

## 10 класс

**Задача 1. Первое условие.** Движение метеора снизу вверх наблюдать можно. Происходит это тогда, когда метеор летит примерно *горизонтально относительно наблюдателя (1 балл)* и *приближается к нему (1 балл)*.

**Второе условие.** Поскольку метеоры летят на *достаточно большой высоте, и они достаточно удалены от наблюдателя (1 балл)*, то их движение на небосводе воспринимается как *восходящее (1 балл)*.

**Основное условие.** Наибольший эффект восходящего движения будет наблюдаться при *расположении радианта созвездия Льва вблизи истинного горизонта (4 балла)*.

**Задача 2. Первый этап. Вычисление расстояния до звезды.** Один парсек есть расстояние, с которого радиус орбиты Земли виден под углом в одну секунду:

$$1'' = 1/206265 \text{ радиана.}$$

То есть, один парсек равен 206265 а.е. или  $206265 \cdot 149 \cdot 10^9 \text{ м}$ .

Расстояние  $r$  до звезды будет больше:

$$r = 206265 \cdot 149 \cdot 10^9 \text{ м} / 0,769 = 40 \cdot 10^{15} \text{ м.}$$

*Оценка за правильное вычисление расстояния – 3 балла.*

*Вычисление с арифметической ошибкой – 1 балл.*

**Второй этап. Вычисление времени полёта.** Скорость корабля равна:

$$v = 0,001 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 3 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$$

Время полёта равно:

$$t = r/v = 40 \cdot 10^{15} \text{ м} / 3 \cdot 10^5 \text{ м/с} = 1,33 \cdot 10^{11} \text{ с} = 1,33 \cdot 10^{11} \text{ с} / 31,6 \cdot 10^6 \text{ с} = 4,20 \cdot 10^3 \text{ лет}$$

*Оценка за правильное вычисление времени полёта – 1 балл.*

**Вывод.** Время полёта превышает четыре тысячи лет. Земляне в настоящее время не могут совершить перелёт.

*Оценка за приведённый вывод – 1 балл.*

**Дополнительный вывод.** В предложенном методе разгона корабля Земляне в принципе не смогут вернуться, так как разгоняющий лазер остаётся на Луне.

*Оценка за приведённый дополнительный вывод – 2 балла.*

**Задача 3. Первый этап.** Участник олимпиады может представить два рисунка:

а) небесного меридиана (из учебника) с указанием углов *высоты  $h$  и склонения  $\delta$  звезды, широты места  $\varphi$ , положения северного полюса мира  $P$ , точек севера  $N$  и юга  $S$  истинного горизонта;*

б) земного меридиана с указанием разности широт  $\Delta\varphi$ , расстояния  $l$  перемещения астронома и радиуса Земли  $R$ .

*Оценка за каждый правильный рисунок – 1 балл.*

**Второй этап.** Запись общего соотношения для высоты, склонения и широты места, например, в виде:

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

либо запись этого соотношения для конкретных значений указанных углов.

*Оценка – 1 балл.*

**Третий этап.** Запись соотношения и правильное вычисление разности высот и широт мест наблюдений:

$$h_1 - h_2 = \varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi = 9^\circ 30' 37'' \approx 9,510^\circ \approx 0,16599 \text{ рад.}$$

**Вывод:** *широты мест наблюдений определить нельзя, поскольку определяется только разность широт.*

*Оценка – 1 балл.*

**Четвёртый этап.** Запись соотношения для радиуса  $R$  Земли через расстояние  $l$  перемещения астронома, например:

$$R = l/\Delta\varphi = l/(h_1 - h_2).$$

*Оценка – 1 балл.*

**Пятый этап.** Правильное вычисление радиуса Земли:

$$R = 1056 \cdot 10^3 \text{ м} / 0,16599 \text{ рад} \approx 6362 \cdot 10^3 \text{ м.}$$

*Оценка – 1 балл.*

Приведение сравнения с табличным значением радиуса или выполнение оценки погрешности измерений и вычислений *оценивается в 1 балл.*

*Шестой этап.* Определение направления перемещения астронома: *поскольку наблюдения выполнены в северном полушарии и вторая высота меньше первой, то из соотношения*

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = h_1 - h_2$$

получаем, что  $\Delta\varphi > 0$ , следовательно астроном переместился в северном направлении.

*Оценка – 1 балл.*

**Задача 4. Первый этап.** Запись третьего закона Кеплера для длин  $a_1, a_2$  больших полуосей орбит и периодов  $T_1, T_2$  первого и второго спутников:

$$a_2^3/a_1^3 = T_2^2/T_1^2$$

*Оценка – 2 балла.*

*Второй этап.* Запись длины  $a_1$  большой полуоси орбиты и первого спутника через радиус Земли  $R$ :

$$a_1 = 2R.$$

*Оценка – 1 балл.*

*Третий этап.* Запись соотношения для длины  $a_2$  большой полуоси орбиты второго спутника:

$$a_2 = 2R \cdot 2^2 = 8R.$$

*Оценка – 2 балла.*

*Четвёртый этап.* Запись соотношения для длины большой оси орбиты второго спутника:

$$2a_2 = 16R.$$

*Оценка – 1 балл.*

*Пятый этап.* Запись соотношения для наибольшей высоты  $h$  полёта второго спутника:

$$h = 16R - 4R = 12R$$

*Оценка – 2 балла.*

**Задача 5. Первый этап.** Запись диаметра  $d$  Луны и его видимого углового размера  $\alpha$ , а также углового разрешения  $\beta$  глаза:

$$d = 3476 \text{ км}, \quad \alpha \approx 31', \quad \beta \approx 1'.$$

*Оценка за каждое правильное значение по – 1 баллу.*

*Второй этап.* Запись соотношения для длины  $l$  и видимого углового размера  $\varepsilon$  Моря Кризисов:

$$\varepsilon \approx \alpha \cdot l / d.$$

*Оценка – 2 балла.*

*Третий этап.* Вычисление видимого углового размера  $\varepsilon$  Моря Кризисов:

$$\varepsilon \approx 31' \cdot 520 \text{ км} / 3476 \text{ км} \approx 4,6'.$$

*Оценка – 1 балл.*

*Четвёртый этап.* Запись вывода о возможности увидеть Море Кризисов, поскольку  $\varepsilon > \beta$ .

*Оценка – 1 балл.*

*Пятый этап.* Запись условия наблюдения: поскольку угол  $\varepsilon$  достаточно мал, то разглядеть Море Кризисов можно только при хорошем состоянии атмосферы в момент наблюдений.

*Оценка – 1 балл.*

**Задача 6. Первый этап.** Реальные орбиты планет не являются окружностями, для которых определены средние расстояния (*1 балл*).

*Второй этап.* Реальные орбиты планет приблизительно являются эллипсами (*1 балл*).

*Третий этап.* Эксцентриситет орбиты Земли сравнительно мал:  $\varepsilon_3 \approx 0,017$  (*1 балл*).

*Четвёртый этап.* Эксцентриситет орбиты Марса значительно больше:  $\varepsilon_M \approx 0,093$  (*1 балл*).

*Пятый этап.* Наименьшее расстояние между Землёй и Марсом соответствует Великим противостояниям, когда Земля находится вблизи точки афелия орбиты, а Марс – вблизи точки перигелия орбиты (*2 балла*).

*Шестой этап.* Наибольшее удаление Земли от Солнца составляет  $1,52 \cdot 10^8$  км, а наименьшее удаление Марса от Солнца составляет  $2,07 \cdot 10^8$  км. Следовательно, планеты приближаются на расстояние около  $5,6 \cdot 10^8$  км (*2 балла*).