

Задание 1 (8 баллов)**Решение.**

Правильные ответы:

- а. нет
- б. нет
- в. нет
- г. да
- д. да
- е. да
- ж. нет
- з. да

Оценивание.

За каждый правильный ответ – 1 балл.

Задание 2 (8 баллов)**Решение.**

Правильные ответы:

- а. Луна
- б. Венера
- в. Луна
- г. Луна
- д. Марс
- е. Марс
- ж. Марс
- з. Луна

Оценивание.

За каждый правильный ответ – 1 балл.

Задание 3 (8 баллов)**Решение.**

Период обращения планеты и большая полуось ее орбиты связаны соотношением, известным как 3-ий закон Кеплера:

$$\frac{a_A^3}{T_A^2} = \frac{a_B^3}{T_B^2} = \frac{a_C^3}{T_C^2} = const.$$

Обратите внимание, что эксцентриситет в данное соотношение не входит.

Таким образом, большая полуось планеты А равна

$$a_A = \sqrt[3]{\frac{T_A^2 \cdot a_B^3}{T_B^2}} = \sqrt[3]{\frac{5.64^2 \cdot 0.0954^3}{14.03^2}} \approx 0.052 \text{ а.е.}$$

Период планеты С равен

$$T_C = \sqrt{\frac{T_B^2 \cdot a_C^3}{a_B^2}} = \sqrt{\frac{14.03^2 \cdot 0.172^3}{0.0954^2}} \approx 34 \text{ суток.}$$

Оценивание.

Верная запись 3-го закона Кеплера – 2 балла.

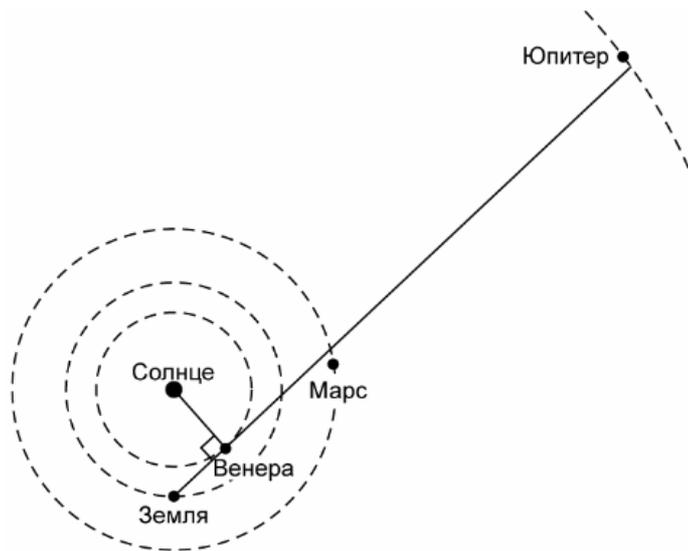
Определение большой полуоси планеты А – 3 балла.

Определение периода планеты С – 3 балла.

Задание 4 (8 баллов)**Решение.**

Конфигурация планет показана на рисунке. Расстояния до планет следуют из него явным образом – Венера, Марс, Юпитер.

Фаза Венеры 0,5 или 50%, фаза Юпитера стремится к 1 (100%).



Оценивание.

Правильный рисунок – 4 балла.

Указана правильная последовательность – 2 балла.

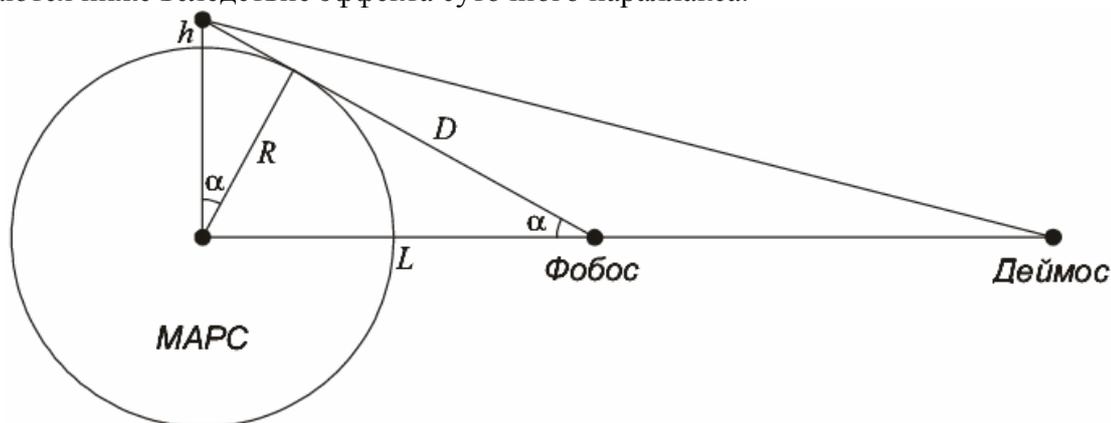
Фаза Венеры – 1 балл.

Фаза Юпитера – 1 балл.

Задание 5 (8 баллов)

Решение.

Мы пренебрегаем наклоном орбит спутников к экватору Марса (в действительности он очень мал, порядка 1°), спутники обращаются вокруг Марса в плоскости его экватора. Периоды вращения спутников не совпадают с осевым периодом вращения Марса, и в разное время они будут располагаться над разными меридианами Марса. Так как стоит задача постоянного наблюдения спутников с вышки, ее имеет смысл строить там, где нижняя кульминация спутников происходит наименее глубоко под горизонтом. Этому условию в пределах удовлетворяют полюса Марса, где спутники будут располагаться на постоянной глубине под горизонтом. Находишься они бесконечно далеко от планеты, они появились бы на горизонте при наблюдении с поверхности. Но в реальности спутники (особенно Фобос) близки к Марсу и оказываются ниже вследствие эффекта суточного параллакса.



Обозначим радиус Марса через R , радиус орбиты Фобоса через L , минимальную высоту вышки через h . Из рисунка мы можем записать соотношение

$$\cos \alpha = \frac{D}{L} = \frac{\sqrt{L^2 - D^2}}{L} = \frac{R}{R+h}.$$

Отсюда мы получаем выражение для минимальной высоты вышки:

$$h = \frac{LR}{\sqrt{L^2 - R^2}} - R = R \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (R/L)^2}} - 1 \right).$$

Подставляя численные данные для Марса и Фобоса, получаем значение высоты: $h \approx 247$ км. С вершины такой башни всегда будет виден Фобос и, очевидно, Деймос, так как он расположен дальше, и его суточный параллакс меньше (см. рисунок).

Оценивание.

Вывод о том, что вышку имеет смысл строить на одном из полюсов Марса – 3 балла.

Расчет минимальной высоты h башни для наблюдения Фобоса – 4 балла.

Вывод о том, что этой высоты достаточно для наблюдения Деймоса – 1 балл.

Задание 6 (8 баллов)

Решение.

Параллакс – изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона в зависимости от положения наблюдателя.

Зная расстояние между точками наблюдения L (базис) и угол смещения α , можно определить расстояние до объекта D :

$$D = \frac{L}{2 \sin(\alpha/2)}.$$

Для малых углов: $D \approx \frac{L}{\alpha}$.

С первого взгляда может показаться, что раз параллакс Солнца больше параллакса звезды в 20 раз, то звезда располагается в 20 раз дальше Солнца. Но это, конечно, не так.

Для Солнца дано значение экваториального горизонтального параллакса, базисом которого служит экваториальный радиус Земли. Базис годичного параллакса, данного для звезды, есть радиус земной орбиты, в 23450 раз больше.

Поэтому звезда отстоит от нас в 469000 раз дальше Солнца.

Оценивание.

Дано определение параллакса – 1 балл.

Описано использование параллакса в астрономии – 1 балл.

Вывод о том, что для Солнца дано значение экваториального горизонтального параллакса, базисом которого служит экваториальный радиус Земли – 2 балла.

Вывод о том, что для звезды в качестве базиса годичного параллакса используется радиус земной орбиты – 2 балла.

За правильное определение отношения расстояний – 2 балла.