**ВСЕРОССИЙСКАЯ олимпиада школьников по АСТРОНОМИИ**

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**

**2023–2024 учебный год**

**ответы**

|  |  |
| --- | --- |
| **10 класс** | |
| № задания | Максимальный балл |
|  | 10 |
|  | 10 |
|  | 10 |
|  | 10 |
|  | 10 |
| Итого: | 50 баллов |

**ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ**

# 10 класс

*Общие указания*: за правильное понимание участником олимпиады сути предоставленного вопроса и выбор пути решения выставляется не менее 5–7 баллов. При отсутствии понимания ситуации и логической связанности решения оценка не может превышать 2–3 балла даже при формально правильном ответе. С другой стороны, арифметические ошибки, приводящие к неверному ответу, не должны быть основанием для снижения оценки более чем на 1–2 балла. Жюри вправе вводить собственные критерии оценивания работ, не противоречащие общим рекомендациям по проверке.

1. **Всегда над головой**

*Задание*

Перечислите 10 созвездий, которые можно увидеть в любой сезон в Красноярске (*φ* = 56° с.ш.).

*Решение*

В любой сезон в Красноярске ночью можно увидеть незаходящие созвездия. А так как созвездие – это участок небесной сферы в определенных границах, то в Красноярске незаходящими будут околополярные созвездия, южные границы которых имеют склонения *δ* ≥ (90°– *ϕ*) ≥ (90° – 56°) ≥ 34°.

Формально под это условие подходят следующие созвездия: Малая Медведица, Кассиопея, Дракон, Цефей, Жираф, Ящерица.

Также можно указать созвездия, яркие звезды которых, образующие их очертания, имеют склонения ≥ 34°, например: Большая Медведица, Рысь, Малый Лев, Гончие Псы.

Кроме того, участники могут указать созвездия, в которых большая часть ярких звезд являются незаходящими, например: Персей, Возничий, Лира, Андромеда, Лебедь.

*Ответ:* в любой сезон в Красноярске ночью можно увидеть незаходящие созвездия, такие как: Малая Медведица, Кассиопея, Дракон, Цефей, Жираф, Ящерица, Большая Медведица, Рысь, Персей, Возничий и др.

*Критерии оценивания*

За каждое верно указанное созвездие – 1 балл, но суммарно не более 10 баллов.

1. **Где светлее?**

*Задание*

Оцените, во сколько раз освещенность от Земли на Луне больше, чем освещенность от Луны на Земле, если отражательная способность Земли составляет 0,306, а Луны – 0,067.

*Решение*

Освещенность *I* прямо пропорциональна площади отражающей поверхности *S* и альбедо *a*. А площадь отражающей поверхности небесного тела пропорциональна квадрату его радиуса. Тогда отношение освещенностей от Земли на Луне и от Луны на Земле:

Взяв из Приложения 1 к заданиям экваториальный радиус Земли и радиус Луны, и подставив альбедо из условия, получим:

*Ответ:* примерно в 60 раз.

*Критерии оценивания*

Понимание от чего зависит освещенность – 4 балла.

Понимание, что площадь пропорциональна квадрату радиуса – 3 балла.

Верное вычисление отношения освещенностей – 3 балла.

*Примечание:* если участник использует в решении отношение радиусов, а не площадей, итоговая оценка не может превышать 4 балла.

1. **Та самая Бетельгейзе**

*Задание*

В конце 2019 года красный сверхгигант Бетельгейзе резко потускнел, но затем в 2020 году его блеск вернулся к первоначальному значению. Как позже выяснили ученые, это произошло из-за того, что звезда выбросила вещество, которое, остыв превратилось в пылевое облако, закрывающее часть звезды. Теперь эта звезда стала почти на 50% ярче, чем обычно. Какую звездную величину сейчас имеет Бетельгейзе, если ее обычная звездная величина в среднем составляет 0,50m?

*Решение*

Воспользуемся формулой Погсона в виде:

где *I*1 – освещенность, создаваемая одним источником, звездная величина которого равна *m*1, и *I*2 – освещенность, создаваемая другим источником, звездная величина которого равна *m*2.

Примем за 100% обычную освещенность, создаваемую Бетельгейзе, и обозначим ее *I*2, тогда возросшая освещенность составит 100% +50% = 150%, которую обозначим *I*1.

Теперь, выразив из формулы Погсона звездную величину *m*1, получим:

*Ответ:* 0,06m.

*Критерии оценивания*

Знание формулы Погсона – 3 балла.

Запись формулы Погсона в нужном (логарифмированном) виде для нахождения звездной величины – 2 балла.

Верная запись значений освещенностей (участник также может принять обычную освещенность за 1, а возросшую освещенность за 1,5) – 1 балл.

Верное вычисление звездной величины – 3 балла.

Запись ответа с точностью до сотых (так как в условии средняя звездная величина дана с такой точностью) – 1 балл.

1. **Противостояния Юпитера**

*Задание*

В 2023 году противостояние Юпитера приходится на 3 ноября. Когда произойдет его следующее противостояние? Можно считать, что орбита Юпитера круговая и в 5,2 раза больше земной. Лучше или хуже он будет виден на небе для наблюдателей из Красноярского края, чем в противостоянии 2023 года? Почему? Сможем ли мы увидеть противостояние этого небесного гиганта в 2025 году?

*Решение*

По определению, период между двумя последовательными одинаковыми конфигурациями планеты (в данном случае противостояниями) называется синодическим периодом (*S*). Юпитер – внешняя планета по отношению к Земле. Поэтому формула для вычисления *S* (уравнение синодического движения) будет выглядеть как:

где *T*ю – сидерический (звездный) период обращения Юпитера, *T*з – сидерический период обращения Земли (звездный год), равный 365,26 средних солнечных суток.

Если принять *Т*з = 1 год, то из условия задачи и упрощенного III закона Кеплера можно определить сидерический период Юпитера лет.

Теперь найдем синодический период Юпитера, приведя уравнение синодического движения к общему знаменателю:

Значит, противостояние Юпитера в 2024 году произойдет спустя 399 дней от даты 3 ноября 2023 г. А это примерно 365 сут + 34 сут, или 3 ноября + 27 суток до конца ноября и еще 7 суток в декабре, то есть противостояние произойдет около 7 декабря 2024 года.

Планеты в противостоянии видны вблизи точки эклиптики, противоположной Солнцу. Легко понять, что 7 декабря Солнце гораздо ниже, чем 3 ноября. А это значит, что Юпитер, наоборот, будет виден выше (его склонение увеличится и он будет дольше виден над горизонтом). То есть в противостоянии 2024 года Юпитер будет виден лучше, чем в 2023 году.

Действительно, начиная с июня и до конца 2024 года склонение Юпитера будет более +20 градусов.

В 2025 году противостояния Юпитера не будет. Оно произойдет около 10 января 2026 года.

*Примечание:* в решении использовалось приближение круговых орбит, поэтому получившийся результат не совсем точен. Но даже если учитывать, что 2024 год будет високосным – разница все равно останется в пределах суток.

*Ответ:* следующее противостояние Юпитера произойдет около 7 декабря 2024 года. Для жителей наших северных широт он будет виден лучше (выше и дольше) чем 3 ноября 2023 года. В 2025 году противостояния Юпитера не будет (оно произойдет только около 10 января 2026 года).

*Примечание:* ответы в пределах ±1 суток от приведенных в решении засчитываются как правильные.

*Критерии оценивания*

Верное вычисление сидерического периода Юпитера – 2 балла.

Верное вычисление синодического периода Юпитера – 2 балла.

Верное определение даты противостояния Юпитера в 2024 году – 2 балла.

Вывод с обоснованием о лучшей видимости Юпитера в 2024 году – 2 балла.

Вывод о том, что противостояния Юпитера в 2025 году не будет – 2 балла.

1. **Новая комета**

*Задание*

Несмотря на развитие крупных автоматизированных телескопов, настоящее открытие все еще можно сделать и с помощью обычного цифрового фотоаппарата! Так, 12 августа 2023 года японец Хидео Нисимура обнаружил на своих снимках новую комету, которая в середине сентября приблизилась к Солнцу и достигла блеска второй звездной величины (яркая, но пряталась в «лучах Солнца»). Хидео снимал небо на фотоаппарат с полнокадровой матрицей (36 × 24 мм), обладающей разрешением 5472 × 3648 пикселей, и объективом с фокусным расстоянием 200 мм. Мог ли он с первого взгляда отличить на снимках комету от звезд, если считать, что за счет атмосферной турбулентности размеры слабых звезд на матрице составляют примерно 3 × 3 пикселей, а комета имела кому (газовую оболочку вокруг ядра) размером 2 угловых минуты? Другими словами – каких размеров в пикселях была комета на снимке?

*Решение*

Определим линейный размер 1 пикселя: 36 мм / 5472 пкс = 0,0066 мм или 24 / 3648 пкс = 0,0066 мм.

Угловой размер объекта *α*, выраженный в радианах, связан с линейным размером изображения в фокальной плоскости *l* соотношением: *l* = α · *F*, где *F* – фокусное расстояние.

Так как 1 рад = 57,3° = 3438′, то выражение для линейного размера изображения в фокальной плоскости примет вид:

Тогда 2' в фокальной плоскости будут иметь размер:

Что при полученном ранее масштабе равно 0,1163 мм / 0,0066 мм ≈ 18 пикселей. Это заметно больше размеров звезд (3 х 3 пкс), так что Хидео оставалось только заметить «туманное пятнышко» и убедиться, что в астрономических каталогах на этом месте нет далеких незвездных объектов (галактик, туманностей и т.п.).

*Ответ:* да, размер кометы на снимке составлял около 18 х 18 пиксел, поэтому ее вид явно отличался от изображений окружающих звезд.

*Критерии оценивания*

Верное определение линейного размера 1 пикселя – 2 балла.

Знание выражения для линейного размера изображения в фокальной плоскости – 3 балла.

Верный перевод углового размера из радиан в угловые минуты (из угловых минут в радиан) – 2 балла.

Получение правильного ответа в пикселях и верный вывод – 3 балла.

Задания подготовили:

председатель предметно-методической комиссии регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае по астрономии, кандидат технических наук, доцент С.В. Бутаков;

председатель жюри регионального этапа всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае по астрономии, член Российской Ассоциации учителей астрономии, заслуженный педагог Красноярского края С.Е. Гурьянов.

С замечаниями, пожеланиями, предложениями и вопросами можно обращаться по адресу: [butakov@kspu.ru](mailto:butakov@kspu.ru) или по тел. 8-904-897-97-60.