

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

2022-2023 учебный год

Муниципальный этап

классы

*Время выполнения заданий — 90 мин*

**Задание 1 (8 баллов).** В 1845 г. английский контр-адмирал Джон Франклин снарядил экспедицию, целью которой была прокладка пути из Атлантического океана в Тихий через Арктику.

«И долгим, долгим полярным днем

На Запад идут корабли.

И всюду, где только их путь лежит,

В сторону льды ушли»

*(Джордж-Генри Бокер. Баллада о сэре Джоне Франклине)*

Нет ли здесь ошибки?

**Задание 2 (8 баллов).** Когда мы движемся вокруг Солнца быстрее — в полдень или в полночь?

**Задание 3 (8 баллов).** Диаметр галактики IC 1101 в созвездии Девы равен 6 млн. световых лет. Сравните его с размером нашей Солнечной системы.

**Задание 4 (8 баллов).** Почему на заре космонавтики были невозможны пилотируемые полеты на обратную и на темную стороны Луны?

# Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

2022-2023 учебный год

Муниципальный этап

9 класс

Время выполнения заданий — 2 часа

**Задание 1 (8 баллов).** « — Куда поплывешь ты, бесстрашный бритт? -  
Спросил эскимос его.  
— Ты видишь, вздернут к Полярной звезде  
Нос корабля моего»

*(Джордж-Генри Бокер. Баллада о сэре Джоне Франклине)*

Куда направлялась экспедиция Джона Франклина?

**Задание 2 (8 баллов).** Два путешественника, выйдя из одной точки на экваторе, отправились с одинаковой скоростью в кругосветное путешествие: один — вдоль экватора, а другой — по меридиану. Одновременно ли они достигнут исходной точки в конце путешествия?

**Задание 3 (8 баллов).** Можно ли с воздушного шара заметить, как вращается под ним Земля?

**Задание 4 (8 баллов).** Диаметр галактики IC 1101 в созвездии Девы равен 6 млн. световых лет. Сравните его с размером Нашей Галактики (30 кпк).

**Задание 5 (8 баллов).** На какой стороне Луны ночь темнее?

**Задание 6 (8 баллов).** Определите географическую широту, на которой Солнце в день летнего солнцестояния кульминирует в зените.

**Всероссийская олимпиада школьников по астрономии**

**2022-2023 учебный год**

**Муниципальный этап**

**класс**

*Время выполнения заданий — 2 часа*

**Задание 1 (8 баллов).** В стихотворении английского поэта А. Теннисона «Улисс» (1833 г.) главный герой вспоминает своё путешествие:

«...когда дождливые Гиады  
Сквозь дымный ток ветров терзали море...»

В какое время года герой совершал свое путешествие? Почему Гиады названы дождливыми?

*Примечание:* Улисс — латинизированное имя древнегреческого героя Одиссея.

**Задание 2 (8 баллов).** Два совершенно одинаковых поезда идут с одинаковой скоростью в противоположные стороны: один — с востока на запад, другой — с запада на восток. Какой из них тяжелее?

**Задание 3 (8 баллов).** Вокруг своей оси Солнце вращается в том же направлении, что и Земля, — с запада на восток. Каким представляется нам это вращение при наблюдении с Земли?

**Задание 4 (8 баллов).** Увидит ли космонавт из центра лунного цирка Коперник наивысшие точки его кольцевого вала высотой до 1500 м над дном этого цирка, диаметр которого 90 км?

**Задание 5 (8 баллов).** «Низко над горизонтом висел узкий серп Луны. Казалось, еще немного и его обращенные книзу рога воткнутся в поросший лесом холм.»

В какое время суток наблюдалась описанная картина?

**Задание 6 (8 баллов).** На какой географической широте Солнце будет кульминировать в полдень на высоте  $45^\circ$  над горизонтом, если в этот день его склонение равно  $-10^\circ$ ?

**Всероссийская олимпиада школьников по астрономии**  
**2022-2023 учебный год**  
**Муниципальный этап**  
**класс**

*Время выполнения заданий — 2 часа*

**Задание 1 (8 баллов).** «Милая, спишь? Просыпайся скорее!  
Видишь, как звезды горят!  
Холодно блещет Кассиопея,  
В яблонях — жемчуг Плеяд.

Сад засмотрелся в немом восхищенье  
На ликование небес,  
Лебедь в алмазном летит оперенье,  
Смотрит Медведица в лес.»

*В. Курбанов*

Определите положение указанных созвездий относительно сторон горизонта 1 сентября в 23 часа по местному времени.

**Задание 2 (8 баллов).** Почему на старинных географических картах очертания берегов северных стран выглядят значительно точнее (ближе к современным картам), чем очертания берегов экваториальных территорий?

**Задание 3 (8 баллов).** В какое время суток и в каком направлении выгоднее всего запускать искусственные спутники Земли и межпланетные аппараты?

**Задание 4 (8 баллов).** Светимость Солнца за миллиард лет увеличивается на 10%. На сколько надо отодвинуть Землю, чтобы противодействовать ее разогреву? Какова будет при этом орбитальная скорость Земли? Какой величины ускорение должно быть сообщено Земле, чтобы она перешла с одной орбиты на другую?

**Задание 5 (8 баллов).** «На перекате играла полноводная река. Над левым, отлогим берегом сияла полная Луна в безоблачном звездном небе, и серебристая полоса света перерезала реку.»

В каком направлении текла река?

**Задание 6 (8 баллов).** Измерения полуденной высоты Солнца 22 июня дали  $57^\circ$ , а 22 декабря —  $10^\circ$ .

Определите широту места наблюдения и склонение Солнца в эти дни.

## 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 а.е. =  $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

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

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

### §2. Данные о Солнце

Радиус 695 000 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 5800К

Средний горизонтальный параллакс  $8.794''$

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли  $600 \text{ Вт/м}^2$

### §3. Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017

Тропический год 365.24219 суток

Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с

Период вращения 23 часа 56 минут 04 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<sub>2</sub> (78%), O<sub>2</sub> (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					
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.				
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. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см <sup>3</sup>	км	сут		m
<b>Земля</b>							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
<b>Марс</b>							
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
<b>Юпитер</b>							
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
<b>Сатурн</b>							
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
<b>Уран</b>							
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
<b>Нептун</b>							
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

$$\begin{aligned} \sin x &\approx \operatorname{tg} x \approx x; \\ \sin(\alpha + x) &\approx \sin \alpha + x \cos \alpha; \\ \cos(\alpha + x) &\approx \cos \alpha - x \sin \alpha; \\ \operatorname{tg}(\alpha + x) &\approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha}; \\ (1 + x)^n &\approx 1 + nx; \end{aligned}$$

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