

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**Время выполнения заданий – 90 минут****Максимальное количество баллов – 100 баллов****Задание № 1 (8 баллов).**

В 2024 году произошли 2 лунных затмения: 25 марта и 18 сентября. В каких созвездиях следовало искать Луну для наблюдения этих затмений?

Задание № 2 (8 баллов).

С древнейших времён люди смотрят на небо и видят на нём Солнце, Луну, звёзды и планеты. До 1609 года наблюдения проводились невооружённым глазом, пока Галилео Галилей не изобрел телескоп. К тому времени, человек уже знал семь, как они называли «планет», которые располагались на небе «по рангу»: Луна, Венера, Меркурий, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн.

Необходимо, используя имеющиеся у Вас знания или информацию, приведенную в тексте ответить на вопросы.

1. Почему в этом упорядоченном списке есть уточнение о «так называемых планетах»?
2. Расположите уже известные к тому времени планеты в порядке удаления от Солнца.
3. Какие планеты из этого списка люди смогли увидеть только с помощью телескопа?
4. Как отличить на небе звезду от планеты? Назовите все признаки отличия.
5. Расположите упомянутые в тексте «планеты» по убыванию среднего видимого блеска.
6. Каждая планета отражает солнечный свет преимущественно в определенном участке спектра, в результате планеты приобретают конкретный цветовой оттенок (цвет). Какой оттенок имеют Меркурий, Марс и Венера?
7. Действительно ли Галилео Галилей открыл Сатурн?
8. Кто первым увидел у Сатурна кольца?

Задание № 3 (8 баллов).

Наблюдатель зафиксировал одновременное увеличение астрономического азимута и высоты светила. В какую сторону горизонта смотрит наблюдатель? В каком полушарии Земли он находится?

Задание № 4 (8 баллов).

В далёкой галактике жители земли подобной планеты обнаружили обитаемый мир в трёх парсеках от своей системы и направили туда свои межзвёздные корабли. Пролетев первый парсек, они выполнили гравитационный манёвр и разогнавшись пролетели ещё 4 световых года. Пришло время снижать скорость и сближаться с целью. Сколько астрономических единиц оставалось до цели? Если в этот момент путешественники отправят радиосигнал в сторону цели, как скоро он её достигнет?

Задание № 5 (8 баллов).

Астрономы-любители из нескольких российских городов договорились 22 сентября 2024 года измерить высоту Солнца в верхней кульминации, чтобы сравнить эти значения в разных городах. Ниже приведена таблица с координатами городов-участников проекта в алфавитном порядке. а) Расположите города в порядке наступления (наблюдения) верхней кульминации Солнца от самого раннего к самому позднему. б) Расположите их в порядке увеличения высоты Солнца в верхней кульминации.

Калининград	54°43' с.ш. 20°30' в.д.	UTC + 2
Красноярск	56°01' с.ш. 92°52' в.д.	UTC + 7
Новосибирск	55°02' с.ш. 82°56' в.д.	UTC + 7
Москва	55°45' с.ш. 37°37' в.д.	UTC + 3
Омск	54°58' с.ш. 73°23' в.д.	UTC + 6
Санкт-Петербург	59°57' с.ш. 30°19' в.д.	UTC + 3
Сочи	43°35' с.ш. 39°43' в.д.	UTC + 3

Задание № 6 (8 баллов).

С какого дня недели начался 1918 год? Известно, что 14 февраля 1918 года — четверг. А с какого дня недели начался 2024 год? Привести расчёты.

Справочная информация, разрешенная к использованию на ВсОШ

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 $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Постоянная Больцмана $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$

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

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

Постоянная Планка $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

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

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

Элементарный заряд $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

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 $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус $697\,000 \text{ км}$

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

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.0167

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%)

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км
 Минимальное расстояние от Земли 356410 км
 Максимальное расстояние от Земли 406700 км
 Средний 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
 Период прецессии узлов орбиты 18.6 лет
 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}
 Видимая звездная величина в первой/последней четверти -10.5^{m}

Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео- метр. аль- бедо	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли			градусы		
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	697000	109.3	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	26.73	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

Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцент- риситет	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

Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	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

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).