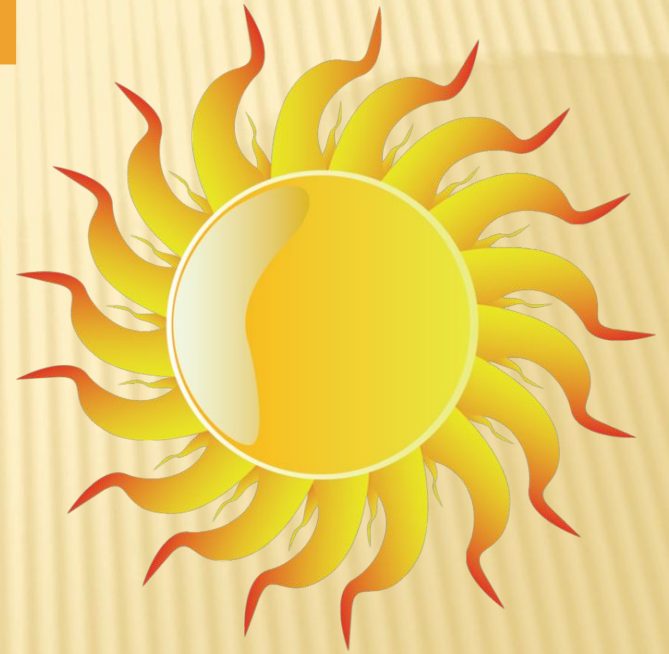


# СОЛНЦЕ И ДРУГИЕ ЗВЕЗДЫ



# СОДЕРЖАНИЕ



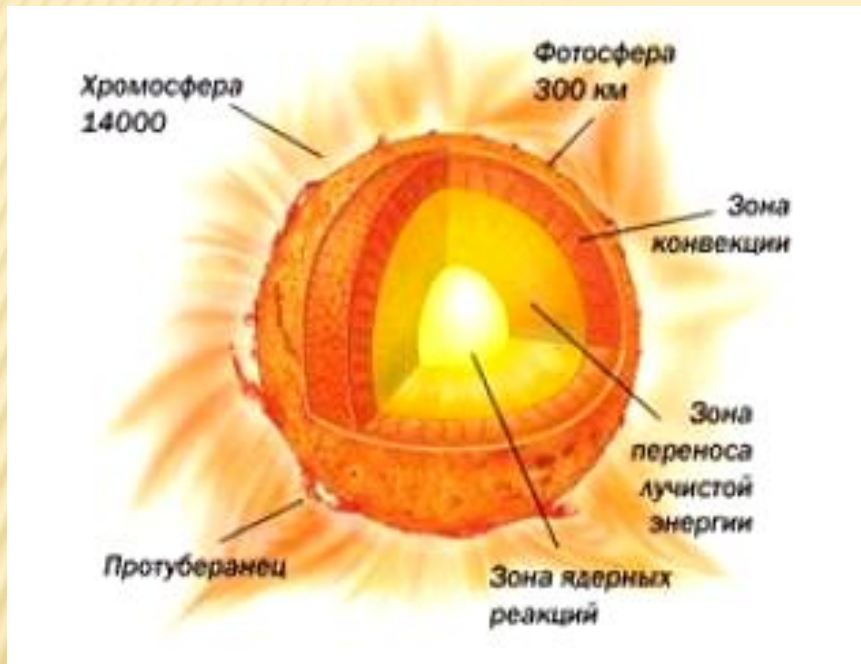
1. Основные сведения о Солнце.
2. Строение Солнца.
3. Атмосфера Солнца.
4. Температура, размеры и вращение Солнца.
5. Термоядерный синтез.
6. Явления, происходящие на Солнце.
7. Солнечные пятна.
8. Вспышки.
9. Солнечный ветер
10. Солнце - рядовая звезда.
11. Звезды солнечного типа.
12. Ранние представления о Солнце
13. Список использованной литературы.

# Основные сведения о Солнце

- ☐ **Солнце** — единственная звезда Солнечной системы, дневное светило. Вокруг Солнца обращаются другие объекты этой системы: планеты и их спутники, карликовые планеты и их спутники, астероиды, метеориты, кометы и космическая пыль.
- ☐ Солнечное излучение поддерживает жизнь на Земле (свет необходим для начальных стадий фотосинтеза), определяет климат.
- ☐ Полагают, что планеты и Солнце возникли 4–5 млрд. лет назад из гигантской газопылевой туманности. При этом Солнце вобрало в себя наибольшую часть массы.
- ☐ Свет от Солнца доходит до Земли всего лишь за 8 минут.



# Строение Солнца



*Внешние, наблюдаемые слои Солнца называются его атмосферой. Их излучение, хотя и частично, непосредственно достигает наблюдателя. Солнечная атмосфера, в свою очередь, также состоит из слоев.*

Центральная область внутреннего строения Солнца - это его **ядро**, где происходит ядерная реакция превращения водорода в гелий. В ходе этих реакций высвобождается энергия, которая в итоге высвечивается с поверхности Солнца в видимой области спектра.

Над ядром, на расстояниях примерно от 0,2—0,25 до 0,7 радиуса Солнца от его центра, находится **зона лучистого переноса**. В этой зоне перенос энергии происходит главным образом с помощью излучения и поглощения фотонов.

**Конвективная зона** - в которой из-за быстрого охлаждения самых верхних слоев энергия переносится самим веществом. Это напоминает процесс кипения жидкости, под



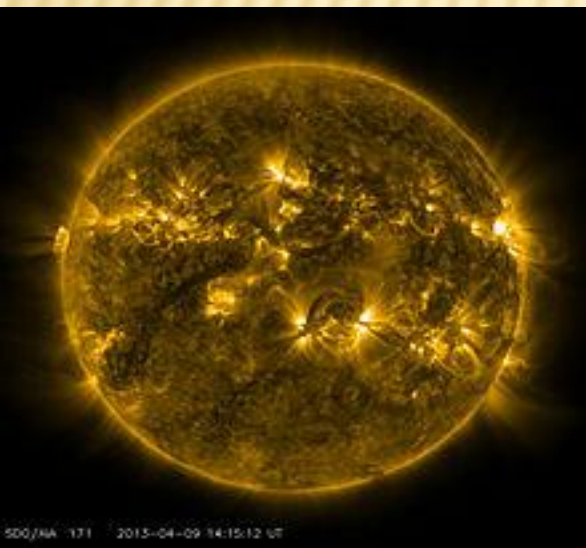
**Фотосфера** (слой, излучающий свет) образует видимую поверхность Солнца. Её толщина от 100 до 400 км. Температура по мере приближения к внешнему краю фотосферы уменьшается с 6600 К до 4400 К. Эффективная температура фотосферы в целом составляет 5778 К

**Хромосфера** - внешняя оболочка Солнца толщиной около 2000 км, окружающая фотосферу. Происхождение названия этой части солнечной атмосферы связано с её красноватым цветом. Температура хромосферы увеличивается с высотой от 4000 до 20 000 К

**Корона** — последняя внешняя оболочка Солнца. Корона в основном состоит из протуберанцев и энергетических извержений, исходящих и извергающихся на несколько сотен тысяч и даже более миллиона километров в пространство, образуя солнечный ветер. Средняя корональная температура составляет от 1 000 000 до 2 000 000 К, а максимальная, в отдельных участках, — от 8 000 000 до 20 000 000 К. Несмотря на такую высокую температуру, она видна невооружённым глазом только во время полного солнечного затмения, так как плотность вещества в короне мала, а потому невелика и её яркость.

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ  
ФОТОСФЕРЫ СОЛНЦА**

Элемент	Логарифм относительного количества атомов
Водород	12,00
Гелий	11,20
Углерод	8,56
Азот	7,98
Кислород	9,00
Натрий	6,30
Магний	7,28
Алюминий	6,21
Кремний	7,60
Сера	7,17
Кальций	6,38
Хром	6,00
Железо	6,76



Солнечная корона во время солнечного затмения 1999 года.

# Температура, размеры и вращение Солнца

Наблюдаемые слои Солнца вращаются вокруг некоторой оси, немного отклоняющейся от нормали к плоскости эклиптики. Вращение происходит не как у твердого тела: его период относительно земного наблюдателя (т.е. синодический) изменяется от 27 сут. на экваторе до 32 сут. у полюсов. Поэтому скорость вращения наружных слоев Солнца зависит от углового расстояния от экватора. На экваторе линейная скорость вращения составляет около 2 км/с. Такой характер вращения Солнца сохраняется вглубь на протяжении около 200 000 км.

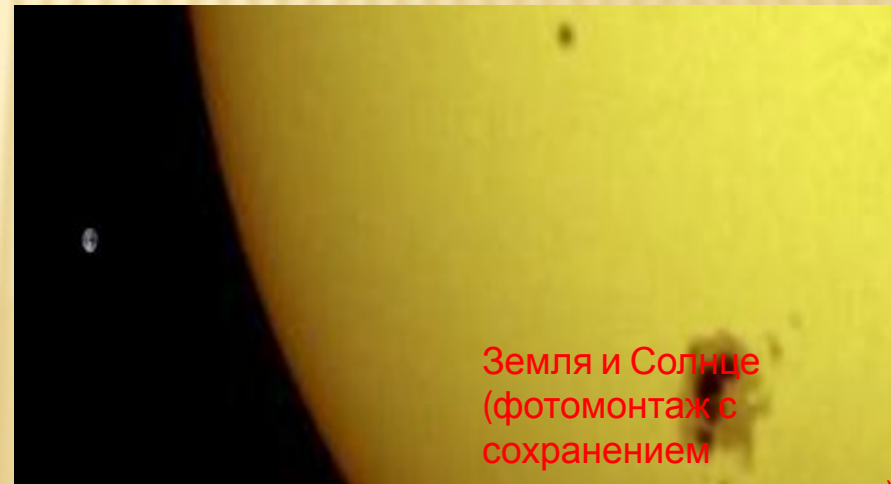
Солнце удалено от Земли в среднем на расстояние 149 597 870 км.

Масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{27}$  тонн, что в 333 тысячи раз больше массы Земли и в 743 раза превышает массу всех планет, вместе взятых.

По земным меркам светимость Солнца колоссальна и достигает  $3,85 \cdot 10^{23}$  кВт.

Средний диаметр  $1,392 \cdot 10^9$  м, Средняя плотность  $1409 \text{ кг/м}^3$ , Наклон оси  $7,25^\circ$

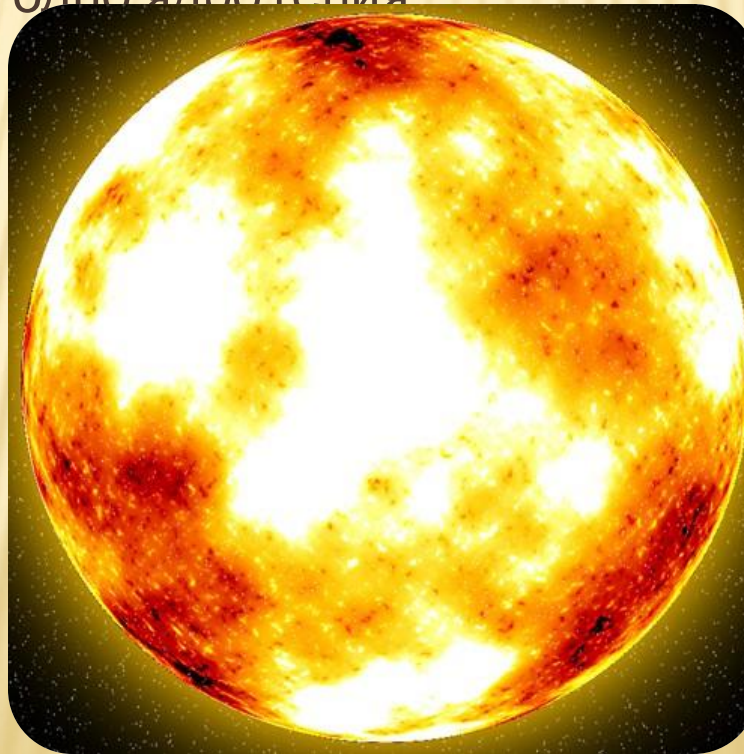
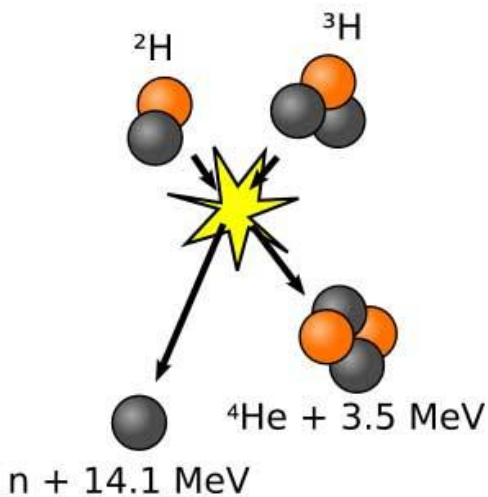
Поверхность Солнца нагрета почти до  $6000^\circ\text{C}$ . В ее глубинах температура достигает



Земля и Солнце  
(фотомонтаж с  
сохранением  
соотношения размеров)

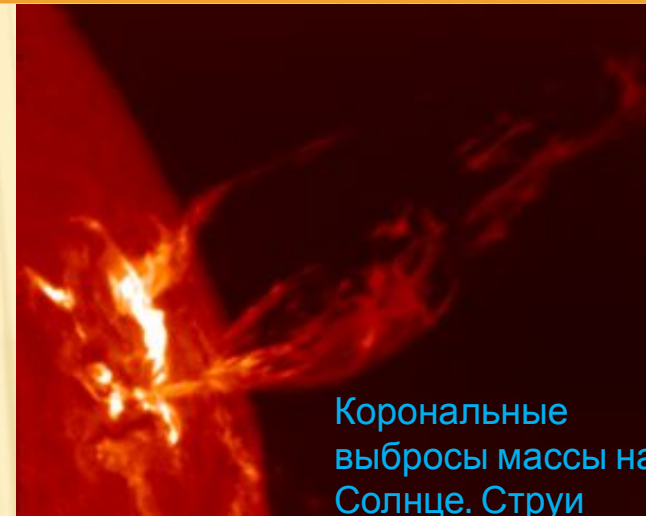
# ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

- В конце 30 – х годов 20 – го века американский физик Ханс Бете догадался , что источником энергии Солнца и других звезд являются реакции термоядерного синтеза, протекающие в недрах Солнца. Там при температуре, исчисляемой миллионами градусов, идет термоядерный синтез ядер гелия из ядер водорода : в результате трех последовательных реакций четыре ядра водорода превращаются в одно ядро гелия



# ЯВЛЕНИЯ ПРОИСХОДЯЩИЕ НА СОЛНЦЕ

Солнце очень активно. Во время затмений видны протуберанцы - выбросы вещества разного размера, а также вспышки. С помощью специального оборудования вспышки можно разглядеть на фоне остальной поверхности. Они представляют собою мощные выбросы энергии и вещества. Температура вспышек выше средней температуры поверхности. Возникновение вспышек связано с неоднородностями (искажениями) магнитного поля. Вспышки порождают усиление корпускулярного (состоящего из частиц) потока от Солнца - солнечного ветра. Солнечный ветер на Земле вызывает магнитные бури и полярные сияния.



Корональные выбросы массы на Солнце. Струи плазмы вытянуты вдоль арки магнитного поля

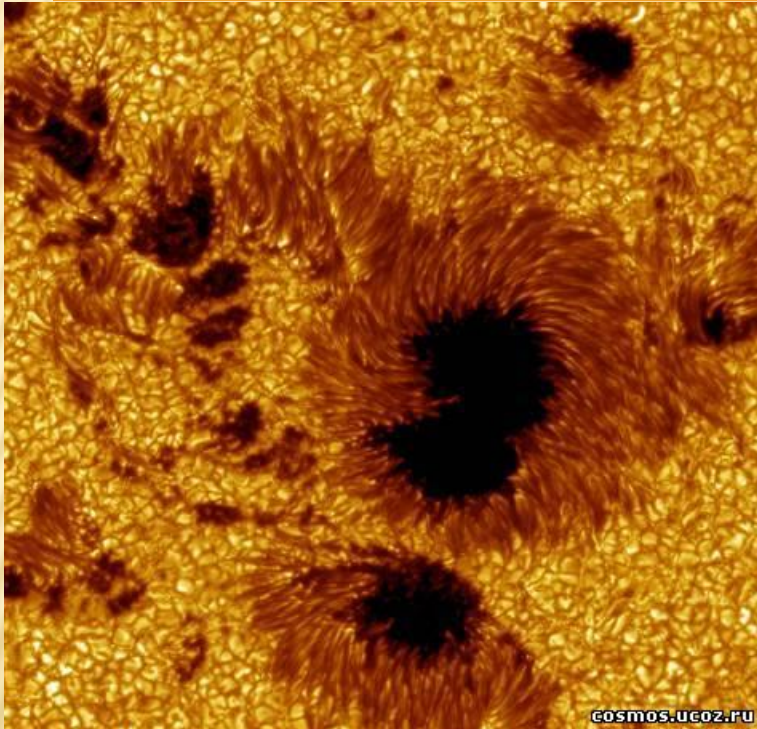


ЭРУПТИВНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ПРОТУБЕРАНЕЦ, сфотографированный во время полного солнечного затмения.

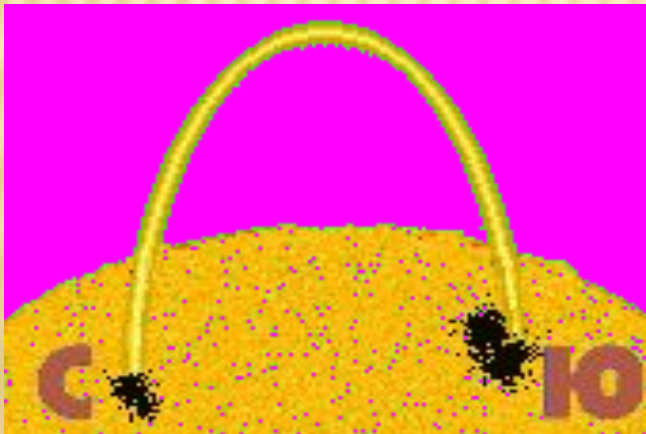




# СОЛНЕЧНЫЕ ПЯТНА

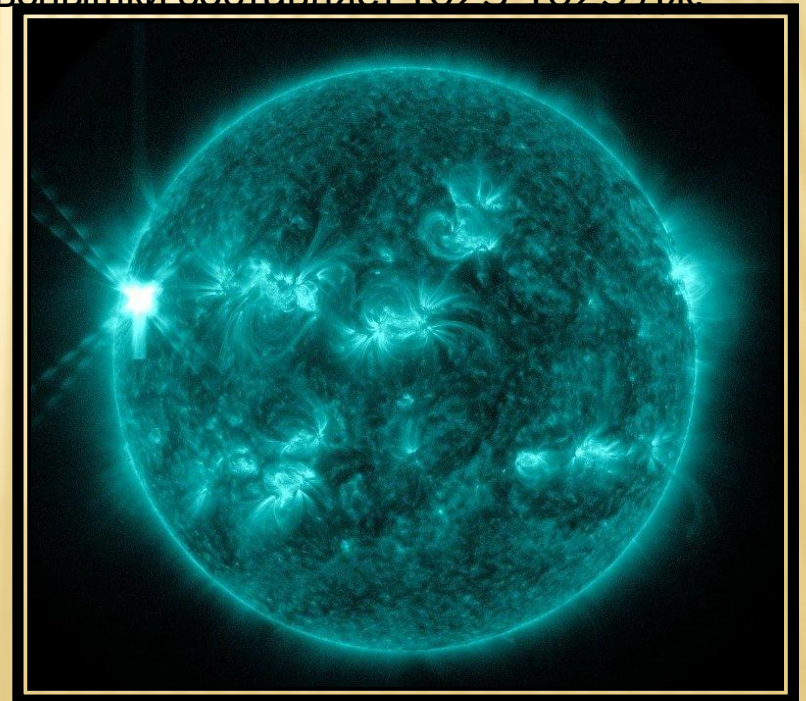
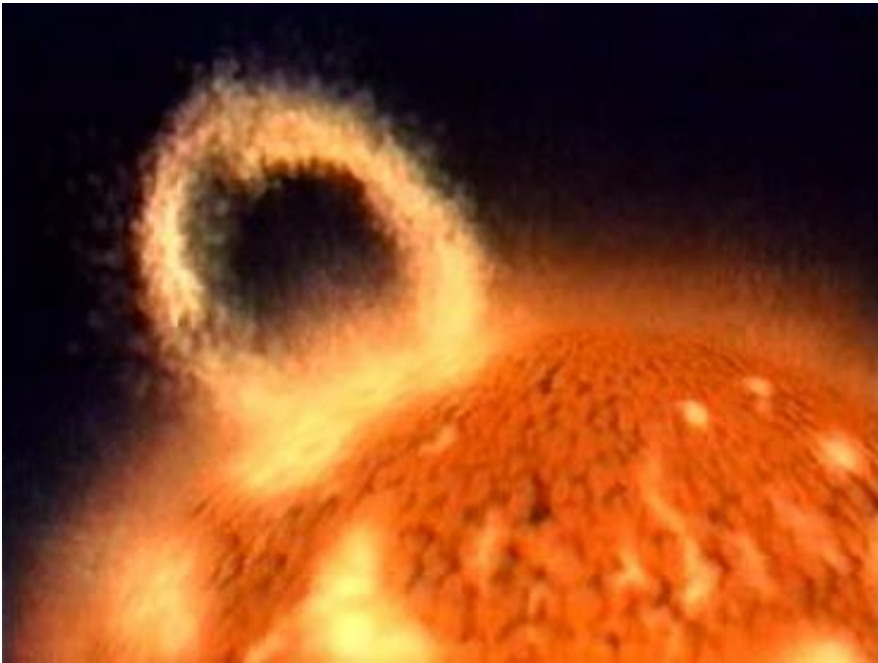


Солнечные пятна - темные области на Солнце.  
В 1908 Дж. Хейл открыл в солнечных пятнах сильное магнитное поле, выходящее из недр на поверхность. Пара пятен при этом образует пару полюсов поля - южный и северный. В годы повышенной солнечной активности магнитное поле искажено сильнее, и пятен на Солнце больше. В годы "спокойного" Солнца пятен может не быть вовсе. Форма и размеры пятен бывают различными. Их температура на 1 000-1 500° ниже, чем у остальной поверхности Солнца, и лишь поэтому они кажутся темными. Холодными пятна можно считать только относительно прочих частей поверхности Солнца.



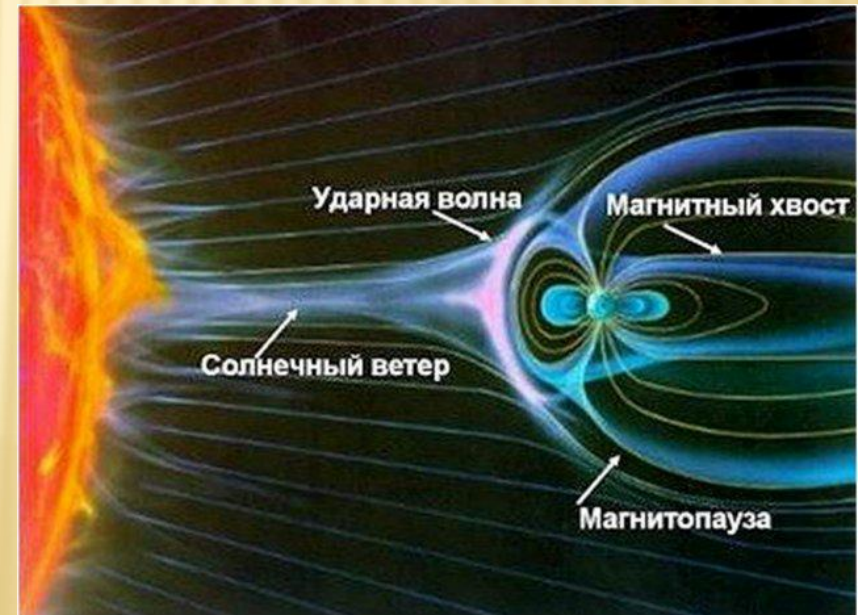
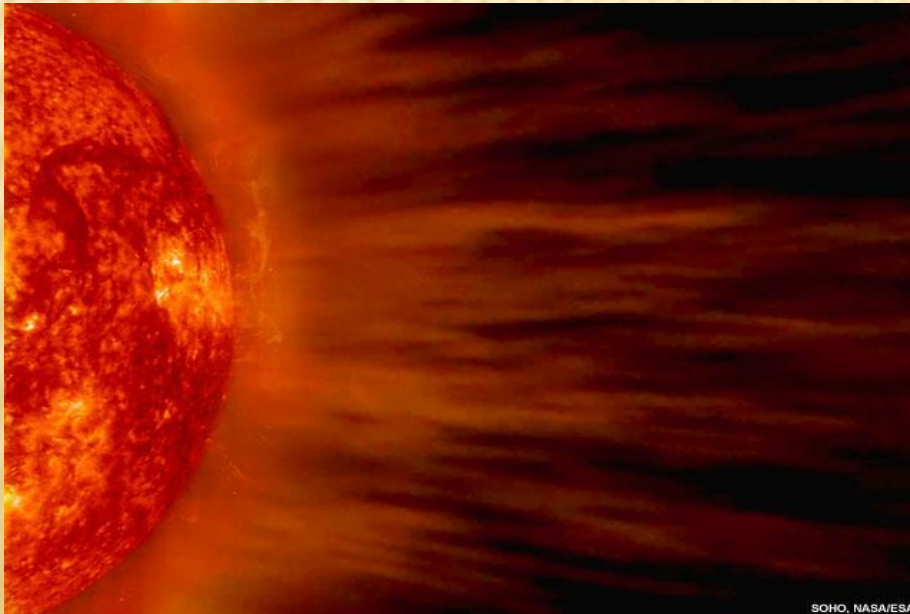
# ВСПЫШКИ

Хромосфера над группой солнечных пятен может неожиданно стать ярче и выстрелить порцией газа. Это явление, названное "вспышкой", - одно из труднообъяснимых. Вспышки мощно излучают во всем диапазоне электромагнитных волн - от радио до рентгена, а также нередко выбрасывают пучки электронов и протонов с релятивистской скоростью (т.е. близкой к скорости света). Они возбуждают в межпланетной среде ударные волны, достигающие Земли. Вспышки чаще происходят вблизи групп пятен со сложной магнитной структурой, особенно когда в группе начинается быстрый рост нового пятна; такие группы производят по несколько вспышек в день. Слабые вспышки случаются чаще сильных. Наиболее мощные вспышки занимают 0,1% солнечного диска и длятся несколько часов. Полная энергия вспышки составляет  $10^{23}$ - $10^{25}$  Дж.



# СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

Из внешней части солнечной короны истекает солнечный ветер — поток ионизированных частиц (в основном протонов, электронов и  $\alpha$ -частиц), распространяющийся с постепенным уменьшением своей плотности, до границ гелиосферы. Солнечный ветер разделяют на два компонента — медленный солнечный ветер и быстрый солнечный ветер. Медленный солнечный ветер имеет скорость около 400 км/с и температуру  $1,4-1,6 \cdot 10^6$  К и по составу близко соответствует короне. Быстрый солнечный ветер имеет скорость около 750 км/с, температуру  $8 \cdot 10^5$  К, и по составу похож на вещество фотосферы. Медленный солнечный ветер вдвое более плотный и менее постоянный, чем быстрый. Медленный солнечный ветер имеет более сложную структуру с регионами турбулентности .



# СОЛНЦЕ РЯДОВАЯ ЗВЕЗДА

---

Чем крупнее звезда, тем больше ее истинная яркость. Имеется в виду яркость, с которой звезда сияет в пространстве, а не та яркость, которую мы оцениваем с Земли. Гигантские и сверхгигантские звезды излучают больше света, чем Солнце, потому что площадь их светящейся поверхности превосходит площадь светящейся поверхности Солнца. Звезды, которые уступают Солнцу своими размерами, излучают меньше света. Таких звезд много в нашей Галактике. Вселенная населена большей частью красными карликовыми звездами.

Но они настолько тусклые, что лишь некоторые из них видны невооруженным глазом.



# Звезды солнечного типа

Эти звёзды в широком смысле похожи на Солнце. Они лежат на главной последовательности, их показатель находится между 0,48 и 0,8 (у Солнца этот показатель 0,65). В качестве альтернативы можно использовать спектр и тогда в звёзды солнечного типа можно включать жёлтые и оранжевые карлики, у которых показатель цвета находится между 0,5 и 1,0. Таким образом, в эту категорию может попасть примерно 10 % всех звёзд и тем самым можно установить верхнюю границу количества звёзд более или менее похожих на Солнце.



Звезда Тау Кита

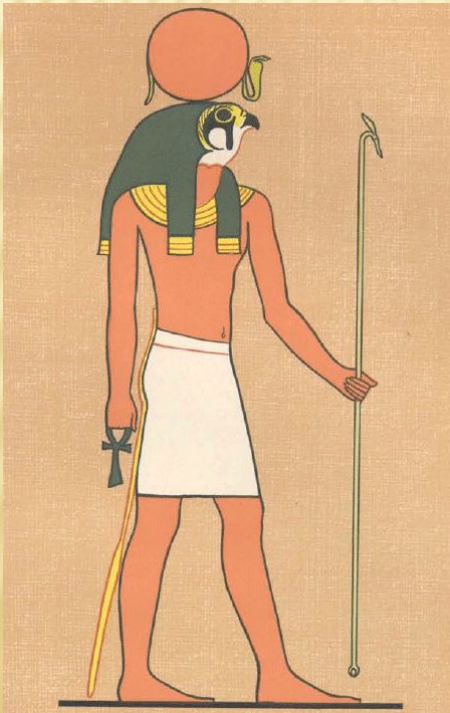


Звезда Эридана

# Ранние представления о Солнце

## Древний Египет

*Для египтян Солнце было богом Ра, с телом человека и головой сокола, увенчанной солнечным диском. Фараоны считались сыновьями Ра,*

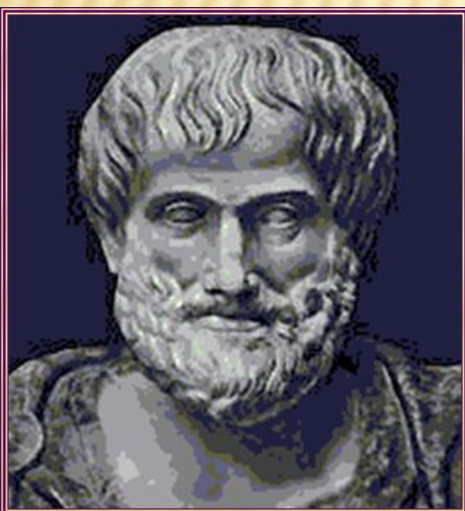
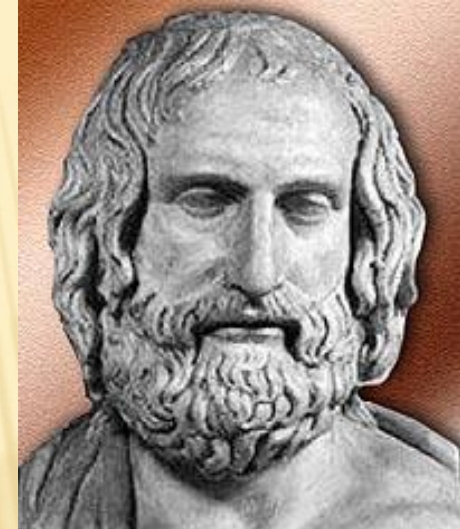


## Древняя Греция

*В греческой мифологии Солнцем был бог Гелиос, который разъезжал по небу на огненной колеснице*



**Анаксаго Афинский** считал, что Солнце – раскаленный железный шар, величиной не более полуострова Пелопонес, удаленный от Земли на 30 тыс.км



По **Аристотелю**, Солнце – твердый шар, а темные пятна – тени, отбрасываемые горловинами огромных отверстий



# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

- <http://www.krugosvet.ru/>
- Л.Э. Генденштейн « Учебник по физике 11 класс»
- [www.wikipedia.ru](http://www.wikipedia.ru)
- И.Б. Кибец « Физика»