

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
2025-2026 учебный год
Муниципальный этап
11 класс

Время выполнения заданий — 3 часа

Задание 1 (8 баллов). В романе «Воздушный корабль» Ж. Верн пишет: «Итак, у нас окончательно установлен факт, что Фриколин был страшный трус. Одним словом, он, по поговорке, был «труслив, как Луна». Тут я сделаю отступление, воспользуюсь случаем для заявления громкого протеста против оскорбительного сравнения целомудренной сестры лучезарного Апполона, кроткой Селены, с лакеем Фриколином. По какому праву обвиняют в трусости планету, которая с тех пор как мир стоит, всегда смотрела Земле прямо в лицо и никогда не поворачивала к ней свою спину?»

Согласны ли вы с этим утверждением относительно Луны?

Задание 2 (8 баллов). Попытки связаться с разумными цивилизациями во Вселенной начались с предложений использовать световые сигналы, продолжились отправкой в космос на исследовательских зондах рисунков с рассказом о Земле и человеке, а затем перешли в радиодиапазон.

Сейчас китайские астрономы из Университета аэронавтики и астронавтики в Нанкине намереваются сигнализировать рентгеновским излучением.

1. Каковы преимущества рентгеновского излучения?
2. Каковы другие возможные применения рентгеновского излучения?
3. Почему авторы идеи предлагают разместить мощный рентгеновский лазер на обратной стороне Луны?

Задание 3 (8 баллов). Может ли астроном, живущий в системе α Центавра, находящейся на расстоянии 1,33 пк от Солнца, заметить в телескоп планеты Солнечной системы? Если да, то какие? Считайте, что уровень цивилизации в системе α Центавра близок к нашему, и их телескопы подобны земным.

Задание 4 (8 баллов). Астрономы нашли самое дальнее тело Солнечной системы. Это каменная глыба размером 400 км, находящаяся в среднем в 132 а.е. от Солнца, но судя по орбите, временами отдаляющаяся на 175 а.е.

Определите период обращения этого небесного тела, эксцентриситет его орбиты и расстояние в перигелии.

продолжение — на обороте

Задание 5 (8 баллов). Капитан корабля измерил в истинный полдень 22 декабря зенитное расстояние Солнца и нашел его равным $66^{\circ}34'$. Хронометр, идущий по гринвичскому времени, показал в момент наблюдения $11^{\text{h}}54^{\text{m}}$. Уравнение времени в этот день было равно $-1,5^{\text{m}}$. Определите географические координаты корабля.

Задание 6 (8 баллов). Исследование далеких планет или вояж поселенцев, решивших обосноваться на Луне, сопряжены с большими трудностями.

Представьте себе такой сюжет. Вы — член космического экипажа из четырех человек, который отправился на встречу с базовым кораблем на освещенной поверхности Луны. Но из-за ЧП на борту ваш спускаемый аппарат был вынужден совершить жесткую посадку примерно в 320 км от места встречи. Во время аварийной посадки большая часть оборудования спускаемого аппарата была повреждена, но члены экипажа не пострадали. Но космонавты спасутся лишь в том случае, если доберутся до базового лагеря. Целыми и невредимыми остались лишь 14 предметов:

1. Коробка спичек
2. Канистра с 20 литрами воды
3. Пищевой концентрат
4. Нейлоновая веревка (20 м)
5. Парашютный шелк
6. Портативный обогреватель
7. Ящик сухого молока
8. Звездная карта
9. Спасательный плот (самонадувающийся)
10. Компас
11. Сигнальные ракеты
12. Аптечка первой помощи с ампулами для инъекций
13. Приемник-передатчик в УКВ-диапазоне на солнечный батареях
14. Два 45-килограммовых баллона с кислородом

Ваша задача — расставить эти предметы, собрав в восемь групп, с точки зрения их важности для достижения главной цели — добраться до базового корабля. Обоснуйте свой выбор.

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

§1. Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Универсальная газовая постоянная $R = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла $H = 68 \text{ (км/с)/Мпк}$

§2. Данные о Солнце

Радиус $695\,000 \text{ км}$

Масса $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Светимость $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина -26.78^{m}

Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^{\text{m}}$

Показатель цвета $(B-V) +0.67^{\text{m}}$

Эффективная температура 5800 К

Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м^2

§3. Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017

Тропический год 365.24219 суток

Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с

Период вращения $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$

Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: $23^\circ 26' 21.45''$

Экваториальный радиус 6378.14 км

Полярный радиус 6356.77 км

Масса $5.974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

Средняя плотность $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Объемный состав атмосферы: N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (~1%).

§4. Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км

Минимальное расстояние от Земли 356410 км

Максимальное расстояние от Земли 406700 км

Эксцентриситет орбиты 0.055

Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^\circ 09'$

Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток

Синодический период обращения 29.530589 суток

Радиус 1738 км

Масса $7.348 \cdot 10^{22}$ кг или 1/81.3 массы Земли

Средняя плотность $3.34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Визуальное геометрическое альbedo 0.12

Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^m

§5. Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр. альbedo	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли	$\text{г} \cdot \text{см}^{-3}$		градусы		
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	—	−26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	−0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут**	177.36	0.65	−4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	—
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	−2.0
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	−2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час**	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8

* — для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет.

** — обратное вращение.

§6. Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн.км	а.е.		градусы		сут
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	—
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5

§7. Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альбедо	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см ³	км	сут		m
Земля							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
Марс							
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3
Деймос	$1.8 \cdot 10^{15}$	~6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4
Юпитер							
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1815	3.55	421800	1.769138	0.61	5.0
Европа	$4.8 \cdot 10^{22}$	1569	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2631	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2400	1.86	1882800	16.68902	0.20	5.7
Сатурн							
Тефия	$7.55 \cdot 10^{20}$	530	1.21	294660	1.887802	0.9	10.2
Диона	$1.05 \cdot 10^{21}$	560	1.43	377400	2.736915	0.7	10.4
Рея	$2.49 \cdot 10^{21}$	765	1.33	527040	4.517500	0.7	9.7
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2575	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2
Япет	$1.88 \cdot 10^{21}$	730	1.21	3560800	79.33018	0.2	~11.0
Уран							
Миранда	$6.33 \cdot 10^{19}$	235.8	1.15	129900	1.413479	0.27	16.3
Ариэль	$1.7 \cdot 10^{21}$	578.9	1.56	190900	2.520379	0.34	14.2
Умбриэль	$1.27 \cdot 10^{21}$	584.7	1.52	266000	4.144177	0.18	14.8
Титания	$3.49 \cdot 10^{21}$	788.9	1.70	436300	8.705872	0.27	13.7
Оберон	$3.03 \cdot 10^{21}$	761.4	1.64	583500	13.46324	0.24	13.9
Нептун							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685**	0.7	13.5

* – для полнолуния или среднего противостояния внешних планет.

** – обратное направление вращения.

§8. Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x;$$

$$\sin(\alpha + x) \approx \sin \alpha + x \cos \alpha;$$

$$\cos(\alpha + x) \approx \cos \alpha - x \sin \alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + x) \approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx;$$

($x \ll 1$, углы выражаются в радианах).