

★ Районная олимпиада (II этап) ★  
по астрономии Минской области

16 декабря 2006 г.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**1 «Мыс Горн»** Каковы были показания часов капитана Жака Ива Кусто, идущих по гринвичскому звездному времени, в момент верхней кульминации Солнца при нахождении океанографического судна «Калипсо» в акватории мыса Горн ( $56^\circ$  ю.ш.,  $67^\circ$  з.д.) в день зимнего солнцестояния 1986 года? Найдите горизонтальные координаты Солнца в этот момент.

Пусть  $S_0$  – показания часов Жака Ива Кусто, тогда из определения разности звездного времени, получим

$$S - S_0 = \lambda,$$

где  $S$  – местное звездное время,  $\lambda$  – долгота. Местное звездное время в момент верхней кульминации Солнца в день зимнего солнцестояния равно

$$S = t_c + \alpha_c = \alpha_c = 18^h,$$

где  $t_c$  и  $\alpha_c$  – соответственно, часовой угол и прямое восхождение Солнца. С учетом двух формул, получим

$$S_0 = S - \lambda = 6^h - \left( \frac{-67^\circ}{15^\circ/h} \right) = 18^h + 4^h 28^m = 22^h 28^m.$$

Солнце находится в верхней кульминации, его высота над горизонтом

$$h = 90^\circ - |\varphi| + |\delta| = 90^\circ - 56^\circ + 23,5^\circ = 57,5^\circ.$$

Вследствие нахождения экипажа “Калипсо” в южном полушарии, при вычислении высоты широта и склонение Солнца брались по модулю. Так как в момент верхней кульминации Солнце находилось в северной части небесного меридиана, его азимут равен  $180^\circ$ .

**2 «Комета»** Оцените возможные наибольшее и наименьшее расстояния от Солнца кометы, имеющей период обращения 1 год.

По третьему закону Кеплера, комета, имеющая период обращения 1 год имеет большую полуось орбиты

$$a = T^{2/3} = 1 \text{ а.е.}$$

При этом наибольшее расстояние от Солнца – это расстояние в афелии будет равно

$$r_A = a(1 + e) = (1 + e) \text{ а.е.},$$

где  $e$  – эксцентриситет орбиты. Расстояние  $r_A$  будет наибольшим в том случае, если эксцентриситет будет равен 1. Такая орбита называется вырожденной эллиптической, представляющая собой отрезок прямой линии. При этом  $r_A = 2 \text{ а.е.}$  и расстояние в перигелии

$$r_{II} = (1 - e) \text{ а.е.} = 0.$$

Однако такая ситуация возможна, если комета и Солнце – материальные точки, имеющие нулевые размеры. На практике это не так. Поэтому минимальное расстояние – это радиус Солнца. Найдём эксцентриситет и  $r_A$  для этого случая.

$$r_{II'} = (1 - e') = \frac{696000 \text{ км}}{149600000 \text{ км/а.е.}} \Rightarrow e' = 0,99535$$

и

$$r_{A'} = (1 + e') = 1,99535 \text{ а.е.}$$

**3 «Объект X»** В Солнечной системе обнаружен объект сферической формы, диаметром 1500 км и радиусом орбиты 50 а.е. К какому классу небесных тел относится найденное тело? Опишите его возможный состав.

По современной классификации планетных тел, принятой в августе 2006 года Генеральной ассамблеей Международного астрономического союза, найденный объект относится к карликовым планетам. Радиус орбиты 50 а.е. свидетельствует о том, что карликовая планета расположена в поясе транснептуновых объектов. Поэтому ее состав будет соответствовать составу объектов данного пояса. Предполагается, что объекты по составу представляют собой лёд с небольшими примесями органических веществ, то есть близки к кометному веществу.

### Приложение к задаче Определение понятия Планета (Резолюция 5 для 26-й ГА МАС) Оригинал статьи: [www.iau2006.org](http://www.iau2006.org)

Современные наблюдения изменили наше понимание Солнечной системы, что сказалось на номенклатуре ее объектов, отражающих это понимание. В частности это относится к определению понятия "планета". Слово "планета" изначально означало "блуждающую звезду" – огонёк, перемещающийся по небу. Последние открытия заставляют нас создать новое определение этого понятия, которое находится в согласии с имеющейся научной информацией. (Здесь мы не будем касаться верхней границы масс, разделяющей "планеты" и "звезды".)

МАС предлагает принять решение, что планеты и другие тела Солнечной системы будут определяться следующим образом:

**Планеты** – небесные тела, которые

имеют достаточную массу для того, чтобы их самогравитация превзошла твердотельные силы, т.о. они находятся в гидростатическом равновесии и имеют близкую к шару форму<sup>1</sup>; и обращаются вокруг звезд и при этом не являются ни звездами, ни спутниками планет<sup>2</sup>.

Мы проводим различие между 8 классическими планетами, открытыми до 1900 года, которые движутся по почти круговым орбитам вблизи плоскости эклиптики, и остальными планетоподобными объектами, обращающимися вокруг Солнца. Все эти объекты меньше Меркурия. Например, согласно приведенному выше определению астероид Церере относится к планетам. Для того, чтобы отличать

Цереру от классических планет мы будем ссылаться на нее как на "карликовую планету" ("dwarf planet")<sup>3</sup>.

Согласно данному определению Плутон, а также несколько крупных недавно открытых транснептуновых объектов, являются планетами. В отличие от классических планет эти объекты сильно наклоненные (к эклиптике) орбиты с высокими эксцентриситетами и орбитальные периоды превосходящие 200 лет. Мы выделяем эти планетарные объекты, прототипом которых является Плутон, в новую категорию, которую будем называть "плутоны".

Все не планетарные объекты, обращающиеся вокруг Солнца, относятся к категории "Малых тел Солнечной системы" ("Small Solar System Bodies")<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Это относится к объектам с массой выше  $5 \times 10^{20}$  кг и диаметром больше 800 км. МАС будет удостоверить принадлежность к планетам объектов близких к указанной границе.

<sup>2</sup> Два или более объектов могут составлять кратную систему. Первичный (более массивный) объект такой системы является планетой, если он независимо (в одиночку) удовлетворяет приведенному выше определению. Вторичный объект, удовлетворяющий определению определяется как планета, если барицентр кратной системы находится вне первичного тела. Вторичные объекты, не удовлетворяющие приведенным условиям, являются "спутниками" (планет). Согласно этому определению компаньон Плутона Харон также является планетой, а система Плутон-Харон – двойной планетой.

<sup>3</sup> Если окажется, что астероиды Паллада (Pallas), Веста (Vesta) и/или Гигея (Hygeia), находятся в гидростатическом равновесии, то они будут отнесены к планетам, к классу "карликовых планет".

<sup>4</sup> Этот класс включает большую часть астероидов Солнечной системы, близкие к Земле объекты (NEOs), астероиды-тройяцы Марса, Юпитера и Сатурна, большинство Кентавров, большая часть транснептуновых объектов (TNOs) и кометы. В предложенной номенклатуре понятие "малая планета" ("minor planet") не используется.

**4 «Зеркальная Луна»** В рамках программы Организации Объединенных Планет по реорганизации поверхностей естественных спутников Солнечной системы было решено покрасить Луну зеркальной абсолютно отражающей краской. Определите видимую звездную величину и температуру такой «зеркальной» Луны, если до окрашивания она имела блеск  $-12,7^m$  и отражающую способность 0,07.

После окрашивания Луна будет отражать все падающее на нее излучение, т.е. будет отражать в  $1/0,07 = 14,3$  раз больше энергии. При этом ее блеск станет ярче на  $2,5 \lg 14,3 = 2,9^m$  и составит  $-12,7^m - 2,9^m = -15,6^m$ . Полностью отражающая все падающее излучение, Луна охладится до абсолютного нуля.

### Экспериментальные задания

**5** Какой объект изображен на рисунке сверху? Укажите его обозначение по каталогу Мессье, созвездие, в котором находится, и тип звезды в центре. Объясните механизм образования и свечения объекта.

На рисунке изображена планетарная туманность «Кольцо» в созвездии Лиры. В каталоге Мессье объект обозначен номером М57. Туманность образована оболочкой маломассивной звезды (типа Солнца), сброшенной в конце эволюции после стадии



красного гиганта. В центре рисунка – остаток начальной звезды – горячая плотная звезда – белый карлик с температурой около 50 000 К. Механизм свечения туманности – переизлучение ультрафиолетового излучения центральной звезды в оптическом диапазоне.

**6** Каковы условия видимости больших планет и Луны в день олимпиады? Какова сегодня фаза Луны

В день олимпиады можно видеть следующие планеты. Уран и Нептун видны после захода Солнца и до 21-22 часов. Наиболее благоприятные условия для наблюдения Сатурна: восходит около 21 часа, виден всю ночь до восхода Солнца. Осальные планеты находятся на небольших угловых расстояниях от Солнца и поэтому не видны или видны. Луна в день олимпиады имеет фазу 0,2 (убывающая), восходит около 4 часов и видна до восхода Солнца.

**7** Для изображенных на рисунках созвездий укажите: названия, собственные названия самых ярких звезд, обозначения и краткие характеристики туманностей, звездных скоплений и галактик. Каковы условия видимости данных созвездий в день олимпиады?

На рисунке слева изображено созвездие Телец, справа – Орион. Обозначения ярких звезд, туманностей и звездных скоплений приведены на рисунках в приложении. Оба созвездия – зимние, они видны после захода Солнца всю ночь.

### Телец

- M1** Крабовидная туманность (NGC 1952, разг. «Краб») – газообразная туманность, являющаяся остатками сверхновой. Расположена на расстоянии около 6500 световых лет от Земли, имеет диаметр в 6 световых лет и расширяется со скоростью в 1000 км/с. В центре туманности находится нейтронная звезда.
- M45** Плеяды (звёздное скопление) (NGC 7089 или Семь сестер) – рассеянное скопление; одно из самых ближайших к Земле и одно из наиболее заметных для невооружённого глаза рассеянных скоплений.

### Орион

- M42** Туманность Ориона (NGC 1976) является светящейся эмиссионной туманностью с зеленоватым оттенком и находится внизу кольца созвездия Ориона. Это одна из ярчайших туманностей, видимых невооруженным глазом в ночном небе. M42 находится на расстоянии около 1,600 световых лет от планеты Земля, имеет 33 световых года в поперечнике и является одной ярчайших диффузных туманностей, видимых в ночном небе.

M43 (NGC 1982) – эмиссионная туманность. Звёздная величина  $+9^m$ . Освещающая звезда HD 37061. Спектральный тип освещающей звезды B1V.

M78 (NGC 2068) – отражающая туманность.

### Баллы по задачам

Задача 1	определение показаний часов – 2 балла		4 балла
	Нахождение координат Солнца – 2 балла		
Задача 2	нахождение большой полуоси – 1 балл		4 балла
	нахождение расстояний, считая тела материальными точками – 2 балла	нахождение расстояний с учетом конечности размеров Солнца – 3 балла	
Задача 3	обоснование принадлежности к карликовым планетам – 2 балла		4 балла
	обоснование принадлежности к поясу транснептуновых объектов – 1 балл		
	описание состава – 1 балл		
Задача 4	определение видимой звездной величины – 2 балла		4 балла
	обоснование температуры – 2 балла		
Задача 5	указание того, что объект – планетарная туманность – 0,5 балла		4 балла
	обозначение по каталогу Мессье – 0,5 балла		
	созвездие – 0,5 балла		
	тип звезды – 1 балла		
	механизм образования – 1 балл		
	механизм свечения – 0,5 балла		
Задача 6	фаза Луны – 1 балл		4 балла
	видимость Луны – 1 балл		
	видимость планет – 2 балла		
Задача 7	для каждого созвездия	название – 0,5 балла	6 баллов
		названия ярких звезд – 1 балл (полный балл ставится за указание хотя бы одной звезды в созвездии и ее обозначения, например, Бетельгейзе – $\alpha$ Ориона)	
		туманности и звездные скопления – по 0,5 балла за каждое, но не более 1 балла для созвездия (т.е. описание двух и более объектов – максимальный балл)	
		условия видимости – 0,5	
			30 баллов

А.Л. Поплавский,  
преподаватель астрономии БГПУ им. М.Танка,  
сотрудник Обсерватории БГУ,  
магистр ест. наук.