педагогу

Всероссийская олимпиада школьников
муниципальный этап
Астрономия, 2016 год
7,8 классы
Критерии проверки
Все задания по 8 баллов

Задание 1 (8 баллов)
Найти максимально возможное расстояние между двумя спутниками на геостационарной орбите, при котором с одного из спутников можно увидеть другой.
Решение:
Радиус геостационарной орбиты примерно 42164 км. Участник может как вывести, так и знать его. Единственное, что может помешать спутникам видеть друг друга — это Земля, которая может скрывать их друг от друга. Соответственно, максимально возможное расстояние — это удвоенная длинна длинного катета в прямоугольном треугольнике, у которого гипотенуза равна радиусу геостационарной орбиты, а короткий катет радиусу Земли. То есть

$$L = 2 \cdot \sqrt{R_{\text{ГС}}^2 - R_З^2} \approx 83360\text{км}$$

Ориентировочные критерии оценивания:
3 балла за расчет или вспоминание параметров геостационарной орбиты
2 балла за понимание что спутники закрывает Земля
3 балла за окончательный расчет расстояния

Задание 2 (8 баллов)
На орбите сейчас находится около 700,000 частичек космического мусора крупнее 1 см. Оценить среднее расстояние между двумя частичками, считая, что они равномерно распределены в области с расстоянием от поверхности земли от 200 до 36,000 километров.
Решение:
Объём сферы составляет $V_c = \frac{4}{3}\pi R^3$. Объём указанной области пространства:

$$V = \frac{4}{3}\pi(R_1^3 - R_2^3) = \frac{4}{3}\pi((6370 + 36000)^3 - (6370 + 200)^3) \approx 3{,}2 \cdot 10^1 \text{ км}^3$$

Значит одна частичка мусора приходится на $3{,}2 \cdot 10^1$ км^3/700000 $\approx 4{,}5 \cdot 10^8$км^3, а значит среднее расстояние между ними порядка $2 \cdot \sqrt[3]{4{,}5 \cdot 10^8} \approx 1537$км

Ориентировочные критерии оценивания:
2 балла за правильное описание формы области
3 балла за расчет её объема
3 балла за окончательный расчет среднего расстояния

Задание 3 (8 баллов)
На сколько бы изменилась длинна солнечных суток если бы вращение Земли внезапно поменялось бы на противоположное по направлению с сохранением угловой скорости.
Решение:
Сейчас за год Земля совершает $1 + 365{,}24 \approx 366{,}24$оборотов вокруг своей оси(+1 из-за учета орбитального вращения). После разворота вращения она начнёт совершать $-1 + 365{,}24 \approx 364{,}24$оборота за год. Значит продолжительность суток увеличится в $366{,}24/364{,}24 \approx 1{,}0055$раза то есть примерно на 7 минут 54 секунды.

Ориентировочные критерии оценивания:
3 балла за демонстрацию понимание разницы синодических и сидерических суток
3 балла за расчет во сколько раз изменится продолжительность суток
2 балла за окончательный расчет разницы

Задание 4 (8 баллов)

21 марта в истинный полдень тень вертикально стоящего столба была в два раза длиннее высоты самого столба. На какой широте это было?

Решение:

21 марта это день весеннего равноденствия. В этот день в истинный полдень солнце поднимается на высоту равную $90^\circ - \delta$, где δ- широта местности. Если длинна тени равна удвоенной длине столба то этот угол a $2 \approx 26{,}6^\circ$, значит и широта местности $63{,}4^\circ$

Ориентировочные критерии оценивания:

2 балла за указание что 21 марта это равноденствие
2 балла за указание высоты подъема Солнца в полдень в равноденствие
4 балла за окончательный расчет расстояния

Задание 5 (8 баллов)

Максимальная скорость американского марсохода «Curiosity» составляет примерно 4 сантиметра в секунду. Какое максимальное расстояние он может успеть проехать за время которое требуется радиосигналу что бы достигнуть оператора на земле и вернуться обратно? Реально ли им управлять в таком режиме?

Решение:

Максимально возможное расстояние от Земли до Марса (когда они в оппозиции) составляет $L = R_м + R_з = 227{,}9 + 149{,}6 = 377{,}5$млнкм. Что бы пройти это расстояние 2 раза, туда и обратно, радиосигналу понадобится $t = L/c \approx 1259$секунд. За это время марсоход проедет $1259\text{с} \cdot 4\,\text{см/с} \approx 50{,}37$метров. Разумеется, управлять им с Земли на такой скорости не получится.

Ориентировочные критерии оценивания:

2 балла за понимание когда будет максимальное расстояние
3 балла за расчет максимального расстояния
1 балл за расчет времени полета сигнала
1 балл за расчет дистанции, которую марсоход проедет за это время
1 балл за корректное заключение о невозможности управлять ив в таком режиме с Земли

Задание 6 (8 баллов)

На планете, радиус которой в 2 раза больше, чем у Земли, первая космическая скорость совпадает с земной. Найти её плотность.

Решение:

Когда тело движется с первой космической скоростью для него сила тяжести равна центростремительной силе $G\frac{M}{R^2} = m\frac{V^2}{R}$, откуда мы можем получить формулу для первой космической скорости $V = \sqrt{\frac{G}{R}}$. Но масса $M = \rho R^3$, то $\rho R^2 = \rho_з R_з^2$(без индекса — величины для планеты, индекс «з» означает землю), а значит плотность планеты $\rho = \rho_з \frac{R_з^2}{R^2} = \frac{1}{4}\rho_з \approx 1{,}38\,\text{г/см}^3$

Ориентировочные критерии оценивания:

1 балл за знание что такое первая космическая скорость
3 балла за вывод формулы первой космической скорости
4 балла за окончательный расчет