

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников  
2023-2024 учебный год**

**АСТРОНОМИЯ**

**11 класс**

Время выполнения – 240 минут  
Максимальный первичный балл- 48

**1.** Расставьте объекты в порядке увеличения расстояний до них: Проксима Центавра, Марс, Сириус, галактика М87 в Деве, Луна, Большое Магелланово облако, Нептун, Туманность Андромеды.

**2.** Сколько времени прошло от соединения до противостояния планеты, если её блеск изменился за это время на  $1^m$ ? Орбиты Земли и планеты считать круговыми.

**3.** Годичный параллакс звезды и её угловой диаметр совпадают. Какого цвета эта звезда?

**4.** На каком расстоянии от Бетельгейзе должна находиться планета, движущаяся вокруг звезды по круговой орбите, чтобы получать такое же количество света в единицу времени, что и Земля? Абсолютные звёздные величины Бетельгейзе и Солнца равны  $-5^m$  и  $+5^m$  соответственно. Определите продолжительность года на такой планете и выразите её в земных годах, если известно, что масса Бетельгейзе  $M_B = 15M_{\odot}$ .

**5.** Оцените, при каком максимальном угле наклона орбиты Венеры к эклиптике мы могли бы любоваться прохождением Венеры по диску Солнца каждое нижнее соединение? Угловой радиус Солнца, видимого с Земли, принять равным  $15'$ , расстояние Венеры от Солнца  $0,72$  а.е.

**6.** Каково склонение звезды, высота которой в верхней кульминации на широте Йошкар-Олы ( $\varphi=57^\circ$ ) в два раза больше, чем высота в нижней кульминации.

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников  
2023-2024 учебный год  
АСТРОНОМИЯ**

**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Основные физические и астрономические постоянные	
Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$ Скорость света в вакууме $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$	Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$ Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Данные о Солнце	
Радиус $695\,000 \text{ км}$ Масса $1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ Светимость $3,83 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ Поток солн. энергии на расстоянии Земли $1360 \text{ Вт/м}^2$ Видимая звездная величина $-26,8^m$	Абсолютная визуальная звездная величина $+4,8^m$ Абсол. болометрическая звездная величина $+4,7^m$ Показатель цвета (B-V) $+0,67^m$ Температура поверхности около $6000\text{К}$ Средний горизонтальный параллакс $8,794''$
Данные о Земле	
Эксцентриситет орбиты $0,017$ Тропический год $365,24219 \text{ суток}$ 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 $6378,14 \text{ км}$ Полярный радиус $6356,77 \text{ км}$ Масса $5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ Средняя плотность $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
Данные о Луне	
Среднее расстояние от Земли $384400 \text{ км}$ Эксцентриситет орбиты $0,055$ Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^\circ 09'$ Сидерический (звездный) период обращения $27,321662 \text{ сут.}$ Синодический период обращения $29,530589 \text{ суток}$	Радиус $1738 \text{ км}$ Масса $7,348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или $1/81,3$ массы Земли Средняя плотность $3,34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ Визуальное геометрическое альbedo $0,12$ Видимая звезд. величина в полнолунии $-12,7^m$

**ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ**

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр, альbedo	Видимая 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	-2,9
Юпитер	$1,899 \cdot 10^{27}$	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	-2,9
Сатурн	$5,685 \cdot 10^{26}$	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	25,33	0,47	-0,5
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
Плутон	$1,5 \cdot 10^{22}$	0,003	1160	0,1819	1,1	6,387 сут*	122,52	0,3	13,7

\* - обратное вращение.

\*\* - для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

**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
Плутон	5913,5	39,5294	0,2482	17,148	248,54 лет	366,7