

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии 2023-2024 уч. год.

Муниципальный этап. Калужская область

11 класс

Возможные решения и критерии оценки

1. «Подвижная карта звёздного неба» 11. Ответ на вопрос 1)

Капелла – самая яркая звезда из созвездия Возничий. (1)

10 июня в 24-00 эта звезда будет наблюдаться невысоко над горизонтом строго на севере.

Поэтому азимут звезды будет равен 180° . (2)

Учитывая масштаб карты по кругам склонений, находим, что высота звезды будет приблизительно 12° . (3)

Ответ на вопрос 2) Прямое восхождение равно $15^h 17^m$, склонение равно $-9,5^\circ$.

Прямое восхождение находим, проведя линию от Полярной через эту звезду до пересечения с кругом прямых восхождений. (4)

Склонение находим, определяя положение звезды относительно окружностей со склонениям 0° и -30° . (5)

Ответ на вопрос 3) Если звезда кульминировала на высоте 58° к югу от зенита, то её зенитное расстояние было равно 32° . На широте Калуге в зените бывают звёзды, склонение которых равно широте Калуги. Значит зенитное расстояние звезды равно разности между широтой Калуги и склонением звезды. Следовательно, склонение звезды равно $54,5^\circ - 32^\circ = 12,5^\circ$. (6)

Располагая накладной круг так, чтобы 12^h совпали с 15 декабря, находим звезду на линии Полярная – точка Юга с координатами приблизительно $12,5^\circ$. Видим, что это α Змееносца. (7)

1. «Подвижная карта звёздного неба» 11. Рекомендуемые критерии оценки. Ни один ответ без пояснения не считать правильным и не ставить за него баллы!

За утверждение (1) – (6) ставить по 1 баллу. За утверждение (7) ставить 2 балла.

Примечание. Следует признавать верными числовые значения, которые отличаются от указанных в решении не более, чем на 5° по склонению, азимуту или высоте местности, и на 10 мин по прямому восхождению.

При ответе на вопрос 3) участники могли рассуждать, используя понятие высота над горизонтом и положение верхней точки экватора. За такие объяснения оценку не снижать

2 «Смещение оси мира» 11. Возможное решение:

Угловое расстояние между Полярной и Вегой через 14 тыс. лет не изменится. В настоящее время оно составляет $90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$. Следовательно, через 14 тыс. лет Полярная звезда будет отстоять от полюса мира на 52° , и соответственно иметь склонение $+38^\circ$. (1)

Формула для вычисления верхней кульминации h при условии, что склонение светила δ меньше географической широты φ места наблюдения: $h = 90^\circ + \delta - \varphi$ (2)

$h = 90^\circ + 38^\circ - 54^\circ = 74^\circ$ (3)

2 «Смещение оси мира» 11. Рекомендуемые критерии оценки:

Утверждение (1) 2 балла

Утверждение (2) 4 балла

утверждение (3) 2 балла

Примечание: если участник олимпиады не помнит формулу, то задача решается из простых геометрических соображений и баллы ставятся в соответствии с ходом рассуждений.

3. «Альбирео» 11. Возможное решение:

Ответ на вопрос 1) Ярче для наблюдателя на Земле Альбирео А, т. к. шкала звёздных величин обратная: чем больше значение, тем слабее объект (1).

По формуле Погсона отношение потоков света от звёзд, отличающихся на 1^m звёздную величину, равно 2,512 (точнее $\sqrt[5]{100}$) (2)

Следовательно, Альбирео А ярче Альбирео В в $2,512^{5,1-3,4} = 2,512^{1,7} \approx 4,8$ раза (3).

6. «Орбита Земли» 11. Возможное решение:

Ответ на вопрос 1) Тёмные области на солнечном диске (на негативе светлые) – это солнечные пятна, области с пониженной температурой плазмы (1).

Ответ на вопрос 2)

По фотографии с помощью измерений линейкой определим, во сколько раз видимый угловой диаметр солнечного диска больше в январе, чем в июле.

$$k = \frac{D_{\text{я}}}{D_{\text{и}}} \approx 1,0252 \quad (2)$$

Изменение видимых размеров солнечного диска происходит из-за изменения расстояния от Земли до Солнца. В январе Земля проходит перигелий своей орбиты, в июле – афелий.

Обозначим минимальное расстояние от Земли до Солнца как q , а максимальное как Q .

Тогда большая полуось орбиты будет равна $a = \frac{q+Q}{2}$, (3)

$$\text{а эксцентриситет орбиты составит } e = \frac{c}{a} = \frac{a-q}{a} = 1 - \frac{q}{a} = 1 - \frac{2 \cdot q}{q+Q} = \frac{Q-q}{Q+q} = \frac{1-\frac{q}{Q}}{1+\frac{q}{Q}} = \frac{1-f}{1+f}, \quad (4)$$

где $f = \frac{q}{Q}$

Для малых углов угловой размер объекта обратно пропорционален расстоянию до него, поэтому $f = \frac{q}{Q} = \frac{D_{\text{и}}}{D_{\text{я}}} \approx 0,9755$ (5)

Тогда эксцентриситет орбиты Земли составит $e = \frac{1-f}{1+f} \approx \frac{1-0,9755}{1+0,9755} \approx 0,012$ (6)

6. «Орбита Земли» 11. (8 баллов). Рекомендуемые критерии оценки:

Утверждения (1) и (2) по 2 балла

Утверждение (3) – (6) по 1 баллу.

Примечание: численный ответ несколько варьируется от точности измерения линейкой, поэтому при всех верных рассуждениях несовпадение численно ответа в точности с приведенном в решении не является поводом для снятия баллов.