



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
АСТРОНОМИЯ. 2020–2021 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 8–9 КЛАССЫ

Задача №1

На фотографии, сделанной в Подмосковье, показано положение Луны и Венеры в некоторый день. Зная, что изображение на фото не зеркальное, а зенит находится сверху, ответьте на ряд вопросов.



- 1) Луна на фото «стареющая» или «молодая»?
- 2) С какой стороны по отношению к фотографии находится Солнце – справа или слева?
- 3) Какое явление наблюдалось в этот день?
 - а) покрытие Венеры Луной
 - б) прохождение Венеры по диску Луны
 - в) ни прохождения, ни покрытия не наблюдалось

Ответ: 1) «стареющая» (1 балл); 2) слева (1 балл); 3) покрытие (1 балл).

Задача №2

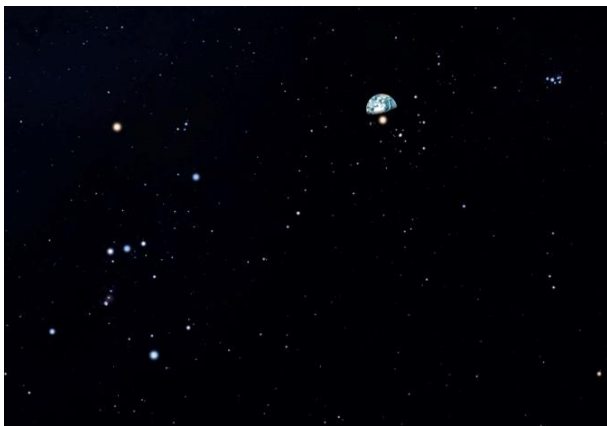
На рисунках ниже приведены зарисовки неба, сделанные с поверхности Луны. Отметьте номера рисунков, которые **не** содержат астрономических ошибок.



1)



2)



3)



4)

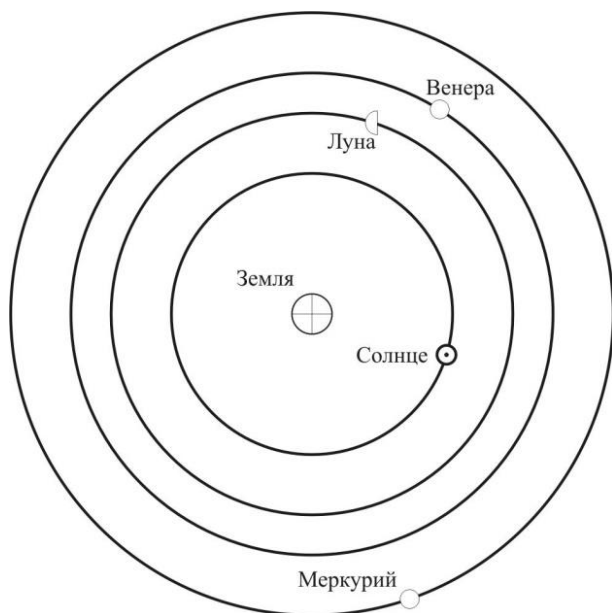
Ответ: 2 (3 балла)

За ответ 4 или 2,4 ставится 1 балл; любые другие комбинации – оценка 0 баллов.

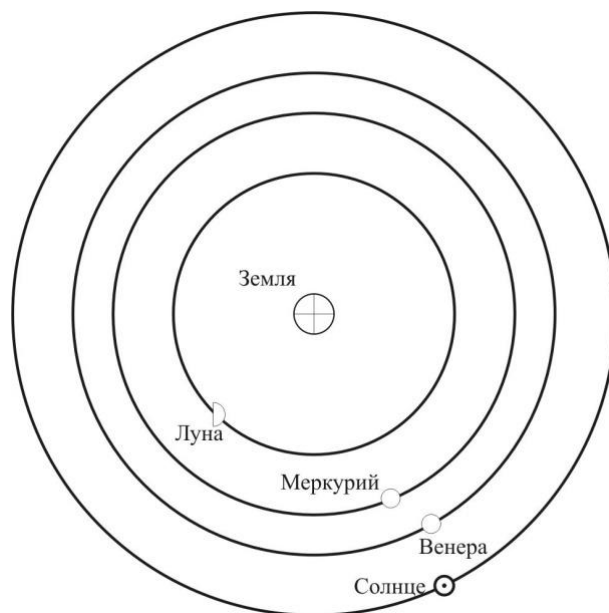
Примечание: варианты 1 и 3 содержат явно ошибочные рисунки (на №1 Земля расположена в Кассиопее и имеет очень большие угловые размеры – в 5–6 раз больше реальных; на №3 – на фоне тёмной стороны Земли виден Альдебаран), вариант №4 показывает Землю в том участке неба, в котором она может находиться, однако положение терминатора и величина фазы указывают на то, что Солнце находится вблизи Южного полюса мира, чего не может быть.

Задача №3

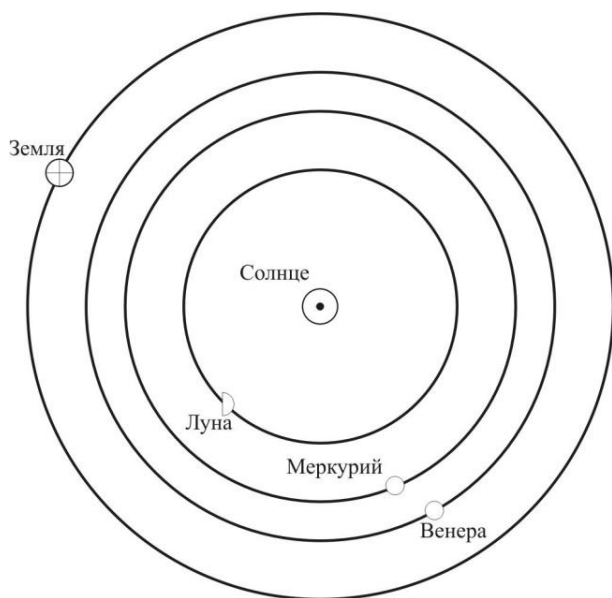
Средневековый астроном подготовил несколько рисунков, объясняющих положение деферентов (т.е. орбит) некоторых планет. Их эскизы приведены на рисунках. Лишь один из представленных рисунков не имеет ошибок с точки зрения геоцентрической системы мира Птолемея. Какой?



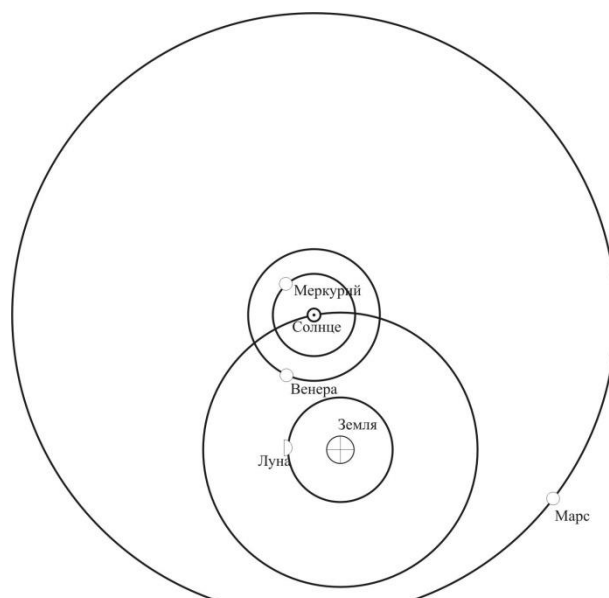
1)



2)



3)



4)

Ответ: 2 (3 балла)

Примечание: на рисунке №1 Венера и Меркурий отстоят слишком далеко от Солнца, чего в реальной жизни не наблюдается, о чём, разумеется, средневековый астроном должен быть осведомлён. На рисунке №3 изображена гелиоцентрическая система мира, а на №4 – система Тихо Браге.

Задача №4

Как изменится продолжительность лунного месяца, если Земля будет обращаться вокруг своей оси в 2 раза быстрее, сохранив период обращения вокруг Солнца?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в $\sqrt{2}$ раз
- 5) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз

Ответ: 3 (2 балла)

Задача №5

Когда-то давным-давно длительность лунного месяца была заметно меньше, чем сейчас. Угловые размеры Луны были тогда:

- 1) больше
- 2) меньше
- 3) такими же

Ответ: 1 (1 балл)

Задача №6

Выберите из списка названия созвездий.

- 1) Козерог
- 2) Северный Краб
- 3) Полярная Собака
- 4) Южная Кошка
- 5) Северный Кот
- 6) Кит
- 7) Млечный Путь
- 8) Плеяды
- 9) Чаша
- 10) Орион

Ответ: 1,6,9,10 (4 балла)

За каждый верный ответ +1 балл, за каждый неверный ответ минус 1 балл; оценка не может быть отрицательной.

Задача №7

Расставьте угловые размеры, записанные разными способами, в порядке увеличения.

- 1) 400'
- 2) 1,5°
- 3) 300"
- 4) 0^h11^m10^s
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 1°40'10"
- 7) 0,01 рад

Вариант 2

- 1) 270'
- 2) 1,35°
- 3) 300"
- 4) 0^h09^m10^s
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 1°48'19"
- 7) 0,015 рад

Вариант 3

- 1) 700'
- 2) 1,5°
- 3) 500"
- 4) 0^h21^m08^s
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 2°33'15"
- 7) 0,02 рад

Вариант 4

- 1) 444'
- 2) 1,75°
- 3) 222"
- 4) 0^h12^m10^s
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 1°51'33"
- 7) 0,025 рад

Вариант 5

- 1) 0,11 рад
- 2) 92'
- 3) 444"
- 4) 2,8°

- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) $0^{\text{h}}06^{\text{m}}40^{\text{s}}$
- 7) $0^{\circ}34'42''$

Вариант 6

- 1) 0,2 рад
- 2) 88'
- 3) 500"
- 4) $5,28^{\circ}$
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) $0^{\text{h}}10^{\text{m}}45^{\text{s}}$
- 7) $1^{\circ}09'42''$

Ответ: 5372641 (6 баллов)

Если указан обратный порядок следования цифр верного ответа, то ставятся 4 балла. В случае ошибочного ответа суммируются следующие оценки:

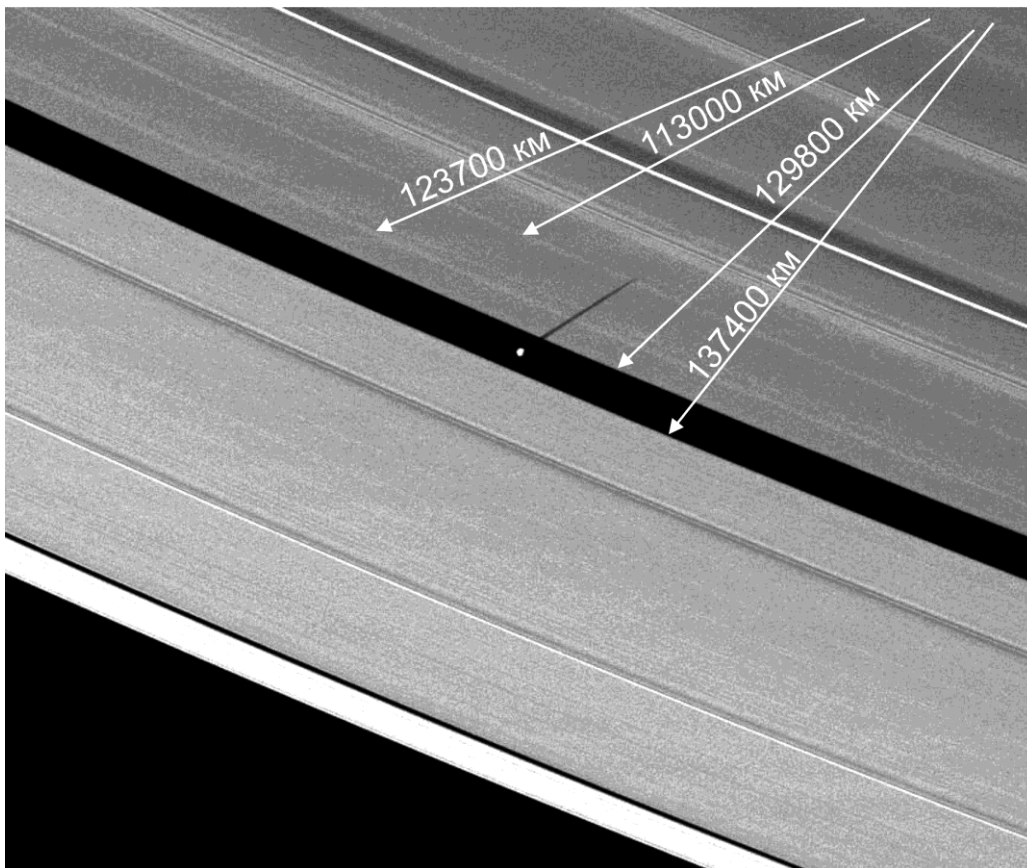
- Бетельгейзе стоит на 1-м месте – ставятся +2 балла;
- присутствует верный порядок 3,7,2,6,4,1 вне зависимости от того, внутри или вне его расположен п. 5, т. е. участник правильно расставил все заданные угловые величины, – ставятся 4 балла;
- если предыдущий пункт не выполнен, но присутствует верный порядок пунктов 3,7,2,6,1 или 3,2,6,4,1 (для вариантов 5 и 6 порядок 3,7,2,6,4 или 3,7,2,4,1), т. е. участник правильно расставил величины, заданные в градусной мере и в радианной или часовой, – ставятся +3 балла.
- если два последних пункта не выполнены, но присутствует верный порядок пунктов 3,2,6,1 (для вариантов 5 и 6 порядок 3,7,2,4), т. е. участник правильно расставил величины, заданные в градусной мере, – ставятся +2 балла.

Пример оценивания: за ответ **5342617** ставятся 4 балла (п. 4 и п. 7 стоят ошибочно, остальное всё верно); за ответ **7352614** ставятся 2 балла (Бетельгейзе, п. 4 и п. 7 стоят неверно, а градусные величины – верно); за ответ **5361742** ставятся 2 балла (только Бетельгейзе стоит на своём месте).

Задача №8

На фотографии колец Сатурна запечатлена тень, отбрасываемая на кольца одним из спутников планеты. Стрелками на рисунке показаны радиусы соответствующих колец Сатурна. 1) Определите период обращения этого спутника вокруг планеты (ответ выразите в земных сутках). 2) Считая орбиту Сатурна круговой, оцените линейный диаметр спутника (ответ выразите в километрах с округлением до целого). Необходимые параметры тел Солнечной системы смотрите в таблице.

Имейте в виду, что размер изображения спутника на фотографии определяется искажениями оптики фотоаппарата космической станции и не соответствует действительности.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Планета	Большая полуось		Масса	Радиус тела	Плотность	Орбитальный период
	млн. км	а. е.				
Солнце	—	—	332946	696000	1.41	—
Меркурий	57.9	0.3871	0.05271	2439.7	5.42	0.241
Венера	108.2	0.7233	0.81476	6051.8	5.20	0.615
Земля	149.6	1.0000	1.00000	6378.1	5.52	1.00
Марс	227.9	1.5237	0.10745	3397.2	3.93	1.881
Юпитер	778.3	5.2028	317.94	71492	1.33	11.862
Сатурн	1422.7	9.5101	95.181	60268	0.69	29.458
Титан	1.222	0.00817	0.0225	2576	1.88	0.04365
Уран	2871.0	19.1914	14.535	25559	1.32	84.01
Нептун	4504.3	30.0611	17.135	24746	1.64	164.79

Ответ: 1) 0,58 (6 баллов) 2) 20 (8 баллов)

1) За ответ в диапазоне 0,55–0,61 ставятся 6 баллов; за ответ в диапазонах 0,48–0,55 и 0,61–0,68 ставятся 3 балла. За ответ в годах в диапазоне 0,00125–0,00194 ставится +1 балл; за ответ в часах в диапазоне 13–15 ставятся 3 балла.

2) За ответ в диапазоне 18–22 км ставятся 8 баллов; за ответ в диапазонах 15–18 км и 22–25 км ставятся 4 балла. За ответ в 2 раза меньше (т. е. за радиус) ставятся, соответственно, +5 баллов (ответ в диапазоне 9–11 км) или +2 балла (ответ в диапазоне 7–9 или 11–12 км). За дробные ответы не штрафует (округление сделано больше для уменьшения ошибок при вводе).

Решение. Период обращения спутника можно найти из III закона Кеплера (из его простой формы, или из обобщённой). Как мы видим, в таблице приведены параметры орбиты одного из спутников Сатурна – Титана. Запишем III закон Кеплера:

$$\frac{T_T^2}{T_C^2} = \frac{a_T^3}{a_C^3}$$

Тут T_T – период обращения Титана вокруг Сатурна, T_C – период обращения спутника из условия задачи вокруг Сатурна, a_T – большая полуось орбиты Титана, a_C – большая полуось орбиты спутника.

Определим размер большой полуоси (радиус орбиты) спутника. Видно, что спутник находится в середине тёмной полосы, имеющей границы радиусом 137400 км и 129800 км. Т. е. радиус орбиты спутника равен

$$\frac{137400+129800}{2} = 133600 \text{ км.}$$

Теперь легко вычислить искомый период обращения:

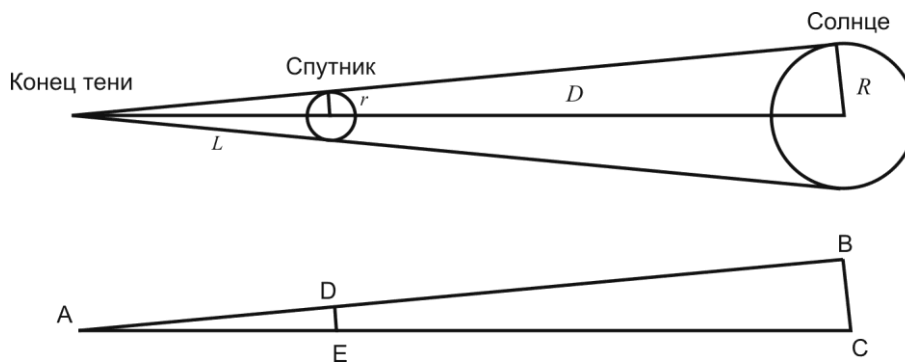
$$T_C^2 = \frac{T_T^2 * a_C^3}{a_T^3} \Rightarrow$$
$$T_C = T_T \sqrt{\frac{a_C^3}{a_T^3}} = 0,04365 * 365,24 \sqrt{\frac{133600^3}{1222000^3}} \approx 0,576 \text{ сут}$$

Определить размер спутника можно только по длине его тени, т. к. по видимому размеру изображения это сделать (и по условию, и по этому фото в реальной ситуации) нельзя.

Найдём длину тени спутника. Выше мы нашли радиус орбиты спутника (133600 км). Конец тени лежит на границе кольца с радиусом 113000 км. Таким образом, длина тени равна $L = 133600 - 113000 = 20600$ км.

Спутник находится от Солнца (которое является источником света и, соответственно, тени) на расстоянии $D = 9,51$ а.е. (см. таблицу).

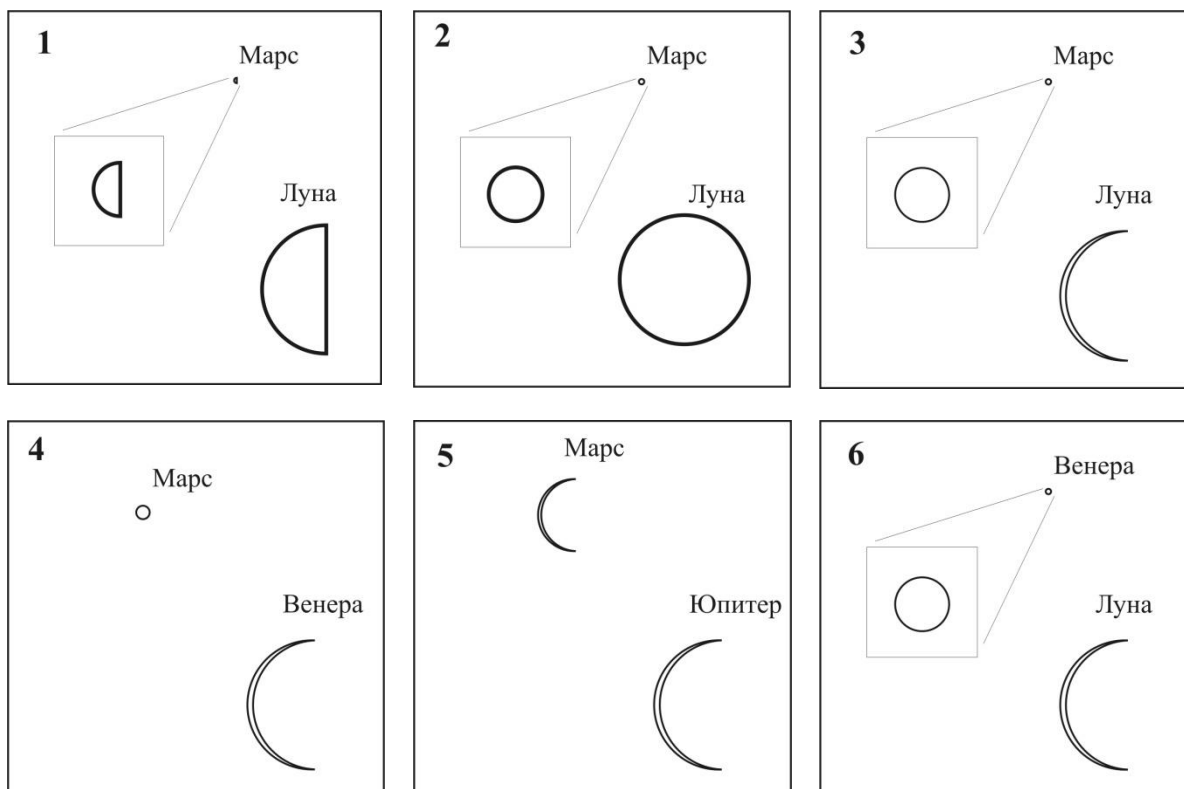
Нарисуем рисунок:



Видно, что треугольники ABC и ADE подобны. Пренебрегая величиной L по сравнению с D (т. е. 20 тыс. км по сравнению с 1,4 млрд км), можно записать соотношение $\frac{L}{r} = \frac{D}{R}$ и получить ответ: $r = \frac{L \cdot R}{D} = \frac{20600 \cdot 696000}{1422700000} = 10,08$ км. Диаметр спутника с требуемым округлением $D = 20$ км.

Задача №9

На рисунках представлены различные варианты наблюдений двух тел Солнечной системы вблизи их соединения друг с другом (там, где это необходимо, на рисунке приведено и увеличенное изображение объекта). Выберите из представленных рисунков те варианты, которые могут наблюдаться в реальности. На относительные размеры небесных тел на рисунках внимания не обращайте.



Ответ: 2,3,4,6 (8 баллов)

За каждый верный ответ +2 балла, за указание в качестве одного из верных ответов рисунка №5 оценивается в минус 4 балла, а рисунка №1 оценивается в минус 2 балла; оценка не может быть отрицательной. За ответ 1,2,3,4,5,6 ставятся 0 баллов.

Задача №10

Кисловодская горная обсерватория ГАИШ МГУ находится в пункте с географическими координатами $\lambda=43^{\circ}45'$, $\varphi=42^{\circ}40'$. Основной телескоп обсерватории имеет альт–азимутальную (горизонтальную) монтировку, система управления которой не позволяет ему наблюдать в околоризитной области радиусом $1^{\circ}00'$ и на высотах, меньших $7^{\circ}00'$. Звёзды с какими экваториальными координатами (прямое восхождение R.A., склонение δ) **нельзя** наблюдать с этим телескопом в верхней кульминации?

Выберите наиболее полный верный вариант ответа.

- 1) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -40^{\circ}20'$ или $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 2) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < R.A. < 44^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < R.A. < 44^{\circ}45'$ и $35^{\circ}40' < \delta < 49^{\circ}40'$.
- 4) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 35^{\circ}20'$ (при любом R.A.).
- 5) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 89^{\circ}00'$ или $\delta < 7^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 6) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 89^{\circ}00'$ или $\delta > 7^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 7) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 42^{\circ}40'$.
- 8) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 42^{\circ}40'$.
- 9) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 10) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -40^{\circ}20'$ (при любом R.A.).

Вариант 2

Кисловодская горная обсерватория ГАИШ МГУ находится в пункте с географическими координатами $\lambda=43^{\circ}45'$, $\varphi=42^{\circ}40'$. Основной телескоп обсерватории имеет альт–азимутальную (горизонтальную) монтировку, система управления которой не позволяет ему наблюдать в околоризитной области радиусом $2^{\circ}00'$ и на высотах, меньших $6^{\circ}00'$. Звёзды с какими экваториальными координатами (прямое восхождение R.A., склонение δ) **нельзя** наблюдать с этим телескопом в верхней кульминации?

Выберите наиболее полный верный вариант ответа.

- 1) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -41^{\circ}20'$ или $40^{\circ}40' < \delta < 44^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 2) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $41^{\circ}45' < R.A. < 45^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $41^{\circ}45' < R.A. < 45^{\circ}45'$ и $36^{\circ}40' < \delta < 48^{\circ}40'$.
- 4) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 36^{\circ}20'$ (при любом R.A.).
- 5) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 88^{\circ}00'$ или $\delta < 6^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 6) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 88^{\circ}00'$ или $\delta > 6^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 7) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 42^{\circ}40'$.
- 8) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 42^{\circ}40'$.
- 9) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $40^{\circ}40' < \delta < 44^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 10) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -41^{\circ}20'$ (при любом R.A.).

Вариант 3

Кисловодская горная обсерватория ГАИШ МГУ находится в пункте с географическими координатами $\lambda=43^{\circ}45'$, $\varphi=42^{\circ}40'$. Основной телескоп обсерватории имеет альт–азимутальную (горизонтальную) монтировку, система управления которой не позволяет ему наблюдать в околосенитной области радиусом $1^{\circ}00'$ и на высотах, меньших $6^{\circ}00'$. Звёзды с какими экваториальными координатами (прямое восхождение R.A., склонение δ) **нельзя** наблюдать с этим телескопом в верхней кульминации?

Выберите наиболее полный верный вариант ответа.

- 1) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -41^{\circ}20'$ или $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 2) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < R.A. < 44^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < R.A. < 44^{\circ}45'$ и $35^{\circ}40' < \delta < 49^{\circ}40'$.
- 4) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 36^{\circ}20'$ (при любом R.A.).
- 5) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 89^{\circ}00'$ или $\delta < 6^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 6) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 89^{\circ}00'$ или $\delta > 6^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 7) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 42^{\circ}40'$.
- 8) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 42^{\circ}40'$.
- 9) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 10) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -41^{\circ}20'$ (при любом R.A.).

Вариант 4

Кисловодская горная обсерватория ГАИШ МГУ находится в пункте с географическими координатами $\lambda=43^{\circ}45'$, $\varphi=42^{\circ}40'$. Основной телескоп

обсерватории имеет альт–азимутальную (горизонтальную) монтировку, система управления которой не позволяет ему наблюдать в околосенитной области радиусом $1^{\circ}00'$ и на высотах, меньших $5^{\circ}00'$. Звёзды с какими экваториальными координатами (прямое восхождение R.A., склонение δ) **нельзя** наблюдать с этим телескопом в верхней кульминации?

Выберите наиболее полный верный вариант ответа.

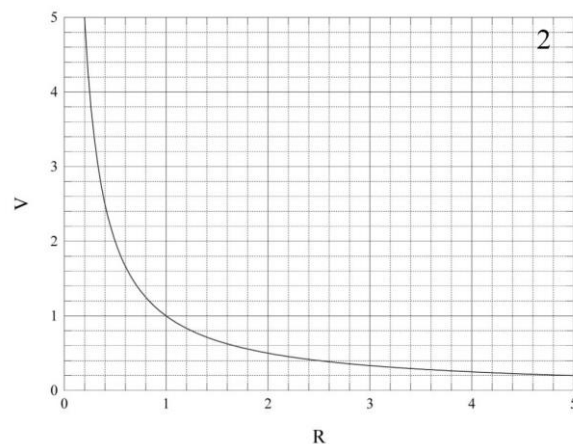
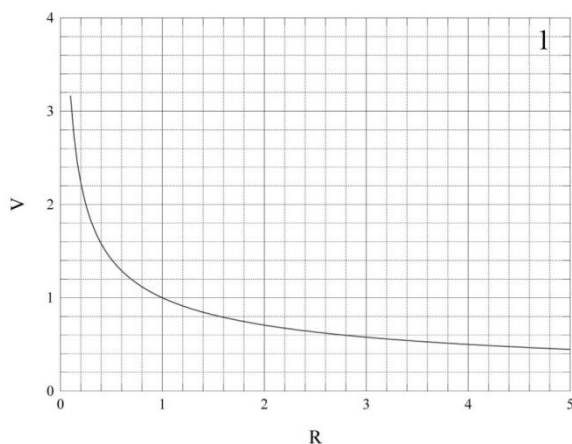
- 1) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -42^{\circ}20'$ или $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 2) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < R.A. < 44^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < R.A. < 44^{\circ}45'$ и $35^{\circ}40' < \delta < 49^{\circ}40'$.
- 4) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 37^{\circ}20'$ (при любом R.A.).
- 5) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 89^{\circ}00'$ или $\delta < 5^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 6) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 89^{\circ}00'$ или $\delta > 5^{\circ}00'$ (при любом R.A.).
- 7) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta > 42^{\circ}40'$.
- 8) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < 42^{\circ}40'$.
- 9) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 10) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -42^{\circ}20'$ (при любом R.A.).

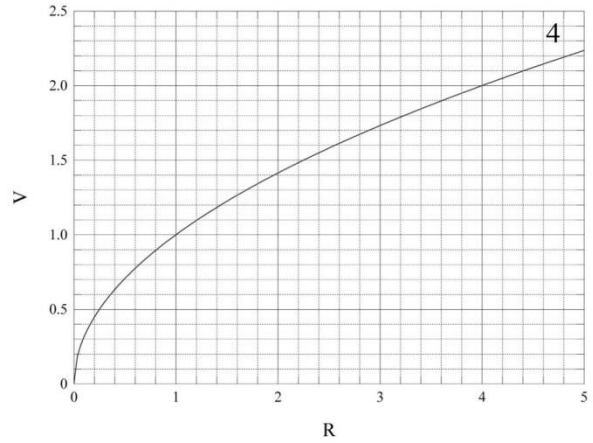
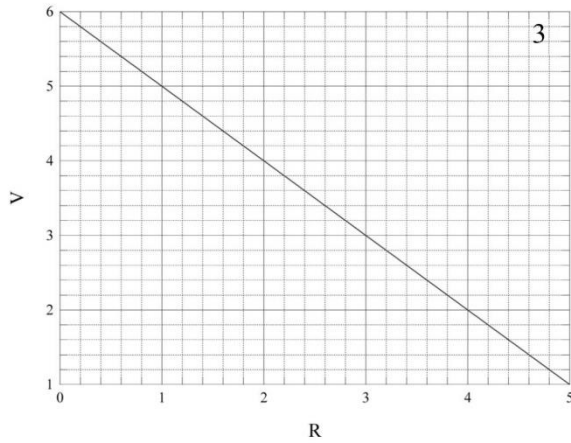
Ответ: 1 (6 баллов)

За частично верный ответ 9 или 10 ставятся 3 балла.

Задача №11

На рисунке представлены 4 графика. Выберите график, показывающий верную зависимость круговой орбитальной скорости от радиуса орбиты.



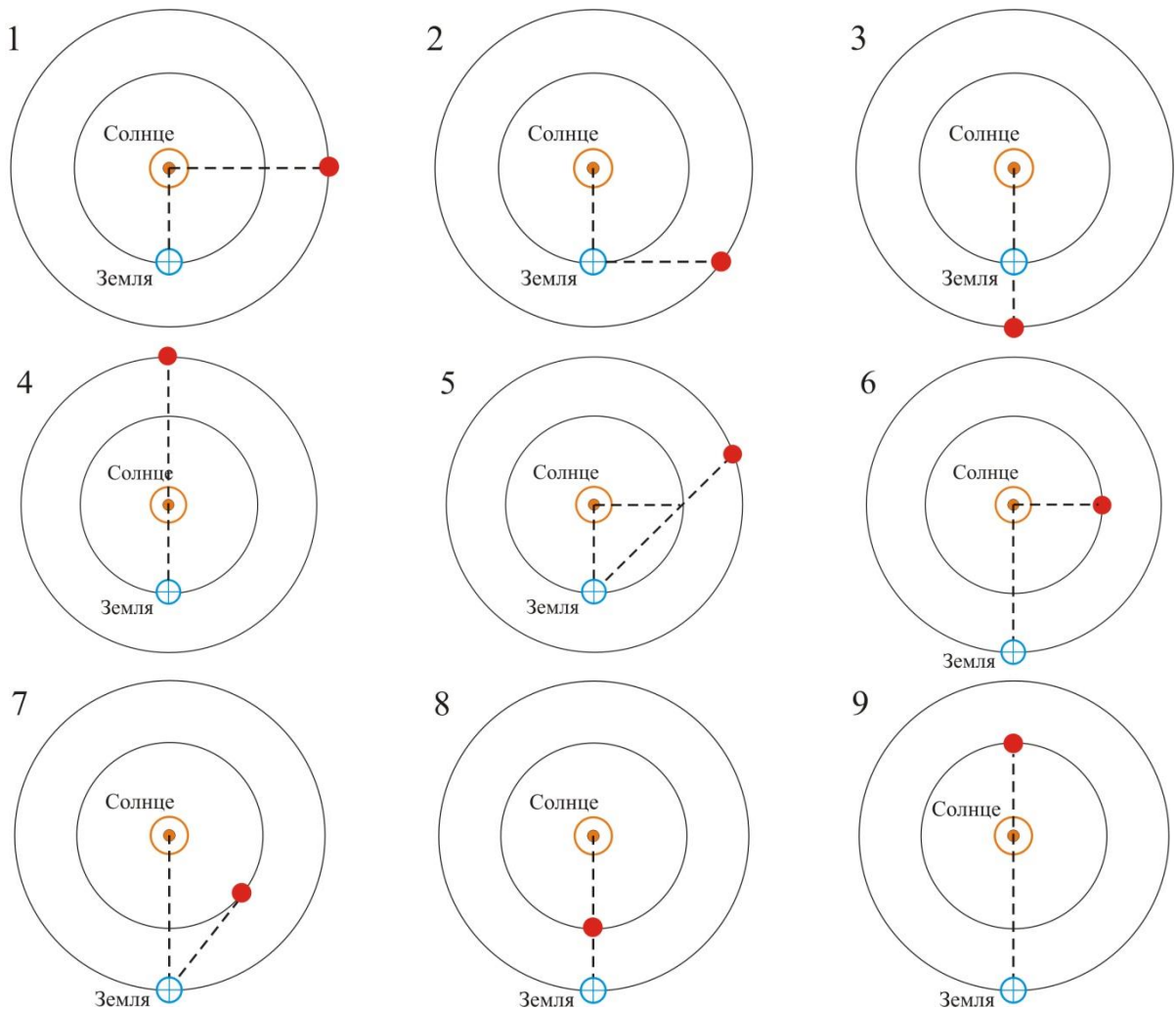


Ответ: 1 (3 балла)

За ответ 2 ставится 1 балл.

Задача №12

Учитывая, что наблюдатель находится на Земле, выберите из представленных рисунков все те, которые демонстрируют следующие конфигурации.



- 1) противостояние
- 2) соединение
- 3) квадратура
- 4) наибольшая элонгация

Ответ: противостояние – 3; соединение – 489; квадратура – 2; элонгация – 7
(6 баллов)

За каждый верный ответ +1 балл, за каждый неверный ответ минус 1 балл;
оценка не может быть отрицательной.

Всего за работу – 59 баллов.