



XVII Международная астрономическая олимпиада
XVII International Astronomy Olympiad

Корея, Кванджу

16 – 24. X. 2012

Gwangju, Korea

язык	<u>Русский</u>
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. Прохождение Венеры.** Недавно, 6 июня 2012 года, наблюдалось уникальное астрономическое явление – прохождение Венеры по диску Солнца. Следующее прохождение Венеры по диску Солнца произойдёт только в 2117 году. Вычислите дату этого прохождения. (Ответ без расчётов не будет считаться даже частью решения).
- 2. Прохождение Псевдовенеры.** Недавно, 6 июня 2012 года, наблюдалось уникальное астрономическое явление – прохождение Венеры по диску Солнца. Предположим, что кто-то не разобрался в явлении и приписал прохождение по диску Солнца не настоящей Венере, а некоторому небесному телу-спутнику, назовём его Псевдовенерой, обращающемуся вокруг Земли по круговой орбите. Найдите радиус орбиты Псевдовенеры и диаметр этого небесного тела. Эффекты, обусловленные вращением Земли вокруг своей оси, не учитывать.
- 3. Звезда долгожителей.** В древних корейских легендах говорится, что если Вам удастся трижды увидеть «Звезду долгожителей», то Вы – счастливый человек и будете жить долго-долго. «Звезда долгожителей», известная ныне как Канопус, в древние времена была видна ярче и лучше, но и сейчас порой её можно увидеть, находясь в Корее. Приблизительно оцените, звездой какой величины может быть виден Канопус при наблюдении его с южного берега острова Чеджу (Корея) при самых благоприятных условиях. Территория острова находится на широтах от $33^{\circ}12'$ до $33^{\circ}34'$ с.ш. и долготах от $126^{\circ}09'$ до $126^{\circ}57'$ в.д. Необходимые дополнительные сведения возьмите из таблиц и вспомните сами.
- 4. Звёзды на Марсе.** Как Вы знаете, в прошлом году Белый Медведь (тот, что уже встречался в условиях многих Международных астрономических олимпиад) отправился проводить астрономические наблюдения на Марсе. В этом году на Марс отправился и его друг Пингвин. В один и тот же момент времени Медведь и Пингвин наблюдают звёзды в зените и видят Канопус и Сириус соответственно. Приблизительно оцените, каково расстояние (измеряемое по поверхности Марса) между животными? А на какой высоте над горизонтом Медведь видит Сириус? Решение сопроводите рисунком с Медведем и Пингвином на Марсе, на рисунке должны быть указаны необходимые линейные или угловые размеры. Необходимые сведения о Белом Медведе и Пингвине вспомните сами.
- 5. Венера и Земля.** На каком максимальном расстоянии от собственной (венерианской) эклиптики можно наблюдать Землю с Венеры (естественно, из точки за пределами атмосферы)? Орбиты планет принять круговыми.
- 6. Параллаксы.** В нашей области Галактики среднее расстояние между звёздами составляет примерно 6 световых лет. Предположим, интерферометр может измерять параллаксы звёзд с точностью $\pm 0,001$ угловой секунды. Параллакс скольких звёзд нашей Галактики имеет смысл измерить с помощью данного интерферометра?



XVII Международная астрономическая олимпиада
XVII International Astronomy Olympiad

Корея, Кванджу

16 – 24. X. 2012

Gwangju, Korea

язык	<u>Русский</u>
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. Прохождение Венеры.** Недавно, 6 июня 2012 года, наблюдалось уникальное астрономическое явление – прохождение Венеры по диску Солнца. Следующее прохождение Венеры по диску Солнца произойдёт только в 2117 году. Вычислите дату этого прохождения. (Ответ без расчётов не будет считаться даже частью решения).
- 2. Прохождение Псевдовенеры.** Недавно, 6 июня 2012 года, наблюдалось уникальное астрономическое явление – прохождение Венеры по диску Солнца. Предположим, что кто-то не разобрался в явлении и приписал прохождение по диску Солнца не настоящей Венере, а некоторому небесному телу-спутнику, назовём его Псевдовенерой, обращающемуся вокруг Земли по круговой орбите. Найдите радиус орбиты Псевдовенеры и диаметр этого небесного тела. Эффекты, обусловленные вращением Земли вокруг своей оси, не учитывать.
- 3. Звезда долгожителей.** В древних корейских легендах говорится, что если Вам удастся трижды увидеть «Звезду долгожителей», то Вы – счастливый человек и будете жить долго-долго. «Звезда долгожителей», известная ныне как Канопус, в древние времена была видна ярче и лучше, но и сейчас порой её можно увидеть, находясь в Корее. Приблизительно оцените, звездой какой величины может быть виден Канопус при наблюдении его с южного берега острова Чеджу (Корея) при самых благоприятных условиях. Территория острова находится на широтах от $33^{\circ}12'$ до $33^{\circ}34'$ с.ш. и долготах от $126^{\circ}09'$ до $126^{\circ}57'$ в.д. Необходимые дополнительные сведения возьмите из таблиц и вспомните сами.
- 4. Альтаир.** Оцените плотность вещества звезды Альтаир.
- 5. Венера и Земля.** На каком максимальном расстоянии от собственной (венерианской) эклиптики можно наблюдать Землю с Венеры (естественно, из точки за пределами атмосферы)? Орбиты планет принять круговыми.
Оцените звёздную величину Земли в такой ситуации.
- 6. Далёкая галактика.** Астрономы обнаружили далёкую галактику, которая на земном небе на первый взгляд очень похожа на ϵ Эридана – такая же по цвету, но в 1000 раз меньше по интенсивности. Однако выяснилось, что эта галактика состоит исключительно из звёзд, по физическим характеристикам таких же, как Солнце. Найдите число звёзд в галактике.



XVII Международная астрономическая олимпиада
XVII International Astronomy Olympiad

Корея, Кванджу

16 – 24. X. 2012

Gwangju, Korea

язык	<u>Русский</u>
language	
язык	<u>English</u>
language	

Элементы орбит.

Физические характеристики некоторых планет, Луны, Солнца и Эриды

Parameters of orbits.

Physical characteristics of some planets, Moon, Sun and Eris

Небесное тело, планета	Среднее расстояние от центрального тела		Сидерический (или аналогичный) период обращения		Наклон орбиты, i	Эксцентриситет, e	Экваториальн. диаметр, км	Масса, 10^{24} кг	Средняя плотность, г/см ³	Ускор. своб. пад. у пов., м/с ²	Наклон оси	Макс. блеск, вид. с Земли (**)	Альбедо
	в астр. ед.	в млн. км	в тропич. годах	в средних сутках									
Body, planet	Average distance to central body		Sidereal period (or analogous)		Orbital inclination, i	Eccentricity e	Equat. diameter, km	Mass, 10^{24} kg	Av. density, g/cm ³	Grav. accelr. at surf., m/s ²	Axial tilt	Max. magn. From Earth (**)	Albedo
	in astr. units	in 10^6 km	in tropical 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			$-26,74^m$	
Меркурий Mercury	0,387	57,9	0,241	87,969	$7,00^\circ$	0,206	4 879	0,3302	5,43	3,70	$0,01^\circ$		0,06
Венера Venus	0,723	108,2	0,615	224,7007	3,40	0,007	12 104	4,8690	5,24	8,87	177,36		0,78
Земля Earth	1,000	149,6	1,000	365,2564	0,00	0,017	12 756	5,9742	5,515	9,81	23,44		0,36
Луна Moon	0,00257	0,38440	0,0748	27,3217	5,15	0,055	3 475	0,0735	3,34	1,62	6,7	$-12,7^m$	0,07
Марс Mars	1,524	227,9	1,880	686,98	1,85	0,093	6 794	0,6419	3,94	3,71	25,19	$-2,0^m$	0,15
Юпитер Jupiter	5,204	778,6	11,862	4 332,59	1,30	0,048	142 984	1899,8	1,33	24,86	3,13	$-2,7^m$	0,66
Сатурн Saturn	9,584	1433,7	29,458	10 759,20	2,48	0,054	120 536	568,50	0,70	10,41	26,73	$0,7^m$	0,68
Эрида Eris	68,05			205 029	43,82	0,435	2 326	0,0167	2,52	0,7			0,96

**) Для Луны – в среднем противостоянии.

**) For Moon – in mean opposition.



XVII Международная астрономическая олимпиада
XVII International Astronomy Olympiad

Корея, Кванджу

16 – 24. X. 2012

Gwangju, Korea

язык	<u>Русский</u>
language	
язык	<u>English</u>
language	

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 ($\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$)	$6.674 \cdot 10^{-11}$	Constant of gravitation, G ($\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$)
Солнечная постоянная, A ($\text{Вт} / \text{м}^2$)	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)
Постоянная Стефана-Больцмана, σ ($\text{Вт} / \text{м}^2 / \text{К}^4$)	$5.670 \cdot 10^{-8}$	Stefan-Boltzmann constant, σ ($\text{W} / \text{m}^2 / \text{K}^4$)
Константа смещения Вина, b (м·К)	0.002897	Wien's displacement constant, b (m·K)
Лабораторная длина волны $\text{H}\alpha$ (Å)	6562.81	Laboratory wavelength of $\text{H}\alpha$ (Å)
Длина тропического года, T (сут)	365.242199	Tropical year length, T (days)
Стандартная атмосфера (Па)	101 325	Standard atmosphere (Pa)
Ослабление видимого света земной атмосферой в зените (минимально)	19%, 0.23^m	Visible light extinction by the terrestrial atmosphere in zenith (minimum)
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



XVII Международная астрономическая олимпиада
XVII International Astronomy Olympiad

Корея, Кванджу

16 – 24. X. 2012

Gwangju, Korea

язык	<u>Русский</u>
language	
язык	<u>English</u>
language	

Данные о некоторых звёздах

Data of some stars

			RA	DEC	ρ	m	SC	масса mass
Солнце	Sun	☉	0 ^h – 24 ^h	-23°26' +23°26'	8".794	-26 ^m .74	G2	1 M _☉
Альдебаран	Aldebaran	α Tau	04 ^h 35 ^m 55 ^s	16° 30' 33"	0".048	0 ^m .85 ^v	K5	2.5 M _☉
Альтаир	Altair	α Aql	19 ^h 50 ^m 47 ^s	08° 52' 06"	0".195	0 ^m .77	A7	1.7 M _☉
Антарес	Antares	α Sco	16 ^h 29 ^m 24 ^s	-26° 25' 55"	0".006	0 ^m .96	M1+B4	22.4 M _☉
Арктур	Arcturus	α Boo	14 ^h 15 ^m 40 ^s	19° 10' 57"	0".089	-0 ^m .04 ^v	K1	1.1 M _☉
Ахернар	Achernar	α Eri	01 ^h 37 ^m 43 ^s	-57° 14' 12"	0".026	0 ^m .46	B3	
зв.Барнарда	Barnard's star	Oph	17 ^h 57 ^m 48 ^s	04° 41' 36"	0".545	9 ^m .54	M4	
Бетельгейзе	Betelgeuse	α Ori	05 ^h 55 ^m 10 ^s	07° 24' 25"	0".005	0 ^m .5 ^v	M1	
Вега	Vega	α Lyr	18 ^h 36 ^m 56 ^s	38° 47' 01"	0".129	0 ^m .03	A0	
Денеб	Deneb	α Cyg	20 ^h 41 ^m 26 ^s	45° 16' 49"	0".002	1 ^m .25	A2	
Канопус	Canopus	α Car	06 ^h 23 ^m 57 ^s	-52° 41' 45"	0".010	-0 ^m .72	F0	
Капелла	Capella	α Aur	05 ^h 16 ^m 41 ^s	45° 59' 53"	0".073	0 ^m .08	G5+G0	
Полярная	Polaris	α UMi	02 ^h 31 ^m 49 ^s	89° 15' 51"	0".0076	1 ^m .97 ^v	F7	
Процион	Procyon	α CMi	07 ^h 39 ^m 18 ^s	05° 13' 30"	0".288	0 ^m .38	F5	
Ригель	Rigel	β Ori	05 ^h 14 ^m 32 ^s	-08° 12' 06"	0".013	0 ^m .12	B8	
Сириус	Sirius	α CMa	06 ^h 45 ^m 09 ^s	-16° 42' 58"	0".375	-1 ^m .46	A1	
Спика	Spica	α Vir	13 ^h 25 ^m 12 ^s	-11° 09' 41"	0".023	0 ^m .98	B1	
Альфа Центавра	Alpha Centauri	α Cen	14 ^h 39 ^m 36 ^s	-60° 50' 07"	0".751	-0 ^m .01 1 ^m .33	G2 K1	2.0 M _☉
Бета Центавра	Beta Centauri	β Cen	14 ^h 03 ^m 49 ^s	-60° 22' 23"	0".009	0 ^m .61	B1	21 M _☉
Эпсилон Эридана	Epsilon Eridani	ε Eri	03 ^h 32 ^m 56 ^s	-09° 27' 30"	0".311	3 ^m .74	K2	0.82 M _☉



XVII Международная астрономическая олимпиада
XVII International Astronomy Olympiad

Корея, Кванджу

16 – 24. X. 2012

Gwangju, Korea

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

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела

Hertzsprung-Russell diagram

