

Задания и решения
1-го дистанционного этапа
Московской астрономической олимпиады
2022–2023 уч. г.
8/9 класс

1. Выберите правильные названия созвездий:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Большой Конь | <input checked="" type="checkbox"/> Малая Медведица |
| <input checked="" type="checkbox"/> Большой Пёс | <input checked="" type="checkbox"/> Малый Конь |
| <input checked="" type="checkbox"/> Волосы Вероники | <input type="checkbox"/> Пёс Кассиопей |
| <input type="checkbox"/> Ворона | <input type="checkbox"/> Райская Пицца |
| <input type="checkbox"/> Гончий Пёс | <input type="checkbox"/> Рыба |
| <input type="checkbox"/> Девы | <input type="checkbox"/> Северная Корова |
| <input type="checkbox"/> Драккар | <input type="checkbox"/> Столовая |
| <input type="checkbox"/> Козий Рог | <input type="checkbox"/> Стрелок |

Критерии. За каждый правильный ответ выставляется 0.5 балла. За каждый неправильный ответ — штраф 0.5 балла. Оценка не может быть меньше 0. Максимальная оценка — 2 балла.

Комментарий. В неправильных названиях изменено число персонажей (Гончий Пёс – Гончие Псы, Девы – Дева, Рыба – Рыбы), внесены искажения в написание (Козий Рог – Козерог, Райская Пицца – Райская Птица, Северная Корова – Северная Корона, Столовая – Столовая Гора, Ворона – Ворон, Стрелец – Стрелок). Большого Коня на небе также нет: в противовес Малому Коню можно найти Пегаса, но это совершенно другое название. Созвездия Драккар среди 88 современных созвездий не числится. Что за удивительная химера Пёс Кассиопей, никому не ведомо, но именно такое название созвездия было встречено в одной из олимпиадных работ несколько лет тому назад.

2. Большой Ковш, Летне-Осенний Треугольник, Пояс Ориона, Большой Квадрат, Голова Дракона, Чайник, Вешалка. Выберите из списка термин, который объединяет эти названия.

Астеризм

Астра

Астерикс

Астрограф

Астериск

Астролябия

Астероид

Афелий

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. Астеризмы — это хорошо заметные группы звёзд со своими собственными названиями. Именно такие названия перечислены в задании.

3. Выберите верные утверждения относительно наблюдений Луны с территории России. Считайте, что погода всегда благоприятствует наблюдениям.

- Луна всегда видна на небе в полночь.
- Во время солнечного затмения Луна всегда закрывает Солнце полностью.
- Любое лунное затмение всегда видно одновременно на всей территории России.
- Луну можно наблюдать в созвездии Тельца.
- Покрытие Арктура Луной происходит с периодом около 18 лет.
- Во время суперлуния видимый размер Луны более чем в два раза превышает её размер во время полнолуния.
- Пепельный свет Луны лучше всего виден вблизи новолуний.
- Луна не вращается вокруг своей оси.

Критерии. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. За каждый неправильный ответ — штраф 1 балл. Оценка не может быть меньше 0. Максимальная оценка — 2 балла.

Комментарий. Вблизи новолуния Луна находится на небе рядом с Солнцем и в полночь оказывается под горизонтом. Не все солнечные затмения полные: бывают кольцеобразные и частные затмения, когда тень Луны вообще не попадает на Землю. Лунное затмение, конечно, видно одновременно на всей территории Земли, откуда его в принципе можно увидеть, но на территории, где Луна под горизонтом, затмение не видно. Арктур на небе находится довольно далеко от тех мест, где бывает Луна: она его вообще не покрывает. Орбита Луны не настолько вытянута, чтобы видимый размер Луны менялся в разы. Поскольку Луна всегда обращена к Земле одной стороной, то за один оборот вокруг Земли сама Луна также совершает один оборот вокруг своей оси.

4. В каких единицах принято измерять углы в астрономии?

- Герц
- Гигабайт
- Градус Фаренгейта
- Градус Цельсия
- Минута
- Парсек
- Радиан
- Секунда
- Час

Критерии. За каждый правильный ответ выставляется 0.5 балла. За каждый неправильный ответ — штраф 0.5 балла. Оценка не может быть меньше 0. Максимальная оценка — 2 балла.

На изображении показаны вертикальные солнечные часы, размещённые на стене дома. С помощью этой фотографии ответьте на следующие два вопроса.



5. Какова разница долгот Москвы и Тобольска по мнению авторов этих часов? Ответ дайте в градусах.

Ответ: [26;34]

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. Разность времени в Москве и Тобольске составляет почти 2 часа. Поскольку 15° долготы соответствуют одному часу, то разность долгот составляет около 30° .

6. В какую сторону был направлен фотоаппарат во время съёмки?

- На север
- На юг
- На запад
- На восток

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. В полдень Солнце должно находиться за спиной фотографа, чтобы тень могла падать на цифру XII. Поскольку тень дальше движется вправо, то Солнце должно двигаться влево от фотографа. Отсюда делаем вывод, что часы расположены в северном полушарии. В полдень в северном полушарии Солнце расположено на юге, следовательно, фотоаппарат был направлен на север, точнее на северо-северо-запад.

7. Столица Римской империи официально была перенесена в Византий, который вскоре стали называть Константинополем, 11 мая 330 года. Разумеется, эта дата дана по юлианскому календарю. Какая это была бы дата, если бы мы использовали современный григорианский календарь? Запишите число месяца, соответствующее этой дате.

Например, если Вы считаете, что правильный ответ 30 июня 330 года, то вводите ответ 30.

Ответ: 12

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. Сейчас григорианский календарь опережает юлианский на 13 дней. Каждые 400 лет календари расходятся на 3 дня. На 12 дней календари разошлись за $12 \div 3 \times 400 = 1600$ лет. Значит в 400-х годах календари различались на 1 день. Поскольку 400-й год был високосным в обоих календарях, то и в 300-е годы различие в календарях составило 1 день.

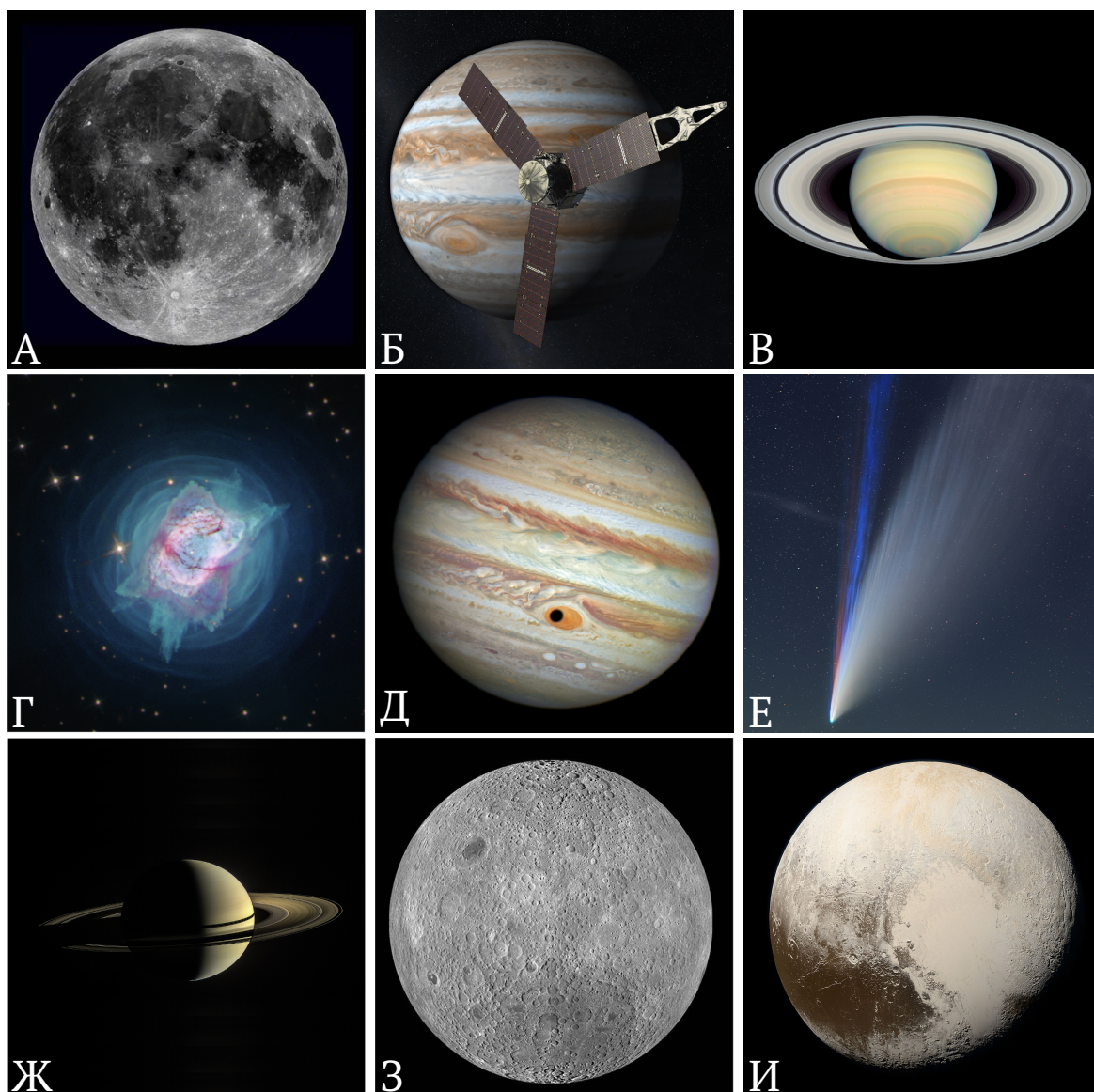
8. Рассеянное скопление изначально состояло из 5000 звёзд. На первом этапе своей эволюции оно теряло по 50 звёзд каждые 100 000 лет. После того, как скопление потеряло половину своих звёзд оно стало терять по 10 звёзд за 100 000 лет. В некоторый момент времени в нем осталось всего 500 звёзд. Определите средний темп потери звёзд скоплением. Ответ дайте в звёздах за 100 000 лет.

Ответ: 18

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. Будем считать время сотысячелетиями. Половину своих звёзд скопление потеряло за $t_1 = 2500/50 = 50$ сотысячелетий (5 млн. лет). Остальные 2000 звёзд — за $t_2 = 2000/10 = 200$ сотысячелетий. Итого, 4500 звезд были потеряны за 250 сотысячелетий, т.е. средний темп потери звезд составил $r = 4500/250 = 18$ звёзд за 100 000 лет.

9. Какие из этих фотографий космических объектов могли быть сделаны с поверхности Земли или с низкой околоземной орбиты?

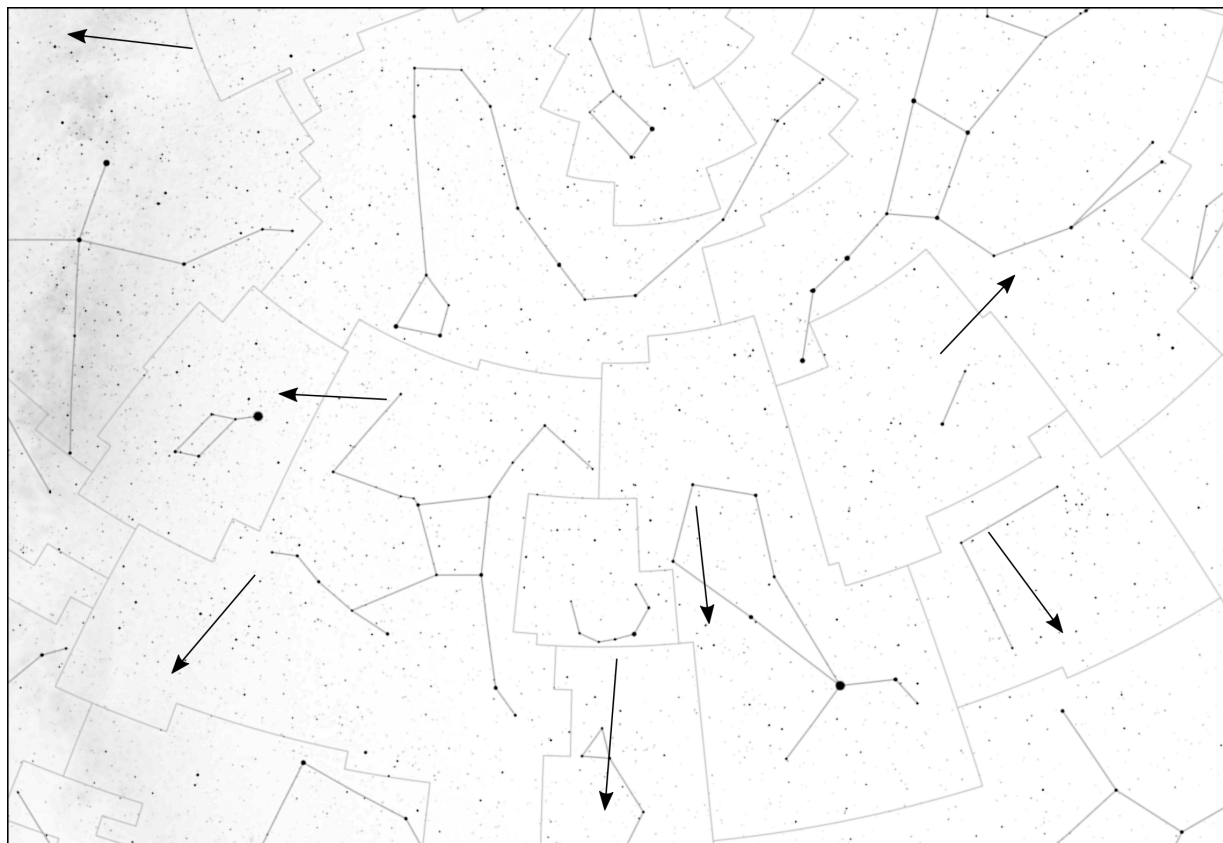


Ответ: А, В, Г, Д, Е

Критерии. За каждый правильный ответ выставляется 0.4 балла. За каждый неправильный ответ — штраф 0.5 балла.

Комментарий. На фотографии Ж Сатурн освещён сбоку, что для земного наблюдателя невозможно. На З показана обратная сторона Луны, которая не видна с Земли. Изображение Б — это коллаж. На И показан Плутон, как он был виден со стороны космического аппарата «Новые горизонты». Плутон находится так далеко, что даже для телескопа «Хаббл» изображение такого качества недоступно. На обеих фотографиях Б и И фаза планет меньше, чем это возможно для наблюдений с Земли.

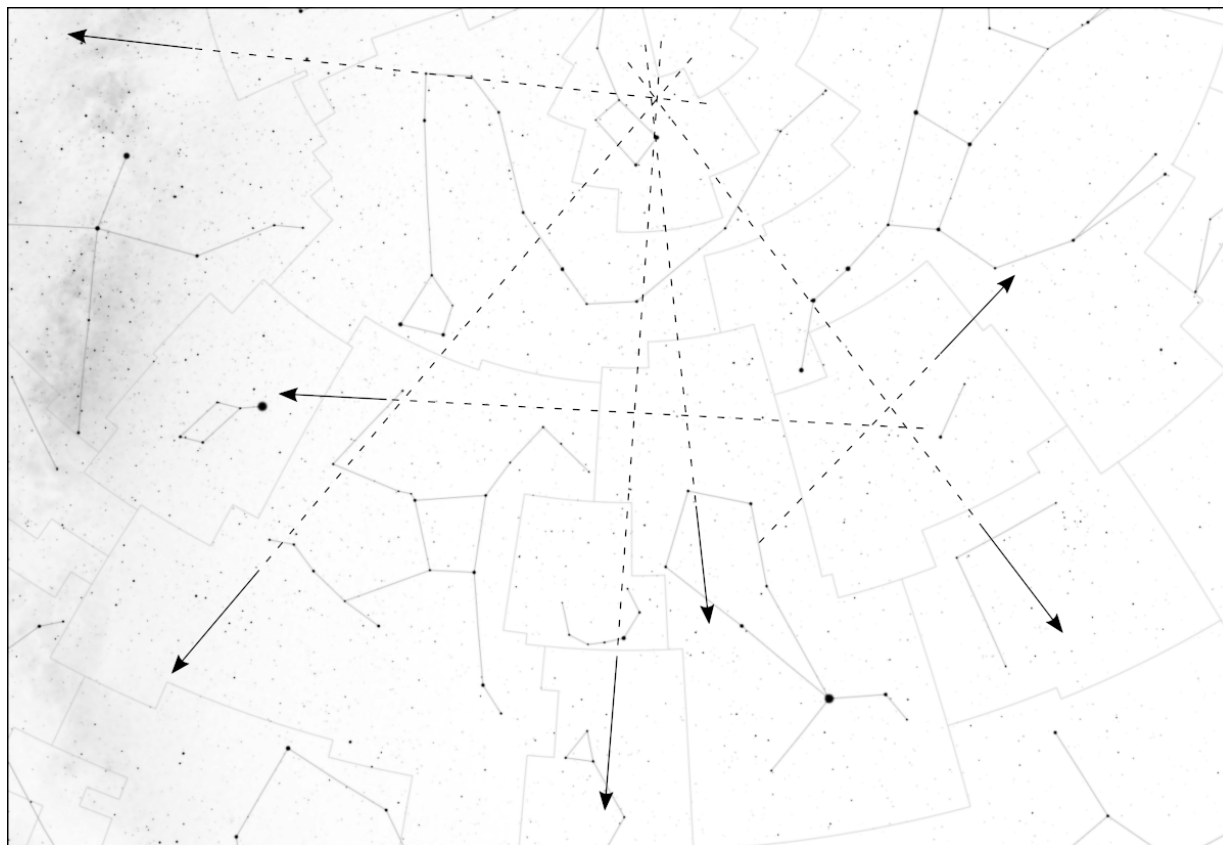
10. На рисунке приведён фрагмент звёздной карты с нанесёнными на него следами метеоров. Направление стрелки совпадает с направлением движения метеора. Определите название созвездия, в котором находится радиант метеорного потока.



- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Большая Медведица | <input type="radio"/> Змея |
| <input type="radio"/> Геркулес | <input type="radio"/> Лебедь |
| <input type="radio"/> Гончие Псы | <input type="radio"/> Лира |
| <input type="radio"/> Волопас | <input checked="" type="radio"/> Малая Медведица |
| <input type="radio"/> Волосы Вероники | <input type="radio"/> Орион |
| <input type="radio"/> Дракон | <input type="radio"/> Северная Корона |

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. Всего на рисунке 7 метеоров. Если продлить начала стрелок, то можно убедиться, что 5 из них пересекутся в небольшой области в созвездии Малой Медведицы (см. рисунок на следующей странице). Остальные метеоры спорадические, то есть не принадлежащие какому-либо метеорному потоку.



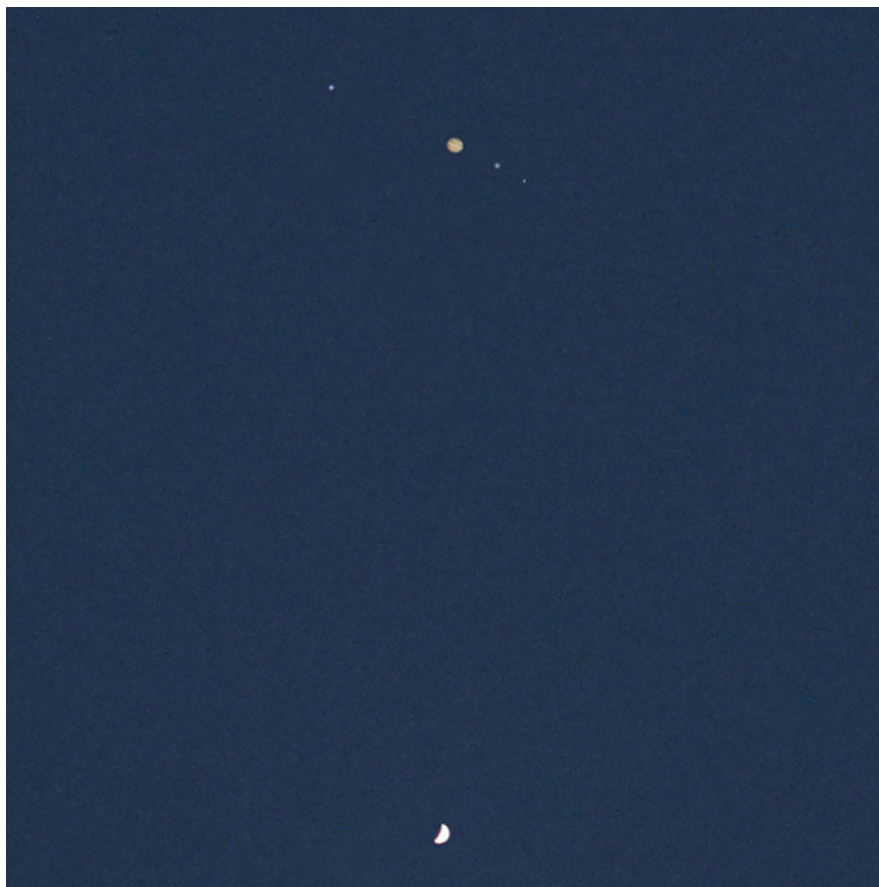
11. Космический корабль будущего полетел к звезде χ Дракона с постоянной скоростью $1/10$ скорости света. Через сколько лет после старта земляне получат рапорт от командира космического корабля о прилёте в заданную точку, если параллакс звезды составляет $0.125''$?

Ответ: [285-288]

Критерии. Правильный ответ – 2 балла, ответ в диапазоне [275:295] – 1.5 балла, ответ в диапазоне [250:270] – 1 балл, в остальных случаях – 0 баллов.

Комментарий. Расстояние до звезды составляет $0.125^{-1} = 8 \text{ пк} \approx 26.08 \text{ св. лет}$. Значит примерно 261 год потребуется для того, чтобы добраться до звезды и ещё 26 лет для возвращения сигнала.

12. На фотографии показано тесное соединение двух планет, сфотографированное с помощью небольшого (8 см) телескопа. Фотография прямая, не перевернутая, сделана в северном полушарии Земли.



12.1. Соединение каких планет показано на фотографии?

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Меркурия и Венеры | <input type="radio"/> Венеры и Марса |
| <input type="radio"/> Меркурия и Марса | <input type="radio"/> Венеры и Урана |
| <input type="radio"/> Меркурия и Сатурна | <input type="radio"/> Марса и Юпитера |
| <input type="radio"/> Меркурия и Урана | <input type="radio"/> Марса и Сатурна |
| <input checked="" type="radio"/> Венеры и Юпитера | <input type="radio"/> Юпитера и Сатурна |
| <input type="radio"/> Венеры и Сатурна | <input type="radio"/> Юпитера и Урана |

Критерии. Правильный ответ — 1 балл, неправильный — 0 баллов

Комментарий. Верхняя планета в окружении трёх спутников. Так может выглядеть только Юпитер. Нижняя планета имеет вид серпа. Это может быть или Венера, или Меркурий. Она очевидно ярче Юпитера и сравнима с ним по угловому размеру, поэтому может

быть только Венерой. Заметим, что ответа «Меркурий и Юпитер» не предложено.

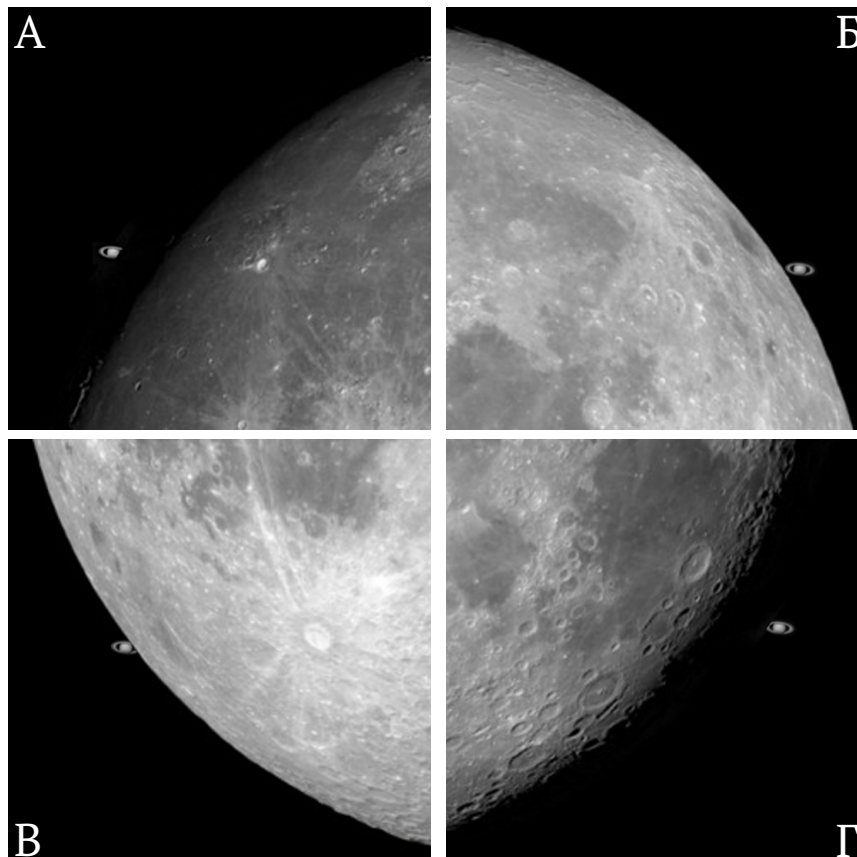
12.2. Когда сделана эта фотография?

- Около полуночи
- Незадолго перед рассветом
- Вскоре после заката

Критерии. Правильный ответ — 1 балл, неправильный — 0 баллов

Комментарий. Освещённая часть Венеры обращена к Солнцу, то есть Солнце находится правее и ниже за пределами снимка. Для того, чтобы сделать такую фотографию, необходимо, чтобы Солнце было под горизонтом. Поскольку суточное вращение небесной сферы происходит с запада на восток, значит по кадру движение происходит вниз вправо, откуда следует, что дело происходило вечером.

13. Через 25 дней после противостояния Сатурна с Солнцем любитель астрономии в северном полушарии Земли наблюдал покрытие Сатурна Луной. Какое из четырех приведенных изображений соответствует началу наблюдавшегося покрытия?



Ответ: А

Критерии. Правильный ответ — 2 балла, неправильный — 0 баллов.

Комментарий. За 25 дней после противостояния Солнце, двигаясь со скоростью около 1° в день, приблизится к точке, где находился Сатурн в противостоянии, примерно на 25° . Сам Сатурн, медленно двигаясь попятно, тоже будет приближаться к Солнцу. Таким образом Солнце окажется примерно в 155° к западу от Сатурна. Луна может быть полной только в противоположной Солнцу точке, то есть примерно в 25° к востоку от Сатурна. Следовательно, в момент покрытия Луна немного не дошла до полнолуния и у нее остался неосвещенным восточный (левый) край. Поскольку относительно Сатурна Луна движется с запада на восток (справа налево), то покрывать его она будет своим неосвещенным краем. Получается, что вариант А – правильный ответ, вариант Б соответствует окончанию покрытия, иначе, открытию, а варианты В и Г при данных условиях не могут быть реализованы.

14. На фотографии показано положение Марса (отмечен стрелкой) среди звёзд незадолго до его противостояния. В какое созвездие переместится Марс в процессе своего видимого движения из текущего?



- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="radio"/> Близнецы | <input type="radio"/> Овен |
| <input checked="" type="radio"/> Весы | <input type="radio"/> Орион |
| <input type="radio"/> Водолей | <input type="radio"/> Рак |
| <input type="radio"/> Дева | <input type="radio"/> Рыбы |
| <input type="radio"/> Змееносец | <input type="radio"/> Скорпион |
| <input type="radio"/> Кассиопея | <input type="radio"/> Стрелец |
| <input type="radio"/> Козерог | <input type="radio"/> Телец |
| <input type="radio"/> Лев | <input type="radio"/> Центавр |

Критерии. Правильный ответ – 2 балла, ответ Змееносец – 0.5 балла, в остальных случаях – 0 баллов.

Комментарий. Из фотографии можно понять, что Марс находится в созвездии Скорпиона. Вблизи противостояния планеты движутся попятно. Созвездие Скорпиона очень узкое в месте пересечения эклиптикой, поэтому Марс должен вернуться в предыдущее зодиакальное созвездие Весы.

15. В какой из указанных дней Солнце поднимается выше всего над горизонтом в Сингапуре (широта $1^{\circ}27'$ с.ш.)?

- 4 января
- 10 марта
- 8 мая
- 20 июня
- 19 сентября
- 4 ноября

Критерии. Правильный ответ — 2 балла. За ответ 10 марта выставяется 0.5 балла. В остальных случаях — 0 баллов.

Комментарий. На широтах между северным и южным тропиками Солнце два раза в год кульминирует в зените. Склонение Солнца в эти моменты равно широте места наблюдения. Солнце имеет склонение $1^{\circ}27'$ вскоре (3-4 дня) после весеннего равноденствия и незадолго до осеннего равноденствия.

16. Орбита астероида пересекает орбиты Сатурна и Урана и не пересекает орбиты Юпитера и Нептуна. Определите минимально и максимально возможный эксцентриситет орбиты астероида. Орбиты планет считать круговыми.

Планета	Радиус орбиты, а.е.
Юпитер	5.2
Сатурн	9.5
Уран	19
Нептун	30

Ответ: [0.30:0.34], [0.70:0.72]

Критерии. Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом. Максимальная оценка за задание 2 балла.

Комментарий. Наименьший эксцентриситет будет иметь орбита, которая касается орбиты Сатурна в перигелии и орбиты Урана в афелии. Аналогично, максимальный эксцентриситет будет иметь орбита, которая касается орбиты Юпитера в перигелии и орбиты Нептуна в афелии. Если известны расстояние в перигелии p и в афелии q , то эксцентриситет легко можно вычислить с помощью выражения:

$$e = \frac{q - p}{q + p}.$$