

**XIX Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур, решения**

**2012  
4  
марта**

---

*5–6 классы*

---

Вам даны 12 фотографий астрономических объектов (хотя, строго говоря, в одном случае объект не астрономический, а в другом — астрономический, но не объект).

- A) Расставьте объекты в порядке удаления от Земли (и укажите возможные варианты изменений порядка) от ближних к дальним.
- B) Расставьте объекты в порядке увеличения их размеров от меньших к большим.
- C) Когда для наблюдателя на Земле некоторый объект оказывается на небе перед другим объектом, частично его закрывая, говорят, что произошло прохождение первого объекта по второму. Если первый объект при прохождении в какой-то момент закрыл второй полностью, то такое прохождение называется покрытием второго объекта первым. Найдите возможные пары объектов, для которых возможны прохождения и/или покрытия.
- D) Укажите для каждого объекта его тип и, если возможно, название.

**Решение:**

По-видимому, удобнее начать решение задачи с ответа на последний вопрос **D**. Ожидается, что участники должны правильно назвать типы всех объектов, а названия — только некоторых из них, наиболее узнаваемых и общеизвестных. Здесь приведены названия, по возможности, всех объектов. При тех названиях, знания которых не ожидается от участников, есть пометка «необязательно».

- №1. Тип — человек, точнее, астронавт. Название, т.е. имя — неизвестно. Не астрономический (!) объект.
- №2. Тип — комета. Название — Комета Хейла-Боппа (необязательно).
- №3. Тип — планета, точнее, планета-гигант. Название — Сатурн.
- №4. Тип — галактика. Название — Туманность Андромеды (M31).
- №5. Тип — шаровое звездное скопление. Название — неизвестно, все шаровые скопления очень похожи друг на друга и их трудно опознать «в лицо».
- №6. Тип — искусственный спутник Земли (или космическая станция). Название — Международная космическая станция.
- №7. Тип — астероид (малая планета). Название — Эрос (необязательно).

№8. Тип — созвездие — не объект(!), т.к. это лишь участок неба, выделенный людьми для удобства ориентирования на небе. Название — Орион.

№9. Тип — звезда. Название — Солнце.

№10. Тип — рассеянное звездное скопление. Название — Плеяды (необязательно).

№11. Тип — звезда. Название — неизвестно.

№12. Тип — спутник планеты. Название — Луна.

Далее ответим по порядку на оставшиеся вопросы.

Сразу сделаем оговорки относительно созвездия. Проецирующиеся на данную часть неба звезды и другие объекты могут находиться сколь угодно далеко друг от друга, поэтому невозможно определить ни размер созвездия, ни расстояние от него до Земли.

А) Для того, чтобы выстроить объекты по порядку удаления от Земли, удобно разделить их на несколько групп, в пределах которых порядок расположения объектов может меняться.

Выстроим эти группы в порядке удаления от Земли.

Группа №1 (околоземная): 1 и 6. Это ближайшие к Земле объекты, но порядок их расположения относительно Земли может быть любым.

Группа №2 (Солнечная система): 12, 9, 7, 2 и 3. Абсолютно точно можно сказать, что в этой группе три объекта всегда расположены в определенном порядке по удаленности от Земли: 12 — 9 — 3. Другие два объекта 7 и 2, в принципе, могут располагаться в любом порядке относительно первых трех, причем этот порядок может меняться со временем. Например, одна из ярчайших комет конца XX века (комета Хякутакэ) в момент наибольшей близости к Земле находилась в 10 раз ближе к ней, чем Солнце, а сейчас находится далеко за орбитой Сатурна. Кометы, которая подошла бы к Земле ближе, чем Луна, пока не наблюдалось, но, в принципе, такая ситуация возможна. Также существуют астероиды, которые могут приближаться к Земле ближе, чем Луна. Надо еще заметить, что комета, изображенная на фотографии, снята в тот момент, когда она близка к Солнцу, т.к. у нее длинный хвост, так что можно сказать, что она ближе к Земле в момент съемки, чем Сатурн.

Группа №3 (галактическая): 10, 11 и 5. Как правило те рассеянные звездные скопления, которые мы можем видеть, находятся ближе к Солнцу, а следовательно, и к Земле, чем шаровые. Но это связано, в основном с тем, что шаровые скопления содержат большее число звезд и, следовательно, ярче, и видны на более далеких расстояниях, а также располагаются в основном в таких областях Галактики, что их свет беспрепятственно доходит до Земли. Но, в общем-то, какие-то конкретные скопления могут располагаться от Земли в любом порядке. Что касается звезды, то она, в принципе, может находиться на любом расстоянии от Земли. Таким образом порядок расположения объектов в этой группе может быть любым.

Группа №4 (внегалактическая): 4.

Группы объектов располагаются относительно Земли в том порядке, в котором они приведены, но нужно сделать несколько оговорок.

- Современные телескопы позволяют «видеть» как звездные скопления, так и отдельные звезды в других галактиках, так что группы № 3 и № 4 могут меняться местами.

- Около других звезд также могут существовать планетные системы, в которые входят планеты, их спутники, астероиды и кометы. Также не исключена возможность, что в этих системах существуют разумные существа, способные летать в космос и строить космические станции. Так что соответствующие объекты могут оказаться за пределами Солнечной системы и даже за пределами нашей Галактики (в Туманности Андромеды, например, уже найдена одна звезда, по-видимому, имеющая планетную систему). Однако в этом случае с Земли мы не сможем их увидеть такими, какими они изображены на фотографиях.

В) Объекты в порядке увеличения их размеров выстраиваются так (в скобках указаны характерные размеры): 1 (около 1 метра) — 6 (десятки метров) — 2, 7 (километры — десятки километров) — 12 (тысячи км) — 3 (сто тыс. км) — 9, 11 (миллионы — миллиарды км) — 10, 5 (десятки — сотни св. лет, т.е. сотни — тыс. триллионов км) — 4 (сотни тыс. св. лет).

Некоторые пояснения.

- Ядра комет и неправильной формы астероиды (как Эрос) — объекты приблизительно одного размера — несколько километров. Длина хвоста кометы может быть больше диаметра Солнца, но т.к. длина хвоста меняется в зависимости от близости кометы к Солнцу, то характерным размером кометы ее считать нельзя.
- Неизвестно, какого размера представленная на снимке № 11 звезда. Она может быть как меньше, так и больше Солнца.
- В среднем рассеянные скопления меньше по размеру, чем шаровые, но не намного, и из этого правила есть исключения, так что можно сказать, что характерные размеры скоплений одинаковы.

С) Некоторые общие соображения. Очевидно, что более далекие объекты никогда не могут проходить по более близким или покрывать их. Также очевидно, что проходить по каким-то другим объектам или покрывать их могут только те объекты, которые для земного наблюдателя достаточно быстро движутся по небу. Следовательно, это лишь объекты Солнечной системы, которые находятся близко к Земле и, благодаря этому, мы можем заметить их движение относительно более далеких «неподвижных» объектов. Если видимые размеры более близкого объекта оказываются в момент «встречи» меньше, чем более далекого, то произойдет прохождение, если больше, то покрытие.

Так как звезда (объект № 11) — практически точечный для наземного наблюдателя объект, то все объекты Солнечной системы (от астронавта до Солнца) могут покрыть звезду полностью, если она находится на небе в месте прохождения видимого пути соответствующего объекта.

Астронавт может «пройти» по МКС, если окажется в какой-то момент ближе к Земле, либо, в обратной ситуации, может произойти покрытие космонавта МКС.

И МКС, и астронавт могут «пройти» по диску Луны, по диску Солнца, по диску Сатурна. Могут пройти по комете и астероиду, если те окажутся в подходящей для этого точке неба. Могут «пройти» по скоплениям и галактике, а также по созвездию, если те находятся на небе в тех местах, по которым проходит орбита МКС.

Прохождения Луны по Солнцу называются солнечными затмениями. Луна может как полностью покрывать Солнце (полное затмение), так и «проходить» по нему, тогда затмение

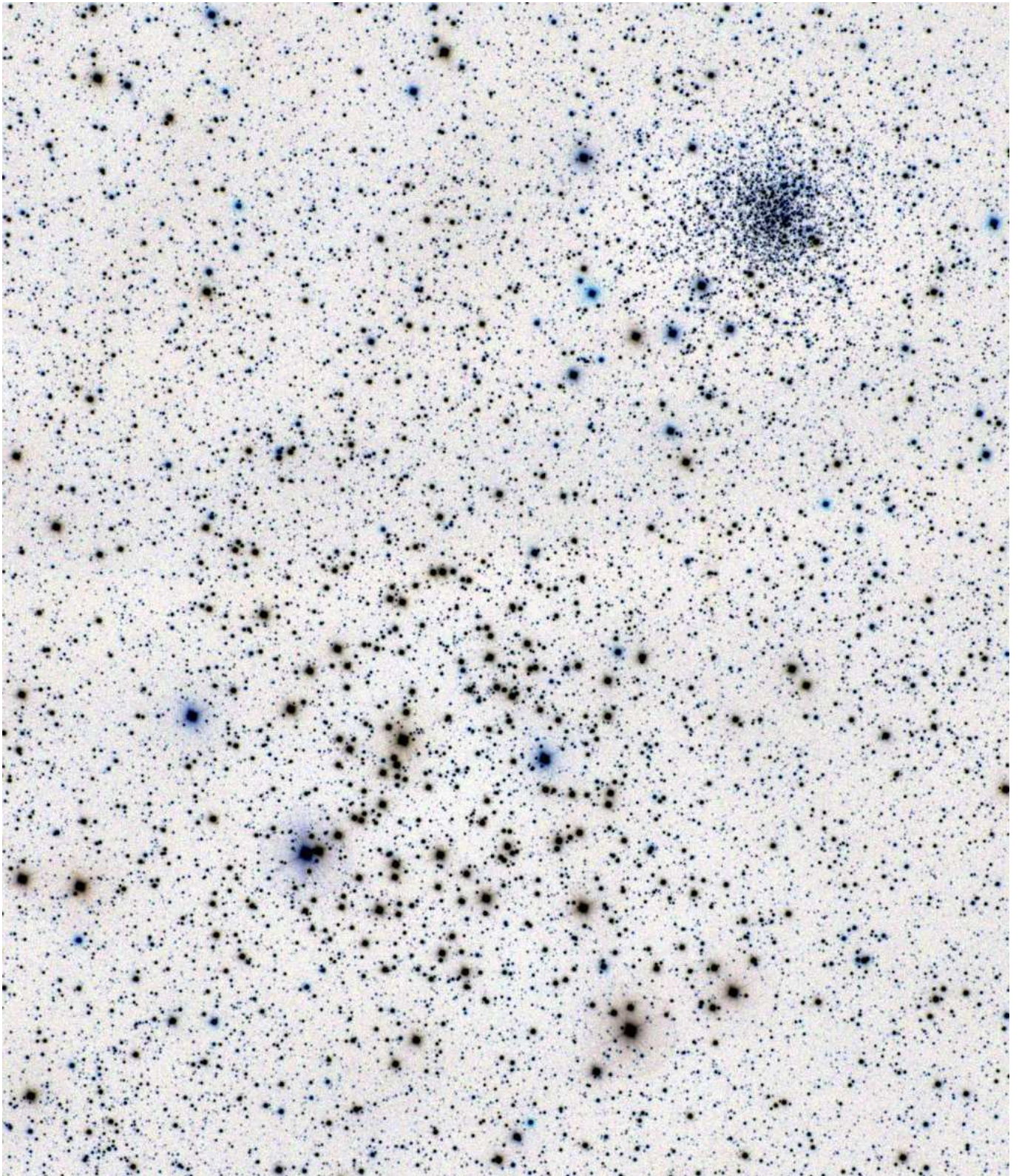
частное или кольцеобразное. Также Луна может покрывать астероиды, планеты, в т.ч. и Сатурн, звезды. Комету Луна может покрыть, если видимый размер кометы (с хвостом) меньше лунного, а может пройти по ней, если видимый размер кометы больше. Если скопления или галактика расположены удачно, то Луна может как полностью покрыть их, так и пройти по ним. По Плеядам Луна проходит периодически, покрывая то одну, то другую звезду в них, а вот по Туманности Андромеды Луна не проходит никогда. Также Луна периодически проходит по созвездию Ориона.

Солнце может покрывать планеты, более далекие от него, чем Земля, в т.ч. и Сатурн, кометы и астероиды. По отношению к абстрактным созвездиям, скоплениям и галактикам — аналогично Луне. Конкретно, Солнце не может пройти ни по Плеядам, ни по Туманности Андромеды, ни по созвездию Ориона.

Комета и астероид могут как покрывать друг друга, так и проходить один по другому. Все зависит от взаимного расположения их и Земли. Также они могут при удачном расположении их орбит пройти по диску Солнца, по диску Сатурна и даже по диску Луны. Сатурн также может быть полностью покрыт и кометой и астероидом, если они в тот момент окажутся достаточно близко к Земле. Орбиты астероидов и, особенно, комет в Солнечной системе могут быть произвольными, поэтому они в принципе могут пройти по любому скоплению, галактике и созвездию. Если видимый размер скопления или галактики маленький (это не касается Плеяд и Туманности Андромеды), то комета или астероид могут и полностью покрыть их.

Сатурн может покрыть комету или астероид, если те находятся дальше от Земли, чем он (в этом случае у кометы практически не будет хвоста, т.к. она будет далеко от Солнца, так что видимые размеры ее будут маленькими). Также он может пройти по какому-нибудь скоплению или галактике, или даже покрыть их, если они удачно расположены. По Плеядам и Туманности Андромеды Сатурн не проходит.

№2



№1