



Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«Центр дополнительного образования одарённых школьников»

АСТРОНОМИЯ, 2020

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проверке и оценке решений
муниципального этапа
всероссийской и областной олимпиад школьников
по астрономии

Кировской области
в 2020/2021 учебном году

Киров
2020

Печатается по решению методической комиссии регионального этапа всероссийской и областной олимпиад школьников по астрономии в Кировской области

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений задач муниципального этапа олимпиады всероссийской и областной олимпиад школьников по астрономии в 2020-2021 учебном году / Сост. Е. В. Горшкова, Т. В. Жбанникова, А.Н. Ильина, М. А. Кислицына, Т.А. Сысоева, Д. В. Перовощиков,— Киров: Изд-во ЦДООШ, 2020. – 11 с.

Авторы, составители и источники задач

Жбанникова Т. В.: 5-6.1,5-6.2,5-6.3,5-6.4, 7.4., 8.4

Сысоева Т.А.: 7.1, 7.3., 8.2.

Ильина А.Н.: 7.2, 8.1, 8.3.

Горшкова Е. В.: 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5.

Кислицына М. А.: 10.1, 10.2, 10.3,10.4, 10.5.

Перовощиков Д.В.: 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5.

Подписано в печать 17.09.2019

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 0,8

Тираж 283 экз.

© Горшкова Е. В., Жбанникова Т. В., Ильина А.Н., Кислицына М. А., Сысоева Т.А., Перовощиков Д.В., 2020

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования одарённых школьников», Киров, 2020 г.

ЗАДАНИЯ

5–6-е классы

1. Может ли Венера наблюдаться в созвездии Близнецов, Кассиопеи, Рака или Большой Медведицы? Сделать пояснение для каждого случая. Ответы запишите в таблицу:

Созвездие	Да/нет	Почему
Рак		
Близнецы		
Кассиопея		
Большая Медведица		

2. В этом году 100 лет создания аппарата планетарий. Ответьте на вопросы, выбрав правильный ответ. В ответе укажите № вопроса и букву ответа, например: 1-а.

Вопросы:	Ответы
1. Зачем создан планетарий?	а) проведение наблюдений б) проведение конференций в) демонстрация созвездий
2. В какой стране появился первый аппарат планетарий?	а) Германия б) Великобритания в) США
3. Каково главное принципиальное сходство звездного неба в планетарии и настоящего неба?	а) в планетарии можно наблюдать одновременно 88 созвездий б) аппарат создает близкую к реальной картину звездного неба в) можно наблюдать восход Солнца в реальном времени
4. Какое главное отличие наблюдения звездного неба в планетарии от реального звездного неба?	а) звезд меньше, чем на реальном небе б) звезды крупнее, чем на реальном небе в) наблюдаемое небо зависит от настройки аппарата

3. Является ли размер самым главным признаком для небесного тела, который позволяет отличить планету от её спутника? Есть ли среди спутников планет Солнечной системы такие, которые по своим размерам превосходят Марс; Меркурий?

4. Меркурий, комета NEOWISE (Неовайз), карликовая планета Плутон. Минимальное расстояние кометы NEOWISE от Солнца 43 млн. км. Среднее расстояние от Солнца до Плутона 39 а.е., от Солнца до Меркурия в 100 раз меньше. Расположите эти небесные объекты в порядке удаления от Солнца в момент минимального сближения кометы с Солнцем. Что изменится в расположении этих небесных тел, если комета окажется на максимальном удалении от Солнца (более 500 а.е.)? (1 а.е.=150 млн. км).

7-й класс

1. На каких небесных телах есть объекты, названные их именами: Снегурочка, Глинка, Лермонтов, Пушкин, Коперник, Гоголь, Максвелл, Гагарин? Каких объектов нет?

2. 3 августа 2020 года Луна была в полнолунии. В каком созвездии находился спутник Земли? Объясните свой ответ.

3. Амирами - крупный активный вулкан на спутнике Юпитера Ио. Назван в честь героя грузинской мифологии Амирами, являющегося аналогом Прометея. Скорость излияния лавы этого вулкана $50 \text{ м}^3/\text{с}$, в 1999-2000 годах она покрыла на спутнике площадь 620 км^2 , толщина слоя лавы 10 м. Рассчитайте время действия вулкана.

4. 12 апреля 1961 г. первый космонавт планеты Ю. А. Гагарин стартовал с космодрома Байконур на корабле «Восток». Корабль двигался по орбите ИСЗ с перио-

дом 1,5 часа и, совершив один оборот, приземлился. В каком месте он совершил посадку по отношению к Байконуру?

8-й класс

1. Через какие зодиакальные созвездия проходит небесный экватор?
2. Из романа М. Булгакова «Мастер и Маргарита». «Небо над Москвой как бы выцвело, и совершенно отчетливо была видна в высоте полная Луна, но еще не золотая, а белая». Какую неточность допустил здесь писатель?
3. Найти среднюю скорость движения Луны вокруг Земли, считая орбиту Луны круговой. Среднее расстояние от Земли до Луны 384000 км, а период обращения равен 27,3 суток.
4. Существует гипотеза о планете Фэтон, для которой среднее расстояние от Солнца составляло 2,80 а.е. Определите предполагаемое положение орбиты планеты в Солнечной системе, если среднее расстояние от Солнца до Марса 1,52 а.е., а Юпитера 5,20 а.е. Рассчитайте максимальное и минимальное расстояние от Земли до Фэтона.

9-й класс

1. Названия многих астрономических явлений и понятий уходят своими корнями в античность, являясь производными слов греческого или латинского языков. Сопоставьте термин и его перевод:

- | | |
|---------------|-----------------------|
| А) космос | 1) странник |
| Б) комета | 2) подобный звезде |
| В) астероид | 3) волосатый/косматый |
| Г) меридиан | 4) чередование |
| Д) планета | 5) закон звезд |
| Е) астрономия | 6) полуденный |
| Ж) эклиптика | 7) затмение |
| З) параллакс | 8) мир |

2. Представим, что с космодрома, расположенного на экваторе, запущены четыре одинаковых спутника Земли на одинаковую высоту: на север, юг, запад и восток. При этом каждый следующий спутник запускали через 1 минуту после предыдущего. Столкнутся ли в полете спутники? Поясните. Какой из них было легче запускать? Орбиты считать круговыми.

3. Найти среднюю скорость движения Луны вокруг Земли, считая орбиту Луны круговой. Среднее расстояние от Земли до Луны 384000 км, а период обращения равен 27,3 суток.

4. До конца XIX в. некоторые ученые полагали, что источником энергии Солнца являются реакции горения, в частности, горение угля. Приведите веские доказательства неправомерности этой гипотезы. Теплота сгорания угля $q = 10^7 \text{ Дж/кг}$, масса Солнца $M = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, а светимость $L = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$.

5. Как изменилось бы ускорение свободного падения на поверхности планеты, при увеличении ее массы в k раз, а средней плотности – в n раз, и в частности при $k = n$. Формула расчета объема шара $V = 4\pi R^3/3$.

10-й класс

1. Перечислены объекты звездного неба:

А. Туманность Андромеды. Б. Вега. В. Туманность Ориона. Г. Плеяды. Д. Конская голова. Е. Европа. Ж. Альтаир. З. Юпитер.

1) Распределите их по группам

1. Объекты Солнечной системы	2. Звезды, звездные скопления	3. Туманности	4. Галактики

- 2) Какие из них видны вечером на небе в день проведения олимпиады в этом году?
2. Рассчитайте примерную продолжительность полного солнечного затмения от начала и до конца.
3. Рассчитайте параметры орбиты полёта космического аппарата к Юпитеру (вид траектории, время полёта, угол Земля-Солнце-Юпитер в момент запуска) с точки зрения минимальных энергетических затрат. Орбиты планет считать круговыми.
4. В телескоп можно увидеть звёзды 17 звёздной величины. Каков диаметр объектива телескопа?
5. Наблюдатель видит в телескоп звезду бело-голубого цвета. Может ли он оценить примерные температуру и размеры этой звезды?

11-й класс

1. Некоторые планеты излучают энергии меньше, чем получают от Солнца. Объясните причины и приведите примеры. Возможно ли обратное явление, когда планеты излучают энергии больше, чем получают ее от Солнца? Если возможно, то объясните причины и приведите примеры.
2. В какой конфигурации лучше всего наблюдать в Кирове звезду со склонением $\delta = -16^\circ 43'$? Дайте обоснованный ответ.
3. При аккомодации радиус зрачка человека может изменяться в 4 раза. На сколько звездных величин различаются наиболее слабые объекты, которые можно увидеть при максимальном и минимальном размере зрачка?
4. За какое минимальное время можно облететь астероид в форме шара? Средняя плотность астероида $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.
5. Определите солнечное время в г. Луза Кировской области, когда в г. Кирове полдень. Координаты Кирова: $\varphi_K = 58,6036^\circ \text{ с.ш.}$, $\lambda_K = 49,668^\circ \text{ в.д.}$ Координаты Лузы: $\varphi_L = 60,629136^\circ \text{ с.ш.}$, $\lambda_L = 47,251^\circ \text{ в.д.}$

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные постоянные и наиболее важные величины

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Видимый угловой диаметр Солнца и Луны $0,5^\circ$

Координаты Кирова: $\varphi_K = 58,6036^\circ \text{ с.ш.}$, $\lambda_K = 49,668^\circ \text{ в.д.}$

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И РАЗБАЛЛОВКА 5–6-е классы

1.

Созвездие	Да/нет	Почему
Рак	да	зодиакальное созвездие
Близнецы	да	зодиакальное созвездие
Кассиопея	нет	не зодиакальное созвездие
Большая Медведица	нет	не зодиакальное созвездие

Разбалловка: за каждый правильный ответ – по 1 баллу.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

2. 1-в; 2-а; 3-б; 4-в

Разбалловка: за каждый правильный ответ – по 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

3. Нет, размер не является главным отличием спутника от планеты. Самые большие по размерам спутники планет Солнечной системы – это Ганимед, спутник Юпитера, Титан, спутник Сатурна. Эти два спутника меньше Марса, но больше Меркурия.

Разбалловка: за ответ «нет» – 2 балла; за названия двух самых больших спутников планет – 2 балла; за правильное сравнение размеров спутников с размерами Марса и Меркурия – по 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

4. Для ответа на вопрос необходимо все расстояния перевести в одинаковые единицы измерения.

Среднее расстояние от Солнца до Плутона: $39 \text{ а.е.} = 39 \cdot 150000 \text{ млн.км} = 5850000 \text{ млн.км.}$

Среднее расстояние от Солнца до Меркурия: 58500 млн.км.

Расстояние от Солнца до кометы на её максимальном удалении: $500 \text{ а.е.} = 500 \cdot 150000 \text{ млн.км} = 75000000 \text{ млн.км}$

При минимальном сближения кометы с Солнцем, получаем такое расположение тел: Меркурий, комета NEOWISE, Плутон.

При максимальном удалении: Меркурий, Плутон, комета NEOWISE.

Возможен второй способ решения - перевод единиц расстояния в астрономические единицы. Тогда минимальное расстояние от Солнца до кометы: 0,29 а.е.

Среднее расстояние от Солнца до Меркурия: 0,39 а.е.

Разбалловка: за перевод расстояния в одинаковые единицы – 4 балла; за правильное расположение небесных тел при минимальном сближении кометы с Землей – 2 балла; за правильное расположение небесных тел при максимальном удалении кометы от Земли – 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

Максимальное количество баллов за все задания: 32.

7-й класс

1. Есть:

Луна - Гагарин, Коперник.

Меркурий - Пушкин, Лермонтов, Глинка.

Венера - Снегурочка, Максвелл.

Нет: Гоголь.

Разбалловка: 1 балл за одну правильно выбранную фамилию.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

2. Если Луна находится в полнолунии, значит, она находится в противоположной Солнцу точке неба. Следовательно, Луна находилась в том созвездии, в котором Солнце бывает примерно 3 февраля (с разницей в 0,5 года от даты 3 августа), т.е. в Козероге.

Разбалловка: за определение положения Луны относительно Солнца - 4 балла; за правильное указание созвездия – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

3. $V = Sd$ - формула объема вытекшей лавы, где d – толщина слоя лавы.

$V = vt$ – формула объема вытекшей лавы, где v - скорость истечения лавы.

$t = (Sd)/v$ – время истечения лавы.

$$t = (620 \cdot 10^6 \cdot 10)/50 = 124 \cdot 10^6 (c) \approx 4 \text{ года}$$

Разбалловка: за формулу объема - 2 балла; за формулу времени истечения лавы – 2 балла; за вычисление времени – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

4. За время полёта корабля Земля повернулась на угол $\alpha = \frac{360^\circ \cdot 1,5ч}{24ч} = 22,5^\circ$.

Следовательно, учитывая поворот Земли, корабль опустился на широте Байконура и на $22,5^\circ$ западнее него (в Саратовской области).

Разбалловка: за вычисления угла, на который, повернулась Земля во время полета Ю.Гагарина - 4 балла; за формулировку ответа – 4 балла (ответ «левой Байконура» также засчитывается как правильный).

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

Максимальное количество баллов за все задания: 32.

8-й класс

1. Через два - там, где пересекаются эклиптика и небесный экватор, т. е. в точках весеннего и осеннего равноденствия. Это созвездия Рыбы и Дева.

Разбалловка: за указание точек пересечения небесного экватора и эклиптики - 4 балла; за каждое созвездие – по 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

2. Судя по описанию, Солнце только что скрылось за горизонтом, значит, полная Луна должна была только что появиться из-за горизонта и никак не могла быть видна «в высоте».

Разбалловка: за ответ про заход Солнца – 4 балла; про восход Луны – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

3. Считая движение Луны вокруг Земли равномерным, запишем формулу для нахождения скорости: $v = (2\pi R)/T$ (1), где r – расстояние от Земли до Луны, а T – период обращения.

Подставим числовые значения: $T = 27,3 \text{ сут} = 2358720c$

$$v = (2 \cdot 3,14 \cdot 384 \cdot 10^6) \text{ м} / 2358720c \approx 1022,3 \text{ м/с} \approx 1 \text{ км/с}$$

Разбалловка: за написание формулы (1) - 2 балла; за перевод времени – 2 балла; за нахождение скорости – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

4. Орбита планета находилась между орбитой Марса и Юпитера.

Когда Земля и Фаэтон находятся по разные стороны от Солнца, то максимальное расстояние между ними: $2,8 \text{ а.е.} + 1 \text{ а.е.} = 3,8 \text{ а.е.}$

Когда Земля и Фаэтон находятся по одну сторону от Солнца, то минимальное расстояние между ними: $2,8 \text{ а.е.} - 1 \text{ а.е.} = 1,8 \text{ а.е.}$

Разбалловка: за правильное определение положения орбиты планеты - 2 балл; за определение максимального и минимального расстояния до планеты – по 3 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

Максимальное количество баллов за все задания: 32.

9-й класс

1.	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
	8	3	2	6	1	5	7	4

Разбалловка: за каждую верно указанную пару – по 1 баллу.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

2. Спутники, запущенные на запад и восток, т.е. вдоль экватора, столкнутся, а те, что запускали на север и юг, столкнуться не могут, т.к. они будут обращаться в разных плоскостях, угол между которыми равен углу поворота Земли за одну минуту. Легче запускать спутник в сторону вращения Земли, т.е. на восток, т.к. при этом используется скорость вращения Земли, дополняющая скорость, сообщаемую ракетой-носителем. Труднее всего запускать спутник на запад.

Разбалловка: за указание того, что спутники, запущенные вдоль экватора, столкнутся – 2 балла; за указание того, что спутники, запущенные на север и на юг, не столкнутся – 2 балла; за объяснение этого – 2 балла; за объяснение того, что на восток спутник запустить легче – 1 балл; за указание того, что труднее всего запускать спутник на запад – 1 балл.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

3. Считая движение Луны вокруг Земли равномерным, запишем формулу для нахождения скорости: $v = (2\pi R)/T$ (1)

где r – расстояние от Земли до Луны, а T – период обращения.

Подставим числовые значения: $T = 27,3 \text{ сут} = 2358720 \text{ с}$

$$v = (2 \cdot 3,14 \cdot 384 \cdot 10^6) \text{ м} / 2358720 \text{ с} \approx 1022,3 \text{ м/с} \approx 1 \text{ км/с}$$

Разбалловка: за написание формулы (1) – 2 балла; за перевод времени – 2 балла; за нахождение скорости – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

4. Вычислим количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании угля, по формуле: $Q = qM$ (1)

$$\text{Рассчитаем это количество теплоты: } Q = 10^7 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг} = 2 \cdot 10^{37} \text{ Дж} \quad (2)$$

Светимость Солнца – это мощность его излучения, т.е. количество энергии, излучаемое в 1 с.

$$\text{Тогда найдем время, когда Солнце полностью сгорит: } t = Q/L \quad (3)$$

$$t = (2 \cdot 10^{37} \text{ Дж}) / (4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}) = 0,5 \cdot 10^{11} \text{ с} \approx 1584 \text{ года} \quad (4)$$

А Солнце светит намного дольше. Например, Юлий Цезарь жил более 2000 лет назад, а динозавры вымерли около 60 млн. лет назад. Так что предложенная ранее учеными идея оказалась несостоятельна.

Разбалловка: за написание формулы (1) – 1 балл; за нахождение количества теплоты (2) – 1 балл; за понимание того, как связать количество теплоты и светимость (3) – 2 балла; за нахождение времени (4) – 2 балла; за окончательный ответ – 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

5. Ускорение свободного падения можно вычислить по формуле: $g = GM/R^2$ (1)

$$\text{Массу планеты вычислим по формуле: } M = (4\pi R^3 \rho) / 3 \quad (2)$$

Подставим формулу (2) в формулу (1).

$$g = (4G\pi R^3 \rho) / 3R^2 = (4G\pi R \rho) / 3 \quad (3)$$

Воспользуемся этой формулой для написания ускорения свободного падения в первом и втором случаях:

$$g_1 = (4G\pi R_1 \rho_1) / 3, \quad g_2 = (4G\pi R_2 \rho_2) / 3$$

Найдем отношение ускорений: $g_2/g_1 = (R_2\rho_2)/(R_1\rho_1)$ (4)

Из формулы для расчета массы выразим R: $R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho}}$ (5)

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\sqrt[3]{(3Mk)/(4\pi\rho)} \cdot n\rho}{\sqrt[3]{(3M)/(4\pi\rho)} \cdot \rho} = \sqrt[3]{\frac{k}{n}} n = \sqrt[3]{kn^2}$$
 (6)

Если $k=n$, то: $g_2/g_1 = \sqrt[3]{n^3} = n$ (7)

Разбалловка: за написание формулы (1) – 1 балл; за написание формулы (2) – 1 балл; за нахождения отношения ускорений (6) – 5 баллов; за вычисление частного случая – 1 балл.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

Максимальное количество баллов за все задания: 40.

10-й класс

1. 1)

1. Объекты Солнечной системы	2. Звезды, зв. скопления	3. Туманности	4. Галактики
Е, З	Б, Г, Ж	В, Д	А

2) А, Б, Ж, З

Разбалловка: за правильно выполненное задание 1 – до 4 баллов; за правильно выполненное задание 2 – до 4 баллов.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

2. Угловая скорость движения Луны: $\omega_L = \frac{360^\circ}{27,3 \text{ сут}} \cong 13^\circ/\text{сут}$.

Угловая скорость движения Земли: $\omega_3 = \frac{360^\circ}{365 \text{ сут}} \cong 1^\circ/\text{сут}$.

Относительная угловая скорость Луны по небесной сфере в фазе новолуния: $\omega = \omega_L - \omega_3 \cong 12^\circ/\text{сут} \cong 0,5^\circ/\text{ч}$.

Луна в ходе затмения должна пройти два своих диаметра. Угловой диаметр Луны примерно $0,5^\circ$, и Луна пройдет его за 1 ч. Значит, для прохождения 2-х диаметров ей понадобится 2 ч.

Ответ: продолжительность полного солнечного затмения от начала и до конца составит около 2 ч.

Разбалловка: за нахождение угловой скорости Луны по небесной сфере – 4 балла; за догадку о том, что Луна проходит два угловых диаметра – 2 балла; за правильный ответ – 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

3. Для того, чтобы затраты топлива были минимальными, нужно запускать аппарат по гомановской траектории (половине эллипса).

Найдем большую полуось орбиты космического аппарата

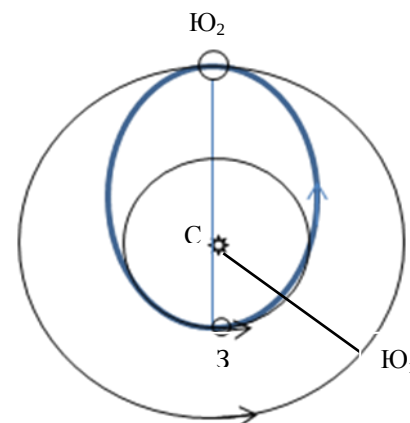
(КА): $a_{ка} = \frac{a_{Ю} + a_3}{2} = \frac{5,2 + 1}{2} = 3,1(a.e.)$ (1).

Запишем III закон Кеплера для двух тел, обращающихся вокруг Солнца – Земли и КА: $\frac{T_{ка}^2}{T_3^2} = \frac{a_{ка}^3}{a_3^3}$ (2). Отсюда найдем пе-

риод движения КА по эллипсу: $T_{ка} = T_3 \frac{a_{ка}}{a_3} \sqrt{\frac{a_{ка}}{a_3}} \cong 5,46 \text{ г}$ (3).

Время полета равно половине периода: $t \approx 2,73 \text{ г}$

Найдем угол «З-С-Ю₁»: $\alpha = 180^\circ - \omega t$ (4), где ω - угловая скорость движения планеты



по орбите.

Для Юпитера: $\omega = 360^\circ / 11,86 \text{ г} \cong 30,4^\circ / \text{г}$.

Тогда: $\alpha = 180^\circ - 30,4^\circ / \text{г} \cdot 2,73 \text{ г} \cong 97^\circ$.

Разбалловка: за идею вида траектории – 2 балла; за нахождение большой полуоси орбиты – 2 балла; за нахождение времени полета – 2 балла (если участник забыл, что время полета равно половине периода – 1 балл); за нахождение угла – 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

4. Проницающая сила телескопа: $m = 2 + 5 \lg D$, где D – диаметр объектива телескопа в мм, m – звёздная величина наиболее слабых звёзд, видимых в телескоп.

Отсюда: $\lg D = \frac{m-2}{5} = \frac{17-2}{5} = 3$, $D = 10^3 = 1000 \text{ мм} = 1 \text{ м}$.

Разбалловка: за знание связи между видимой звёздной величиной и диаметром объектива – 4 балла; за нахождение ответа – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

5. Бело-голубые звёзды относятся к спектральному классу В, эффективная температура которых (температура фотосферы) примерно 20000К (от 10000К до 30000К), это гиганты, диаметр которых в десятки раз превышает диаметр Солнца.

Разбалловка: за определение спектрального класса – 4 балла; за оценку эффективной температуры – 2 балла; за оценку размеров – 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

Максимальное количество баллов за все задания: 40.

11-й класс

1. 1) Планета Плутон излучает всего 60% той энергии, которую она получает от Солнца. Остальные 40% расходуются на процессы в коре планеты.

2) Да, возможно. Юпитер, Сатурн и Нептун излучают в космос значительно больше энергии, чем получают ее от Солнца. Юпитер излучает тепла в 2,7 раза больше, чем получает, за счет медленного сжатия и, предположительно, за счет термоядерных реакций. Сатурн излучает в 2,5 раза больше энергии, получаемой им от Солнца.

Разбалловка: за ответ на первый вопрос с обоснованием – 4 балла; за ответ на второй вопрос с обоснованием – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

2. Воспользовавшись формулой вычисления высоты объекта в верхней кульминации $h = 90^\circ - \varphi + \delta = 14^\circ 41'$, получаем, что звезда поднимается невысоко над горизонтом. Поглощение света атмосферой около горизонта существенно усложняет наблюдения звезд, поэтому оптимальным временем для наблюдения будет тот момент, когда звезда оказывается на максимально возможной высоте над горизонтом – в верхней кульминации.

Разбалловка: за расчет высоты звезды для верхней кульминации – 4 балла; за вывод-ответ – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

3. Поскольку зрачки круглые, количество света, попадающего в глаз в единицу времени, для разных размеров зрачка отличается в $4^2 = 16$ раз. Следовательно, искомая разница звездных величин должна соответствовать разнице в освещенностях, создаваемых объектами (в 16 раз), т.е. она составляет $\Delta m = -2,5 \lg(E_1/E_2) = -2,5 \lg(1/16) \approx 3$.

Разбалловка: за пропорциональность светового потока площади зрачка – 4 балла; за применение формулы Погсона – 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

4. Максимально возможная скорость – это круговая скорость на нулевой высоте (первая космическая скорость для астероида): $v = 2\sqrt{\frac{\pi G \rho}{3}} R$.

Минимальная длина траектории $L = 2\pi R$.

Тогда минимальное время полета: $t = L/v = \sqrt{(3\pi)/(G\rho)} \approx 2,1ч$.

Разбалловка: за формулу первой космической скорости для астероида - 4 балла; за ответ - 4 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

5. Время связано с долготой. Поэтому переведем солнечное время для Кирова $t_K = 12^h$ в звездное: $s_K = 12^h \cdot 1,0027 = 12^h,0324$.

Учтем, что у Кирова и Лузы разная долгота. Звездное время Лузы получится: $s_L = 12^h,0324 + ((47^\circ,251 - 49^\circ,668)/15^\circ)^h = 11^h,8713$.

Теперь произведем обратный перевод звездного времени для Лузы в солнечное: $t_L = 11^h,8713/1,0027 = 11^h,8393$.

Разбалловка: за расчет звездного времени для Кирова - 2 балла; за расчет звездного времени для Лузы - 4 балла; за расчет солнечного времени для Лузы – 2 балла.

Максимальная стоимость ответа составляет 8 баллов.

Если участник использует более простую модель (без учета движения Земли по орбите): $T_L = T_K + (\lambda_L - \lambda_K)$; $T_L = 12^h + (47,251^\circ - 49,668^\circ) = 12^h - 2,417^h \approx 12^h - 0,161^h = 11,839^h \cong 11^h50^m$, то он получает 4 балла.

Максимальное количество баллов за все задания: 40.