

XVI Международная астрономическая олимпиада
XVI International Astronomy Olympiad

Казахстан, Алма-Ата

22 – 30. IX. 2011

Almaty, Kazakhstan

язык	<i>Русский</i>
language	

Задачи теоретического тура

Общее замечание. Не исключено, что не во всех задачах вопросы поставлены корректно. Некоторые вопросы (возможно, главный вопрос задачи, возможно – подвопрос) могут не иметь смысла. В этом случае следует написать в ответе (по-русски или по-английски): «**ситуация невозможна – impossible situation**». Естественно, ответ должен быть подкреплён вычислениями или логическими рассуждениями.

Данные из таблиц (Солнечная система, звёзды, константы) могут быть использованы в любой задаче.

Ответы «Да-Yes» или «Нет-No» должны быть написаны по-русски или по-английски.

- 1. Наблюдения звезды.** Наблюдения произведены невооружённым глазом 16 июня 2008 года, время указано Всемирное. Наблюдатель зарегистрировал прохождение звезды через зенит в $0^{\text{h}}18^{\text{m}}$, а в $8^{\text{h}}17^{\text{m}}$ её высота над горизонтом составила $87^{\circ}12'$. Найдите широту местности наблюдения.
- 2. Планетарий.** Классические аппараты "планетарий" устроены так, что каждую группу звёзд проецирует на купол некоторая маленькая оптическая система. В качестве "слайдов" созвездий, которые проецируются на купол, используется фольга с дырочками-звёздами соответствующего размера, то есть большая часть света задерживается фольгой (так получается чёрное небо), проходит лишь свет через дырочки (так получаются звёзды). Например, изображения звёзд 0^{m} имеют на фольге размер $l_0 = 0,1$ мм, показываются звёзды вплоть до 6^{m} , фокусное расстояние проецирующей системы равно $f = 25$ см, число проекционных систем – по 16 на каждую полусферу. Купол планетария в обсерватории «Бобек» имеет диаметр $2R = 10$ м.
Предположим, что все слайды убрали для замены на более совершенные, и весь свет стал проецироваться на купол. Какова суммарная звёздная величина получившегося освещённого купола (искусственного серого неба)? Можно ли читать газету при таком свете?
Ответ должен содержать список необходимых параметров с формулами и численными значениями.
- 3. Восход Солнца на Марсе.** Белый Медведь (тот, что уже встречался в условиях многих задач Международных астрономических олимпиад) устал от астрономических наблюдений на Земле, он отправился на Северный полюс Марса и решил пронаблюдать там восход Солнца. Сколько времени длится этот восход? Решение сопроводите рисунком с Медведем на Северном полюсе Марса, на рисунке должны быть указаны необходимые линейные или угловые размеры. Форму Марса можно считать сферической, а его орбиту – круговой. Необходимые сведения о Белом Медведе вспомните сами.
- 4. Снимок Юпитера.** На снимке Юпитера, полученном 19 октября 2009 г., виден один из галилеевых спутников и его тень на диске планеты. В момент съёмки Юпитер находился примерно в середине созвездия Козерога.

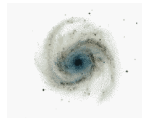
Определите орбитальное расстояние от спутника до поверхности планеты. Определите, что это за спутник. Решение проиллюстрируйте чертежом. Названия спутника в решении и на рисунках должно быть написано (или продублировано) на английском языке.

- 5. Пропал Юпитер.** Представьте себе, что в какой-то момент времени Юпитер исчез. Спутники Юпитера стали самостоятельными телами.

5.1. Какой (какие) из бывших галилеевых спутников и в каком случае смогут покинуть Солнечной систему?

5.2. Какой (какие) из бывших галилеевых спутников и в каком случае смогут упасть на Солнце?

Ответы «какой из спутников» и «в каком случае» (конфигурации в момент исчезновения Юпитера) дайте в виде чертежей, чертежи должны быть сделаны на основе расчётов. Названия спутников в решении и на чертежах должны быть написаны на английском языке. Орбиту Юпитера (до его исчезновения) считайте круговой.



XVI Международная астрономическая олимпиада
XVI International Astronomy Olympiad

Казахстан, Алма-Ата

22 – 30. IX. 2011

Almaty, Kazakhstan

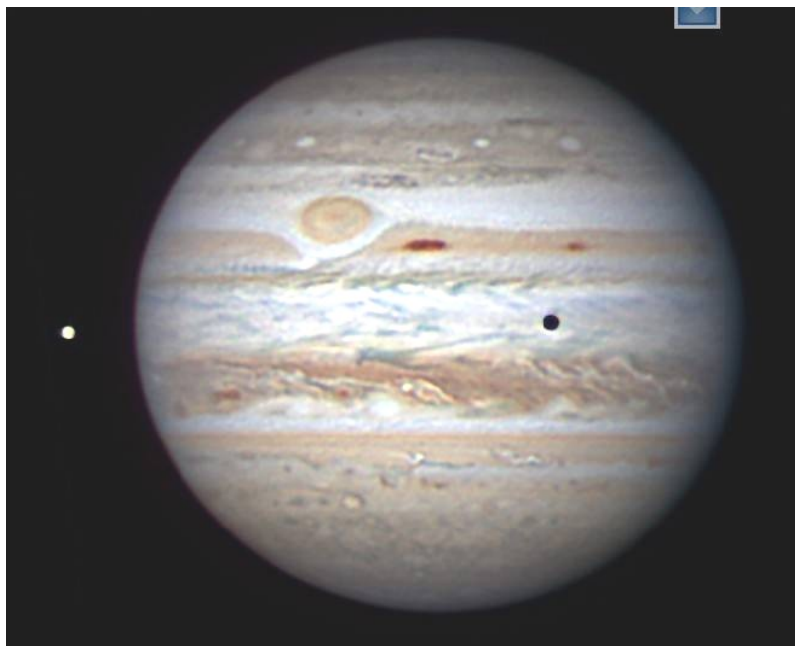
ЯЗЫК	<i><u>Русский</u></i>
language	
ЯЗЫК	<i><u>English</u></i>
language	

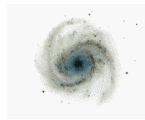
Задачи теоретического тура. Рисунок

Theoretical round. Problems to solve. Picture

4. Снимок Юпитера.

4. Photo of Jupiter.





Задачи теоретического тура

Общее замечание. Не исключено, что не во всех задачах вопросы поставлены корректно. Некоторые вопросы (возможно, главный вопрос задачи, возможно – подвопрос) могут не иметь смысла. В этом случае следует написать в ответе (по-русски или по-английски): «**ситуация невозможна – impossible situation**». Естественно, ответ должен быть подкреплён вычислениями или логическими рассуждениями.

Данные из таблиц (Солнечная система, звёзды, константы) могут быть использованы в любой задаче.

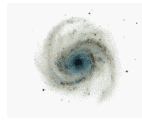
Ответы «Да-Yes» или «Нет-No» должны быть написаны по-русски или по-английски.

- 1. Излучение Солнца.** Найдите, на сколько процентов уменьшается ежегодно масса Солнца за счёт излучения.
- 2. Планетарий.** Классические аппараты "планетарий" устроены так, что каждую группу звёзд проецирует на купол некоторая маленькая оптическая система. Рассмотрите случай планетария в обсерватории «Бобек», диаметр зала (купола) которого равен $2R = 10$ м. На слайдах созвездий, проецируемых на купол, изображения звёзд 0^m имеют размер $l_0 = 0,1$ мм (в качестве этих "слайдов" часто используется фольга с дырочками-звёздами упомянутого размера).
 - 2.1. Оцените, каковы должны быть параметры (сообразите сами, какие именно параметры тут важны) объектива данной оптической системы, чтобы зрители, сидящие в центре зала планетария, воспринимали бы "звёзды" на куполе точками (а не кружками или туманностями).
 - 2.2. Предположим, что все слайды убрали для замены на более совершенные, и весь свет стал проецироваться на купол. Какова суммарная звёздная величина получившегося освещённого купола (искусственного серого неба)? Можно ли читать газету при таком свете?

Ответы должны содержать список необходимых параметров с формулами и численными значениями.
- 3. Восход Солнца на Марсе.** Белый Медведь (тот, что уже встречался в условиях многих задач Международных астрономических олимпиад) устал от астрономических наблюдений на Земле, он отправился на Северный полюс Марса и решил пронаблюдать там восход Солнца. Сколько времени длится этот восход? Решение сопроводите рисунком с Медведем на Северном полюсе Марса, на рисунке должны быть указаны необходимые линейные или угловые размеры. Форму Марса можно считать сферической, а его орбиту – круговой. Необходимые сведения о Белом Медведе вспомните сами.
- 4. Снимок Юпитера.** На снимке Юпитера, полученном 19 октября 2009 г., виден один из галилеевых спутников и его тень на диске планеты. В момент съёмки Юпитер находился примерно в середине созвездия Козерога.

Определите орбитальное расстояние от спутника до поверхности планеты. Определите, что это за спутник. Решение проиллюстрируйте чертежом. Названия спутника в решении и на рисунках должно быть написано (или продублировано) на английском языке.
- 5. Пропал Юпитер.** Представьте себе, что в какой-то момент времени Юпитер исчез. Спутники Юпитера стали самостоятельными телами.
 - 5.1. Какой (какие) из бывших галилеевых спутников и в каком случае смогут покинуть Солнечную систему?
 - 5.2. Какой (какие) из бывших галилеевых спутников и в каком случае смогут упасть на Солнце?

Ответы «какой из спутников» и «в каком случае» (конфигурации в момент исчезновения Юпитера) дайте в виде чертежей, чертежи должны быть сделаны на основе расчётов. Названия спутников в решении и на чертежах должны быть написаны на английском языке. Орбиту Юпитера (до его исчезновения) считайте круговой.



XVI Международная астрономическая олимпиада
XVI International Astronomy Olympiad

Казахстан, Алма-Ата

22 – 30. IX. 2011

Almaty, Kazakhstan

ЯЗЫК	<i><u>Русский</u></i>
language	
ЯЗЫК	<i><u>English</u></i>
language	

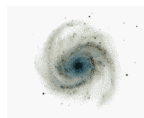
Задачи теоретического тура. Рисунок

Theoretical round. Problems to solve. Picture

4. Снимок Юпитера.

4. Photo of Jupiter.





XVI Международная астрономическая олимпиада
XVI International Astronomy Olympiad

Казахстан, Алма-Ата

22 – 30. IX. 2011

Almaty, Kazakhstan

ЯЗЫК	<i><u>Русский</u></i>
language	
ЯЗЫК	<i><u>English</u></i>
language	

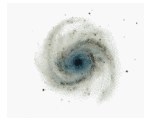
Элементы орбит. Физические характеристики Солнца, некоторых планет, Луны и Галилеевых спутников Юпитера

Parameters of orbits. Physical characteristics of Sun, some planets, Moon and Galilean moons of Jupiter

Небесное тело, планета	Среднее расстояние от центрального тела		Сидерический (или аналогичный) период обращения		Эксцентриситет, e	Экваториальн. диаметр $км$	Масса $10^{24} кг$	Средняя плотность $г/см^3$	Ускор. своб. пад. у пов. $м/с^2$	Наклон оси	Альбедо
	в астр. ед.	в млн. км	в тропич. годах	в средних сутках							
Body, planet	Average distance to central body		Sidereal (or analogous) period		Eccentricity e	Equat. diameter km	Mass $10^{24} kg$	Av. density g/cm^3	Grav. acceler. at surf. m/s^2	Axial tilt	Albedo
	in astr. units	in mln. km	in troph. years	in days							
Солнце Sun	$1,6 \cdot 10^9$	$2,5 \cdot 10^{11}$	$2,2 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^{10}$		1392000	1989000	1,409			
Меркурий Mercury	0,387	57,9	0,241	87,97	0,206	4 879	0,3302	5,43	3,70	$0,01^\circ$	0,06
Венера Venus	0,723	108,2	0,615	224,70	0,007	12 104	4,8690	5,24	8,87	177,36	0,78
Земля Earth	1,000	149,6	1,000	365,26	0,017	12 756	5,9742	5,515	9,81	23,44	0,36
Луна Moon	0,00257	0,38440	0,0748	27,3217	0,055	3 475	0,0735	3,34	1,62	6,7	0,07
Марс Mars	1,524	227,9	1,880	686,98	0,093	6 794	0,6419	3,94	3,71	25,19	0,15
Юпитер Jupiter	5,204	778,6	11,862	4 332,59	0,048	142 984	1899,8	1,33	24,86	3,13	0,66
Сатурн Saturn	9,584	1433,7	29,458	10 759,20	0,054	120 536	568,50	0,70	10,41	26,73	0,68

Спутник	Среднее расстояние от центра планеты		Сидерич. период обращения в средних сутках	Наклонение орбиты ($^\circ$)	Эксцентриситет, e	Диаметр $км$	Масса $10^{21} кг$	Средняя плотность $г/см^3$	Ускор. своб. пад. у пов. $м/с^2$	Макс. блеск, вид. с Земли (*)	Геом. Альбедо
	в астр. ед.	в тыс. км									
Moon	Average distance to planet center		Sidereal period in days	Orbit inclination ($^\circ$)	Eccentricity e	Diameter km	Mass $10^{21} kg$	Av. density g/cm^3	Grav. acceler. at surf. m/s^2	Max. magn. From Earth (*)	Geom. Albedo
	in astr. units	in thous. km									
Ио Io	0,00282	421,70	1,769137	$0,050^\circ$	0,0041	3 643	89,31	3,53	1,80	$5,02^m$	0,63
Европа Europa	0,00449	671,03	3,551181	$0,471^\circ$	0,0094	3 122	48,00	3,01	1,32	$5,29^m$	0,67
Ганимед Ganymede	0,00716	1070,41	7,154553	$0,204^\circ$	0,0011	5 262	148,19	1,94	1,43	$4,61^m$	0,43
Каллисто Callisto	0,01259	1882,71	16,689018	$0,205^\circ$	0,0074	4 821	107,59	1,83	1,23	$5,65^m$	0,20

*) В среднем противостоянии. *) In mean opposition.



XVI Международная астрономическая олимпиада
XVI International Astronomy Olympiad

Казахстан, Алма-Ата

22 – 30. IX. 2011

Almaty, Kazakhstan

ЯЗЫК language	<i><u>Русский</u></i>
ЯЗЫК language	<i><u>English</u></i>

Некоторые константы и формулы

Some constants and formulae

Скорость света в вакууме, c (м/с)	299 792 458	Speed of light in vacuum, c (m/s)
Гравитационная постоянная, G (Н·м ² /кг ²)	$6.674 \cdot 10^{-11}$	Constant of gravitation, G (N·m ² /kg ²)
Солнечная постоянная, A (Вт/м ²)	1367	Solar constant, A (W/m ²)
Параметр Хаббла, среднее значение H_0 (км/с/Мпк) диапазон значений	71 50-100	mean value Hubble parameter, diapason of values H_0 (km/s/Mpc)
Постоянная Планка, h (Дж·с)	$6.626 \cdot 10^{-34}$	Plank constant, h (J·s)
Заряд электрона, e (Кл)	$1.602 \cdot 10^{-19}$	Charge of electron, e (C)
Масса электрона, m_e (кг)	$9.109 \cdot 10^{-31}$	Mass of electron, m_e (kg)
Соотношение масс протона и электрона	1836.15	Proton-to-electron ratio
Постоянная Фарадея, F (Кл/моль)	96 485	Faraday constant, F (C/mol)
Магнитная постоянная, μ_0 (Гн/м)	$1.257 \cdot 10^{-6}$	Magnetic constant, μ_0 (H/m)
Универсальная газовая постоянная, R (Дж/моль/К)	8.314	Universal gas constant, R (J/mol/K)
Постоянная Больцмана, k (Дж/К)	$1.381 \cdot 10^{-23}$	Boltzmann constant, k (J/K)
Стандартная атмосфера (Па)	101 325	Standard atmosphere (Pa)
Постоянная Стефана-Больцмана, σ (Вт/м ² /К ⁴)	$5.670 \cdot 10^{-8}$	Stefan-Boltzmann constant, σ (W/m ² /K ⁴)
Константа смещения Вина, b (м·К)	0.002897	Wien's displacement constant, b (m·K)
Лабораторная длина волны $H\alpha$ (Å)	6562.81	Laboratory wavelength of $H\alpha$ (Å)
Длина тропического года, T (сут)	365.242199	Tropical year length, T (days)
Показатель преломления воды при 20°C, n	1.334	Refractive index of water for 20°C, n
Момент инерции шара	$I = \frac{2}{5} MR^2$	Moment of inertia of a solid ball
Площадь сферы	$S = 4\pi R^2$	Area of sphere
π	3.14159265	π
e	2.71828183	e
Золотое сечение, ϕ	1.61803399	Golden ratio, ϕ