

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ

ИНФОРМАЦИЯ

для участника Регионального этапа

Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2013 года

Москва 2012

Дорогой друг!

Прежде чем начать решать задания Регионального этапа Всероссийской олимпиады по астрономии 2013 года, ознакомьтесь с правилами его проведения.

Вам будет вручено два листка с условиями заданий олимпиады (первый – с заданиями 1-5, второй – с заданием 6). Убедитесь, что это будут задания для того класса, в котором Вы учитесь. Количество заданий – 6, на их решение Вам будет отведено 4 часа. Время отсчитывается от момента выдачи листка с заданиями.

Кроме этого, Вам должны выдать 3 листа со справочной информацией, разрешенной к использованию на олимпиаде. Помните, что это – единственный источник, которым Вы можете пользоваться в течение олимпиады, использование любых других источников – нарушение правил олимпиады, за которое Вы можете быть исключены из состава ее участников. Вы также не можете пользоваться переносными компьютерами, программируемыми калькуляторами и мобильными телефонами (в любых функциях) во время олимпиады. Настоятельно рекомендуем Вам отключить их до окончания олимпиады.

При этом Вы имеете право пользоваться непрограммируемым калькулятором, любыми канцелярскими принадлежностями (как своими, так и выданными оргкомитетом олимпиады). Вы можете в любое время принимать продукты питания, но при этом старайтесь не отвлекать, не мешать и уважать труд Ваших друзей, находящихся рядом.

Если у Вас возник вопрос по условиям заданий или правилам проведения олимпиады, не задавайте его вслух, а просто поднимите руку. К Вам подойдет сотрудник оргкомитета, а при надобности он пригласит члена жюри, который ответит на Ваш вопрос.

Вы можете временно покинуть аудиторию, при этом Вы должны отдать свою рабочую тетрадь сотруднику оргкомитета, находящемуся в аудитории. Он вернет ее Вам, когда Вы вернетесь в аудиторию и продолжите работу. Одновременный выход из аудитории двух или более участников олимпиады не допускается.

Во время олимпиады все записи (в том числе черновые) Вы можете делать только в тетрадь, выданную Вам оргкомитетом. Делать записи на какую-либо другую бумагу запрещается. На обложке тетради напишите свою фамилию, имя и отчество, класс и номер школы, район, город или иной населенный пункт, где находится Ваша школа. Эта информация должна быть только на обложке, писать ее внутри тетради не разрешается.

Первую страницу тетради оставьте чистой – она понадобится для работы жюри. Начинайте работу со второй страницы тетради. Оставьте несколько последних страниц тетради для черновых записей, подписав их словом «Черновик». Помните, что жюри при работе просматривает черновики и может засчитать решение задачи, сделанное в черновике.

Если выданной Вам тетради недостаточно для записей, поднимите руку. Вам выдадут еще одну тетрадь.

При решении задач помните, что жюри обращает внимание, прежде всего, не на ответ, а на структуру решения, обоснованность и связанность законов и фактов, которые Вы используете. Старайтесь писать полные и подробные решения, но не добавляйте в них лишнюю информацию, не относящуюся к теме задания. Записи и рисунки делайте аккуратно, чтобы Ваш ход мысли было легко понять. Получив ответ, постарайтесь проверить его известными Вам способами, чтобы исключить возможность случайных ошибок.

Если Вы закончили решения раньше срока, не спешите покидать аудиторию. Используйте оставшееся время, чтобы еще раз просмотреть и проверить все Ваши решения. Наверняка, в них будет то, что можно улучшить, идеальных работ на олимпиаде практически не бывает.

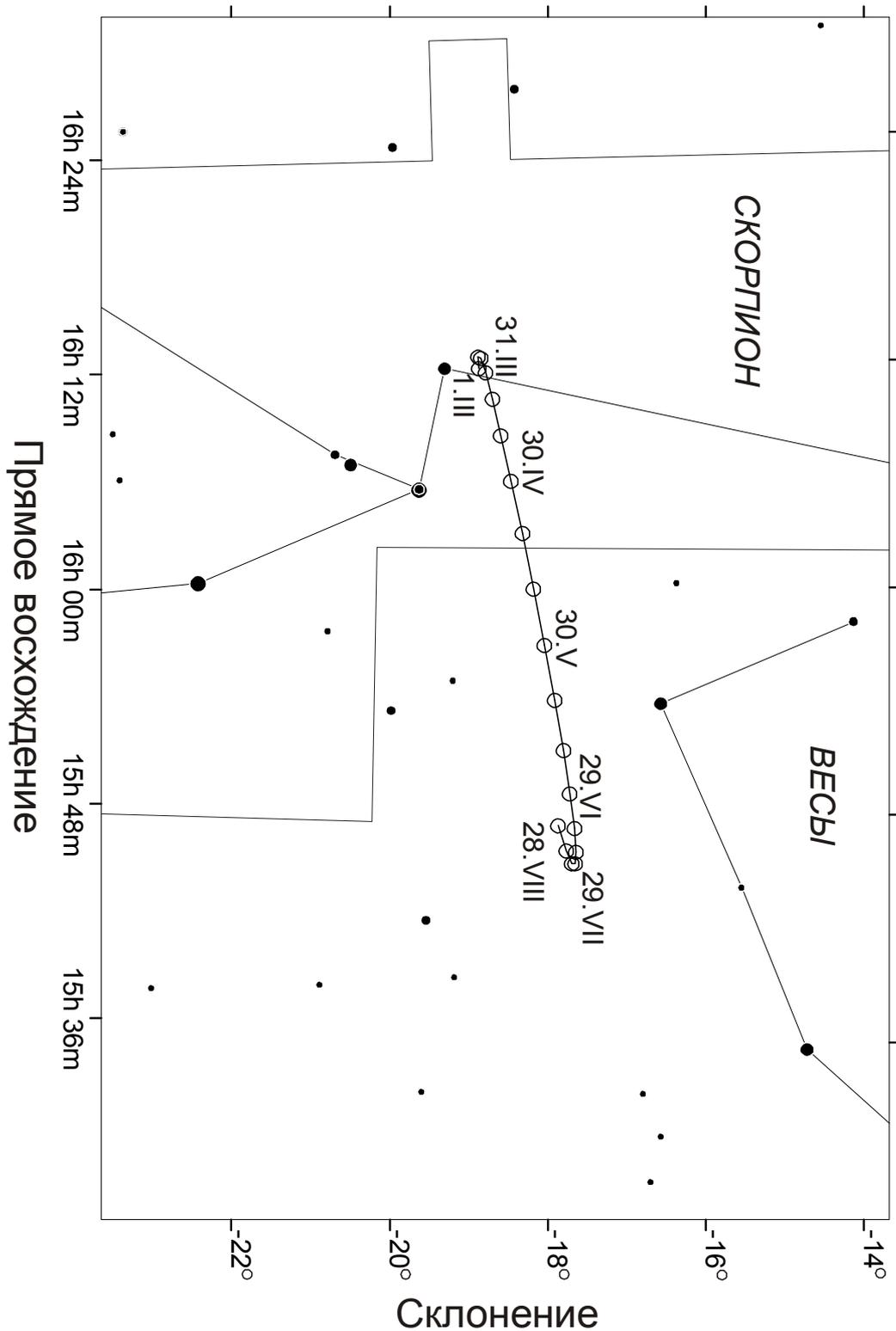
От всей души желаем Вам успеха на олимпиаде!

Страница 1

1. В некоторой точке Земли звезды Дубхе и Мерак (α и β Большой Медведицы) одновременно появились над горизонтом. Чему (примерно) равна широта точки наблюдения?
2. Космический аппарат стартует с поверхности Земли со скоростью 0.00001 (или 10^{-5}) парсек в год. Сколько ему потребуется времени, чтобы без последующей работы двигателей достичь окрестностей звезды α Центавра? Расстояние до α Центавра составляет 4.4 световых года.
3. У некоторой планеты, обращающейся вокруг далекой звезды по круговой орбите, есть спутник, его орбита также круговая. Во время затмений звезды спутником при наблюдении с планеты видимые размеры звезды и спутника совпадают (как у Луны и Солнца на Земле), а когда спутник входит в тень планеты, его угловые размеры совпадают с угловыми размерами тени. Найдите соотношение геометрических размеров планеты и спутника, считая их существенно меньшими их взаимного расстояния, а само расстояние – существенно меньшим расстояния до звезды.
4. В некотором пункте Земли в ночь на 1 января звездное время совпало с московским летним временем (действовавшим в 2012 году). Какова географическая долгота этого пункта? Уравнением времени пренебречь.
5. 6 мая 2012 года средства массовой информации сообщили о «суперлунии» – полнолунии, совпавшем с прохождением Луны через перигей орбиты. Сообщалось, что наблюдаемые размеры и яркость Луны в этот день значительно больше обычных значений. Найдите, насколько в реальности отличался в это время видимый размер Луны и освещенность, создаваемая ей на поверхности Земли, от среднего полнолуния и от полнолуния в апогее.

Задание 6 – на странице 2

6. На рисунке показан трек планеты Солнечной системы (положение среди звезд в разные моменты времени). Положения, отмеченные кружками, отстоят друг от друга на 10 дней, даты подписаны через 30 дней. Что это за планета?



СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

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 $\mathcal{R} = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
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 $695\,000 \text{ км}$
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) $+0.67^{\text{m}}$
Температура поверхности около 6000К
Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017
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
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 $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ 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}

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геомер. альбедо	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 противояствия внешних планет.

** – обратное вращение.

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

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
Умбриэл	$1.27 \cdot 10^{21}$	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).