

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы 9 класса определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 48 баллов.

9 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1.

Решение. Определим расстояние между Землёй и Меркурием в момент прохождения Меркурия по диску Солнца. Все три объекта находятся на одной линии. Эта конфигурация называется нижнее соединение. $L = 1 - 0,39 = 0,61$ а.е. $= 0,61 \times 150$ млн км $= 91,5$ млн км. Отсюда угловой диаметр Меркурия:

$$\rho = \frac{2 \cdot 2440_{\text{км}} \cdot 206265''}{91,5 \cdot 10^6_{\text{км}}} = 11''$$

Для Венеры $L = 1 - 0,72 = 0,28$ а.е. $= 42$ млн км

Угловой диаметр Венеры:

$$\rho = \frac{2 \cdot 6050_{\text{км}} \cdot 206265''}{42 \cdot 10^6_{\text{км}}} = 59,4''$$

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). За определение расстояния до планеты в момент нижнего соединения – по 2 балла за каждую (расстояние может быть определено отдельно, как в представленном здесь решении, или подставлено в конечную/промежуточную формулу в виде выражения). За получение правильного значения углового диаметра планеты в секундах дуги – по 2 балла за каждую планету. Если вместо углового диаметра определён угловой радиус, оценка снижается на 1 балл за каждую планету. Если ответ записан не в угловых секундах, а в радианах, градусах и т.п., оценка снижается на 1 балл за каждую планету. Если в решении сказано, что планеты в описанном случае находятся в нижнем соединении, оценка увеличивается на 1 балл (но не больше 8 баллов в сумме).

ЗАДАНИЕ 2.

Решение. Решение: Полярная звезда, Вега, Мицар, Шедар.

Примечание (для справки - не требуется указывать при ответе): большинство звёзд можно выбрать по созвездию, в котором они находятся, – Малая Медведица, Кассиопея, Лира и Большая Медведица являются незаходящими на широте Якутска.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). За каждую верно указанную звезду по 2 балла (обоснование или объяснение не требуется), за каждую неверную - минус 2 балла. Отрицательная оценка не ставится (выставляется 0 баллов за задачу).

ЗАДАНИЕ 3.

Решение и критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Решение: Длина экватора Луны $L = 2\pi R \approx 2 \times 1738 \times 3,14 = 10\,920,2$ км (2 балл). Для решения задачи необходимо использовать величину синодического периода обращения, т.к. за движение границы день/ночь по поверхности Луны отвечает не только вращение Луны вокруг своей оси, но и положение Солнца относительно Луны, которое меняется вследствие движения Земли по своей орбите. Период смены лунных фаз $P \approx 29,5$ сут. = 708 ч (3 балла – если нет объяснения, почему использован именно этот период; 4 балла – если есть верное объяснение; за использование сидерического периода 1 балл). Значит, скорость будет $V = L/P = 10\,920,2/708$ км/ч ≈ 15 км/ч (1 балл; этот балл ставится за вычисление скорости, в том числе и при использовании значения 27,3 – ответ при этом будет 16,7 км/ч).

ЗАДАНИЕ 4.

Решение: Веллингтон (ЮАР) находится в Южном полушарии, южнее тропика. Самая большая полуденная высота Солнца там бывает в день зимнего солнцестояния (21–22 декабря). В эту дату полярная ночь бывает в пунктах, расположенных севернее Северного полярного круга ($66^\circ 34'$ с. ш.). Таких пунктов в списке два: Мурманск и Тикси.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). За правильный ответ с полным обоснованием – 8 баллов; в случае, если ответ обоснован, но правильно указан только один из пунктов – 6 баллов; за определение даты, в которую происходит действие задачи, – 3 балл; за упоминание полярного круга и полярной ночи – 3 балл.

ЗАДАНИЕ 5.

Решение: зная прямое восхождение звезды, и измерив, ее часовой угол, можно определить звездное время. Между звездным временем, часовым углом и прямым восхождением светила имеется зависимость, которую через координаты звезды можно записать в виде $S = t + \alpha$. Т.к. в момент верхней кульминации часовой угол t равен 0, то $S = 20ч25м39с$. В момент нижней кульминации $t = 12ч$, тогда $S = 12 + \alpha = 8ч25м39с$.

Критерии оценивания: нахождение звездного времени для нижней и верхней кульминации по 4 балла.

ЗАДАНИЕ 6.

Решение. Поскольку наклон плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики $i \approx 5^\circ$, склонение Луны в течение периода прецессии линии узлов (18,6 лет) изменяется в пределах

$$-(\varepsilon + i) \leq \delta \leq +(\varepsilon + i)$$

где $\varepsilon = 23,5^\circ$ наклон эклиптики к экватору, отсюда

$$-28,5^0 \leq \delta \leq +28,5^0$$

Воспользуемся формулой для высоты светила в верхней кульминации: $h = 90^0 - \varphi + \delta$.

Для высоты Луны в верхней кульминации имеем неравенства

$$-0,5^0 \leq h \leq 56,5^0$$

Бывают, следовательно, периоды времени, когда Луна в Якутске не поднимается над горизонтом хотя бы раз в 18,6 года.

Критерии оценивания (максимум – 8 баллов). Вычисления склонения Луны - 4 балла (по 2 балла за предельные значения), вычисления высоты Луны - 4 балла (по 2 балла за предельные значения).