



**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.

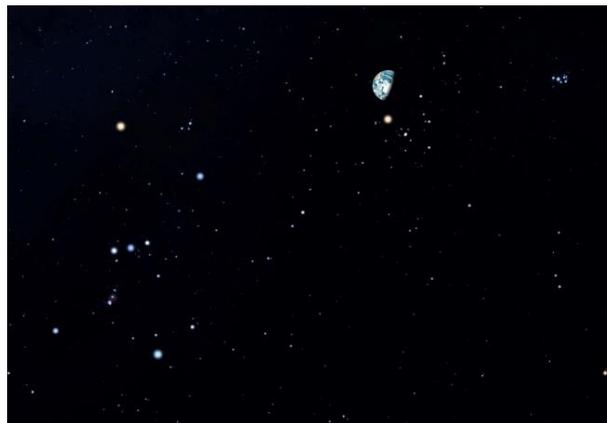
**Ответ:** 1) «стареющая» (1 балл); 2) слева (1 балл); 3) покрытие (1 балл);  
4) больше (1 балл); 5) увеличивается (1 балл); 6)  $22^{\circ}$ - $24^{\circ}$  (2 балла);  
7) 0,07-0,09 (2 балла)

### Задача №2

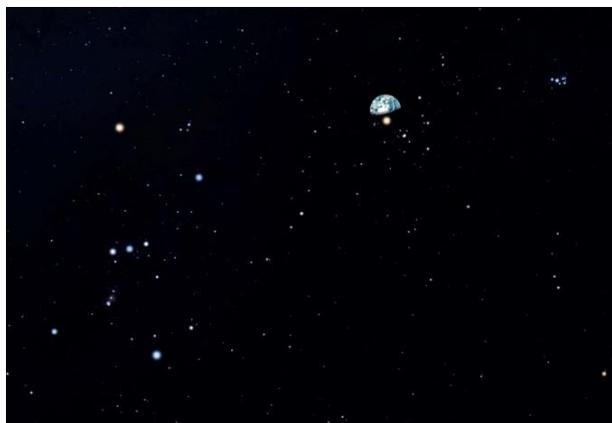
На рисунках ниже приведены зарисовки неба, сделанные с поверхности Луны. Отметьте номера рисунков, которые **не** содержат астрономических ошибок.



1)



2)



3)



4)

**Ответ: 2 (3 балла)**

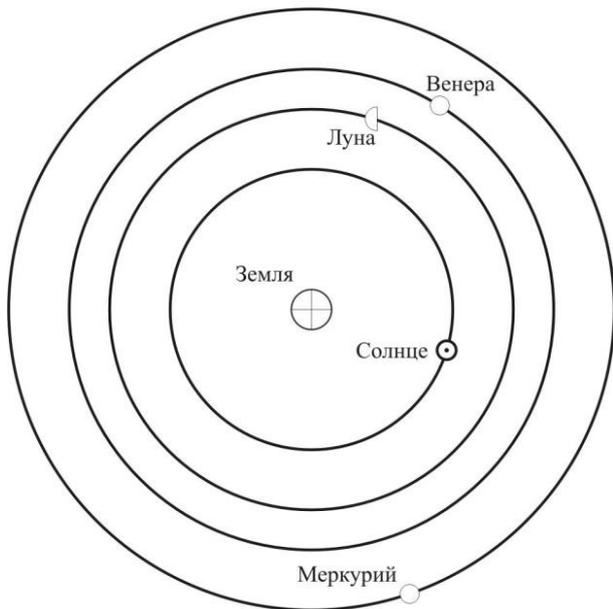
За ответ 4 или 2,4 ставится 1 балл; любые другие комбинации – оценка 0 баллов.

*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

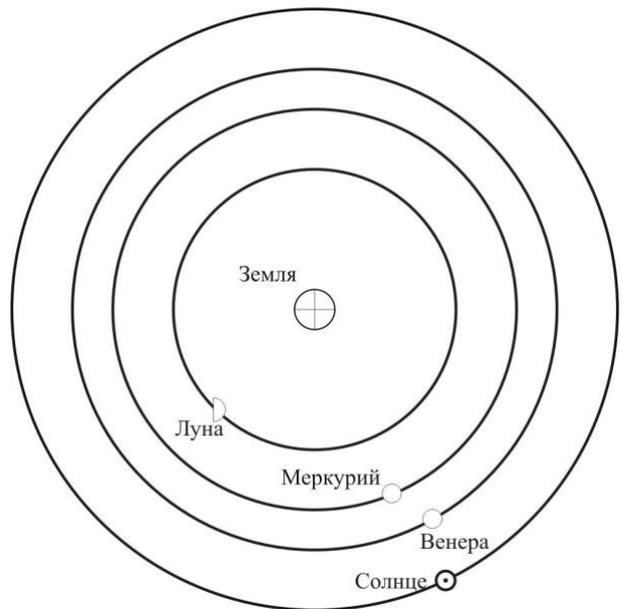
указывают на то, что Солнце находится вблизи Южного полюса мира, чего не может быть.

### Задача №3

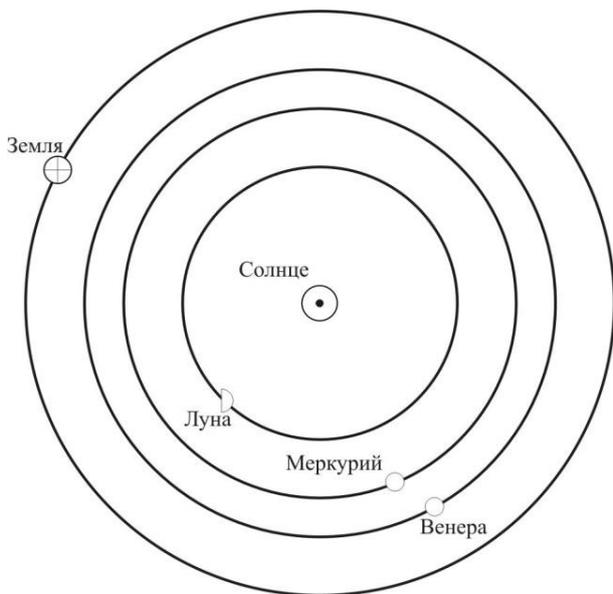
Средневековый астроном подготовил несколько рисунков, объясняющих положение деферентов (т.е. орбит) некоторых планет. Их эскизы приведены на рисунках. Лишь один из представленных рисунков не имеет ошибок с точки зрения геоцентрической системы мира Птолемея. Какой?



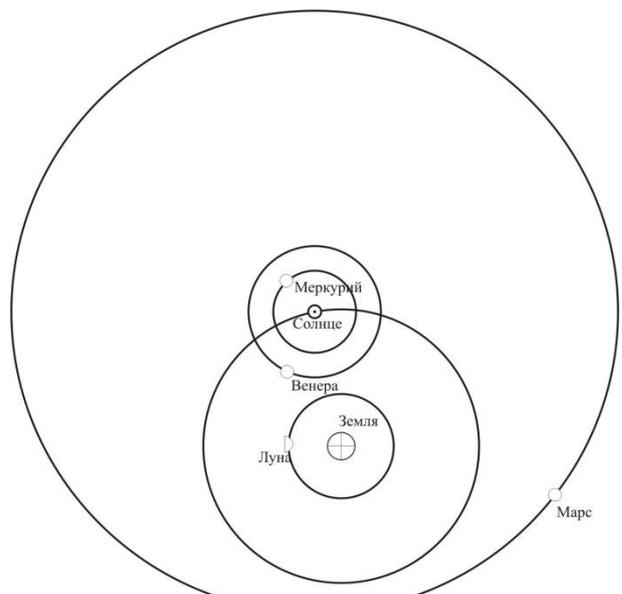
1)



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°
- 3) 300"
- 4) 0<sup>h</sup>11<sup>m</sup>10<sup>s</sup>
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 1°40'10"
- 7) 0,01 рад
- 8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

#### Вариант 2

- 1) 270'
- 2) 1,35°
- 3) 300"
- 4) 0<sup>h</sup>09<sup>m</sup>10<sup>s</sup>
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 1°48'19"
- 7) 0,015 рад
- 8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

#### Вариант 3

- 1) 700'
- 2) 1,5°
- 3) 500"
- 4) 0<sup>h</sup>21<sup>m</sup>08<sup>s</sup>
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 2°33'15"
- 7) 0,02 рад
- 8) угол, под которым видна Луна с Марса во время противостояния

#### Вариант 4

- 1) 444'
- 2) 1,75°
- 3) 222"
- 4) 0<sup>h</sup>12<sup>m</sup>10<sup>s</sup>
- 5) угловой диаметр Бетельгейзе
- 6) 1°51'33"

- 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<sup>h</sup>06<sup>m</sup>40<sup>s</sup>
- 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<sup>h</sup>10<sup>m</sup>45<sup>s</sup>
- 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:

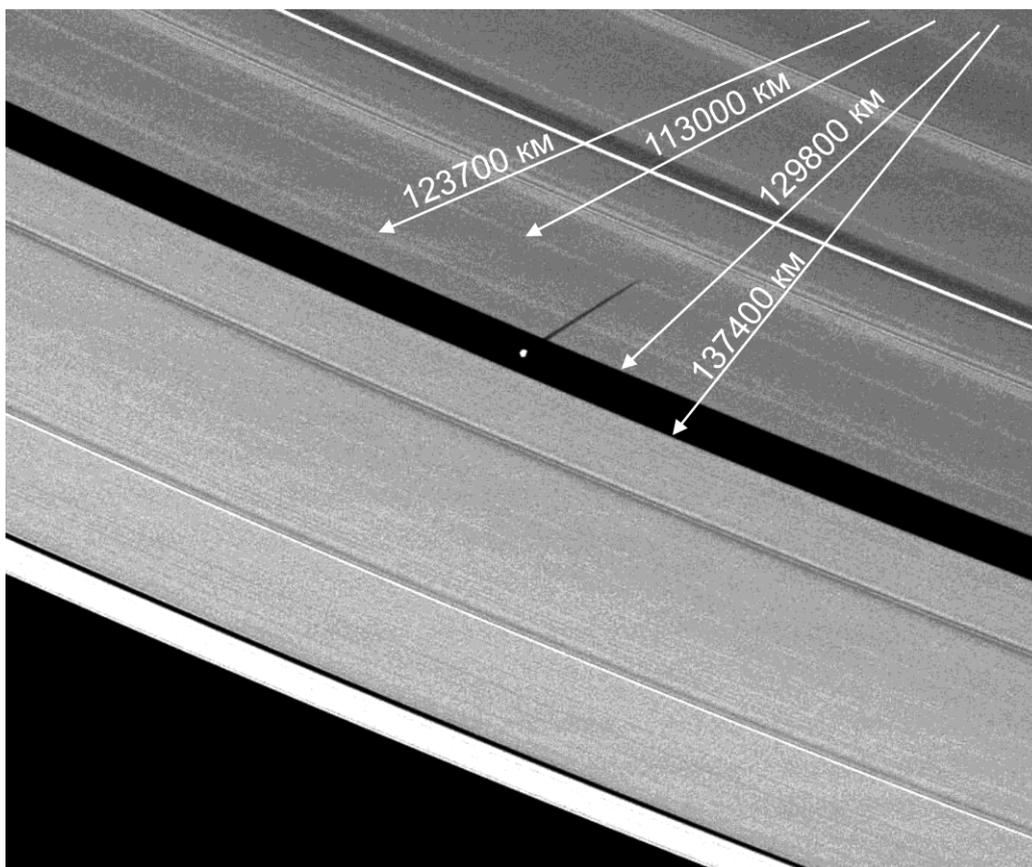
- Бетельгейзе стоит на 1-м месте – ставится +1 балл;
- Бетельгейзе стоит на 1-м месте, а п. 8 (Луна) на 2-м месте – ставится +1 балл;
- присутствует верная последовательность 3,7,2,6,4,1 с любым расположением внутри или вне её пп. 5 и 8 – ставятся +4 балла (правильно сопоставлены все величины, заданные 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.   |                              |             |           |                    |
| Солнце   | –               | –      | 332946<br><i>массы Земли</i> | 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:

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

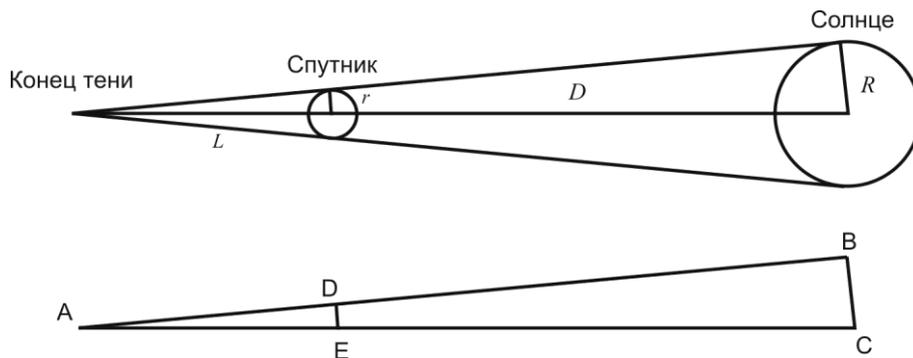
$$T_C = T_T \sqrt{\frac{a_C^3}{a_T^3}} = 0,04365 * 365,24 \sqrt{\frac{133600^3}{1222000^3}} \approx 0,576 \text{ сут}$$

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).

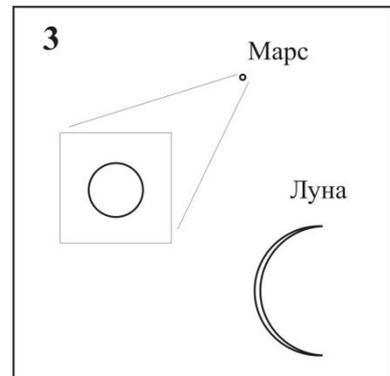
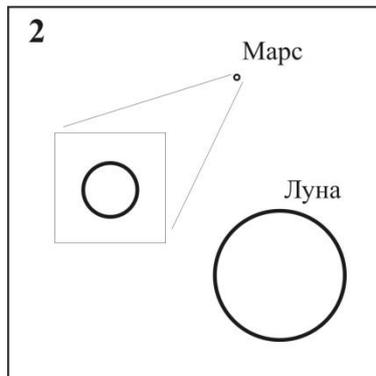
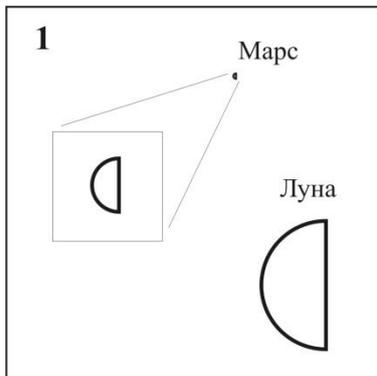
Нарисуем рисунок:

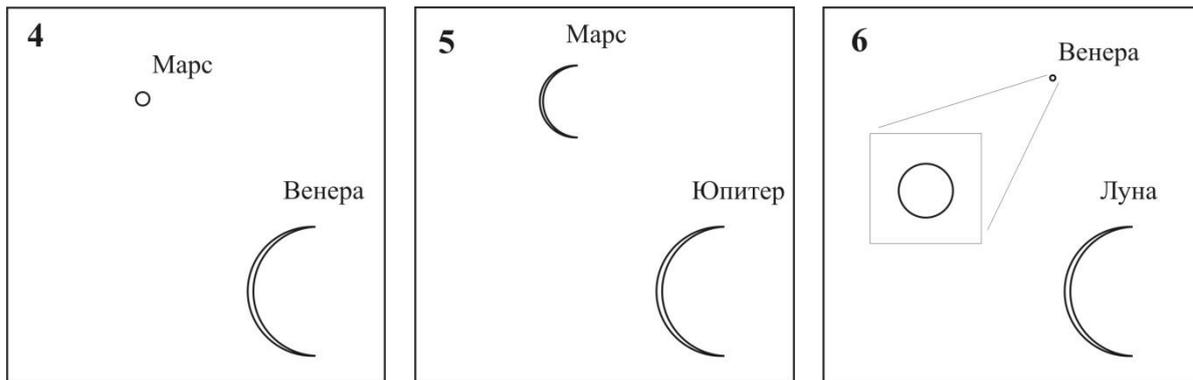


Видно, что треугольники ABC и ADE подобные. Пренебрегая величиной  $L$  по сравнению с  $D$  (т. е. 20 тыс. км по сравнению с 1,4 млрд км), можно записать соотношение  $\frac{L}{r} = \frac{D}{R}$  и получить ответ:  $r = \frac{L \cdot R}{D} = \frac{20600 \cdot 696000}{1422700000} = 10,08$  км. Диаметр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





**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  $\delta$ ) **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  $\delta$ ).
- 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  $\delta$ ) **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  $\delta$ ).
- 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  $\delta$ ) **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  $\delta$ ).
- 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  $\delta$ ) **нельзя** наблюдать с этим телескопом в верхней кульминации?

Выберите наиболее полный верный вариант ответа.

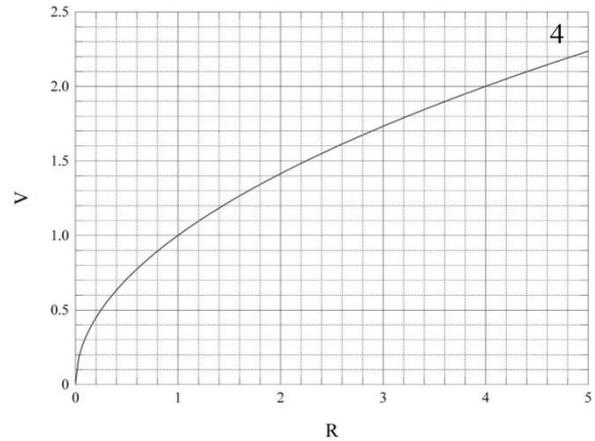
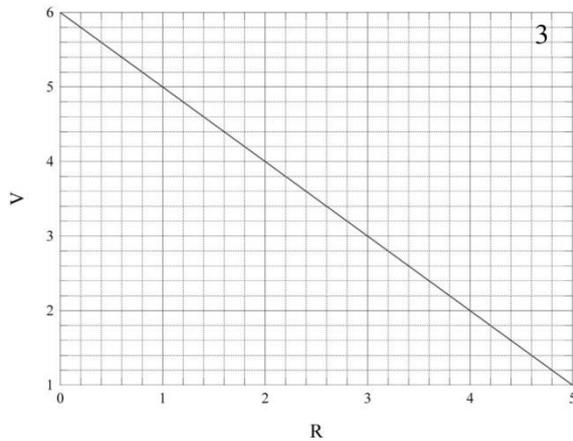
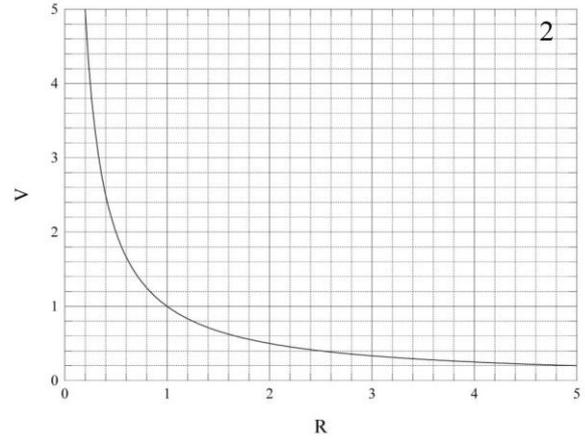
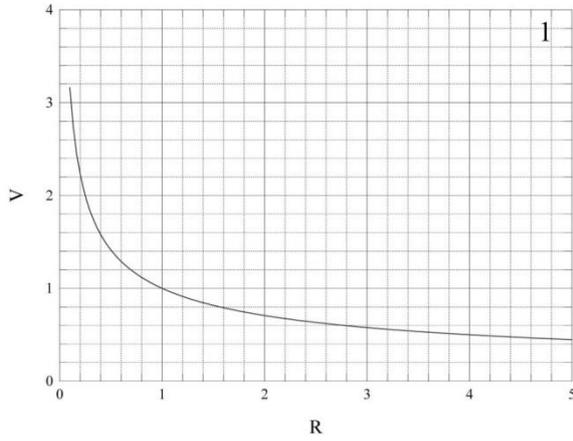
- 1) Нельзя наблюдать звёзды, у которых  $\delta < -42^{\circ}20'$  или  $41^{\circ}40' < \delta < 43^{\circ}40'$  (при любом R.A.).
- 2) Нельзя наблюдать звёзды, у которых  $42^{\circ}45' < \text{R.A.} < 44^{\circ}45'$  (при любом  $\delta$ ).
- 3) Нельзя наблюдать звёзды, у которых  $42^{\circ}45'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

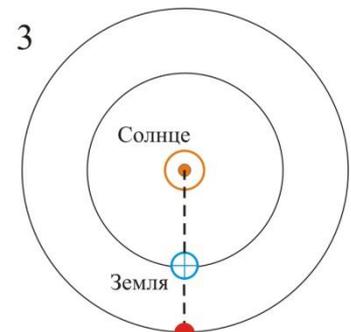
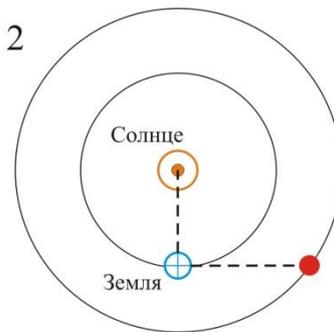
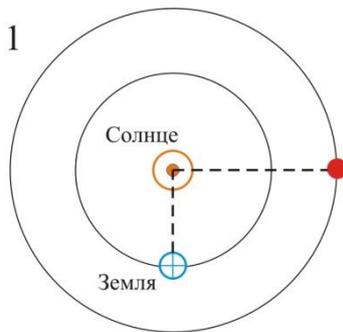


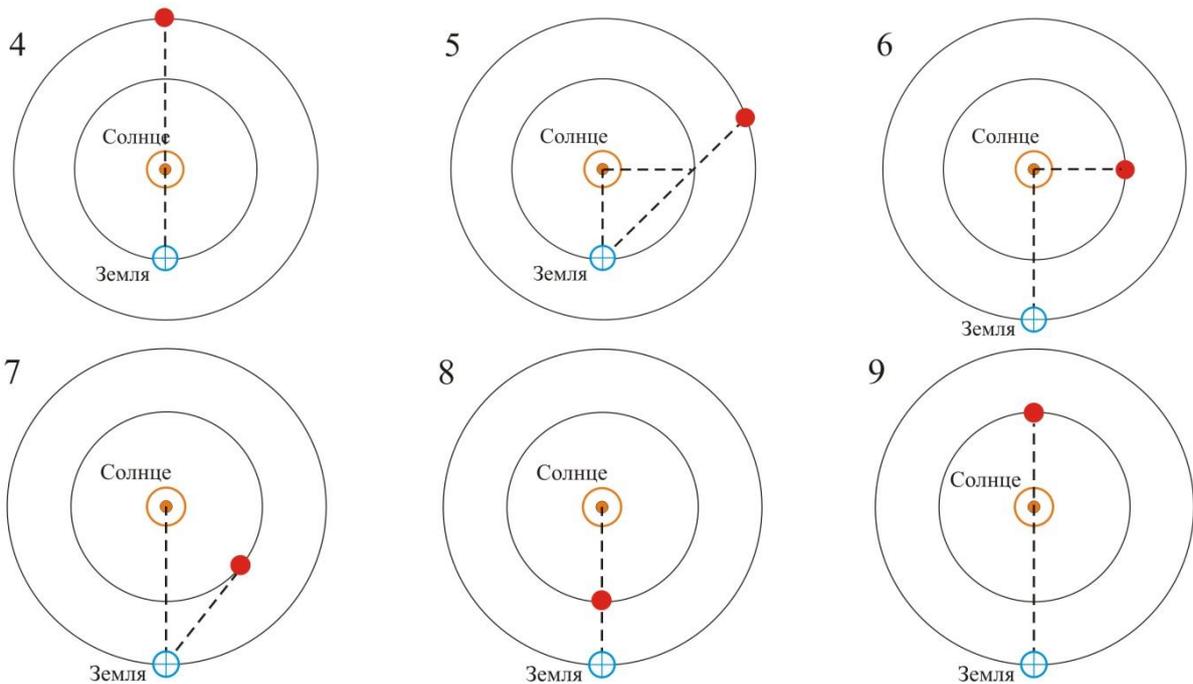
**Ответ: 1 (3 балла)**

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

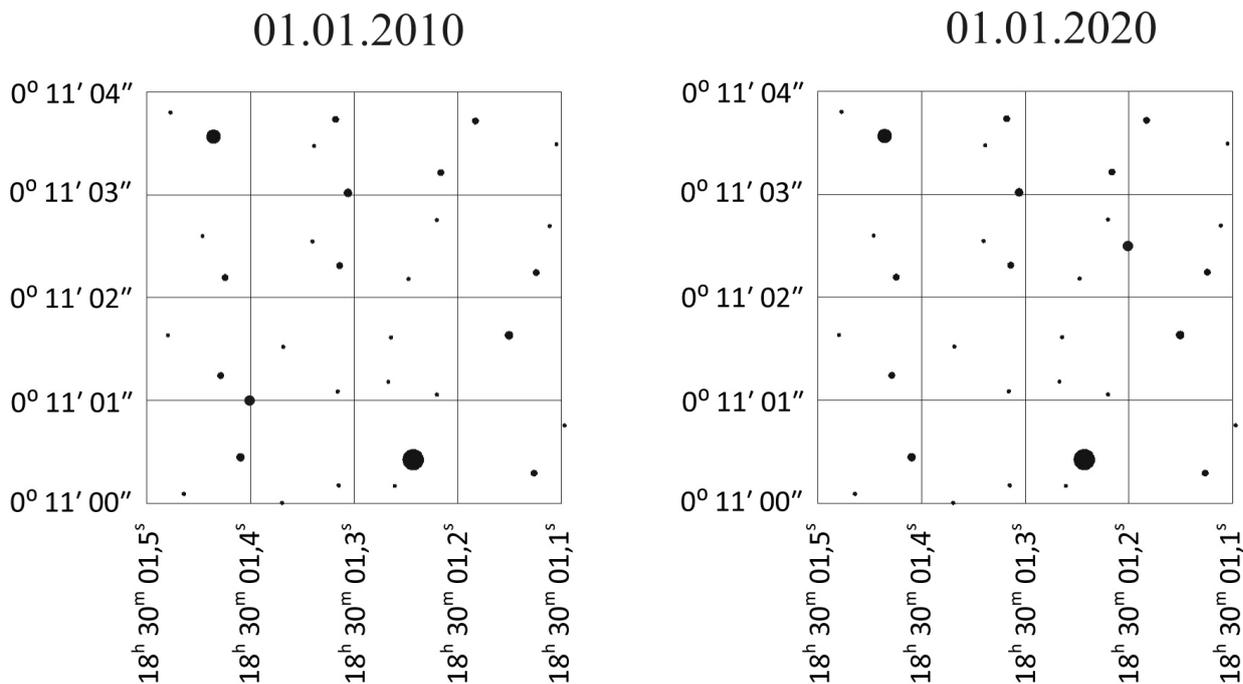
На рисунках представлен один и тот же фрагмент звёздной карты. В этой области находится звезда с большим собственным движением.

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

14) Определите величину собственного движения звезды и приведите в ответе значения собственного движения по склонению ( $\mu_\delta$ ) и прямому восхождению ( $\mu_\alpha$ ) 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  $^{\circ} \prime \prime$  (DD:MM:SS) для склонения ( $\mu_\delta$ ) и h m s (HH:MM:SS,s) для прямого восхождения ( $\mu_\alpha$ )?)

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.



**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

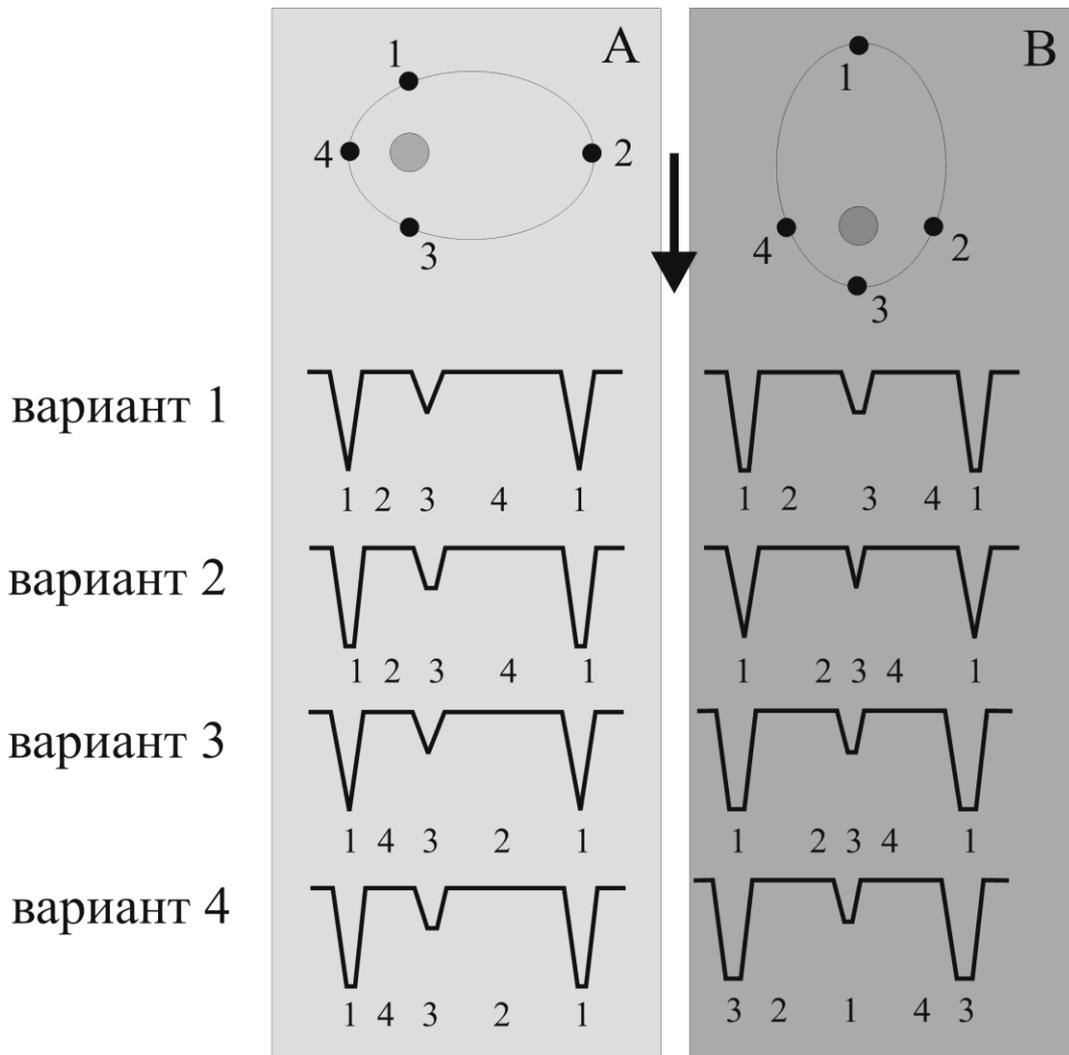
- 1) Венера
- 2) звезда  $17^m$
- 3) звезда  $8^m$
- 4) Вега
- 5) объект, создающий на поверхности Земли освещённость в видимом диапазоне  $5\text{млн} \frac{\text{квантов света}}{\text{с}\cdot\text{м}^2\cdot\text{нм}}$
- 6) объект, от которого телескоп диаметром 10 м за 1 сек собирает в зрачок наблюдателя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