11 класс

Решения заданий обязательно перенесите ***в бланки ответов.***
Решения в черновиках не оцениваются.
В начале решения задания указывайте его номер.
Время выполнения 180 минут. Максимум 48 баллов.

Задание 1: Это фаза (8 баллов)

Для наблюдателя в Екатеринбурге (56°50' с.ш.) укажите:

А. В какое время года полная Луна может наблюдаться на наибольшей высоте?

Б. Для каждой из приведенных ниже фаз Луны приведите время года, в которое эта фаза может находиться на наибольшей высоте.

Пример ответа: *«1 зима 2 лето 3 осень»*

№	**1**	**2**	**3**
Фаза	Последняя четверть	Новолуние	Первая четверть

В. Чему равна наибольшая высота Луны в Екатеринбурге? Ответ приведите с точностью до целых минут.

Задание 2: Ядро над головой (8 баллов)

В некоторой точке пространства наблюдается нейтронная звезда одной солнечной массы и радиусом 10 км. Звезда имеет угловой размер такой же, как Солнце, видимое с Земли.

А. Какова средняя плотность этой нейтронной звезды в кг/м^3?

Б. Во сколько раз расстояние от нейтронной звезды до точки наблюдения меньше, чем расстояние от Луны до Земли?

В. Какова разница между гравитационным ускорением, действующим со стороны нейтронной звезды на голову гипотетического наблюдателя в этой точке, и гравитационного ускорения, действующего на его ноги, если рост наблюдателя составляет 2 м, а нейтронная звезда «висит» прямо над его головой? Выразите эту разницу **в целых g** (нормальное ускорение свободного падения на Земле).

Задание 3: Меридианное путешествие (8 баллов)

Путешественник, стартуя из Кении возле экваториальной точки на долготе 40°, отправляется на северный полюс. Минуя Красное и Черное море, в конечном итоге он оказывается под Ярославлем на той же самой долготе в некотором пункте. Пренебрегая полярным сжатием Земли и считая её шаром с радиусом$R = 6378$км, найдите:

А. Широту пункта в градусах и минутах **с точностью до десятых долей минут**, если известно, что путешественник сместился по поверхности Земли ровно на один её радиус.

Б. Угловое расстояние **с точностью до целых минут дуги** между путешественником в этот момент и Ярославлем (57°37' N, 39°51' E).

В. Временную задержку между испусканием сигнала геостационарным спутником и его приемом путешественником в этом пункте **с точностью до миллисекунды**, если геостационарный спутник висит на той же долготе. Взаимодействием сигнала с атмосферой пренебрегите.

Задание 4: Династия затмений (8 баллов)

В настоящее время большая полуось орбиты Луны составляет 384 400 км, и, благодаря её эксцентриситету, мы можем наблюдать как кольцеобразные, так и полные солнечные затмения. Считая орбиту Земли и эксцентриситет орбиты Луны неизменными, а большая полуось орбиты Луны всё время увеличивалась и продолжает увеличиваться с постоянной скоростью 4 см в год, ответьте на следующие вопросы.

А. Когда люди больше не смогут наблюдать полное солнечное затмение с поверхности Земли?

Б. Когда с поверхности Земли можно было впервые пронаблюдать центральное кольцеобразное солнечное затмение?

В. По оптимистичным моделям, Земля будет сохранять условия для существования живых организмов ещё в течение 2 млрд лет, что суммарно с 4 млрд лет текущего существования дает примерно 6 млрд лет возможного существования жизни на Земле. Какую долю от этого промежутка времени составляет «окно» возможного наблюдения как полных, так и кольцеобразных затмений?

Радиус Земли принять равным $R = 6\,378$ км.

Задание 5: Дорогоугольники (8 баллов)

В Чили строится Чрезвычайно большой телескоп (ELT) диаметром 39,4 м. Его главное зеркало будет состоять из 798 одинаковых шестиугольных зеркал-сегментов и стоит 400 млн евро. Пренебрегая размерами отверстия под вторичное зеркало, отличиями шестиугольника от круга и считая, что стоимость зеркала пропорциональна его диаметру в кубе, найдите:

А. На сколько дороже вышел бы телескоп, если бы его не делили не сегменты, а отлили бы цельное главное зеркало?

Б. Чему была бы равна проницающая способность при визуальных наблюдениях глаза для всего телескопа и одного сегмента?

В. Какова проницающая способность телескопа, у которого цельное главное зеркало стоимостью 100 млн евро?

Задание 6: Светочи (8 баллов)

На графике представлена выборка из 5 звезд одного класса светимости в виде диаграммы рассеяния в координатах «логарифм температуры — логарифм светимости» в солнечных единицах температуры T_0 и светимости L_0.

А. Почему на этом графике большая температура не соответствует большей светимости, как следует из закона Стефана-Больцмана?

Б. Найдите светимость (в светимостях Солнца), температуру (в К) и радиус (в км) самой горячей из этих звезд.

В. Предположим, мы построили новый график, используя те же звезды, но заменив отношение светимостей L/L_0 на отношение радиусов R/R_0, где R_0 — радиус Солнца. На старом графике все звезды хорошо ложатся на прямую, параллельную оси абсцисс, то есть угол между этой прямой и осью абсцисс равен нулю. Найдите значение этого угла **в градусах** на новом графике. Масштабы по осям одинаковые.

