

Сыктывкар – Красноярск, 7–13 апреля 2002 г.
Сыктывкар – Красноярск, 18–24 апрель 2002.

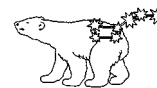
Теоретический тур

8 класс.

1. **Сыктывкар и Красноярск.** Наиболее точно вычислите, насколько будут отличаться высоты кульминаций Солнца в центрах этих городов в день проведения тура (8 апреля). Географические координаты центров Сыктывкара и Красноярска равны $61^{\circ}40'$ с.ш., $50^{\circ}49'$ в.д. и $56^{\circ}03'$ с.ш., $92^{\circ}48'$ в.д. соответственно. *Даны также эфемериды Солнца на апрель.*
2. **Наблюдения Полярной звезды.** Для наблюдения Полярной звезды телескоп направлен таким образом, что Северный полюс мира находится точно на краю поля зрения, а Полярная звезда в своём суточном движении проходит точно через центр поля зрения. Часовой механизм остановлен. Оцените продолжительность времени, в течение которого Полярная звезда будет проходить через поле зрения от одного его края до другого.
3. **Яркий Сириус.** Известно, что Сириус является самой яркой звездой на нашем подмосковном небе. А в каких ещё местностях на Земле Сириус также будет являться самой яркой звездой на реальном небе этой местности? Определить границы этих местностей. Примечание: рассматривать звёзды в их историко-классическом понимании – Солнце, планеты и т.д. – не учитывать.
4. **Наблюдения на РАТАНе.** РАТАН-600 (РАдиоТелескоп Академии Наук) ведёт наблюдения небесных объектов с различными величинами α (прямые восхождения) при прохождении ими меридиана. $\alpha_2 - \alpha_1 = \Delta\alpha$. Через какое время будет наблюдаться второй объект после первого? Дайте наиболее точный ответ для $\Delta\alpha = 90^{\circ}$.
5. **Лунное движение.** В чём причина того, что от новолуния до полнолуния порой проходит на сутки больше, чем от этого полнолуния до следующего новолуния? Бывает ли обратная ситуация, когда период от новолуния до полнолуния длится на сутки меньше, чем от этого полнолуния до следующего новолуния?
6. **Заходы на Луне.** Происходят ли на экваторе Луны:
 - а) заход Солнца.
 - б) заход Земли.

Если нет, то почему?

Если да, то можно ли исходя из общеизвестных (известных большинству участников Олимпиады) данных оценить, сколько длится эти явления? Оцените то, что возможно.

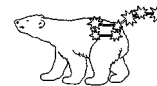


Сыктывкар – Красноярск, 7–13 апреля 2002 г.
Сыктывкар – Красноярск, 18–24 апрель 2002 г.

Теоретический тур

9 класс.

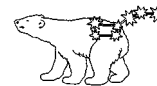
- Сыктывкар и Красноярск.** Наиболее точно вычислите, насколько будут отличаться высоты кульминаций Солнца в центрах этих городов в день проведения тура (8 апреля). Географические координаты центров Сыктывкара и Красноярска равны $61^{\circ}40'$ с.ш., $50^{\circ}49'$ в.д. и $56^{\circ}03'$ с.ш., $92^{\circ}48'$ в.д. соответственно. *Даны также эфемериды Солнца на апрель.*
- Наблюдения Полярной звезды.** Для наблюдения Полярной звезды телескоп направлен таким образом, что Северный полюс мира находится точно на краю поля зрения, а Полярная звезда в своём суточном движении проходит точно через центр поля зрения. Часовой механизм остановлен. Оцените продолжительность времени, в течение которого Полярная звезда будет проходить через поле зрения от одного его края до другого.
- Яркий Сириус.** Известно, что Сириус является самой яркой звездой на нашем подмосковном небе. А в каких ещё местностях на Земле Сириус также будет являться самой яркой звездой на реальном небе этой местности? Определить границы этих местностей. Примечание: рассматривать звёзды в их историко-классическом понимании – Солнце, планеты и т.д. – не учитывать.
- 22750 звёзд.** Округляя видимую яркость звёзд до одной звёздной величины, можно получить, что на небе примерно 250 звёзд имеет 4-ю звёздную величину (в фотографической области спектра), 700 звёзд – пятую, 1900 – шестую, 5300 – седьмую и 14600 – восьмую. Звёзды какой звёздной величины (из перечисленных) вносят наибольший вклад в суммарный световой поток?
- Спелеологи-гравиметристы.** Заядлые спелеологи, которые по основной своей работе являются гравиметристами, решили применить профессиональные знания для поисков новых пещер. Для измерения ускорения силы тяжести обычно используют маятниковый гравиметр – прибор, рабочим элементом которого является «математический» маятник. Раздобыв сравнительно простой такой гравиметр, период колебаний маятника которого измеряется с точностью до $2 \cdot 10^{-5} \%$, спелеологи отправились на поиски. Оцените, полость какого наименьшего характерного размера можно обнаружить с помощью такого гравиметра с поверхности земли? Плотность подземных пород в районе исследований принять равной плотности гранита: $\rho_0 = 2,8 \text{ г/см}^3$.
- Заходы на Луне.** Происходят ли на экваторе Луны:
 - а) заход Солнца.
 - б) заход Земли.Если нет, то почему?
Если да, то можно ли исходя из общеизвестных (известных большинству участников Олимпиады) данных оценить, сколько длятся эти явления? Оцените то, что возможно.



Теоретический тур

10 класс.

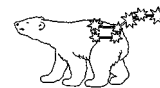
- Звёзды и туманность.** Болгарские астрономы сделали фотоснимок области звёздного неба, содержащей тёмную космическую туманность. Оказалось, что на фоне туманности плотность зарегистрированных звёзд (число звёзд на единицу поверхности снимка) в 10 раз меньше, чем на других участках снимка. Оцените расстояние до туманности, предполагая, что туманность абсолютно непрозрачная, звёзды равномерно распределены в пространстве, абсолютная звёздная величина всех звёзд одинакова и составляет 5^m , а видимая звёздная величина самых слабых звёзд на снимке равна 15^m .
- Путешествия у полюса.** Участники российско-болгарской полярной экспедиции находятся точно на Южном полюсе Земли во время полярной ночи. В некоторый момент времени они отправляются в поход и идут по глубокому снегу со скоростью 2 км/ч всё время (без остановок) по направлению на звезду Сириус. На каком расстоянии от полюса они окажутся ровно через 24 часа после старта? Какой геометрической линией будет их путь?
- Разрешающая способность.** Атмосфера ограничивает разрешающую способность телескопов в видимой области спектра (5000 Ангстрем) величиной $0,5''$. Характерная толщина слоя атмосферы, где происходит ухудшение качества изображения – около 2 км. Прикиньте, какова будет разрешающая способность (в пересчёте на линейные размеры разрешаемых деталей), если телескоп наблюдает объекты на поверхности Земли с высоты $h = 200$ километров. Каким размером должен обладать объектив космического телескопа, чтобы это разрешение можно было реализовать на практике?
- Спелеологи-гравиметристы.** Заядлые спелеологи, которые по основной своей работе являются гравиметристами, решили применить профессиональные знания для поисков новых пещер. Для измерения ускорения силы тяжести обычно используют маятниковый гравиметр – прибор, рабочим элементом которого является «математический» маятник. Раздобыв сравнительно простой такой гравиметр, период колебаний маятника которого измеряется с точностью до $2 \cdot 10^{-5} \%$, спелеологи отправились на поиски. Оцените, полость какого наименьшего характерного размера можно обнаружить с помощью такого гравиметра с поверхности земли? Плотность подземных пород в районе исследований принять равной плотности гранита: $\rho_0 = 2,8 \text{ г/см}^3$.
- Заходы на Луне.** Происходят ли на экваторе Луны:
 - а) заход Солнца.
 - б) заход Земли.Если нет, то почему?
Если да, то можно ли исходя из общеизвестных (известных большинству участников Олимпиады) данных оценить, сколько длятся эти явления? Оцените то, что возможно.
- Толщина солнечного паруса.** Для полёта на Марс можно использовать солнечный парус. Представим себе, что космический корабль-комплекс массы $m = 10$ тонн раскрыл солнечный парус (находившийся ранее в свёрнутом состоянии в составе комплекса). Оцените толщину этого паруса. Площадь паруса примите равной $7\,654\,321 \text{ м}^2$.



Теоретический тур

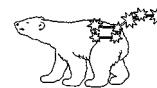
11 класс.

- 1. Звёзды и туманность.** Болгарские астрономы сделали фотоснимок области звёздного неба, содержащей тёмную космическую туманность. Оказалось, что на фоне туманности плотность зарегистрированных звёзд (число звёзд на единицу поверхности снимка) в 10 раз меньше, чем на других участках снимка. Оцените расстояние до туманности, предполагая, что туманность абсолютно непрозрачная, звёзды равномерно распределены в пространстве, абсолютная звёздная величина всех звёзд одинакова и составляет 5^m , а видимая звёздная величина самых слабых звёзд на снимке равна 15^m .
- 2. Путешествия у полюса.** Участники российско-болгарской полярной экспедиции находятся точно на Южном полюсе Земли во время полярной ночи. В некоторый момент времени они отправляются в поход и идут по глубокому снегу со скоростью 2 км/ч всё время (без остановок) по направлению на звезду Сириус. На каком расстоянии от полюса они окажутся ровно через 24 часа после старта? Какой геометрической линией будет их путь?
- 3. Разрешающая способность.** Атмосфера ограничивает разрешающую способность телескопов в видимой области спектра (5000 Ангстрем) величиной $0,5''$. Характерная толщина слоя атмосферы, где происходит ухудшение качества изображения – около 2 км. Прикиньте, какова будет разрешающая способность (в пересчёте на линейные размеры разрешаемых деталей), если телескоп наблюдает объекты на поверхности Земли с высоты $h = 200$ километров. Каким размером должен обладать объектив космического телескопа, чтобы это разрешение можно было реализовать на практике?
- 4. Эффект Ярковского.** «О забытом эффекте, открытом сто лет назад русским инженером Ярковским, напомнили 5 марта [1999 года] в журнале Science астрономы Паоло Фаринелла (Университет Триеста, Италия) и Давид Вокроухлицкий (Карлов университет, Прага, Чехия). Сущность эффекта Ярковского состоит в том, что освещённая Солнцем поверхность астероида нагревается, а когда вращение уносит её в тень, излучает накопленное тепло в инфракрасном диапазоне. Поток теплового излучения действует как реактивный двигатель и немного изменяет орбиту астероида. Величина изменения зависит от размеров и тепловых свойств малой планеты.
Эффект Ярковского очень слаб, поэтому им обычно пренебрегают. Однако, по мнению авторов статьи в Science, за время «спокойной» (то есть, лишённой столкновений) жизни небольшого (до 20 км в диаметре) астероида едва заметная сила, вызванная эффектом, может постепенно изменять его орбиту.»
Выше процитирована статья из журнал "Звездочёт" № 5, 1999 г. Опишите, как влияет направление вращения астероида вокруг собственной оси на его перемещение в Главном поясе под действием эффекта Ярковского? То есть, какие из астероидов приближаются к Марсу, а какие – к Юпитеру?
- 5. Солнечный парус.** Для полёта на Марс можно использовать солнечный парус. Представим себе, что космический корабль-комплекс массы $m = 10$ тонн, обращавшийся вокруг Солнца по круговой орбите радиуса 1 а.е., раскрыл солнечный парус (находившийся ранее в свёрнутом состоянии в составе комплекса). Оцените площадь этого паруса, считая его зеркальным, если корабль достиг Марса через пол-оборота вокруг Солнца. Можно считать, что Марс обращается вокруг Солнца по круговой орбите радиуса 1,52 а.е. Солнечная постоянная равна $A \approx 1,4$ кВт/м².



*Сыктывкар – Красноярск, 7–13 апреля 2002 г.
Сыктывкар – Красноярск, 18–24 ошлӧн 2002.*

6. **Толщина солнечного паруса.** Оцените толщину солнечного паруса предыдущей задачи. Для тех, кто не решил предыдущую задачу, оцените толщину солнечного паруса предыдущей задачи площадью $7\,654\,321\text{ м}^2$.



Сыктывкар – Красноярск, 7–13 апреля 2002 г.
Сыктывкар – Красноярск, 18–24 апрель 2002 г.

Эфемериды Солнца на апрель 2002 года.

Данные из: <http://hea.iki.rssi.ru/~nick/ak/>.

Рассчитаны для города Москвы на 2 ч московского летнего времени, на каждые сутки.

Data	RA	Dec	Stime	EaDst	Size	RiseTm	SetTm
1/04	0:40:22.93	4:20:37.7	13:07:13	0.9992	1920	7:02	20:06
2/04	0:44:01.54	4:43:46.4	13:11:09	0.9995	1920	6:59	20:08
3/04	0:47:40.28	5:06:50.1	13:15:06	0.9997	1919	6:57	20:10
4/04	0:51:19.18	5:29:48.5	13:19:02	1.0000	1919	6:54	20:12
5/04	0:54:58.25	5:52:41.2	13:22:59	1.0003	1918	6:51	20:14
6/04	0:58:37.52	6:15:28.0	13:26:55	1.0006	1918	6:49	20:16
7/04	1:02:16.99	6:38:08.3	13:30:52	1.0009	1917	6:46	20:18
8/04	1:05:56.69	7:00:42.0	13:34:48	1.0012	1916	6:44	20:20
9/04	1:09:36.62	7:23:08.6	13:38:45	1.0015	1916	6:41	20:22
10/04	1:13:16.82	7:45:27.8	13:42:42	1.0018	1915	6:39	20:24
11/04	1:16:57.28	8:07:39.3	13:46:38	1.0021	1915	6:36	20:26
12/04	1:20:38.03	8:29:42.6	13:50:35	1.0024	1914	6:33	20:28
13/04	1:24:19.08	8:51:37.4	13:54:31	1.0026	1914	6:31	20:30
14/04	1:28:00.44	9:13:23.4	13:58:28	1.0029	1913	6:28	20:32
15/04	1:31:42.13	9:35:00.2	14:02:24	1.0032	1913	6:26	20:34
16/04	1:35:24.16	9:56:27.4	14:06:21	1.0035	1912	6:23	20:36
17/04	1:39:06.54	10:17:44.7	14:10:17	1.0038	1912	6:21	20:38
18/04	1:42:49.28	10:38:51.7	14:14:14	1.0040	1911	6:18	20:40
19/04	1:46:32.39	10:59:48.1	14:18:11	1.0043	1911	6:16	20:42
20/04	1:50:15.89	11:20:33.5	14:22:07	1.0046	1910	6:14	20:44
21/04	1:53:59.79	11:41:07.5	14:26:04	1.0048	1910	6:11	20:46
22/04	1:57:44.10	12:01:29.9	14:30:00	1.0051	1909	6:09	20:48
23/04	2:01:28.83	12:21:40.4	14:33:57	1.0054	1909	6:06	20:50
24/04	2:05:14.00	12:41:38.4	14:37:53	1.0056	1908	6:04	20:52
25/04	2:08:59.63	13:01:23.9	14:41:50	1.0059	1908	6:02	20:54
26/04	2:12:45.72	13:20:56.5	14:45:46	1.0062	1907	5:59	20:56
27/04	2:16:32.30	13:40:15.8	14:49:43	1.0064	1907	5:57	20:58
28/04	2:20:19.37	13:59:21.6	14:53:40	1.0067	1906	5:55	21:00
29/04	2:24:06.95	14:18:13.5	14:57:36	1.0069	1906	5:52	21:02
30/04	2:27:55.06	14:36:51.4	15:01:33	1.0072	1905	5:50	21:04

Параметры некоторых звёзд.

Данные из справочника любителя астрономии, П.Г.Куликовский, ред. В.Г.Сурдин, Москва, УРСС, 2002.

Star		RA	Dec	m	s
Арктур	□Boo	14:15:40	19:10:57	-0,05	K1
Вега	□Lyr	18:36:56	38:47:01	0,03	A0
Денеб	□Cyg	20:41:26	45:16:49	1,25	A2
Полярная	□UMi	2:31:51	89:15:51	2,02	F7
Сириус	□CMa	6:45:09	-16:42:58	-1,46	A1

Обозначения:

Data – текущая календарная дата;
 RA, Dec – геоцентрические координаты на эпоху 2000.0;
 Stime – местное звёздное время;
 EaDst – расстояние до центра Земли в а.е.;
 Size – угловой диаметр в секундах дуги;
 RiseTm – московское время восхода (по верхнему лимбу);
 SetTm – московское время захода (по верхнему лимбу);
 m – видимая звёздная величина;
 s – спектральный класс.