



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи теоретического тура

Theoretical round. Problems to solve

язык	<u>Русский</u>
language	

Groups α β

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 - **situation is impossible**». Естественно, ответ должен быть подкреплён вычислениями или логическими рассуждениями.

1. **Медведь.** Белый Медведь (тот, что уже встречался в условиях VII, VIII и IX Международных астрономических олимпиад) вернулся из Крыма домой на Северный полюс и теперь решил пронаблюдать заход Солнца. А сколько времени длится этот заход? Решение сопроводите рисунком с Медведем на Северном полюсе, на рисунке должны быть указаны необходимые линейные или угловые размеры. Форму Земли считать сферической. Необходимые сведения о Белом Медведе вспомните сами.

А может ли Медведь продлить наблюдение захода Солнца, не отходя от полюса? На какое время?

2. **Солнце.** Согласно одной из древних моделей Вселенной центр Солнечной системы – это Земля, вращающаяся вокруг своей оси, звёзды неподвижны. Луна и Солнце вращаются вокруг Земли. Меркурий и Венера вращаются вокруг Солнца. Марс, Юпитер и Сатурн перемещаются вокруг невидимых объектов, которые в свою очередь вращаются вокруг Земли.

Положим, что система Земля-Луна правильно описывается в этой модели, а масса Солнца пренебрежимо мала по сравнению с массой системы Земля-Луна. Найдите (двумя разными способами) расстояние между Землей и Солнцем в этой модели.

Найдите абсолютную звёздную величину такого Солнца.

3. **Туманность Андромеды.** Мы надеемся, что вы знакомы с объектом Туманность Андромеды (M31, NGC 224), он имеет звёздную величину $m = 4,4^m$ (~~to delete: $M = -20,7^m$, логарифм массы в массах Солнца равен 11,4, угловые размеры 178' на 63'~~) и расположен на расстоянии 0,7 Мпк от нас. На какое расстояние мы должны приблизиться к этому объекту, чтобы он светился бы как полная Луна? Каков при этом будет угловой размер этого объекта.

При решении каждой задачи можно использовать данные прилагаемой “Таблицы данных о планетах”.



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

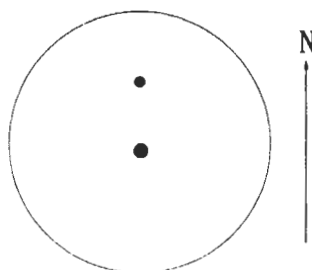
Задачи теоретического тура

Theoretical round. Problems to solve

Язык	<u>Русский</u>
language	

Group α

$\alpha 4$. Солнечные пятна. В день зимнего солнцестояния мы наблюдаем Солнце в столице Эквадора – городе Кито (78° з.д., 0° с.ш.), полученное изображение смотрите на рисунке 1. На Солнце два пятна. В это же время на Аляске (60° с.ш.) – восход Солнца, а в столице африканского государства Намибия – Виндхуке (27° в.д., 23° ю.ш.) – заход Солнца. Будут ли видны эти солнечные пятна на Аляске и в Виндхуке? (Примечание: ответ «Да-Yes» или «Нет-No» должен быть написан по-русски или по-английски.) Нарисуйте изображения Солнца, как они видны в это время на Аляске и в Виндхуке.



$\alpha 5$. Кластер. Астрономы обнаружили "звезду", положение которой на диаграмме Герцшпрунга-Рассела примерно на 8^m выше аналогичных звёзд главной последовательности. Предполагая, что эта "звезда" – кластер, состоящий из множества похожих звёзд, оцените число звёзд в кластере.

$\alpha 6$. Прохождение Земли. 7 ноября 2005 года произойдёт противостояние Марса, во время которого Марс будет находиться в $0,47$ а.е. от Земли и расположится на земном небе сравнительно близко к эклиптике (в $27'$ к югу от неё). На это же время Марсианское космическое агентство планирует околomarсианскую пилотируемую экспедицию с целью наблюдения прохождения Земли по диску Солнца и изучения атмосферы Земли. С целью оптимизации затрат экспедиция будет наблюдать прохождение с минимально возможного для этой цели расстояния. В каком созвездии будет находиться Марс во время наблюдения середины прохождения Земли по диску Солнца с борта станции?

При решении каждой задачи можно использовать данные прилагаемой "Таблицы данных о планетах".



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи теоретического тура

Theoretical round. Problems to solve

язык	<i>Русский</i>
language	

Group β

- β4. Полярная звезда.** Известно, что высота Полярной звезды над горизонтом численно равна географической широте места наблюдения, а направление на неё есть направление на Север. Однако эти правила выполняются с некоторой погрешностью. Найдите максимальные погрешности (в $^{\circ}$ и $'$) при определении этим способом широты местности ($\Delta\varphi$) и направления на Север ($\Delta\beta$). Наблюдения проводятся в обсерватории Синьлун (Xinglong) в окрестностях Пекина. Склонение Полярной звезды равно $89^{\circ}10'$. Приблизительно широта Пекина составляет $\varphi = 40^{\circ}$.
- β5. Кластер.** Астрономы обнаружили "звезду" спектрального класса **A0**, положение которой на диаграмме Герцшпрунга-Рассела примерно оказывается на уровне $-7^m - -8^m$! (То есть, существенно выше главной последовательности). Предполагая, что эта "звезда" – кластер, состоящий из множества похожих звёзд, оцените возможное число звёзд в кластере.
- β6. Прохождение Земли.** 7 ноября 2005 года произойдёт противостояние Марса, во время которого Марс будет находиться в 0,47 а.е. от Земли и расположится на земном небе сравнительно близко к эклиптике (в $27'$ к югу от неё). На это же время Марсианское космическое агентство планирует околomarсианскую пилотируемую экспедицию с целью наблюдения прохождения Земли по диску Солнца (хотя бы по краешку Солнца) и изучения атмосферы Земли. Какой минимальный период обращения вокруг Марса должна иметь такая орбитальная станция?

При решении каждой задачи можно использовать данные прилагаемой "Таблицы данных о планетах".



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай. Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи практического тура

Practical round. Problems to solve

язык	<i>Русский</i>
language	

Groups α and β

$\alpha\beta 7$. **Рефракция.** Зенитное расстояние (Z) определяется как угол между направлениями на астрономический объект и на зенит наблюдателя ($Z=0^\circ$ для объекта в зените и $Z=90^\circ$ для объекта на горизонте). Из-за атмосферной рефракции видимое (измеряемое) зенитное расстояние (Z_m) меньше, чем истинное (Z_t), на величину R (в секундах дуги). Данные приведённой ниже таблицы могут быть использованы при наблюдениях на уровне моря при температуре 10° :

Z_m	R	Z_m	R	Z_m	R	Z_m	R
0°	$0''$	50°	$70''$	82°	$394''$	87°	$863''$
10°	$10''$	60°	$101''$	83°	$444''$	88°	$1103''$
20°	$21''$	70°	$159''$	84°	$509''$	89°	$1481''$
30°	$34''$	80°	$319''$	85°	$593''$	$89^\circ 31'$	$1760''$
40°	$49''$	81°	$353''$	86°	$706''$	90°	$2123''$

Для зенитных расстояний Z_m меньше, чем некоторое значение Z_F , приближённая формула для вычислений:

$$R = 60,25'' \cdot (B/760) \cdot (273^\circ / (273^\circ + t^\circ)) \cdot \tan Z_m \quad (1),$$

где B – атмосферное давление в мм ртутного столба, t° – температура в $^\circ\text{C}$.

- 7.1. Найдите диапазон значений Z_m , в котором можно использовать формулу (1) с точностью $1''$, т.е. найдите Z_F .
- 7.2. Найдите широту места наблюдения с точностью $0,1'$, если в то время, когда в июне Солнце наиболее высоко поднимается в небе, его наблюдаемое зенитное расстояние равно $16^\circ 34,4'$. (Для заданной точности $\epsilon = 23^\circ 26,4'$).
- 7.3. Вычислите (с точностью $0,1'$) истинное зенитное расстояние Z_t для центра Солнца в тот момент, когда при заходе весь диск Солнца только что скрылся на горизонте ($t = 10^\circ\text{C}$).
- 7.4. Используя приведённую выше информацию, сделайте необходимые вычисления и нарисуйте видимую форму Солнца в тот момент, когда мы видим, что его нижний край только что коснулся горизонта. 1 клеточка в сетке соответствует $2'$. Пометьте, какие данные и метод вычислений Вы использовали при решении.

Считать, что при отсутствии атмосферной рефракции угловой диаметр Солнца равен $32,0'$.



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи практического тура

Practical round. Problems to solve

язык	<i>Русский</i>
language	

Group α

8. Шенчжоу-6. Наблюдатели в Вучане (Wuqiang), 116° в.д., 38° с.ш., наблюдали китайский космический корабль Шенчжоу-6 (Shenzhou-6) в непосредственной близости от Полярной звезды (alpha Ursa Minor) в 04:54 пекинского времени 14 октября 2005 г. (смотрите рисунок 1). Известно, что орбитальный период обращения космического корабля составляет 91,2 минуты.

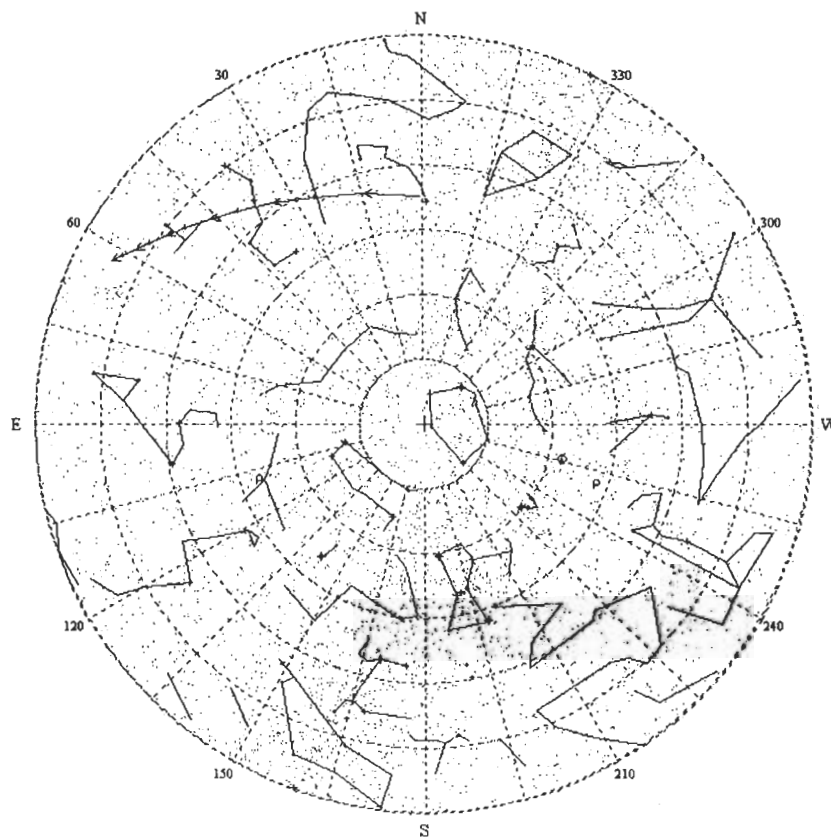


Fig. 1

- 8.1. Предположим, что космический корабль обращается по круговой орбите [в качестве примечания, не для данной задачи: в действительности это верно с точностью 7 км]. В каком созвездии (или близ какой звезды) космический корабль виден в это же время наблюдателями в Силинхаоте (Xilinhaote), 116° в.д., $43,9^\circ$ с.ш.?
- 8.2. В случае ясного неба, когда Шенчжоу-6 будет определённо виден в следующий раз одновременно в этих же двух точках наблюдений?



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи практического тура

Practical round. Problems to solve

язык	<u>Русский</u>
language	

Group β

8. **Планетарная туманность.** Планетарная туманность – это расширяющаяся газообразная оболочка, образовавшаяся при взрыве центральной звезды. Шаровая планетарная туманность IC 418 наблюдается с помощью спектрографа, щель которого фиксирует лучи, пришедшие от точки примерно на половине радиуса туманности, как показано на рисунке 1. Рисунок 2 (по осям – поток и длина волны) – это полученная эмиссионная линия [N I], которая имеет лабораторную длину волны $\lambda = 5200.26 \text{ \AA}$. Явно видны два пика.

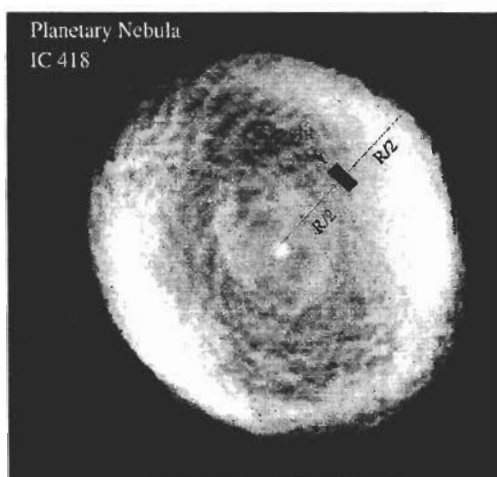


Рис. 1

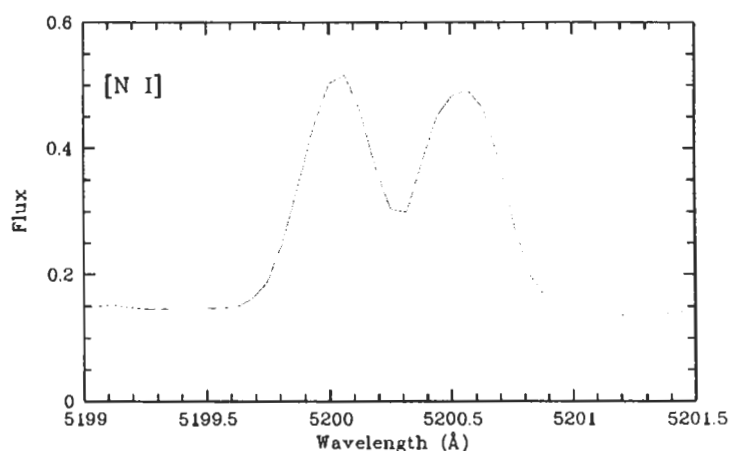


Рис. 2

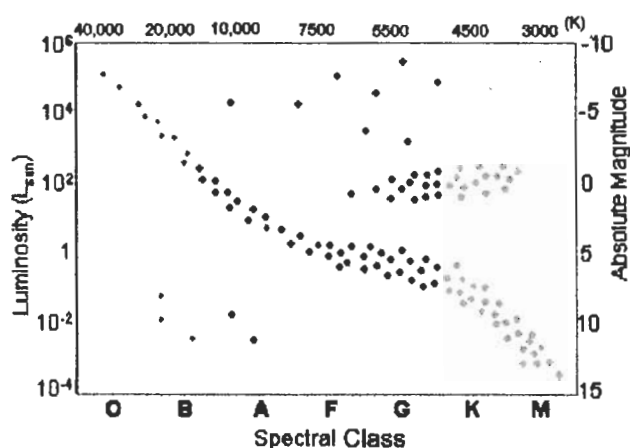


Рис. 3

8.1. Нарисуйте на диаграмме Герцшпрунга-Рассела (рисунок 3) кривую эволюции звезды главной последовательности, которая может взрываться с образованием планетарной туманности. Отметьте положение звезды в стадии, когда мы наблюдаем планетарную туманность (planetary nebula).

8.2. Считая, что IC 418 имеет диаметр $\alpha = 12''$ и удалена от нас на расстояние $L = 330 \text{ Пк}$, вычислите её возраст. Этот возраст, кстати, астрофизики называют "динамическим возрастом".



X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи практического тура

Practical round. Problems to solve

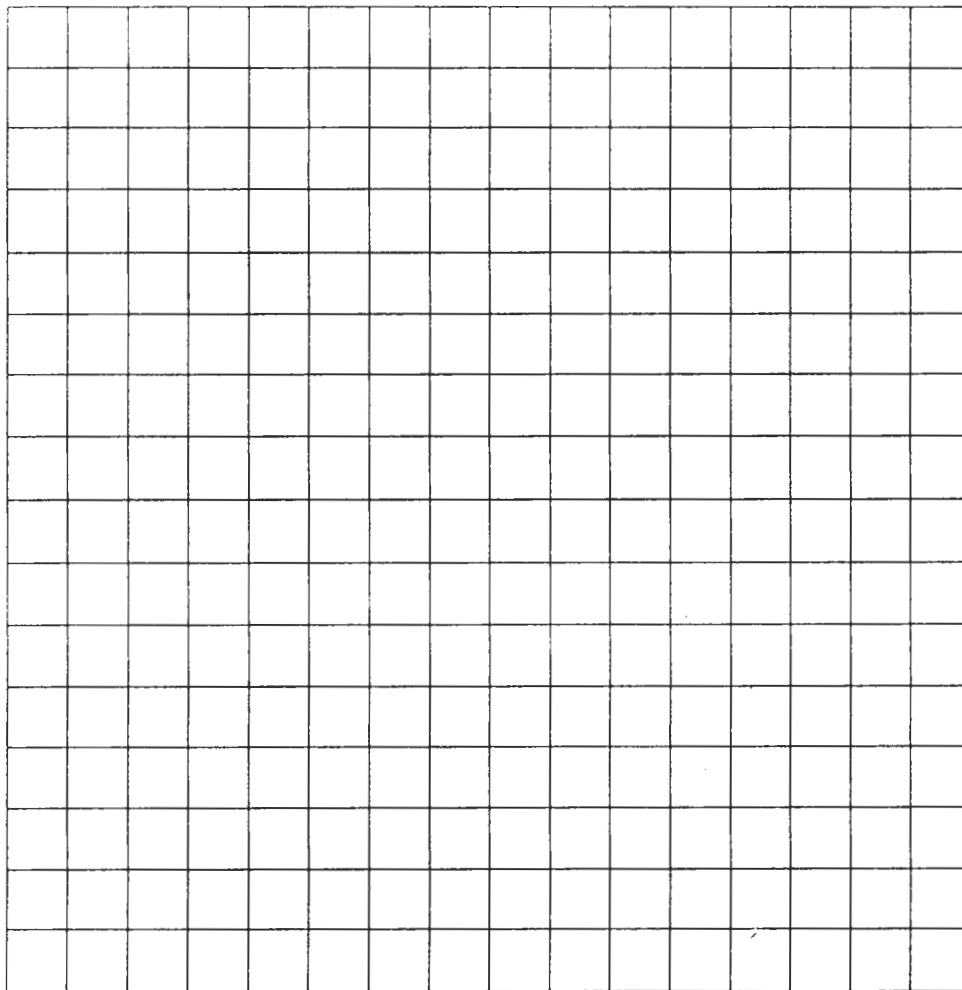
язык	<i><u>Русский</u></i>
language	
язык	<i><u>English</u></i>
language	
язык	
language	

Groups α and β

$\alpha\beta 7$. **Refraction.** Grid lines for drawing.

$\alpha\beta 7$. **Рефракция.** Сетка для рисунка.

$\alpha\beta 7$. _____





X Международная астрономическая олимпиада
X International Astronomy Olympiad

Китай, Пекин

25.X. – 2.XI. 2005

Beijing, China

Задачи практического тура

Practical round. Problems to solve

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

Group β

8. Planetary nebula. H-R diagram to draw the evolution track.

8. Планетарная туманность.

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела для зарисовки кривой эволюции звезды.

8. _____

