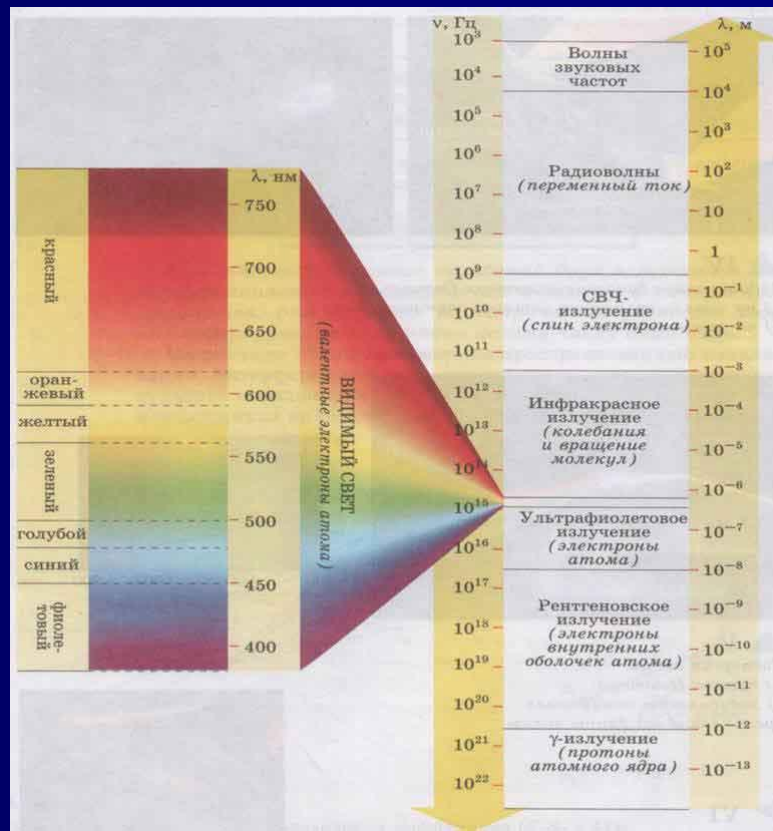


# ***Спектр электромагнитных волн***



# Спектр электромагнитных волн



**Цель урока:**  
обобщить,  
систематизировать  
изученный ранее  
материал о всем  
диапазоне  
электромагнитных  
излучений.



# Длина электромагнитной волны

Расстояние земли от Солнца приблизительно равно 150 000 000 км.

$$\approx 10^5 \cdot 10^{13} \text{ см.}$$

Гамма – лучи радия

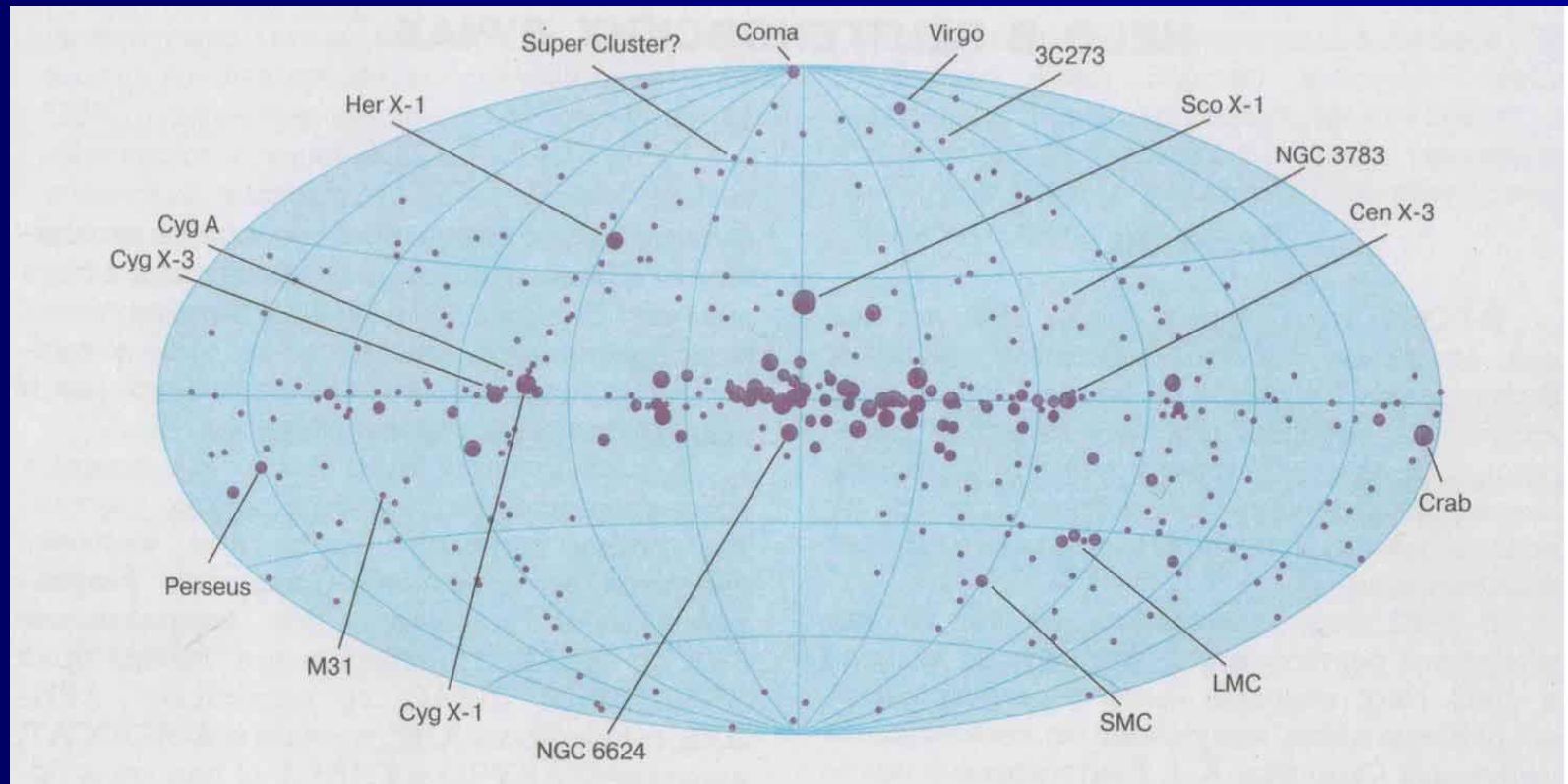
$$\approx 10^7 \cdot 10^{-11} \text{ см.}$$

Самые длинные волны длиннее самых коротких в

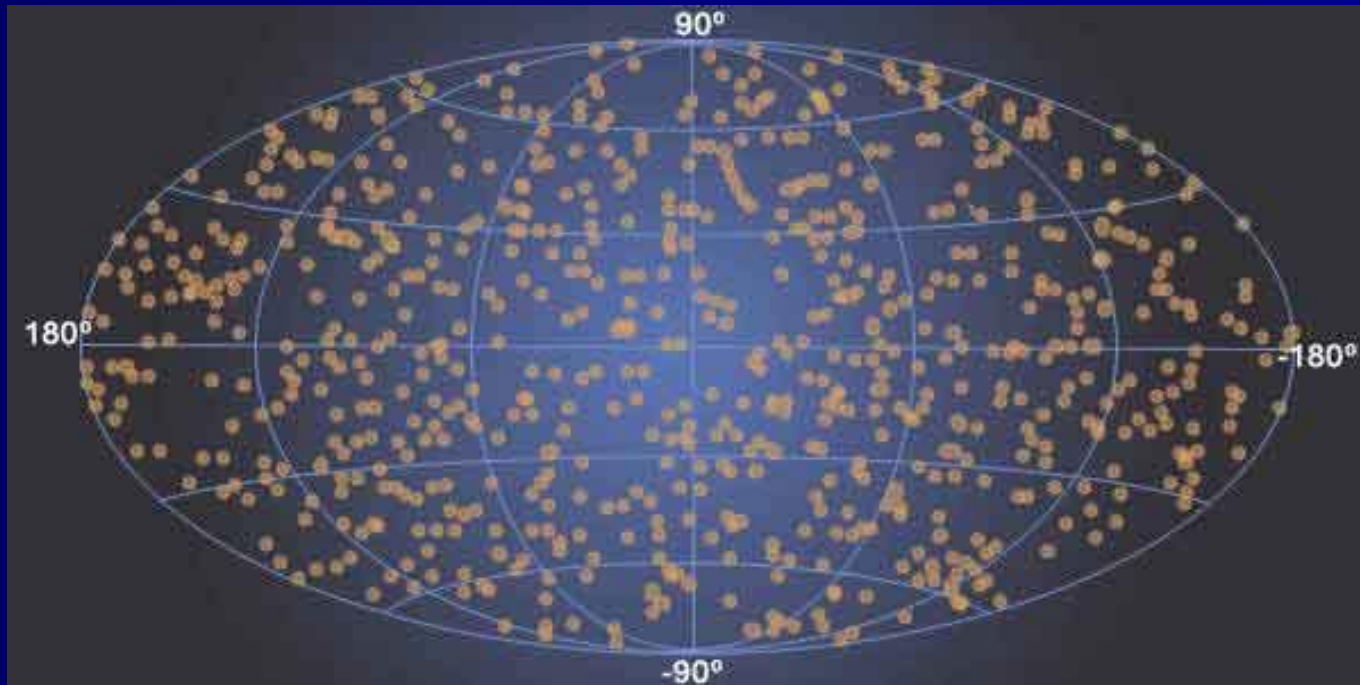
$$\frac{1,5 \cdot 10^{13} \text{ см}}{4,7 \cdot 10^{13} \text{ см}} = 3 \cdot 10^{23} \text{ раз.}$$



# *Распределение рентгеновского излучения на небесной сфере*



# *Распределение гамма - излучений на небесной сфере*



# *План урока*

1. Электромагнитные волны, их характеристика и основные свойства.
2. Решение задачи на применение соотношения волнового движения.
3. Общий обзор шкалы электромагнитных волн. Деление электромагнитного спектра на диапазоны по способу генерации.
4. Выполнение тестового задания.
5. Всеволновая астрономия.



# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Какую волну называют  
электромагнитной ?



# *Историческая справка*

Открытое Майклом Фарадеем в 1831 году явление электромагнитной индукции сыграло роль краеугольного камня в созданной Джеймсом Максвеллом в 1864 году электромагнитной теории света.

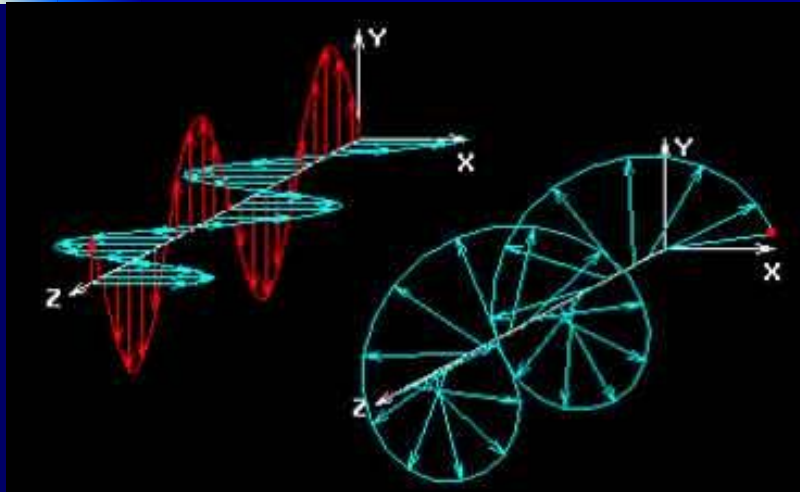
Максвелл развил идеи Фарадея, облек их в математическую форму и на этой основе создал теорию электромагнитного поля, приведшую его к выводу об электромагнитной природе света.

Генрих Герц в 1887 году в опытах с электромагнитными волнами обнаружил подчинение их световым законам и тем самым экспериментально подтвердил справедливость теории Максвелла.





# Основные свойства электромагнитных волн



$$E = E_0 \sin \omega \left( t - \frac{x}{v} \right)$$

$$\beta = B_0 \sin \omega \left( t - \frac{x}{v} \right)$$

Напряженность электрического поля и индукция магнитного поля излучающего гармонического вибратора в пространстве.



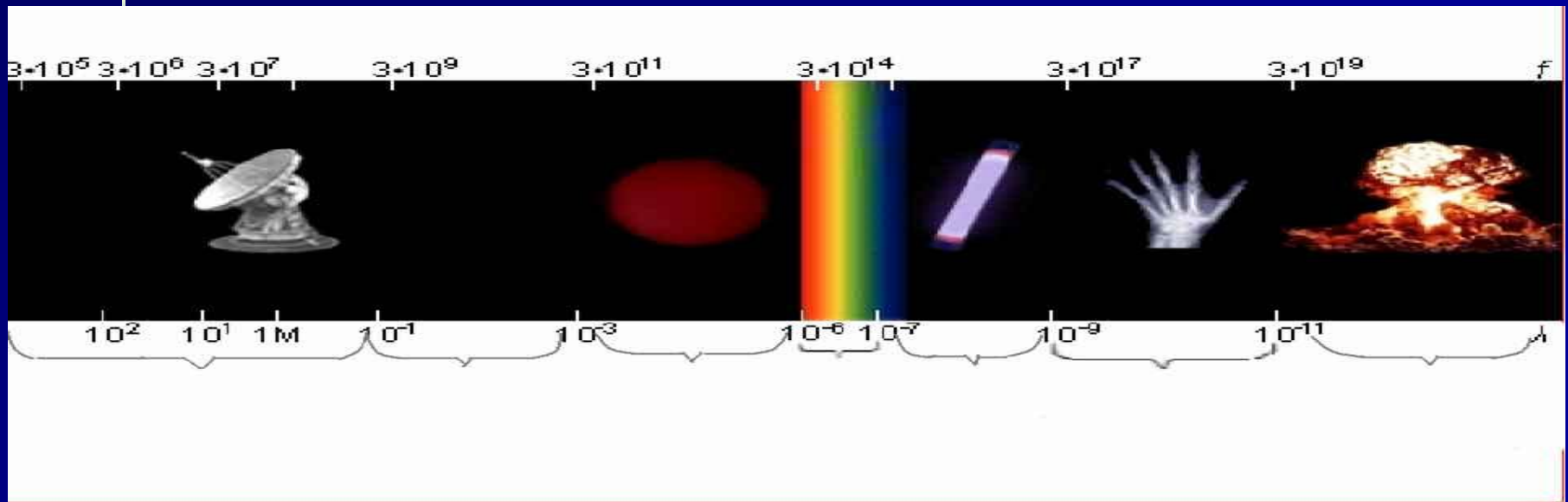
# Задача:

В 1897 году русский физик П. Н. Лебедев получил электромагнитное излучение с длиной волны 6 мм. Вычислить период и частоту таких волн.

[решение](#)



# Шкала электромагнитных волн



Низкочастотны  
е излучения

Радиоволн  
ы

СВЧ  
излучения

Инфра  
красное  
излучен  
ие

Видимый  
свет

Ультрафио  
летовое  
излучение

Рентгенов  
ское  
излучение

Гамма -  
излучение



# Источники электромагнитного излучения различных диапазонов частот

| Диапазон частот   | Источник излучения  |
|---|---|
| Волны звуковых частот<br>Радиоволны                     | Переменный ток  |
| СВЧ (микроволновое) излучение                           | Изменение направления спина валентного электрона атома или скорости вращения молекул вещества |
| ИК-излучение  | Колебание и вращение молекул вещества   |
| Видимый свет<br>УФ-излучение<br>Рентгеновское излучение | Изменение состояния электронов в атомах или молекулах, ускорение свободных электронов         |
| $\gamma$ -излучение                                     | Изменение состояния атомных ядер, ускорение свободных заряженных частиц                       |



# *Спектр электромагнитных волн*

## *Тест*

**1. В каких случаях происходит излучение электромагнитных волн?**

- 1. Электрон движется равномерно и прямолинейно.**
- 2. Электрон движется равноускоренно и прямолинейно.**
- 3. Электрон движется равномерно по окружности.**

**Ответы: А. только 1    Б. только 2    В. только 3**

**Г. 1, 2, 3            Д. 2 и 3**

**2. Возникает ли электромагнитное излучение при торможении электронов?**

**Ответы: А. нет            Б. да**

**3. Какие из перечисленных ниже излучений обладают способностью к дифракции на краю препятствия?**

**Ответы:**

**А. Радиоволны**

**Б. Видимое излучение**

**В. Рентгеновское**

**Г. Все кроме рентгеновского**

**Д. Все выше перечисленные излучения**



**4. Какие свойства будут обнаруживать электромагнитные волны следующих диапазонов, падая на тело человека?**

**1. Радиоволны**

**2. Рентгеновского диапазона**

**3. Инфракрасного диапазона 4. Ультрафиолетового диапазона.**

**Ответы: А. Вызывают покраснение кожи. Б. Нагревают ткани.  
В. Почти полностью отражаются Г. Проходят через мягкие ткани**

**5. Как изменится плотность потока излучения электромагнитных волн при одинаковой амплитуде их колебаний в вибраторе, если частоту колебаний уменьшить в 2 раза?**

**Ответы: А. Не изменится.**

**Б. Уменьшится в 2 раза**

**В. Уменьшится в 4 раза**

**Г. Уменьшится в 16 раз**

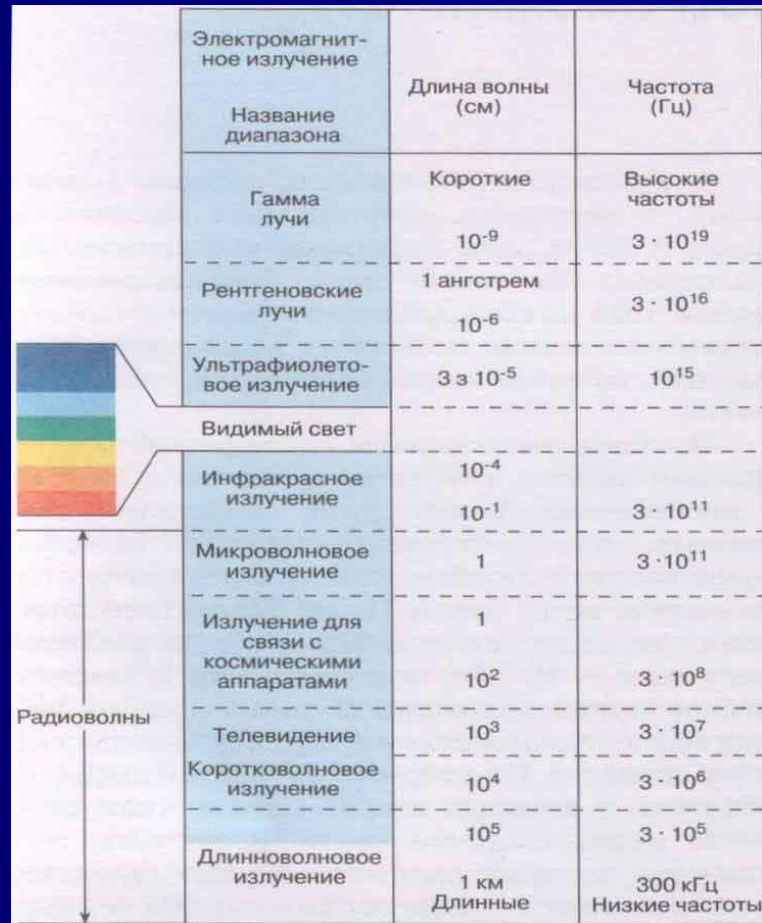
**6. Какой вид электромагнитных волн имеет наименьшую частоту?**

**Ответы: А. Рентгеновское Б. Ультрафиолетовое**

**В. Видимый свет Г. Инфракрасные Д. Радиоволны**



# Схематическое изображение прозрачности земной атмосферы для всего диапазона электромагнитных излучений

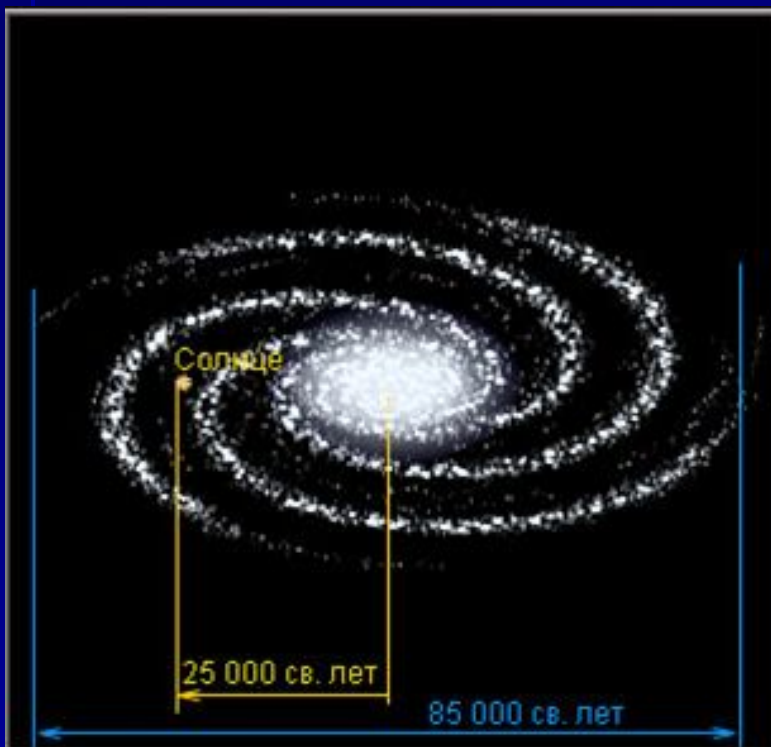


| Электромагнитное излучение                    | Длина волны (см)        | Частота (Гц)                         |
|---|-------------------------|--------------------------------------|
| Название диапазона                            |                         |                                      |
| Гамма лучи                                    | Короткие<br>$10^{-9}$   | Высокие частоты<br>$3 \cdot 10^{19}$ |
| Рентгеновские лучи                            | 1 ангстрем<br>$10^{-6}$ | $3 \cdot 10^{16}$                    |
| Ультрафиолетовое излучение                    | $3 \cdot 10^{-5}$       | $10^{15}$                            |
| Видимый свет                                  |                         |                                      |
| Инфракрасное излучение                        | $10^{-4}$               | $3 \cdot 10^{11}$                    |
|   | $10^{-1}$               |                                      |
| Микроволновое излучение                       | 1                       | $3 \cdot 10^{11}$                    |
| Излучение для связи с космическими аппаратами | 1                       | $3 \cdot 10^8$                       |
|   | $10^2$                  |                                      |
| Телевидение                                   | $10^3$                  | $3 \cdot 10^7$                       |
| Коротковолновое излучение                     | $10^4$                  | $3 \cdot 10^6$                       |
| Длинноволновое излучение                      | $10^5$                  | $3 \cdot 10^5$                       |
|   | 1 км<br>Длинные         | 300 кГц<br>Низкие частоты            |



# ***Всеволоновая астрономия***

Вращающаяся галактика



Источники

электромагнитных  
излучений

- ▣ Солнце
- ▣ Пульсары
- ▣ Квazarы
- ▣ Телескопы





# Телескопы

## Оптические



## Радиотелескопы



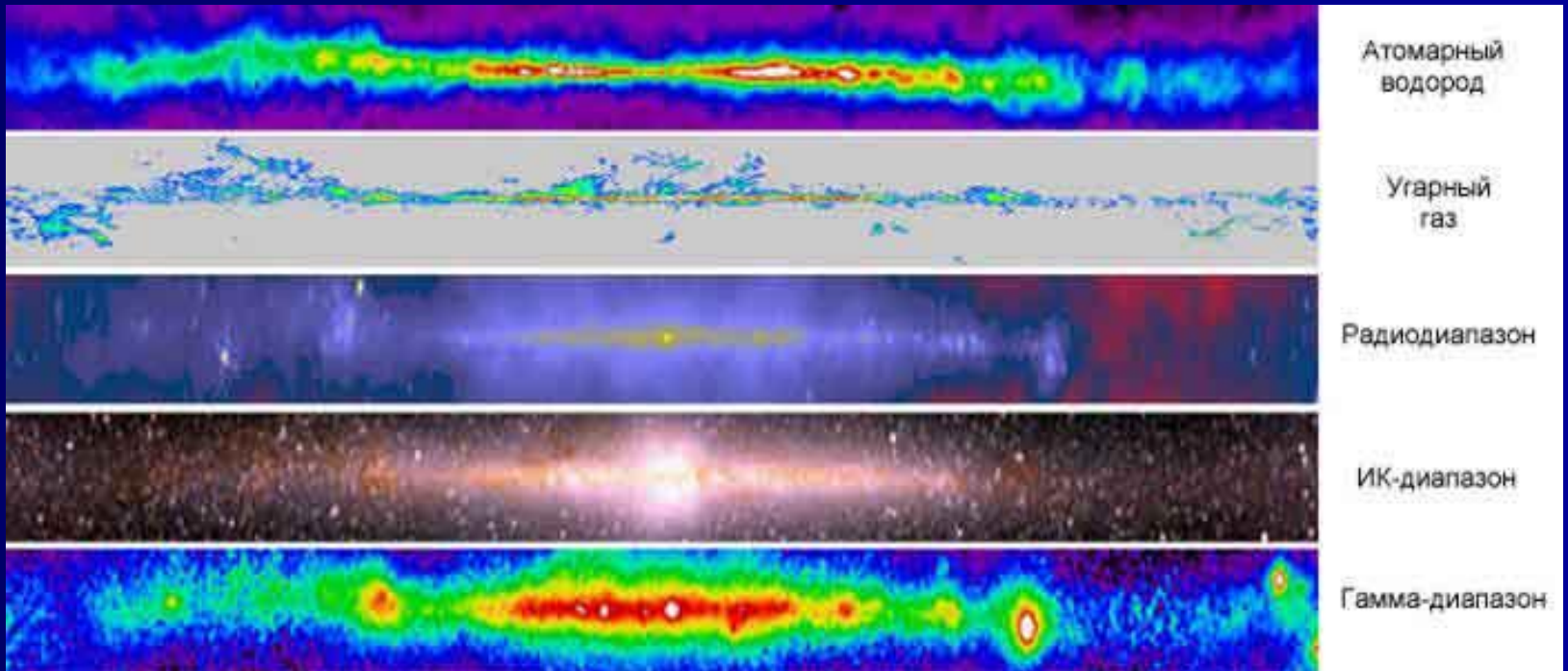
## Инфракрасные



# Фотография растущей Луны в гамма-лучах. ROSAT.



# Млечный Путь в различных диапазонах



# Заключение

1. Исследования электромагнитного излучения имеют огромное значение для уточнения наших представлений о строении вещества. Исследования инфракрасного, видимого и ультрафиолетового излучений помогли выяснить строение молекул и внешних электронных оболочек атомов; изучение рентгеновского излучения позволило установить строение внутренних электронных оболочек атомов и структуру кристаллов, а излучение гамма – лучей дает много ценных сведений о строении атомных ядер.
2. Анализ информации, полученной во всем спектре электромагнитных волн, позволяет составить более полную картину структуры объектов во Вселенной, тем самым расширить границы познания природы.



## *Авторы проекта:*

*учитель физики Ткаченко Наталья Николаевна,  
высшая категория;*

*Зам. Директора по информатизации Вагеник  
Ирина Юрьевна, высшая категория.*

*г. Вилючинск*

*Камчатская область*

**2007 г.**

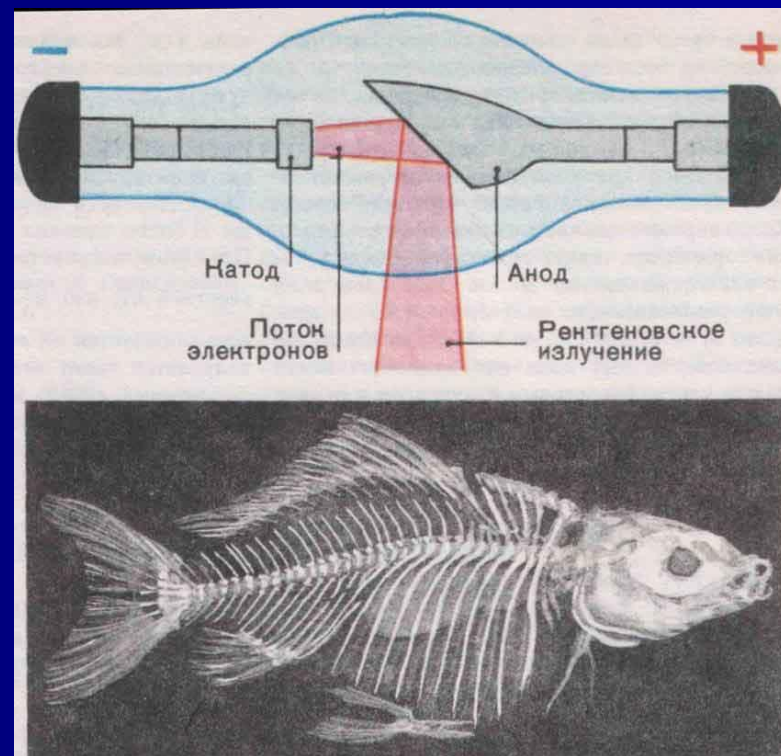
# Рентгеновское излучение

$$\nu = 3 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 10^{20} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 10^{-12} - 10^{-8} \text{ м.}$$

Открыто в 1895 году  
В. Рентгеном.

**Источник** - изменение состояния электронов внутренних оболочек атомов или молекул, а также ускоренно движущиеся свободные электроны.



# *Гамма – излучение*

$$\nu > 8 \cdot 10^{20} \text{ Гц.}$$

$$\lambda < 10^{-12} \text{ м.}$$

**Открыто** в 1990 году **Полем Вилларом**.  
**Источник** – изменение энергетического состояния атомного ядра, а также ускоренное движение свободных заряженных частиц.



# Сверхвысокочастотное (СВЧ) излучение (микроволновое излучение)

$$\nu = 2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 1 \text{ мм} - 0,3 \text{ м.}$$

**Источник** – изменение направления спина валентного электрона атома или скорости вращения молекул вещества.

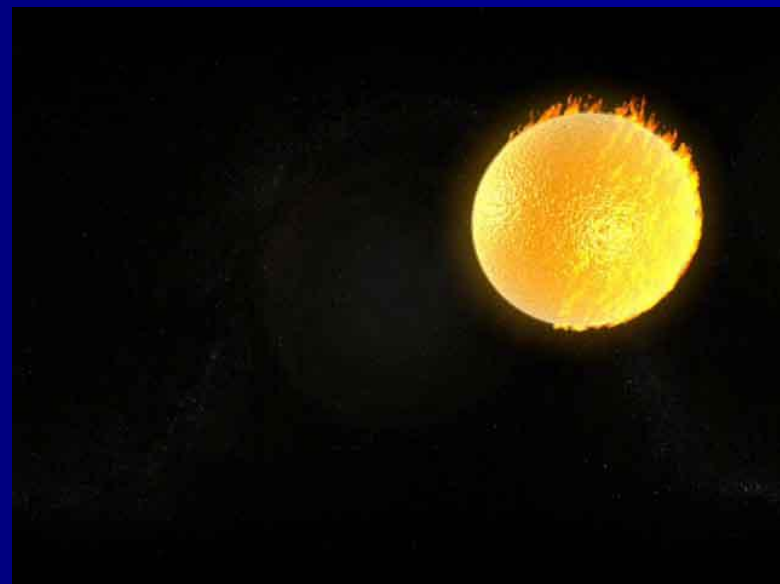




# *Инфракрасное излучение*

$$\nu = 3 \cdot 10^{11} \text{ Гц} - 3,85 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$
$$\lambda_{\text{ИФ}} 780 - 1 \text{ мм.}$$

Инфракрасное излучение было открыто в 1800 г. английским астрономом Уильямом Гершелем. Источник – колебание и вращение молекул вещества.



*Солнце*



# *Ультрафиолетовое излучение*

$$\nu = 8 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{16} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 10 - 380 \text{ нм.}$$

**Открыто** в 1801 году **Иоганном Риттером**.

**Источник** – валентные электроны атомов и молекул, а также ускоренно движущиеся свободные заряды.



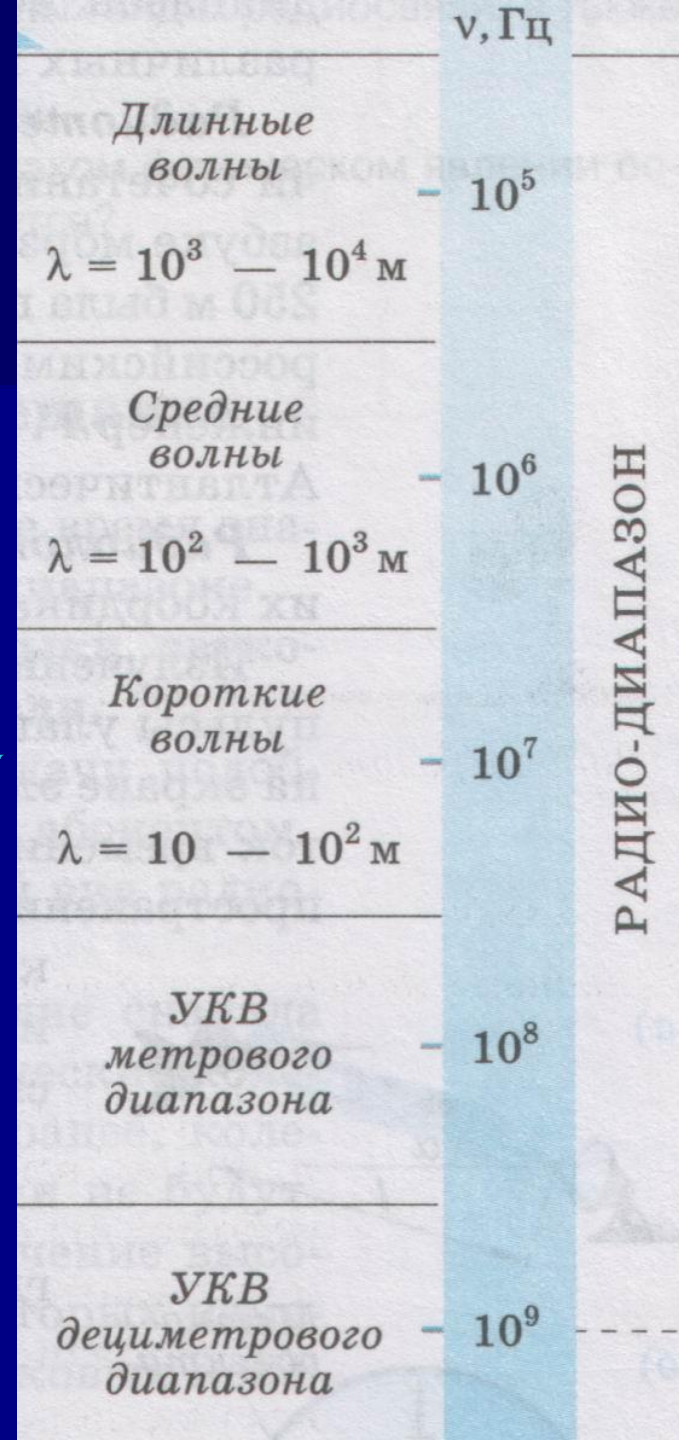
# Радиоволны

$$\nu = 2 \cdot 10^4 - 10^9 \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 0,3 - 1,5 \cdot 10^4 \text{ м.}$$

Радиоволны **открыты** в 1886 году  
Г. Герцем.

**Источник** – переменный ток.



*Электромагнитной волной*  
называется процесс распространения  
электромагнитного поля в  
пространстве с течением времени.



# Формула скорости электромагнитной волны

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$\lambda$  [м] – длина электромагнитной волны.

$\nu$  [Гц] – частота электромагнитной волны.

$c = 300\,000\,000$  м/с – скорость электромагнитной волны в вакууме.



# Решение задачи

Решение:

Дано:

$\lambda_{\text{фвб}}$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$\nu$ -? (Гц)

$T$ -? (с)

Си

$$6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

—

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \cdot 10^{11} = \underline{5 \cdot 10^{10}} \text{ (Гц)}.$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

$$T = \frac{1}{5 \cdot 10^{10}} = 0,2 \cdot 10^{-10} = \underline{2 \cdot 10^{-11}} \text{ (с)}.$$

Ответ:  $0,5 \cdot 10^{10}$  Гц,  $2 \cdot 10^{-11}$  с.

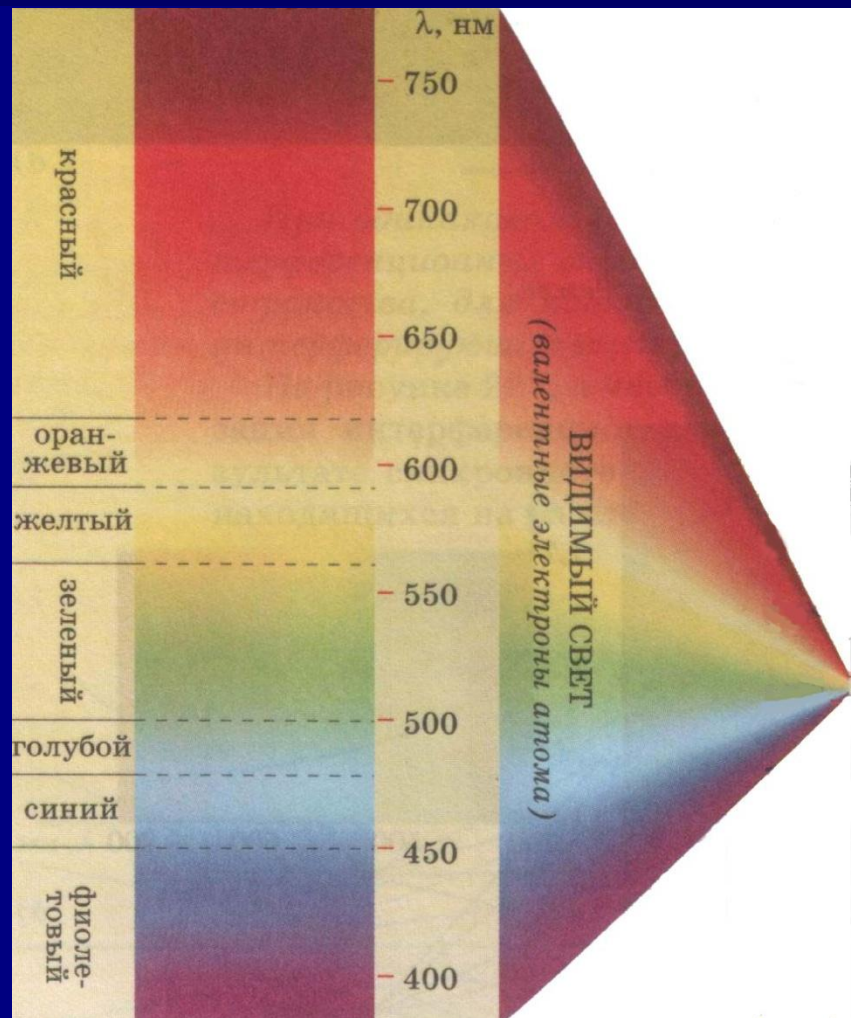


# Видимый свет

$$\nu = 3,85 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 380 - 780 \text{ нм.}$$

Источник оптического излучения (видимого света) являются валентные электроны, изменяющие свое положение в пространстве, также движущиеся с ускорением свободные электроны.



# *Низкочастотное (НЧ) излучение*

$$\nu = 0 - 2 \cdot 10^4 \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 1,5 \cdot 10^4 \text{ м до бесконечности.}$$

**Источник** – переменный ток соответствующей частоты. Такие волны практически не излучаются в пространство.

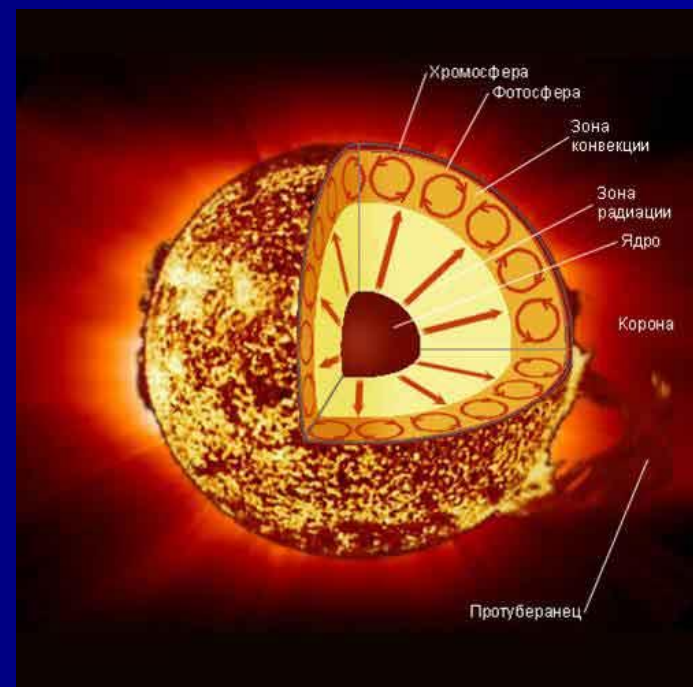
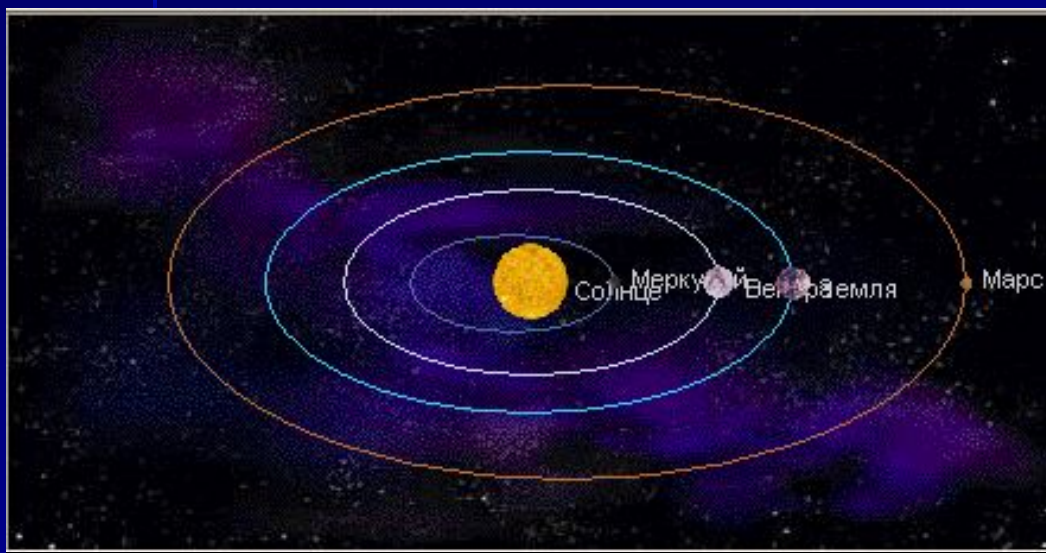




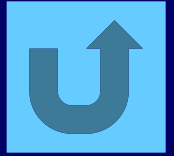
# Солнце.

Вращение солнечной системы.

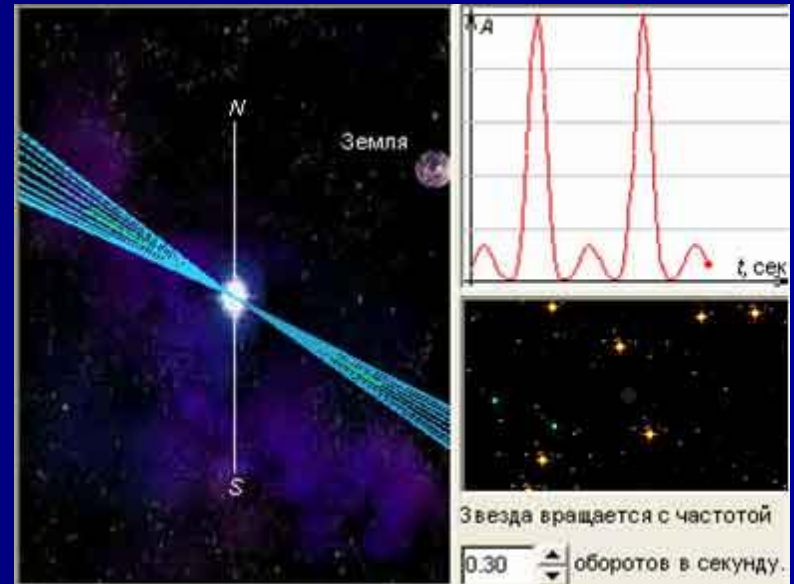
Внутреннее строение Солнца.



# Пульсары

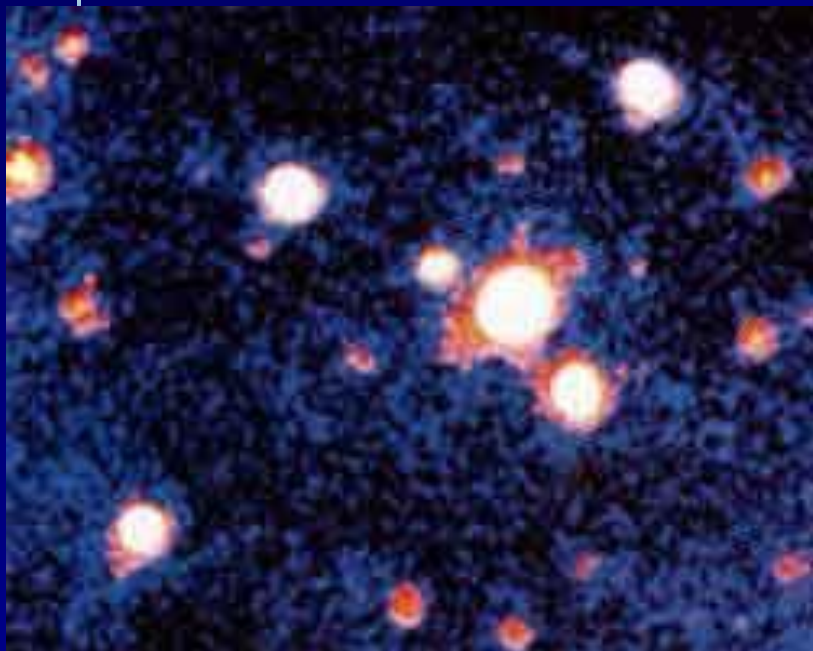


В Крабовидной туманности находится пульсар NP 0531



**Пульсары** – быстро вращающиеся нейтронные звезды, у которых ось вращения не совпадает с магнитной осью.

# Квазары



Квазар 3C275 – самый яркий объект вблизи центра фотографии. Он удален от нас на 7 миллиардов световых лет.



Закрыв яркий квазар 3C273, можно обнаружить окружающую его эллиптическую галактику.

**Инфракрасный астрономический спутник IRAS снабжен небольшим телескопом-рефлектором.**



# Система радиотелескопов VLA в Нью-Мексико (США).



# Система телескопов Very Large Telescope.



# Фотография Солнца в рентгеновском излучении 21 августа 1973 года.

