

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-20 гг.**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**АСТРОНОМИЯ**  
**10 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	2	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 10 класса составляет не более 3-х часов.

## РЕШЕНИЯ



### Задание №1.

Вам предоставлена фотография Луны со «звездой». Может ли это быть: а) звезда, б) планета, в) блик от аппарата, который находится на поверхности Луны? Свой ответ объясните. Чем ещё может быть эта яркая точка?

### Решение задания №1.

Самое главное, что неизвестный источник света виден на фоне темной части диска Луны – той её части, которая не освещена Солнцем. Поскольку эта часть непрозрачная, то светящаяся точка не может быть далеким объектом, расположенным за Луной. Значит, это не звезда и не планета. Это должно быть что-то, что расположено либо на Луне, либо между Луной и наблюдателем. Если это

что-то находится на поверхности Луны, то оно находится далеко на ночной стороне и никаким бликом от Солнца быть не может. Так что вариант в) также не подходит.

Теперь определимся, что бы это могло быть. Точка очень яркая. Чтобы создать такую «звезду» потребуются «усилия» небольшого города. Никакой одиночный космический аппарат не обладает такими яркими фонарями, да и не будет расходовать такое огромное количество энергии зря во время долгой лунной ночи. Если источник света действительно находится на поверхности Луны, то он должен выделять нерационально много энергии.

Возможно, автору фотографии повезло заснять какую-то краткую вспышку. Источником такой вспышки может быть падение метеорита на лунную поверхность.

С другой стороны, это может быть какой-либо объект между Луной и Землей. Например, это может оказаться астероид. Однако даже самые близко пролетающие астероиды обычно не видны невооружённым глазом. Более вероятно, что таким объектом окажется спутник Земли. Многие спутники имеют довольно большие солнечные батареи, которые могут давать очень яркие «солнечные зайчики».

Наконец, возможно, что это вовсе не спутник, а самолёт или другой аппарат. Однако стоит заметить, что на самолётах устанавливается не один, а довольно много сигнальных огней, к тому же сами самолёты на фоне Луны обычно видны не в виде точки. Поэтому, раз уж нам повезло увидеть сигнальные огни от самолёта, то, скорее всего, их было бы несколько, и был бы заметен силуэт самолета.

Из атмосферных явлений можно вспомнить ещё метеоры. Обычно метеор видно на фотографии в виде чёрточки, но если предположить, что метеор летит в сторону наблюдателя, то он может иметь вид точки. Наконец, нельзя исключить, что никакого источника света вообще нет. Конечно, эта точка не является дефектом печати, иначе не было бы задания. Но она может возникнуть из-за дефекта фотоаппарата.

Что же это на самом деле? Как ни прискорбно, но самое простое объяснение - фотомонтаж.

### **Рекомендации для жюри.**

Правильное объяснение по каждому из пунктов (а-в) оценивается в 1 балл. Объяснение, что это может быть падение метеорита или спутник, оценивается в 2 балла, астероид, самолёт и метеор – по 1 баллу. Предположение, что точка на Луне может быть дефектом или намеренным деянием, оценивается также по 1 баллу.

Максимальная суммарная оценка - 8 баллов.

### Тематическое содержание.

Уровень 1, §2.1. Солнце и планеты.

Уровень 6, §8.3. Зависимость звездной величины от расстояния.

### **Задание №2.**

Известно, что у новых звезд блеск возрастает при постоянной температуре вследствие увеличения площади из-за вздутия фотосферы. Если амплитуда изменения блеска новой звезды составляет 10 звездных величин, то во сколько раз изменился радиус звезды?

### **Решение задания №2.**

При разности в 5 звездных величин различие в блеске составляет 100 раз. При амплитуде в 10 звездных величин блеск звезды увеличился в  $100 \cdot 100 = 100^2$  раз. Поскольку это возрастание блеска объясняется лишь увеличением площади светящейся поверхности, то, стало быть, она возросла в  $100^2$  раз, а радиус звезды увеличился в 100 раз.

### **Тематическое содержание.**

Уровень 6, §8.2. Шкала звездных величин.

Уровень 6, §8.5. Излучение абсолютно черного тела.

### **Задание №3.**

Один из перспективных методов обнаружения небольших по массе газовых планет - наблюдение их прохождений по диску центральной звезды. В астрономии это явление называется транзитом. Какие планеты в Солнечной системе для марсианского наблюдателя являются транзитными?

### **Решение задания №3.**

Транзитными являются нижние для Марса планеты, т.е. Земля, Венера и Меркурий.

### **Тематическое содержание.**

Уровень 6, §8.9. Планеты и экзопланеты.

### **Задание №4.**

Однажды в глубинах космоса встретились космонавт Смирнов и инопланетянин Улундо. Они решили выяснить, кто из них старше. Смирнов сказал, что его возраст 48 лет 1 месяц и 9 дней. Улундо сказал, что ему 487 лет 3 месяца и 20 дней. Выяснилось, что в инопланетном календаре год составляет 4 месяца по 27 дней, а один инопланетный день ровно в 3 раза короче земного. Чему же равен возраст Улундо в земных годах, месяцах и днях, и кто старше? Среднюю продолжительность земного года принять равной 365,25 суток.

### **Решение задания №4.**

Условимся, инопланетные единицы времени помечать "звездочкой".

Инопланетный год\* =  $4 \cdot 27 = 108$  дней\* =  $108/3 = 36$  дней (земных). Инопланетный месяц\* =  $27/3 = 9$  дней. 20 инопланетных дней\* =  $20/3 = 6,67$  дней. В земных днях возраст Улундо составляет  $487 \cdot 36 + 3 \cdot 9 + 6,67 = 17565,67$  дней.

Возраст Смирнова посчитать чуть сложнее. За 4 года на Земле проходит  $365 \cdot 4 + 1 = 1461$  день. За 48 лет жизни Смирнова прошло 12 таких четырёхлеток, т.е. 17532 дня. Сюда надо добавить 1 месяц, который может быть от 28 до 31 дня, и ещё 9 дней. Т.е. возраст Смирнова в днях составляет от 17569 до 17572 дней.

В любом случае Смирнов старше.

### **Тематическое содержание.**

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

### Задание №5.

Для связи с марсоходами используется радиосвязь, что позволяет посылать им команды даже днем. Тем не менее, существуют промежутки времени, когда марсоход не может получить команды с Земли. Перечислите возможные причины этого. Оцените, насколько длительным может быть перерыв связи из-за той или иной причины. Для упрощения задачи можно считать, что орбита Марса лежит в плоскости орбиты Земли.

### Решение задания №5.

Связаться с марсоходом невозможно, если (причины):

1. На Марсе пылевая буря (из-за чего марсоход не может зарядить аккумуляторы, и вынужден работать в режиме экономии энергии).
2. Марсоход на невидимой стороне Марса (то есть почти всегда ночью).
3. Марс "прячется" за Солнцем, которое не прозрачно для внешнего излучения (конфигурация соединения).

Продолжительность прерываний связи.

1. Продолжительность пылевых бурь на Марсе достигает сотни суток.
2. В случае нахождения марсохода на невидимой с Земли стороне Марса с аппаратом не удастся связаться в течение чуть больше 12 часов.
3. Наконец, перерыв из-за соединения Марса с Солнцем составляет примерно месяц.

### Тематическое содержание.

Уровень 3, §2.1. Солнце и планеты.

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

### Задание №6.

Телескоп БТА (рефлектор) имеет диаметр зеркала  $D_0 = 6$  м. Теоретическое значение предела разрешения такого телескопа  $\psi_T = 0,023''$ . Найдите предельное разрешение человеческого глаза на той же длине волны.

### Решение задания №6.

Теоретическое значение предельной разрешающей способности телескопа и глаза:

$$\psi_T = 1,22 \frac{\lambda}{D_0} \text{ и } \psi_G = 1,22 \frac{\lambda}{D_G}.$$

Отсюда:

$$\psi_G = \frac{D_0}{D_G} \psi_T = \frac{6000 \text{ мм}}{6 \text{ мм}} * 0,023'' = 23''.$$

### Примечание.

Диаметр зрачка человеческого глаза может быть принят и другим, например 8 мм. При этом случае количественный результат изменится. Это не следует считать ошибкой.

### Тематическое содержание.

Уровень 6, §9.1. Ограничение разрешающей способности телескопа.