

9 класс

Задание 1

- a) – Южная Рыба, (1 балл)
 - b) – Дельфин, (1 балл)
 - c) – Золотая Рыба, (1 балл)
 - d) – Летучая Рыба, (1 балл)
 - e) – созвездие Рыбы. (1 балл)
- Лишнее созвездие – Дельфин. (3 балла).

Задание 2

Великие противостояния Марса – эпохи наиболее тесного сближения Земли и Марса, предоставляющие астрономам возможность детально исследовать эту планету с помощью телескопов. (1 балл)

Если бы орбиты Земли и Марса были совершенно круглыми, то все противостояния этих планет были бы одинаковыми. Но это не так: орбиты планет эллиптические. Правда, орбита Земли лишь чуть-чуть отличается от окружности, но орбита Марса вытянута весьма заметно. А поскольку время между противостояниями немного больше двух лет, то Земля за это время совершает чуть больше двух оборотов по орбите, а Марс – немного больше одного оборота. Значит, при каждом противостоянии эти планеты встречаются в разных местах своих орбит, приближаясь друг к другу на разное расстояние. Если противостояние случается в период нашей зимы, – с января по март, – то расстояние до Марса довольно велико, около 100 млн. км. Но если Земля сближается с Марсом в конце лета, когда Марс проходит перигелий своей орбиты, то расстояние от нас до Марса сокращается всего до 56-60 млн. км. Такие благоприятные противостояния называют ВЕЛИКИМИ, они случаются через каждые 15 или 17 лет. Противостояние тем благоприятнее, чем ближе оно приходится к 28 августа, так как в этот день Земля проходит ближе всего к перигелию орбиты Марса. (3 балла)

Великие противостояния непременно приносят астрономам новые открытия о природе Красной планеты. (1 балл)

Во время великого противостояния планета Марс находится по ту же сторону от Солнца, что и Земля, находясь вдобавок к этому вблизи точки перигелия своей орбиты. Казалось бы, Земля находится между Солнцем и Марсом, и наблюдатели на Марсе могли бы увидеть прохождение Земли по диску Солнца. Но орбиты Земли и Марса находятся в разных полуплоскостях, и прохождение возможно, только если планеты находятся вблизи «линии узлов» – линии пересечения плоскостей орбит. Такое бывает, если противостояние Марса наступает в середине мая или середине ноября. Великие же противостояния Марса происходят в августе или сентябре, и тогда Марс располагается на небе значительно южнее эклиптики. Соответственно, для наблюдателей на Марсе Земля пройдет севернее диска Солнца, и прохождение не наступит. **(3 балла)**

Задание 3

Сидерический период обращения (от лат. sidus, звезда; род. падеж sideris) – промежуток времени, в течение которого какое-либо небесное тело-спутник совершает вокруг главного тела полный оборот относительно звёзд. Понятие «сидерический период обращения» применяется к обращающимся вокруг Земли телам – Луне (сидерический месяц) и искусственным спутникам, а также к обращающимся вокруг Солнца планетам, кометам и др. Сидерический период также называют годом. У Земли – 1 год. **(1 балл)**

Синодический период обращения (от греч. σύνωδος – соединение) – промежуток времени между двумя последовательными соединениями Луны или какой-нибудь планеты Солнечной системы с Солнцем при наблюдении за ними с Земли. При этом соединения планет с Солнцем должны происходить в фиксированном линейном порядке, что существенно для внутренних планет: например, это будут последовательные верхние соединения, когда планета проходит за Солнцем. **(1 балл)**

Формула связи между сидерическими периодами обращения двух планет (за одну из них принимаем Землю) и синодического периода S одной относительно другой:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{Z} - \frac{1}{T} \quad (\text{для внешних планет}), \quad (1 \text{ балл})$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{Z} \quad (\text{для внутренних планет}), \quad (1 \text{ балл})$$

где Z – сидерический период Земли (1 год), T – сидерический период планеты.

Синодический период внешней планеты S превышает один земной год, следовательно, планета обращается вокруг Солнца в том же направлении, что и Земля. В этом случае ее период обращения вокруг Солнца T может быть найден из соотношения:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{S}. \quad (1 \text{ балл})$$

Здесь T_0 – период обращения Земли вокруг Солнца. Подставляя численные значения, получаем, что период обращения планеты вокруг Солнца составляет 11.4 лет. **(1 балл)**

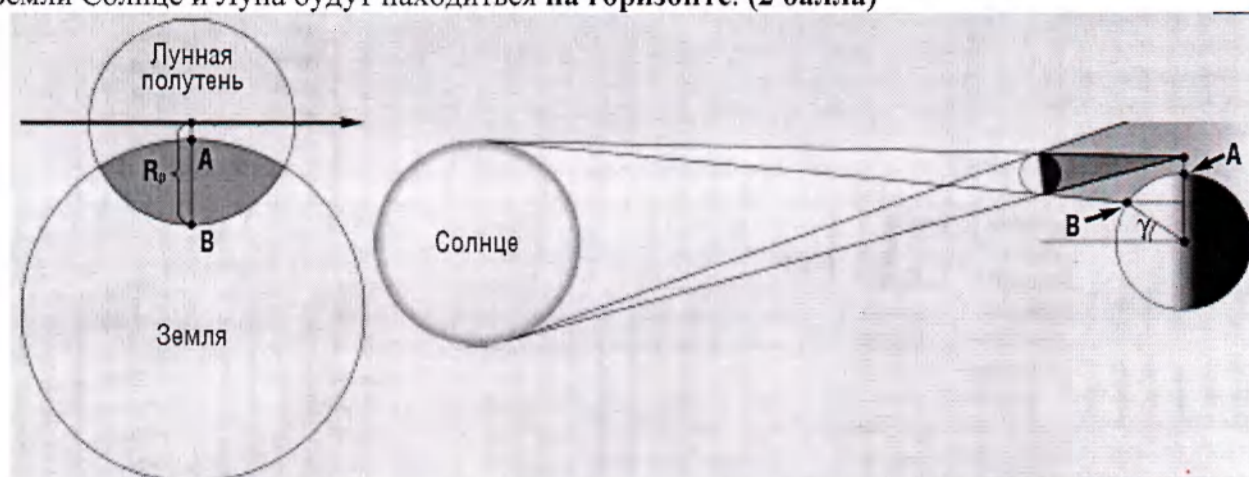
Величина среднего расстояния планеты от Солнца, или, то же самое, большой полуоси ее орбиты, составляет

$$a = a_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{2/3} \approx 5.07 \text{ а.е.} \quad (2 \text{ балла})$$

Задание 4

В условии задачи сказано, что на Земле наблюдается только частное затмение Солнца. Значит, линия, соединяющая центры Солнца и Луны (линия центрального затмения) не попала на поверхность нашей планеты. В этом случае наибольшая фаза затмения будет наблюдаться в точке Земли А, глубже всего вошедшей в лунную полутень. **(1 балл)**

Если смотреть на Землю со стороны Луны (поясняющие рисунки – 2 балла), то эта точка будет находиться на краю диска Земли, ближе всего к центру тени и полутени. В этой точке Земли Солнце и Луна будут находиться на горизонте. (2 балла)



А чтобы ответить на второй вопрос задачи, рассмотрим ту же конфигурацию Солнца, Луны и Земли «сбоку». Из рис. видно, что в интересующей нас точке Земли диск Луны будет виден точно над диском Солнца, то есть Солнце будет на горизонте и превратится в серп с рогами, направленными вверх. (3 балла – ответ с рисунком, 1 балл – ответ без рисунка)

Задание 5

Скорость суточного движения Земли направлена с запада на восток и равна: $v_0 = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T_0}$.

(2 балла)

Здесь $R = 6378$ км – радиус Земли, $T_0 = 24$ часа – период ее вращения вокруг своей оси. На широте $\varphi = 60^\circ$ эта скорость составляет 835 км/ч. (1 балл)

Движение пассажира поезда вокруг оси Земли будет происходить на v_x км/ч быстрее. (1 балл)

В день весеннего равноденствия световой день будет длиться ровно половину солнечных суток (если не учитывать рефракцию), то есть для пассажира поезда он составил 11.195 часов или 11 часов 12 минут. Тогда продолжительность солнечных суток в 2 раза больше – 22,39 часов или 22 часа 24 минуты. (2 балла)

Отсюда находим скорость:

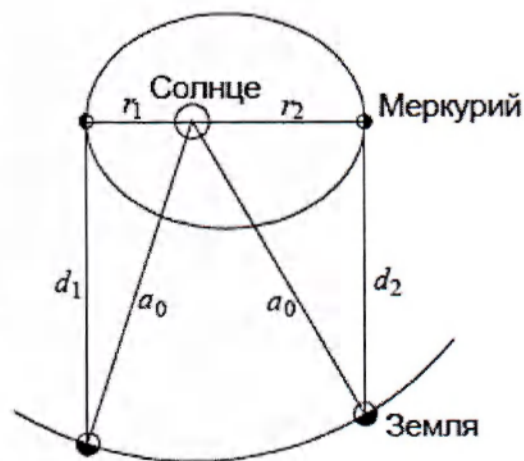
$$T = \frac{2\pi R \cos \varphi}{v_0 + v_x} \Rightarrow v_x = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T} - v_0 \approx 60 \text{ км/час. (2 балла)}$$

Задание 6

На рисунке (2 балла) видно, что если Меркурий достигает наибольшей элонгации в перигелии или афелии, угол с вершиной в центре этой планеты и образованный с направлениями на Солнце и Землю, равен 90° . Таким образом, фазовые углы Меркурия в обоих случаях совпадают, и соотношение значений блеска Меркурия в этих положениях определяется только соотношением его расстояний до Солнца и Земли. В перигелии расстояние от Солнца до Меркурия равно

$$r_1 = a(1-e) = 0.307 \text{ а.е.,}$$

а расстояние от Земли до Меркурия, если в это время он находится в наибольшей элонгации



$$d_1 = \sqrt{a_0^2 - r_1^2} = 0.952 \text{ а.е. (1 балл)}$$

Здесь a и e – большая полуось и эксцентриситет орбиты Меркурия, a_0 – радиус орбиты Земли.

Соответственно, в афелии расстояние Меркурия от Солнца составляет

$$r_2 = a(1 + e) = 0.467 \text{ а.е.,}$$

а до Земли во время наибольшей элонгации

$$d_2 = \sqrt{a_0^2 - r_2^2} = 0.884 \text{ а.е. (1 балл)}$$

Отношение яркостей Меркурия в первом и втором случае равно

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{r_2^2 d_2^2}{r_1^2 d_1^2} \approx 2, \text{ (2 балла)}$$

то есть во время наибольшей элонгации в перигелии Меркурий вдвое ярче, чем в афелии.

Соответствующая разница звездных величин равна

$$\Delta m = 2.5 \lg 2 \approx 0.75. \text{ (2 балла)}$$