Астрономия. Ответы и решения

10 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. Угловые размеры и координаты

Ответ: Верны 1, 2, 3 в приближении малых углов.

Решение. При $\theta \ll 1$ радиан $\theta \approx D/r$, поэтому утроение расстояния уменьшает размер втрое. Солнце и Луна имеют близкие угловые диаметры. На небесном экваторе меньшая разность α, переведённая в градусы, равна расстоянию. Температура и состав для геометрического размера не нужны. При 1 радиане приближение малых углов неприменимо. Расстояние между неподвижными звёздами не зависит от времени суток. Угловая минута равна 1/60 градуса, а не временному интервалу поворота на 1°.

Задание 2. Фаза Луны для земного наблюдателя

Ответ: Вблизи новолуния.

Решение. Луна расположена между Землёй и камерой, видящей освещённую Землю со стороны Солнца. Для земного наблюдателя к нам обращена преимущественно неосвещённая сторона Луны.

Задание 3. Почему Луна темнее Земли

Ответ: Альбедо Луны в несколько раз меньше альбедо Земли (вариант 1).

Решение. Яркость освещённой поверхности зависит от отражательной способности. Лунный реголит отражает мало света по сравнению с облаками и многими участками Земли. Размер тела меняет общий поток и угловой размер, но не объясняет различие поверхностной яркости.

Задание 4. Расстояние камеры до Луны

Ответ: Около 1,0 млн км по измерению данного рисунка; результат графический.

Решение. Пусть x - расстояние до Луны, тогда до Земли примерно x + 384000 км. Отношение видимых диаметров $q = \theta Л/\theta З = (1700/6400)(x+384000)/x$. Отсюда $x = 384000/(q \times 6400/1700 - 1)$. На предоставленной репродукции диаметры около 114 и 311 условных единиц, $q \approx 0{,}367$; $x \approx 1{,}01$ млн км, то есть 1,0 при двух значащих цифрах. Измерение края дисков неточно: $q = 0{,}36$ даёт около 1,1 млн км. Поэтому последнюю цифру нельзя считать точной независимо от качества исходного изображения; физический масштаб - около миллиона километров.

Задание 5. Положение экзопланеты и кривая блеска

Ответ: А - 2; Б - 4; В - 5; Г - 3; Д - 1.

Решение. Глубокий минимум А - транзит перед звездой (2). После транзита наблюдается малая освещённая часть планеты (4), к квадратуре В видна примерно половина (5), перед вторичным затмением Г - почти полный освещённый диск (3). Малый минимум Д означает исчезновение планеты за звездой (1).

Задание 6. Угловая сепарация экзопланеты

Ответ: Варианты 1-5: 0,6″; 0,3″; 0,9″; 1,2″; 1,5″.

Решение. $d = 1/p$ парсек; $\theta = a/d = a\,p$ угловых секунд. При $a = 3$ а. е. просто умножаем каждый параллакс на 3.

Задание 7. Зависимость период - светимость

Ответ: Верны 1 и 3.

Решение. При росте периода абсолютная звёздная величина на графике становится более отрицательной, то есть светимость увеличивается. Все показанные M_V значительно меньше солнечного $M \approx +4{,}74$, поэтому все эти цефеиды существенно ярче Солнца.

Задание 8. Видимая величина цефеиды

Ответ: Варианты 1-3: примерно 1,2m; 6,2m; 11,2m (графическая погрешность около 0,1m). Во втором вопросе всех вариантов: не хватает данных.

Решение. При $P = 10$ суток $\lg P = 1$. По прямой графика $M_V \approx -3{,}8\ldots-3{,}9$. Без учёта поглощения $m = M + 5\lg(d/10\ \text{пк})$. Для 100, 1000 и 10000 пк модуль расстояния равен 5, 10 и 15. Вопрос 2 относится к другой цефеиде с иным периодом, но её расстояние не задано: один период задаёт абсолютную, а не видимую величину. Если дополнительно предположить то же расстояние, ответы были бы «да», «да», «нет»; однако такого условия в вопросе нет.

Задание 9. Кульминация звезды с $\delta = 0°$

Ответ: Во всех вариантах северная широта: $A = 0°$; южная широта: $A = 180°$. Высоты приведены ниже.

Решение. $h = 90° - |\varphi - \delta| = 90° - |\varphi|$. В Северном полушарии звезда кульминирует к югу, в Южном - к северу. Здесь азимут астрономический, отсчитываемый от юга.

Вар.	$\lvert\varphi\rvert$	Север: h; A	Юг: h; A
1	50	40°; 0°	40°; 180°
2	55	35°; 0°	35°; 180°
3	47	43°; 0°	43°; 180°
4	57	33°; 0°	33°; 180°
5	41	49°; 0°	49°; 180°

Задание 10. Температура звезды

Ответ: Варианты 1-5 приведены в таблице, в кельвинах.

Решение. Закон Стефана - Больцмана: $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$. Поскольку радиусы равны, $L/L_\odot = (T/T_\odot)^4$. Поэтому $T = 5800 \times (L/L_\odot)^{(1/4)}$. Округляем до сотен кельвинов, а не переводим в градусы Цельсия.

Вар.	L/L Солнца	T до округл., K	Ответ, K
1	3000	42925	42900
2	1700	37243	37200
3	1000	32616	32600
4	500	27427	27400
5	4900	48526	48500

Задание 11. Радиолокация при максимальной элонгации

Ответ: Результаты всех пяти вариантов приведены ниже.

Решение. Радиолокационная задержка включает путь туда и обратно: $\Delta = c\,t/2$. По Кеплеру $r_Б/r_А = (Т_Б/Т_А)^{(2/3)} = 0{,}5^{(2/3)}$. При максимальной элонгации луч АБ касается орбиты Б, поэтому $r_А^2 = r_Б^2 + \Delta^2$. Отсюда $r_А = \Delta/\sqrt{(1 - 0{,}5^{(4/3)})}$. Используем $c = 300000$ км/с и 1 а. е. = 149600000 км.

Вар.	t, с	Δ, а. е.	$r_А$, а. е.
1	280	0,28	0,36
2	260	0,26	0,34
3	320	0,32	0,41
4	340	0,34	0,44
5	380	0,38	0,49

Задание 12. Расстояние на экваторе

Ответ: 12°.

Решение. 15ч11м − 14ч22м = 49 минут времени. Одна минута прямого восхождения соответствует 0,25° на небесном экваторе: 49 × 0,25° = 12,25°, после округления 12°.

Задание 13. Звезда α = 5ч26м, δ = −2°

Ответ: η Ориона.

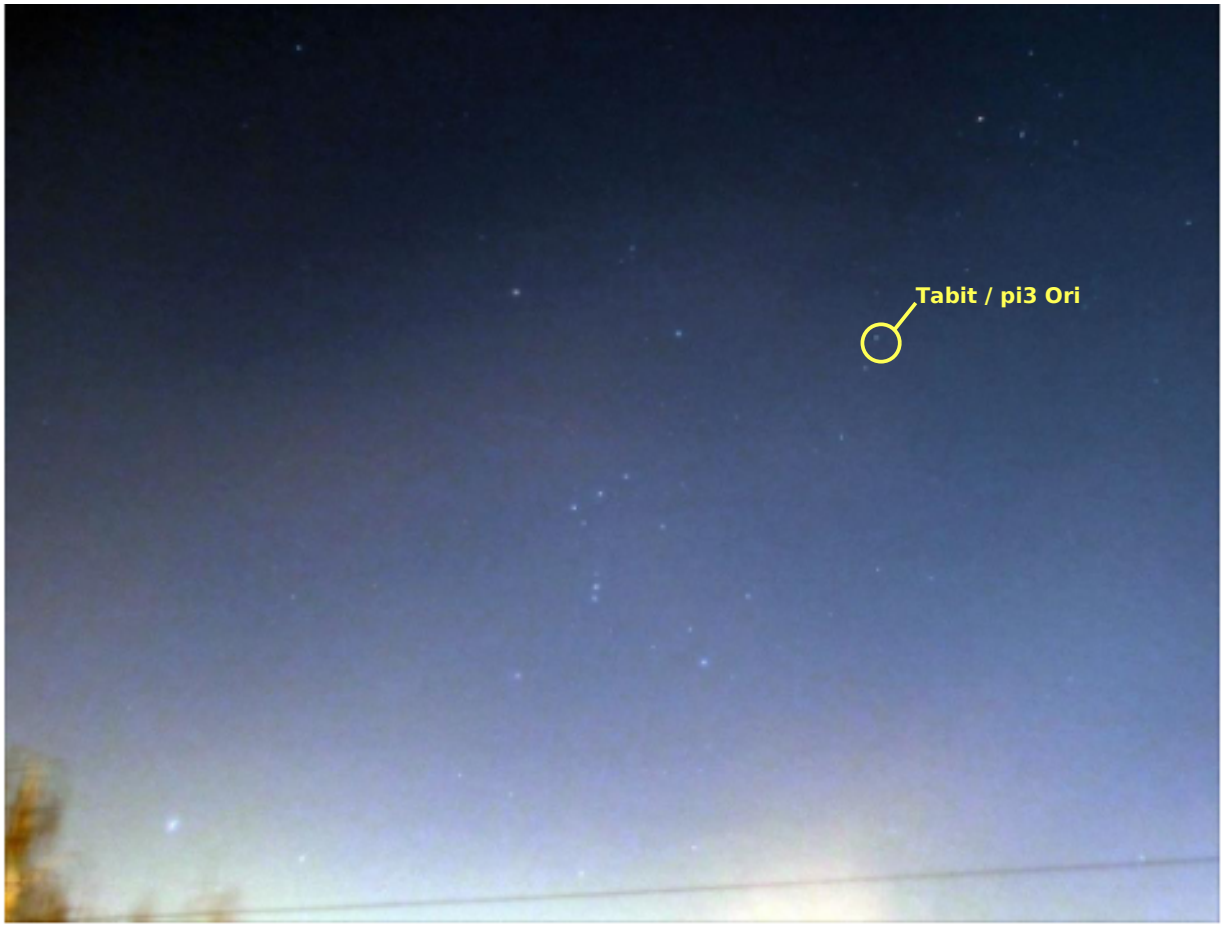
Решение. Звезда находится справа и немного ниже Пояса Ориона на данной фотографии. Это не Минтака: её склонение около 0°, тогда как у η Ориона около −2°24′.



Задание 14. Звезда α = 4ч51м, δ = +7°

Ответ: Табит, π³ Ориона.

Решение. Звезда в области щита Ориона, справа от основной фигуры созвездия. Координаты близки к 4ч50м, +7°; звёзды Пояса расположены заметно южнее.



Задание 15. Выбор места для обсерватории

Ответ: Гора Шаджатмаз на Кавказе.

Решение. Дубай: тёмная часть суток есть круглый год и мало осадков, но городская засветка, пыль, аэрозоли и влажность ухудшают наблюдения предельно слабых объектов. Станция Восток: высокогорье, холод и сухость полезны, однако полярный день не позволяет выполнять ночные наблюдения ежемесячно; доставка и работа аппаратуры сложны. Шаджатмаз: высота, сравнительно тёмное небо и отсутствие полярного дня лучше отвечают задаче. Следует учитывать сезонную облачность, осадки, ветер, зимние условия и ограниченность видимого участка неба. Высокая площадка сама по себе не гарантирует хорошего изображения: окончательное решение требует мониторинга прозрачности и турбулентности.

Справочные источники и проверка

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

NASA: фотография прохождения Луны перед Землёй, DSCOVR
https://science.nasa.gov/resource/from-a-million-miles-away-nasa-camera-shows-moon-crossing-face-of-earth/