

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ
2023–2024 УЧЕБНЫЙ ГОД
ОТВЕТЫ

9 КЛАСС	
№ задания	Максимальный балл
1.	10
2.	10
3.	10
4.	10
5.	10
Итого:	50 баллов

ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ

9 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 ($\varphi = 56^\circ$ 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 $\delta \geq (90^\circ - \varphi) \geq (90^\circ - 56^\circ) \geq 34^\circ$.

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 $\geq 34^\circ$, 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.

2. Два в одном

Задание

В 2023 году в одном месяце (августе) произошли сразу два полнолуния, что привлекло большое внимание прессы и общественности. А какое максимальное число полнолуний может быть в году? Удачным или неудачным был 2023 год для наблюдений метеоров из метеорного потока Персеиды (максимум активности 12–13 августа), если считать, что на загородном небе главной световой помехой для любых астрономических наблюдений является именно Луна?

Решение

Самыми неудачными годами для наблюдений метеоров можно считать те, когда максимум активности потока совпадает с полнолунием. Период смены фаз Луны (синодический период обращения) составляет 29,53 суток. В августе 31 день. Поэтому полнолуния должны были произойти в самом начале и в самом конце месяца (так и было – 1 и 31 августа). Между полнолуниями было новолуние (16 августа). Так что вблизи максимума активности Персеид Луна была в возрасте 2–3 дней до новолуния (достаточно узкий серпик на преддурренем небе) и не могла существенно помешать наблюдениям.

Теперь о максимальном числе полнолуний. Обычно в году бывает 12 полнолуний. И простое деление длительности года на период смены лунных фаз дает: $365,24 / 29,53 \approx 12,37$. Но тонкость заключается в том, что это не количество полнолуний, а количество интервалов между ними. (см. решение задания 5 для 7–8 классов). Поэтому самих полнолуний в году может быть на одно больше, т.е. 13. В принципе, это справедливо и для всех других фаз Луны (новолуние, первая или последняя четверти) .

Ответ: несмотря на два августовских полнолуния, 2023 год можно считать удачным для наблюдений метеоров из метеорного потока Персеиды, потому что максимум активности пришелся на даты близкие к новолунию, и Луна не могла существенно помешать наблюдениям. Максимальное число полнолуний в году может быть 13.

Критерии оценивания

Знание (или определение из Приложения 1 к заданиям) продолжительности синодического месяца – 2 балла.

Понимание, что при двух полнолуниях в одном месяце они должны происходить в самом начале и в самом конце месяца – 3 балла.

Правильный вывод о том, что в ночи максимальной активности Персеид Луна будет близка к новолунию и не сможет существенно помешать наблюдениям – 2 балла.

Правильно указанное максимальное количество полнолуний в одном году – 3 балла.

3. Заход Солнца

Задание

Сегодня во многих фильмах можно увидеть красочный восход или закат Солнца. Один ученик во время видеосъемки заката в день осеннего равноденствия измерил, что угол захода Солнца составил 34° к горизонту. Определите на какой географической широте проводилась эта видеосъемка. А если бы фильм в этот день снимали в Сочи – был бы этот угол меньше или больше? Объясните почему.

Решение

В день осеннего равноденствия склонение Солнца равно 0° , т.е. оно находится на небесном экваторе.

Угол между линиями небесного экватора и горизонтом в точке их пересечения связан с широтой места наблюдения φ соотношением $\theta = 90^\circ - |\varphi|$.

Отсюда легко получить, что съемка производилась на широте $\varphi = \pm(90^\circ - \theta) = \pm 56$ градусов. В северном полушарии Земли на этой широте находится, например, Красноярск, а в южном полушарии на 56 параллели суши нет, она пересекает только океан.

Известно, что город Сочи расположен южнее Красноярска ($\varphi = +43,5^\circ$), поэтому он для обеих, полученных выше широт, находится ближе к экватору, значит угол восхода или захода Солнца в Сочи будет больше.

Ответ: на широте $\pm 56^\circ$, в Сочи угол восхода или захода Солнца будет больше.

Критерии оценивания

Знание, что в день осеннего равноденствия Солнце находится на небесном экваторе – 2 балла.

Знание зависимости угла между линиями небесного экватора и горизонтом в точке их пересечения от широты места наблюдения – 2 балла.

Верное вычисление широты – 4 балла (если участник указывает только широту северного полушария, не учитывая южное, то из них выставляется только 2 балла).

Верный вывод об угле восхода или захода Солнца в Сочи – 2 балла.

4. Яркая комета в 2024 году

Задание

В октябре следующего (2024) года мы сможем увидеть на вечернем небе яркую комету C/2023 A3 (Цучиншань–АТЛАС), которая по прогнозам будет легко видна даже невооруженным глазом! Эта комета пройдет перигелий 27 сентября на расстоянии 0,39 а.е. от Солнца, при этом для наблюдателя она будет находиться вблизи наибольшей восточной элонгации. Определите угловое расстояние кометы от Солнца в этот момент при наблюдении с Земли.

Решение

Это задание аналогично задаче по определению наибольших элонгаций внутренних планет, поскольку в перигелии комета окажется внутри орбиты Земли (приблизится к Солнцу примерно до орбиты Меркурия). В момент наибольшей элонгации угол ЗКС (Земля – комета – Солнце) равен 90° (см. рис. 1). Из этого рисунка можно понять, что в перигелии $q = r \cdot \sin(\alpha)$. Откуда угловое расстояние кометы от Солнца $\alpha = \arcsin(q/r) = \arcsin(0,39 \text{ а.е.} / 1 \text{ а.е.}) = 22,95^\circ \approx 23^\circ$.

Примечание: следует отметить, что именно на таком угловом расстоянии от Солнца и будет видна комета C/2023 A3 в момент прохождения перигелия. То есть условия для наблюдений этой кометы в перигелии будут близки к идеальным.

Ответ: угловое расстояние кометы от Солнца в момент прохождения перигелия для наблюдателя на Земле составит примерно 23° .

Критерии оценивания

Понимание конфигурации элонгация – 4 балла.

Верная запись выражения для определения угла элонгации – 3 балла.

Окончательное верное вычисление значения угла – 3 балла.

5. Во сколько раз быстрее?

Задание

Если принять, что две крайние главные планеты Солнечной системы Меркурий и Нептун обращаются вокруг Солнца по окружностям с радиусами 0,387 а.е. и 30,061 а.е. соответственно, то какая из них движется быстрее и во сколько раз? Сравните эти скорости со средней орбитальной скоростью Земли.

Решение

Если за время T тело совершает один оборот по окружности радиуса r , то его скорость можно найти из соотношения: $v = 2\pi r/T$. В то же время период обращения T можно найти из упрощенного III закона Кеплера: $T = \sqrt{r^3}$. Поскольку нас интересуют отношения скоростей можно записать, что

$$v \sim \frac{r}{\sqrt{r^3}} = \frac{r}{\sqrt{r \cdot r^2}} = \frac{r}{r\sqrt{r}} = \frac{1}{\sqrt{r}}$$

Тогда скорость орбитального движения Меркурия больше, чем у Нептуна в:

$$\frac{v_M}{v_N} = \frac{\sqrt{r_N}}{\sqrt{r_M}} = \sqrt{\frac{30,061 \text{ а.е.}}{0,387 \text{ а.е.}}} \approx 8,8 \text{ раза.}$$

Если принять радиус орбиты Земли за единицу, то скорость Нептуна меньше скорости Земли в:

$$\frac{V_3}{V_N} = \frac{\sqrt{r_N}}{\sqrt{r_3}} = \sqrt{\frac{30,061}{1}} \approx 5,5 \text{ раза.}$$
 Учитывая, что средняя орбитальная скорость Земли равна 29,8 км/с (см.

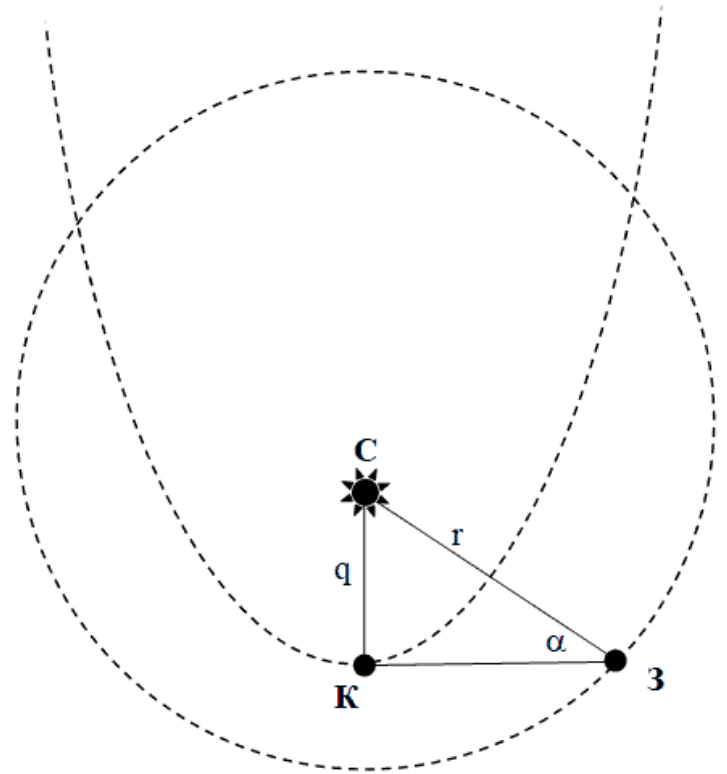


Рис. 1

Приложение 1 к заданиям), то орбитальная скорость Нептуна составляет $29,8 \text{ км/с} / 5,5 \approx 5,4 \text{ км/с}$. А скорость Меркурия составляет: $5,4 \cdot 8,8 \approx 47,5 \text{ км/с}$.

По сравнению с орбитальной скоростью Земли Меркурий движется в $47,5 \text{ км/с} / 29,8 \text{ км/с} = 1,6$ раза быстрее.

Примечание: учащиеся могут выполнить решение «в лоб» – то есть сначала найти периоды обращения планет по закону Кеплера и затем вычислить их скорости обращения. Но при попытке сравнения этих значений со скоростью Земли им придется переводить астрономические единицы в километры, а годы – в секунды. Это затратно по времени и может приводить к арифметическим ошибкам (работа с большими числами).

Ответ: Меркурий движется быстрее Нептуна примерно в 8,8 раза; по сравнению со скоростью Земли Меркурий движется в 1,6 раза быстрее, а Нептун – в 5,5 раз медленнее.

Критерии оценивания

Знание зависимости линейной скорости движения по окружности от периода обращения – 2 балла.

Знание упрощенной записи III закона Кеплера для круговой орбиты – 2 балла.

Знание (или определение из Приложения 1 к заданиям) средней орбитальной скорости Земли – 2 балла.

Верное вычисление во сколько раз Меркурий движется быстрее Нептуна – 2 балла.

Верное сравнение скоростей движения Меркурия и Нептуна со скоростью движения Земли – 2 балла.