

**1. Некоторая звезда видна на небе в Чите в ночь 22-23 декабря с 10 часов вечера до 6 часов утра по местному времени. В какое время ее можно увидеть в Чите в ночь 22-23 апреля?**

*Решение:* 22-23 декабря в 10 часов вечера и 6 часов утра в Чите продолжается ночь. Поскольку звезда видна между этими моментами, значит, она восходит в 10 часов вечера и заходит в 6 часов утра, оставаясь над горизонтом в течение 8 часов. Каждый последующий день звезда будет восходить и заходить примерно на 4 минуты раньше, а за месяц время восхода и захода сместится на 2 часа. По истечению 4 месяцев восход и заход звезды будет происходить на 8 часов раньше, т.е. звезда должна будет взойти в 14 часов, а зайти – в 22 часа. В апреле темнеть будет гораздо позднее, чем в декабре, около 21 часа. Таким образом, 22 апреля звезду можно будет наблюдать примерно с 21 до 22 часов по читинскому времени.

*Рекомендации жюри:* Обоснование того, что 10 часов вечера и 6 часов утра – это моменты восхода и захода звезды в ночь на 22-23 декабря оценивается в 1 балл. Правильное вычисление моментов восхода и захода звезды 22 апреля оценивается в 5 баллов. Приблизженный учет времени наступления темноты в Чите и окончательный ответ оцениваются в 2 балла. Следует подчеркнуть, что более точное указание момента начала видимости звезды 22 апреля не требуется.

**2. 14 ноября 2016 года наблюдалось суперлуние. Поясните, в чем заключается данное астрономическое явление. Можно ли утверждать, что в этот день линейная скорость движения Луны по орбите была максимальной? В какое время суток, и в какой стороне горизонта можно было наблюдать Луну 7 ноября этого же года при ясной погоде?**

*Ответ:* Суперлуние – это астрономическое явление, при котором Луна в полнолуние проходит точку перигея своей орбиты. По II закону Кеплера известно, что скорость обращения планеты в перигее больше скорости обращения планеты в апогее. Поэтому можно утверждать, что 14 ноября скорость движения Луны по орбите была максимальной. Если 14 ноября было полнолуние, то 7 ноября (неделей раньше) Луна была в фазе первой четверти и была в восточной квадратуре (располагалась на  $90^\circ$  к востоку от Солнца). В этой фазе Луна видна вечером и в первой половине ночи на западе.

*Рекомендации жюри:* Понимание учащимися сути явления «суперлуние» оценивается в 1 балла. Обоснование утверждения о максимальной скорости Луны в перигее на основании II закона Кеплера оценивается в 2 балла. Верное указание фазы Луны 7 ноября - 1 балла; указание времени наблюдения Луны в этой фазе – 2 балла, правильное указание западной стороны горизонта для наблюдения – 2 балла.

**3. Предположим, что 15 января планета Венера оказалась в наибольшей восточной элонгации ( $47^\circ$ ). В каком созвездии она при этом находилась?**

*Решение:* 15 января Солнце находится в восточной части созвездия Стрелец. Венера находится в наибольшей восточной элонгации, т.е. она смещена вдоль эклиптики от Солнца к востоку. Данный отрезок  $47^\circ$  (чуть больше чем  $45^\circ$ ) Солнце, двигаясь по эклиптике с Запада на Восток, проходит чуть более чем за 1,5 месяца. Т.е. Венера располагается вблизи точки эклиптики, где Солнце окажется примерно через 1,5 месяца – на рубеже февраля и марта. Эта точка находится в созвездии Водолей.

*Ответ:* Венера находилась в созвездии Водолей.

*Рекомендации жюри:* Указание того, что 15 января Солнце наблюдается на фоне созвездия Стрельца, оценивается в 1 балл. Понимание учащимися того факта, что Венера, находится вблизи точки эклиптики, в которой Солнце окажется примерно через 1,5 месяца – оценивается в 5 баллов. Окончательный вывод о том, что Венера находится в созвездии Водолей – 2 балла.

**4. Свет самой яркой звезды ночного неба Сириуса достигает Земли за 8,6 световых лет. Во сколько раз Сириус дальше Солнца?**

*Решение:* 1 способ. Чтобы найти расстояние  $r$  от Земли до Сириуса надо скорость света умножить на время его распространения, выраженное в секундах.

$$r = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot (8,6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ с} = 814 \cdot 10^{14} \text{ м.}$$

Тогда расстояние от Земли до Сириуса больше расстояния от Земли до Солнца в  $814 \cdot 10^{14} / 1,496 \cdot 10^{11} = 544,1 \cdot 10^3$  раз.

2 способ. Учащиеся могут найти расстояние от Земли до Солнца выраженное в световых минутах. И потом сравнить его с расстоянием до Сириуса.

*Ответ:* Сириус в 544 000 раз дальше от Земли, чем Солнце.

*Рекомендации жюри:* Обоснованное верное вычисление и сравнение расстояний любым способом оценивается в 8 баллов.

**5. Светимость звезды Альдебаран в 150 раз больше светимости Солнца, а температура его поверхности 3875°К. Во сколько раз радиус звезды Альдебаран больше радиуса Солнца? К какому созвездию принадлежит эта звезда, и в какое время года ее лучше наблюдать в Вашей местности?**

Энергия, излучаемая в единицу времени с единицы поверхности, пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры:  $\varepsilon = \sigma \cdot T^4$

Энергия, излучаемая единицей площади поверхности звезды в единицу времени:

$$\varepsilon = \frac{L}{4\pi R^2}$$

Тогда светимость звезды:  $L = \sigma \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot T^4$  пропорциональна  $R^2$  и  $T^4$ , где  $R$  и  $T$  – ее радиус и температура.

По условию задачи  $L_{\text{Альдебарана}} = 150 L_{\text{Солнца}}$ . Тогда отношение радиуса Альдебарана к радиусу Солнца  $R_A / R_C = \sqrt[4]{150} (T_C / T_A)^2 \approx 27 - 29,5$ . *Ответ:* радиус Альдебарана примерно в (27) 29,5 раз больше радиуса Солнца. Альдебаран – это яркая звезда созвездия Телец. Телец – это зимнее созвездие, которое на широтах Забайкалья можно наблюдать поздней осенью и зимой.

*Рекомендации для жюри.* Знание закона Стефана-Больцмана и формулы для определения светимости звезды – 2 балла. Получение формулы для соотношения радиусов звезд – 3 балла; получение верного ответа – 1 балл. Правильно назвали созвездие, которому принадлежит Альдебаран – 1 балл. Верное указание времени наблюдения – 1 балл.

**6. Постоянная Хаббла составляет 72 км/сМпк. Считая скорости галактик постоянными во времени, оцените возраст Вселенной.**

*Решение:* Постоянная Хаббла *H* указывает, что за счет расширения Вселенной галактика, расположенная на расстоянии  $R$  от нас, удаляется со скоростью  $v = HR$  (Закон Хаббла). Если считать эту скорость направленной от нас и постоянной, можно определить время, прошедшее с того момента, когда мы представляли с этой галактикой единое целое:  $T = R / v = 1 / H$ .

Чтобы выразить это время в привычных единицах, учтем, что 1 пк =  $3 \cdot 10^{13}$  км, а 1 Мпк =  $3 \cdot 10^{19}$  км. Тогда постоянная Хаббла равна  $2,4 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ , а возраст Вселенной –  $4,2 \cdot 10^{17}$  секунд или 13 миллиардов лет - значение, очень близкое к истинному.

*Рекомендации жюри:* Для решения задачи участники должны сформулировать закон Хаббла, что оценивается в 3 балла. Вывод выражения для величины возраста Вселенной (в знаковом или числовом виде) оценивается еще в 3 балла, его вычисление - в 2 балла.