

Критерии оценивания

9 класс

Задача 1. Опасные кометы

Орбиты двух комет Свифта — Туттля и Хейла-Боппа лежат в плоскости эклиптики. Кометы имеют перигейные расстояния 0,1 а.е и 0,331 а.е. Длины их хвостов 3 км и 148 млн км. Может ли Земля пройти через хвосты этих комет?

Решение. В первом случае Земля не может пройти через хвост кометы. Т.к. $0,1 \text{ а.е.} = 15000000 \text{ км}$. (2 балла) Хвост кометы Свифта — Туттля направлен в сторону от Солнца и составляет 3 км. (2 балла) Во втором случае, комета Хейла-Боппа находится в перигелии на расстоянии 49 650 000 км от Солнца, её хвост имеет длину 148 млн км и направлен от Солнца, (2 балла) поэтому Земля может пройти через её хвост. (2 балла)

Максимальный балл- 8 баллов

Задача 2.

Какой наибольшей высоты, в какой день года, в котором часу и в каком созвездии может достигать полная Луна на широте Петропавловска- Камчатского ($\varphi = 53^{\circ} 01'$)?

Решение: благодаря движению узлов лунной орбиты восходящий узел может совпадать с точкой весеннего равноденствия. Именно в этом случае полная Луна может достигнуть своей наибольшей высоты. (2 балла) Учитывая, что небесный экватор поднимается на широте Петропавловск- Камчатского на $90^{\circ} - 53^{\circ} 01' = 36^{\circ} 59'$, (2 балла) что наклон эклиптики к экватору $23^{\circ} 27'$, а наклон лунной орбиты к эклиптике $5^{\circ} 09'$, получим, что Луна может подняться над горизонтом на $36^{\circ} 59' + 23^{\circ} 27' + 5^{\circ} 09' = 64^{\circ} 09'$. (2 балла) Это может произойти в полночь в день зимнего солнцестояния. Луна должна быть в это время в созвездии Близнецов. (2 балла)

Максимальный балл- 8 баллов

Задача 3.

Почему до конца XIX века на обсерваториях устанавливались в основном телескопа-рефракторы, а с XX века- рефлекторы?

Решение: причин несколько:

- 1) При обработке поверхности зеркала требуется вдвое более высокая точность, чем при обработке линзы; (2 балла)
- 2) Не было технологии алюминирования зеркал, а металлические зеркала плохо отражали и быстро тускнели; (2 балла)
- 3) Свободное от аберраций поле зрения рефлектора невелико. По мере продвижения к исследованию слабых объектов возрастал диаметр объективов, а линзы диаметром более метра уже не выдерживали своего веса и деформировались; (2 балла)
- 4) Трудно было изготавливать абсолютно прозрачные, не содержащие дефектов стеклянные заготовки для крупных линз. Поэтому в XX веке рост диаметра телескопов происходил за счёт зеркальных систем. (2 балла)

Максимальный балл- 8 баллов

Задача 4.

Космический корабль опустился на астероид диаметром 1 км и средней плотностью $2,5 \text{ г/см}^3$. Космонавты решили объехать астероид по экватору на вездеходе за 2 часа. Смогут ли они это сделать?

Решение: нет, не смогут. (1 балл) Вездеход должен двигаться со скоростью не больше первой космической, иначе он оторвётся от поверхности и потеряет опору. Найдём время облёта астероида по низкой орбите с этой предельной скоростью:

$$T = \frac{2\pi R}{v_1} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}} \quad (2 \text{ балла}) \quad (v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}} \quad (1 \text{ балл}))$$

Учитывая, что плотность астероида выражается так: $\rho = \frac{3M}{4\pi R^3}$. Тогда

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}. \quad (2 \text{ балла})$$

Следовательно, на низкой время оборота зависит не от размера притягивающего тела, а только от его средней плотности. У низколетящего спутника Земли $T_3 = 1,5$ часа, а плотность Земли $5,5 \text{ г/см}^3$. Тогда для планеты плотности ρ получим:

$$T = T_3 \sqrt{\frac{\rho_3}{\rho}} = 1,5 \text{ час} \sqrt{\frac{5,5 \text{ г/см}^3}{\rho}} = \frac{3,5 \text{ час}}{\sqrt{\rho \text{ г/см}^3}} = \frac{3,5 \text{ час}}{2,5 \text{ г/см}^3} = 2,2 \text{ часа}. \quad (2 \text{ балла})$$

Значит вездеход не может объехать астероид за 2 часа.

Максимальный балл- 8 баллов

Задача 5.

Комета Нишимура обращается вокруг Солнца с периодом обращения 435 лет, а планета Юпитер имеет период обращения вокруг Солнца 11,9 года. Кто из них более удален от Солнца в точке афелия своей орбиты?

Решение: Орбита кометы сильно вытянута, поэтому в афелии она находится на расстоянии $2a_k$ от Солнца, а планета- на расстоянии $a_{п}$ (a - большая полуось орбиты). (4 балла) Значит отношение расстояний в афелии можно найти по третьему закону Кеплера:

$\frac{2a_k}{a_{п}} = 2 \left(\frac{T_k}{T_{п}} \right)^{2/3} = 2 \left(\frac{435}{11,9} \right)^{2/3} = 4,02$. Следовательно комета Нишимура в точке афелия дальше Юпитера в 4,02 раза. (4 балла)

Максимальный балл- 8 баллов

Задача 6.

Верно ли, что 21 марта и 23 сентября день на Земле всюду равен ночи?

Решение: это утверждение неверно. Во-первых, рефракция ведёт к тому, что Солнце восходит несколько раньше и заходит позже, чем это было бы при отсутствии атмосферы. Продолжительность дня поэтому увеличивается, а момент равенства дня и ночи сдвигается. (3 балла)

Во-вторых, в один и тот же физический момент времени в разных точках земного шара, в связи с местным временем, бывают разные даты. (2 балла)

В-третьих, наступления равенства (т.е момента прохождения центра солнечного диска через точку пересечения экватора и эклиптики) не происходит в один и тот же день в связи с тем, что календарный год только в среднем равен тропическому, и истинная длина года выражается целым числом. (3 балла)

Максимальный балл- 8 баллов