

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-20 гг.**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**АСТРОНОМИЯ**  
**9 КЛАСС**

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЖЮРИ.**

Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе в соответствии с рекомендациями, разработанными составителями для каждой отдельной задачи. Альтернативные способы решения задачи, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере.

Жюри не учитывает решения или части решений заданий, изложенные в черновике, даже при наличии ссылки на черновик в чистовом решении. Об этом необходимо отдельно предупредить участников перед началом олимпиады.

Ниже представлена примерная схема оценивания решений по 8-балльной системе:

- 0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;
- 1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;
- 1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;
- 2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;
- 3–6 баллов — задание частично решено;
- 5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;
- 8 баллов — задание решено полностью.

Выставление премиальных баллов (оценка за задание более 8 баллов) на муниципальном этапе не допускается. Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий. Таким образом, максимальная оценка за муниципальный этап составляет 48 баллов.

<b>Задание</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Итого</b>
<b>Максимальное кол-во баллов</b>	8	8	8	8	8	8	48
<b>Категория сложности</b>	1	1	1	1	2	2	

Категория сложности "1" присваивается заданиям, имеющим односложную структуру решения, связанную с применением одного-двух астрономических фактов или физических законов, которые доступны большинству участников этапа. Задания категории "2" имеют многоэтапное решение, требующее последовательное применение нескольких фактов и законов и математического аппарата. При решении задания второго уровня сложности фактически задаются несколько вопросов, нахождение последовательных ответов на которые и приводит в конечном итоге к решению всего задания.

Длительность этапа для учеников 9 класса составляет не более 3-х часов.

## РЕШЕНИЯ

### Задание №1.

Определите синодический период обращения Нептуна, если его звёздный период составляет 164,78 года

### Решение задания №1.

Используется формулу, которая связывает синодический ( $S$ ) и сидерический ( $T_{пл}$ ) периоды

для внешних планет:  $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_з} - \frac{1}{T_{п}} = \frac{1}{1} - \frac{1}{164,78} \approx 0,99393$ .

Отсюда  $S = 1/0,99393 \approx 1,0061$  года =  $365 \cdot 1,0061 = 367,23 \approx 367$  суток

### Тематическое содержание.

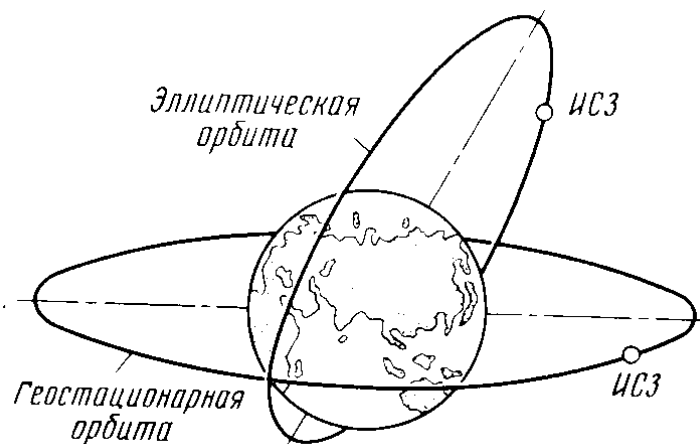
Уровень 4, §5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит).

### Задание №2.

На какой высоте, и над какими точками поверхности Земли летают геостационарные спутники?

**Справочные данные.** Радиус орбиты Луны - 384 тыс. км, период обращения Луны вокруг Земли - 27.3 сут.

### Решение задания №2.



1. По определению геостационарным называется спутник постоянно «висящий» над какой-то одной точкой земной поверхности. Если плоскость орбиты спутника наклонена к плоскости небесного экватора - то условие "зависания" над определенной точкой Земли уже не выполнится. Следовательно, геостационарный спутник может "висеть" над точками земного экватора - см. рисунок.

2. Период обращения такого

спутника должен составлять 24 часа.

Для определения высоты сначала вычислим радиус орбиты по 3-му закону Кеплера:

$$(T_{л} / T_{с})^2 = (a_{л} / a_{с})^3$$

$$a_{с} = a_{л} \cdot (T_{с} / T_{л})^{2/3} = 384 \cdot 10^3 \cdot (1 / 27.3)^{2/3} = 42.4 \cdot 10^3 \text{ км}$$

Искомая высота спутника над поверхностью Земли равна разности радиуса орбиты спутника и радиуса Земли, т.е.  $42.4 - 6.4 = 36$  тыс. км.

### Тематическое содержание.

Уровень 5, §6.3. Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговой орбиты). Движение спутников планет.

### **Задание №3.**

Какое минимальное увеличение имеет смысл устанавливать на телескопе с объективом диаметром 80 мм?

### **Решение задания №3.**

Увеличение телескопа можно вычислить как отношение  $D/d$ , где  $D$  - диаметр входного зрачка (обычно равно  $D$  объектива), а  $d$  - диаметр выходного зрачка (пучка света выходящего из окуляра). Наименьшее полезное или равнозрачковое увеличение соответствует случаю, когда диаметр выходного зрачка равен диаметру зрачка человеческого глаза после полной адаптации к темноте  $\approx 8$  мм.

Отсюда для телескопа с объективом диаметром 80 мм наименьшее полезное или равнозрачковое равно  $80 / 8 = 10$  крат.

### **Тематическое содержание.**

Уровень 5, §7.1. Схемы и принципы работы телескопов.

### **Задание №4.**

Какое затмение солнечное или лунное может произойти в даты, близкие к празднику католической Пасхи?

### **Решение задания №4.**

Дата наступления католической пасхи определяется астрономическими критериями: первое воскресенье, после первого полнолуния, наступающего после дня весеннего равноденствия.

В данном случае существенно, что это воскресенье, ближайшее к полнолуннию. В фазе полнолуния может произойти лунное затмение.

### **Тематическое содержание.**

Уровень 3, §4.6. Основы летоисчисления и измерения времени

Уровень 4, §5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит).

### **Задание №5.**

Астроном хочет взять с собой в поход лупу для разведения огня. У одной линзы фокусное расстояние 20 см и диаметр 5 см, а у другой – фокусное расстояние 50 см, а диаметр 10 см. Какой из них будет легче поджечь тонкую деревянную палочку? Во сколько раз будет отличаться время "поджигания", если пренебречь потерями тепла палочкой и aberrациями линз?

### **Решение задания №5.**

Для того чтобы что-то поджечь, необходимо сконцентрировать максимальную энергию на минимальной площади.

Каждая линза собирает световую энергию с поверхности, примерно равной поверхности линзы. Поэтому вторая линза собирает в  $(10/5)^2 = 4$  раза больше солнечной энергии, чем первая. Далее, каждая линза строит в фокальной плоскости изображение Солнца. Площадь этого изображения пропорциональна квадрату фокусного расстояния линзы. Отсюда площадь изображения, создаваемого первой линзой, в  $(50/20)^2 = 6,25$  раза меньше, чем площадь изображения, создаваемого второй линзой. Значит, первая линза создаёт в  $6,25 / 4 \approx 1,6$  раз большую плотность световой энергии на единицу площади и для "розжига" подойдёт лучше.

Если пренебречь потерями и aberrациями, вся собираемая энергия израсходуется на нагрев и воспламенение деревянной палочки. Значит, первая линза в 1,6 раза быстрее нагреет объект.

### **Тематическое содержание.**

Уровень 5, §7.1. Схемы и принципы работы телескопов.

**Задание №6.**

Известно, что маятниковые часы на полюсе и на экваторе имеют разную скорость хода, поэтому с течением времени их показания начнут отличаться. Вычислите насколько уйдут часы за сутки, если их перенести с экватора на полюс? ( $g_э = 9,78 \text{ м/с}^2$  и  $g_п = 9,83 \text{ м/с}^2$ .)

**Решение задания №6.**

Считаем, что на экваторе часы идут точно, тогда разница в показаниях будет накапливаться с числом циклов колебания и составит:

$$\Delta t = (T_э - T_п) * n, \text{ где } n - \text{число колебаний за 24 ч.}$$

Число циклов за сутки:

$$n = t / T_э, \text{ где } t - \text{время суток.}$$

Собираем и упрощаем выражение:

$$\Delta t = (T_э - T_п) * t / T_э = t (1 - T_п / T_э).$$

Учтем зависимость периода от ускорения свободного падения:

$$T_п = 2\pi\sqrt{l / g_п}, T_э = 2\pi\sqrt{l / g_э}, \Delta t = t(1 - \sqrt{g_э / g_п})$$

Вычисляем:  $\Delta t = 24 * 3600 \text{с} (1 - 0,995) \approx 432 \text{с}$ .  $\Delta t \approx 432 \text{с}$ .

**Тематическое содержание.**

Уровень 1, §1.2. Земля, ее свойства и движение.

Уровень 2, §3.1. Географические координаты.

Уровень 3, §4.6. Основы летоисчисления и измерения времени.

Уровень 5, §6.1. Закон всемирного тяготения, движение по круговой орбите.