

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 11 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

Задание № 1

Общее условие:

В представленном ниже списке отметьте те созвездия небосвода Земли, названия которых означают измерительные приборы, имеющие в своей конструкции шкалу измеряемой величины:

Варианты ответов:

- Андромеда
- Весы
- Водолей
- Жираф
- Компас
- Единорог
- Октант
- Гончие Псы
- Орион
- Секстант
- Южная Гидра
- Центавр
- Часы
- Малый Пес
- Феникс

Правильный ответ:

- Весы
- Компас
- Октант
- Секстант
- Часы

Каждый верный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

Очевидно, названия созвездий Весы, Компас, Октант, Секстант, Часы означают измерительные приборы, имеющие в своей конструкции шкалу измеряемой величины.

Условие:

Какие из представленных ниже величин эти приборы измеряют?

Варианты ответов:

- Сила тока
- Масса
- Напряжение
- Энергия
- Время
- Сопротивление
- Угол
- Скорость
- Расстояние

Правильный ответ:

- Масса
- Время
- Угол

Каждый верный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

Очевидно, весы измеряют массу, часы – время, а компас, октант, секстант позволяют определять горизонтальные и вертикальные углы. В итоге имеем масса, время, угол.

Задание № 2

Условие:

С помощью какого из представленных ниже методов сделано наибольшее количество открытий экзопланет?

Варианты ответов:

- Астрометрический метод
- Метод лучевых скоростей
- Транзитный метод
- Метод гравитационного микролинзирования

Правильный ответ:

- Транзитный метод

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Наибольшее количество открытий экзопланет выполнено с использованием транзитного метода.

Условие:

Какой тип экзопланет проще обнаружить этим методом?

Варианты ответов:

- Горячий юпитер
- Суперземля
- Холодный нептун
- Марсоподобная планета

Правильный ответ:

- Горячий юпитер

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Данным методом легче всего обнаружить горячие юпитеры, поскольку эти планеты достаточно близко расположены к материнской звезде, обладают малым периодом обращения, а значит часто испытывают явление транзита по ее диску. Кроме того, из-за своих больших размеров, эти планеты значительно изменяют результирующий поток электромагнитного излучения, идущего от материнской звезды, что позволяет легко обнаружить их с помощью современных цифровых приемников излучения.

Условие:

Какой космический телескоп сделал наибольшее количество открытий экзопланет?

Варианты ответов:

- Corot
- Hubble space telescope
- Kepler space telescope
- Herschel Space Observatory

Правильный ответ:

- Kepler space telescope

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

На данный момент Kepler space telescope сделал наибольшее количество открытий экзопланет.

Задание № 3

Условие:

Какой тип затмения в среднем происходит чаще?

Варианты ответов:

- Солнечное
- Лунное
- Гибридное

Правильный ответ:

- Солнечное

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Статистика многолетних наблюдений за лунными и солнечными затмениями указывает на то, что солнечные затмения происходят чаще.

Условие:

Чему равен максимальный диаметр тени Луны на поверхности Земли во время полного солнечного затмения?

Варианты ответов:

- 0 км
- 2 км
- 20 км
- 200 км

Правильный ответ:

- 200 км

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Фотографии, сделанные из космоса, а также теоретические расчеты показывают, что максимальный диаметр тени Луны (на поверхности Земли) во время полного солнечного затмения составляет около 200 км.

Условие:

Благодаря какому оптическому явлению во время полного лунного затмения мы все равно можем видеть Луну?

Варианты ответов:

- Фокусировка света
- Интерференция света
- Дифракция света
- Рассеяние света

Правильный ответ:

- Рассеяние света

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Благодаря рассеянию света в атмосфере Земли, во время полного лунного затмения, мы все равно можем видеть Луну.

Условие:

Какие характерные цвета может иметь поверхность Луны при визуальных наблюдениях во время полного лунного затмения?

Варианты ответов:

- Зеленый
- Бордовый
- Лиловый
- Серый

Правильный ответ:

- Бордовый
- Серый

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Поверхность Луны при визуальных наблюдениях, во время полного лунного затмения может иметь бордовый или серый цвета.

Задание № 4

Общее условие:

Некоторая звезда вошла дважды в одни средние солнечные сутки. В какое время мог произойти ее первый восход?

Ответ представьте в виде временного интервала, округлив до целых минут и вписывая часы в левую графу, а минуты — в правую.

Условие:

Начало интервала:

Правильный ответ: 00:00

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Конец интервала:

Правильный ответ: 00:04

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое минимальное количество раз звезда пересекла горизонт в эти сутки?

Правильный ответ: 3

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, продолжительность средних солнечных суток составляет ровно 24 часа. Период вращения небесной сферы (и всех звезд) равен звездным суткам, продолжительность которых составляет 23 часа 56 минут (с точностью до минуты). Чтобы в одни средние солнечные сутки звезда могла дважды взойти над горизонтом, очевидно, необходимо, чтобы первый восход был во временном интервале – 00 часов 00 мин ÷ 00 часов 04 мин, тогда второй восход также произойдет в те же сутки.

Очевидно, в эти сутки звезда должна пересечь как минимум горизонт трижды: два раза на восходе и один раз – на закате. Но возможен не минимальный вариант – 4 раза, когда звезда лишь на очень малое время (возможно, на миг) появляется над горизонтом и снова за него заходит.

Задание № 5.1

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) звезды находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Самаре ($\varphi_S = 53^\circ$), если эта звезда в нижней кульминации наблюдалась в точке севера (на горизонте)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 16

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Если данная звезда находилась в точке севера, то ее высота в этот момент $h_* = 0^\circ$. При этом она пересекала небесный меридиан, значит она была в нижней кульминации. Воспользуемся выражением для высоты светила в нижней кульминации:

$$h_*^{(H)} = \varphi_S + \delta_* - 90^\circ = 0, \Rightarrow \delta_* = 90^\circ - \varphi_S = 37^\circ.$$

δ_* – склонение звезды.

Далее воспользуемся формулой для зенитного расстояния светила в верхней кульминации, к югу от зенита, поскольку $\delta_* < \varphi_S$.

$$z_*^{(B)} = \varphi_S - \delta_* = 2\varphi_S - 90^\circ = 16^\circ.$$

Поскольку звезда находилась в верхней кульминации, значит она располагалась в плоскости небесного меридиана. Следовательно, ее азимут $A_* = 0^\circ$. В итоге имеем $A_* = 0^\circ$, $z_* = 16^\circ$.

Задание № 5.2

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) звезды, находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Москве ($\varphi_M = 56^\circ$), если эта звезда в нижней кульминации наблюдалась в точке севера (на горизонте)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 22

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Если данная звезда находилась в точке севера, то ее высота в этот момент $h_* = 0^\circ$. При этом она пересекала небесный меридиан, значит она была в нижней кульминации. Воспользуемся выражением для высоты светила в нижней кульминации:

$$h_*^{(H)} = \varphi_M + \delta_* - 90^\circ = 0, \Rightarrow \delta_* = 90^\circ - \varphi_M = 34^\circ.$$

δ_* – склонение звезды.

Далее воспользуемся формулой для зенитного расстояния светила в верхней кульминации, к югу от зенита, поскольку $\delta_* < \varphi_M$.

$$z_*^{(B)} = \varphi_M - \delta_* = 2\varphi_M - 90^\circ = 22^\circ.$$

Поскольку звезда находилась в верхней кульминации, значит она располагалась в плоскости небесного меридиана. Следовательно, ее азимут $A_* = 0^\circ$. В итоге имеем $A_* = 0^\circ$, $z_* = 22^\circ$.

Задание № 5.3

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) звезды находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г.Санкт-Петербурге ($\varphi_S = 60^\circ$), если эта звезда в нижней кульминации наблюдалась в точке севера (на горизонте)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 30

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Если данная звезда находилась в точке севера, то ее высота в этот момент $h_* = 0^\circ$. При этом она пересекала небесный меридиан, значит она была в нижней кульминации. Воспользуемся выражением для высоты светила в нижней кульминации:

$$h_*^{(H)} = \varphi_S + \delta_* - 90^\circ = 0, \Rightarrow \delta_* = 90^\circ - \varphi_S = 30^\circ.$$

δ_* – склонение звезды.

Далее воспользуемся формулой для зенитного расстояния светила в верхней кульминации, к югу от зенита, поскольку $\delta_* < \varphi_S$.

$$z_*^{(B)} = \varphi_S - \delta_* = 2\varphi_S - 90^\circ = 30^\circ.$$

Поскольку звезда находилась в верхней кульминации, значит она располагалась в плоскости небесного меридиана. Следовательно, ее азимут $A_* = 0^\circ$. В итоге имеем $A_* = 0^\circ$, $z_* = 30^\circ$.

Задание № 6.1

Условие:

Чему равна плотность потока электромагнитного излучения Солнца (во всем диапазоне) на орбите Венеры, если эта величина на орбите Земли составляет 1360 Вт/м^2 . Радиусы орбит Венеры и Земли составляют 0.723 а.е. и 1.000 а.е. соответственно. Ответ выразите в Вт/м^2 .

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне $[2500; 2700]$

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, плотность потока ρ электромагнитного излучения подчиняется закону обратных квадратов. Следовательно, можно записать выражения для данной величины в случае Земли и Венеры:

$$\rho_{\oplus} \sim \frac{1}{(1.000)^2}, \rho_V \sim \frac{(1.000)^2}{(0.723)^2}, \Rightarrow \rho_V = 1,913 \cdot \rho_{\oplus} = \mathbf{2602 \text{ Вт/м}^2}$$

С учетом погрешности округления в вычислениях итогового результата, в качестве итогового качества итогового значения принимается число из интервала $[2500, 2700] \text{ Вт/м}^2$

Условие:

Расположите следующие небесные тела в порядке убывания их поверхностной яркости для земного наблюдателя.

Варианты для соотнесения:

Нептун	1
Сатурн	2
Венера	3
Юпитер	4

Правильный ответ: 1 – Венера, 2 – Юпитер, 3 – Сатурн, 4 – Нептун.

Каждое верное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Из теории фотометрии известно, что поверхностная яркость планет подчиняется закону обратных квадратов (в терминах гелиоцентрических расстояний) и не зависит от их геоцентрического расстояния. Следовательно, чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее поверхностная яркость. Значит имеем следующую последовательность 3, 4, 2, 1.

Задание № 6.2

Условие:

Чему равна плотность потока электромагнитного излучения Солнца (во всем диапазоне) на орбите Марса, если эта величина на орбите Земли составляет 1360 Вт/м^2 . Радиусы орбит Марса и Земли составляют 1.523 а.е. и 1.000 а.е. соответственно. Ответ выразите в Вт/м^2 .

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [500; 700]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, плотность потока ρ электромагнитного излучения подчиняется закону обратных квадратов. Следовательно, можно записать выражения для данной величины в случае Земли и Марса:

$$\rho_{\oplus} \sim \frac{1}{(1.000)^2}, \rho_V \sim \frac{1}{(1.523)^2}, \Rightarrow \frac{\rho_V}{\rho_{\oplus}} = \frac{(1.000)^2}{(1.523)^2} \Rightarrow \rho_V = 0.431 \cdot \rho_{\oplus} = \mathbf{586 \text{ Вт/м}^2}$$

С учетом погрешности округления в вычислениях итогового результата, в качестве итогового качества итогового значения принимается число из интервала [500, 700] Вт/м^2

Условие:

Расположите следующие небесные тела в порядке увеличения их поверхностной яркости для земного наблюдателя.

Варианты для соотнесения:

Марс	1
Венера	2
Уран	3
Сатурн	4

Правильный ответ: 1 – Уран, 2 – Сатурн, 3 – Марс, 4 – Венера.

Каждое верное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Из теории фотометрии известно, что поверхностная яркость планет подчиняется закону обратных квадратов (в терминах гелиоцентрических расстояний) и не зависит от их геоцентрического расстояния. Следовательно, чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее поверхностная яркость. Значит имеем следующую последовательность 3, 4, 2, 1.