

XXVIII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур, решения

2021  
14  
марта

7–8 классы

Вам даны координаты пяти наиболее заметных звезд созвездия Кассиопеи ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  и  $\varepsilon$  Cas) и расстояния до них от Солнца, а также координаты альфы Центавра ( $\alpha$  Cen) и расстояние до нее от Солнца. Нарисуйте положение Солнца среди звезд созвездия Кассиопеи на небе для наблюдателя, находящегося около альфы Центавра. Оцените, какой по порядку яркости будет Солнце среди звезд Кассиопеи для наблюдателя с альфы Центавра.

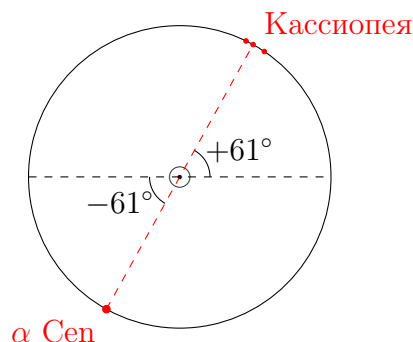
Подсказка: прямое восхождение и склонение — координаты на небе, аналогичные долготе и широте соответственно. Прямое восхождение меняется от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , склонение — от  $-90^\circ$  до  $+90^\circ$ .

Звезда	Прямое восхождение	Склонение	Расстояние, св.лет
$\alpha$ Cas	$10^\circ$	$+56^\circ$	228
$\beta$ Cas	$2^\circ$	$+59^\circ$	54
$\gamma$ Cas	$14^\circ$	$+61^\circ$	613
$\delta$ Cas	$22^\circ$	$+60^\circ$	99
$\varepsilon$ Cas	$29^\circ$	$+64^\circ$	442
$\alpha$ Cen	$220^\circ$	$-61^\circ$	4

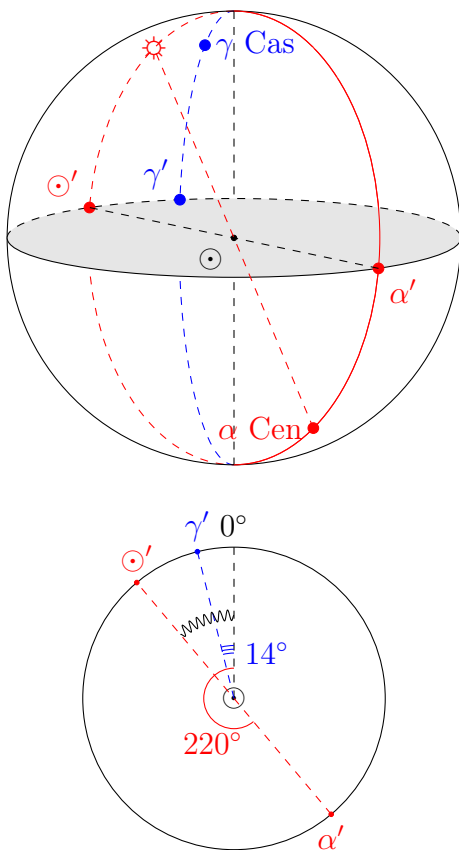
**Решение:**

Внимательно посмотрев на координаты звезд, можно заметить, что среднее склонение звезд Кассиопеи и склонение  $\alpha$  Cen равны по модулю, но имеют разные знаки, т.к. Кассиопея — северное созвездие, а Центавр — южное. Также видно, что среднее прямое восхождение звезд Кассиопеи отличается от прямого восхождения  $\alpha$  Cen чуть больше, чем на  $180^\circ$ . Из этого сразу можно сделать вывод, что с Земли, а значит, и с Солнца, расстояние до которого от Земли пренебрежимо мало по сравнению с расстоянием от Земли до других звезд, Кассиопея и  $\alpha$  Cen видны примерно в диаметрально противоположных направлениях. Примерную схему можно увидеть на рисунке ниже.

Расстояние от Солнца до звезд Кассиопеи намного больше, чем до  $\alpha$  Cen. Это означает, что видимое с  $\alpha$  Cen расположение звезд созвездия Кассиопеи останется примерно таким же, как и с Земли. Но на небе  $\alpha$  Cen примерно в ту же область будет проецироваться Солнце. Поэтому для  $\alpha$  Cen можно оставить ту же систему небесных координат «склонение–прямое восхождение», сместив её начало с Земли на  $\alpha$  Cen. В этой системе координат звезды Кассиопеи будут иметь такие же координаты, как и в земной.

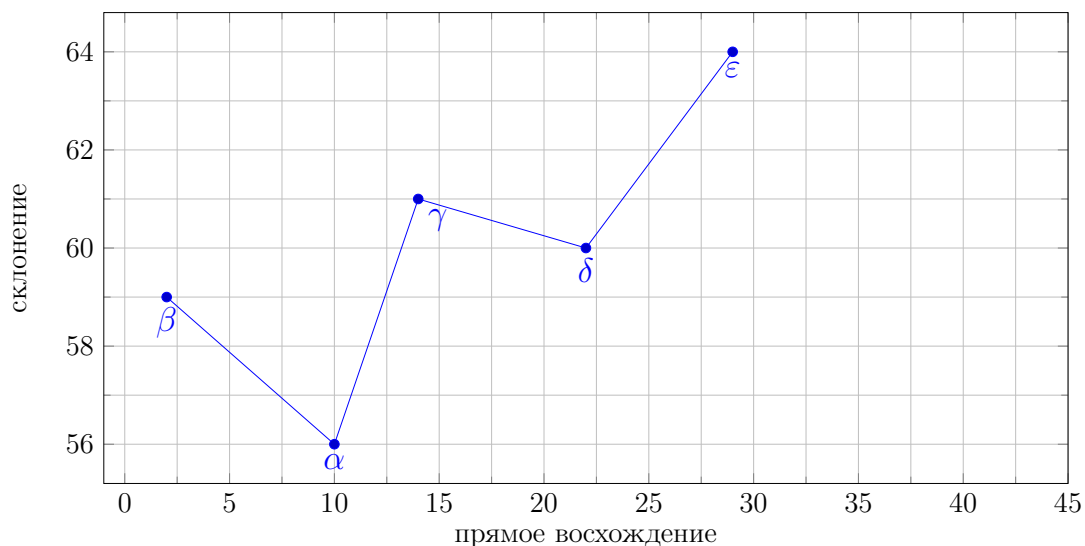


Чтобы понять, какие координаты будет иметь Солнце, нужно спроецировать Солнце на небо альфы Центавра, т.е. понять, через какую точку в окрестности созвездия Кассиопеи пройдет прямая, соединяющая Солнце и  $\alpha$  Cen. Очевидно (см. рис. выше), что склонение этой точки будет равно  $+61^\circ$ . Чтобы понять, чему будет равно прямое восхождение этой точки, перейдем в плоскость небесного экватора Земли, вдоль которого, аналогично земной долготе, отсчитываются прямые восхождения. Спроецируем вдоль «меридиана» (на самом деле эта линия называется круг склонения) на плоскость экватора положение  $\alpha$  Cen по прямому восхождению. На рисунках «нулевой меридиан» показан черной пунктирной линией и, чтобы не загромождать рисунки, изображена только  $\gamma$  Кассиопеи.

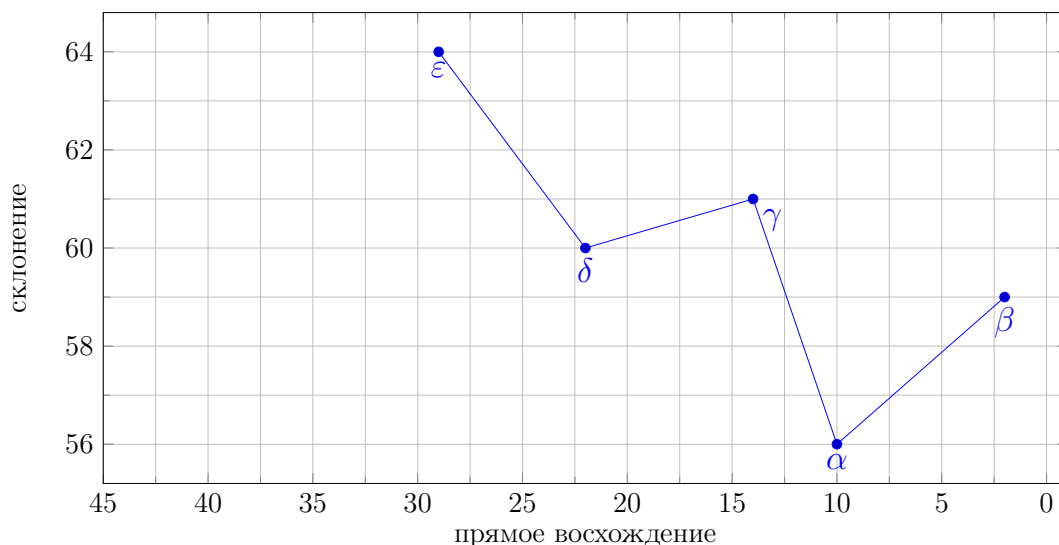


Из рисунков очевидно, что прямое восхождение Солнца с  $\alpha$  Cen — угол, обозначенный на рисунке волнистой линией — будет равно прямому восхождению  $\alpha$  Cen с Земли минус  $180^\circ$ , т.е.  $220^\circ - 180^\circ = 40^\circ$ . Теперь можно нарисовать расположение звезд Кассиопеи и Солнца среди них на графике, используя данные в условии и полученные координаты.

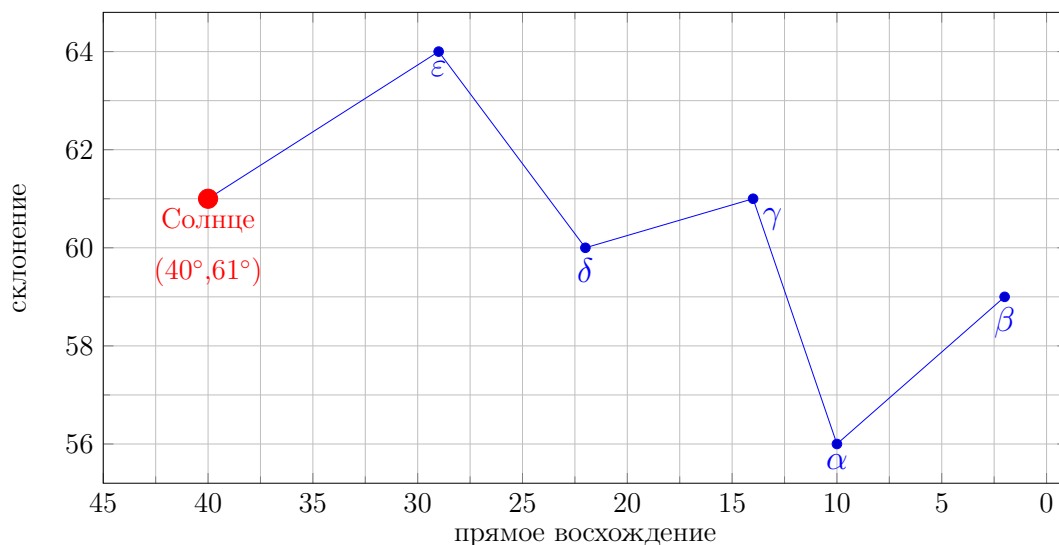
Нарисуем сначала по координатам созвездие Кассиопеи:



Тот, кто помнит, как на земном небе выглядит это созвездие, сразу отметит, что оно получилось отраженным справа налево. Дело в том, что система небесных координат устроена так, что прямое восхождение в ней увеличивается в сторону годичного движения Солнца, которое направлено против суточного вращения неба, т.е. справа налево в северном полушарии. Поэтому, чтобы на графике созвездие получилось в привычном виде, ось прямых восхождений надо направить справа налево:



Дорисуем Солнце:



Оценим яркость Солнца по сравнению со звездами Кассиопеи при наблюдении с  $\alpha$  Сеп. Так как  $\alpha$  Сеп и Кассиопея находятся от Солнца в противоположных направлениях, то расстояние от звезд Кассиопеи до  $\alpha$  Сеп будет даже чуть больше, чем расстояние от них до Солнца. Следовательно, с  $\alpha$  Сеп все звезды Кассиопеи будут выглядеть более слабыми (чем дальше, тем слабее), чем при наблюдении с Земли. Осталось вспомнить, несколько фактов.  $\alpha$  Сеп — одна из ярчайших звезд земного неба, если точнее, 3-я по яркости. Звезды же Кассиопеи — не очень яркие. Самая яркая из них в настоящий момент —  $\gamma$  Cas — 63-я по яркости на земном небе, а  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  и  $\epsilon$  — 71-я, 74-я, 109-я и 245-я, соответственно. Солнце по своим физическим параметрам похожа на  $\alpha$  Сеп, а, значит, должна выглядеть с  $\alpha$  Сеп примерно так же, как  $\alpha$  Сеп выглядит с Земли (на самом деле, немного слабее). Следовательно, Солнце при наблюдении с  $\alpha$  Сеп будет ярче всех звезд Кассиопеи, т.е. первой по яркости в этом созвездии.

*М.В.Костина*