

Открытые соревнования по астрономии 2016 - Младшая ступень

Tõnis Eenmäe, Rain Kipper, Tiit Sepp, Ivan Suhhonenko

Tartu Observatory

10.04.2016

Об открытых соревнованиях по астрономии

С радостью приветствуем вас на открытых соревнованиях по астрономии. Напоминаем, что на решение задач отведено 3 часа. Во время решения можно пользоваться калькулятором и линейкой. Сложность заданий не зависит от их порядка, и их не обязательно решать подряд. Все задания оцениваются с **равным весом**, поэтому лучше сначала решить более простые на ваш взгляд задания, которые не требуют много времени, и лишь затем приступить к более сложным проблемам. При решении допускается делать обоснованные приближения и упрощения, а так же использовать общеизвестные предположения, которые необходимо при этом отметить. Первым делом советуем прочитать все задания. Все задания оцениваются по десятибалльной шкале, за особенно точное или остроумное решение можно заработать два дополнительных пункта (их присуждение совместно решает жюри).

NB! Каждое задание должно быть решено на отдельной странице!!!

1 Движение Луны

Каково различие минимальной и максимальной угловых скоростей Луны на небе (относительно звезд)? Предположите, что орбита Луны эллиптическая в одном из фокусов которого находится Земля. Эксцентриситет орбиты $e = \sqrt{1 - b^2/a^2} = 0,055$, большая полуось орбиты (а также среднее расстояние в пределах ошибки измерения) равна $a = 385000\text{km}$. b обозначает малую полуось орбиты. Сидерический период орбиты Луны можно принять равным $P = 27,322$ дня.

2 Значение гравитационной константы

Ньютон – первооткрыватель закона гравитации – не знал фактического значения гравитационной константы (однако знал значение GM). Если бы он предположил, что Земля и Солнце имеют одинаковую плотность, какое значение для гравитационной константы он получил бы? Какие данные ему были бы нужны для этого (и какие у него могли быть)?

3 Сравнение яркостей

Какая из планет ярче, Венера на небе Земли или Юпитер на небе Марса и во сколько раз, если предположить наиболее благоприятное время для наблюдений? Существует ли промежуток времени когда это соотношение не действует? Если да, то когда? Также следует указать какие условия наблюдения и положения планет были использованы при расчетах (Сделай рисунок на котором будут по крайней мере Солнце, Земля, Марс и Юпитер). Сделай рисунок! Поскольку в случае Венеры надо учитывать фазу планеты, поэтому добавлен рисунок с теоретической яркостью Венеры в зависимости от ее местоположения.

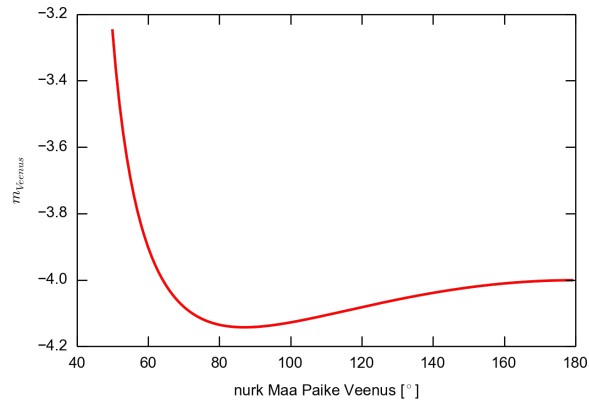


Рис. 1: Видимая звездная величина Венеры как зависимость от ее местоположения.

4 Масса Abell 3827

Известно, что объекты большой массы могут изменять направление распространения света. Эффектом гравитационной линзы называется явление при

котором массивное тело искривляет своим гравитационным полем направление распространения света. В случае идеальных условий наблюдения и если объект, излучающий свет, находится точно в два раза дальше чем галактика или скопление галактик, выступающие в качестве гравитационной линзы, то в этом случае наблюдатель видит кольцообразное изображение дальнего объекта. Это изображение называется кольцом Эйнштейна. Если объект, выступающий в качестве линзы не является идеально сферическим, в этом случае кольцо будет неровным.

Радиус кольца Эйнштейна можно найти с помощью соотношения:

$$\theta_e = 0.5'' \sqrt{\frac{M}{10^{14}M_\odot}} \cdot \sqrt{\frac{d}{1000\text{Mpc}}},$$

где θ_e радиус кольца в угловых секундах, M масса объекта, образующего линзу, и d его расстояние.

Рассмотрим галактическое скопление Abell 3827 с интересным частичным кольцом Эйнштейна. Это скопление находится от нас на расстоянии примерно 1.4 млрд. световых лет. Пожалуйста оцените массу Abell 3827. В качестве подсказки приводится фотография кольца Эйнштейна скопления Abell 3827.

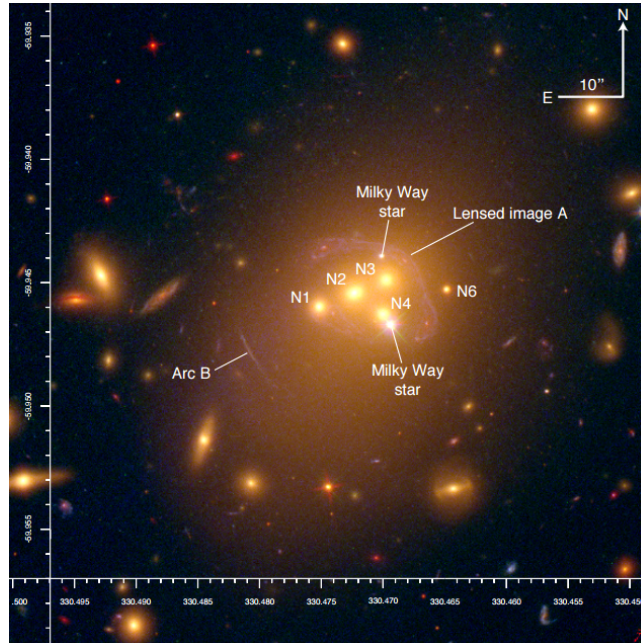


Рис. 2: Abell 3827, фото: Massey et al.

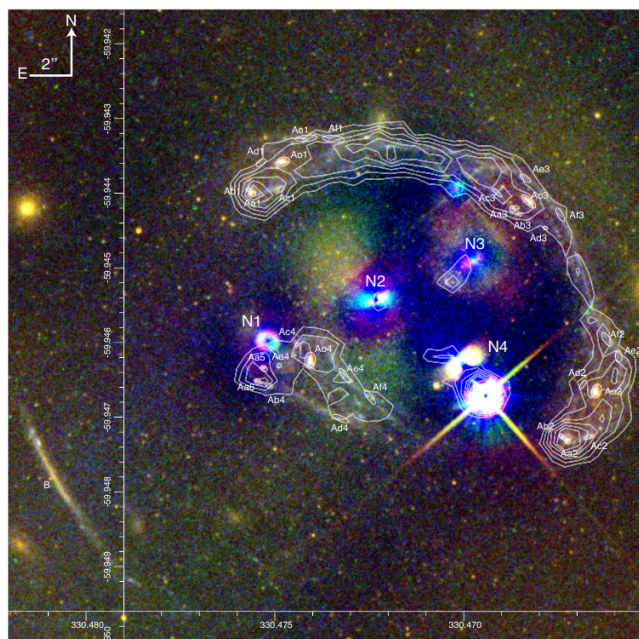


Рис. 3: Более точный вид на кольцо Эйнштейна. Massey et al.

5 Рассмотрим зодиак с точки зрения гороскопов

Согласно гороскопам в зодиаке 12 созвездий. На самом деле их конечно 13, (есть еще созвездие Змееносца) плюс к этому эти созвездия еще и разного размера. Предположим, что в зодиаке 12 созвездий и их размеры вдоль эклиптики одинаковы. В каком из знаков зодиака Солнце находится дольше всего в этом случае? В какое время года?

6 Море кризисов

Кольцевое образование на Луне диаметром 520 км, возникшее в результате столкновения с астероидом, называется морем Кризисов (лат. *Mare Crisium*). Возможно ли различить море Кризисов с Земли невооруженным глазом? Обоснуй!

Таблица Планет

Расстояние до Луны, представленное в таблице, измерено от Земли; Все данные представлены в единицах Земли (Значение для Земли определено

Name	RA	Dec	Major	Minor	Angle
Ao.1	330.47479	-59.943580	0''33	0''22	25°
Ao.2	330.46649	-59.946650	0''35	0''23	75°
Ao.3	330.46828	-59.944112	0''43	0''16	140°
Ao.4	330.47407	-59.946239	0''39	0''25	85°
Aa.1	330.47559	-59.944009	0''16	0''14	151°
Aa.2	330.46725	-59.947321	0''16	0''14	140°
Aa.3	330.46871	-59.944215	0''16	0''14	131°
Aa.4	330.47489	-59.946312	0''12	0''10	54°
Aa.5	330.47529	-59.946349	0''18	0''13	150°
Aa.6	330.47546	-59.946523	0''18	0''12	150°
Ab.1	330.47571	-59.943954	0''11	0''09	131°
Ab.2	330.46741	-59.947260	0''14	0''11	131°
Ab.3	330.46852	-59.944283	0''11	0''09	131°
Ab.4	330.47515	-59.946584	0''18	0''12	150°
Ac.1	330.47489	-59.943958	0''25	0''13	41°
Ac.2	330.46669	-59.947267	0''25	0''08	20°
Ac.3	330.46912	-59.943994	0''30	0''08	140°
Ac.4	330.47441	-59.946030	0''12	0''08	220°
Ad.1	330.47537	-59.943594	0''28	0''13	40°
Ad.2	330.46685	-59.946564	0''26	0''10	60°
Ad.3	330.46784	-59.944468	0''12	0''08	157°
Ad.4	330.47326	-59.947020	0''42	0''13	160°
Ae.1	330.47345	-59.943276	0''53	0''17	178°
Ae.2	330.46590	-59.946186	0''28	0''16	100°
Ae.3	330.46837	-59.943805	0''30	0''13	150°
Ae.4	330.47315	-59.946447	0''42	0''13	130°
Af.1	330.47417	-59.943267	0''52	0''15	10°
Af.2	330.46621	-59.945961	0''39	0''16	130°
Af.3	330.46745	-59.944289	0''37	0''13	123°
Af.4	330.47249	-59.946730	0''42	0''13	130°

Рис. 4: Abell 3827 Данные: Названия столбцов (Название, прямое восхождение, склонение, для эллипса проходящего через данную точку и центр скопления: большая полуось, малая полуось, угол измеренный с западного направления и двигаясь против часовой стрелки)

равным единице). В единицах SI параметры Земли были бы следующими:

1. Расстояние до Солнца $1,496 \cdot 10^{11} \text{m}$
2. Масса $6 \cdot 10^{24} \text{kg}$
3. Диаметр на экваторе $1,2756 \cdot 10^7 \text{m}$
4. Период вращения 23t 56m 4s
5. Период обращения 365p 6t 9min
6. Плотность 5515 kg/m^3

Небесное тело	d_{\odot}	e	Масса	d_p	p_p	p_t	ρ	A
Солнце	0	-	33000	109,2	25,4	-	0,26	
Меркурий	0,39	0,206	0,06	0,38	59	0,241	0,98	0,142
Венера	0,72	0,0068	0,81	0,95	243	0,62	0,95	0,75
Земля	1	0,0167	1	1	1	1	1	0,30
Луна	0.00257	0,055	0,0123	0,025	27,3	0,075	0,61	0,12
Марс	1,52	0,093	0,107	0,53	1,03	1,88	0,71	0,16
Юпитер	5,2	0,049	318	11,2	0,42	11,9	0,24	0,34
Сатурн	9,6	0,056	95	9,4	0,44	29,5	0,125	0,34
Уран	19,2	0,044	14,5	4	0,72	84,3	0,23	0,30
Нептун	30,1	0,011	17,1	3,9	0,67	165	0,297	0,29

Таблица 1: Таблица с общими данными о планетах солнечной системы и Луне. Столбцы таблицы: d_{\odot} - Расстояние до Солнца; e - Эксцентриситет орбиты; Масса; d_p - Диаметр на экваторе; p_p - Период вращения; p_t - Период обращения; ρ - Плотность; A - Алbedo

Некоторые константы

Видимая звездная величина Солнца - $m_{\odot} = -26,^m 74$

Масса Солнца - $M_{\odot} = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg

Парсек - $1 \text{ pc} = 3.08572 \cdot 10^{16}$ m