

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ
2022–2023 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. Заход Альдебарана

Задание

Любитель астрономии в Красноярске в день осеннего равноденствия наблюдает восход звезды Альдебаран (экваториальные координаты: прямое восхождение $\alpha = 04^h 35^m$, склонение $\delta = +16,5^\circ$) в 21 час по декретному времени. Сможет ли он увидеть в эту же ночь заход этой звезды за горизонт? Почему? Рефракцией и видимыми размерами Солнца пренебречь.

Решение

Если не учитывать рефракцию и угловой размер диска Солнца, то можно считать, что в дни равноденствий ночь (как и день) длится 12 часов (с 19 до 07 часов декретного времени). По условию задачи Альдебаран взойдёт на 2 часа позже начала ночи. Даже если бы звезда находилась на небесном экваторе ($\delta = 0^\circ$), то его заход произошёл бы спустя 2 часа позже начала дня. А поскольку склонение Альдебарана положительно, то в наших северных широтах он зайдёт за горизонт ещё позже. То есть – уже на освещённом Солнцем дневном небе.

Ответ: не сможет, потому что заход Альдебарана произойдёт уже на светлом дневном небе.

Критерии оценивания

Знание, что в дни равноденствий продолжительность дня примерно равна продолжительности ночи – 3 балла.

Знание, что по декретному времени в дни равноденствий Солнце заходит около 19 часов, а восходит около 7 часов – 3 балла.

Верный вывод о том, что Альдебаран зайдёт уже в светлое время суток (с обоснованием) – 4 балла.

2. Астероид Рахманинов

Задание

В апреле 2023 года в России будет широко отмечаться 150 лет со дня рождения знаменитого русского музыканта Сергея Рахманинова. Интересно, что 35 лет назад был открыт астероид 1988 CM₂, который впоследствии получил номер 4345 и имя Рахманинов. Сколько оборотов вокруг Солнца совершит

астероид к моменту юбилея своего открытия? Можно считать, что астероид движется по круговой орбите на среднем расстоянии 2,9 а.е. от Солнца.

Решение

Период обращения астероида можно найти из III закона Кеплера в упрощённой формулировке: $T = \sqrt{a^3}$, где a – большая полуось (радиус орбиты) астероида в астрономических единицах, а T – звёздный (сидерический) период обращения, выраженный в годах. Тогда $T = \sqrt{2,9^3} = 4,94$ года. За 35 лет астероид совершит $35/4,94 = 7,09 \approx 7$ оборотов.

Ответ: 7 оборотов.

Критерии оценивания

Знание и применение упрощённой записи III закона Кеплера для круговой орбиты – 5 баллов.

Верные вычисления звёздного (сидерического) периода обращения астероида – 3 балла.

Окончательные верные вычисления количества оборотов астероида вокруг Солнца к моменту юбилея своего открытия – 2 балла.

3. Персеиды 2023

Задание

В 2022 году наблюдение метеоров Персеид было сильно затруднено тем, что ежегодный максимум действия этого метеорного потока (12 августа) пришелся точно на полнолуние. Объясните, почему этот поток называется Персеиды, если его метеоры можно видеть по всему небу? Как будет выглядеть Луна в момент максимума Персеид в следующем году? Будет ли она вновь существенно мешать наблюдениям?

Решение

Во время действия любого метеорного потока Земля входит в рой параллельно летящих мелких частиц и пыли (обычно рассеянных вдоль орбит, существующих или уже исчезнувших комет). Представьте себе, что вы стоите внутри длинного прямоугольного тоннеля – все параллельные прямые на полу, стенах и потолке будут казаться сходящимися к далёкой точке выхода из тоннеля – известный эффект перспективы. Так же и с метеорным роем. Если нанести пути наблюдавшихся по всему небу метеоров на карту (пролетевших вправо, влево, вверх, вниз), то продолжение их следов сойдутся в одной малой области (точке) на небе, называемой радиантом метеорного потока. И именно от того, в каком созвездии находится радиант, обычно и происходит название потока (в нашем случае это созвездие Персея).

Средний период смены фаз Луны (синодический месяц) составляет 29,53 сут. (см. Приложение 1 к заданиям).

Тогда за год (365 суток, поскольку 2023 год не високосный) пройдёт $365/29,53 = 12,36$ смен фаз. Другими словами – 12 полных циклов и ещё $0,36 \cdot 29,53 = 10,63$ суток. Можно понять, что после 12 полнолуний очередное новолуние наступит примерно через $29,53 / 2 = 14,77$ суток. Значит, Луна будет в возрасте примерно $14,77 - 10,63 = 4,14 \approx 4$ суток до новолуния. Это фаза после третьей (последней) четверти. Следовательно, Луна будет восходить после полуночи. Выглядеть узким серпиком и не сможет существенно помешать наблюдениям. Особенно это относится к датам 13 и 14 августа, когда поток всё ещё достаточно активен, а Луна ещё ближе к новолунию.

Ответ: радиант этого потока находится в созвездии Персея. Луна будет видна в виде тонкого серпика (фаза примерно за 4 суток до новолуния), восходить после полуночи и не сможет существенно помешать наблюдениям.

Критерии оценивания

Верное объяснение названия метеорного потока – 3 балла.

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

Верное определение фазы Луны – 3 балла.

Окончательный верный вывод об условиях наблюдения потока – 2 балла.

4. Два телескопа

Задание

Как называются такие виды телескопов (1 и 2)? Какой из телескопов (1 или 2) имеет:

а) большее увеличение?

б) лучшую разрешающую способность?

Телескоп	1	2
Объектив	Линзы	Зеркало
Диаметр объектива	50 см	100 см
Фокусное расстояние объектива	5 м	7,5 м
Фокусное расстояние окуляра	2 см	5 см

Решение

Телескоп 1 – рефрактор (линзовый объектив, строящий изображение за счёт преломления лучей – от лат. refracto – преломляю). Телескоп 2 – рефлектор (зеркальный объектив, строящий изображение за счёт отражения падающих лучей света – от лат. reflecto – отражаю).

Увеличение телескопа определяется как отношение фокусных расстояний объектива и окуляра. Для телескопа 1 это будет $500 \text{ см} / 2 \text{ см} = 250$ раз. А для телескопа 2: $750 \text{ см} / 5 \text{ см} = 150$ раз. Поэтому большее увеличение имеет первый телескоп.

Разрешающая способность оптического телескопа может определяться, например, из соотношения $\alpha'' = \frac{140''}{D \text{ мм}}$, где D – диаметр объектива телескопа в миллиметрах. Для телескопа 1 $\alpha'' = \frac{140''}{500 \text{ мм}} = 0,28''$, для телескопа 2 – $\alpha'' = \frac{140''}{1000 \text{ мм}} = 0,14''$. Отсюда видно, что по разрешающей способности второй телескоп в два раза превосходит первый.

Ответ: 1 – рефрактор, 2 – рефлектор. Большее увеличение – телескоп 1, а лучшая разрешающая способность – телескоп 2.

Критерии оценивания

Верное определение вида телескопа – по 2 балла.

Верное определение, какой телескоп имеет большее увеличение – 3 балла.

Верное определение, какой телескоп имеет лучшую разрешающую способность – 3 балла.

5. Навигационные сумерки

Задание

Мореплаватели ещё в древности обнаружили, что они уже не могут отличить линию горизонта от неба (для навигации по высоте звёзд над горизонтом) при погружении Солнца под горизонт на 12° . Это есть окончание так называемых навигационных сумерек. Через сколько заканчиваются навигационные сумерки после захода Солнца в день равноденствия для экипажа корабля, находящегося на географической широте $\varphi = \pm 45^\circ$. Рефракцией и видимыми размерами Солнца пренебречь.

Решение

В дни равноденствий Солнце находится на небесном экваторе и в течение суток перемещается по большому кругу небесной сферы, наклонённому к горизонту под углом $(90^\circ - |\varphi|)$.

Поэтому на широте 45° Солнце будет заходить за горизонт под углом в $(90^\circ - |\varphi|) = (90^\circ - |\pm 45^\circ|) = 45^\circ$.

Вследствие вращения небесной сферы Солнце, находясь на небесном экваторе, после захода движется по гипотенузе. В итоге получается равнобедренный прямоугольный треугольник с катетами по 12° (см. Рис 1), гипотенуза которого равна $\sqrt{12^2 + 12^2} \approx 17^\circ$.

За 1 час Солнце сместится на 15° (360° за 24 часа). Поэтому навигационные сумерки на данной широте в день равноденствия закончатся спустя $17^\circ / 15^\circ = 1,13$ часа или примерно 1 час 8 минут после захода Солнца.

Ответ: через 1,13 ч или примерно через 1 ч 8 мин.

Критерии оценивания

Знание, что в дни равноденствий Солнце расположено на небесном экваторе – 2 балла.

Знание зависимости угла между небесным экватором и горизонтом от широты – 3 балла.

Знание (или вывод), что небесная сфера за 1 час поворачивается на 15° – 2 балла.

Верные вычисления и окончательный правильный ответ – 3 балла.

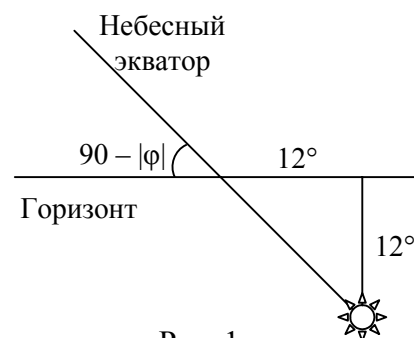


Рис. 1