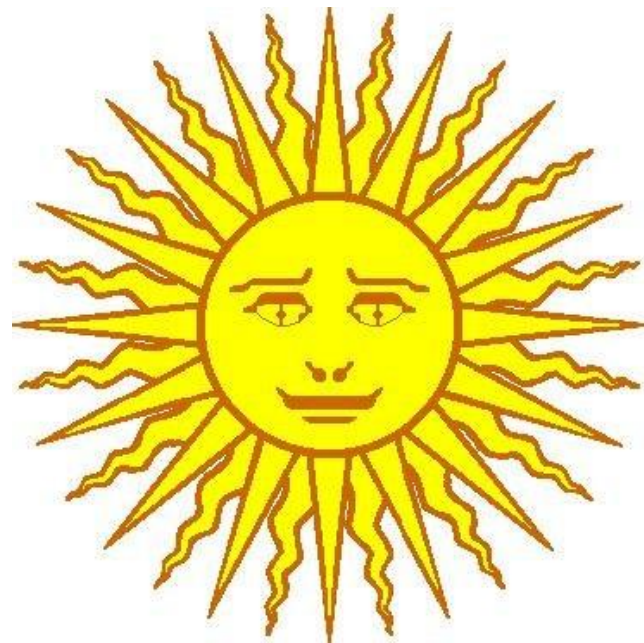


# Солнце

в цифрах и  
задачах



Решить задачу:

Какое минимальное угловое расстояние между компонентами двойной звезды (разрешающая способность) может быть видно в телескопы с диаметром в 10 см и 1 м. Какова оптическая мощь этих телескопов?

Оптическая мощь (предельный блеск звезды, видимый в телескоп):  $m = 2,1 + 5 \cdot \lg D$  ( $D$  – диаметр телескопа в мм)

Разрешающая способность телескопа:  $\Theta = 140''/D$

$$m_1 = 7,1 \quad m_2 = 17,1$$

$$\Theta_1 = 1,4'' \quad \Theta_2 = 0,14''$$

# Каким образом получают информацию о Солнце?

Ответить по итогам просмотра видеоролика



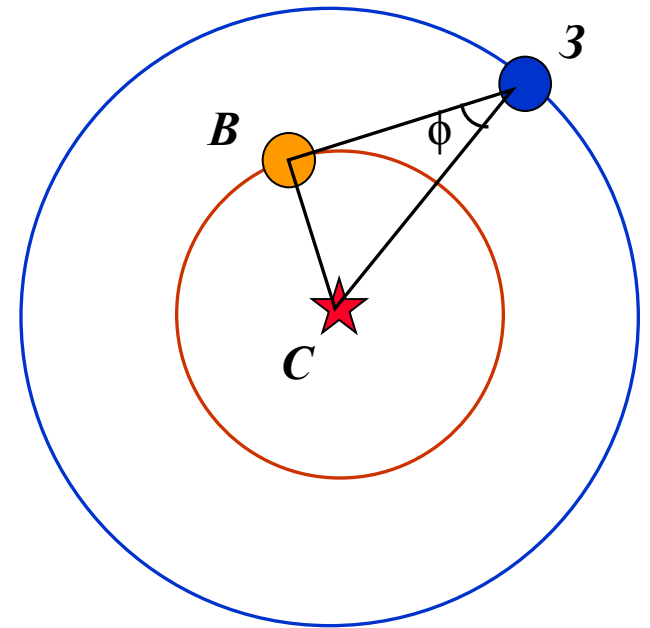
# Расстояние Земля – Солнце

## Определение:

Эхо-локация Венеры в элонгации и измерение угла  $\phi$  между направлениями на Венеру и Солнце.

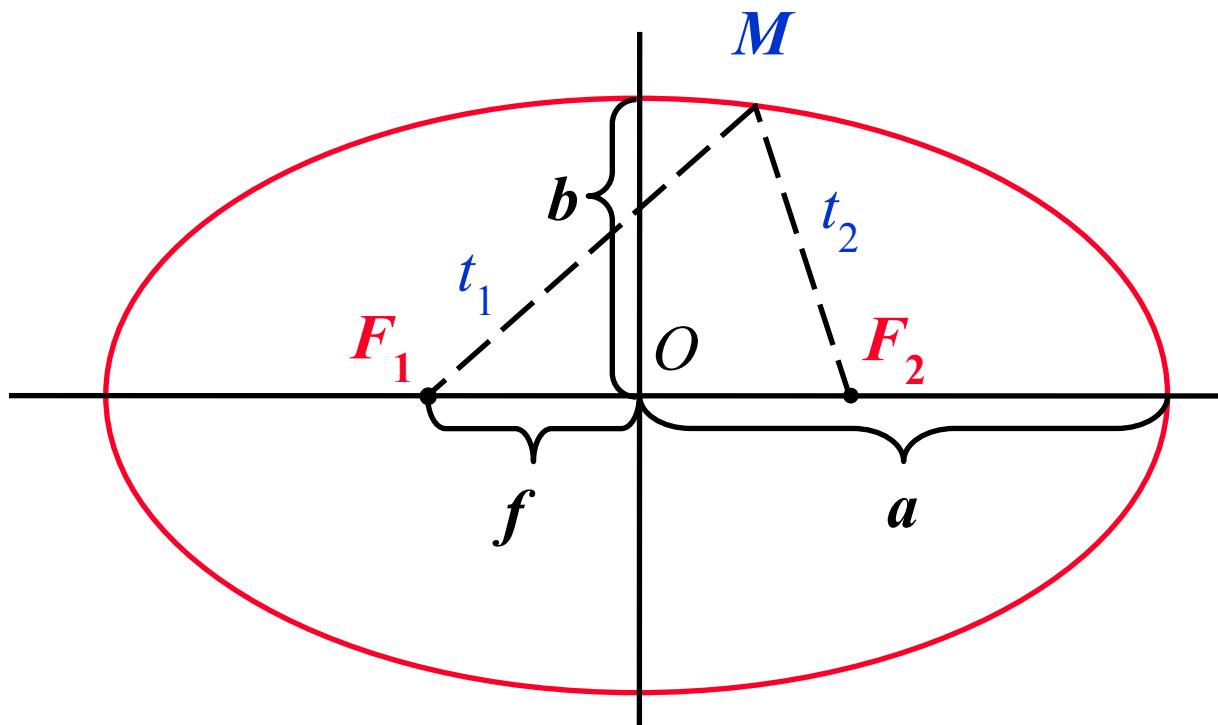
Зная длину одного катета  **$ZB$**  и величину одного острого угла  $\phi$ , можно вычислить длину гипотенузы  **$ZC$** .

Расчеты дали расстояние **Земля – Солнце** приблизительно равное **150 000 000 км**



Орбита Земли – эллипс с малым эксцентриситетом

$$e = 0,017$$



$$t_1 + t_2 = \text{const}$$

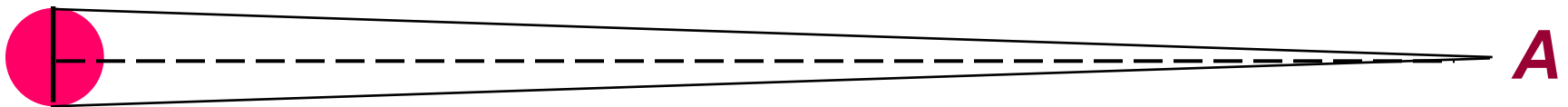
**Эксцентриситет** равен отношению фокусного расстояния к длине большей полуоси  $e = f / a$

# Радиус Солнца (видимого диска фотосферы)

**Определение:** по наблюдаемому угловому размеру  $\alpha$  и известному расстоянию Земля - Солнце.

Угловой размер  $\alpha$  меняется из-за эллиптичности орбиты: от  $32'35''$  (в перигелии) до  $31'31''$  (в афелии).

Средний угловой размер  $\alpha = 32'59'' \approx 32'$ .



Радиус Солнца:  $R = 1 \text{ а.е.} \cdot \text{tg}(\alpha/2) = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м} \approx 700000 \text{ км}$  (примерно 109 радиусов Земли).

# Масса Солнца

**Определение:** по радиусу орбиты Земли  $R$  и периоду обращения Земли вокруг Солнца решением **уравнения движения Земли** :

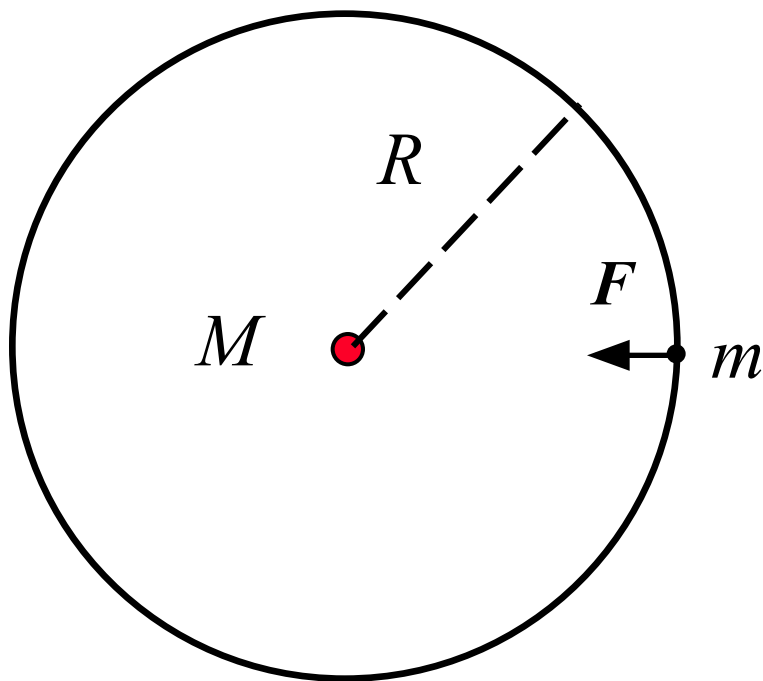
$$m a = F \quad (1)$$

$m$  – масса Земли

Модуль силы гравитации:

$$F = G \frac{mM}{R^2} \quad (2)$$

$M$  – масса Солнца



Центростремительное ускорение Земли при орбитальном движении имеет величину:

$$a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R \quad (3)$$

$\omega$  – **угловая скорость** Земли при обращения вокруг Солнца,

$T$  – **период** обращения (**год**).

Подстановка выражений (2) и (3) в уравнение (1) позволяет выразить массу Солнца. Расчет дает величину:

$$M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{R^3}{T^2} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$



# Расчет плотности Солнца

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$$

$$\approx 1,4 \text{ г/см}^3$$

# Светимость Солнца

**Светимость** – энергия, излучаемая Солнцем в единицу времени (т.е. мощность излучения).

**Солнечная постоянная** – количество энергии, приходящее от Солнца за единицу времени на единичную площадку, удаленную от Солнца на расстояние **1 а.е.** (т.е. падающее на единицу поверхности Земли при отсутствии атмосферы).

Измерения и расчеты дают, что **солнечная постоянная** равна:

**1,367 Вт/м<sup>2</sup>**

# Рассчитать светимость Солнца

(мощность солнечного излучения)

$$L = ES$$

где  $E$  – солнечная постоянная (к-во энергии от Солнца на 1 кв. метр земной поверхности) =  $1,37 \text{ кВт/м}^2$ ,

$S=4\pi R^2$  – площадь сферы в центре с Солнцем

$R$  – расстояние от Земли до Солнце (м)

$$L = 3,827 \cdot 10^{26} \text{ Вт} \approx 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$$

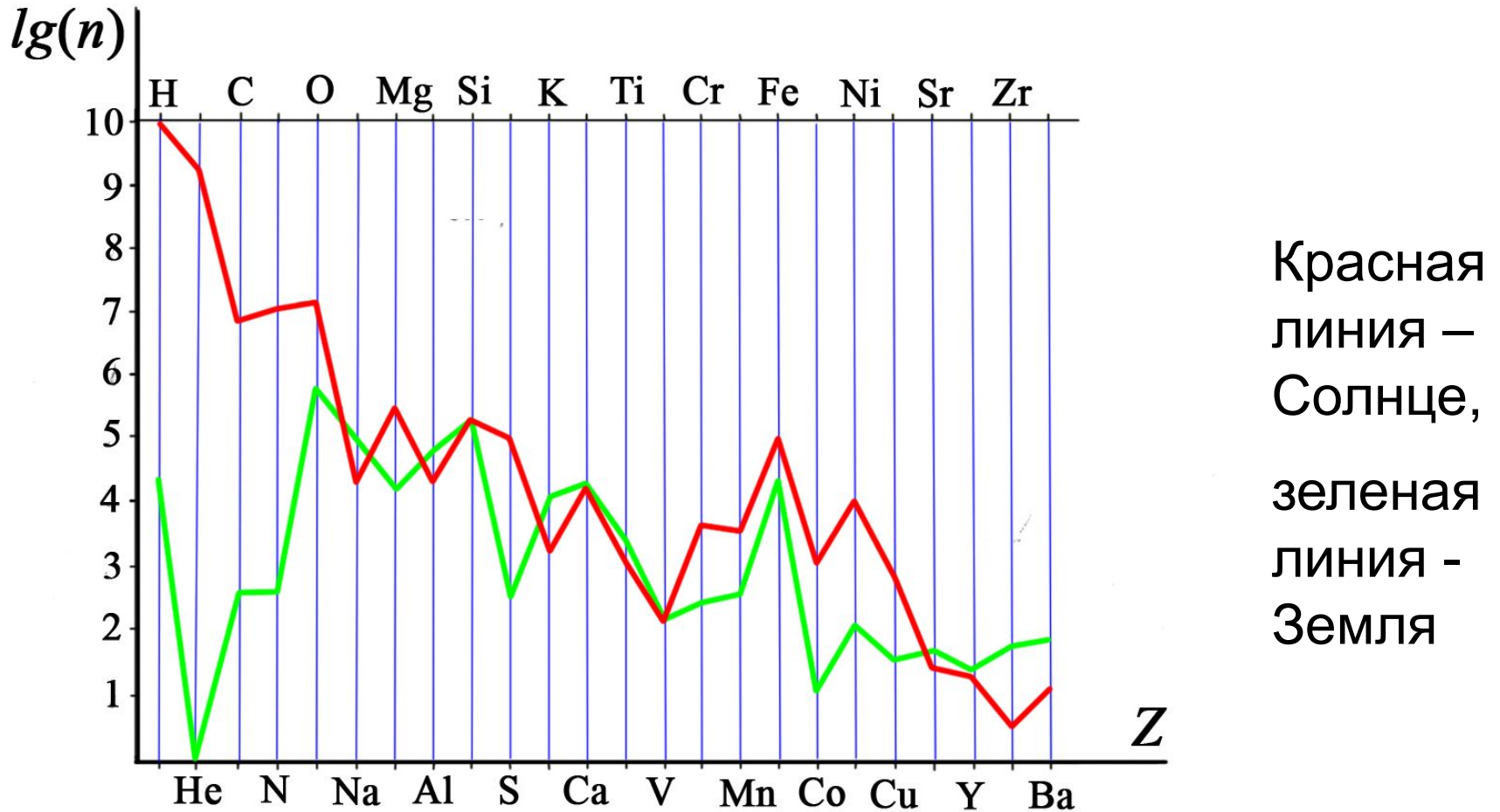
# Расчет температуры поверхности

Закон Вина: длина волны, на которую приходится максимум излучения обратно пропорциональна температуре с коэффициентом  $2,9 * 10^{-3}$

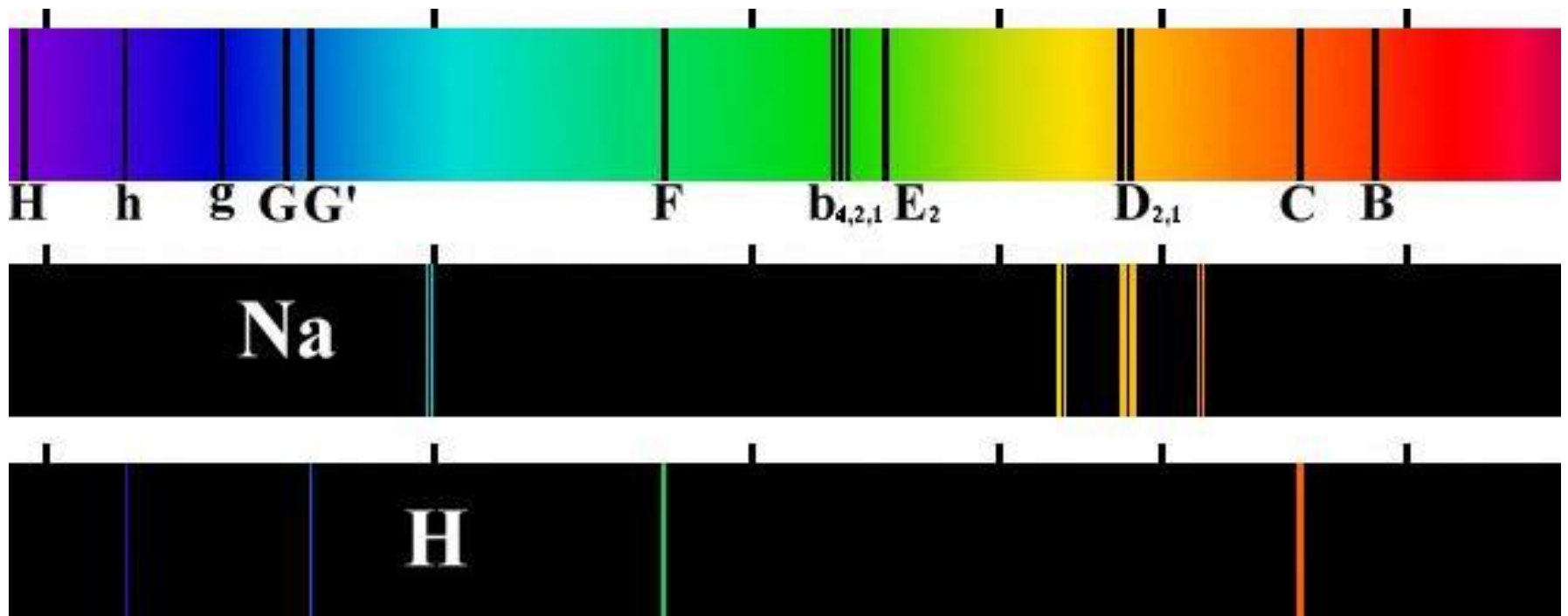
Длина волны желтого цвета =  $4,8 * 10^{-7}$  м

# Химический состав

Определяется методом спектрального анализа



Относительная распространенность химических элементов



Спектр Солнца в сравнениями со спектрами излучения **натрия и водорода.**

Спектральные линии поглощения позволяют идентифицировать **химические элементы**, входящие в состав Солнца.

# Относительная распространенность химических элементов на Солнце

Относительная концентрация атомов химических элементов: **70%** – **водород**, **29%** – **гелий**, **1%** – **остальные элементы**, в основном, легкие: **C, N, O, Mg, Ca, Fe...**

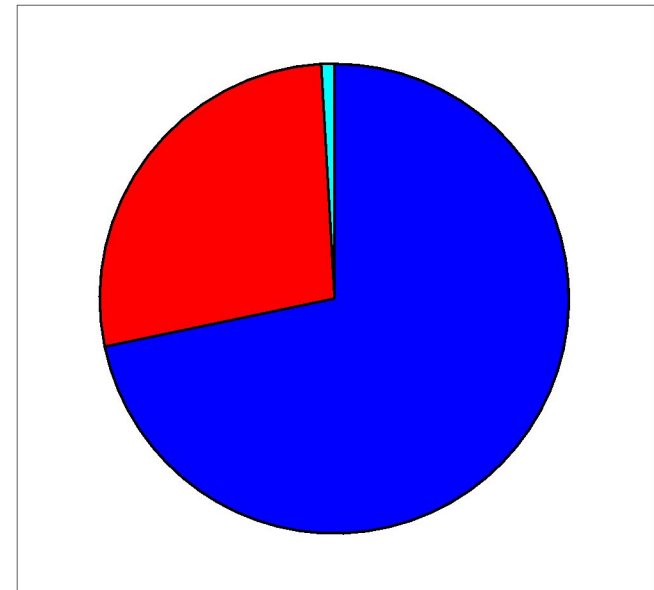
Относительное количество *убывает* с ростом атомного номера химического элемента.

**Относительная концентрация атомов :**

**Синий** - водород,

**Красный** - гелий,

**Зеленый** - остальные элементы



# Солнечный ветер

Поток **водородно-гелиевой плазмы**, истекающий из солнечной короны в окружающее пространство со скоростью **300—1200 км/с**.

Около **миллиона тонн** вещества в **секунду**.

Причины: большие **градиенты температуры и плотности** вещества короны.



**Задача: За сколько дней добирается солнечный ветер до Земли, если будет двигаться с максимальной скоростью?**

**$125000 \text{ с} = 2083 \text{ мин} = 34,7 \text{ ч} \approx 1,5 \text{ дня}$**



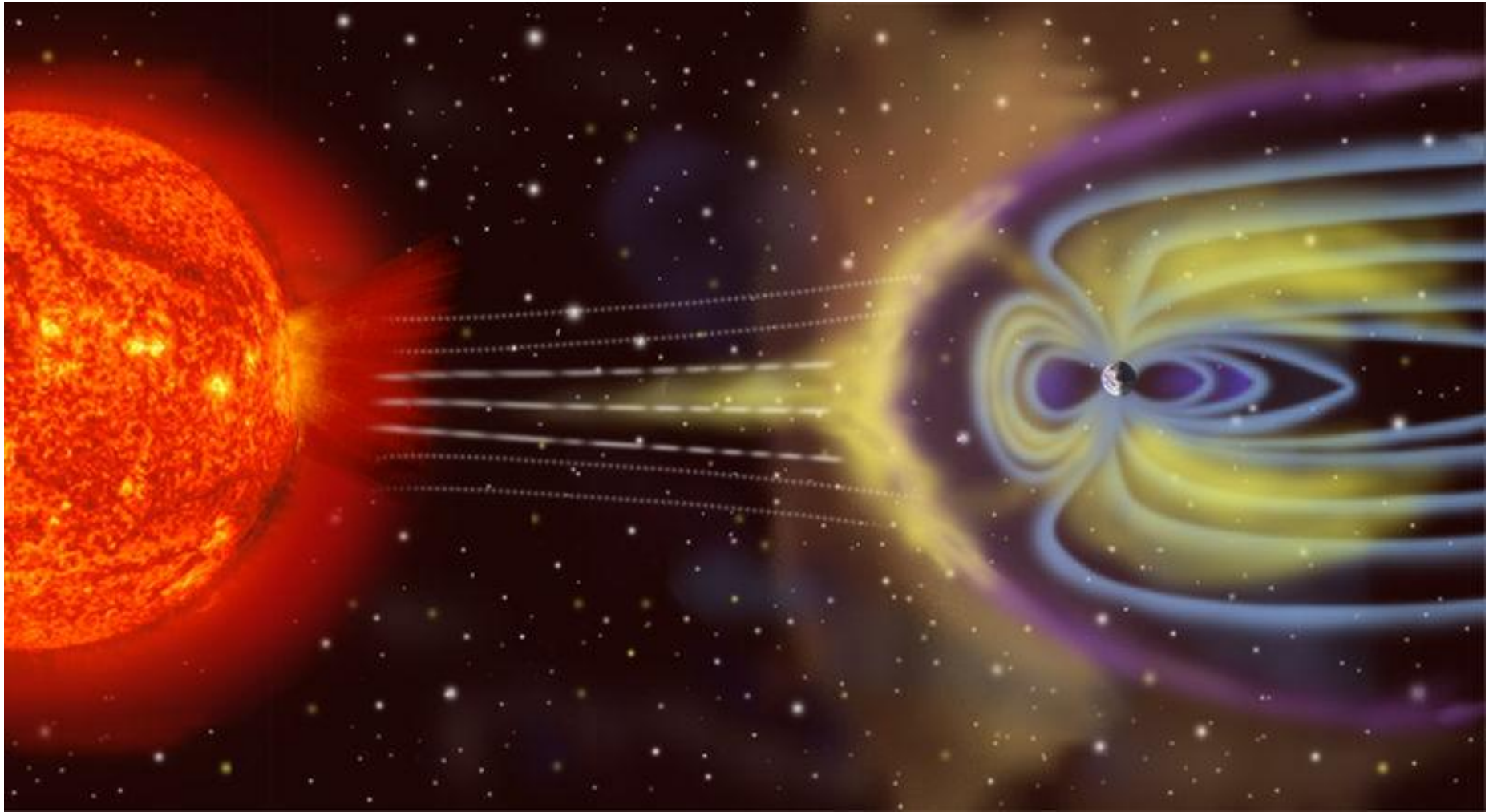


Схема взаимодействия солнечного ветра  
с магнитосферой Земли

**Электронная составляющая солнечного ветра,**  
взаимодействуя с магнитосферой Земли, вызывает  
**полярные сияния.**

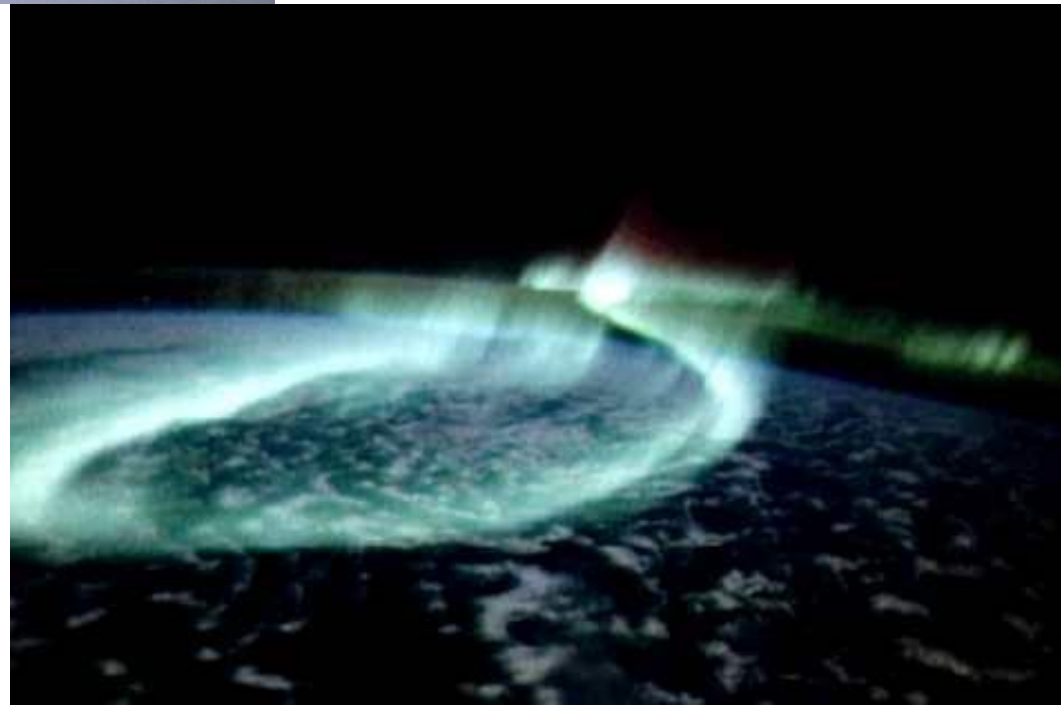


**Электроны** возбуждают атомы **азота** и **кислорода**.  
Снятие возбуждения происходит путем испускания  
**оптических фотонов**



**Полярное сияние  
на Аляске**

**Полярное сияние.  
Вид со спутника Земли**





# Полярное сияние в Нижнем Новгороде



**Солнечная активность** меняется **периодически**.

Наиболее изученная форма периодичности солнечной активности – **ежегодное изменение количества наблюдаемых солнечных пятен**, которое описывается **числом Вольфа**

$$W = n_S + 10 n_G$$

$n_S$  – количество солнечных пятен,

$n_G$  – количество групп пятен

# Минздрав предупреждает:

Повышенная солнечная активность опасна  
для человеческого здоровья

