

# Муниципальный этап XXVII Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Московской области

## Лист справочных данных

### Физические характеристики Солнца и планет

Объект	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометрическое альбедо	Вид. Звездная величина *
	кг	Массы Земли	км	Радиусы Земли					
Солнце	$1.99 \cdot 10^{30}$	332946	697000	109.3	1.41	25.380 сут	75.2	—	−26.8
Меркурий	$3.30 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.1	−0.1
Венера	$4.87 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут **	177.36	0.65	−4.4
Земля	$5.97 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 часа	23.45	0.37	—
Марс	$6.42 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 часа	25.19	0.15	−2.0
Церера	$9.39 \cdot 10^{20}$	0.00016	463	0.0726	2.16	9.074 часа	3.00	0.09	6.8
Юпитер	$1.90 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 часа	3.13	0.52	−2.7
Сатурн	$5.68 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 часа	25.33	0.47	0.4
Уран	$8.68 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 часа **	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.02 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 часа	28.31	0.41	7.8
Плутон	$1.30 \cdot 10^{22}$	0.00218	1183.1	0.1855	1.86	6.387 сут **	119.6	0.60	13.8

### 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
Церера	413.8	2.7653	0.0793	10.585	4.6 лет	466.7
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	165.79 лет	367.5
Плутон	5906.2	39.4821	0.2488	17.14	247.92 лет	366.7

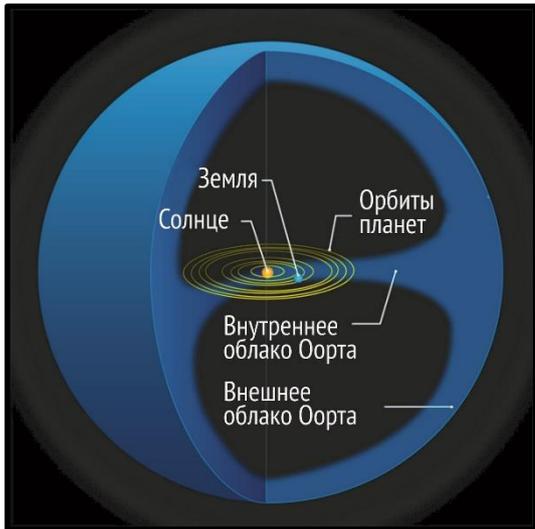
### Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Постоянная Хаббла	$H = 68 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$

# Муниципальный этап XXVII Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Московской области

## 7 класс

**Задача №1.** Планеты и астероиды движутся вокруг Солнца в плоскостях близких к плоскости эклиптики, а плоскости орбит комет ориентированы случайным образом к плоскости эклиптики. Чем это обусловлено? Ответ сопроводите обоснованием.



**Решение.** Виной тому происхождение комет, они попадают в центральную часть Солнечной системы из облака Оорта, которое имеет форму сферы, следовательно, с любого направления. Что в результате приводит к любым возможным наклонениям орбит комет к плоскости эклиптики.

Причина образования облака Оорта в том, что при рождении Солнца происходило сжатие протосолнечного облака, и поскольку оно вращалось, в центре образовался диск, ставший прародителем плоскости эклиптики. А дальние части стали облаком Оорта.

**Разбалловка.** Понимание того, что источником комет является сферическое кометное облако Оорта, следовательно, кометы могут прилетать с любого направления – 7 баллов.

Если написано, что облако комет сферической формы без названия, следовательно, кометы могут прилетать с любого направления, то выставляется 5 баллов из 7.

Если написано облако комет, резервуар комет и прочее, без указания формы, следовательно, кометы могут прилетать с любого направления то 4 балла из 7.

Если указано, что кометы прилетают с внешней части планетной системы – 2 балла из 7.

Объяснение механизма образования солнечной системы из коллапсирующего облака, его сжатия и образования из его внешних частей облака Оорта. – 1 балл.

Итого: за задачу 8 баллов

**Задача №2.** В день великого противостояния Марса (большая полуось орбиты 1.52 а.е.) на диске Солнца, в самом центре, земной наблюдатель обнаружил пятно угловым размером 10", под каким углом это пятно видно с Марса? И каковы его линейные размеры на поверхности Солнца (Радиус Солнца 690000 км.)? Орбиты планет считать круговыми.

**Решение.** Для решения необходимо понять описанную ситуацию и положение всех объектов. Поскольку происходит великое противостояние Марса, то Земля расположена между Солнцем и Марсом на одной прямой.

Угловой размер любого объекта в радианах есть отношение его поперечника к расстоянию до него.

$$\alpha = 206265'' \cdot \frac{D}{L} \Rightarrow \alpha_{\text{пятна}} = 206265'' \cdot \frac{D_{\text{пятна}}}{a_{\oplus}}$$

Рассчитаем линейный размер пятна на Солнце:

$$\alpha_{\text{пятна}} = 206265'' \cdot \frac{D_{\text{пятна}}}{a_{\oplus}} \Rightarrow D_{\text{пятна}} = \frac{\alpha_{\text{пятна}}}{206265''} \cdot a_{\oplus} = \frac{10''}{206265''} \cdot 1.5 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 7272 \approx 7300 \text{ км}$$

# Муниципальный этап XXVII Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Московской области

(Так же возможно и верно использование приближенного значения числа угловых секунд в 1 радиане - 200000") Найдем угловой размер пятна на Марсе, через сравнение угловых размеров пятна, видимого на Марсе и пятна видимого на Земле:

$$\frac{\alpha_{\text{на Земле}}}{\alpha_{\text{на Марсе}}} = \frac{206265'' \cdot \frac{D_{\text{пятна}}}{a_{\oplus}}}{206265'' \cdot \frac{D_{\text{пятна}}}{a_{\text{Марса}}}} = \frac{a_{\text{Марса}}}{a_{\oplus}} = \frac{1.52}{1} = 1.52 \Rightarrow \alpha_{\text{на Марсе}} = \frac{\alpha_{\text{на Земле}}}{1.52} = \frac{10''}{1.52} \approx 6.6''$$

Ответ: Угловой размер пятна видимый с Марса – 6.6", линейный размер пятна около 7300 км

**Разбалловка.** Формула углового размера – 1 балл

Правильно применена формула расчета углового размера, расчет линейного размера пятна из углового размера пятна, видимого с Земли или Марса – 3 балла

Расчет углового размера пятна на Марсе, прямой или через сравнение с угловым размером пятна видимого с Земли – 3 балла.

Запись итогового ответа – 1 балл.

Итого: за задачу 8 баллов

**Задача №3.** На какой день недели попадет 1 февраля 2119 года, если 1 января 2019 года пришлось на вторник?

**Решение.** Определим на какой день недели пришелся 1 февраля 2019. В январе 31 день это 4 полных недели и 3 дня. Следовательно, 1+7x4=29 января так же было вторником, и 31 января было четвергом.

В обычном календарном году состоящем из 365 дней – это полных 52 недели и 1 день. В високосном календарном году будет 52 полных недели и 2 дня.

Далее. Между 2119 и 2019 годами. Ровно 100 лет. В столетие бывает  $100/4 - 1 = 24$  високосных года и 76 обычных. Следовательно, при подсчете остатков с каждого года получим 76 обычных лет и 24 високосных это  $76 \times 1 + 24 \times 2 = 124$  дня. Что составляет 17 полных недель и 5 дней. Тогда, если к пятнице прибавить 5 дней получаем ответ – среда.

Ответ: 1 февраля 2119 придется на среду.

**Разбалловка.** Расчет на сколько дней недели смещается начало следующего года после не високосного года – 1 балл

Расчет на сколько дней недели смещается начало следующего года после високосного года – 1 балл

Корректный учет на какой день недели приходится 1 февраля 2019 года, или учет января месяца 2119 года для подсчета дня недели - вторника – 1 балл

Определение интервала времени – 100 лет между датами – 1 балл

Правильный подсчет прошедших обычных и високосных лет между крайними датами – 1 балла

Правильный подсчет накопленных смещений в днях и учет целого числа недель – 1 балл

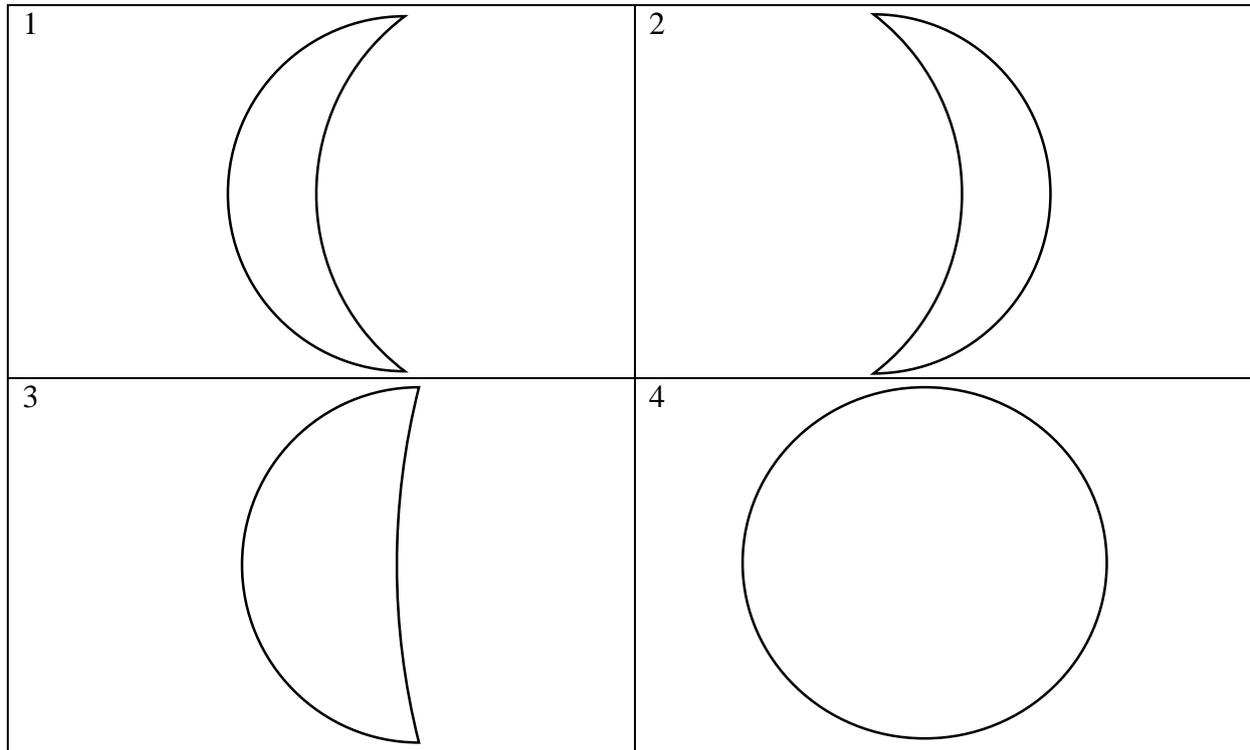
Правильное нахождение количества дней, остатка от целого числа недель – 5 дней – 1 балл

Итоговый ответ и его запись - 1 февраля 2119 придется на среду – 1 балл

Итого за задачу 8 баллов

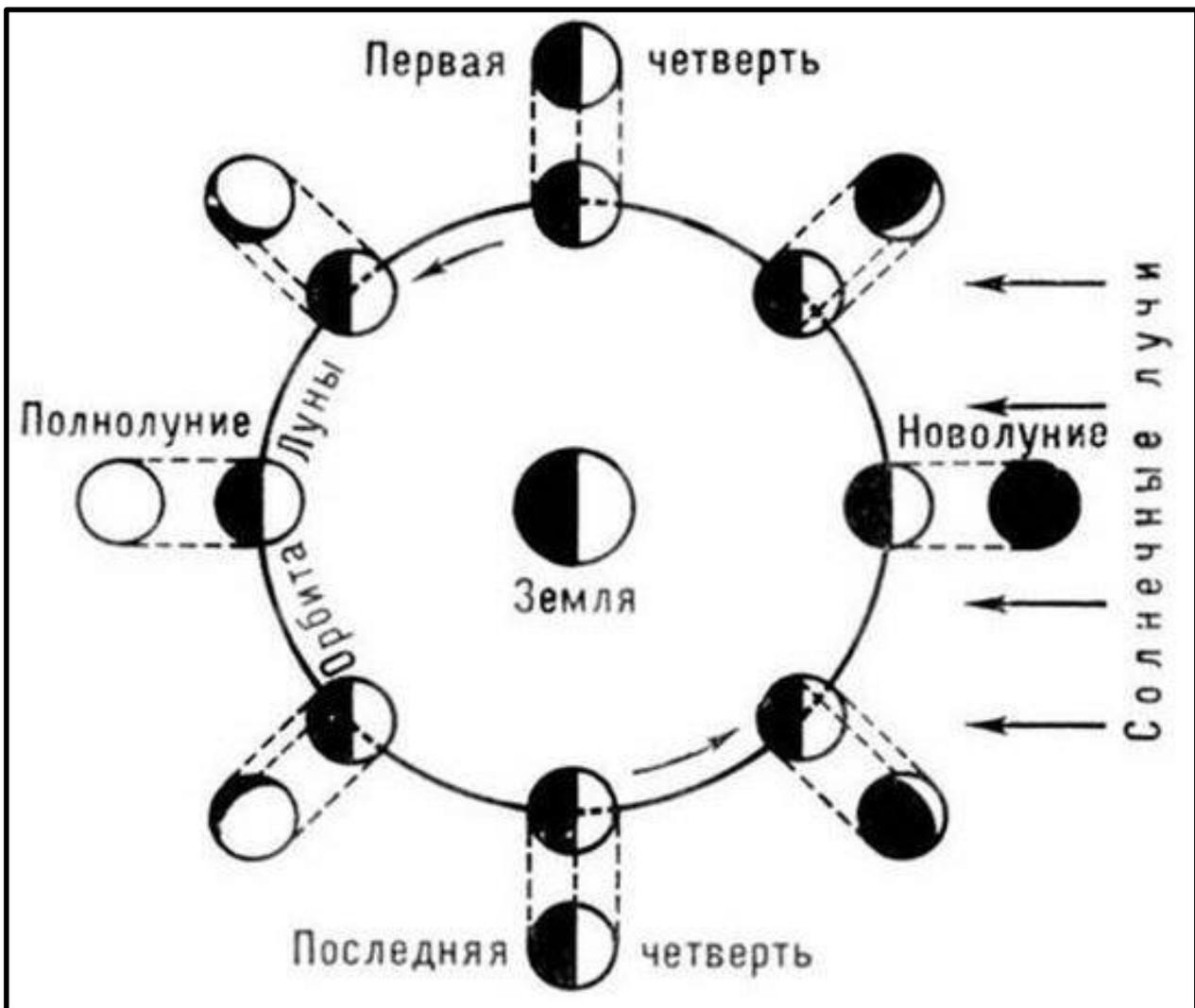
# Муниципальный этап XXVII Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Московской области

**Задача №4.** Перед вами 4 схематических изображений фаз Луны. Направление на север на каждом изображении сверху. Какие из них можно наблюдать сразу после захода Солнца, а какие нельзя? И почему? Решение сопроводите поясняющими рисунками или схемами.



# Муниципальный этап XXVII Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Московской области

**Решение.** Для решения данной задачи необходимо знание причин возникновения фаз Луны, которое можно объяснить следующим рисунком или схемой.



Разберем последовательно все ситуации.

Рисунок №1 – это стареющая Луна. Расположена к западу от Солнца на небе. Так как направление на Солнце и на Луну меньше прямого угла, Луна расположена ближе к Солнцу в сторону движения Земли по орбите и видна перед восходом Солнца, а значит не могла быть видимой сразу после захода Солнца.

Рисунок №2 – это растущая Луна. Расположена к востоку от Солнца. Так как направление на Солнце и на Луну меньше прямого угла, Луна расположена ближе к Солнцу в сторону против движения Земли по орбите и видна после захода Солнца, а значит могла быть видимой сразу после захода Солнца.

Рисунок №3 – Это стареющая Луна сразу после последней четверти. Луна расположена почти на орбите Земли по отношению к солнцу и угол между направлением на Солнце и Луну чуть меньше прямого. Такая Луна восходит сразу после истинной полночи. Следовательно, такая ситуация невозможна сразу после захода Солнца

Рисунок №4 – Это Луна в фазе полнолуния на небе она противоположна Солнцу. Следовательно, восходит одновременно с заходом Солнца. А значит, будет видна низко над горизонтом сразу после захода Солнца.

Ответ: Следовательно, могут наблюдаться сразу после захода Солнца рисунки №2 и №4, и не могут №1 и №3.

# Муниципальный этап XXVII Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Московской области

Альтернативное решение:

Солнце на западе. Луна светит отраженным солнечным светом, поэтому освещенная сторона Луны всегда повернута к Солнцу отсюда рисунки №1 и №3 не подходят, так как тогда Луна должна находится с другой стороны от Солнца и уже зашла бы за горизонт. Рисунок №2 подойдет, Солнце и Луна могут быть в таком положении. Рисунок № 4 так же подойдет, так как точка запада противоположна точке восхода, следовательно, если Солнце заходит, то Луна в полнолунии на востоке в этот момент восходит.

Ответ: следовательно, могут наблюдаться сразу после захода Солнца рисунки №2 и №4, и не могут №1 и №3.

## Разбалловка.

Название фаз Луны и пояснения к ним текстовые или в виде рисунка (схемы) положения Луны – 2 балла

Правильное указание возможных ситуаций – рисунки №2 и №4 – по 2 балла, итого 4 балла

Объяснение почему рисунки №1 и №3 не могут наблюдаться – по 1 баллу итого 2 балла

Итого за задачу 8 баллов