

Пермский край
2023-2024 учебный год
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
7-8 КЛАССЫ**

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические задания.

Выполнение заданий тура целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание и уясните суть вопроса;
- если это тестовое задание, то прочитайте все предложенные варианты ответа и проанализируйте каждый из них, учитывая формулировку задания; определите, какой из предложенных вариантов ответа наиболее верный;
- если это задание, которое требует развернутого ответа, то запишите подробное решение; помните, что черновики жюри не проверяет, поэтому Ваш ответ должен содержать все этапы решения задания в чистовом варианте;
- не спешите сдавать решения досрочно, ещё раз проверьте все ответы;
- задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаёте его членам жюри.

К комплекту заданий прилагается справочная информация, разрешенная к использованию на муниципальном этапе олимпиады.

Время выполнения заданий – 90 минут (1 час 30 минут). Максимальная оценка за выполнение всех олимпиадных заданий – 50 баллов.

Задание 1. (8 баллов)

Назовите созвездия северного полушария, в названии которых *два* слова. Например, одно из таких созвездий изображено на рис. 1. Перечислите все названия таких созвездий.

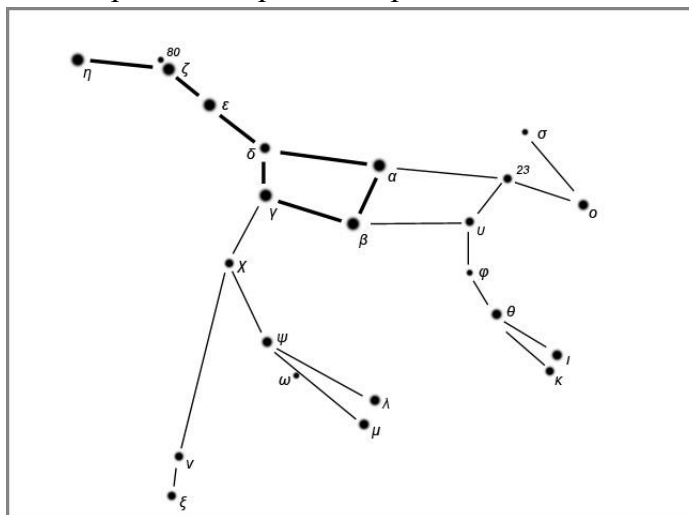


Рис. 1. Созвездие северного полушария

Задание 2. (8 баллов)

Сопоставьте названия космических объектов и утверждения о них. Ответы нужно представить в следующем формате, например: 1 – А, 2 – Б, 3 – В, и т.д.

1.	Бетельгейзе	А.	Не имеет естественных спутников. На земном небе является третьим по яркости светилом после Солнца и Луны. Атмосфера состоит, в основном, из углекислого газа (96,5 %) и азота (3,5 %).
2.	Церера	Б.	Спутник Юпитера, на этом объекте происходит самая активная в Солнечной системе вулканическая деятельность
3.	Венера	В.	Яркая звезда в созвездии Ориона. Красный сверхгигант, полуправильная переменная звезда, блеск которой изменяется от 0,0 до 1,3 звёздной величины и в среднем составляет около 0,6 ^m .
4.	Сириус	Г.	Гелий был впервые обнаружен именно на этом объекте
5.	Деймос	Д.	Один из двух спутников Марса. Был открыт американским астрономом Асафом Холлом в 1877 году и назван им в честь древнегреческого бога ужаса Деймоса, сына бога войны Ареса.
6.	Пояс Койпера	Е.	Наименьшая среди известных карликовых планет Солнечной системы. Расположена в поясе астероидов. Была открыта в 1801 году итальянским астрономом Джузеппе Пьяцци в Палермской астрономической обсерватории. Названа в честь древнеримской богини плодородия. Некоторое время рассматривалась как полноценная планета Солнечной системы; в 1802 году она была классифицирована как астероид, но продолжала считаться планетой ещё несколько десятилетий, а по результатам уточнения понятия «планета» Международным астрономическим союзом 24 августа 2006 года на XXVI Генеральной Ассамблее МАС была отнесена к карликовым планетам.
7.	Солнце	Ж.	Область Солнечной системы от орбиты Нептуна (30 а. е. от Солнца) до расстояния около 55 а. е. от Солнца. Похож на пояс астероидов, состоит в основном из малых тел.
8.	Ио	З.	Звезда созвездия Большого Пса. Ярчайшая звезда ночного неба.

Задание 3. (8 баллов)

На рис. 2 показана фотография некоторого астрономического явления.



Рис. 2. Неизвестное астрономическое явление

а) Как называется это астрономическое явление, если маленький черный кружочек на фоне более светлого круга – это планета Венера?

б) Известно, что радиус планеты Венера составляет около 6000 км, радиус орбиты Венеры – 0,72 а.е. Можно ли вычислить расстояние между Венерой и Землей в момент фотографирования, используя эту фотографию и представленные выше данные? Если да, то поясните, каким образом это можно сделать? В ответе необходимо представить схематичный рисунок и математические расчёты.

Задание 4. (8 баллов)

Эклиптика (от лат. (linea) ecliptica, от др.-греч. ἑκλειψις – затмение) – большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое с Земли годичное движение Солнца относительно звёзд. Соответственно, плоскость эклиптики – это плоскость обращения Земли вокруг Солнца (плоскость земной орбиты). Угол наклона эклиптики к небесному экватору составляет $23,5^\circ$.

а) В каком интервале будет меняться склонение δ Солнца в течение года?

б) Чему будут равны значения прямого восхождения α и склонения δ Солнца в день летнего солнцестояния?

Задание 5. (8 баллов)

Две звезды летят навстречу друг другу. Расстояние между ними уменьшается с постоянной скоростью 500 км/с. Через сколько лет они пролетят мимо друг друга, если сейчас расстояние между ними равно $L = 2$ световым годам? Скорость света $c = 300000$ км/с.

Задание 6. (10 баллов)

а) Карта поверхности какого объекта Солнечной системы представлена на рис. 3?

б) Считая, что радиус данного космического тела $R = 1737$ км, оцените диаметр кратера Тихо, находящегося в южной части объекта и названного в честь датского астронома и алхимика XVI века Тихо Браге. Ответ нужно представить в округленном виде в километрах.



Рис. 3. Карта поверхности неизвестного объекта Солнечной системы

Справочная информация, разрешенная к использованию на ВсОШ

Основные физические и астрономические постоянныеГравитационная 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 $+4.72^m$ Показатель цвета (B-V) $+0.67^m$ 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 $\text{г} \cdot \text{см}^{-3}$	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты градусы	Гео- метр. аль- bedo	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
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		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

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

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).