



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
АСТРОНОМИЯ. 2020–2021 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

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
- 4) Известно, что фаза Луны на фото равна 0,04. Фаза Венеры больше, такая же или меньше?
- 5) Что происходит со значением фазы Венеры в этот день – оно увеличивается, уменьшается, остается прежним?
- 6) Известно, что фаза Луны на фото равна 0,04. На каком угловом расстоянии от Солнца находилась Луна в момент получения фотографии? Ответ округлите до целой величины.
- 7) Известно, что фаза Луны на фото равна 0,04. Чему равна фаза Венеры, если большая полуось её орбиты 0,71 а.е.? Ответ округлите до сотых долей.

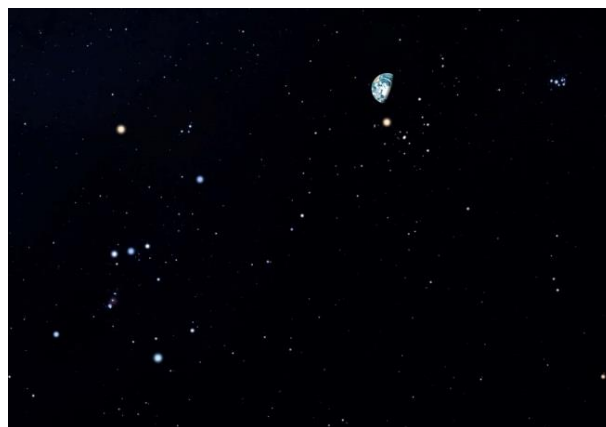
Ответ: 1) «стареющая» (1 балл); 2) слева (1 балл); 3) покрытие (1 балл); 4) больше (1 балл); 5) увеличивается (1 балл); 6) 22° – 24° (2 балла); 7) 0,07–0,09 (2 балла)

Задача №2

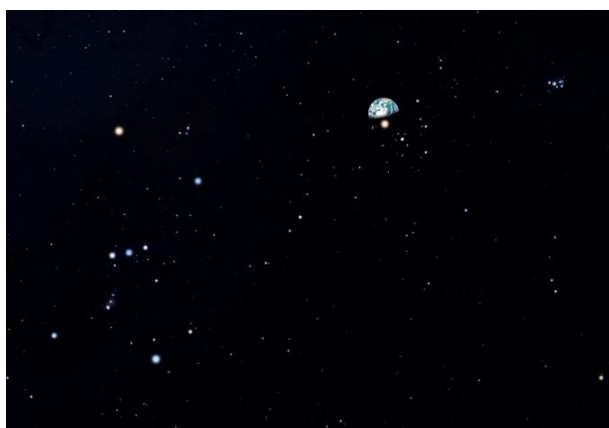
На рисунках ниже приведены зарисовки неба, сделанные с поверхности Луны. Отметьте номера рисунков, которые **не** содержат астрономических ошибок.



1)



2)



3)



4)

Ответ: 2 (3 балла)

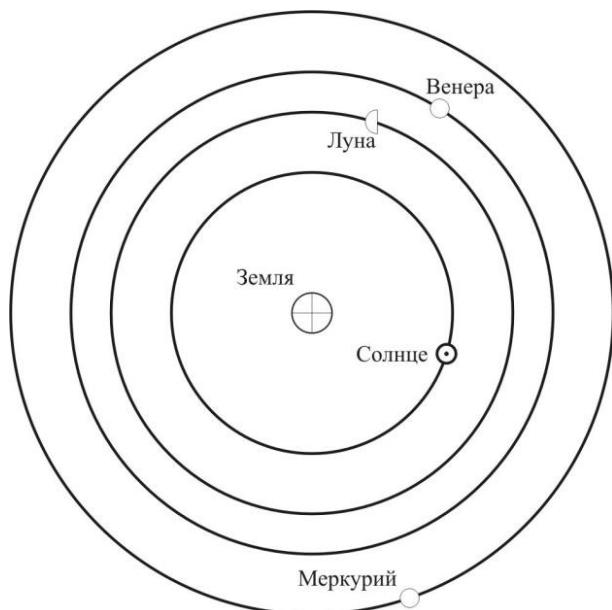
За ответ 4 или 2,4 ставится 1 балл; любые другие комбинации – оценка 0 баллов.

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

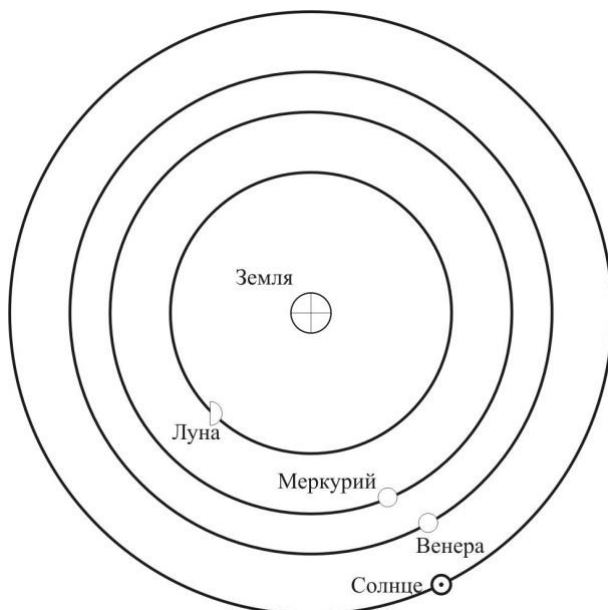
указывают на то, что Солнце находится вблизи Южного полюса мира, чего не может быть.

Задача №3

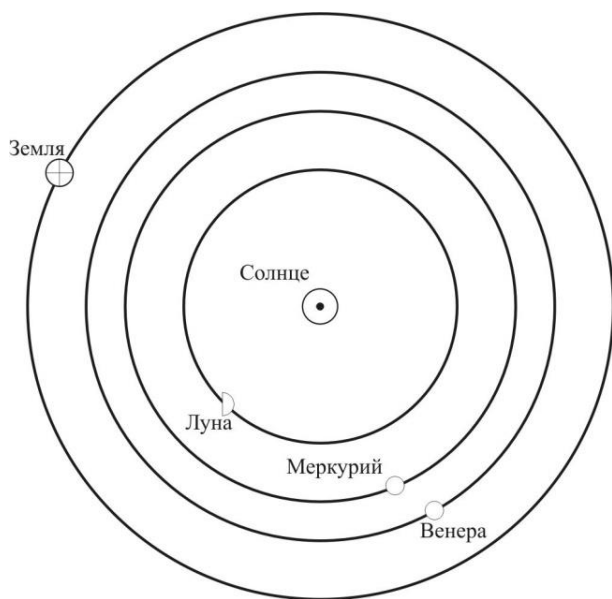
Средневековый астроном подготовил несколько рисунков, объясняющих положение деферентов (т.е. орбит) некоторых планет. Их эскизы приведены на рисунках. Лишь один из представленных рисунков не имеет ошибок с точки зрения геоцентрической системы мира Птолемея. Какой?



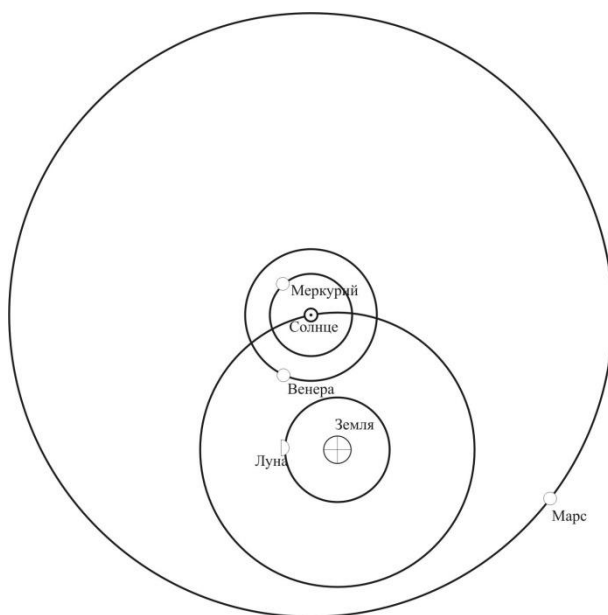
1)



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.

Вариант 1

- 1) $400'$
- 2) $1,5^\circ$
- 3) $300''$
- 4) $0^h11^m10^s$
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) $1^\circ40'10''$
- 7) $0,01$ рад
- 8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

Вариант 2

- 1) $270'$
- 2) $1,35^\circ$
- 3) $300''$
- 4) $0^h09^m10^s$
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) $1^\circ48'19''$
- 7) $0,015$ рад
- 8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

Вариант 3

- 1) $700'$
- 2) $1,5^\circ$
- 3) $500''$
- 4) $0^h21^m08^s$
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) $2^\circ33'15''$
- 7) $0,02$ рад
- 8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

Вариант 4

- 1) $444'$
- 2) $1,75^\circ$
- 3) $222''$
- 4) $0^h12^m10^s$
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) $1^\circ51'33''$

- 7) 0,025 рад
8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

Вариант 5

- 1) 0,11 рад
2) 92'
3) 444"
4) 2,8°
5) угловой диаметр Бетельгейзе
6) 0^h06^m40^s
7) 0°34'42"
8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

Вариант 6

- 1) 0,2 рад
2) 88'
3) 500"
4) 5,28°
5) угловой диаметр Бетельгейзе
6) 0^h10^m45^s
7) 1°09'42"
8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

Ответ: 58372641 (6 баллов)

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

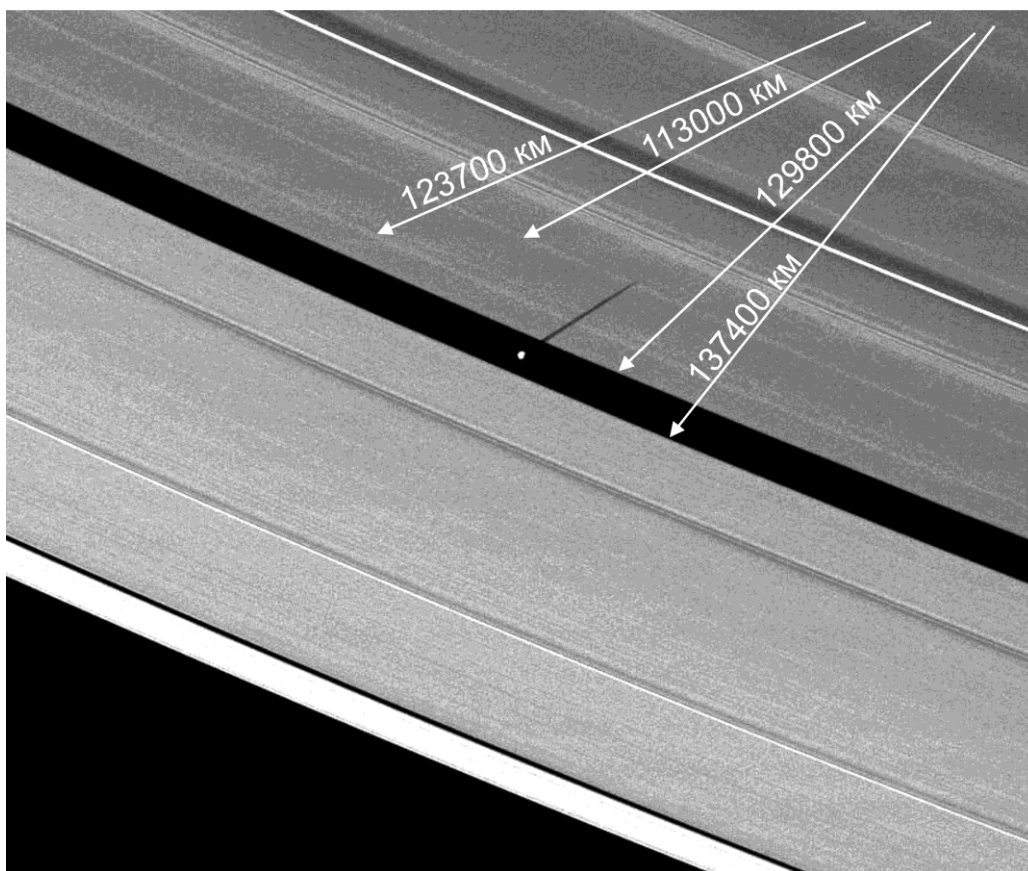
- Бетельгейзе стоит на 1-м месте – ставится +1 балл;
- Бетельгейзе стоит на 1-м месте, а п. 8 (Луна) на 2-м месте – ставится +1 балл;
- присутствует верная последовательность 3,7,2,6,4,1 с любым расположением внутри или вне её пп. 5 и 8 – ставятся +4 балла (правильно сопоставлены все величины, заданные числами);
- если предыдущий пункт не выполнен, то за правильную последовательность 3,2,6,4,1 или 3,7,2,6,1 – ставятся +3 балла (правильно сопоставлены величины, выраженные в градусной и радианной или часовой мере);
- если предыдущие два пункта не выполнены, но присутствует верный порядок пунктов 3,2,6,1 (это говорит о том, что учащийся владеет преобразованиями угловой градусной меры), – ставятся +2 балла.

Пример оценивания: за ответ **58342617** ставятся 4 балла (п. 4 и п. 7 стоят ошибочно, остальное всё верно); за ответ **78352614** ставятся 2 балла (Бетельгейзе, п. 4 и п. 7 стоят неверно, а градусные величины – верно); то, что п. 8 стоит на 2-й позиции не оценивается, т. к. Бетельгейзе стоит не на 1-й); за ответ **53861742** ставятся 1 балл (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.	массы Земли	км	г·см ⁻³	в годах
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:

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

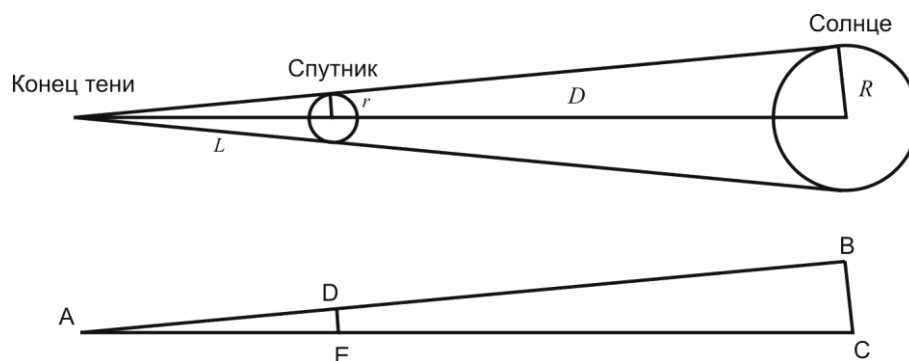
$$T_C = T_T \sqrt{\frac{a_C^3}{a_T^3}} = 0,04365 * 365,24 \sqrt{\frac{133600^3}{1222000^3}} \approx 0,576 \text{ сут}$$

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).

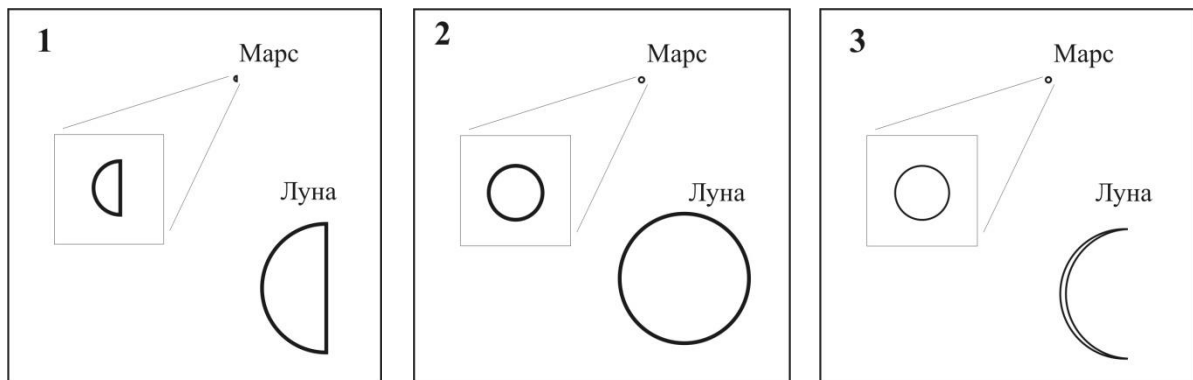
Нарисуем рисунок:

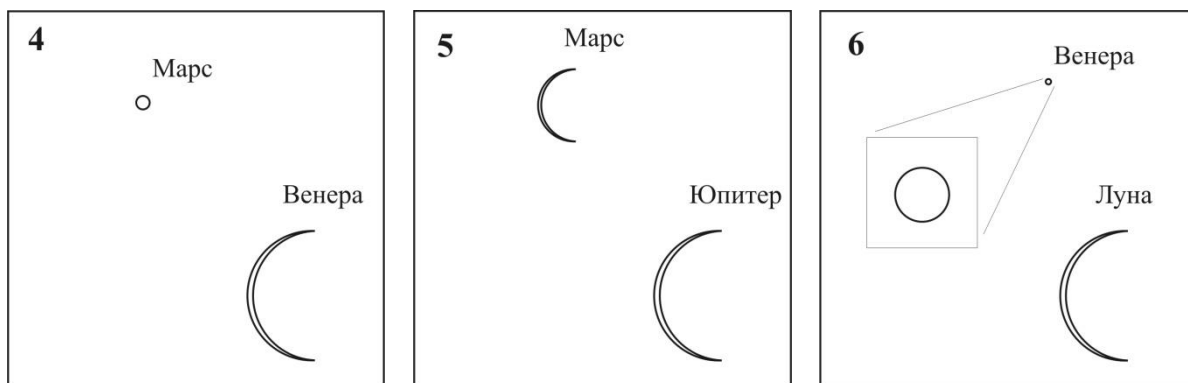


Видно, что треугольники ABC и ADE подобные. Пренебрегая величиной L по сравнению с D (т. е. 20 тыс. км по сравнению с 1,4 млрд км), можно записать соотношение $\frac{L}{r} = \frac{D}{R}$ и получить ответ: $r = \frac{L \cdot R}{D} = \frac{20600 \cdot 696000}{1422700000} = 10,08$ км. Диаметр спутника с 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 околосенитной 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 $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$ 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 околосенитной 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 $41^{\circ}45' < \text{R.A.} < 45^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $41^{\circ}45' < \text{R.A.} < 45^{\circ}45'$ 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 $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$ 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.

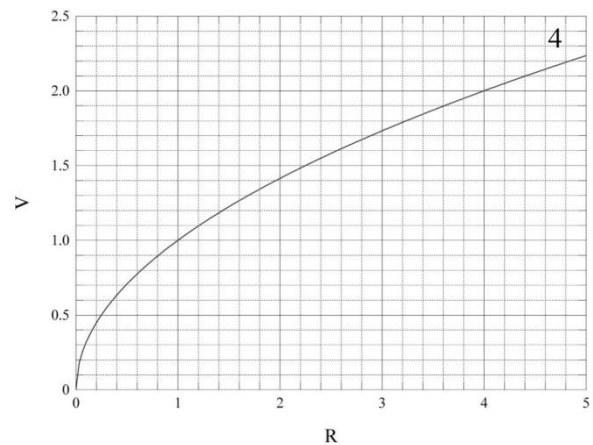
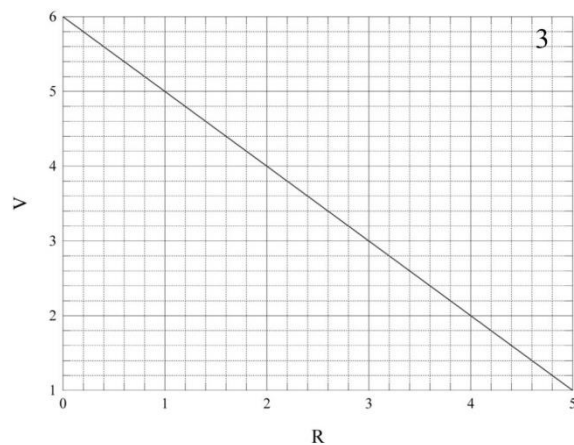
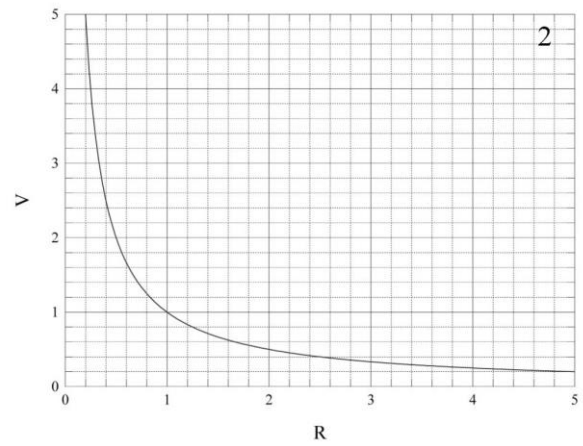
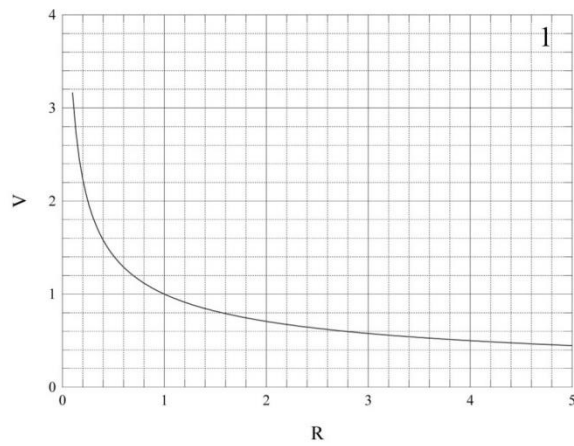
- 1) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $\delta < -42^{\circ}20'$ или $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$ (при любом R.A.).
- 2) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$ (при любом δ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$ 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.

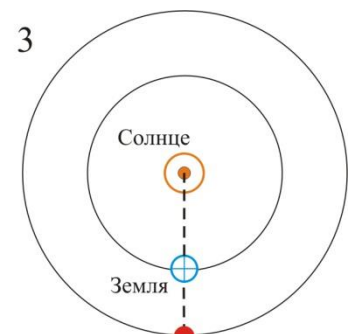
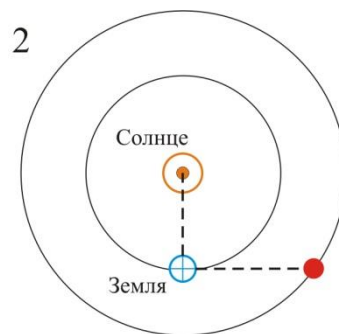
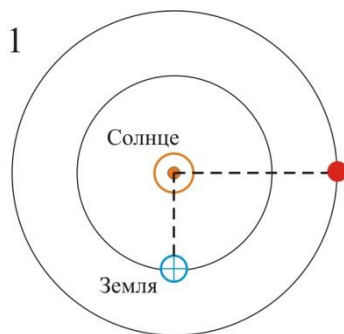


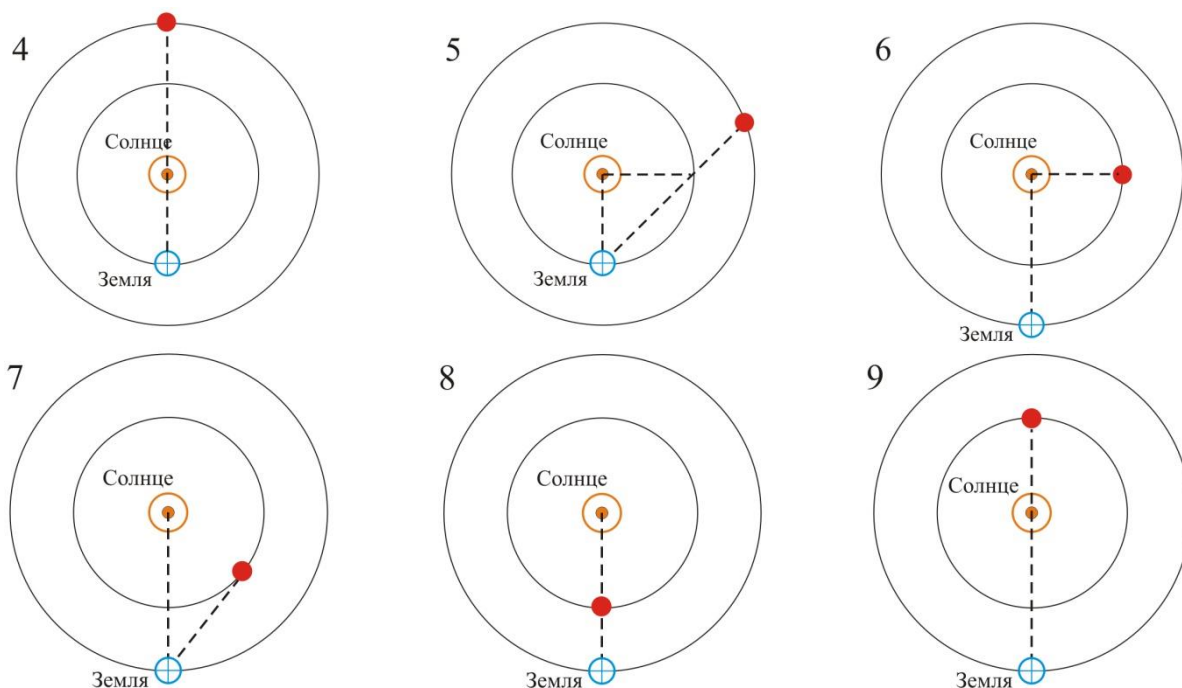
Ответ: 1 (3 балла)

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.

Задача №13-16

На рисунках представлен один и тот же фрагмент звёздной карты. В этой области находится звезда с большим собственным движением.

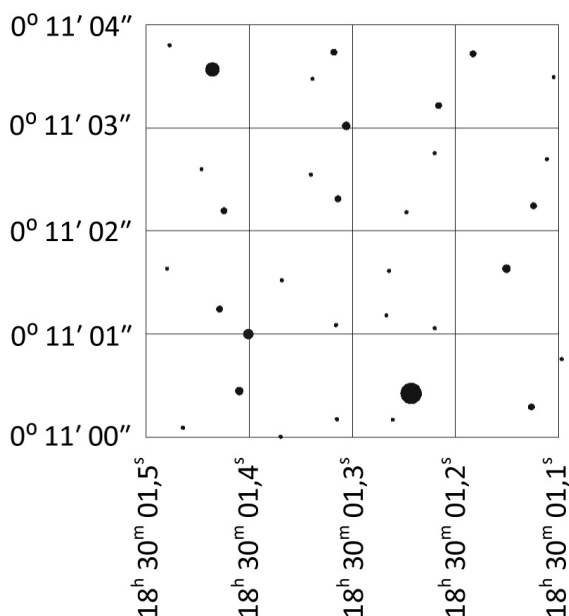
13) Найдите её и укажите в ответе её координаты на дату 1 января 2010 г. (в формате DD:MM:SS для склонения (δ) и HH:MM:SS,s для прямого восхождения (α)).

14) Определите величину собственного движения звезды и приведите в ответе значения собственного движения по склонению (μ_δ) и прямому восхождению (μ_α) в единицах "/год (ответ округлите до сотых).

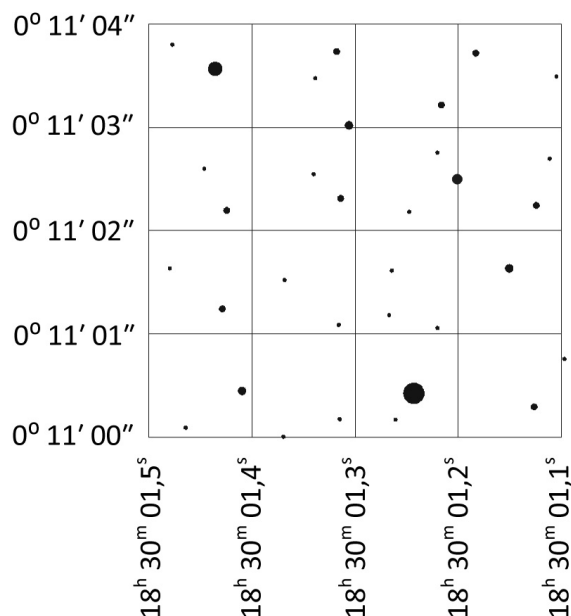
15) В точке с какими координатами окажется звезда на этой карте 01 января 2025 г. (ответ округлите и приведите в формате ° ' " (DD:MM:SS) для склонения (μ_δ) и h m s (HH:MM:SS,s) для прямого восхождения (μ_α)?)

16) С какой угловой скоростью (в единицах "/год) перемещается эта звезда по небу (ответ приведите с точностью до сотых долей)? Обратите внимание, что масштаб карты по разным осям различается.

01.01.2010



01.01.2020



Ответ:

13) $\delta=00:11:01$ (принимаются также варианты $0:11:01$, $0:11:1$ и $00:11:1$)
(1 балл)

$\alpha=18:30:01,4$ (принимается вариант $18:30:1,4$ и с точкой в качестве разделителя) (1 балл)

14) $\mu_\delta=0,15''/\text{год}$ или $+0,15''/\text{год}$ (1 балл)

$\mu_\alpha=-0,3''/\text{год}$ (2 балла)

За ответ $0,3''/\text{год}$ оценка 1 балл.

15) $\delta=00:11:03$ (принимаются также варианты $0:11:03$, $0:11:3$ и $00:11:3$)
(1 балл)

$\alpha=18:30:01,1$ (принимается вариант $18:30:1,1$ и с точкой в качестве разделителя) (1 балл)

16) $\mu=0,34''/\text{год}$ (1 балл)

Задача №17

Выберите главный параметр телескопа, определяющий его основные свойства.

- 1) масса трубы
- 2) длина трубы
- 3) диаметр объектива
- 4) увеличение
- 5) фокусное расстояние
- 6) тип монтировки

Ответ: 3 (1 балл)

Задача №18

Расставьте в порядке увеличения видимого блеска (без учёта влияния земной атмосферы) объекты из списка.

- 1) Венера
- 2) звезда 18^m
- 3) звезда 10^m
- 4) Вега
- 5) объект, создающий на поверхности Земли освещённость в видимом диапазоне $1 \text{ млн } \frac{\text{квантов света}}{\text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{нм}}$
- 6) объект, от которого телескоп диаметром 1 м за 10 сек собирает в зрачок наблюдателя 1 млн фотонов

Вариант 2

- 1) Венера
- 2) звезда 19^m
- 3) звезда 9^m
- 4) Вега
- 5) объект, создающий на поверхности Земли освещённость в видимом диапазоне $10 \text{ млн } \frac{\text{квантов света}}{\text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{нм}}$
- 6) объект, от которого телескоп диаметром 1 м за 100 сек собирает в зрачок наблюдателя 1 млн фотонов

Вариант 3

- 1) Венера
- 2) звезда 20^m
- 3) звезда 10^m
- 4) Вега
- 5) объект, от которого телескоп диаметром 1 м за 1 сек собирает в зрачок наблюдателя 10 млн фотонов
- 6) объект, создающий на поверхности Земли освещённость в видимом диапазоне $10000 \frac{\text{квантов света}}{\text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{нм}}$

Вариант 4

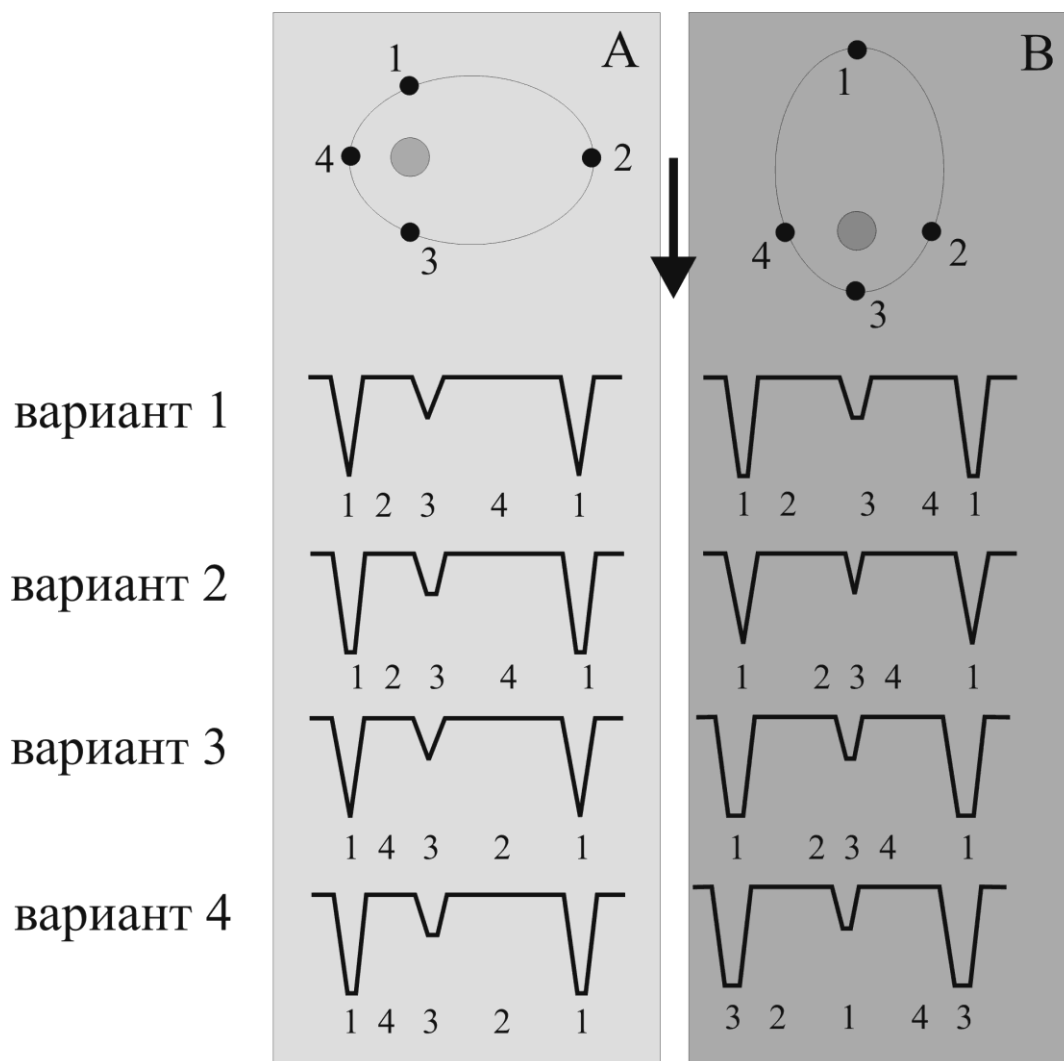
- 1) Венера
- 2) звезда 17^m
- 3) звезда 8^m
- 4) Вега
- 5) объект, создающий на поверхности Земли освещённость в видимом диапазоне $5 \text{ млн } \frac{\text{квантов света}}{\text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{нм}}$
- 6) объект, от которого телескоп диаметром 10 м за 1 сек собирает в зрачок наблюдателя 1 млн фотонов

Ответ: 263541 (4 балла)

Обратная последовательность цифр оценивается в 3 балла. При неверной последовательности 2 балла ставятся за присутствие в строке ответа последовательности цифр 2341 с любым положением внутри или вне её цифр 5 и 6.

Задача №19

На рисунке представлены две двойные затменные системы – А и В и 4 варианта соответствующих кривых блеска. Направление на наблюдателя для обеих систем одинаково и показано стрелкой. Считая, что наблюдатель находится в плоскости орбиты, выберите для каждой из систем вариант, соответствующий схеме системы. Ответ представьте в виде буквы и соответствующей цифры (например, А2). Для каждой системы выберите звезду с наибольшей температурой.



Ответ:

- 1) А4 (2 балла)
- 2) В3 (2 балла)
- 3) Для системы А ответ «нарисованная чёрным» (2 балла)
- 4) Для системы В ответ «нарисованная чёрным» (2 балла)

Примечание: 1) В первичном (более глубоком) минимуме всегда затмевается более горячая звезда (вне зависимости от размеров звёзд). Во время вторичного минимума звезда с большей температурой проходит по диску более холодной. 2) Из-за вытянутости орбит скорости движения звёзд не постоянны – они максимальны в периастре и минимальны в апоастре. Поэтому длительность минимумов и интервалы времени между ними зависят от ориентации орбиты. 3) При любом сочетании температур поверхности и размеров звёзд либо в обоих минимумах (главном и вторичном) присутствует плато (уровень постоянного блеска), либо в обоих его нет.

Всего за работу – 86 баллов.