

«Под светом звезды по имени Солнце»

# СОЛНЦЕ – ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

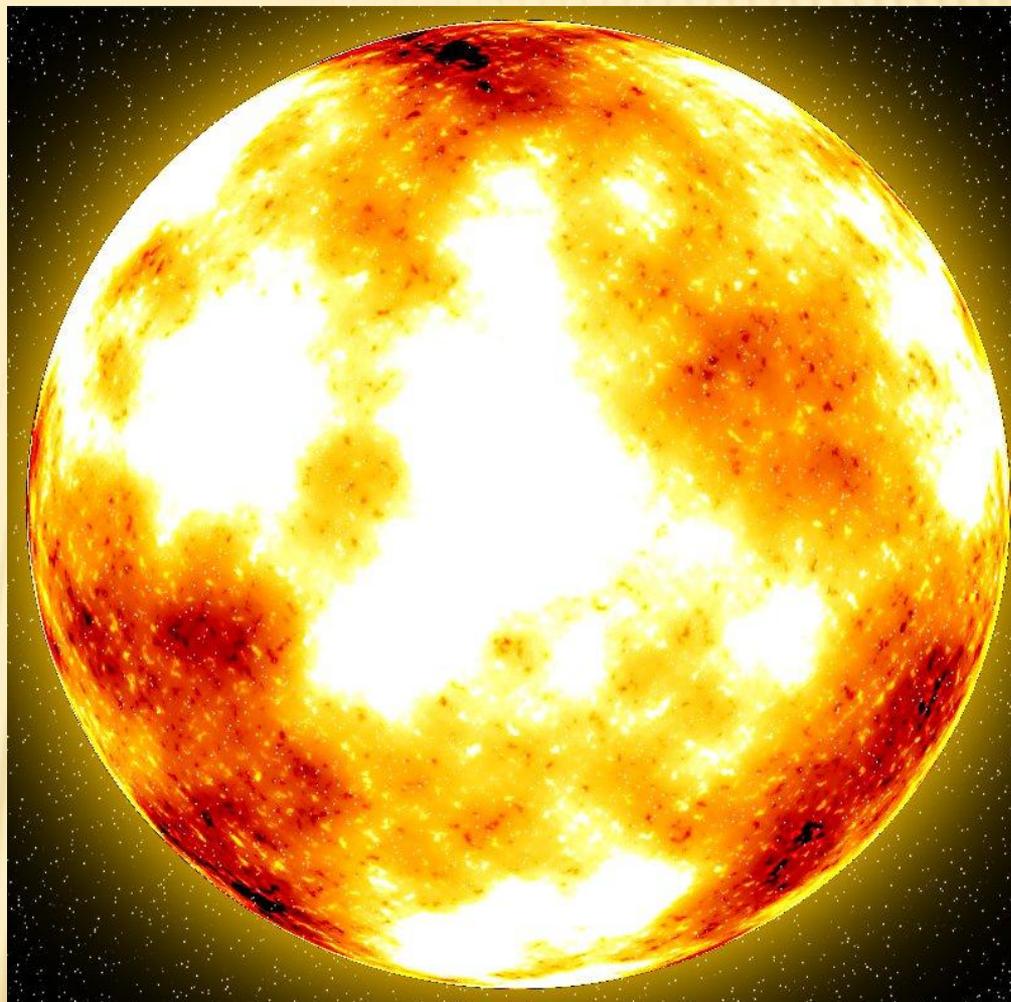
Солнце — центральная и единственная звезда Солнечной системы, вокруг которой обращаются другие объекты этой системы: планеты и их спутники, карликовые планеты и их спутники, астероиды, метеороиды, кометы и космическая пыль. Масса Солнца составляет 99,8 % от суммарной массы всей Солнечной системы. Солнечное излучение поддерживает жизнь на Земле (фотоны необходимы для начальных стадий процесса фотосинтеза), определяет климат.



## **ЗВЕЗДА ПО ИМЕНИ СОЛНЦЕ**

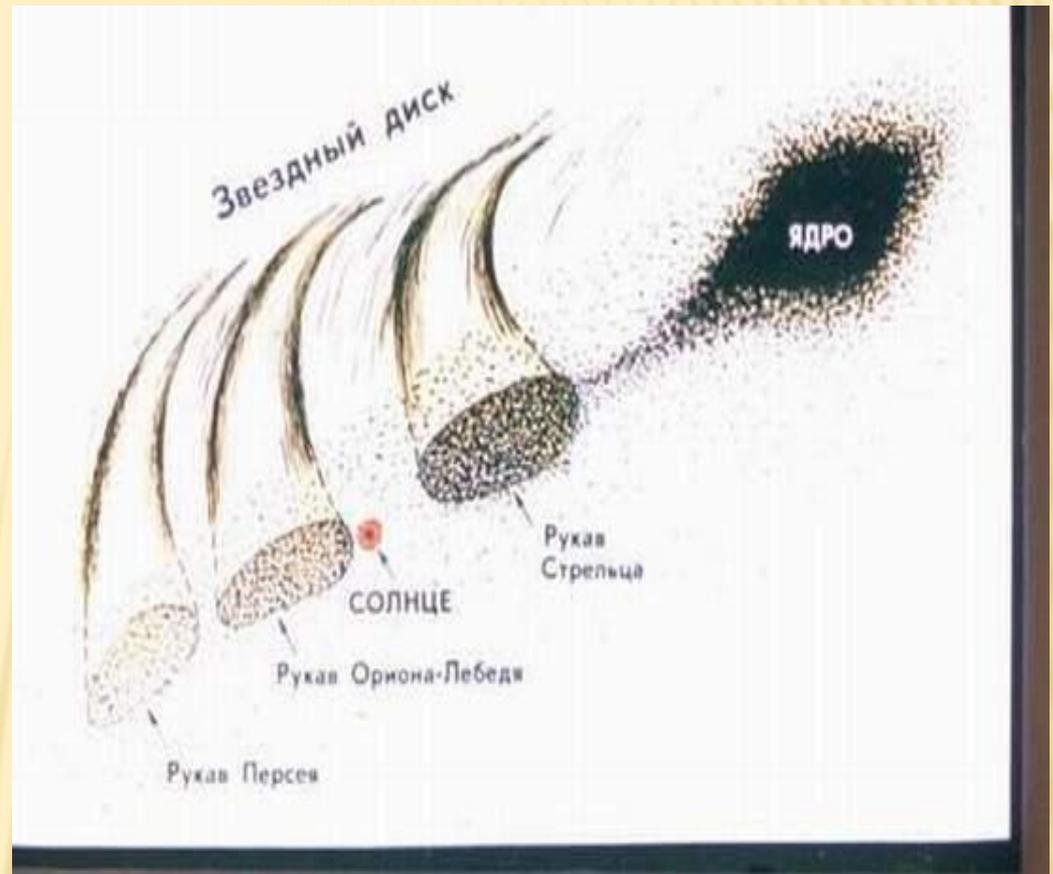
---

Солнце состоит из водорода (~73 % от массы и ~92 % от объёма), гелия (~25 % от массы и ~7 % от объёма) и следующих, входящих в его состав в малых концентрациях, элементов: железа, никеля, кислорода, азота, кремния, серы, магния, углерода, неона, кальция и хрома. По спектральной классификации Солнце относится к типу G2V («жёлтый карлик»). Температура поверхности Солнца достигает 6000 К, поэтому Солнце светит почти белым светом, но из-за более сильного рассеяния и поглощения коротковолновой части спектра атмосферой Земли прямой свет Солнца у поверхности нашей планеты приобретает некоторый жёлтый оттенок.



## **ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Солнце находится на расстоянии около 26 000 световых лет от центра Млечного Пути и обращается вокруг него, делая один оборот примерно за 225—250 миллионов лет. Орбитальная скорость Солнца равна 217 км/с — таким образом, оно проходит один световой год за 1400 земных лет, а одну астрономическую единицу за 8 земных суток. В настоящее время Солнце находится во внутреннем крае рукава Ориона нашей Галактики, между рукавом Персея и рукавом Стрельца, в так называемом «Местном межзвёздном облаке» — области повышенной плотности, расположенной, в свою очередь, в имеющем меньшую плотность «Местном пузыре» — зоне рассеянного высокотемпературного межзвёздного газа.



## ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Солнце является молодой звездой третьего поколения (популяции I) с высоким содержанием металлов, то есть оно образовалось из останков звёзд первого и второго поколений, (соответственно популяций III и II).

Текущий возраст Солнца (точнее — время его существования на главной последовательности), оценённый с помощью компьютерных моделей звёздной эволюции, равен приблизительно 4,57 миллиарда лет.

Считается, что Солнце сформировалось примерно 4,59 миллиарда лет назад, когда быстрое сжатие под действием сил гравитации облака молекулярного водорода привело к образованию в нашей области Галактики звезды первого типа

**ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ**

Kepler's Supernova Remnant • SN 1604



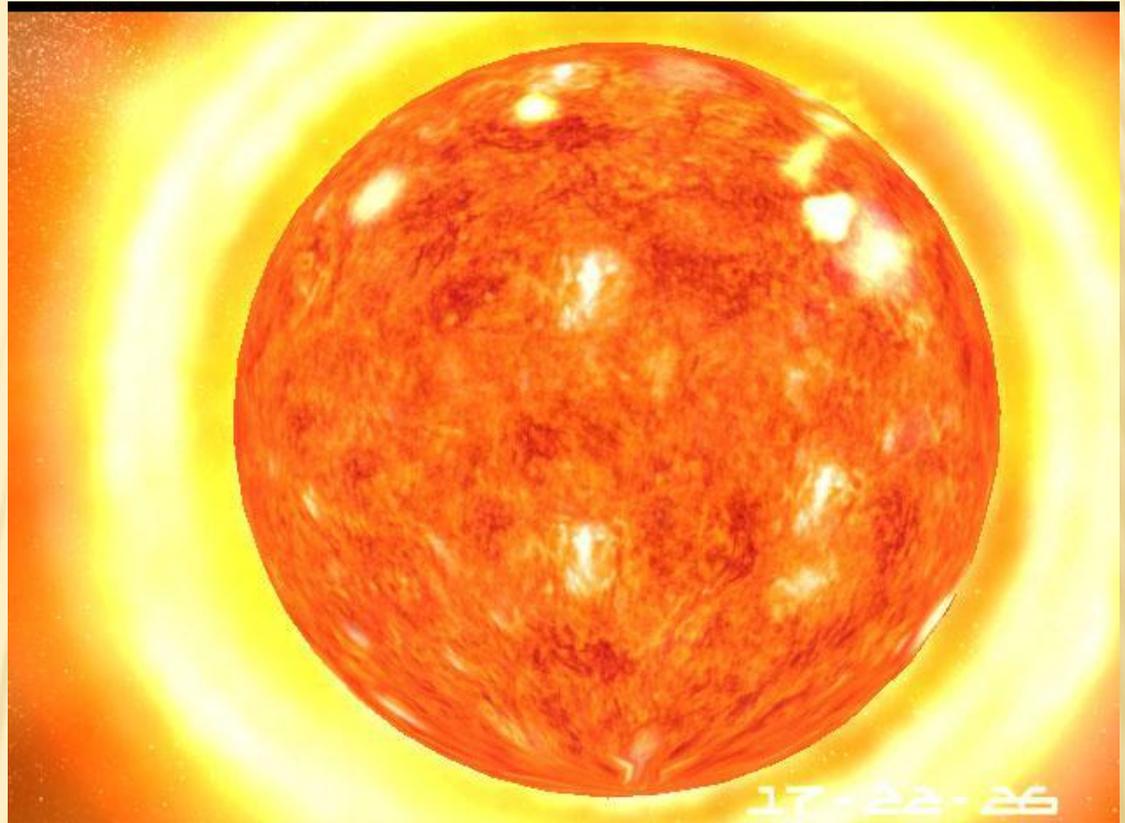
NASA, ESA, R. Sankrit and W. Blair (Johns Hopkins University)

STScI-PRC04-29b

Образование новых звёзд

Масса Солнца =  $1,9891 \times 10^{30}$  кг  
(332 946 масс Земли)

Звезда такой массы, как Солнце, должна существовать на главной последовательности в общей сложности примерно 10 миллиардов лет. Таким образом, сейчас Солнце находится примерно в середине своего жизненного цикла. Масса Солнца недостаточна для того, чтобы его эволюция завершилась взрывом сверхновой. Вместо этого, через 4—5 миллиардов лет оно превратится в звезду типа красный гигант – одну из звёзд поздних спектральных классов с высокой светимостью и протяжёнными оболочками.

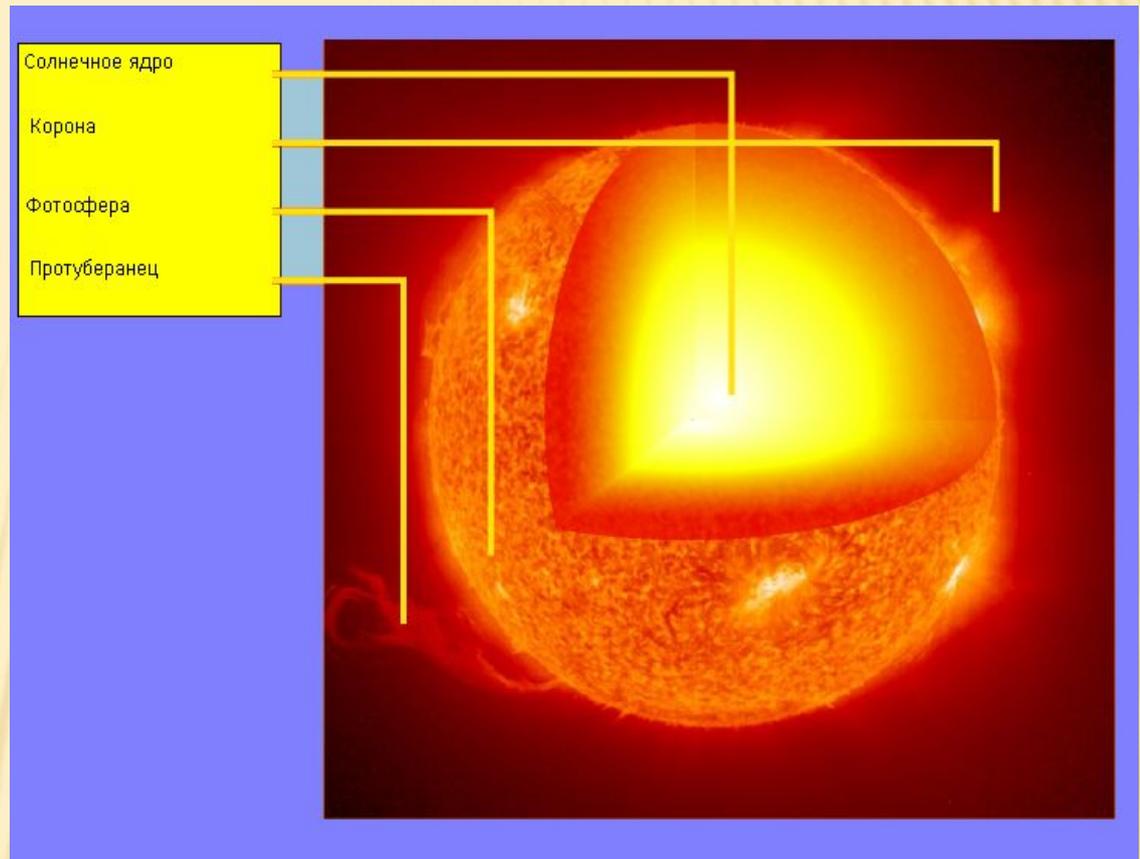


## **ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА: МАССА**

Ядро — самая горячая часть Солнца, температура в ядре составляет 15 000 000 К (для сравнения: температура поверхности равна 6 000 К). Плотность ядра — 150 000 кг/м<sup>3</sup> (в 154 раза выше плотности воды на Земле)

В ядре осуществляется протон-протонная термоядерная реакция, в результате которой из четырёх протонов образуется гелий-4. Ядро — единственное место на Солнце, в котором энергия и тепло получается от термоядерной реакции, остальная часть звезды нагрета этой энергией. Вся энергия ядра последовательно проходит сквозь слои, вплоть до фотосферы, с которой излучается в виде солнечного света и кинетической энергии.

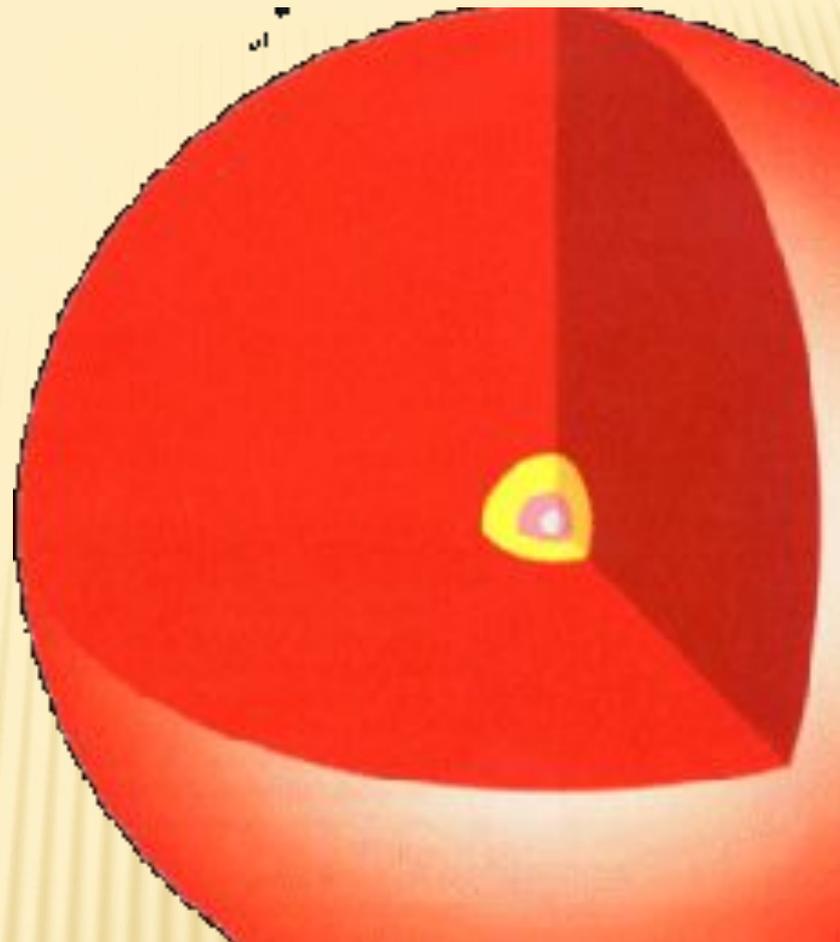
## СОЛНЦЕ: СТРОЕНИЕ



Схематичное строение Солнца

Зона лучистого переноса — средняя зона Солнца. Располагается непосредственно над солнечным ядром. Плазма в зоне лучистого переноса сжата настолько плотно, что соседние частицы не могут поменяться местами, из-за чего перенос энергии путём перемешивания вещества очень затруднён. Дополнительные препятствия для перемешивания вещества создаёт низкая скорость убывания температуры по мере движения от нижних слоёв к верхним. Прямое излучение наружу также невозможно, поскольку вещество непрозрачно для излучения, возникающего в ходе реакции ядерного синтеза. Единственный способ переноса энергии — это последовательное поглощение и излучение фотонов отдельными слоями частиц.

## **СОЛНЦЕ: СТРОЕНИЕ**



Жёлтым обозначена зона лучистого переноса

Зона конвекции — область Солнца, в которой перенос энергии из внутренних районов во внешние происходит главным образом путём активного перемешивания вещества — конвекции. Конвективная зона Солнца занимает примерно треть объёма.. Когда горячая плазма поднимается к верхней границе конвективной зоны, она охлаждается за счёт излучения энергии в фотосферу, остывает и погружается вглубь, где нагревается излучением лучистой зоны, после чего цикл повторяется. Поскольку зона ядерных реакций отделена от зоны перемешивания вещества зоной лучистого переноса, то гелий практически не выносится в поверхностные слои Солнца, а накапливается в его ядре.

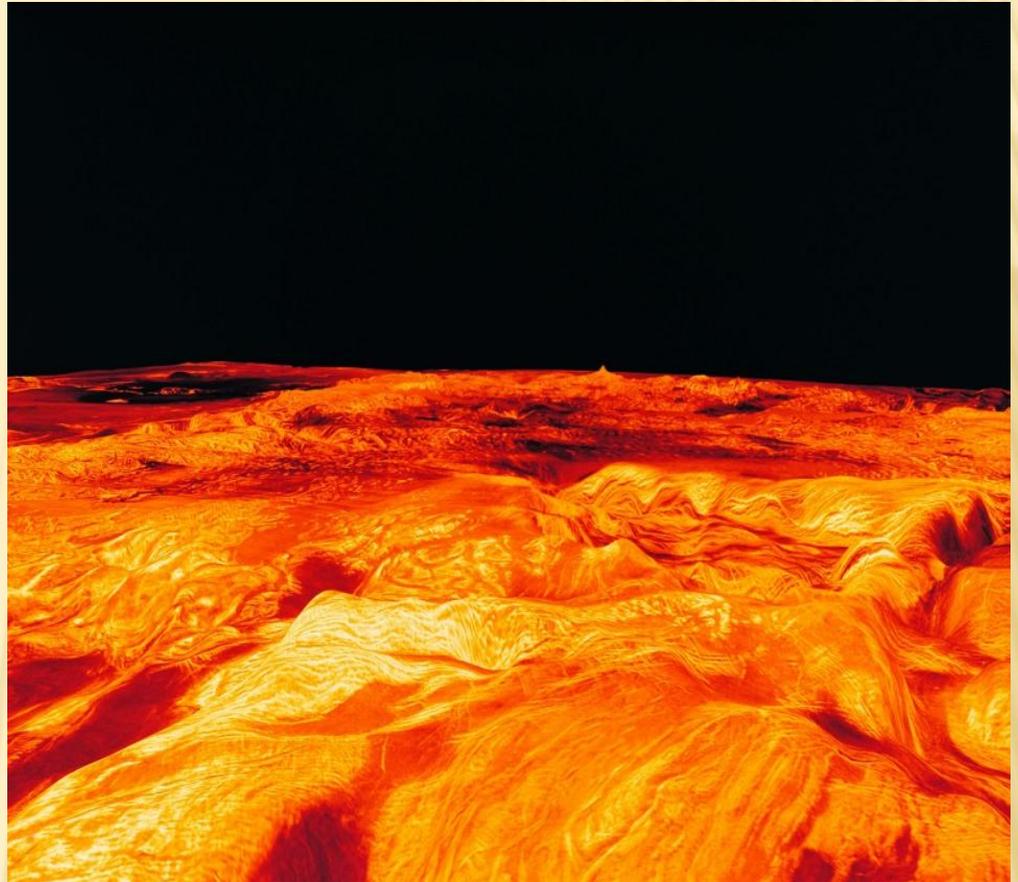


Зона конвекции Солнца

## **СОЛНЦЕ: СТРОЕНИЕ**

Фотосфера (слой, излучающий свет) достигает толщины  $\sim 320$  км и образует видимую поверхность Солнца. Из фотосферы исходит основная часть оптического (видимого) излучения Солнца, излучение же из более глубоких слоёв до неё уже не доходит. Температура в фотосфере достигает в среднем 5800 К. Здесь средняя плотность газа составляет менее  $1/1000$  плотности земного воздуха, а температура по мере приближения к внешнему краю фотосферы уменьшается до 4800 К. Водород при таких условиях сохраняется почти полностью в нейтральном состоянии. Фотосфера образует видимую поверхность Солнца, от которой определяются размеры Солнца, расстояние от

**СОЛНЦЕ: АТМОСФЕРА**

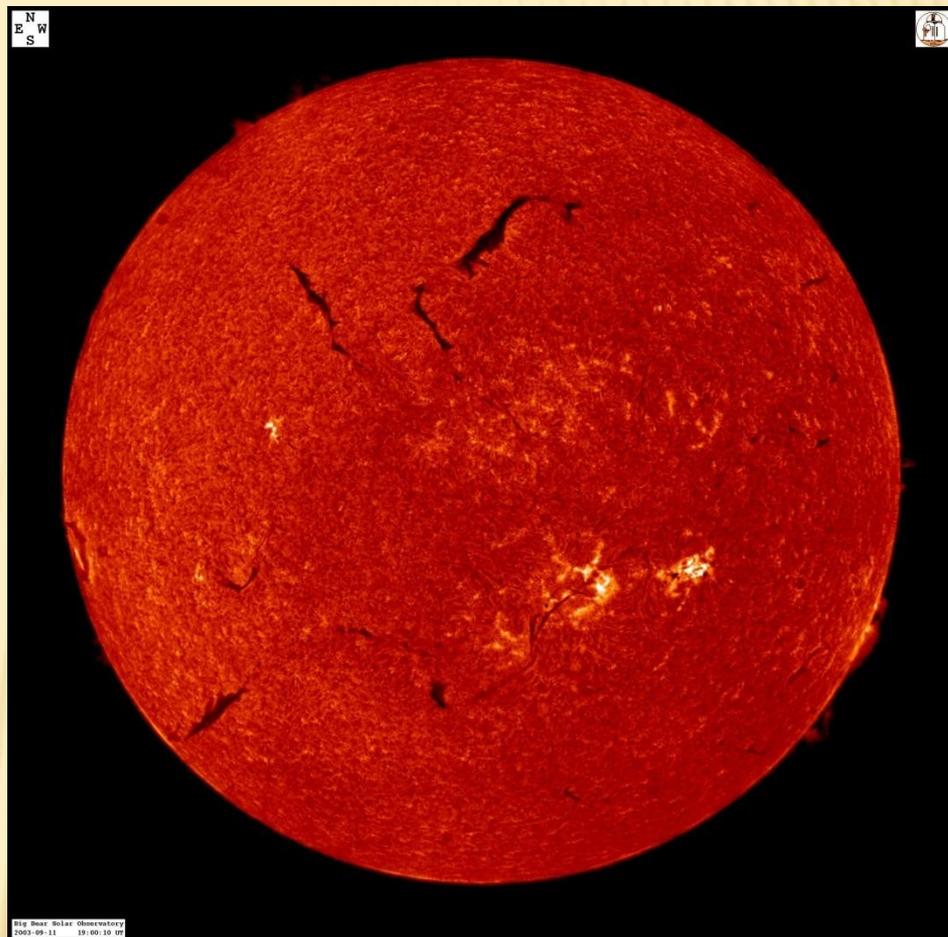


Фотосфера Солнца

Хромосфера — внешняя оболочка Солнца толщиной около 10 000 км, окружающая фотосферу.

Происхождение названия этой части солнечной атмосферы связано с её красноватым цветом. Верхняя граница хромосферы не имеет выраженной гладкой поверхности, из неё постоянно происходят горячие выбросы. Температура хромосферы увеличивается с высотой от 4000 до 15 000 градусов.

Плотность хромосферы невелика, поэтому яркость её недостаточна, чтобы наблюдать её в обычных условиях. Но при полном солнечном затмении, когда Луна закрывает яркую фотосферу, расположенная над ней хромосфера становится видимой и светится красным цветом. Её можно также наблюдать в любое время с помощью специальных узкополосных оптических фильтров.

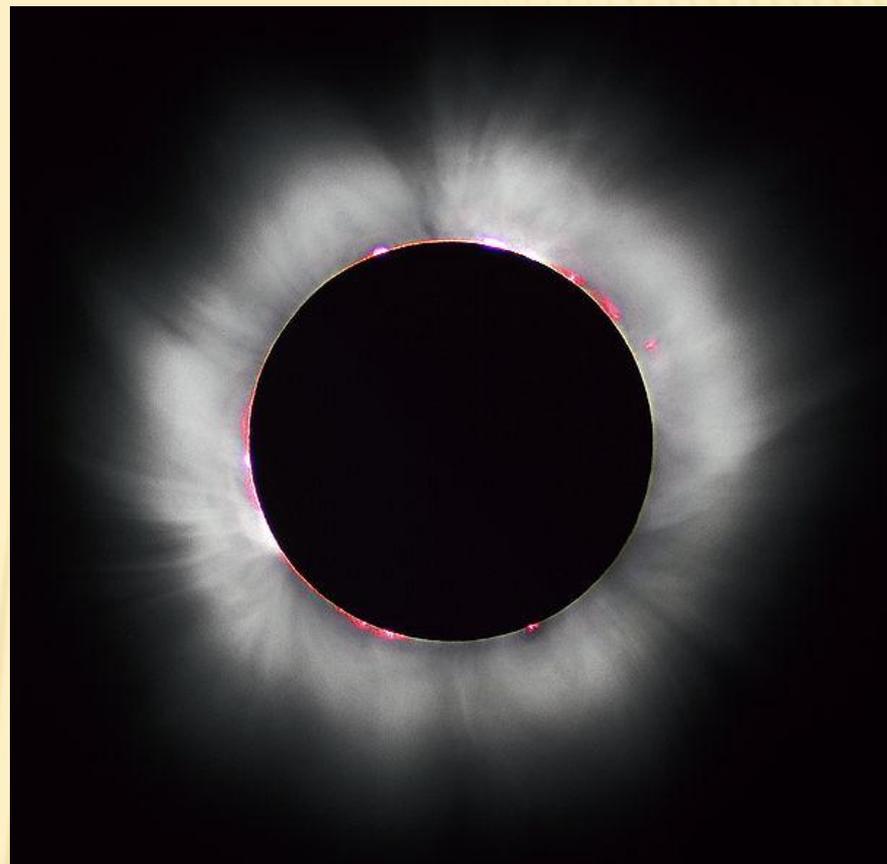


Хромосфера Солнца

## **СОЛНЦЕ: АТМОСФЕРА**

Корона — последняя внешняя оболочка Солнца. Несмотря на её очень высокую температуру, от 600 000 до 5 000 000 градусов, она видна невооружённым глазом только во время полного солнечного затмения, так как плотность вещества в короне мала, а потому невелика и её яркость. Поскольку температура короны велика, она интенсивно излучает в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Эти излучения не проходят сквозь земную атмосферу. Излучение в разных областях короны происходит неравномерно. Существуют горячие активные и спокойные области, а также корональные дыры с относительно невысокой температурой в 600 000 градусов, из которых в пространство выходят магнитные силовые линии.

## **СОЛНЦЕ: АТМОСФЕРА**



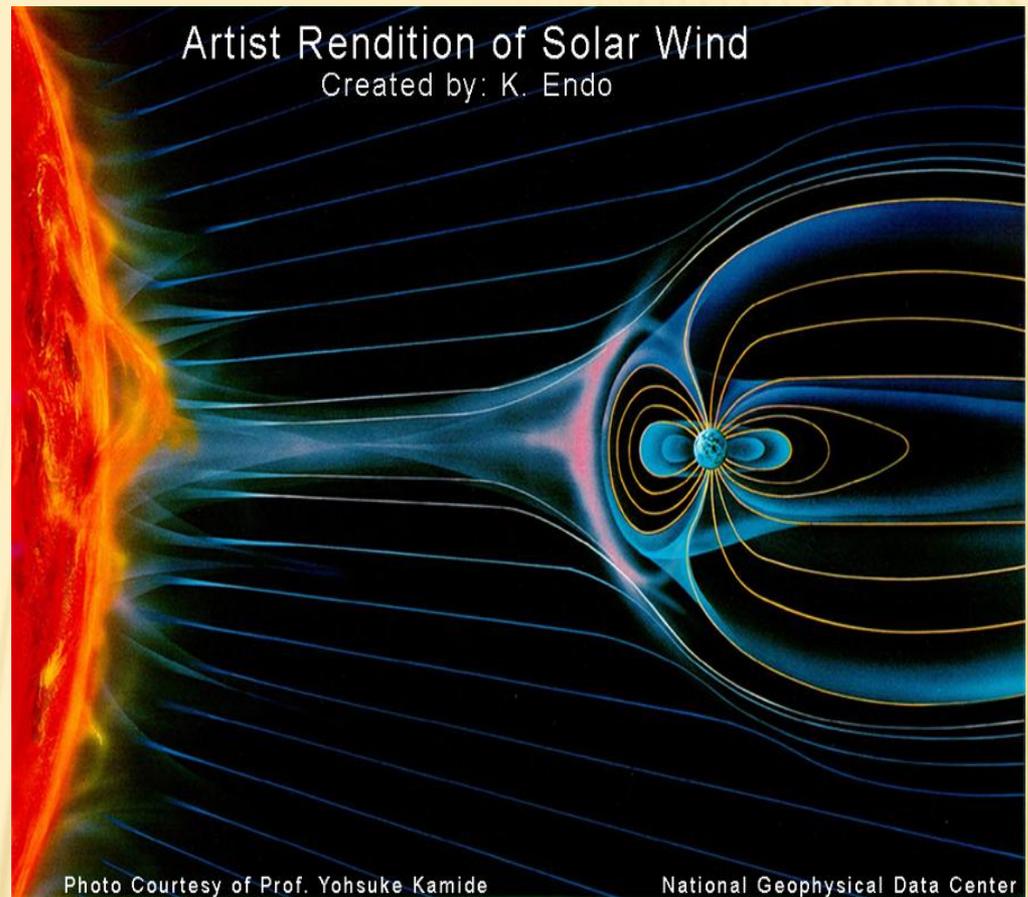
Солнечная корона во время  
солнечного затмения 1999  
года

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

Множество природных явлений связано с солнечным ветром, в том числе магнитные бури и полярные сияния.

В отношении других звёзд употребляется термин звёздный ветер, так что по отношению к солнечному ветру можно сказать «звёздный ветер Солнца».

Не следует путать понятия «солнечный ветер» (поток ионизированных частиц) и «солнечный свет» (поток фотонов).



"Столкновение" солнечного ветра с магнитосферой Земли.

**СОЛНЦЕ: АТМОСФЕРА**

- Средняя плотность Солнца составляет всего  $1,4 \text{ г/см}^3$ , то есть равна плотности воды в Мёртвом море.
- Каждую секунду Солнце производит в 100 000 раз больше энергии, чем человечество произвело за всю свою историю, однако при этом удельное (на единицу массы) энерговыделение Солнца — всего  $2 \times 10^{-4} \text{ Вт/кг}$ , то есть примерно такое же, как у кучи преющих листьев.
- Солнце заключает в себе 99,866 % массы всей Солнечной системы
- 8 апреля 1947 года на Солнце было обнаружено самое большое скопление солнечных пятен. Его длина составляла 300 000 км, а ширина — 145 000 км. Оно было примерно в 36 раз больше площади поверхности Земли и было легко видно невооружённым глазом в предзакатные часы.



## **СОЛНЦЕ : ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ**

# ИСТОЧНИКИ

---

<http://ru.wikipedia.org/wiki/Солнце>

Работу выполнил Лесняк Д., 11 класс.