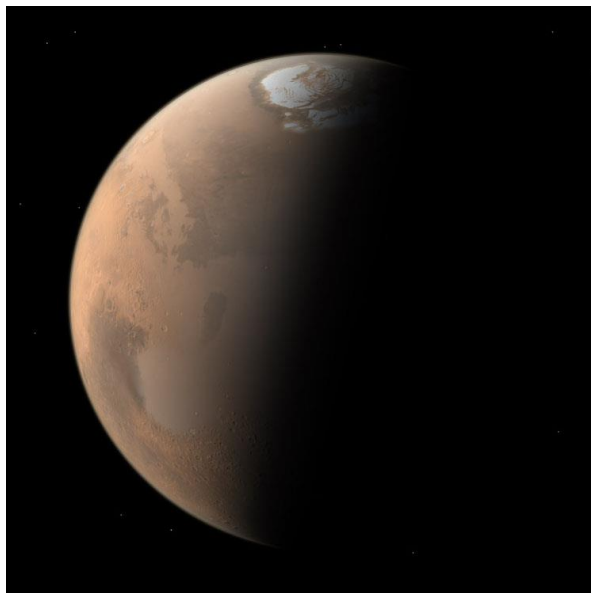


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ. 2021–2022 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 класс

Задачи 1-2

1. Какой объект Солнечной системы изображён на рисунке?



Венера
Нептун
Марс
Меркурий
Юпитер

2. В каком случае у объекта, изображённого на рисунке, может наблюдаться похожая фаза? Выберите наиболее подходящий вариант ответа.

У него всегда такая фаза.

При наблюдении с поверхности Земли в восточной квадратуре.

При наблюдении с космического аппарата, обращающегося вокруг объекта, при соответствующем стечении обстоятельств.

Наблюдения ведутся с Земли в крупный телескоп, который позволяет рассмотреть подробности освещения планеты.

При наблюдениях в год великого противостояния этого объекта во время квадратуры с телескопом Хаббла, который обращается вокруг Земли и позволяет рассмотреть подробности освещения планеты.

Задача 3

Расставьте в порядке увеличения массы следующие объекты.

1)



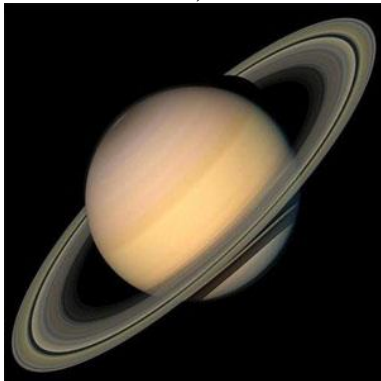
2)



3)



4)



5)

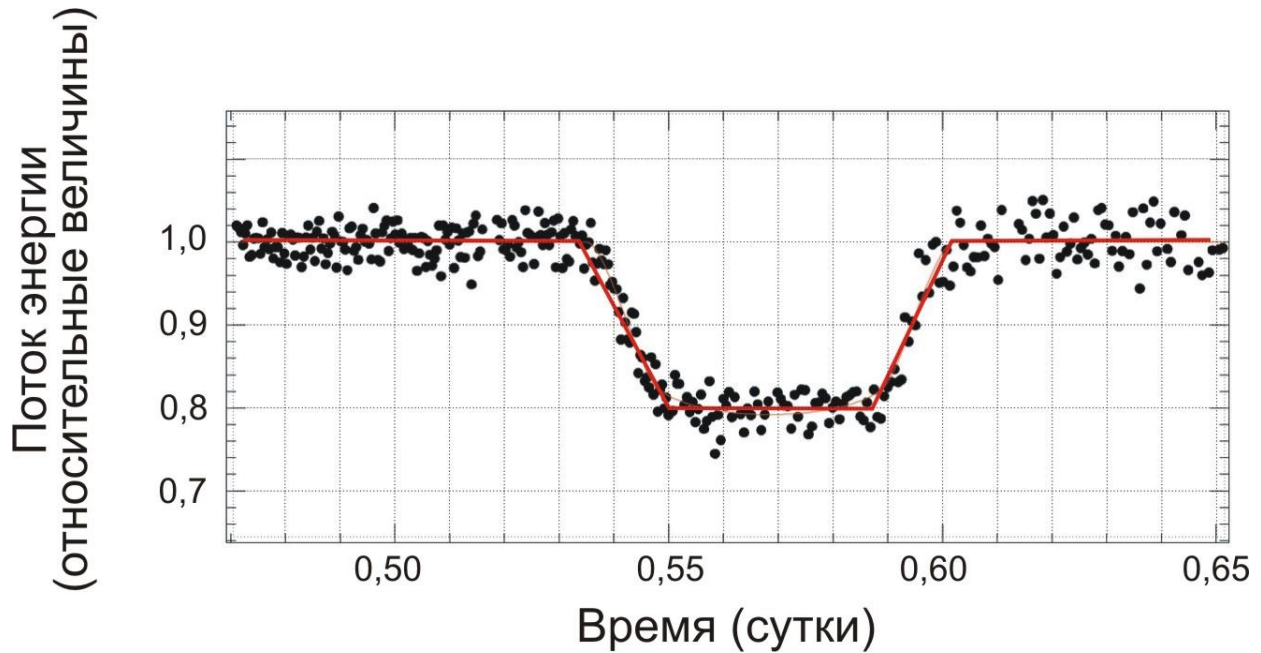


6)



Задачи 4-10

При наблюдениях планетных систем у других звёзд (такие планеты называют экзопланетами) в некоторых случаях можно видеть прохождение экзопланеты по диску звезды. При этом экзопланета закрывает для земного наблюдателя часть диска звезды, что приводит к падению её блеска. Звёзды в подобных системах могут быть самого разного типа и размера. Например, звездой малого размера – красным карликом. На рисунке представлена кривая блеска, зарегистрированная во время прохождения экзопланеты по диску красного карлика. Кривая блеска представлена в виде графика, по оси абсцисс которого отложено время, а по оси ординат – измеренное количество энергии, приходящей от звезды на Землю (за единицу выбрана энергия, регистрируемая вне затмения). Точками показаны отдельные наблюдения, а красная линия соответствует усреднённым данным, по которым и требуется провести измерения. Ответьте на ряд вопросов.



4. Сколько минут длилось прохождение планеты по диску звезды от первого до последнего касания дисков звезды и планеты?
5. Во сколько раз ослабла звезда в минимуме блеска?
6. На сколько звёздных величин ослабла звезда в минимуме блеска (ответ округлите до сотых)?
7. Является ли прохождение центральным (т.е. совпадают ли в минимуме блеска центры дисков экзопланеты и звезды для земного наблюдателя)?
8. Какую часть площади диска (в процентах) звезды закрыла экзопланета в минимуме блеска (возможным потемнением диска звезды к краю пренебречь)?
9. Считая, что размеры звезды характерны для красных карликов (радиус равен 0,1 радиуса Солнца), определите радиус планеты и выразите ответ в километрах. Радиус Солнца считайте равным $7 \cdot 10^8$ м.
10. Считая, что прохождение экзопланеты происходит по диаметру диска звезды и орбита планеты круговая, и, зная, что размеры звезды характерны для красных карликов (радиус равен 0,1 радиуса Солнца), оцените величину орбитальной скорости экзопланеты в км/с. Радиус Солнца считайте равным $7 \cdot 10^8$ м.

Задача 11

Как известно, Солнце в течение года движется по небу по эклиптике. Выберите, какие круги и линии оно может пересекать в ходе этого движения для наблюдателя в средних широтах.

небесный экватор
небесный меридиан
математический горизонт
галактический экватор

Задача 12

В какой интервал попадает параллакс объекта, расстояние до которого равно 167 млн а.е.? Для справки: $1 \text{ пк} \approx 3 \cdot 10^{16} \text{ м}$, $1 \text{ а.е.} = 150 \text{ млн км}$.

0,119 .. 0,168"

119 .. 130"

0,011 .. 0,013"

1 .. 1,1"

0,002 .. 0,004"

124 .. 168"

ни в один из приведённых в списке

Задача 13

Расставьте в порядке увеличения.

- 1) длительность цикла солнечной активности
- 2) период обращения Земли вокруг Солнца
- 3) период обращения Нептуна вокруг Солнца
- 4) осевой период вращения Юпитера
- 5) период обращения Венеры вокруг Солнца
- 6) возраст Солнца
- 7) возраст системы Земля-Луна
- 8) средняя продолжительность жизни человека

Задачи 14-16

Известно, что средняя концентрация молекулярного водорода в сжимающемся протозвёздном облаке составляет $3 \cdot 10^5$ молекул/см³, а радиус облака примерно равен 20000 а.е. Для справки: масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг.

14. Определите массу облака и запишите её в солнечных массах (ответ округлите до целого).

15. Масса родившейся звезды будет больше, меньше или равна массе облака?

16. Вычислите характерное время сжатия облака с указанного размера до рождения протозвезды (т.е. до достижения объектом околозвёздных размеров). Ответ выразите в годах.

Задача 17

На Северном полюсе Земли некая звезда наблюдается на высоте $60^\circ 24'$ над горизонтом. На какой максимальной угловой высоте может наблюдаться эта звезда в следующих пунктах Земли (влиянием атмосферы пренебречь)? Ответ приведите в градусах, округлив до десятых. Например, $34,5^\circ$.

- 1) Южный полюс Земли
- 2) Северный полюс Земли
- 3) экватор
- 4) Красная площадь в Москве (географические координаты центра Москвы $\varphi = 55^\circ 45'$ с.ш., $\lambda = 37^\circ 37'$ в.д.)
- 5) Сидней (географические координаты центра Сиднея $\varphi = 33^\circ 52'$ ю.ш., $\lambda = 151^\circ 13'$ в.д.)

Задачи 18-22

Межпланетная станция, пересекая орбиту астероида, имеющего период обращения вокруг Солнца ровно 9 лет, отправила сигнал наземному радиотелескопу слежения. Скорость станции относительно Солнца в этот момент была равна 22 км/с, а Земля наблюдалась со станции в наибольшей элонгации. Считая орбиты Земли и астероида круговыми, ответьте на ряд вопросов.

18. В какой конфигурации будет наблюдаться станция с Земли?

соединение

противостояние

квадратура

наибольшая элонгация

эта конфигурация не имеет специального названия

невозможно указать однозначно

19. Чему равен радиус орбиты астероида (ответ укажите в а.е. и округлите до сотых)?
20. Чему равно расстояние от станции до Земли (ответ укажите в а.е. и округлите до сотых)?
21. Сколько времени будет идти сигнал (ответ укажите в часах и округлите до сотых)?
22. Какой путь пройдёт станция за время, требующееся сигналу для того, чтобы дойти до телескопа (ответ укажите в а.е. с двумя значащими цифрами, например, 0,000012)?

Задача 23

На рисунке приведены фотографии различных телескопов, установленных в разных частях света. Как видно из фото, все телескопы имеют экваториальные монтировки, полярная ось которых совпадает с направлением оси Мира. Выберите телескоп, наблюдения с которым ведутся в пункте, расположенном ближе всего к экватору Земли.

1)



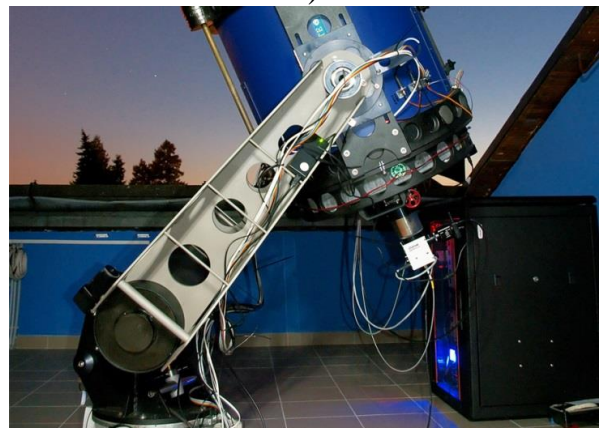
2)



3)



4)



Задача 24

Расставьте звёзды в порядке увеличения их светимости.

- 1) $R = 20R_{\odot}$, $T = 10^4$ К
- 2) $R = 1R_{\odot}$, $T = 3 \cdot 10^4$ К
- 3) $R = 0,05R_{\odot}$, $T = 10^5$ К

Задача 25

Расставьте звёзды в порядке увеличения их светимости.

- 1) $R = 20R_{\odot}$, $T = 10^4$ К
- 2) $R = 1R_{\odot}$, $T = 3 \cdot 10^4$ К
- 3) $R = 0,05R_{\odot}$, $T = 10^5$ К
- 4) абсолютная (болометрическая) звёздная величина $M = +5^m$
- 5) абсолютная (болометрическая) звёздная величина $M = +2^m$
- 6) абсолютная (болометрическая) звёздная величина $M = -5^m$