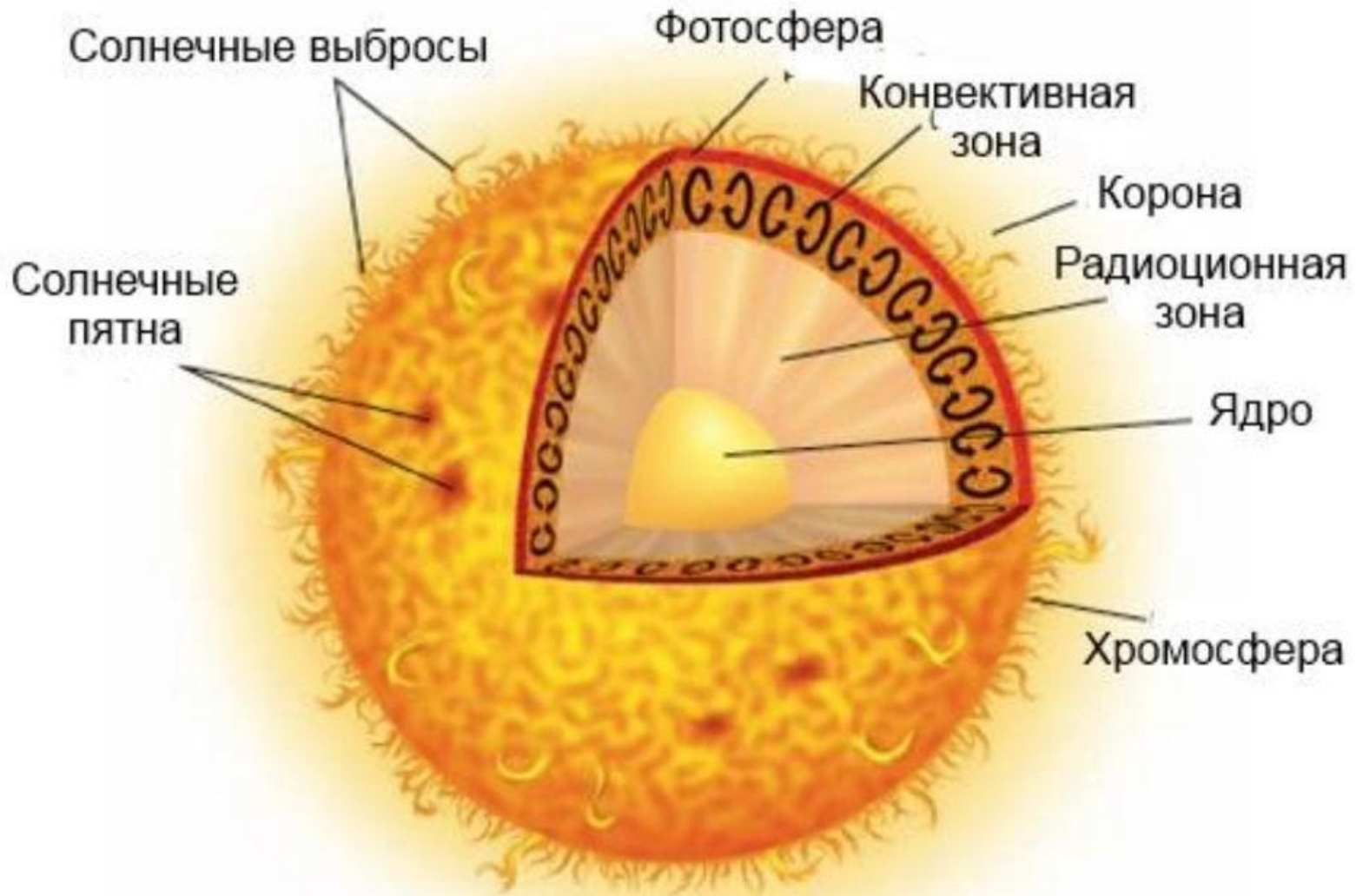


Солнце и звезды

Часть 1

Строение Солнца



ЛУЧ И Н О Р О Н Ы

Протуберанец

Хромосфера
14 000 км

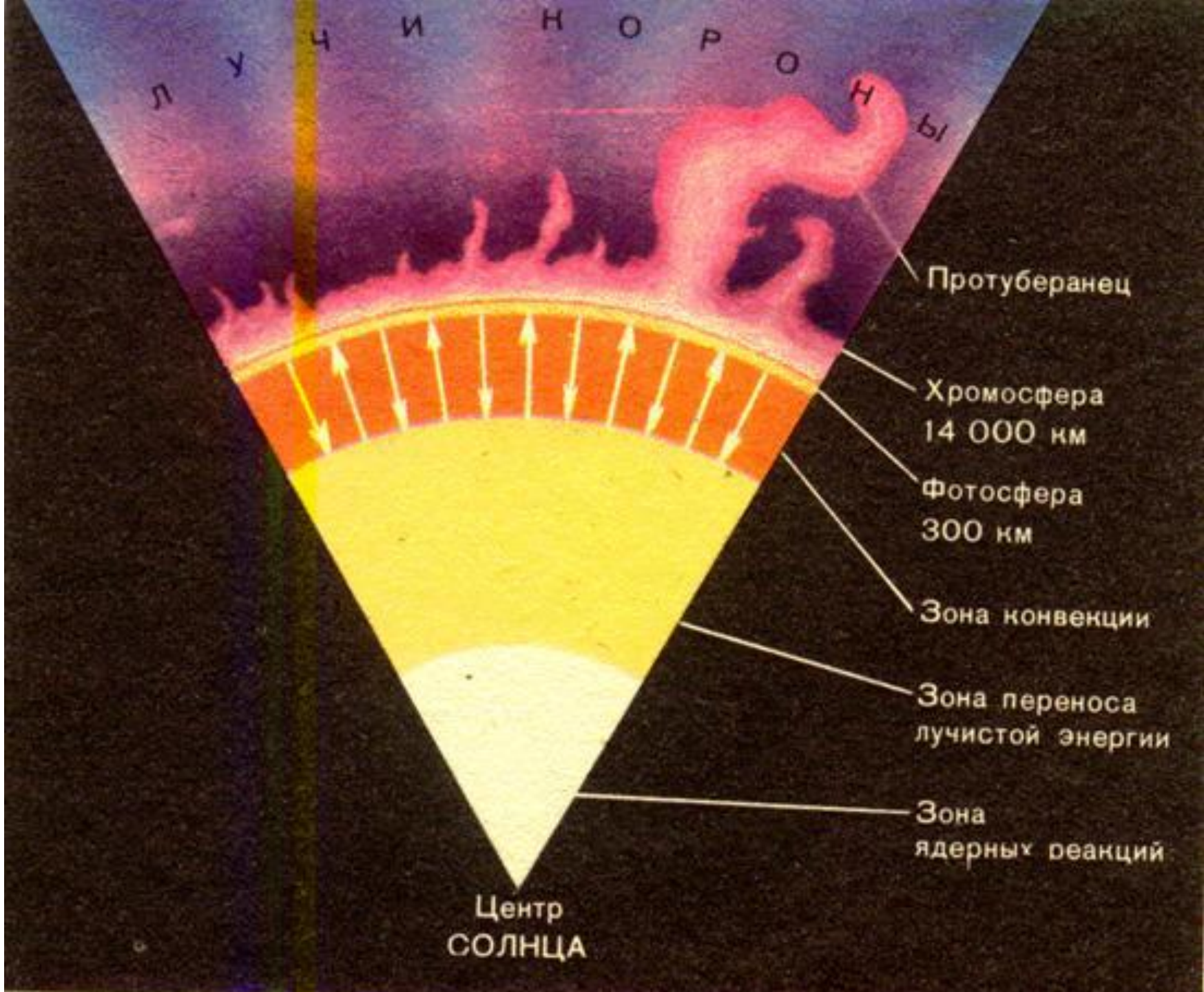
Фотосфера
300 км

Зона конвекции

Зона переноса
лучистой энергии

Зона
ядерных реакций

Центр
СОЛНЦА



Физические условия в разных слоях Солнца



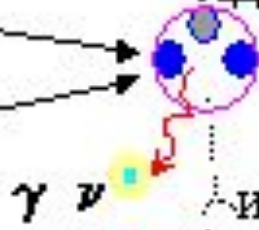
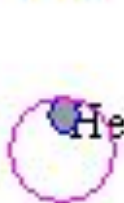
Протон-протонный цикл

1. Два протона p объединяются в одно

p p ^2H ядро ^2H атома водорода-2, при этом
один из протонов превращается в
нейтрон с испусканием электрона e^-

2. Ядро ^2H атома водорода-2
 ^3He объединяется с протоном p
в одно ядро ^3He атома гелия-3 с
испусканием кванта света γ
и нейтрино ν .

3. Два ядра ^3He атомов гелия-3
объединяются в ядро ^4He
атома гелий-4 с испусканием
двух протонов p .

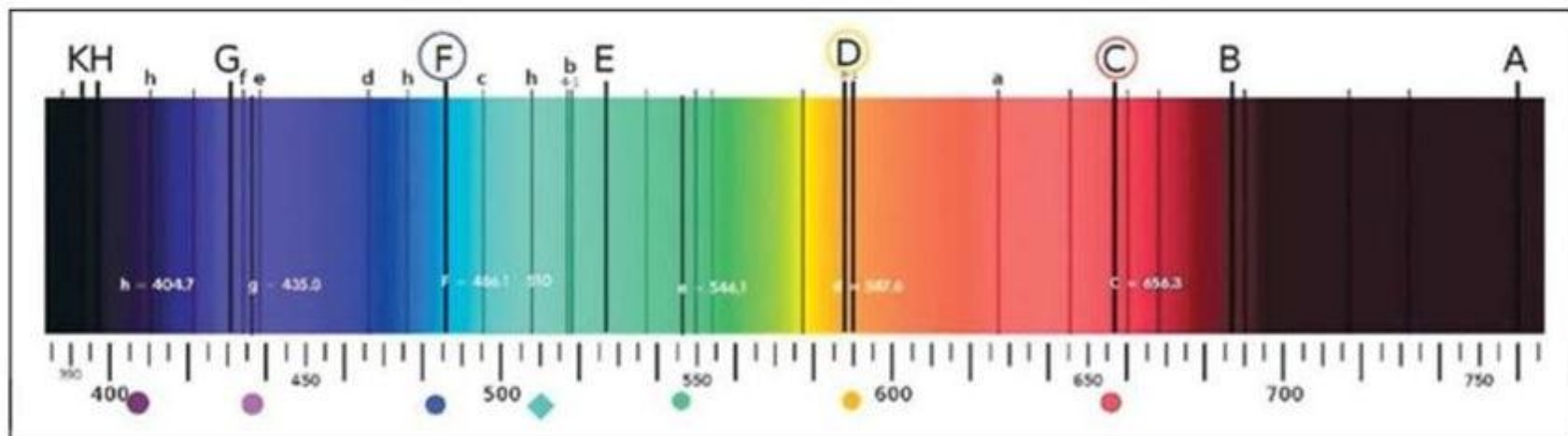


ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОЛНЦА

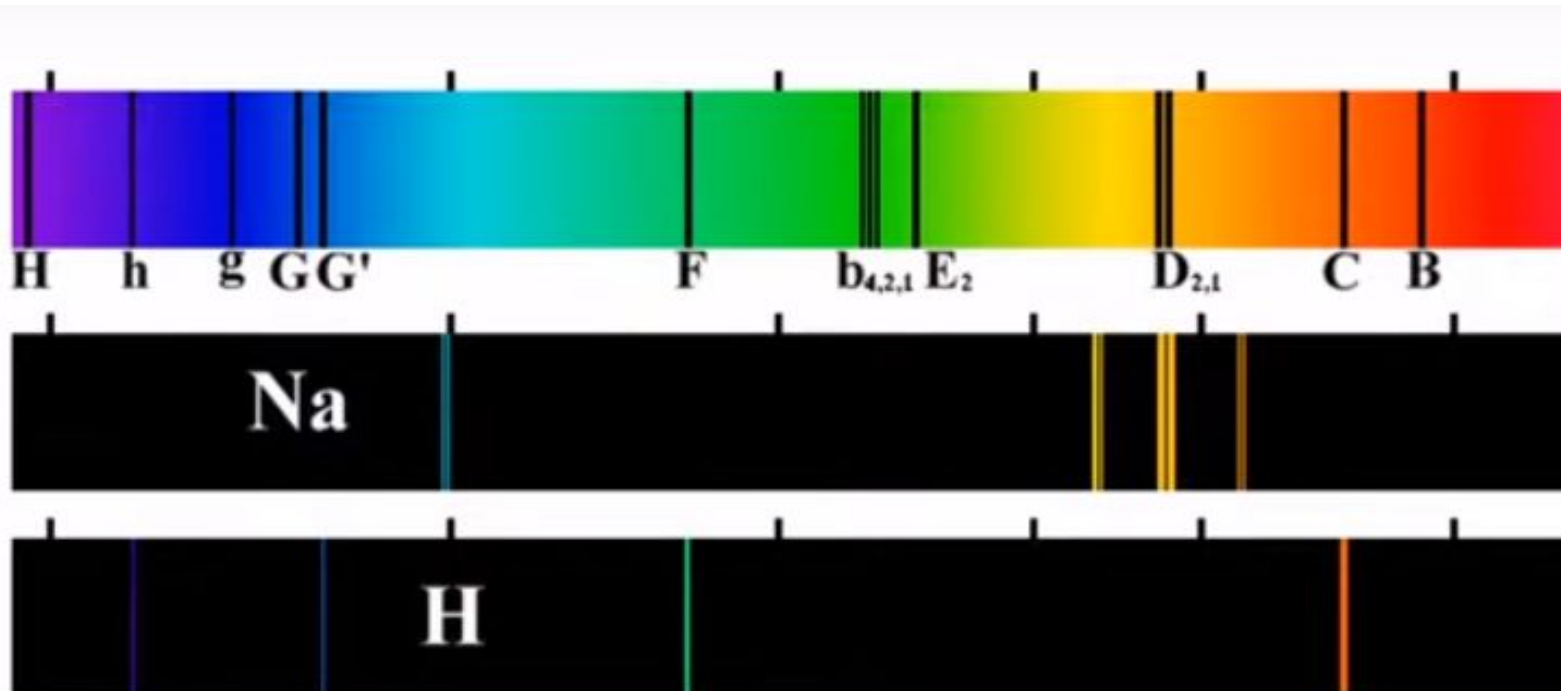
ВОДОРОД **90.7 %** по числу атомов
74 % по массе

ГЕЛИЙ **9.1 %** по числу атомов
24 % по массе

ОСТАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ **0.2 %** по числу атомов
2 % по массе

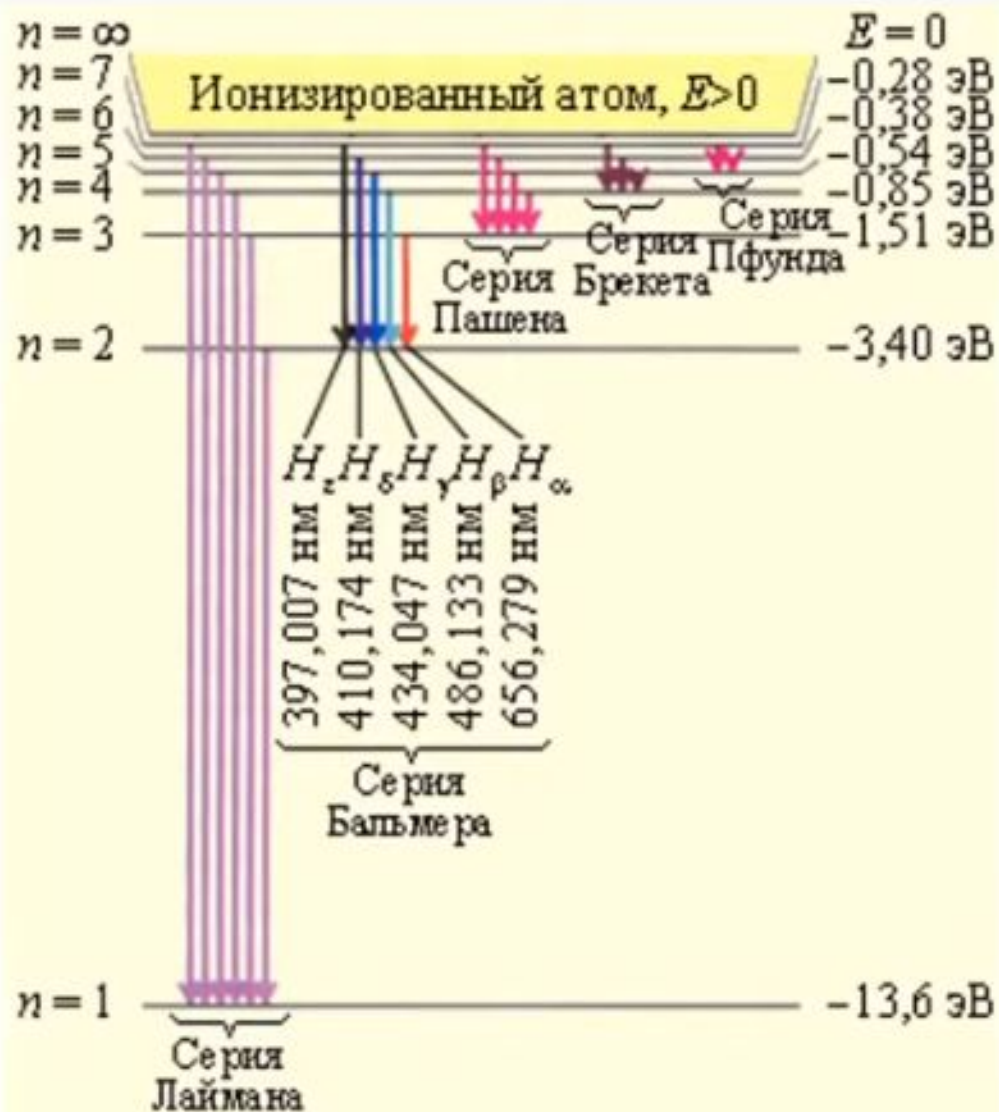


Спектральный анализ

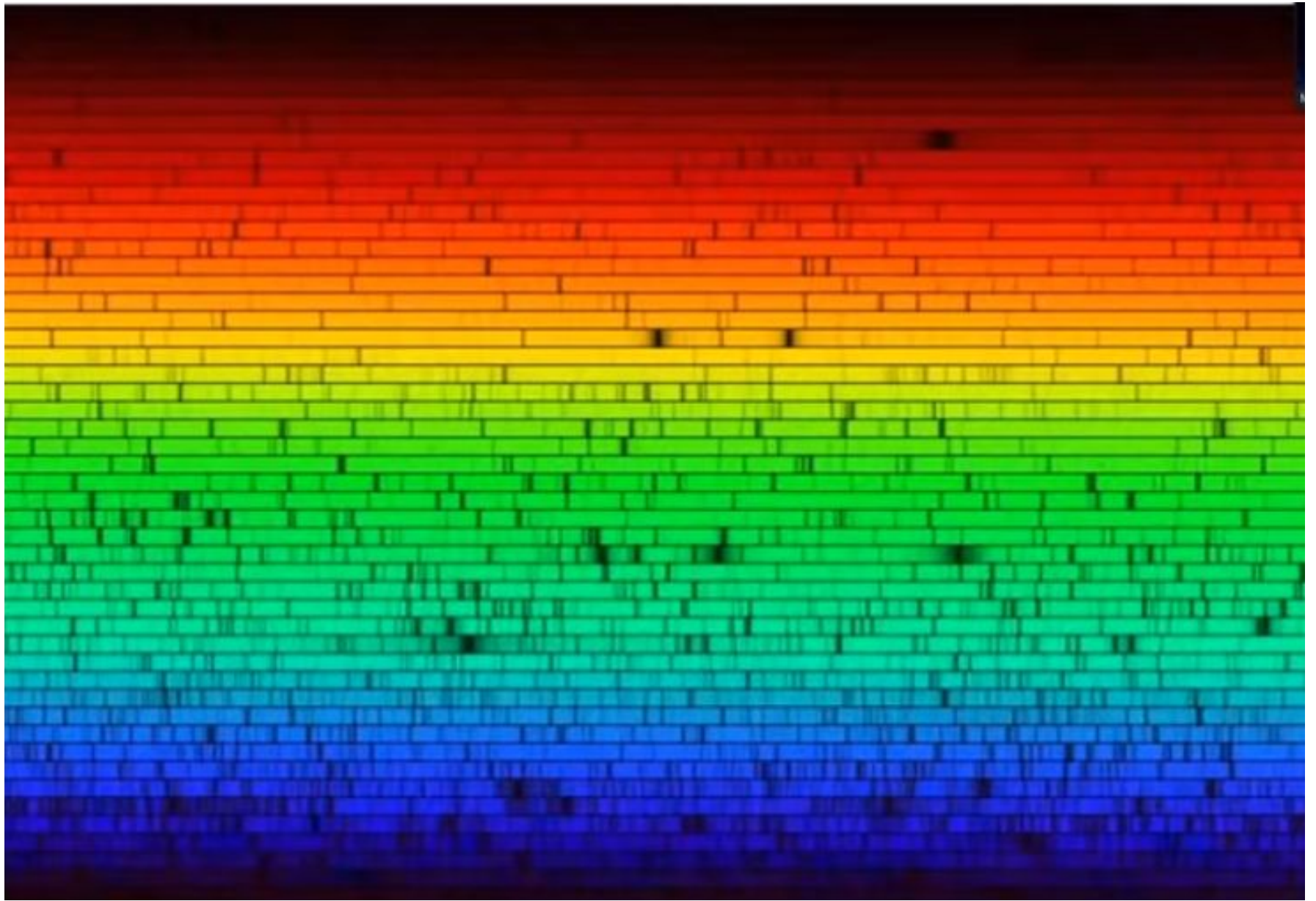


- В 1859 году Г. Кирхгоф и Р. Бунзен после серии экспериментов заключили: каждый химический элемент имеет свой неповторимый линейчатый спектр, и по спектру небесных светил можно сделать выводы о составе их вещества.

Атом водорода



Спектр Солнца



Физические условия в разных слоях Солнца

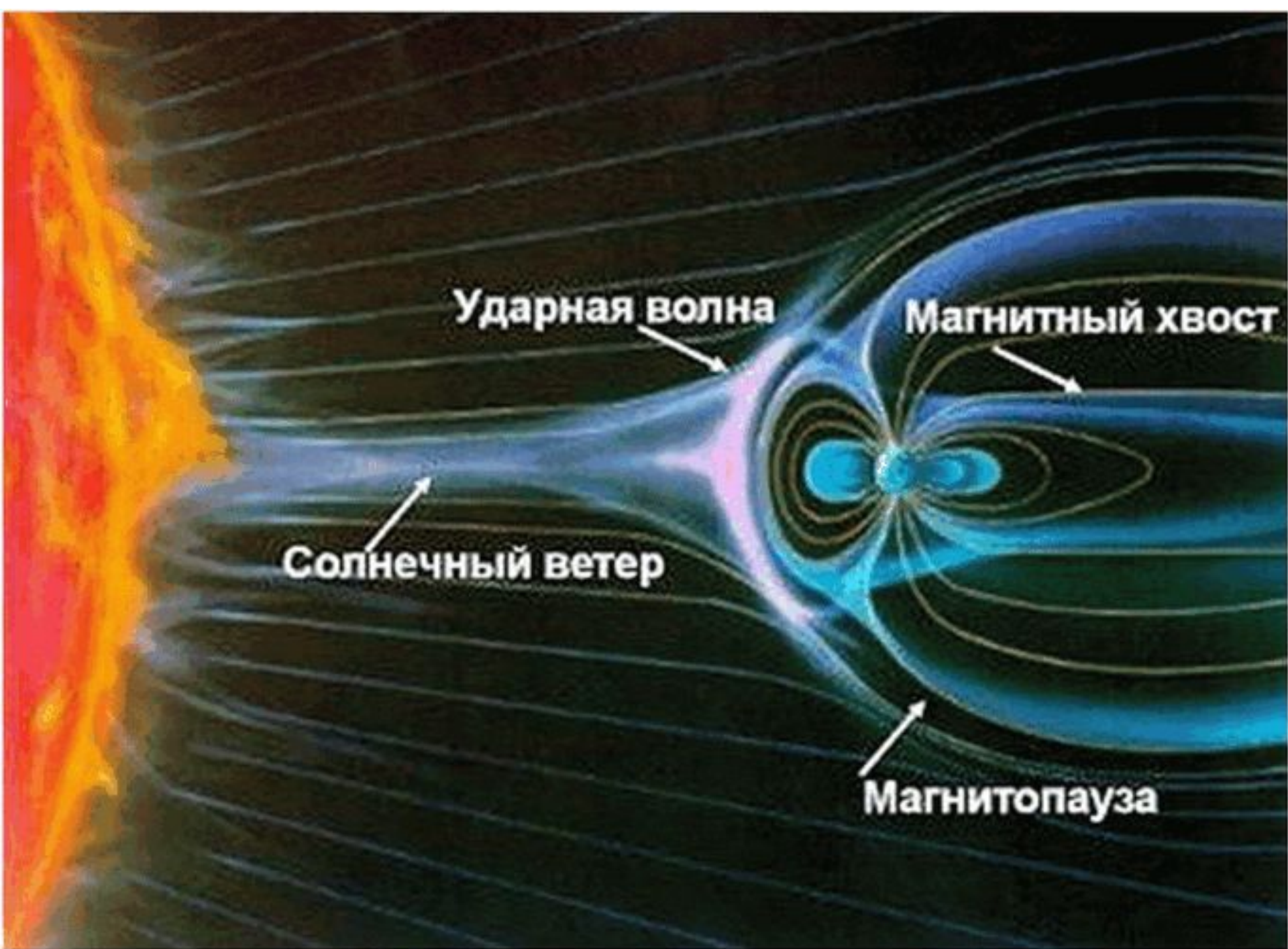


Постоянные процессы

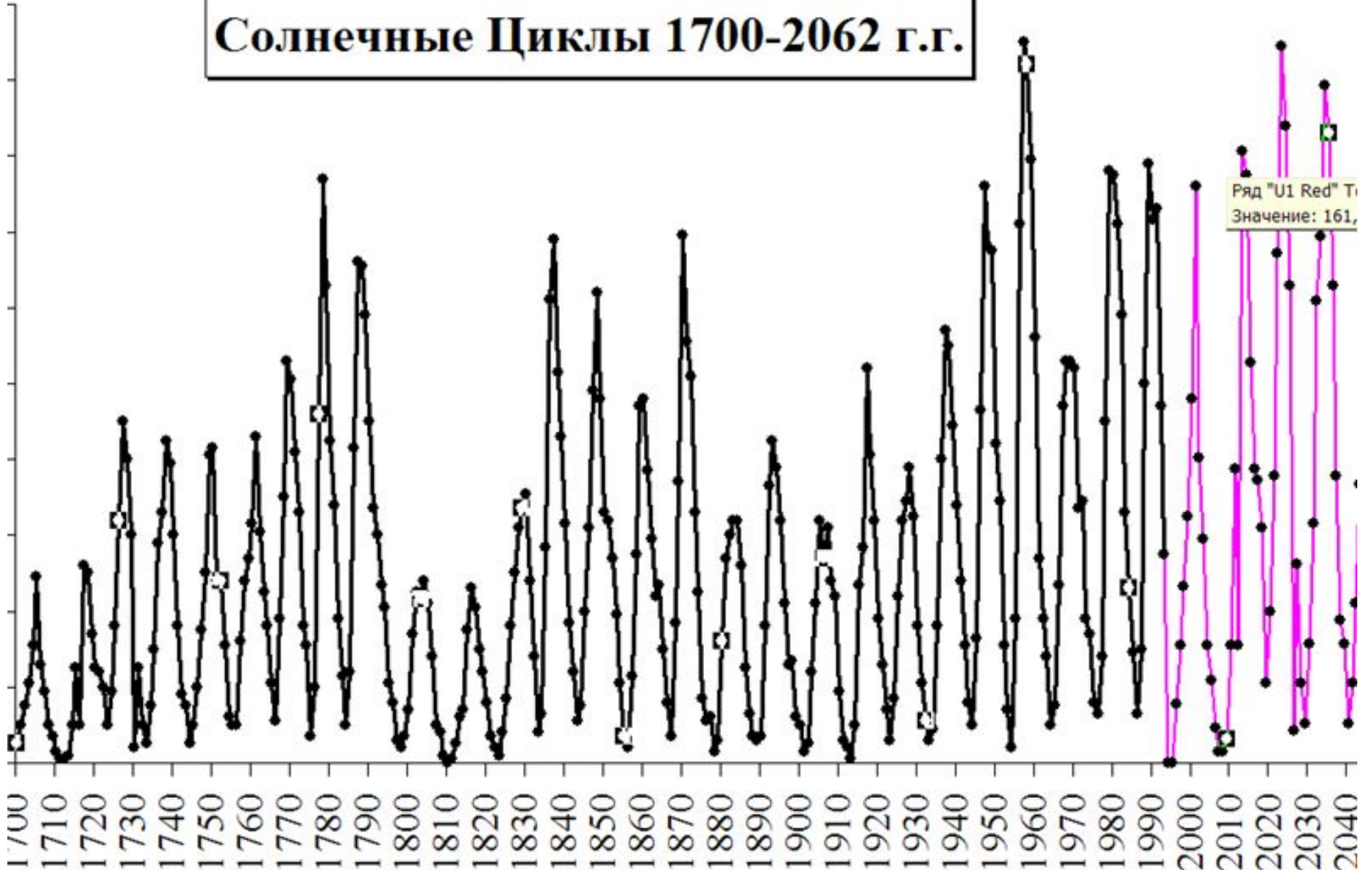
- Грануляция фотосферы
- Солнечный ветер – поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из **солнечной** короны со скоростью 300—1200 км/с в окружающее космическое пространство (испарение короны).

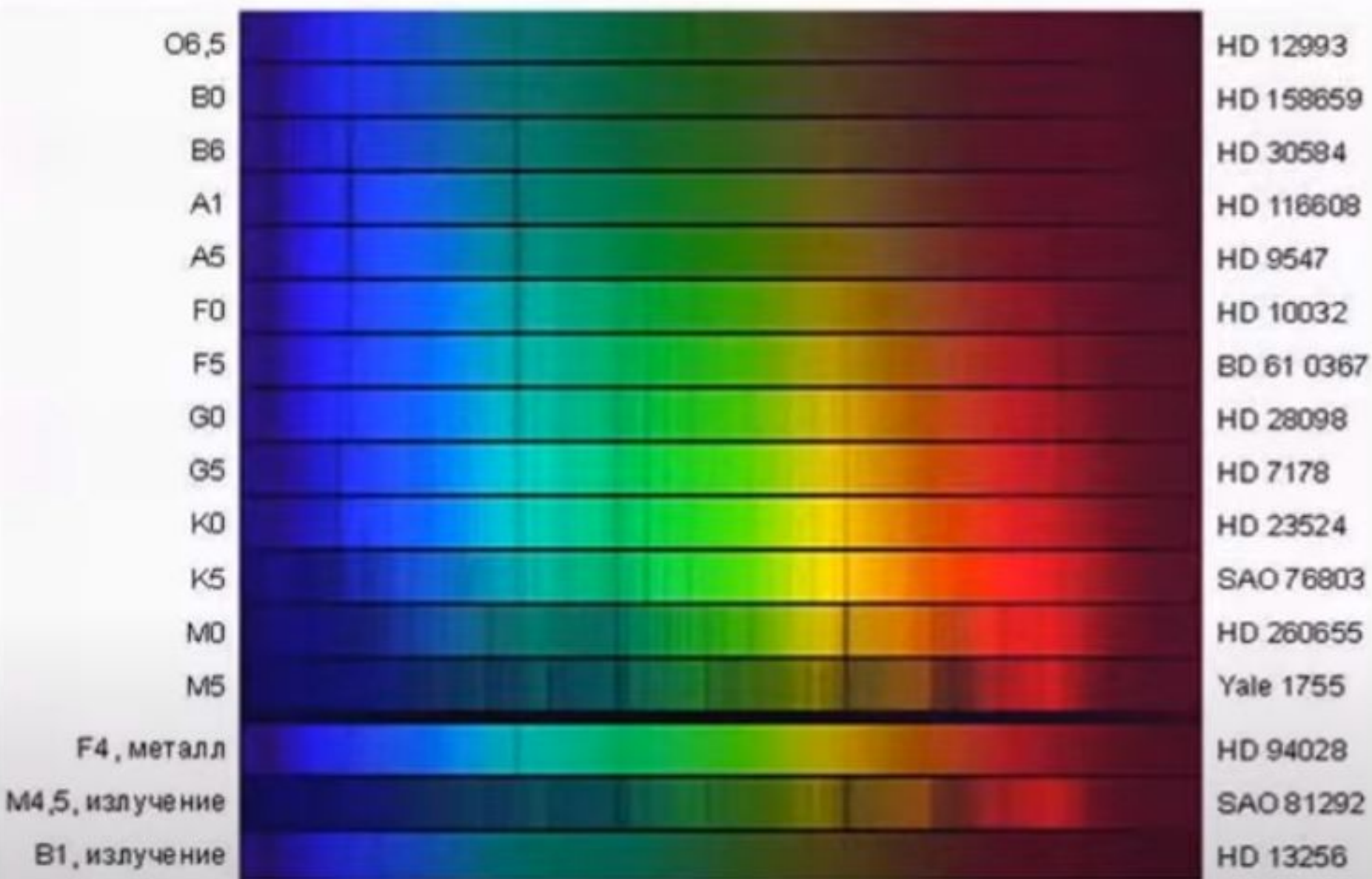
Нестационарные явления на Солнце

- Пятна – более холодные участки фотосферы ($T=4500\text{ K}$).
- Вспышки – мощные взрывные процессы в фотосфере, при которых высвобождается энергия пятен (УФ, рентген., радиоизлучение, корпускулярный поток).
- Факелы – более горячие участки вокруг пятен.
- Протуберанцы – мощные выбросы вещества из хромосферы в корону.
- Период солнечной активности – примерно 11 лет



Солнечные Циклы 1700-2062 г.г.

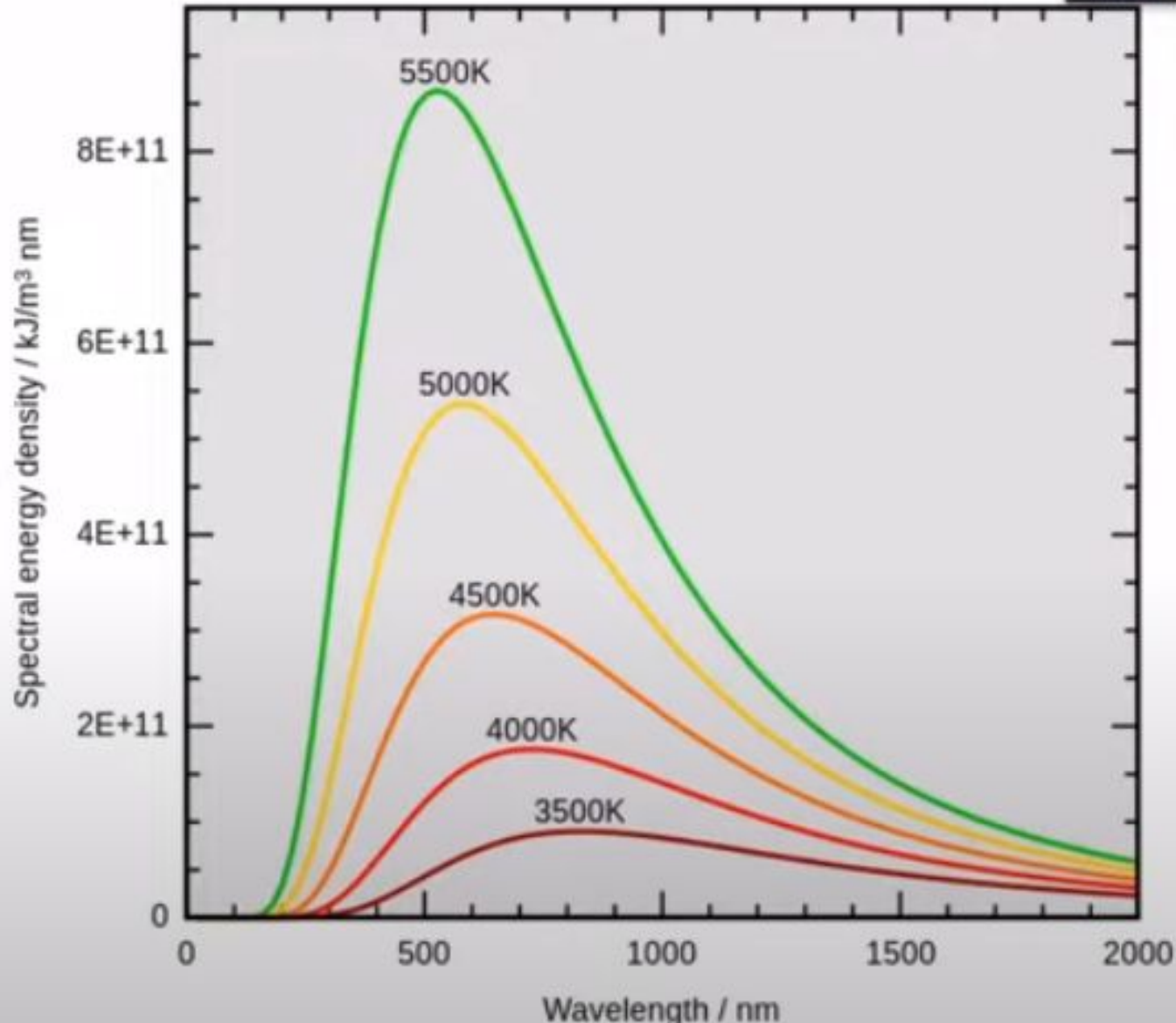




Закон смещения Вина

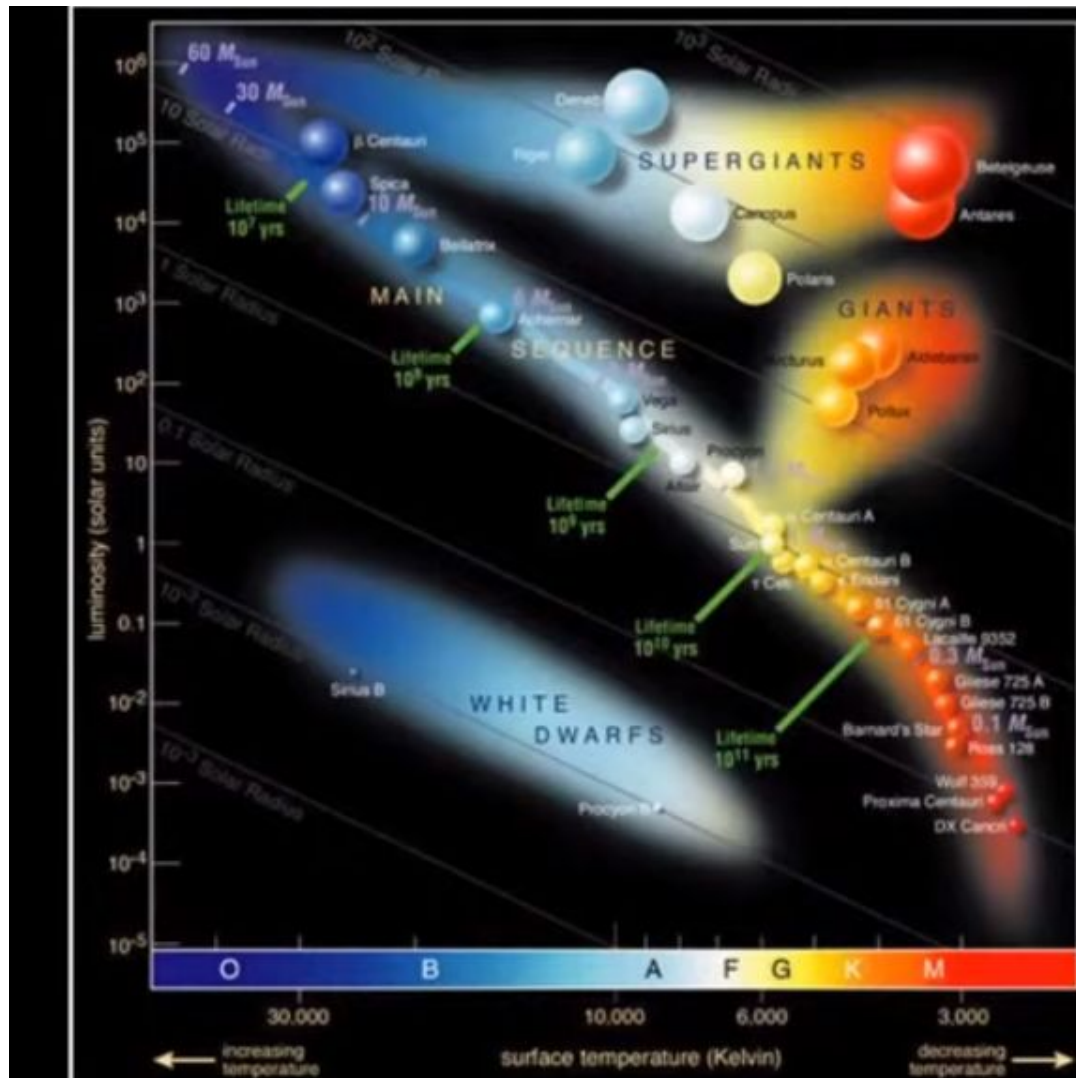
- Длина волны, при которой энергия излучения абсолютно чёрного тела максимальна

- $\lambda_{\text{макс}} = \frac{0,0029}{T} [\text{м}] = \frac{29 \cdot 10^6}{T} [\text{Å}]$



Спектральный класс	Цвет	Температура, К	Особенности спектра	Типичные звезды
W	Голубой	80 000	Излучения в линиях гелия, азота, кислорода	γ Парусов
O	Голубой	40 000	Интенсивные линии ионизированного гелия, линий металлов нет	Минтака
B	Голубовато-белый	20 000	Линии нейтрального гелия. Слабые линии H и K ионизованного кальция	Спика
A	Белый	10 000	Линии водорода достигают наибольшей интенсивности. Видны линии H и K ионизованного кальция, слабые линии металлов	Сириус, Вега
F	Желтоватый	7 000	Ионизированные металлы. Линии водорода ослабевают	Процион, Канопус
G	Желтый	6 000	Нейтральные металлы, интенсивные линии ионизованного кальция K и H	Солнце, Капелла
K	Оранжевый	4 500	Линий водорода почти нет. Присутствуют слабые полосы окиси титана. Многочисленные линии металлов	Арктур, Альдебаран
M	Красный	3 000	Сильные полосы окиси титана и других молекулярных соединений	Антарес, Бетельгейзе
L	Темно-красный	2 000	Сильные полосы SrH, рубидия, цезия	Kelut-1
T	"Коричневый карлик"	1 500	Интенсивные полосы поглощения воды, метана, молекулярного водорода	Gliese 229B

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела («спектр-светимость»)



Размеры звёзд

- Сверхгиганты
 $10^2 R_{\odot} < R < 10^4 R_{\odot}$
- Гиганты
 $10 R_{\odot} < R < 10^2 R_{\odot}$
- Карлики
 $10^{-1} R_{\odot} < R < 10 R_{\odot}$
- Белые карлик
 $\sim R_{\oplus}$
- Нейтронные звезды
 $\sim 10 \text{ км}$

Задача 1

- Две звезды имеют одинаковые массы и светимости, но поверхность одной из них вдвое горячее поверхности второй. У какой из звезд средняя плотность больше? Во сколько раз?

Решение

- По закону Стефана-Больцмана светимость звезды пропорциональна $R^2 T^4$, где R и T – ее радиус и температура. Равенство светимостей при температурах, отличных в два раза, означает, что более холодная звезда имеет радиус, в 4 раза больший, чем у горячей звезды. А при равенстве масс это означает, что плотность более холодной звезды в 64 раза меньше, чем у горячей звезды.

Задача 2

- Как изменится светимость Солнца, если вся его поверхность покроется пятнами? Принять температуру Солнца 6000 К, пятна – на 1000 К меньше.

Задача 3

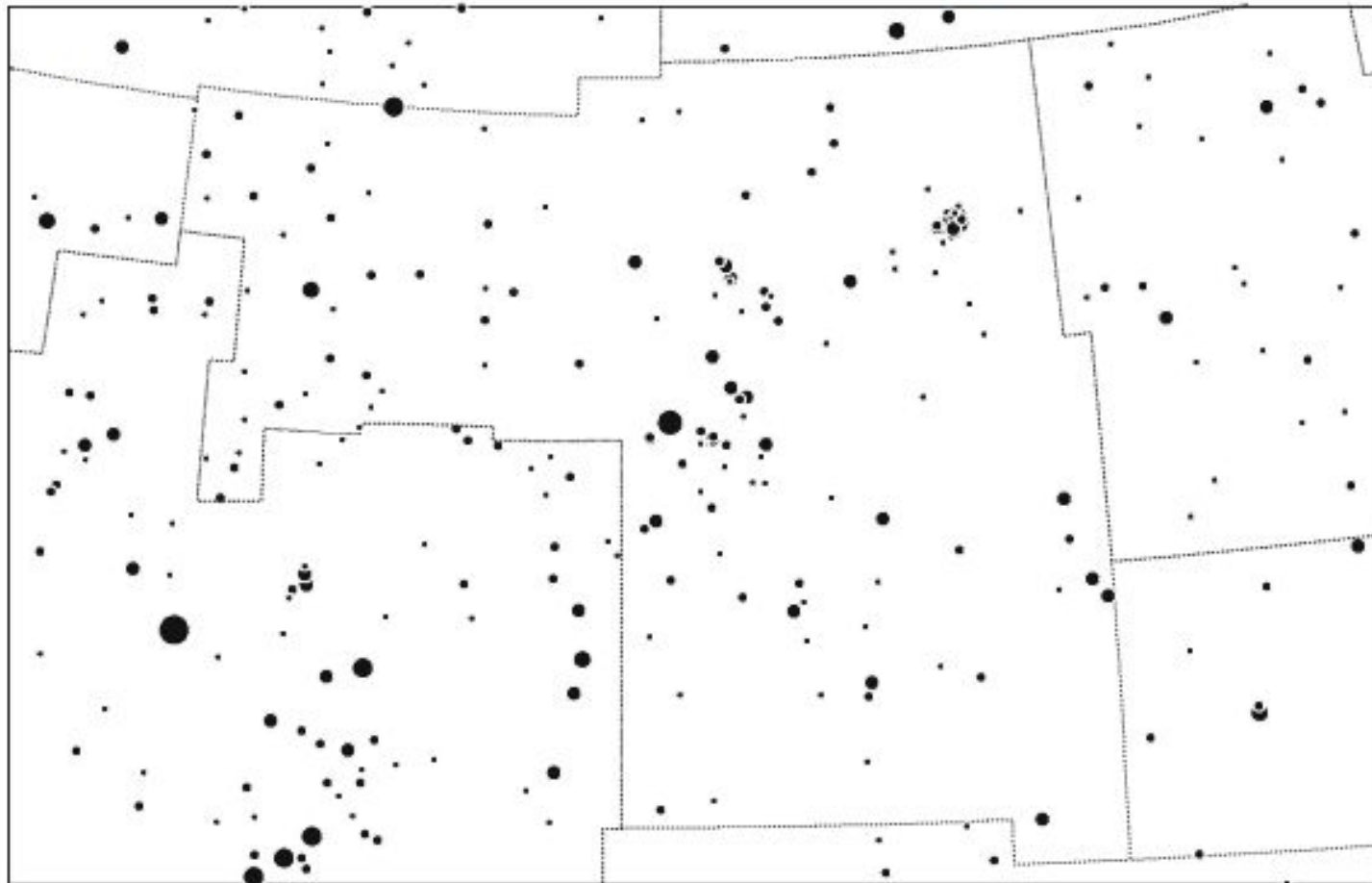
- Какие звезды больше – голубые сверхгиганты или красные сверхгиганты? Почему?

Решение

- Как известно, красные и голубые сверхгиганты имеют практически одинаковую светимость L . Это отражается на диаграмме Герцшпрунга-Рассела, на которой ветвь сверхгигантов имеет горизонтальный вид. В то же время голубые сверхгиганты значительно горячее красных. Следовательно, чтобы обеспечить такую же светимость, красные сверхгиганты должны быть существенно больше голубых сверхгигантов.

Задача 4

На рисунке представлено одно из созвездий, видимых с территории нашей страны. Назовите это созвездие, подпишите на выданной карте известные вам названия звезд, дорисуйте и подпишите известные вам объекты (галактики, туманности, звездные скопления). Подпишите на границах созвездия названия его соседей по небесной сфере. Можно ли сегодня увидеть это созвездие? Если да, то в какое время суток?



- https://go.mail.ru/search_video?fr=ps&gp=874504&q=термоядерные%20реакции%20в%20ядре%20солнца&frm=ws_t лекция Сурдина «Звезды: эволюция», ч.2