

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии
2019-2020 учебный год
9 класс
Максимальный балл – 60**

Задание 1. Выберите верный ответ.

1. Зернистая структура фотосферы Солнца называется

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1) анимация | 3) активность |
| 2) протуберанцы | 4) грануляция |

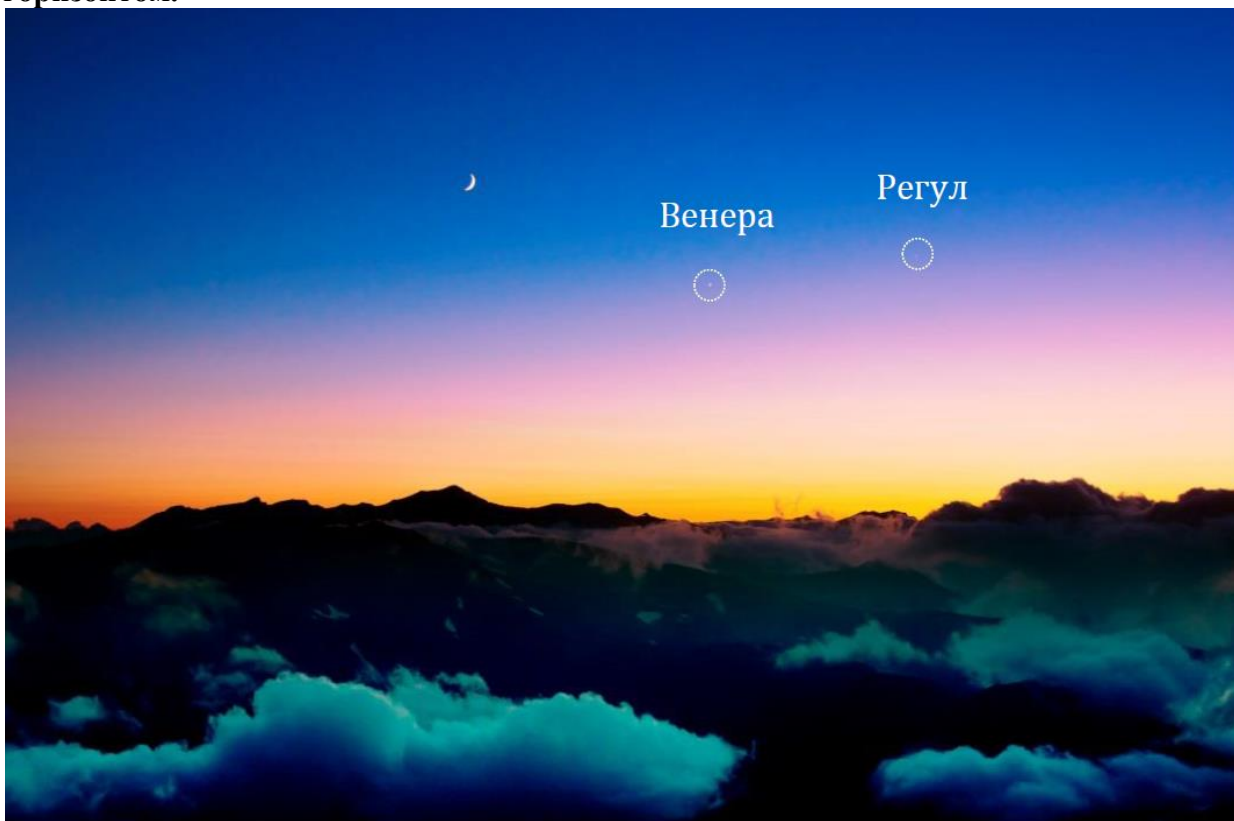
2. Поясное время во втором часовом поясе $14^{\text{h}} 23^{\text{m}} 15^{\text{s}}$. Чему равно в этот момент поясное время в Новосибирске ($n_2 = 6$)

- | | |
|--|--|
| 1) $18^{\text{h}} 23^{\text{m}} 15^{\text{s}}$ | 3) $20^{\text{h}} 23^{\text{m}} 15^{\text{s}}$ |
| 2) $19^{\text{h}} 10^{\text{m}}$ | 4) $10^{\text{h}} 23^{\text{m}} 15^{\text{s}}$ |

3. В созвездии Волопаса рядом со звездой Арктур находится яркий небесный объект. Может ли этот объект быть планетой?

- 1) Да, планеты находятся в созвездиях
- 2) Нет, планеты перемещаются по созвездиям
- 3) Нет, необходимо пронаблюдать
- 4) Нет, это не зодиакальное созвездие

4. На фотографии, сделанной 19 июля 2015 года на вершине горы Пастухова показано положение Луны и Венеры сразу после того, как край Солнца скрылся за горизонтом.

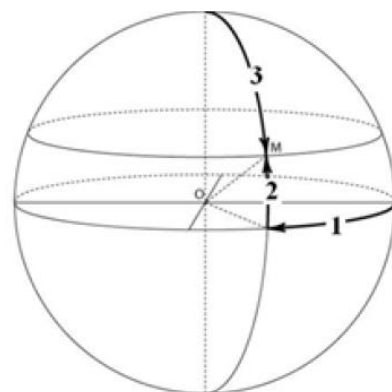


Назовите конфигурацию ВЕНЕРЫ

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1) квадратура | 3) восточная элонгация |
| 2) нижнее соединение | 4) западная элонгация |

5. Какая координата, изображена на рисунке под цифрой 2? Каковы пределы ее измерения?

- 1) высота, от 0° до $\pm 90^\circ$
- 2) зенитное расстояние, от 0° до $\pm 90^\circ$
- 3) зенитное расстояние, от 0° до 180°
- 4) высота, от 0° до 180°



6. Диапазон электромагнитного спектра излучения доступный для восприятия глазом человека лежит в пределах

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1) от 390 нм до 760 нм | 3) от 0,01 нм до 10 нм |
| 2) от 10 нм до 390 нм | 4) от 0,76 мкм до 15 мкм |

7. Какая фаза Луны изображена на фотографии, в какое время суток ее можно наблюдать?

- 1) Первая четверть, утром
- 2) Первая четверть, вечером
- 3) Последняя четверть, вечером
- 4) Последняя четверть, утром



8. Первым космическим аппаратом в истории космонавтики достигшим окрестности другой планеты был

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) Марс-2 | 3) Венера-3 |
| 2) Викинг-1 | 4) Галилео |

9. Как меняется значение скорости движения кометы при ее перемещении от перигелия к афелию?

- | | | |
|------------------|----------------|------------------|
| 1) увеличивается | 2) уменьшается | 3) не изменяется |
|------------------|----------------|------------------|

10. Первым определил расстояние до ближайших ярких звезд Веги и Альтаира

- | | |
|---------------|--------------|
| 1) Э. Галлей | 3) В. Струве |
| 2) В. Гершель | 4) Э. Хаббл |

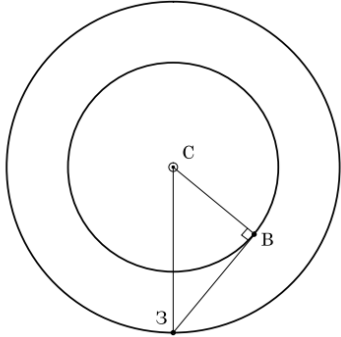
Решение

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ	4	1	4	3	1	1	2	3	2	3

За каждую верно определенную позицию выставляется по 1 баллу. **Итого 10 баллов.**

Задание 2. Принято считать, что планета находится в максимальной элонгации, когда угловое расстояние на небе между планетой и Солнцем при наблюдении с Земли максимально. Докажите, что когда Венера находится в максимальной элонгации, расстояние от Земли до Венеры меньше одной астрономической единицы (радиуса орбиты Земли вокруг Солнца).

Решение

№	Этапы решения	Баллы
1	Изобразим описанную в задаче ситуацию на рисунке. 	2
2	Опытным путем можно определить, что максимальное угловое расстояние от Солнца при наблюдении с Земли Венера будет иметь в том случае, если она находится в такой точке орбиты, что прямая, проведенная от Земли к Венере, только в одной точке касается орбиты Венеры (т.е. является касательной к орбите).	3
3	По свойству касательной, радиус окружности, проведенный к Венере (т.е. отрезок, соединяющий Венеру и Солнце) перпендикулярен прямой, соединяющей Землю и Венеру. Следовательно, в момент максимальной элонгации Солнце, Венера и Земля составляют прямоугольный треугольник. При этом отрезок Земля – Венера является катетом этого треугольника, а отрезок Солнце – Земля — гипотенузой.	3
4	Гипотенуза равна 1 астрономической единице. Так как катет всегда меньше гипотенузы, то и расстояние между Венерой и Землей в максимальной элонгации меньше 1 а.е.	2
5	Примечание. Если доказательство того, что рассматриваемый треугольник является прямоугольным не произведено, а сделано только геометрическое построение. Из справочного материала взят радиус орбиты Венеры равен 0.7 а.е. (на самом деле достаточно знать, что он заметно меньше радиуса орбиты Земли, но не в 10 и более раз). После этого можно построить рисунок и получить искомый результат с помощью измерения длины соответствующего отрезка линейкой. Задание оценивается максимум 7 баллов	
	Итого	10

Задание 3. Хороший футболист может придать мячу скорость 30 м/с. На астероидах какого размера можно играть в футбол? Плотность астероидов считать равной плотности Земли.

Решение

№	Этапы решения	Баллы
1	Вторая космическая скорость на поверхности тела $E_k = E_n$ $\frac{mv_2^2}{2} = \frac{GMm}{R}$	4

	$\frac{v_2^2}{2} = \frac{G\rho V}{R}$ $\frac{v_2^2}{2} = \frac{4\pi G\rho R^3}{3R}$ $v_2 = R \sqrt{\frac{8\pi\rho G}{3}}$ <p>Здесь M, R и ρ - масса, радиус и плотность космического тела.</p>	
2	Получается, что при постоянной плотности вторая космическая скорость прямо пропорциональна радиусу.	1
3	Скорость полета мяча в 370 раз меньше второй космической скорости для Земли, поэтому она совпадет со второй космической скоростью для тела, с радиусом в 370 раз меньшим радиуса Земли.	3
4	Используя табличные данные, находим, что радиус астероида $R_a = \frac{R_z}{370} = \frac{6400 \text{ км}}{370} = 17,3 \text{ км}$	2
	<p>Примечание. Если нет вывода согласно пунктам 2 и 3, а произведен расчет по формуле с использованием табличных данных</p> $R = v \sqrt{\frac{3}{8\pi\rho G}} = 30 \sqrt{\frac{3}{8 \cdot 3,14 \cdot 5520 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}} = 17085 \text{ м}$ <p>Ответ получается менее точным 17 км, что может быть максимально оценено в 8 баллов</p>	
	Итого	10

Задание 4. Как расположены относительно горизонта точки весеннего и осеннего равноденствия во время кульминации полюсов эклиптики?

Решение

№	Этапы решения	Баллы
1	Северный полюс эклиптики имеет экваториальные координаты $\alpha = 18^\circ$, $\delta = +66,5^\circ$. Координаты южного полюса эклиптики: $\alpha = 6^\circ$, $\delta = -66,5^\circ$.	2
2	Во время верхней кульминации северного полюса эклиптики и нижней кульминации южного полюса эклиптики звездное время составляет 18 часов.	
3	Точка весеннего равноденствия, имеющая координаты $\alpha = 0^\circ$, $\delta = 0^\circ$, в этот момент восходит в точке востока, а точка осеннего равноденствия, имеющая координаты $\alpha = 12^\circ$, $\delta = 0^\circ$, заходит в точке запада.	2
4	Во время верхней кульминации южного полюса эклиптики и нижней кульминации северного полюса эклиптики звездное время составляет 6 часов, точка весеннего равноденствия совпадает с точкой запада, точка осеннего равноденствия – с точкой востока.	2
5	Эти выводы в равной степени относятся ко всем широтам на Земле, кроме точек полюсов, где понятия кульминации, звездного времени и точек запада и востока теряют смысл.	2
	Итого	10

Задание 5. С какой средней скоростью движется граница день/ночь по поверхности Луны в районе её экватора? Ответ выразите в км/ч и округлите до целого.

Решение

№	Этапы решения	Баллы
1	Длина экватора Луны $L = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 1738 = 10920,2$ км	3
2	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.	3
3	Данные о синодическом периоде обращения берутся из справочного материала. Период смены лунных фаз $P \approx 29,5$ сут. = 708 ч	2
4	Скорость будет $v = L/P = 10\,920,2/708$ км/ч ≈ 15 км/ч	2
	Примечание. Если в вычислении используется сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток, то ответ при этом будет 16,7 км/ч. Все задание максимально оценивается в 4 балла	
	Итого	10

Задание 6.

Линейный размер звездного скопления равен 10 км. Средняя плотность вещества скопления $6 \cdot 10^{-22}$ г/см³. Оцените количество звезд в скоплении, если известно, что оно состоит из солнцеподобных звезд (средняя плотность звезды 1.4 г/см³, радиус звезды $7 \cdot 10^5$ км).

Решение

№	Этапы решения	Баллы
1	Число звезд в скоплении N , то масса скопления $M_{ск} = N \cdot m_{зв}$, где $m_{зв}$ – масса одной звезды. Масса $M = V \cdot \rho$, где V – объем, ρ – плотность.	2
2	Тогда $N = \frac{M_{ск}}{m_{зв}} = \frac{V_{ск} \rho_{ск}}{V_{зв} \rho_{зв}}$	2
3	Скопление с достаточной точностью можно считать шарообразным, тогда $\frac{V_{ск}}{V_{зв}} = \frac{R_{ск}^3}{R_{зв}^3}$, где $R_{ск}$ – радиус скопления (равный половине линейного размера, данного в условии), $R_{зв}$ – радиус звезды.	2
4	Отсюда $N = \frac{\rho_{ск}}{\rho_{зв}} \cdot \left(\frac{R_{ск}}{R_{зв}}\right)^3 = \frac{6 \cdot 10^{-22}}{1.4} \cdot \left(\frac{0.5 \cdot 10^{14}}{7 \cdot 10^5}\right)^3 \approx 160,$	2
5	В скоплении около 160 звезд	2
	Итого	10