

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 10-11 классов

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

Задание № 1.1

Условие:

Выберите верные утверждения:

Ответ:

- Вес кирпича на поверхности всех небесных тел одинаков
- Ускорение свободного падения на поверхности звёзд всегда больше, чем на поверхности планет
- Ускорение свободного падения на поверхности планет всегда больше, чем на поверхности звёзд
- Вес тела массой 1 кг на полюсе планеты зависит только от размеров и массы планеты
- Среди планет с одинаковой плотностью ускорение свободного падения на поверхности будет больше у более крупной планеты
- Тело массой 2 кг не может весить меньше, чем тело массой 1 кг, при тех же условиях

За каждый верный ответ — 3 балла

За каждую ошибку снимается 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

Вес тела зависит от массы тела и от ускорения свободного падения в том месте, где производится взвешивание. Его можно вычислить по простой формуле

$P = mg$. При отсутствии быстрого вращения ускорение свободного падения зависит от радиуса и массы звезды (или планеты):

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{4}{3} \pi G \rho R.$$

Видно, что при фиксированной плотности небесного тела ρ ускорение свободного падения на поверхности растёт с увеличением радиуса.

Ускорения свободного падения для различных звёзд могут отличаться очень сильно. Так, например, ускорение свободного падения для звезды-сверхгиганта составляет лишь 0.01 м/с^2 , тогда как в случае нейтронной звезды может достигать 10^{13} м/с^2 .

Задание № 1.2

Условие:

Выберите верные утверждения:

Ответ:

- Вес кирпича на поверхности всех небесных тел одинаков
- Ускорение свободного падения на поверхности звёзд всегда больше, чем на поверхности планет
- Ускорение свободного падения на поверхности планет всегда больше, чем на поверхности звёзд
- Вес тела массой 1 кг на полюсе планеты зависит только от размеров и массы планеты
- Среди планет с одинаковой плотностью ускорение свободного падения на поверхности будет больше у более крупной планеты
- Тело массой 1 кг не может весить больше, чем тело массой 2 кг, при тех же условиях

За каждый верный ответ — 3 балла

За каждую ошибку снимается 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Условие:

Выберите верные утверждения:

Ответ:

- Телескопы с круглым входным отверстием и треугольным входным отверстием покажут изображение точечного источника (звезды) одинакового качества
- При наблюдениях с использованием крупного оптического телескопа с поверхности Земли возможности наблюдателя ограничивает в основном атмосфера
- Количество света от небесных объектов, собираемого объективом телескопа, прямо пропорционально его диаметру
- Чем больше фокусное расстояние окуляра, тем большее увеличение можно получить при наблюдениях
- Самые большие оптические телескопы являются рефракторами
- Не во всех типах монтировки телескопа одна из осей должна быть направлена на полюс мира
- Основой объектива телескопа-рефрактора являются линзы

За каждый верный ответ — 3 балла

За каждую ошибку снимается 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

Изображения точечного источника света идеальный объектив строит в виде круглого центрального пятна (диск Эйри), окруженного дифракционными кольцами. Любые искажения формы оправы объектива (например, установка растяжек для крепления вторичного зеркала) приводят к появлению

дополнительной дифракции на этих искажениях и отклонению формы изображения.

Размер дифракционного изображения обратно пропорционален диаметру объектива. Крупные телескопы в идеальных условиях могут строить изображения очень маленького диаметра (для диаметра 2.5 м размер такого изображения примерно 0.05"). Однако по пути в атмосфере Земли возникают искажения во входящем в телескоп пучке света, которые приводят к размытию изображения. Считается, что средняя величина атмосферного размытия составляет 1".

Количество света, попадающего в объектив, зависит от площади объектива, т.е. от квадрата его диаметра.

Увеличение телескопа вычисляется по формуле $\Gamma = \frac{F}{f}$, где F — фокусное расстояние объектива, а f — фокусное расстояние окуляра. Видно, что чем больше f , тем меньше увеличение.

В объективе первого телескопа была всего одна линза, и он давал изображение очень низкого качества. Добавление линз позволило избавиться от целого набора аберраций, поэтому, в целом выполняется правило — чем больше линз в объективе, тем выше качество изображения.

Существует целый класс монтировок, на которых сейчас работают все крупные телескопы мира — это альт-азимутальные монтировки. У монтировок этого класса присутствуют горизонтальная и вертикальная оси.

Название класса телескопов-рефлекторов произошло от латинского слова «отражать» из-за использования зеркала для собирания света, а название класса телескопов-рефракторов произошло от латинского слова «преломлять» — в них в качестве объектива используются линзы. Изготовить линзу большого диаметра очень сложно, поэтому в крупных телескопах используют зеркала.

Задание № 2.2

Условие:

Выберите верные утверждения:

Ответ:

- Телескопы с круглым входным отверстием и треугольным входным отверстием покажут изображение точечного источника (звезды) одинакового качества
- При наблюдениях с использованием крупного оптического телескопа с поверхности Земли возможности наблюдателя ограничивает в основном атмосфера
- Количество света от небесных объектов, собираемого объективом телескопа, прямо пропорционально его диаметру
- Чем больше фокусное расстояние окуляра, тем большее увеличение можно получить при наблюдениях
- Чем меньше линз у телескопа-рефрактора, тем выше качество изображения
- Не во всех типах монтировки телескопа одна из осей должна быть направлена на полюс мира
- Основной частью объектива телескопа-рефлектора является зеркало

За каждый верный ответ — 3 балла

За каждую ошибку снимается 3 балла

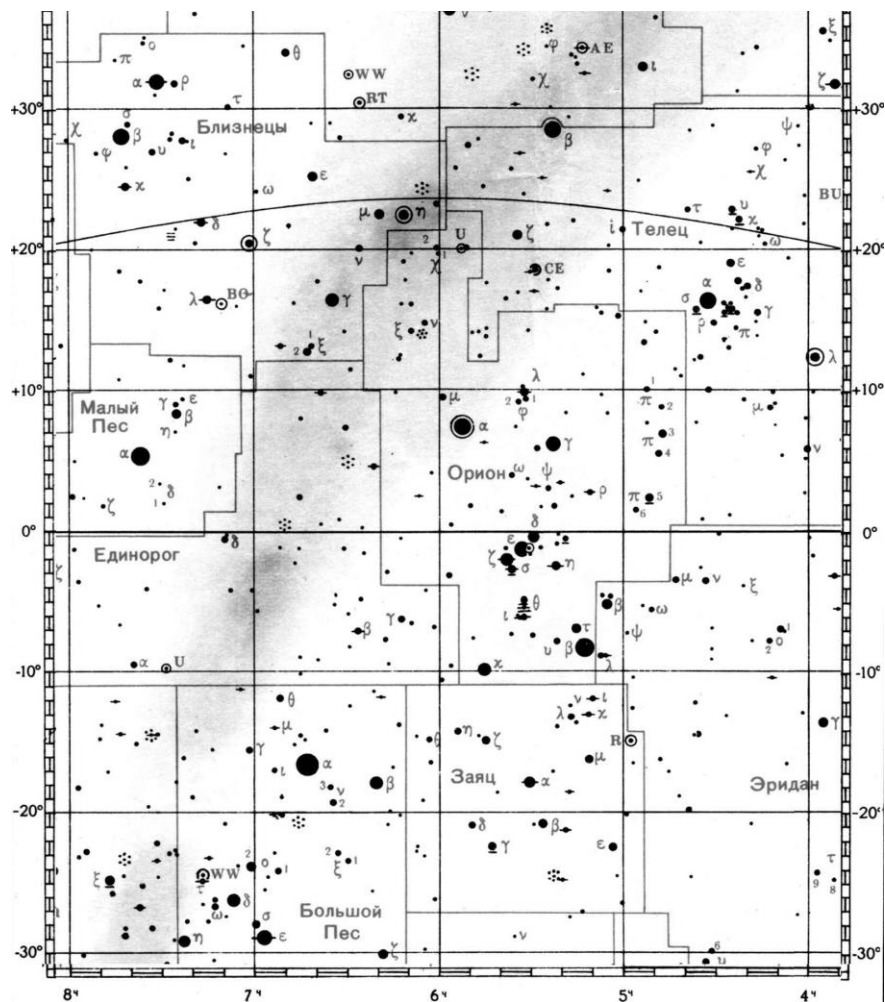
Максимальный балл за задание — 9

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

Дан фрагмент звёздной карты. Границы созвездий отмечены тонкой линией, положение эклиптики — дугообразной.



Условие:

Чему равна максимальная протяжённость созвездия Ориона по склонению?

Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [32; 36]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равна протяжённость созвездия Ориона по прямому восхождению?

Ответ выразите в часах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.6; 1.9]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равно угловое расстояние между звёздами α Малого Пса и γ Ориона?

Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [32; 36]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Известно, что наклонение орбиты Луны к плоскости эклиптики примерно равно 5° . Покрытия каких звёзд Луной могут происходить при её орбитальном движении?

Ответ:

- ϵ Близнецов
- α Близнецов
- α Зайца
- τ Тельца
- μ Ориона
- γ Ориона

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 17

Решение.

По вертикальной шкале (шкале склонений) Орион простирается примерно от -11° до $+23^\circ$, то есть на 34° .

По горизонтальной шкале Орион простирается примерно от $4^{\text{ч}}40^{\text{мин}}$ до $6^{\text{ч}}25^{\text{мин}}$, то есть всего $1^{\text{ч}}45^{\text{мин}}$, или 1.8 часа.

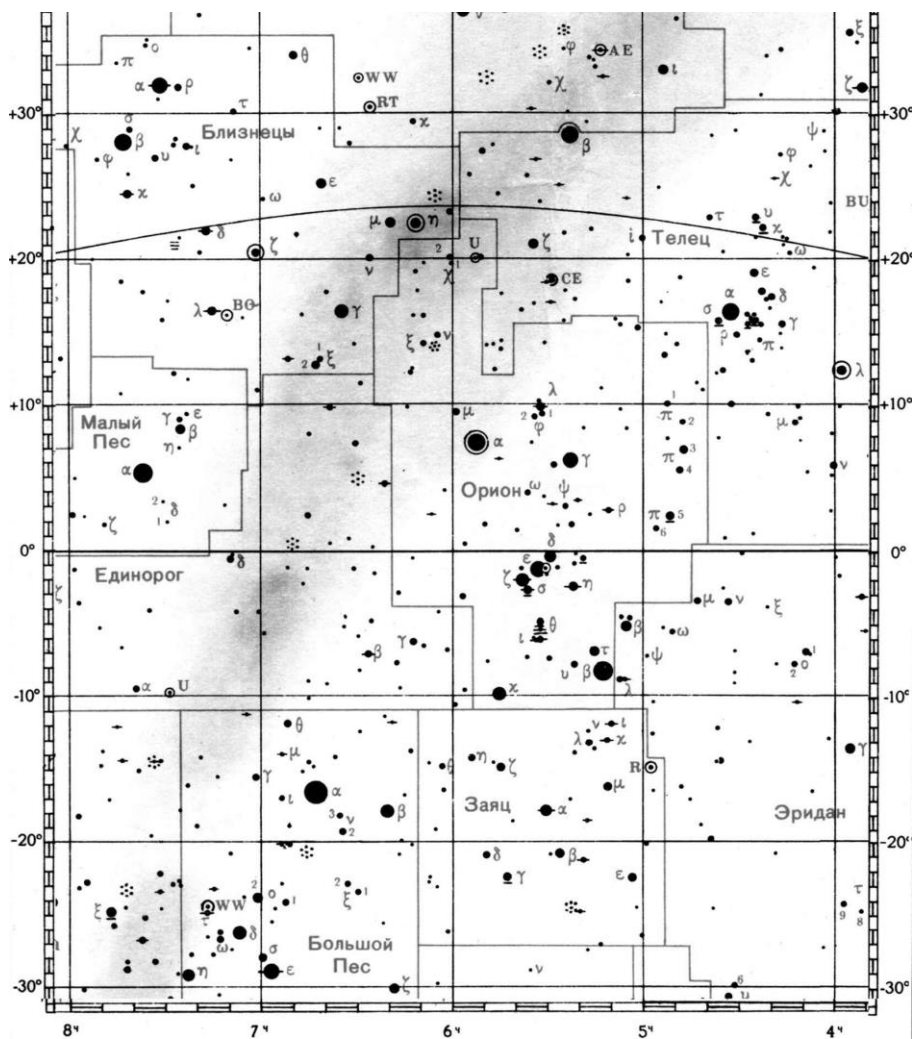
Обе звезды расположены очень близко к небесному экватору, их склонения малы и примерно одинаковы. В таком случае в первом приближении можно считать, что угловое расстояние между звёздами равно разности прямых восхождений ($7^{\text{ч}}37^{\text{мин}}$ и $5^{\text{ч}}22^{\text{мин}}$). Таким образом, угловое расстояние между звёздами составляет примерно $2^{\text{ч}}15^{\text{мин}}$. Помня, что $24^{\text{ч}}$ соответствует 360° , получим 33.3° .

Следует проверить, не принадлежат ли звёзды поясу размером примерно $\pm 5^\circ$ от эклиптики. Если они расположены дальше от эклиптики, то Луна в ходе движения по небу не сможет пройти по ним.

Задание № 3.2

Общее условие:

Дан фрагмент звёздной карты. Границы созвездий отмечены тонкой линией, положение эклиптики — дугообразной.



Условие:

Чему равна максимальная протяжённость созвездия Ориона по склонению?

Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [32; 36]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равна протяжённость созвездия Ориона по прямому восхождению?

Ответ выразите в часах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.6; 1.9]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равно угловое расстояние между звёздами α Малого Пса и γ Ориона?

Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [32; 36]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Известно, что наклонение орбиты Луны к плоскости эклиптики примерно равно 5° . Покрытия каких звёзд Луной могут происходить при её орбитальном движении?

Ответ:

- ω Близнецов
- ρ Близнецов
- γ Эридана
- ω Тельца
- μ Ориона
- γ Малого Пса

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 17

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Условие:

Выберите верные утверждения:

Ответ:

- В мае склонение Солнца непрерывно увеличивается
- В мае склонение Солнца непрерывно уменьшается
- В мае склонение Солнца не меняется
- Солнце пересекает небесный экватор 1 раз в году
- Солнце пересекает небесный экватор 2 раза в год
- Солнце пересекает эклиптику 2 раза в год
- Угловые размеры Солнца меняются в течение года
- Солнце всегда повёрнуто к Земле одной стороной

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Солнце по определению всё время находится на эклиптике. Небесный экватор Солнце пересекает два раза в год, в дни равноденствий. В мае склонение Солнца непрерывно увеличивается (оно достигнет максимальной величины в день летнего солнцестояния). Угловые размеры Солнца в течение года немного меняются из-за эллиптичности земной орбиты. Солнце вращается вокруг своей оси не как твёрдое тело (у экватора период вращения 25 суток, а ближе к полюсам — 34 дня), и, конечно, оно не повёрнуто к Земле всё время одной и той же стороной.

Задание № 4.2

Условие:

Выберите верные утверждения:

Ответ:

- В ноябре склонение Солнца непрерывно уменьшается
- В ноябре склонение Солнца непрерывно увеличивается
- В ноябре склонение Солнца не меняется
- Солнце пересекает небесный экватор 1 раз в году
- Солнце пересекает небесный экватор 2 раза в год
- Солнце пересекает эклиптику 2 раза в год
- Угловые размеры Солнца меняются в течение года
- Солнце всегда повёрнуто к Земле одной стороной

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Общее условие:

У звезды HIP111525 открыты две экзопланеты земного типа. Планета b имеет орбитальный период 91.8 суток, а планета d — 240.2 суток. Обе орбиты круговые и лежат в одной плоскости. Планеты обращаются вокруг звезды в одном направлении.

Условие:

Как часто наблюдатель на планете d будет видеть прохождение планеты b по диску звезды HIP111525? Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [148; 149]

Точное совпадение ответа — 12 баллов

Условие:

В какой конфигурации будет видеть планету d наблюдатель, находящийся на планете b, в тот момент, когда для наблюдателя с планеты d планета b будет в нижнем соединении?

Ответ:

- В нижнем соединении
- В противостоянии
- В максимальной западной элонгации
- В восточной квадратуре
- В верхнем соединении

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 16

Решение.

Наблюдатель планеты d будет видеть прохождение планеты b по диску звезды HIP111525 всякий раз, когда планета b будет наблюдаться в нижнем соединении. То есть нужно найти синодический период S : $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_d}$. Отсюда получим, что $S = 148.6$ суток.

В тот момент, когда для наблюдателя на планете d планета b будет проходить по диску звезды, для наблюдателя на планете b звезда и планета d будут располагаться в противоположных точках небесной сферы. То есть планета d будет наблюдаться в противостоянии.

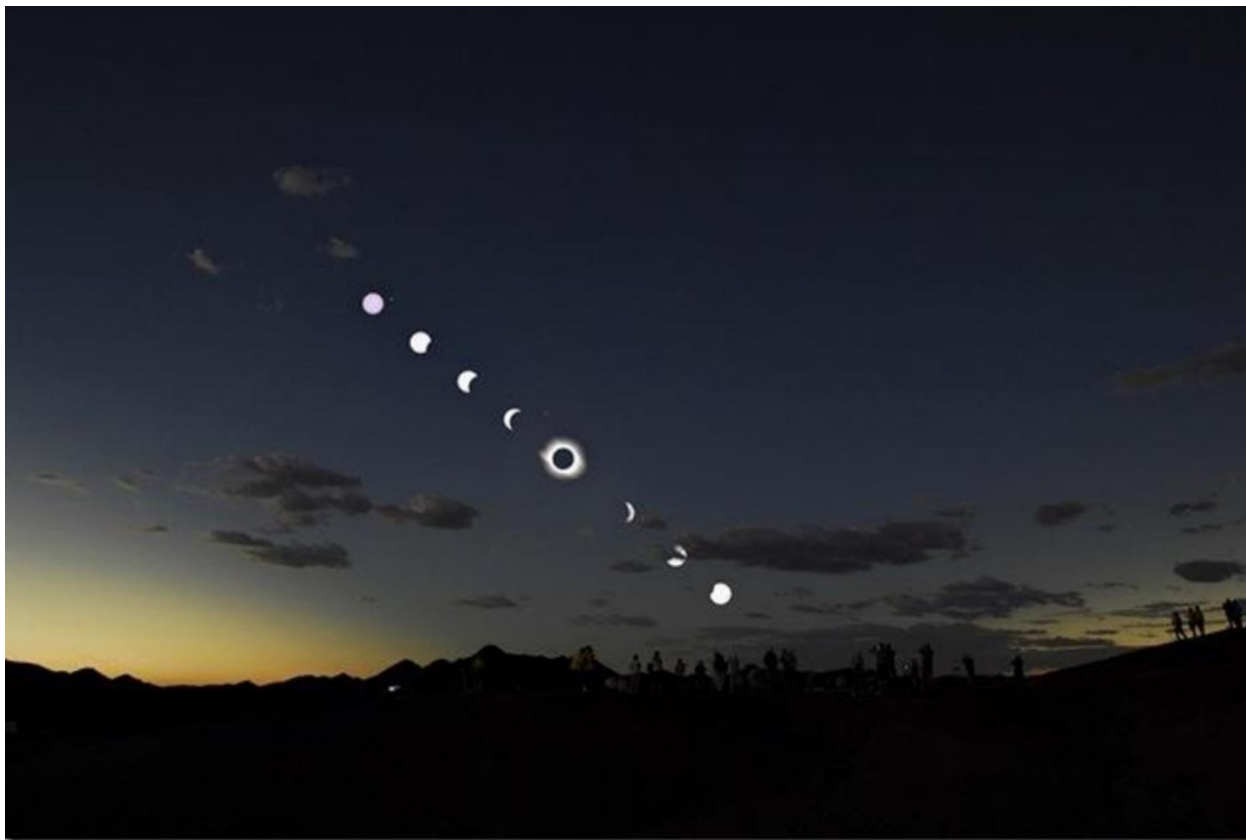
Матрица ответов к версиям задания 5.

№ задания	Имя звезды	Орбитальный период планеты b (в сутках)	Орбитальный период планеты d (в сутках)	Ответ на вопрос 1 (засчитывается в диапазоне)
5.1	111525	91.8	240.2	[148; 149]
5.2	111526	92.8	242.2	[150; 151]
5.3	111527	93.8	244.2	[152; 153]
5.4	111528	94.8	246.2	[154; 155]
5.5	111529	95.8	248.2	[156; 157]
5.6	111530	96.8	250.2	[157; 158]
5.7	111531	97.8	252.2	[159; 160]
5.8	111532	98.8	254.2	[161; 162]
5.9	111533	99.8	256.2	[163; 164]
5.10	111534	100.8	258.2	[165; 166]
5.11	111535	101.8	260.2	[167; 168]
5.12	111536	102.8	262.2	[169; 170]
5.13	111537	103.8	264.2	[170; 171]
5.14	111538	104.8	266.2	[172; 173]
5.15	111539	105.8	268.2	[174; 175]
5.16	111540	106.8	270.2	[176; 177]
5.17	111541	107.8	272.2	[178; 179]
5.18	111542	108.8	274.2	[180; 181]
5.19	111543	109.8	276.2	[182; 183]
5.20	111544	110.8	278.2	[184; 185]

Задание № 6.1

Общее условие:

Дан коллаж, полученный путём наложения 8 отдельных изображений, зафиксированных во время наблюдений астрономического явления.



Условие:

Какое явление показано на рисунке?

Ответ:

- Полное солнечное затмение
- Кольцеобразное солнечное затмение
- Полное лунное затмение
- Кольцеобразное лунное затмение
- Теневое лунное затмение

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Зная, что наблюдения проводили в Северном полушарии Земли, выберите верные утверждения:

Ответ:

- Солнце во время наблюдений восходит
- Солнце во время наблюдений заходит
- Луна во время наблюдений восходит
- Луна во время наблюдений заходит

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

Какая примерно фаза будет у Луны через неделю от даты, в которую была получена фотография? Ответ округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.4; 0.6]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

На рисунке показано затмение, причём на четвёртом снизу изображении хорошо заметна солнечная корона, которую можно видеть только при полной фазе. Это полное солнечное затмение.

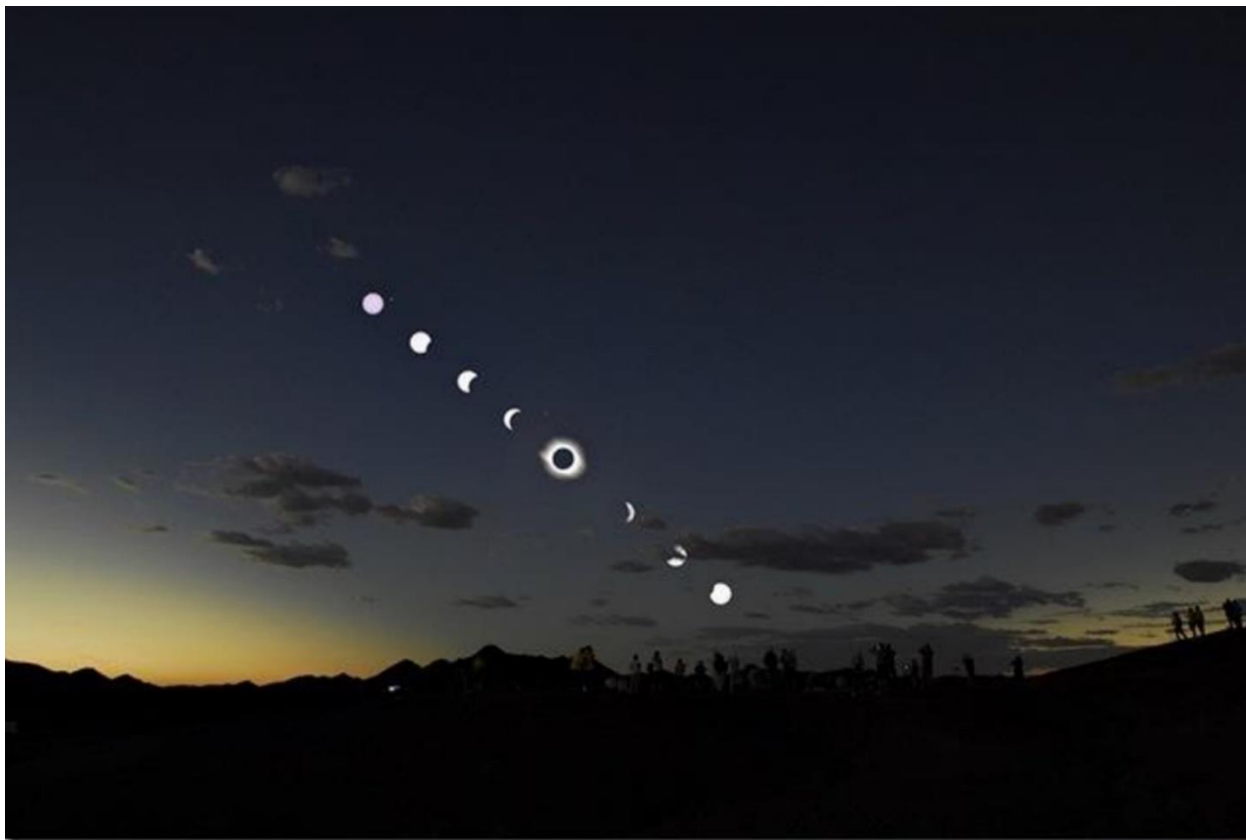
Суточное движение Солнца происходит параллельно небесному экватору. В северном полушарии Солнце восходит под острым углом к горизонту, а заходит — под тупым. То есть Солнце на рисунке заходит. Во время солнечного затмения видимый диск Луны закрывает видимый диск Солнца. Луна находится рядом с Солнцем и тоже заходит.

В день получения фотографии было новолуние, через неделю Луна окажется почти в первой четверти (период смены лунных фаз равен 29.5 суток), то есть фаза будет примерно равна 0.5.

Задание № 6.2

Общее условие:

Дан коллаж, полученный путём наложения 8 отдельных изображений, зафиксированных во время наблюдений астрономического явления.



Условие:

Какое явление показано на рисунке?

Ответ:

- Полное солнечное затмение
- Кольцеобразное солнечное затмение
- Полное лунное затмение
- Кольцеобразное лунное затмение
- Теневое лунное затмение

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Зная, что наблюдения проводили в Северном полушарии Земли, выберите верные утверждения:

Ответ:

- Солнце во время наблюдений восходит
- Солнце во время наблюдений заходит
- Луна во время наблюдений восходит
- Луна во время наблюдений заходит

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

Какая примерно фаза была у Луны за неделю до даты, в которую была получена фотография? Ответ округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.4; 0.6]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Условие:

В какой месяц календарного года на Южном полюсе Земли Солнце поднимается выше всего над горизонтом?

Ответ:

- Февраль
- Апрель
- Июнь
- Июль
- Сентябрь
- Декабрь

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

На Южном полюсе Земли Солнце поднимается выше всего в день зимнего солнцестояния, когда склонение у Солнца достигает минимальной величины. То есть в декабре.

Задание № 7.2

Условие:

В какой месяц календарного года на Южном полюсе Земли Солнце поднимается выше всего над горизонтом?

Ответ:

- Ноябрь
- Май
- Июнь
- Март
- Сентябрь
- Декабрь

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Условие:

Расположите объекты в порядке увеличения их средней плотности.

Ответ:

- ✓ Галактика
- ✓ Бетельгейзе
- ✓ Солнце
- ✓ Венера
- ✓ Белый карлик
- ✓ Нейтронная звезда

Точное совпадение ответа — 10 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Максимальную плотность будет иметь нейтронная звезда, так как при массе немного больше, чем у Солнца, её радиус составляет всего лишь 10-20 км. У белого карлика при почти такой же массе радиус будет порядка радиуса Земли.

У Венеры и масса, и радиус не сильно отличаются от Земли, а значит, и плотность примерно такая же (около 5.3 г/см^3).

Плотность Солнца (1.4 г/см^3) не сильно превышает плотность воды. Бетельгейзе — звезда-сверхгигант. При массе примерно 15-20 солнечных масс её радиус около 800 радиусов Солнца. Соответственно — плотность очень мала.

В Галактике, в окрестностях Солнца, наблюдается 1 звезда на 8 пк^3 . В центральных областях, разумеется, плотность гораздо выше, но и там среднее расстояние между звездами составляет порядка 0.01 пк (примерно

$4 \cdot 10^5$ радиусов Солнца). То есть Галактика имеет наименьшую плотность в списке.

Задание № 8.2

Условие:

Расположите объекты в порядке увеличения их средней плотности.

Ответ:

- ✓ Галактика
- ✓ Альдебаран
- ✓ Солнце
- ✓ Земля
- ✓ Белый карлик
- ✓ Нейтронная звезда

Точное совпадение ответа — 10 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с заданием 8.1

Задание № 9.1

Условие:

Выберите звёзды, которые будут видны над горизонтом в месте проведения сегодняшней олимпиады в 22:00 при условии хорошей погоды:

Ответ:

- ✓ Полярная звезда (α Малой Медведицы)
- Сириус (α Большого Пса)
- Регул (α Льва)
- ✓ Мицар (ζ Большой Медведицы)
- Канопус (α Киля)
- ✓ Шедар (α Кассиопеи)

За каждый верный ответ — 3 балла

За каждую ошибку снимается 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

Приполярные звёзды будут всегда находиться над горизонтом (Полярная, Мицар, Шедар). Сириус — звезда зимнего неба и вечером осенью наблюдаться не будет, а Регул — звезда весеннего неба, в сентябре Солнце находится в созвездии Льва. Канопус с территории России в принципе не виден.

Задание № 9.2

Условие:

Выберите звёзды, которые будут видны над горизонтом в месте проведения сегодняшней олимпиады в 22:00 при условии хорошей погоды:

Ответ:

- ✓ Полярная звезда (α Малой Медведицы)
- Сириус (α Большого Пса)
- Регул (α Льва)
- ✓ Дубхе (α Большой Медведицы)
- Ахернар (α Эридана)
- ✓ Гранатовая звезда Гершеля (γ Цефея)

За каждый верный ответ — 3 балла

За каждую ошибку снимается 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10.1

Условие:

У любителя астрономии есть в распоряжении телескоп, объектив которого имеет фокусное расстояние 2 метра. Определите увеличение при использовании окуляров с различными фокусными расстояниями.

Ответ:

- ✓ 5 мм: 400
- ✓ 10 мм: 200
- ✓ 20 мм: 100
- ✓ 40 мм: 50

За каждый верный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Увеличение равно отношению фокусных расстояний объектива и окуляра.

То есть для объектива 5 мм получим увеличение $\frac{2000 \text{ мм}}{5 \text{ мм}} = 400$ раз, для 10 мм — 200 раз. И так далее.

Задание № 10.2

Условие:

У любителя астрономии есть в распоряжении телескоп, объектив которого имеет фокусное расстояние 1 метр. Определите увеличение при использовании окуляров с различными фокусными расстояниями.

Ответ:

- ✓ 5 мм: 200
- ✓ 10 мм: 100
- ✓ 20 мм: 50
- ✓ 40 мм: 25

За каждый верный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с заданием 10.1