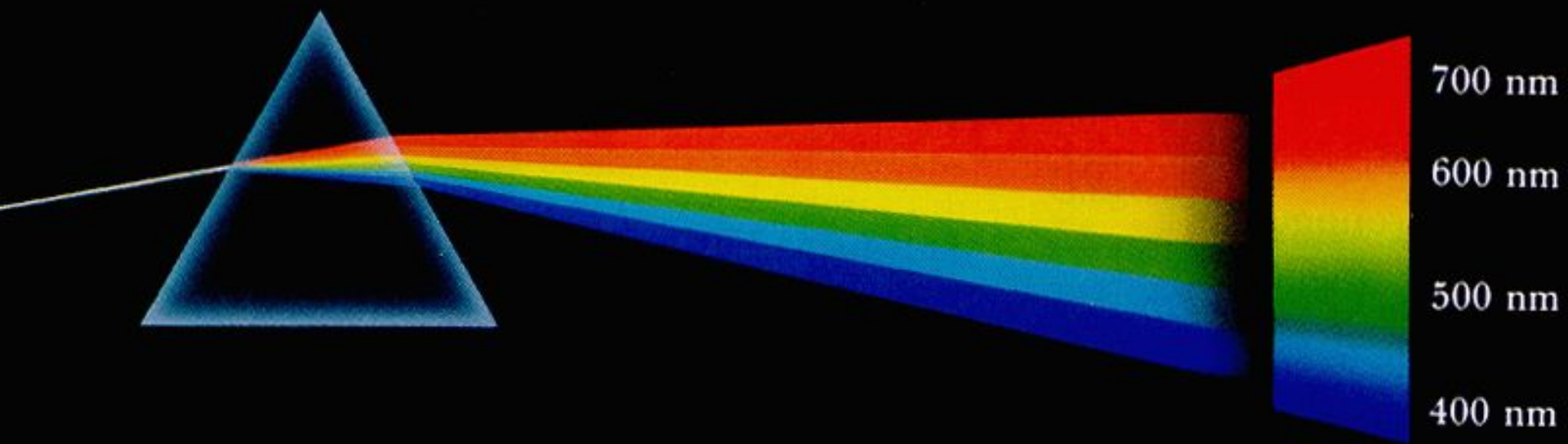
20,000

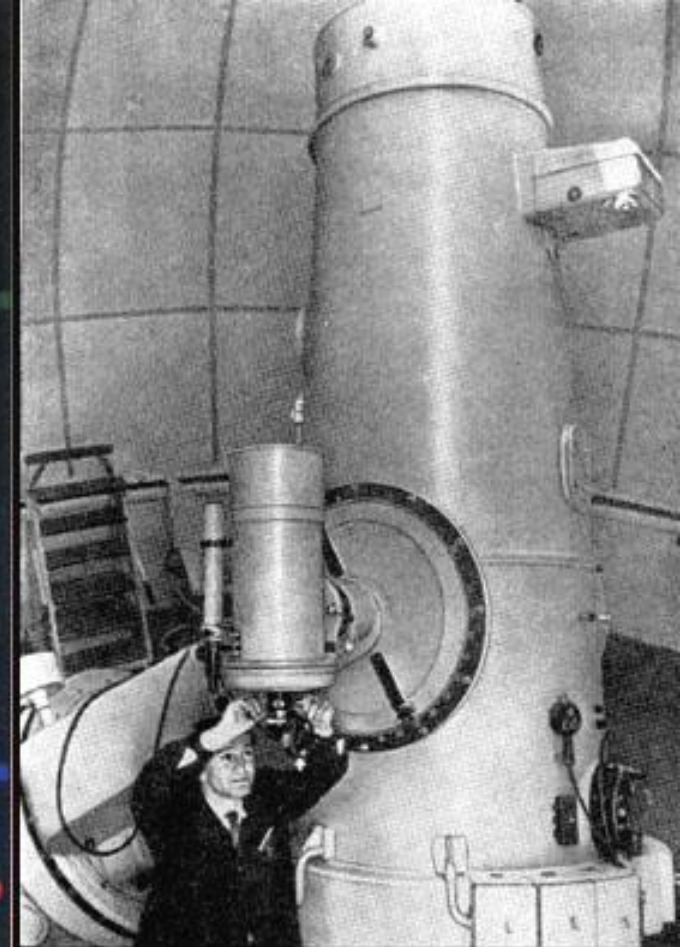
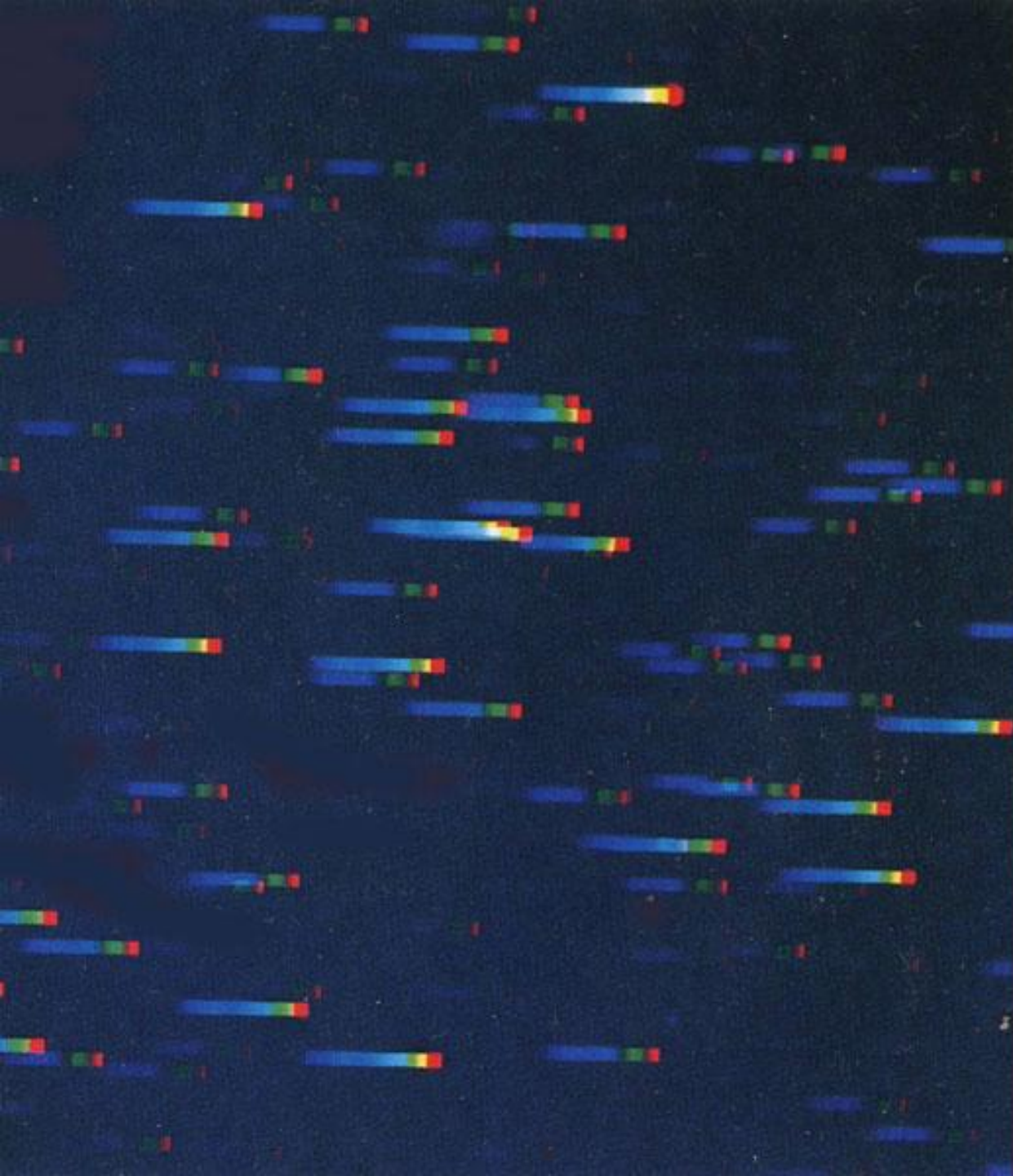
Wavelength (Å)

Излучение абсолютно черного тела

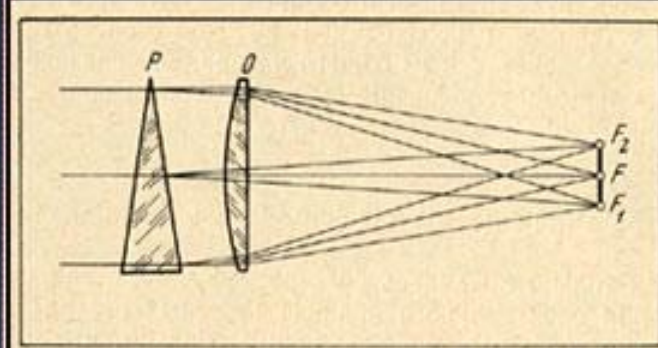


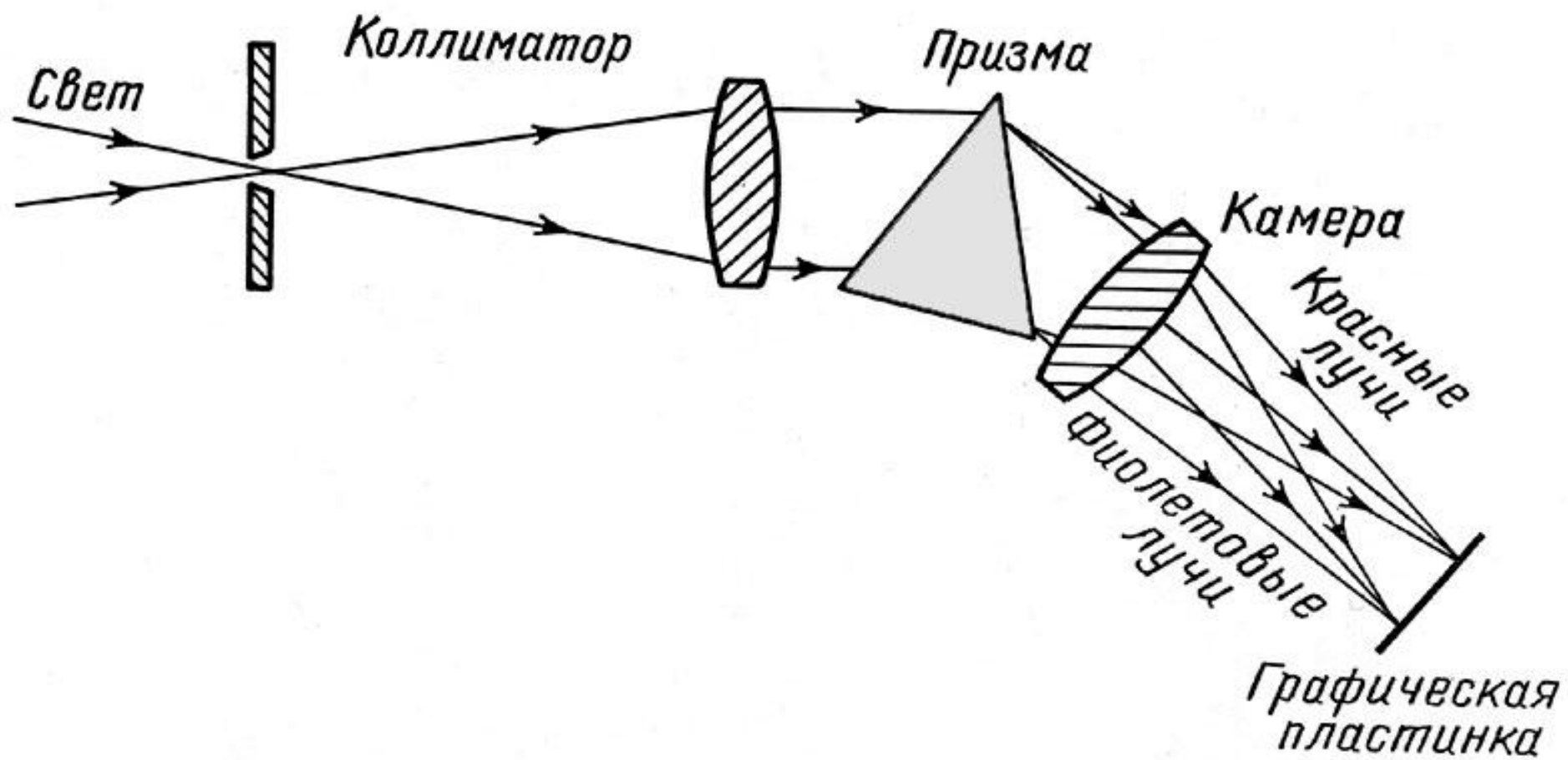


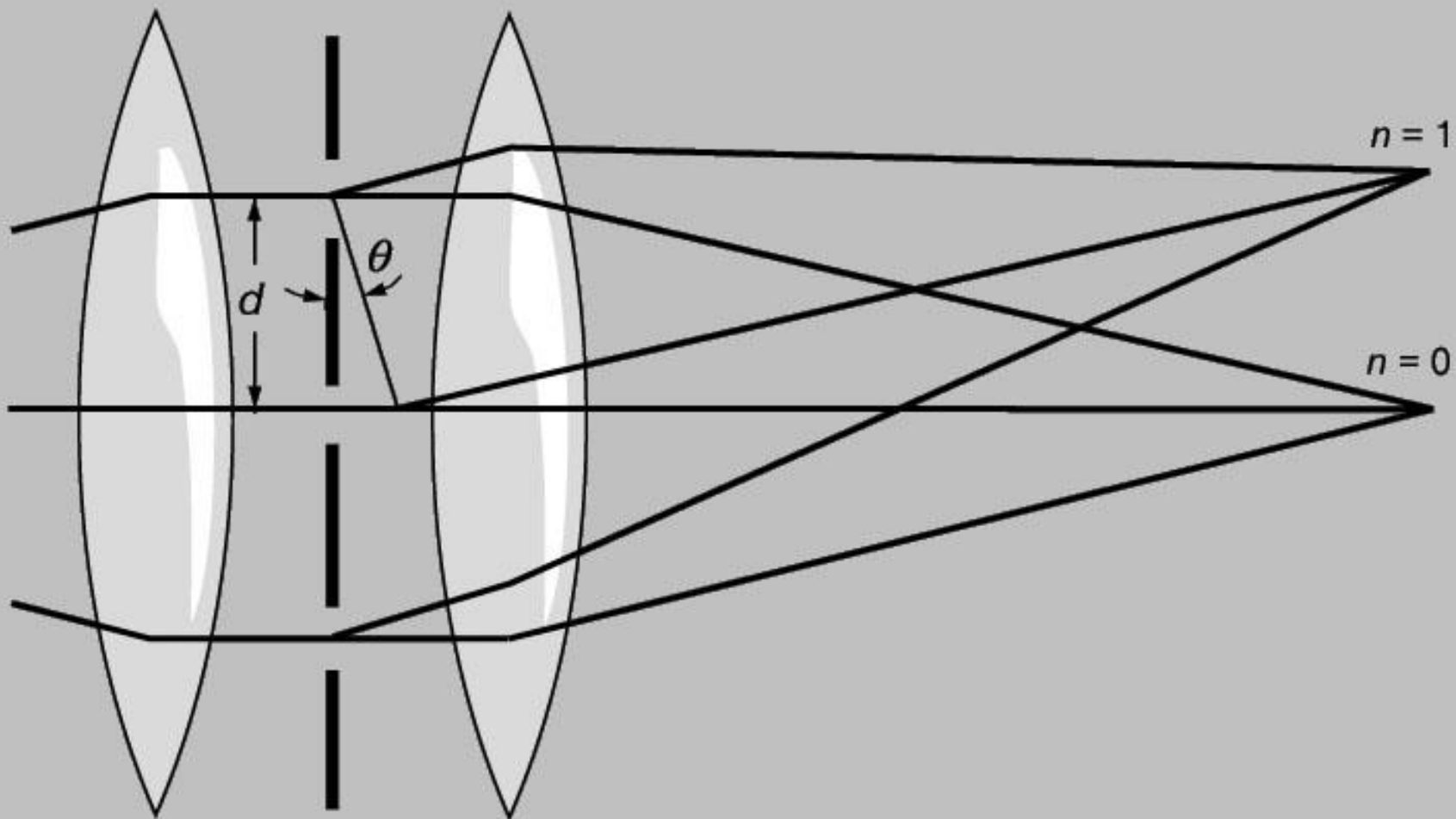




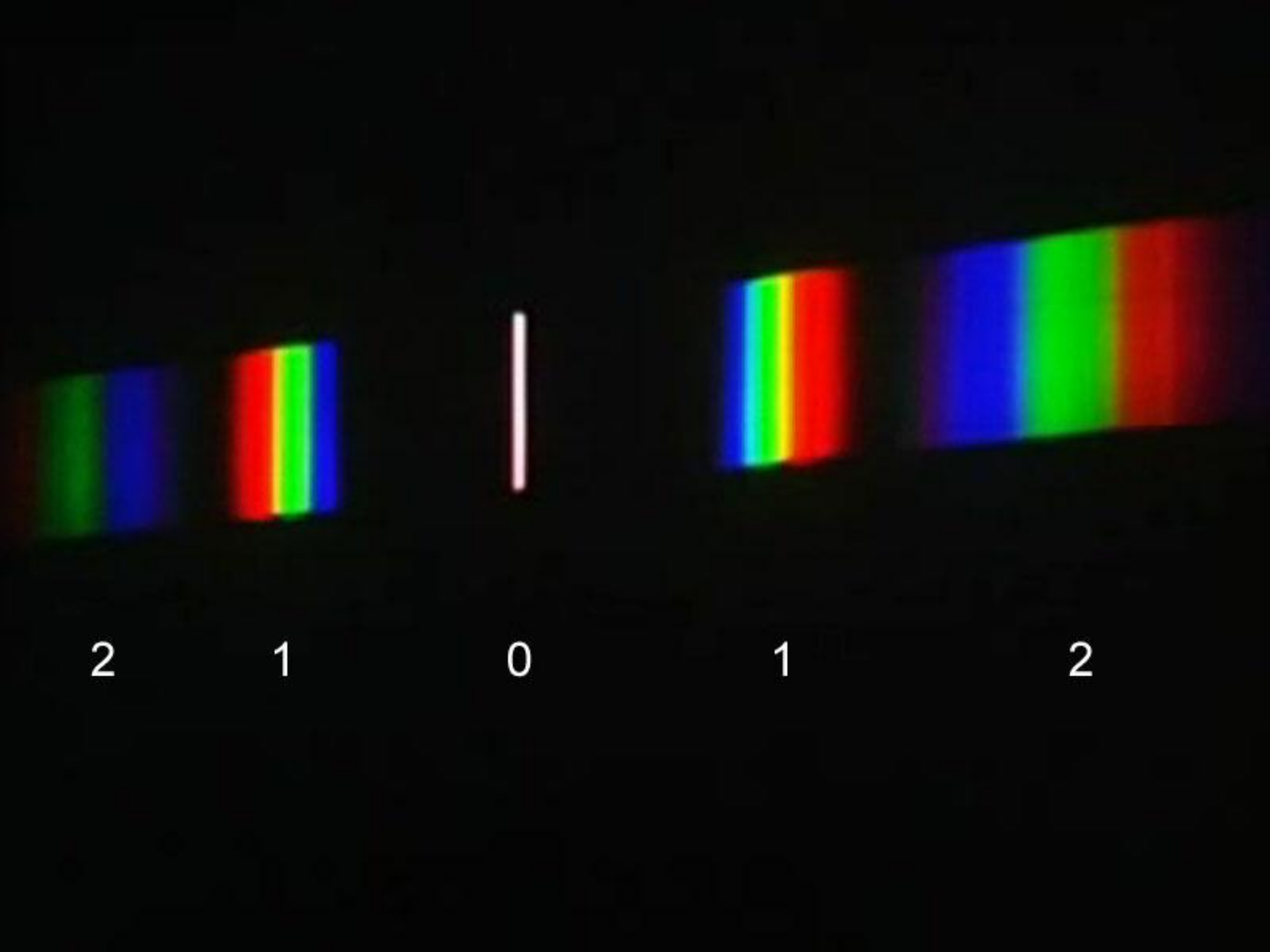
Телескоп
с объективной призмой







Дифракционная решетка



2

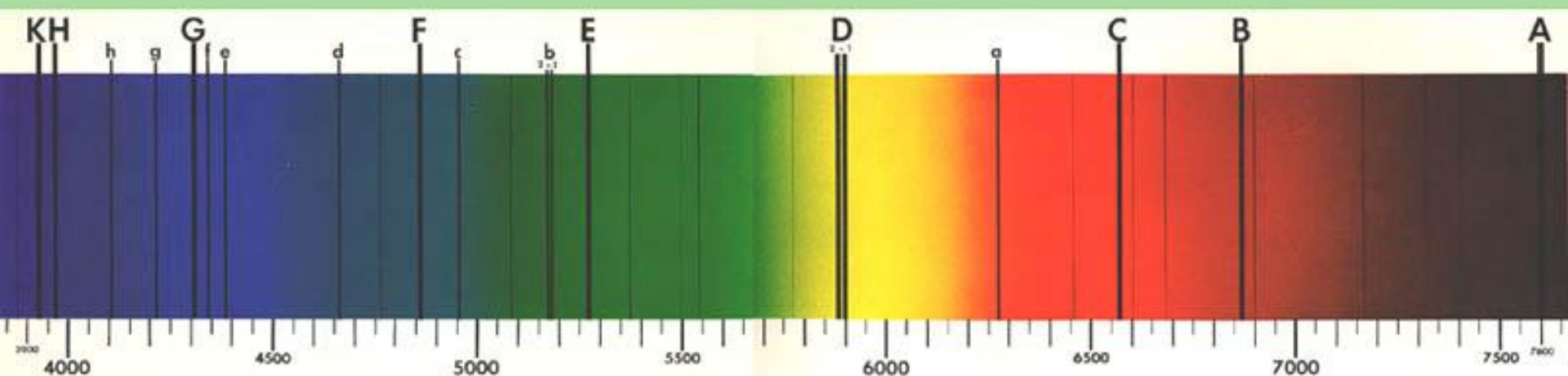
1

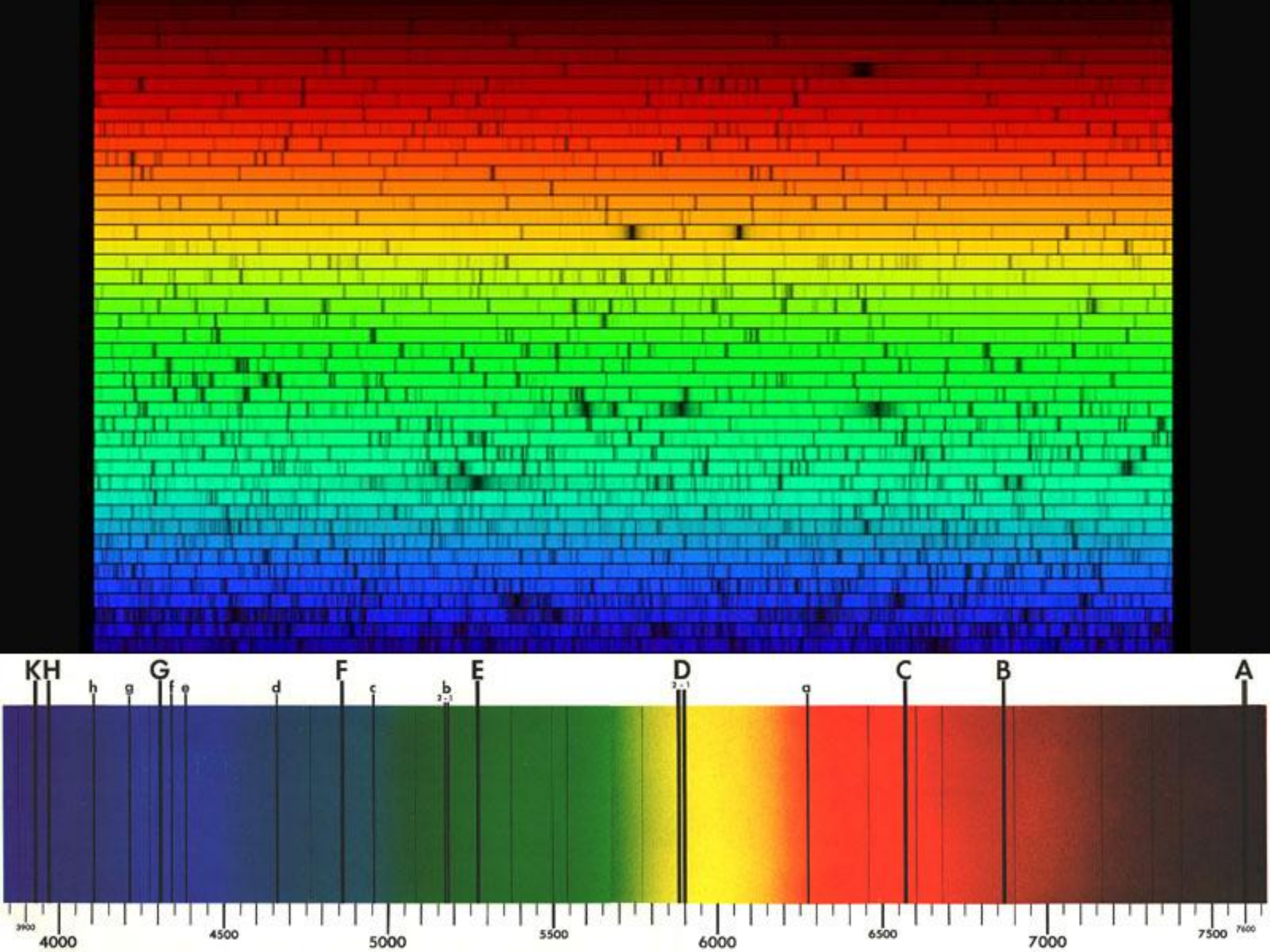
0

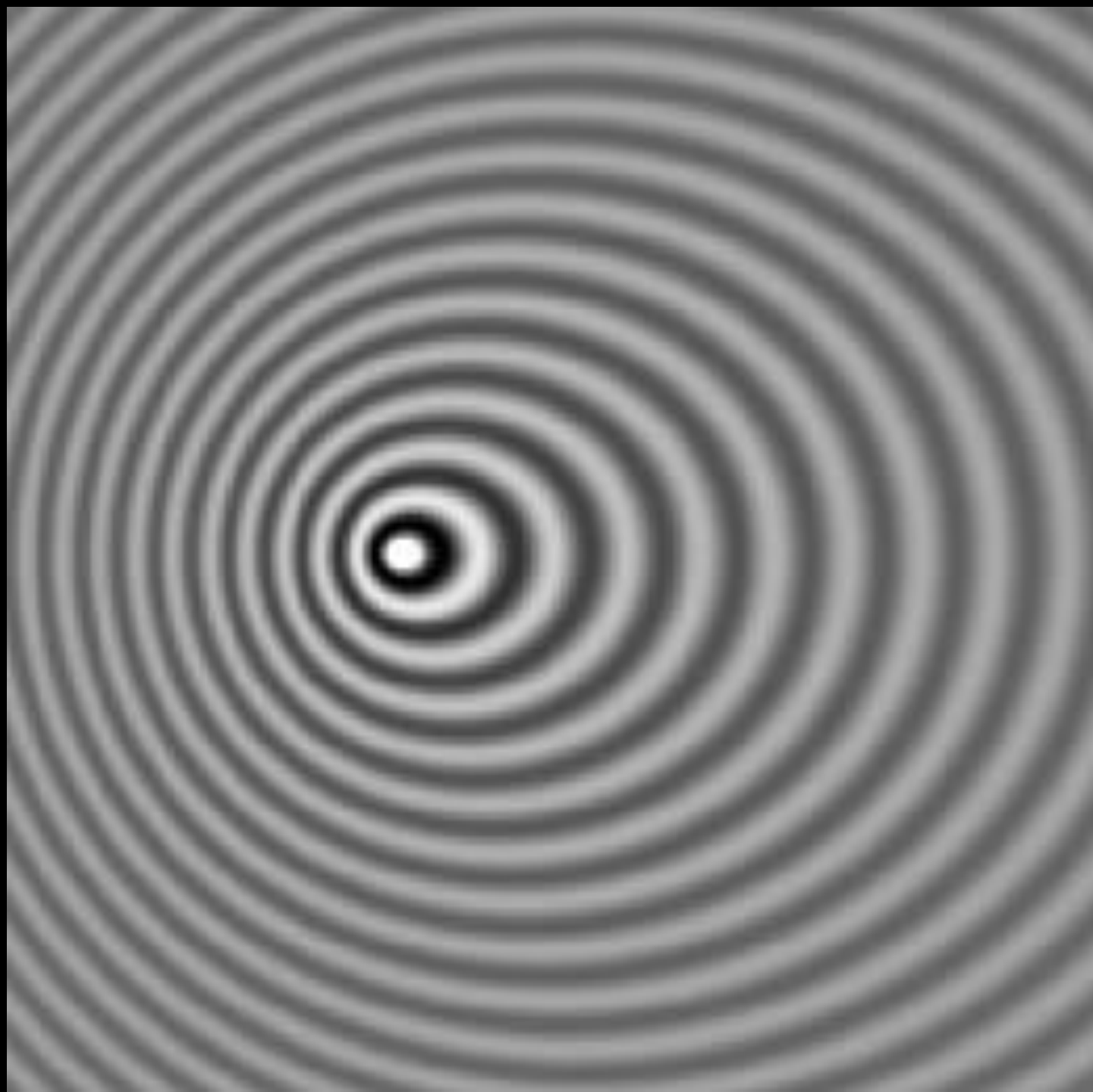
1

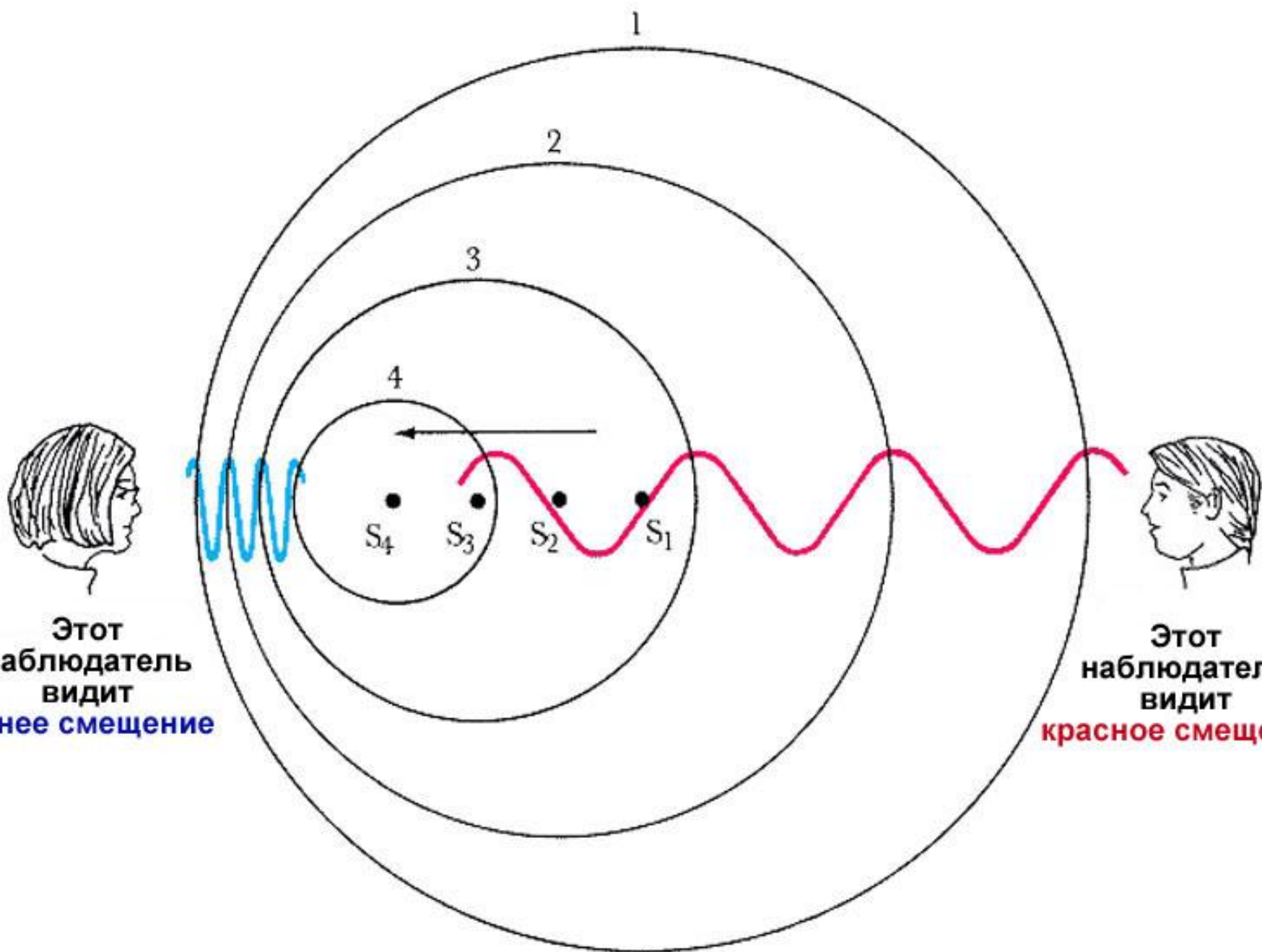
2

Оптический спектр типичной звезды



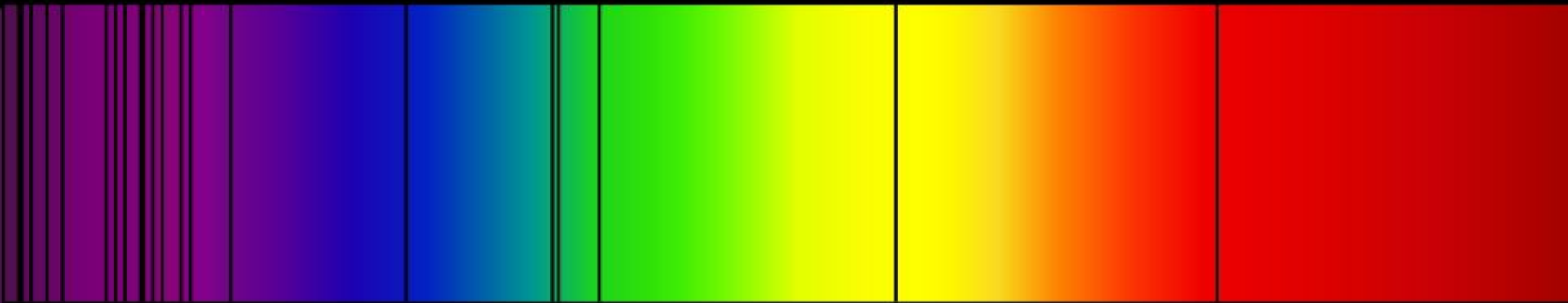
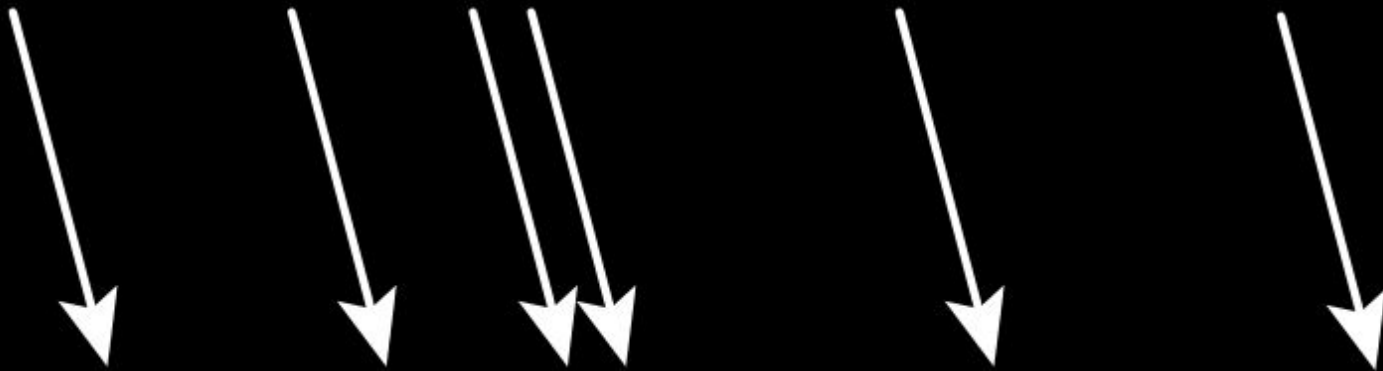
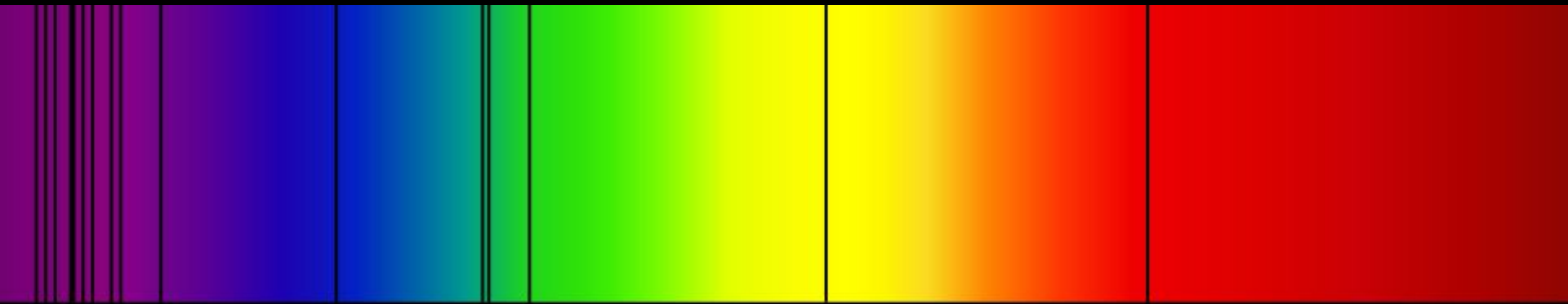






Этот наблюдатель видит синее смещение

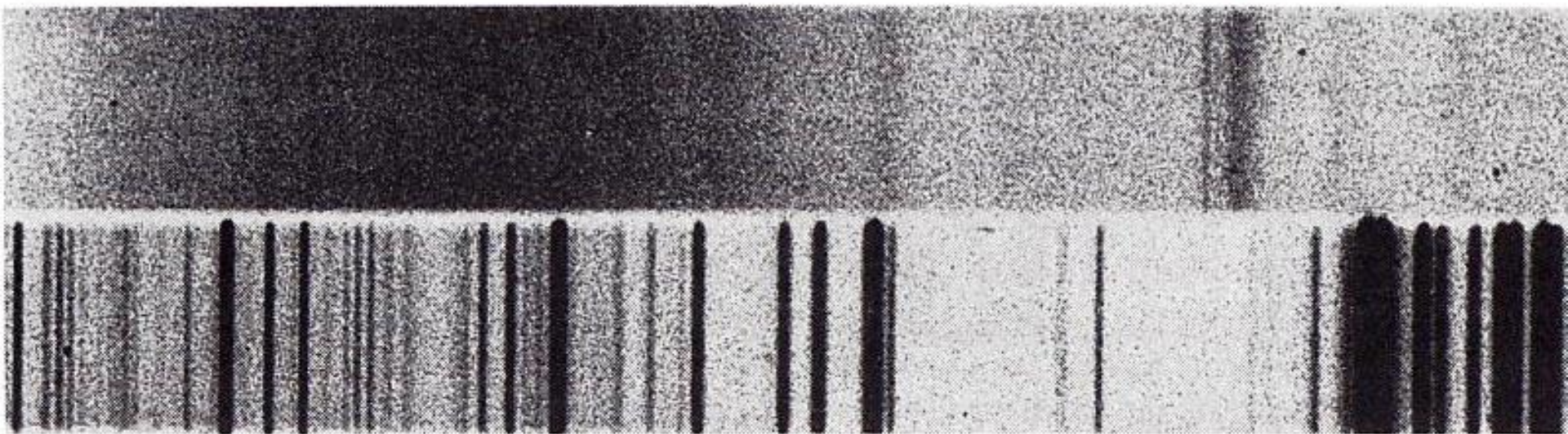
Этот наблюдатель видит красное смещение



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

