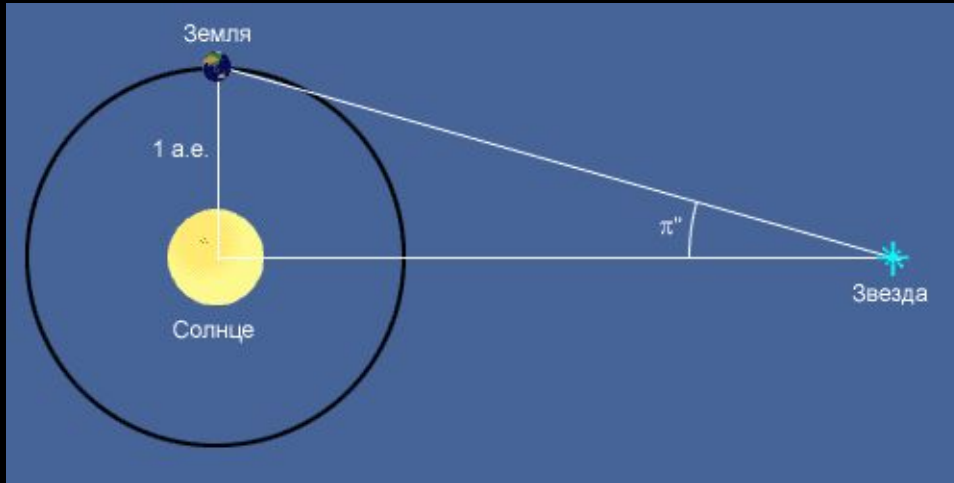


Расстояния до звёзд

The image features a dark, star-filled sky as a background. The stars are of various sizes and colors, including white, yellow, and blue. The title 'Расстояния до звёзд' is written in a bold, yellow, sans-serif font at the top center of the image.

Для сравнительно близких звезд, удаленных на расстояние, не превышающие нескольких десятков парсек, расстояние определяется **методом параллакса**.

Метод известен более 2 тыс. лет, а к звездам его стали применять 160 лет назад.



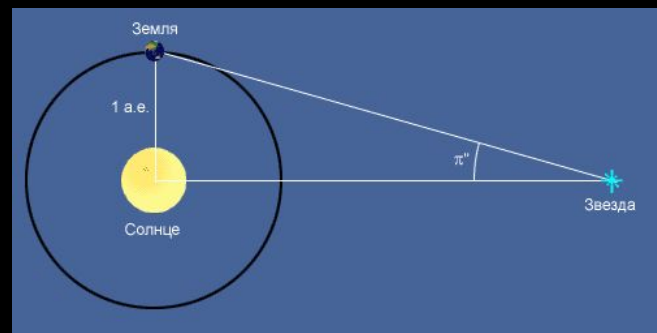
Угол (π), под которым со звезды был бы виден средний радиус земной орбиты (a), расположенный перпендикулярно направлению на звезду, называется **ГОДИЧНЫМ параллаксом**.

Для нахождения годичного параллакса измеряют ничтожно малые угловые смещения звезд при их наблюдении с разных точек земной орбиты, то есть в разное время года.



Если известен годичный параллакс звезды, то можно вычислить расстояние до неё.

$$r = \frac{a}{\sin \pi}$$



Поскольку параллакс всегда меньше 1", то расстояние до звезды:

$$r = \frac{206265'' a}{\pi} = \frac{206265''}{\pi} a.e.$$

Парсек – это расстояние до звезды, годичный параллакс которой равен 1":

$$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а.е.}$$

Расстояние до звезд в парсеках вычисляется по формуле:

$$r = \frac{1}{\pi}$$

$$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а.е.} = 206\,265 \cdot 1,496 \cdot 10^8 \text{ км} = 3,08 \cdot 10^{13} \text{ км}$$

$$1 \text{ св.г.} = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с} \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км}$$

$$1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св.лет}$$

$$1 \text{ Мпк} = 10^3 \text{ кпк} = 10^6 \text{ пк}$$

В созвездии **Центавр** находится третья по блеску звезда неба после Сириуса и Канопуса – **Альфа Центавра**.

Альфа Центавра является тройной звездой.

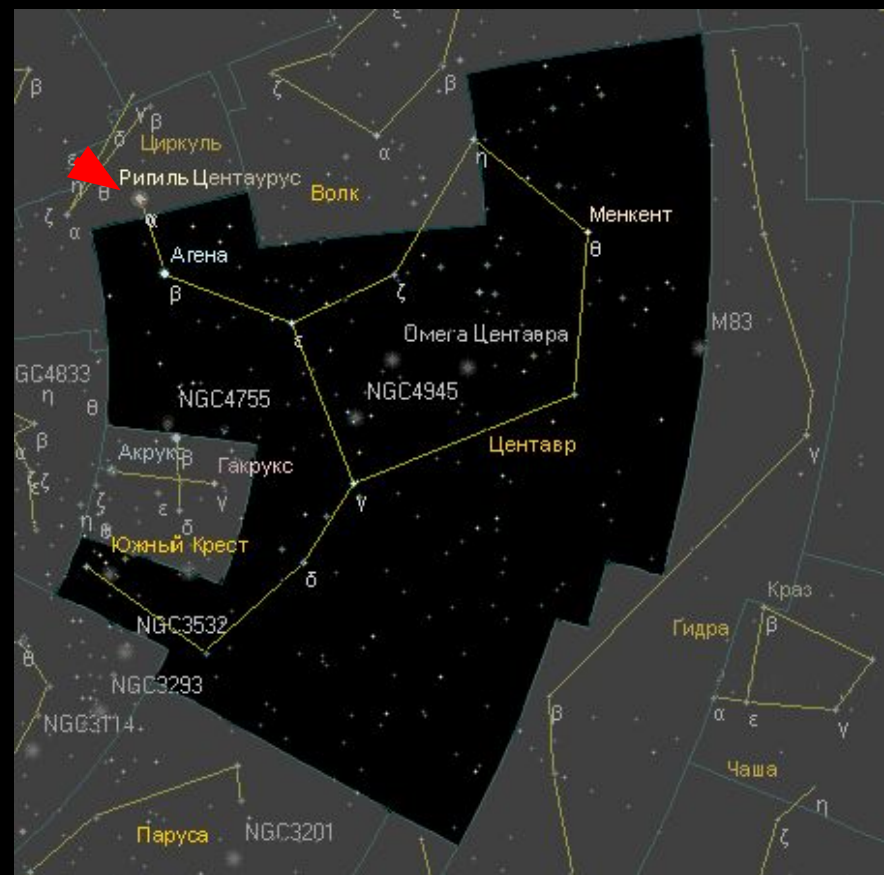
Главная звезда похожа на Солнце, имеет тот же спектральный класс G2 и примерно такую же светимость, что и Солнце.

На расстоянии 17,7" расположена вторая звезда красноватого цвета.

Это красный карлик, который по светимости втрое меньше нашего Солнца.

Рядом с ними обращается еще один красный карлик, светимость которого в 20 000 раз меньше, чем нашего Солнца.

Это и есть ближайшая к нашему Солнцу звезда – **Проксима Центавра** («Ближняя»).



Название	Координаты		Величина		Спектральный класс	Расстояние, пк	Примечания
	α	δ	m	M			
Толлиман, Ригиль А	14 ^h 39 ^m	-60° 50'	-0,01	4,34	G2	1,347	тр.
Ригиль В	14 39	-60 50	1,35	5,70	K1	1,347	
Проксима Центавра	14 29	-62 50	11,05	15,43	M5	1,33	

Пример. Годичный параллакс Веги (α Лирь) равен $0,12''$.
Каково расстояние до нее в парсеках и световых годах?

Дано:

$$\pi = 0,12''$$

$$r_{\text{пк}} - ?$$

$$r_{\text{св.лет}} - ?$$

Решение:

$$r_{\text{пк}} = 1 / \pi$$

$$r_{\text{пк}} = 1 / 0,12 \text{ пк} = 8,33 \text{ пк}$$

$$1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св.лет}$$

$$r_{\text{св.лет}} = 8,33 \cdot 3,26 \text{ св.лет} = 27,1 \text{ св.лет}$$

Ответ:

$$r_{\text{пк}} = 8,33 \text{ пк}$$

$$r_{\text{св.лет}} = 27,1 \text{ св.лет}$$

Василий Яковлевич Струве, астроном Пулковской обсерватории, был в числе астрономов, впервые определивших расстояния до ближайших ярких звезд Вега и Альтаир.



СТРУВЕ Василий Яковлевич (Фридрих Георг Вильгельм)
(1793–1864),
российский астроном, академик Петербургской АН,
по происхождению немец.

Метод параллакса является на данный момент наиболее точным способом определения расстояний до звезд, однако он не применим к звездам, отстоящим от нас на расстояние больше, чем 300 пк.

При этом необходимо измерять слишком малые смещения положения звезд — меньше одной сотой доли секунды дуги!



Спутник «Гиппарх» определял расстояния до звезд с высокой точностью

Во II веке до нашей эры древнегреческий астроном Гиппарх составил каталог звезд, видимых невооруженным глазом.

Гиппарх считал, что чем ярче звезда, тем она больше.

Он предложил разделить все видимые звезды на шесть классов.

Самые яркие из них Гиппарх назвал звездами первой звездной величины, самые слабые звезды – звездами шестой звездной величины.



Гиппарх

Невооруженным глазом на небе можно наблюдать менее 6 000 звезд (вплоть до шестой звездной величины), с помощью телескопов – миллиарды миллиардов.

Звездная величина характеризует не размеры звезды, а её **блеск**, т.е. освещенность, которую создает звезда на Земле.

Блеск звезды 1^m , больше блеска звезды 6^m ровно в 100 раз.

m – от лат. *magnitudo* – величина.

$$x^5=100,$$

где x – различие в блеске в одну звездную величину

$$5 \lg x = \lg 100$$

$$5 \lg x = 2 \text{ или } \lg x = 0.4, \text{ тогда } x = 2.512$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)}$$

I_1 и I_2 – блеск звезд, звездная величина которой равна m_1 и m_2

Светила, блеск которых превосходит блеск звезд 1^m , имеют нулевые и отрицательные звездные величины (0^m , -1^m и т.д.).

Шкала звездных величин продолжается и в сторону звезд, не видимых невооруженным глазом (7^m , 8^m и т.д.).

Для более точной оценки блеска звезд используются дробные звездные величины ($2,3^m$, $7,1^m$)



Пример. Во сколько раз Капелла ярче Денеба?

Дано:

$$m_1 = +0,2^m$$

$$m_2 = +1,3^m$$

$$I_1 / I_2 = ?$$

Решение:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)}$$

$$\lg(I_1 / I_2) = (m_2 - m_1) \lg 2,512$$

$$\lg 2,512 = 0,4$$

$$\lg(I_1 / I_2) = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44$$

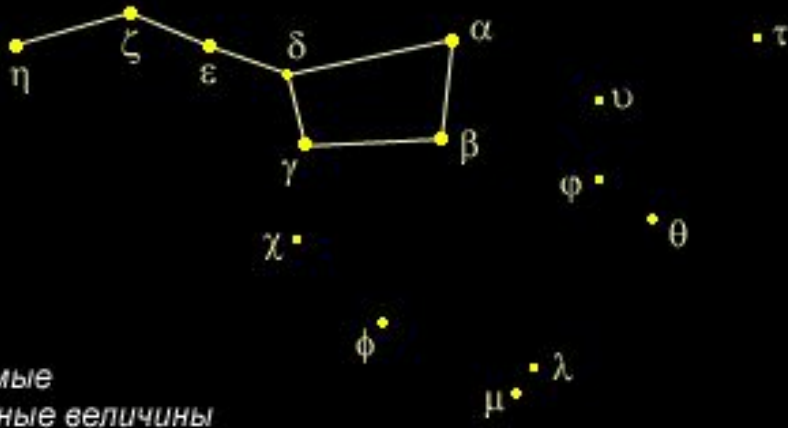
$$I_1 / I_2 = 2,75$$

Ответ:

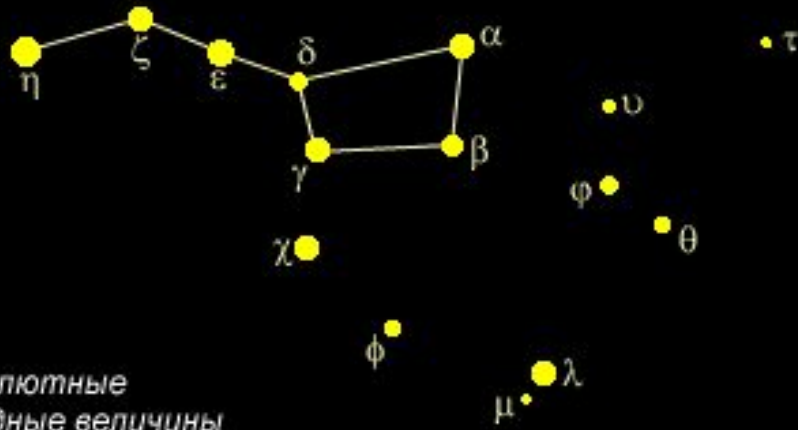
$$I_1 / I_2 = 2,75$$

Для определения истинного блеска звезды вводят понятие **абсолютной звездной величины**.

Абсолютная звездная величина M – это видимая звездная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась на расстоянии в 10 пк.



Видимые звездные величины



Абсолютные звездные величины

Связь абсолютной звездной величины M , видимой звездной величины m и расстояния до звезды R в парсеках:

$$M = m + 5 - 5 \lg r$$

Абсолютная звездная величина Солнца:

$$M_{\square} = +4,8^m$$

Если определена абсолютная звездная величина (например по спектру звезды), то можно найти расстояние до звезды:

$$\lg r = 0,2 (m - M) + 1$$