

**Задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии 2019/2020 учебный год.**

**Время выполнения 3 часа.**

**9 класс**

**Ответы и критерии оценивания**

**Задание 1**

Чему равен звездный период обращения Венеры вокруг Солнца, если её верхние соединения с Солнцем повторяются через 1,6 года?

**Решение.**

Угловая скорость Земли (угол, описываемый ею за сутки) составляет  $\frac{360^\circ}{T_\oplus}$ , угловая

скорость Венеры  $\frac{360^\circ}{T}$ , где  $T_\oplus$  - земной год,  $T$  – звездный период обращения

планеты. Следовательно, за сутки Венера обгонит Землю на  $\frac{360^\circ}{T} - \frac{360^\circ}{T_\oplus}$ .  $S$  -

синодический период Венеры (минимальное время между двумя одинаковыми конфигурациями), Венера обгонит Землю на  $360^\circ$ , т.е.

$$\left(\frac{360^\circ}{T} - \frac{360^\circ}{T_\oplus}\right) \cdot S = 360^\circ, \text{ или } \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus} \Rightarrow T = \frac{T_\oplus \cdot S}{T_\oplus + S} \approx 0,62 \text{ года}$$

**Максимум за задание – 8 баллов.**

**Задание 2**

Выберите верные утверждения.

1. Скорость движения Земли по орбите больше, чем скорость Меркурия.
2. Кольца есть только у двух планет Солнечной системы.
3. Глядя на Солнце глазом, мы видим его фотосферу.
4. Серебристые облака являются самыми высокими облаками в земной атмосфере.
5. Кассиопея – экваториальное созвездие.
6. Луна – самый крупный спутник в Солнечной системе.
7. Юпитер – самая большая планета Солнечной системы.
8. Сириус – ярче Полярной звезды.

**Ответ:** верные утверждения № 3, 4, 7, 8.

**Критерии оценивания:**

За каждое верное утверждение **по 2 балла**, за каждое неверное – **минус 2 балла**.

*Суммарная оценка не может быть меньше 0.*

**Максимум за задание – 8 баллов.**

**Задание 3**

Два космических аппарата будущего стартуют с Земли со скоростями относительно Солнца 1000 км/с и 10000 км/с соответственно. Первый летит с экзопланете Проксима Центавра b (расстояние до неё 40000 млрд. км), а второй – к

планетной системе вокруг звезды TRAPPIST-1 (расстояние 39,50 световых лет). По прилёту оба корабля сразу же отправят некоторые данные на Землю с помощью радиосвязи. Данные от какого корабля придут раньше и на сколько? Ответ представьте в годах. Временем полёта внутри планетных систем и относительным движением звёзд пренебечь. Скорость света равна 300000 км/с.

**Решение:**

Найдём время полёта до каждой звезды.

1) Проксима Центавра b

$$\tau = \frac{r}{v} = 4 \cdot 10^{10} \text{ сек} \approx 1270 \text{ лет}$$

2) Звезда TRAPPIST-1

Расстояние до звезды  $r = 39,5 \times 365,25 \times 24 \times 3600 \times 300000 = 3,74 \cdot 10^{14}$  км

Время  $\tau = \frac{r}{v} = 1185$  лет

(это же время можно найти гораздо проще:  $\tau = 39,5 \times \frac{300000 \text{ км/с}}{10000 \text{ км/с}} = 1185$  лет)

Учтём, что данные, отправленные с аппаратов, будут лететь до получателя на Земле разное время.

$t_1 = 1270 + 1270 \times \frac{1000}{300000} = 1274,2$  года, где второе слагаемое – время, которое затратит свет, чтобы преодолеть расстояние от Проксимы Центавра до Солнца (т.е. расстояние до звезды в световых годах, которое можно найти отдельно, либо помнить его из прочитанных книг).

$t_2 = 1185 + 39,5 = 1224,5$  года

3) Разница времени будет равна

$\Delta t = 1274,2 - 1224,5 \approx 50$  лет.

**Ответ:** Данные от второго корабля придут быстрее примерно на 50 лет.

*Критерии оценивания обратите внимание, для разных классов критерии отличаются, как и условия этой задачи).*

Основное, что должно быть показано в решении данной задачи, это умение работать с расстояниями, заданными разными способами, умение переводить из одних единиц измерений в другие, понимание конечности скорости распространения сигнала и учёт этого в решении.

За вычисление времени полёта до каждой из звёзд (любым способом, но ответ должен совпасть с приведённым выше с учётом возможного округления на разных этапах – допускается отличие во времени прилёта кораблей  $\pm 10$  лет) **по 3 балла**. При наличии арифметической ошибки оценка **снижается на 1 балл**.

За учёт времени распространения сигнала от звезды до Земли явно или косвенно, т.е. без указания, почему появилось дополнительное слагаемое, **+ 1 балла** (выставляется и при наличии арифметической ошибки в предыдущей и в этой части решения, т.е. тут важно понимания самого факта, что это время надо учесть).

За вычисление разности времён для обоих случаев и формулировку ответа в годах + **1 балл** (ставится только при отсутствии ошибок на предыдущих этапах).

*Максимум за задание – 8 баллов.*

#### Задание 4

Марс, находящийся в восточной квадратуре, и Луна наблюдаются в соединении. Какова фаза Луны в этот момент? Ответ объясните, приведите рисунок, на котором изобразите описываемую ситуацию.

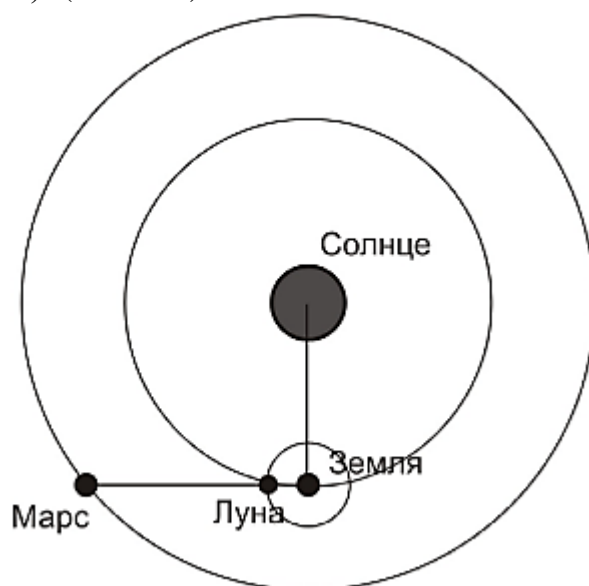
#### Ответ

На рисунке показаны положения всех тел, участвующих в описываемой ситуации (такой рисунок должен быть приведён в работе): **(4 балла)**.

При таком положении Луны относительно Земли и Солнца будет наблюдаться первая четверть (растущая Луна): **4 балла**.

*Примечание:* рисунок может быть несколько иным (например, вид взаимного расположения светил на небе для наблюдателя на поверхности Земли), главное, чтобы взаимное положение тел было указано верно и было понятно, почему Луна будет именно в той фазе, что приведена в ответе.

*Максимум за задание – 8 баллов.*



#### Задание 5

Во сколько раз нужно было бы увеличить скорость вращения Земли вокруг своей оси, чтобы тела на экваторе весили вдвое меньше, чем на полюсе? Считайте, что форма Земли не изменилась бы.

#### Решение.

Тела на экваторе участвуют в суточном вращении Земли, при этом их центростремительное ускорение

$$a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \text{ направлено к центру Земли и вес тела равен } m(g-a).$$

Здесь  $\omega$  и  $T$  - угловая скорость и период суточного вращения Земли.

$$\text{Согласно условию } a = \frac{g}{2}, \text{ откуда } T = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{g}}.$$

Подставив числовые значения, получим  $T=2\text{ч}$ .

Таким образом, чтобы тела на экваторе весили вдвое меньше, чем на полюсе, скорость вращения Земли необходимо увеличить в 12 раз.

(Заметим, что на самом деле форма столь быстро вращающейся планеты была бы сильно сплюснута у полюсов).

*Максимум за задание – 8 баллов.*

### Задание 6

С какой средней скоростью движется граница день/ночь по поверхности Луны ( $R=1738$  км) в районе её экватора? Ответ выразите в км/ч и округлите до целого. Для справки: синодический период обращения Луны (период смены лунных фаз) примерно равен 29,5 суток, сидерический период обращения (период осевого вращения Луны) примерно равен 27,3 суток.

### Решение

Длина экватора Луны  $L=2\pi R\approx 1738\cdot 3,14=10920,2$ км (2 балла).

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.=708ч (2 балла – если нет объяснения, почему использован именно этот период; 4 балла – если есть верное объяснение; за использование сидерического периода 1 балл).

Значит, скорость будет  $v = \frac{L}{P} = \frac{10920,2 \text{ км}}{708 \text{ ч}} \approx 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  (2 балла; этот балл ставится за вычисление скорости, в том числе и при использовании значения 27,3 – ответ при этом будет  $16,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ ).

*Примечание:* решение может быть сделано «в одну строку». Оценка при этом не снижается. За ответ без решения оценка 1 балл.

*Максимум за задание – 8 баллов*

### Общие рекомендации членам жюри по оцениванию работ участников олимпиады

1. Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные только в чистовике. Черновики не проверяются.
2. Не допускается снятие баллов за «плохой почерк», за решение задачи нерациональным способом, не в общем виде, или способом, не совпадающим с предложенным методической комиссией.
3. Правильный ответ, приведенный без основания или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.
4. Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов. От нуля до максимального за задание.