

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2021-2022 учебный год**

11 класс

Задание	1	2	3	4	5	6	Итого
Максимальное кол-во баллов	8	8	8	8	8	8	48

1. Тема 10,3 Сложность

Время восхода Луны постоянно меняется. Объясните, почему в Березово (63.56 с.ш., 65.03 в.д.) это может быть не так.

Решение:

Ежемесячные изменения вызваны изменением склонения Луны, когда она движется (примерно) вдоль эклиптики. Это вызвано наклоном оси вращения Земли, что приводит к углу около 23° . Наклон 5° по отношению к орбите Луны относительно эклиптики добавляет разброс от 18° до 28° . То при широтах наблюдения от 72° до 62° плоскость лунной орбиты может совпасть с горизонтом или подняться выше, то есть стать незаходящей. В на указанной широте это условие может быть выполнено.

2. Тема 10,3 сложность 2

Рассчитайте наименьшую энергию необходимую для переноса тела массой 1 кг. с поверхности Земли на поверхность Луны.

Решение: Между Землей и Луной потенциальная энергия космического корабля будет иметь максимум в точке, где притяжение Земли и Луны уравновешивают друг друга. На достижение этой точки необходима энергия $E_1 = G \frac{mM_E}{R_E}$. Для

мягкой посадки необходимо затратить энергию двигателей равную $E_2 = G \frac{mM_M}{R_M}$.

Искомая энергия — это сумма этих энергий $E = Gm \left(\frac{M_E}{R_E} + \frac{M_M}{R_M} \right)$.

$$E = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 1 \cdot \left(\frac{6 \cdot 10^{24}}{6.97 \cdot 10^7} + \frac{7.348 \cdot 10^{22}}{1.738 \cdot 10^6} \right) = 8.562 \text{ МДж}$$

3. Тема 10,1 сложность 2

Определите время оптимального перелета с Земли до Урана.

Решение: Оптимальная траектория представляет собой половину эллипса.

Большая полуось такого эллипса в астрономических единицах будет равна $(a+1)/2$, где a – расстояние планеты от Солнца. Для Урана это 19 а.е. Время быстрого

перелета – половина орбитального периода – в годах составит $t = \left(\frac{\left(\frac{a+1}{2} \right)^3}{2} \right)^{3/2}$

$$t = \left(\frac{19}{2} \right)^{3/2} = 29 \text{ лет}$$

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2021-2022 учебный год
11 класс**

4. Тема 11,3 сложность 1

Чему равны экваториальные координаты северного полюса эклиптики?

Решение: Плоскость эклиптики наклонена к плоскости экватора на угол 23.5° , следовательно, линия, соединяющая северный и южный полюса эклиптики, проходящая через центр Земли, образует с ее осью такой же угол. Из этого следует, что склонение северного полюса эклиптики равно $+66.5^\circ$. Прямое восхождение северного полюса эклиптики равно прямому восхождению зимнего солнцестояния (18ч).

5. Тема 11,1 сложность 1

Почему гражданские сумерки длятся перед весенним равноденствием наименьшей продолжительности?

Решение: Гражданские сумерки продолжаются от захода Солнца до его погружения на глубину 6° или, наоборот, от момента погружения Солнца на данную глубину до его восхода. Очевидно, что гражданские сумерки будут тем короче, чем быстрее Солнце меняет свою глубину погружения в это время. Зенитное расстояние Солнца быстрее всего меняется при его часовом угле $t = \pm 6ч$, то есть вблизи 6 и 18 часов по истинному солнечному времени. Это время попадает на гражданские сумерки в северном полушарии перед весенним равноденствием или после осеннего равноденствия.

6. Тема 11,2 сложность 2

В каком месте аналемма располагается строго вертикально и видна только её половина?

Решение: Аналемма ориентирована так, что меньшая петля появляется к северу от большей петли. На Северном полюсе аналемма была бы полностью вертикальной (8 с маленькой петлей наверху), и была бы видна только ее верхняя половина. Направляясь на юг, сразу к югу от Полярного круга, вся аналемма станет видимой. Если вы видите ее в полдень, она продолжает стоять вертикально и поднимается выше над горизонтом по мере продвижения на юг. Когда вы добираетесь до экватора, он находится прямо над головой.