Астрономия. Ответы и решения

9 класс | Москва | Муниципальный этап ВсОШ 2026-2027

Авторский разбор по предоставленным заданиям. Не является официальным ключом жюри. Разобраны все напечатанные числовые варианты. Графические оценки и неоднозначные формулировки отмечены явно. Оригинальные задания в этот файл не включены.

Принятые константы: 1 а. е. = 149,6 млн км; c = 300000 км/с; 1 радиан = 206264,806″. Приоритет имеют числовые данные конкретного задания. Нумерация утверждений соответствует порядку пунктов в оригинале.

Задание 1. Явление на составной фотографии

Ответ: Восход Луны во время лунного затмения (вариант 4).

Решение. В Северном полушарии восходящий объект перемещается в показанной ориентации вправо и вверх. Диски показывают постепенное погружение полной Луны в земную тень, а не солнечный серп.

Задание 2. Утверждения о фотографии

Ответ: Верны 2, 3, 6.

Решение. Центры изображений образуют участок суточной параллели, а не эклиптики. Наиболее тёмное изображение находится справа, где фаза затмения наибольшая. Лунное затмение возможно около полнолуния; форма освещённого участка во время затмения не означает обычную фазу серпа.

Задание 3. Продолжительность наблюдений

Ответ: Примерно 40 минут; оценка по фотографии.

Решение. Лунный диаметр около 0,5°. Протяжённость цепочки центров - примерно 19-20 лунных диаметров, то есть около 10°. Приблизительная угловая скорость суточного движения 15°/ч даёт $t \approx 10/15$ ч ≈ 40 мин. На точность влияют масштаб, проекция и склонение; при детальном учёте склонения и собственного движения Луны оценка может отличаться на несколько минут.

Задание 4. Объём грунта для поиска клада

Ответ: Варианты 1-4: 2300000; 2800000; 2500000; 2100000 м³.

Решение. Утеряны секунды, значит каждая координата лежит в интервале шириной 1′. Сторона по меридиану $l = R\pi/(180\times60)$, по параллели $\approx l \cos\varphi$. Объём $V \approx l^2 \cos\varphi \times h$, где R = 6 400 000 м. Не округляем обычным способом: условие требует оставить две первые значащие цифры и заменить последующие нулями. Точнее можно вычислить площадь сферической полоски через разность синусов её граничных широт; здесь итоговые две цифры не меняются.

Вар.	Широта	h, м	V ≈, м³	По условию
1	70°15′	2	2342350	2300000
2	65°45′	2	2846996	2800000
3	65°57′	1,8	2542425	2500000
4	65°38′	1,5	2144894	2100000

Задание 5. Параллакс и угловое удаление экзопланеты

Ответ: Результаты для всех пяти вариантов приведены ниже.

Решение. Расстояние d(пк) = 1/p(″). На расстоянии d парсек отрезок a а. е. виден под углом a/d угловых секунд. Поэтому максимальная угловая сепарация θ = a p = 12 p.

Вар.	p, угл. с	d, пк	θ, угл. с
1	0,01	100	0,12
2	0,02	50	0,24
3	0,04	25	0,48
4	0,05	20	0,60
5	0,1	10	1,20

Задание 6. Предельная широта Луны в зените

Ответ: Варианты 1-3: 28,7°; 28,6°; 28,9°.

Решение. Наибольшее возможное склонение Луны δmax ≈ ε + i. Чтобы центр Луны оказался в зените, широта должна совпасть со склонением. Складываем градусы и минуты до округления: 28°41′, 28°35′ и 28°52′. В принятой учебной модели пренебрегаем топоцентрическими и малыми орбитальными поправками.

Задание 7. Две экзопланеты

Ответ: Отношение радиусов во всех вариантах 4,00; периоды см. таблицу.

Решение. На круговой орбите v = √(GM/r). Если внешняя планета движется вдвое медленнее, rвнеш/rвнутр = 4. По Кеплеру Tвнеш/Tвнутр = 4^(3/2) = 8, значит Tвнутр = Tвнеш/8. Повторение расположения на одном луче задаётся синодическим периодом S = 1/(1/Tвнутр − 1/Tвнеш) = Tвнеш/7.

Вар.	T внеш., годы	r внеш./r внутр.	T внутр., годы	S, годы
1	2,9	4,00	0,36	0,41
2	3,3	4,00	0,41	0,47
3	2,5	4,00	0,31	0,36
4	1,3	4,00	0,16	0,19
5	1,7	4,00	0,21	0,24

Задание 8. Одновременное прибытие света к Земле и Нептуну

Ответ: Западная и восточная квадратуры.

Решение. Далёкая вспышка создаёт почти плоский волновой фронт. Одновременное прибытие означает, что вектор Земля - Нептун перпендикулярен направлению на звезду. В конце марта Дева приблизительно противоположна Солнцу, поэтому Нептун расположен под прямым углом к направлению Земля - Солнце. Возможны две стороны, то есть обе квадратуры. Это решение использует приблизительное отождествление направления на Деву с противосолнечным; одно название большого созвездия не задаёт точной элонгации до градуса.

Задание 9. Расстояние до астероида в квадратуре

Ответ: Варианты 1-5: 2,2; 2,3; 3,5; 2,0; 1,5 а. е.

Решение. Используем конфигурацию из задания 8: луч Земля - астероид перпендикулярен радиусу земной орбиты. Прямоугольный треугольник даёт $\Delta = \sqrt{a^2 - 1}$. Орбиту Земли считаем круговой, близость астероида и Нептуна на небе - совпадением направлений.

Вар.	a, а. е.	Δ, а. е.
1	2,4	2,2
2	2,5	2,3
3	3,6	3,5
4	2,2	2,0
5	1,8	1,5

Задание 10. Приливная таблица

Ответ: 1) Обычно два прилива. 2) На следующий день примерно на 50 минут позднее: первый вариант. 3) Полнолуние или новолуние.

Решение. В таблице видны две волны высокого уровня за сутки. Лунные сутки около 24 ч 50 мин, поэтому соответствующий максимум следующего дня запаздывает. Около 10-го числа размах уровня велик: это сизигийные приливы, когда приливообразующие воздействия Луны и Солнца усиливают друг друга. По амплитуде нельзя различить новолуние и полнолуние.

Задание 11. Расстояние на небесном экваторе

Ответ: 32°.

Решение. При $\delta = 0°$ угловое расстояние равно меньшей разности прямых восхождений в градусах: 8ч36м − 6ч27м = 2ч09м = 2,15 ч; 2,15 × 15° = 32,25°, округляем до 32°.

Задание 12. Звезда α = 1ч28м, δ = +60°

Ответ: Рукба, δ Кассиопеи.

Решение. Одна из пяти основных звёзд W-фигуры Кассиопеи. На данном снимке находится слева и выше центральной γ Кассиопеи.



Задание 13. Звезда α = 0ч51м, δ = +58°

Ответ: Ахирд, η Кассиопеи.

Решение. Звезда между γ Кассиопеи и Шедаром, α Кассиопеи, ближе к Шедару. Она не входит в пять основных вершин W. Каталожные координаты близки к 0ч49м, +57°49′.



Задание 14. Место для обсерватории

Ответ: Гора Большой Бермамыт на Кавказе.

Решение. Каир: небольшая облачность и отсутствие полярного дня удобны, но мегаполис создаёт сильную засветку, аэрозоли и пыль ухудшают прозрачность; жара и турбулентность мешают наблюдениям. Станция Восток: высокая, холодная и сухая площадка, однако многомесячный полярный день исключает ежемесячные ночные наблюдения слабых объектов; эксплуатация крайне сложна. Большой Бермамыт: удалённость от ярких городов, высота и наличие тёмной части суток круглый год соответствуют задаче лучше. Минусы - облака, ветер, осадки, зимние условия и необходимость инфраструктуры. Для окончательного проекта нужны измерения качества неба, но среди трёх предложенных вариантов предпочтителен Бермамыт.

Справочные источники и проверка

CDS / SIMBAD: каталог звёзд (идентификация по координатам)
https://simbad.cds.unistra.fr/simbad/