

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2019-2020 уч. год**

**7 класс**

**Задание 1.** (тема: 2.2. Звезды и расстояния до них, категория сложности — 1)

**Условие:** Какая из двух звезд ближе к Солнцу – Вега, расстояние до которой 8,5 светового года, или Проксима, до которой 40 трлн км? Во сколько раз?

**Дано:**  $r_1 = 8,5$  св. год,  $r_2 = 40 \cdot 10^{12}$  км.  $\frac{r_1}{r_2} = ?$

**Решение:**  $r_1 = 8,5 \cdot 3 \cdot 10^5 \text{ км/с} \cdot 365,256 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 80 \cdot 10^{12} \text{ км}$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{80 \cdot 10^{12} \text{ км}}{40 \cdot 10^{12} \text{ км}} = 2$$

**Ответ:** Проксима в 2 раза ближе Веги (Вега в 2 раза дальше Проксимы).

**Рекомендации по оцениванию:** запись данных и искомой величины оценивается в 2 балла. Перевод расстояния до Веги в километры (предложенным способом или напрямую  $1 \text{ св. год} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км}$ ) оценивается в 3 балла, вычисление — 1 балл и развернутый ответ — в 2 балла (в любом варианте). Развернутый ответ без вычислений оценивается в 2 балла, краткий ответ — в 1 балл.

**Задание 2.** (тема: 2.1. Солнце и планеты, категория сложности — 1)

**Условие:** Можно ли наблюдать на Луне: а) солнечные затмения; б) метеоры; в) кометы; г) полярные сияния; д) радугу; е) серебристые облака; ж) искусственные спутники?

**Решение:** У Луны нет атмосферы, поэтому там не могут наблюдаться атмосферные явления: метеоры (вспышки в атмосфере при попадании в нее маленьких твердых частиц), полярные сияния (свечения атмосферы при попадании в нее заряженных частиц), серебристые облака (конденсация влаги на пылинках), радуга (преломление света в каплях воды).

Солнечные затмения (попадание в конус земной тени), кометы и искусственные спутники могут наблюдаться на Луне. При этом затмения, кометы и спутники наблюдаются на Луне даже лучше, чем на Земле, т. к. отсутствуют атмосферные помехи.

**Рекомендации по оцениванию:** за каждый правильный ответ участнику выставляется 1 балл — всего 4 балла за ненаблюдаемые явления и 3 балла — за наблюдаемые. Еще 1 балл выставляется за объяснение причины — отсутствие атмосферы у Луны. Если причины ненаблюдаемости метеоров и радуги не описаны, то оценка в этой части снижается на 1 балл. Описание причин ненаблюдаемости серебристых облаков и

полярных сияний не является обязательным, и оценка за их отсутствие не снижается. Оценка не снижается за отсутствие объяснения лучших условий наблюдения на Луне.

**Задание 3.** (тема: 3.2. Горизонтальные координаты на небе.)

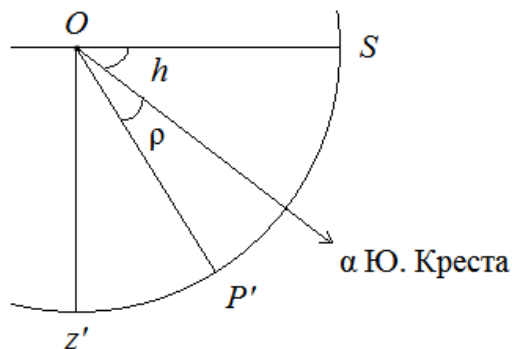
**Условие:** В романе Ж. Верна «Таинственный остров» подробно описано, как Сайрес Смит нашел географическую широту необитаемого острова, куда его вместе с товарищами занесла на воздушном шаре страшная буря. Инженер знал, что одна из ярких звезд –  $\alpha$  Южного Креста – отстоит от Южного полюса мира на  $27^\circ$ . Эту звезду он и выбрал в качестве ориентира. Чтобы измерить высоту этой звезды над горизонтом, Сайрес Смит изготовил примитивный угломерный инструмент из двух деревянных планок, соединенных концами и скрепленных шипом акации. Получилось нечто вроде циркуля. «Сайрес Смит направил одну ножку этого циркуля на морской горизонт, другую – на  $\alpha$  Южного Креста и по расстоянию между ними определил угловое расстояние звезды от горизонта.» На следующий день инженер измерил этот угол по разделенной на равные части окружности. Он оказался равен  $10^\circ$ . Чему равна географическая широта острова?

**Дано:**  $\rho = 27^\circ$ ,  $h = 10^\circ$ .  $\varphi = ?$

**Решение:**  $\varphi = h_{P'} = -(\rho + h) =$   
 $= -(27^\circ + 10^\circ) = -37^\circ$ .

**Ответ:**  $37^\circ$  ю. ш.

**Рекомендации по оцениванию:** Понимание и запись данных оценивается в 2 балла, построение чертежа — в 3 балла, интерпретация теоремы о высоте полюса мира для южного полушария — в 2 балла и вычисление — в 1 балл.



**Задание 4.** (тема: 1.3. Луна, ее свойства и движение, категория сложности — 1)

**Условие:** Солнечное затмение 1917 г. было описано во всех газетах:

1) «Биржевые ведомости»: Затмение можно наблюдать невооруженным глазом ввиду облачности неба и невысокого положения Солнца над горизонтом;

2) «Петроградская газета»: Ввиду раннего времени, когда положение Солнца по отношению к горизонту очень низкое, наблюдать затмение будет очень трудно. Оно будет скрыто для простого глаза;

3) «Вечернее время»: Ввиду того, что затмение происходило в те часы, когда Солнце у нас в Петрограде находится еще под горизонтом, невооруженным глазом оно не могло быть наблюдаемо.

В чем ошибся репортер каждой газеты?

**Решение:** 1. Нельзя смотреть на Солнце незащищенным глазом, даже затмение, даже невысоко над горизонтом и в облаках.

2. Если Солнце рано утром будет хоть сколько-нибудь над горизонтом, то оно будет подниматься все выше, и затмение можно наблюдать.

3. Если Солнце при затмении еще под горизонтом, то его невозможно наблюдать ни в телескоп, ни невооруженным глазом.

**Рекомендации по оцениванию:** Объяснение ошибок первой газеты и третьей газеты оцениваются по 2 балла, для второй газеты — в 4 балла.

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2019-2020 уч. год**

**8 класс**

**Задание 1.** (тема: 2.2. Звезды и расстояния до них, категория сложности — 1)

**Условие:** Какая из двух звезд ближе к Солнцу – Полярная, расстояние до которой 130 пк, или Бетельгейзе, до которой 500 световых лет? Во сколько раз?

**Дано:**  $r_1 = 130$  пк,  $r_2 = 500$  св. лет.  $\frac{r_1}{r_2} = ?$

**Решение:**  $r_1 = 130 \cdot 206265 \cdot 149,6 \cdot 10^6 \text{ км} = 4,011 \cdot 10^{15} \text{ км}$

$r_2 = 500 \cdot 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км} = 4,73 \cdot 10^{15} \text{ км}$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{4,011 \cdot 10^{15} \text{ км}}{4,73 \cdot 10^{15} \text{ км}} = 0,848; \quad \frac{r_2}{r_1} = 1,18$$

**Ответ:** Полярная звезда ближе, чем Бетельгейзе в 1,2 раза.

**Рекомендации по оцениванию:** Запись данных и искомой величины оценивается в 2 балла. Перевод расстояний до звезд в километры оценивается в 2 балла для первой звезды и в 1 балл для второй. Вычисление оцениваются в 1 балл, интерпретация результата и развернутый ответ — в 2 балла.

**Задание 2.** (тема: 2.1. Солнце и планеты, категория сложности — 1)

**Условие:** Будет ли гореть свеча на космической станции?

**Решение:** Горение — это химическая реакция окисления с выделением большого количества теплоты и образованием раскаленных продуктов сгорания. Процесс горения может происходить только при наличии горючего вещества и кислорода и при условии отвода из зоны горения продуктов сгорания. Горение свечи — это горение расплавленного от тепла воска (парафина, стеарина). Кислород присутствует в воздухе космической станции. Вывод: все необходимые условия для горения на космической станции выполняются.

**Ответ:** да, свеча будет гореть на космической станции.

**Рекомендации по оцениванию:** определение процесса горения оценивается в 2 балла, определение условий протекания горения — 3 балла (по 1 баллу на каждое условие). Применение этих условий к космической станции оценивается в 2 балла — по 1 баллу за горение воска и за присутствие кислорода. Вывод или развернутый ответ оценивается в 1 балл. Ответ без пояснений оценивается в 1 балл.

**Задание 3.** (тема: 4.4. Экваториальные координаты и время, категория сложности — 1)

**Условие:** В 1919 г. журнал «Природа» сообщил: «В июне 1918 г. в созвездии Орла

вспыхнула новая звезда необычайной яркости... Раньше всех, 8 июня в 6 ч. 49 мин. Гринвичского времени, новую заметил преподаватель Учительского института в Феодосии ( $45^{\circ}02'12''$  с.ш.,  $35^{\circ}22'40''$  в.д.) В. К. Островлев. Немного позже, в 7 ч. 30 мин., новую открыл ученик Тульского ( $54^{\circ}11'45''$  с.ш.,  $37^{\circ}37'05''$  в.д.) реального училища В. А. Шумаков, юноша 16 лет...»

Во сколько по местному времени увидели новую звезду эти два наблюдателя?

**Дано:**  $T_{01} = 6^h49^m$ ,  $\lambda_1 = 35^{\circ}22'40''$ ,  $T_{02} = 7^h30^m$ ,  $\lambda_2 = 37^{\circ}37'05''$ .  $T_{m1}$ ,  $T_{m2}$  – ?

**Решение:**  $T_m = T_0 + \lambda$

$$\lambda_1 = 35 \cdot 4^m + 22 \cdot 4^s + 40 \cdot 1^s/15 \approx 2^h21^m29^s$$

$$\lambda_2 = 37 \cdot 4^m + 37 \cdot 4^s + 5 \cdot 1^s/15 \approx 2^h30^m28^s$$

$$T_{m1} = T_{01} + \lambda_1 = 6^h49^m + 2^h21^m29^s = 9^h10^m29^s$$

$$T_{m2} = T_{02} + \lambda_2 = 7^h30^m + 2^h30^m28^s = 10^h00^m28^s$$

**Рекомендации по оцениванию:** Выбор необходимых данных из условия задания оценивается в 1 балл. Выбор расчетной формулы оценивается в 1 балл. Перевод долгот во временные единицы измерения оценивается в 4 балла (по 2 балла для каждой долготы) и вычисления моментов местного среднего солнечного времени – в 2 балла (по 1 баллу для каждого вычисления).

Если участник решает задачу в системе поясного времени (на последнем этапе), то эти 2 балла не выставляются, т. к. в 1918 г. система поясного времени в России не применялась (не была введена).

**Задание 4.** (тема: 5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

**Условие:** Некоторые утверждают, что раз в несколько столетий можно наблюдать в полдень полное солнечное затмение и сразу же в полночь - полное затмение Луны. Согласны ли вы с этим утверждением?

**Решение:** 1. Солнечные затмения происходят только в новолуния, когда Луна находится на одной прямой с Землей и Солнцем и при этом между ними.

2. Лунные затмения происходят только в полнолуния, когда Луна находится в диаметрально противоположной Солнцу точке.

3. Между этими фазами Луны обязательно проходит, как минимум, 2 недели.

Таким образом, утверждение полностью ошибочно.

**Рекомендации по оцениванию:** П. 1 решение оценивается в 3 балла, из них 1 балл – за определенное указание фазы Луны и 2 балла – за описание конфигурации или изображение ее рисунком. Так же оценивается и п. 2 решения. П.3 решения оценивается в 2

балла (вместе с выводом). Соответственно этому решение может быть оценено в 2 балла (только вывод-ответ), 4, 6 или 8 баллов в зависимости от полноты.

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2019-2020 уч. год**

**9 класс**

**Задание 1.** (тема: 1.2. Земля и ее свойства и движение; 3.2. Горизонтальные координаты на небе, категория сложности — 1)

**Условие:** Какова дальность горизонта с вершины самой высокой из земных гор – Эвереста, высота которой 8848 м?

**Дано:**  $H = 8,848$  км,  $R_{\oplus} = 6378$  км.  $L$  – ?

**Решение:**  $R_{\oplus}^2 + L^2 = (R_{\oplus} + H)^2$

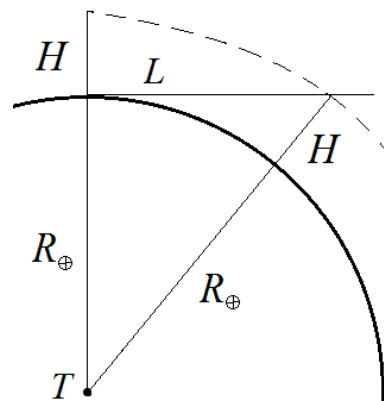
$$L^2 = (R_{\oplus} + H)^2 - R_{\oplus}^2 = H(2R_{\oplus} + H)$$

$$L = \sqrt{H(2R_{\oplus} + H)}$$

$$L = \sqrt{8,848 \text{ км} \cdot (2 \cdot 6378 \text{ км} + 8,848 \text{ км})} = 336 \text{ км}$$

**Ответ:** 336 км.

**Рекомендации по оцениванию:** Запись данных и



искомой величины оценивается в 2 балла, построение чертежа — в 2 балла, вывод расчетной формулы — в 3 балла и вычисления — в 1 балл. Всего 8 баллов. Угаданный ответ без пояснений и вычислений можно оценить в 2 балла.

**Задание 2.** (тема: 2.1. Солнце и планеты, категория сложности — 1)

**Условие:** Будет ли гореть свеча на космической станции? И если будет, то какие форму и цвет приобретет пламя?

**Решение:** Горение — это химическая реакция окисления с выделением большого количества теплоты и образованием раскаленных продуктов горения. Процесс горения может происходить только при наличии горючего вещества и кислорода и при условии отвода из зоны горения продуктов сгорания. Горение свечи — это горение расплавленного от тепла воска (парафина, стеарина). Кислород присутствует в воздухе космической станции.

На Земле нагретый теплом пламени воздух с продуктами горения становится менее плотным, более легким, и поднимается вверх. Из-за этого процесса конвекции пламя тянется вверх язычком. Из-за свечения раскаленных частиц сажи пламя имеет желтоватый цвет.

На космической станции все предметы невесомы, поэтому конвекции не возникает. Через непродолжительное время в зоне горения не останется кислорода, а продукты сгорания (углекислый газ, угарный газ, водяной пар) накопятся. Поэтому свеча будет гореть недолго, а пламя будет иметь форму шара. При этом по мере истощения горючего вещества из воска (парафина, стеарина) начинает выделяться молекулярный водород, «холодное» горение которого придает пламени голубоватый оттенок.

**Ответ:** да, свеча будет недолго гореть на космической станции, ее пламя будет иметь вид голубоватого шарика.

**Рекомендации по оцениванию:** Определения процесса горения оценивается в 1 балл, определение условий протекания горения — 3 балла (по 1 баллу за каждое условие). Применение этих условий к космической станции оценивается в 4 балла — по 1 баллу за горение воска, за присутствие кислорода, за определение формы пламени, за определение цвета пламени. Развернутый максимально полный ответ без пояснений и логических умозаключений можно оценить в 3 балла, краткий ответ — в 2 балла.

**Задание 3.** (тема: 4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере; 4.4. Экваториальные координаты и время, категория сложности — 1)

**Условие:** В 1919 г. журнал «Природа» сообщил: «В июне 1918 г. в созвездии Орла вспыхнула новая звезда необычайной яркости... Раньше всех, 8 июня в 6 ч. 49 мин. Гринвичского времени, новую заметил преподаватель Учительского института в Феодосии ( $45^{\circ}02'12''$  с.ш.,  $35^{\circ}22'40''$  в.д.) В. К. Островлев. Немного позже, в 7 ч. 30 мин., новую открыл ученик Тульского ( $54^{\circ}11'45''$  с.ш.,  $37^{\circ}37'05''$  в.д.) реального училища В. А. Шумаков, юноша 16 лет...»

Во сколько по местному времени увидели новую звезду эти два наблюдателя? На какой высоте над горизонтом была эта звезда в момент верхней кульминации для каждого из них?

**Дано:**  $T_{01} = 6^{\text{h}}49^{\text{m}}$ ,  $\lambda_1 = 35^{\circ}22'40''$ ,  $T_{02} = 7^{\text{h}}30^{\text{m}}$ ,  $\lambda_2 = 37^{\circ}37'05''$ ,  $\varphi_1 = 45^{\circ}02'12''$ ,  $\varphi_2 = 54^{\circ}11'45''$ ,  $\delta = 0^{\circ}35'03''$ .  $T_{\text{м1}}$ ,  $T_{\text{м2}}$  — ?  $h_{\text{вк1}}$ ,  $h_{\text{вк2}}$  — ?

**Решение:**  $T_{\text{м}} = T_0 + \lambda$

$$\lambda_1 = 35 \cdot 4^{\text{m}} + 22 \cdot 4^{\text{s}} + 40 \cdot 1^{\text{s}}/15 \approx 2^{\text{h}}21^{\text{m}}29^{\text{s}}$$

$$\lambda_2 = 37 \cdot 4^{\text{m}} + 37 \cdot 4^{\text{s}} + 5 \cdot 1^{\text{s}}/15 \approx 2^{\text{h}}30^{\text{m}}28^{\text{s}}$$

$$T_{\text{м1}} = T_{01} + \lambda_1 = 6^{\text{h}}49^{\text{m}} + 2^{\text{h}}21^{\text{m}}29^{\text{s}} = 9^{\text{h}}10^{\text{m}}29^{\text{s}}$$

$$T_{\text{м2}} = T_{02} + \lambda_2 = 7^{\text{h}}30^{\text{m}} + 2^{\text{h}}30^{\text{m}}28^{\text{s}} = 10^{\text{h}}00^{\text{m}}28^{\text{s}}$$

$$\delta < \varphi_1, \delta < \varphi_2, \text{ следовательно, } h_{\text{вк}} = 90^{\circ} - \varphi + \delta$$

$$h_{\text{вк1}} = 90^{\circ} - 45^{\circ}02'12'' + 0^{\circ}35'03'' = 45^{\circ}32'51''$$

$$h_{\text{вк2}} = 90^{\circ} - 54^{\circ}11'45'' + 0^{\circ}35'03'' = 36^{\circ}23'18''$$

**Рекомендации по оцениванию:** Выбор расчетной формулы для времени оценивается в 1 балл. Перевод долгот во временные единицы измерения оценивается в 2 балла (по 1 баллу для каждой долготы) и вычисления моментов местного среднего солнечного времени — в 2 балла (по 1 баллу для каждого вычисления). Выбор расчетной формулы для высоты в верхней кульминации оценивается в 1 балл и вычисления высот — в 2 балла (по 1 баллу для



каждой высоты). Если участник решает задачу в системе поясного времени, по 2 балла за вычисления моментов времени не выставаются, т. к. в 1918 г. система поясного времени не была еще введена.

**Задание 4.** (тема: 5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

**Условие:** Можно ли увидеть с поверхности Земли одновременно Солнце и Луну в полной фазе лунного затмения?

**Решение:** Если наблюдатель на поверхности Земли одновременно видит Солнце и Луну в полной фазе лунного затмения, это означает, что (1) полная Луна (2) полностью погружена в тень Земли, (3) и при этом Луна находится в противоположной Солнцу точке небесной сферы.

Это возможно благодаря явлению рефракции, когда атмосферные слои повышающейся плотности при приближении к поверхности Земли отклоняют солнечные лучи вверх, как бы поднимая светило выше.

**Рекомендации по оцениванию:** Вступление в решение, т. е. фактически анализ условия, и три уточнения оцениваются в 5 баллов: (1) — в 1 балл, (2) — в 2 балла и (3) — в 2 балла. Объяснение оценивается в 3 балла, из которых 2 балла выставаются за описание явления рефракции. Ответ «да, возможно, из-за явления рефракции» оценивается в 3 балла. Ответ «да, возможно» оценивается в 2 балла. Описание рефракции может быть представлено графически, что оценивается теми же критериями.

**Задание 5.** (тема: 6.1. Закон всемирного тяготения, движение по круговой орбите, категория сложности — 1)

**Условие:** Американский астронавт Скотт Келли, проведя 340 дней на МКС, вырос на 5 см. Как вы думаете, почему?

**Решение:** Когда человек стоит на Земле, его вес создает давление на межпозвоночные диски, и они сжимаются, уплощаются и утончаются.

В космосе, в невесомости, веса нет и нет давления на межпозвоночные диски, которые постепенно становятся толще, позвоночник немного вытягивается, и длина тела увеличивается.

**Рекомендации по оцениванию:** Решение задачи состоит из двух частей — на Земле и на МКС, — каждая из которых оценивается в 4 балла. Ответ «потому, что на Земле есть вес, а в космосе веса нет» оценивается в 4 балла. Ответ «потому, что в космосе нет веса» оценивается в 3 балла. Если участник вместо веса применяет понятие «сила тяжести» или

«гравитация», то это считается грубой ошибкой, и никакие баллы не начисляются.

**Задание 6.** (тема: 5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

**Условие:** У внутренних планет — Меркурия и Венеры — наблюдаются фазы. Наблюдаются ли они у внешних планет?

**Решение:** Фаза показывает, какую часть составляет максимальная ширина освещенной части видимого диска небесного тела от его видимого диаметра.

Фаза изменяется в зависимости от взаимного расположения Солнца, Земли и небесного тела, т. е. от конфигурации. Поэтому фазы могут наблюдаться и у внешних планет, но, поскольку Земля всегда находится внутри орбит внешних планет, их фазы для земного наблюдателя не сильно отличаются от полной. Из внешних планет хорошо заметны фазы только у Марса.

**Рекомендации по оцениванию:** Определение (понимание) фазы оценивается в 3 балла. Связь фазы с конфигурациями также оценивается в 3 балла. Сформулированный вывод оценивается в 2 балла. Упоминать Марс необязательно. Ответ без пояснений оценивается в 2 балла.

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2019-2020 уч. год**

**10 класс**

**Задание 1.** (тема: 1.2. Земля и ее свойства и движение; 3.2. Горизонтальные координаты на небе, категория сложности — 1)

**Условие:** Какова была дальность горизонта для экипажа советского стратостата, когда он поднялся на высоту 22 км? Сравните полученный результат с дальностью горизонта для человека, стоящего в степи.

**Дано:**  $H = 22$  км,  $h = 1,7$  м,  $R_{\oplus} = 6378$  км.  $L_1$ ,  $\frac{L_1}{L_2} - ?$

**Решение:**  $R_{\oplus}^2 + L^2 = (R_{\oplus} + H)^2$

$$L^2 = (R_{\oplus} + H)^2 - R_{\oplus}^2 = H(2R_{\oplus} + H)$$

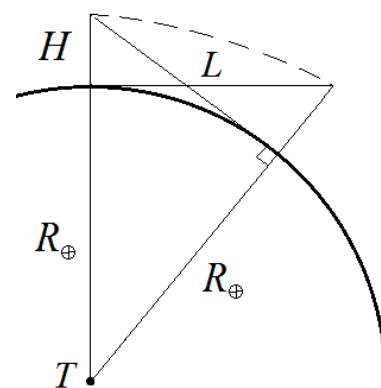
$$L = \sqrt{H(2R_{\oplus} + H)}$$

$$L_1 = \sqrt{22 \text{ км} \cdot (2 \cdot 6378 \text{ км} + 22 \text{ км})} = 530,2 \text{ км}$$

$$L_2 = \sqrt{1,7 \text{ м} \cdot (2 \cdot 6,378 \cdot 10^6 \text{ м} + 1,7 \text{ м})} = 4657 \text{ м}$$

$$L_2 \approx 4,66 \text{ км}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{530,2 \text{ км}}{4,66 \text{ км}} \approx 113,8$$



**Ответ:** 530,2 км; в 113,8 раз дальше.

**Рекомендации по оцениванию:** Запись данных и искомых величин оценивается в 1 балл, построение чертежа — в 2 балла, вывод расчетной формулы — в 2 балла, и вычисления — в 3 балла (по 1 баллу за каждый расчет). Угаданные ответы без вычислений оцениваются в 2 балла.

**Задание 2.** (тема: 7.1. Схемы и принципы работы телескопов, категория сложности — 1)

**Условие:** Перечислите достоинства радиотелескопов.

**Решение:** Радиоизлучение небесных тел находится за пределами чувствительности органов чувств человека. Поэтому преимущества радиотелескопов — это:

1. обнаружение радиоисточников,
2. в том числе радиоисточников, расположенных за облаками межзвездной пыли в области Млечного Пути и недоступных для оптических телескопов,
3. при этом наблюдения могут проводиться в дневное время и при облачной погоде.

**Рекомендации по оцениванию:** Решение состоит из трех частей, которые оцениваются: ч. 1 — 2 балла, ч. 2 — 3 балла, ч. 3 — 3 балла.

**Задание 3.** (тема: 8.2. Шкала звездных величин, категория сложности — 2)

**Условие:** В 1919 г. журнал «Природа» сообщил: «В июне 1918 г. в созвездии Орла вспыхнула новая звезда необычайной яркости... Наибольшей яркости новая достигла 9 – 10 июня, когда она была ярче Веги ( $m = 0,03^m$ ). К концу ноября она ослабела и была уже по своей яркости близ границы видимости простым глазом.»

Во сколько раз (в среднем) уменьшался блеск новой звезды за месяц?

**Дано:**  $m_0 = 0,03^m$ ,  $m = 6^m$ ,  $\Delta t = 5,7$  (мес.).  $\varepsilon_E$  – ?

**Решение:**  $\frac{E_0}{E} = \varepsilon_E^{5,7}$

$$\lg \frac{E_0}{E} = 0,4(m - m_0) = 0,4(6 - 0,03) = 2,388$$

$$\frac{E_0}{E} = 10^{2,388} = 244,34$$

$$\varepsilon_E = (244,34)^{\frac{1}{5,7}} = 2,62$$

**Ответ:** за месяц блеск новой звезды уменьшился в 2,62 раза.

**Рекомендации по оцениванию:** Запись данных и искомых величин оценивается в 2 балла. Конструирование расчетной формулы также оценивается в 2 балла. Применение формулы Погсона как вспомогательной вместе с расчетом оценивается в 2 балла. Итоговый расчет и сформулированный вывод (ответ) вместе оценивается в 2 балла.

**Задание 4.** (тема: 5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

**Условие:** Можно ли с Марса увидеть одновременно Солнце и спутник Фобос, полностью погруженный в тень планеты?

**Решение:** Если наблюдатель на поверхности Марса одновременно видит Солнце и Фобос, полностью погруженный в тень Марса, это означает, что

1. Фобос находится в противостоянии с Солнцем,
2. и при этом на Фобос падают световые лучи от Солнца.

Следовательно, световые лучи Солнца должны отклоняться, что возможно только под действием атмосферной рефракции. Но атмосфера Марса очень разрежена, и явление рефракции не возникает, поэтому невозможно одновременно наблюдать на Марсе Солнце и Фобос, полностью погруженный в тень Марса.

**Рекомендации по оцениванию:** Вступление к решению, т. е. анализ условия, и два уточнения оцениваются в 4 балла (п. 1 — 2 балла и п. 2 — 2 балла). Промежуточный вывод о роли рефракции оценивается в 2 балла и заключительный вывод — также в 2 балла. Ответ без пояснений и логических умозаключений оценивается в 2 балла.

**Задание 5.** (тема: 6.1. Закон всемирного тяготения, движение по круговой орбите, категория сложности — 2)

**Условие:** Почему космонавты, работая на орбитальной станции, часто жалуются, что у них мерзнут ноги?

**Решение:** 1. На Земле вес тела создает давление крови в сосудах. Чем больше это давление, тем шире сосуды, поэтому сосуды ног расширены, что облегчает кровоток и улучшает теплообмен.

2. На Земле сердце создает избыток давления, чтобы поднять кровь к голове и преодолеть при этом трение крови о стенки сосудов.

3. В космосе, в условиях невесомости, активность сердца снижается — уже не надо создавать избыток давления — и сосуды сужаются, теплообмен ослабляется, и возникает ощущение, что ноги мерзнут.

4. Кроме того, в космосе, активность ног уменьшается, что также ведет к сужению сосудов и кажущемуся охлаждению ног.

Рекомендации по оцениванию: Решение задания основано на сравнении условий на Земле и на орбитальной станции. Его можно разделить на 4 этапа:

Этап 1 является очевидным и оценивается в 1 балл,

этап 2 оценивается в 3 балла, при этом упоминание трения крови о сосуды не является обязательным,

этап 3 оценивается в 3 балла,

этап 4 является дополнительным и оценивается в 1 балл.

Соответственно этим критериям оцениваются неполные решения и ответы (разной степени полноты) без пояснений.

**Задание 6.** (тема: 5.2. Малые тела Солнечной системы (приближение круговых орбит), категория сложности — 1)

**Условие:** Почему можно утверждать, что у комет есть определенные траектории?

**Решение:** Невооруженным глазом мы видим только голову (кому) и хвост кометы, состоящие из разряженного газа и пыли. Источником газа и пыли является твердое ядро размерами порядка десятков км, которое можно видеть в сильный телескоп как звездообразный объект. Движение ядра подчиняется законам небесной механики (законам Кеплера), которые заставляют его обращаться по околосолнечной орбите. Таким образом, определенная траектория кометы — это орбита ее ядра.

**Рекомендации по оцениванию:** Видимость комет невооруженным глазом и в

телескоп оценивается по 2 балла. Если при этом связь ядра и хвоста кометы не описана хотя бы кратко, то 1 балл снимается. Размер ядра указывать численно необязательно, однако должно быть продемонстрировано понимание того, что ядро кометы — это небольшое небесное тело.

Понимание (знание) того, что упорядоченное движение подчиняется законам небесной механики (законам Кеплера) оценивается в 3 балла и заключительный вывод — в 1 балл. Ответ без пояснений оценивается в 1 балл.

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2019-2020 уч. год**

**11 класс**

**Задание 1.** (тема: 1.2. Земля и ее свойства и движение; 3.2. Горизонтальные координаты на небе, категория сложности — 1)

**Условие:** Наблюдатель, находящийся на вершине горы высотой 1 км, увидел, как на высоте  $15^\circ$  над горизонтом сверкнула молния, а через минуту услышал, как прогремел гром. Определите расстояние от молнии до наблюдателя и до поверхности Земли.

**Дано:**  $h = 1$  км,  $t = 1$  мин,  $v = 330$  м/с,  $\alpha = 15^\circ$ .  $L = ?$   $H = ?$

**Решение:**  $L = vt$

$$L = 330 \text{ м/с} \cdot 60 \text{ с} = 19800 \text{ м} = 19,8 \text{ км}$$

$$(R_{\oplus} + H)^2 = (R_{\oplus} + h)^2 + L^2 - 2L \cdot (R_{\oplus} + h) \cdot \cos(90^\circ + \alpha)$$

$$h \ll R_{\oplus}$$

$$(R_{\oplus} + H)^2 = R_{\oplus}^2 + L^2 + 2R_{\oplus}L \sin \alpha$$

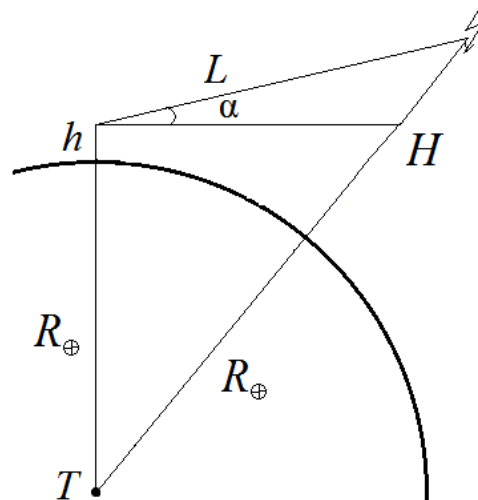
$$H^2 + 2R_{\oplus}H + R_{\oplus}^2 = R_{\oplus}^2 + L^2 + 2R_{\oplus}L \sin \alpha$$

$$H^2 \ll R_{\oplus}^2, L^2 \ll R_{\oplus}^2$$

$$2R_{\oplus}H \approx 2R_{\oplus}L \sin \alpha$$

$$H \approx L \sin \alpha$$

$$H = 19,8 \text{ км} \cdot \sin 15^\circ = 5,12 \text{ км}$$



**Ответ:** 19,8 км; 5,12 км.

**Рекомендации по оцениванию:** Запись данных и искомых величин оценивается в 1 балл, построение чертежа — в 2 балла, определение расстояния от наблюдателя до молнии  $L$  — в 1 балл. Вывод формулы расстояния от молнии до поверхности Земли оценивается в 3 балла и вычисление этого расстояния  $H$  — в 1 балл. Угаданные ответы без вычислений оцениваются в 2 балла.

**Задание 2.** (тема: 8.5. Электромагнитные волны, категория сложности — 1)

**Условие:** Какого цвета Солнце?

**Решение:** В соответствии с возрастом и химическим составом Солнце излучает почти одинаково во всем диапазоне видимого спектра, чуть сильнее в синем свете, поэтому в космосе Солнце выглядит голубовато-белым. В земной атмосфере фиолетовый и синий свет рассеиваются сильнее, чем желтый и красный, и этот провал в синей области спектра зрительно воспринимается как пожелтение. Солнцу выглядит желтовато-белым. На восходе и закате, когда Солнце проходит большую толщу атмосферы, оно сильнее желтеет и даже краснеет, если в атмосфере много пылинок или дыма.

**Ответ:** в космосе — голубовато-белый, высоко в небе — желтовато-белый, близко к горизонту — желтый.

**Рекомендации по оцениванию:** Описание цвета Солнца в космосе оценивается в 3 балла. Эта часть ответа без пояснений — в 2 балла. Описание цвета Солнца в атмосфере также оценивается в 3 балла. Эта часть ответа без пояснений — в 1 балл. Цвет Солнца вблизи горизонта оценивается в 2 балла. Эта часть ответа без пояснений — в 1 балл. Таким образом, полное решение оценивается в 8 баллов, а полный ответ без пояснений — в 4 балла.

**Задание 3.** (тема: 8.2. Шкала звездных величин, категория сложности — 2)

**Условие:** Новая звезда 1918 г. в созвездии Орла за трое суток увеличила звездную величину с  $+13,2^m$  до  $-1,1^m$ . Во сколько раз в среднем за сутки возрастал блеск новой звезды?

**Дано:**  $m_1 = 13,2^m$ ,  $m_2 = -1,1^m$ ,  $t = 3^d$ .  $\epsilon_E$  — ?

**Решение:** 
$$\frac{E_2}{E_1} = \epsilon^3$$

$$\lg \frac{E_2}{E_1} = 0,4(m_1 - m_2)$$

$$\lg \frac{E_2}{E_1} = 0,4(13,2 - (-1,1)) = 5,72$$

$$\frac{E_2}{E_1} = 10^{5,72} = 524807,46$$

$$\epsilon = \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_1}} = \sqrt[3]{524807,46} = 80,66$$

**Ответ:** за сутки блеск новой звезды увеличивался в 81 раз.

**Рекомендации по оцениванию:** Запись данных и искомых величин оценивается в 2 балла. Конструирование расчетной формулы также оценивается в 2 балла. Применение формулы Погсона как вспомогательной вместе с расчетом оценивается в 2 балла. Итоговый расчет и сформулированный вывод (ответ) вместе оценивается в 2 балла.

**Задание 4.** (тема: 5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

**Условие:** На Земле наблюдается частное солнечное затмение. Момент его наибольшей фазы наступил во время  $T$ , сама же наибольшая фаза наблюдалась в пункте  $A$ . На какой высоте над горизонтом находится Солнце в этом пункте в это время? Как относительно диска Солнца располагается диск Луны?

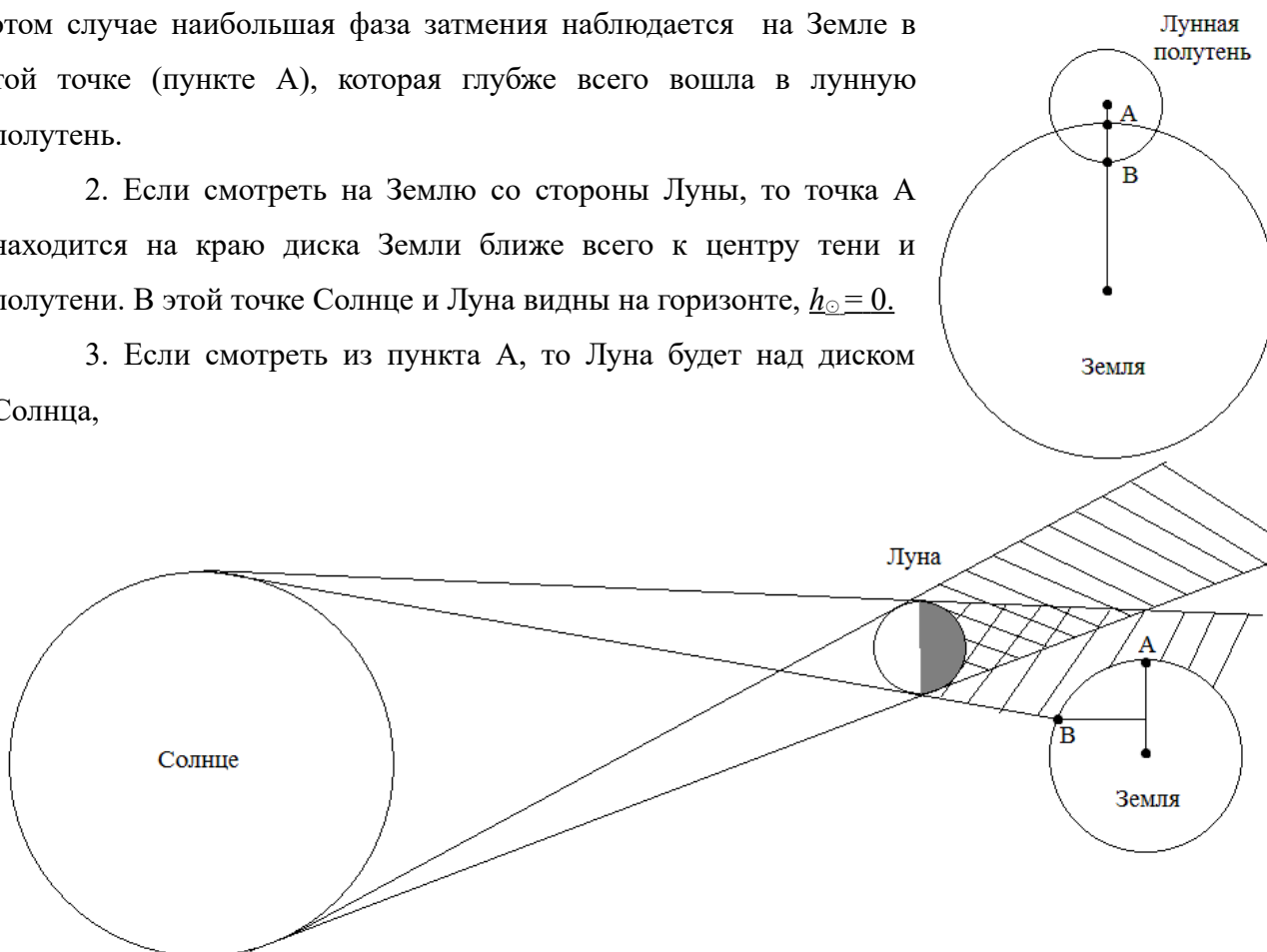
**Решение:** 1. Поскольку затмение частное, то прямая линия, соединяющая центры дисков Солнца и Луны (линия центрального затмения), не попадает на поверхность Земли. В



этом случае наибольшая фаза затмения наблюдается на Земле в той точке (пункте А), которая глубже всего вошла в лунную полутень.

2. Если смотреть на Землю со стороны Луны, то точка А находится на краю диска Земли ближе всего к центру тени и полутени. В этой точке Солнце и Луна видны на горизонте,  $h_{\odot} = 0$ .

3. Если смотреть из пункта А, то Луна будет над диском Солнца,



т. е. Солнце будет видно на горизонте как серп с рожками, направленными вверх.

**Рекомендации по оцениванию:** Вступление в решение, т. е. фактически анализ условия (п. 1), оценивается в 2 балла. П. 2 и п. 3 с чертежами, пояснениями и выводами оцениваются по 3 балла каждый (из них по 2 балла — за чертежи). Если задание решается без пояснений и чертежей, т. е. приводятся только ответы (в решении выделены подчеркиванием), то оценка составляет не более 3 баллов (1 балл за первый ответ и 1 — 2 балла за второй).

**Задание 5.** (тема: 6.1. Закон всемирного тяготения, движение по круговой орбите, категория сложности — 2)

**Условие:** Зачем космонавтам в конце длительного полета, перед возвращением на Землю, специально добавляют в пищу соль?

**Решение:** 1. На Земле вес тела создает давление крови в сосудах, кровь оттекает к ногам, организм человека адаптируется к этому и функционирует нормально.

2. В условиях космического полета, в невесомости, вес отсутствует. Поэтому происходит перераспределение крови, и почки сбрасывают кажущийся избыток жидкости (воды).

3. Когда космонавт возвращается на Землю, кровь опять перераспределяется к ногам, и мозг и сердце получают ее меньше. Организм при этом страдает.

4. Соль задерживает жидкость (воду) в организме. Поэтому добавление соли в пищу перед возвращением на Землю — это начало адаптации организма еще в космосе, и при возвращении на Землю организм не страдает.

**Рекомендации по оцениванию:** Решение задания основано на сравнении условий на Земле и в космосе. Его можно разделить на 4 этапа:

этап 1 является очевидным и оценивается в 1 балл; этап 2 оценивается в 3 балла;

этап 3 оценивается в 1 балл; этап 4 оценивается в 3 балла.

**Задание 6.** (тема 6.3: Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговой орбиты). Движение спутников планет. Категория сложности — 1)

**Условие:** Двигаясь невысоко над поверхностью Земли (от 200 до 1000 км), искусственный спутник испытывает заметное сопротивление атмосферы. Как при этом изменяется его скорость: увеличивается или уменьшается?

**Решение:** 1. Спутник, теряя энергию из-за сопротивления воздуха, не может сохранить высоту полета и начинает приближаться к Земле.

2. Радиус орбиты спутника уменьшается и, следовательно, сила притяжения к Земле увеличивается.

3. Поэтому центростремительное ускорение и скорость движения спутника увеличиваются.

**Ответ:** скорость спутника увеличивается.

**Рекомендации по оцениванию:** П. 1 оценивается в 3 балла: 1 балл за уменьшение высоты полета и 2 балла за объяснение причины этого — потери энергии. П. 2 также оценивается в 3 балла. П. 3 оценивается в 2 балла — по 1 баллу за увеличение центростремительного ускорения и за увеличение скорости. Ответ без пояснений оценивается в 3 балла.