

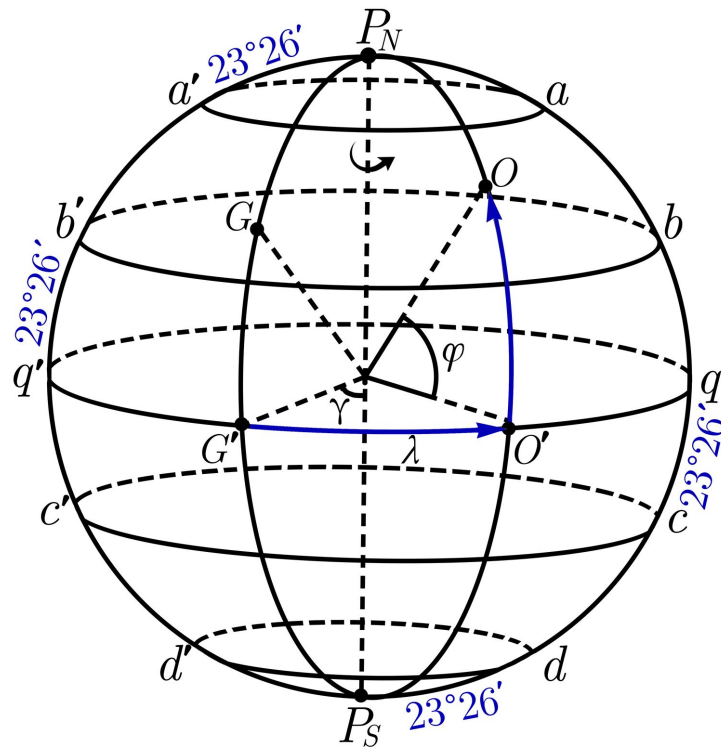
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задания 1-3. Дан фрагмент звёздной карты.



- 1а) Какое созвездие представлено в центральной части фрагмента?
- Волопас
 - Андромеда
 - Дева
 - Лев
 - Козерог
 - Овен
 - Кассиопея
 - Стрелец
- 1б) Дуга какого большого круга (отмечена на рисунке пунктирной линией) пересекает данное созвездие?
- Математический горизонт
 - Небесный горизонт
 - Небесный экватор
 - Эклиптика
 - Первый вертикал
 - Колюрь равноденствий
 - Колюрь солнцестояний
- 2) Расположите звёзды созвездия в порядке уменьшения их яркости.
- Альгенуби
 - Регул
 - Денебола
 - Звезда μ
- 3) Сколько объектов каталога Мессье расположено в пределах данного созвездия?

Задания 4-8. Дана схема земного шара с указанием его основных кругов. P_N и P_S — Северный и Южный географические полюса Земли.

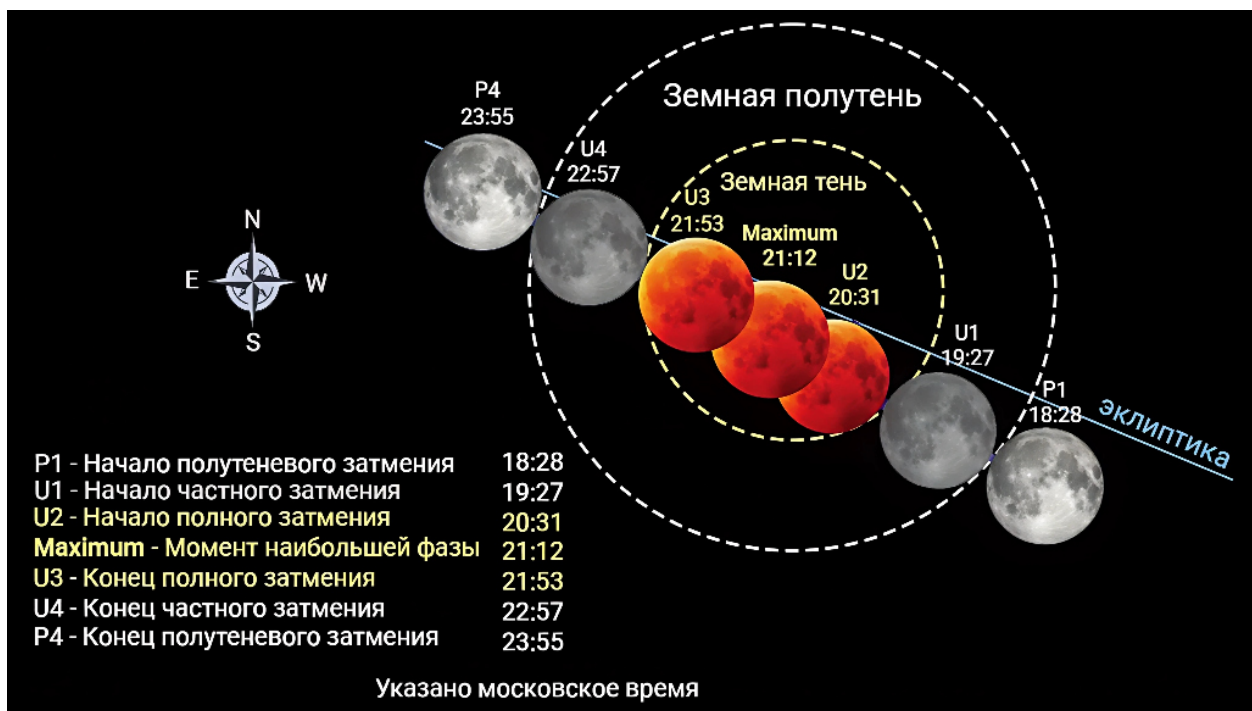


- 4) Как называется круг, обозначенный на схеме dd' ?
- Северный полярный круг
 - Тропик Рака
 - Географический меридиан
 - Южный полярный круг
 - Тропик Козерога
 - Географический экватор
- 5) На каком круге (или в какой точке поверхности) жители Земли наблюдают Солнце в зените 20-21 июня?
- P_N
 - aa'
 - bb'
 - qq'
 - cc'
 - dd'
 - P_S
- 6) На каком круге для жителя Земли день всегда равен ночи? Рефракцию света и временные эффекты не учитывать.
- aa'
 - bb'
 - qq'
 - cc'
 - dd'
- 7) С любой точки какого круга невозможно в принципе наблюдение Канопуса (склонение: -53° , прямое восхождение: 6^h24^m) — ярчайшей звезды созвездия Киль?
- aa'
 - bb'
 - qq'
 - cc'
 - dd'

8) Расположите объекты в порядке возрастания их линейной скорости суточного вращения.

- bb'
- qq'
- aa'
- P_N

Задания 9-11. Дана схема полного лунного затмения 7 сентября 2025 года.



9а) С какого полушария Земли можно наблюдать лунное затмение?

- С дневного
- С ночного
- Невозможно однозначно ответить

9б) В какой фазе находилась Луна в момент затмения?

- Новолуние
- Молодой растущий месяц
- Первая четверть
- Убывающая выпуклая Луна
- Полнолуние
- Растущая выпуклая Луна
- Последняя четверть
- Старый убывающий месяц

10) Определите продолжительность фазы полного теневого затмения. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

11) В каком созвездии располагалась Луна в сутки затмения?

- Овен
- Телец
- Близнецы
- Рак
- Лев
- Дева
- Весы
- Скорпион
- Змееносец
- Стрелец
- Козерог
- Водолей
- Рыбы

Задания 12-15. На фотографии представлены Луна, Венера и Марс.



12) Установите соответствие между обозначениями и объектами.

| | |
|---|--------|
| 1 | Венера |
| 2 | Марс |
| 3 | Луна |

13) Сколько суток прошло от новолуния до момента получения фотографии, если последняя сделана в Северном географическом полушарии вечером, вскоре после захода Солнца?

- $0 \div 5$ суток
- $6 \div 10$ суток
- $11 \div 15$ суток
- $16 \div 20$ суток
- $21 \div 25$ суток
- $26 \div 30$ суток

14) В окрестности какой конфигурации находилась Венера в момент съёмки, если при этом вектор её орбитальной скорости был направлен строго на земного наблюдателя?

- Максимальная восточная элонгация
- Противостояние
- Западная квадратура
- Верхнее соединение
- Восточная квадратура
- Соединение
- Нижнее соединение
- Максимальная западная элонгация

15) Оцените угловое расстояние между Луной и Венерой. Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых. В момент съёмки Луна (радиус 1738 км) располагалась на среднем расстоянии (384400 км) от Земли. Землю считайте материальной точкой.

Задания 16-19. Дана карта России с указанием географических координат, часовых поясов и часовых зон.



16) Расположите города России в порядке наступления в них рассвета.

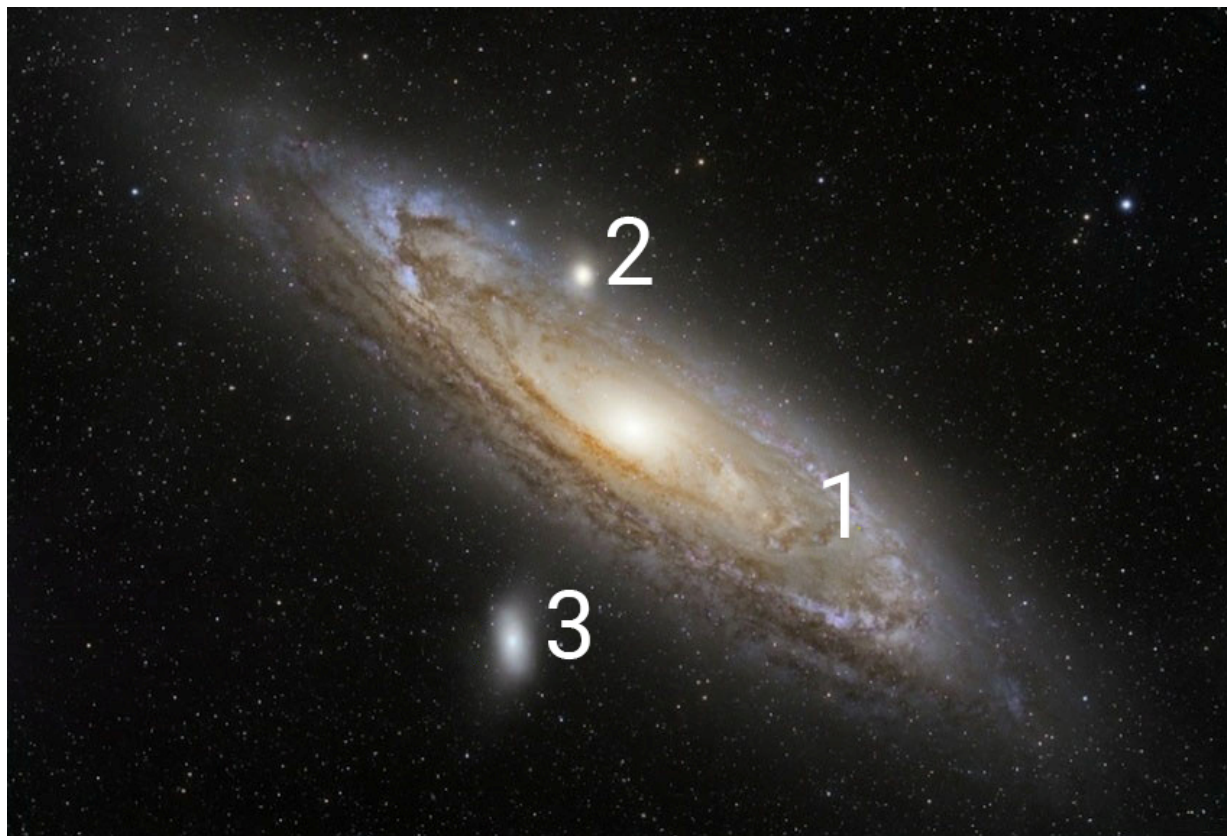
- Самара
- Москва
- Якутск
- Калининград
- Сургут
- Анадырь

17) На сколько часов отличаются часовые углы одной и той же звезды, наблюдаемой в один и тот же момент времени в Санкт-Петербурге и Магадане? Ответ округлите до целых.

18) Чему равно административное время в Екатеринбурге, если всемирное время в тот же момент равно $T_0 = 12^h 00^m$? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ. Известно, что административное время Москвы $T_M = T_0 + 3^h$.

19) На сколько градусов отличаются значения высоты Солнца в моменты его верхней кульминации в день летнего солнцестояния в Ижевске и Сыктывкаре? Ответ округлите до десятых.

Задания 20-23. Дано изображение некоторых объектов глубокого космоса.



20) Какие типы объектов отчётливо видны на данной фотографии?

- Комета
- Астероид
- Планета
- Звезда
- Чёрная дыра
- Рассеянное звёздное скопление
- Шаровое звёздное скопление
- Галактика

21) Какой звёздной системе принадлежат многочисленные яркие объекты, не обозначенные номерами на изображении?

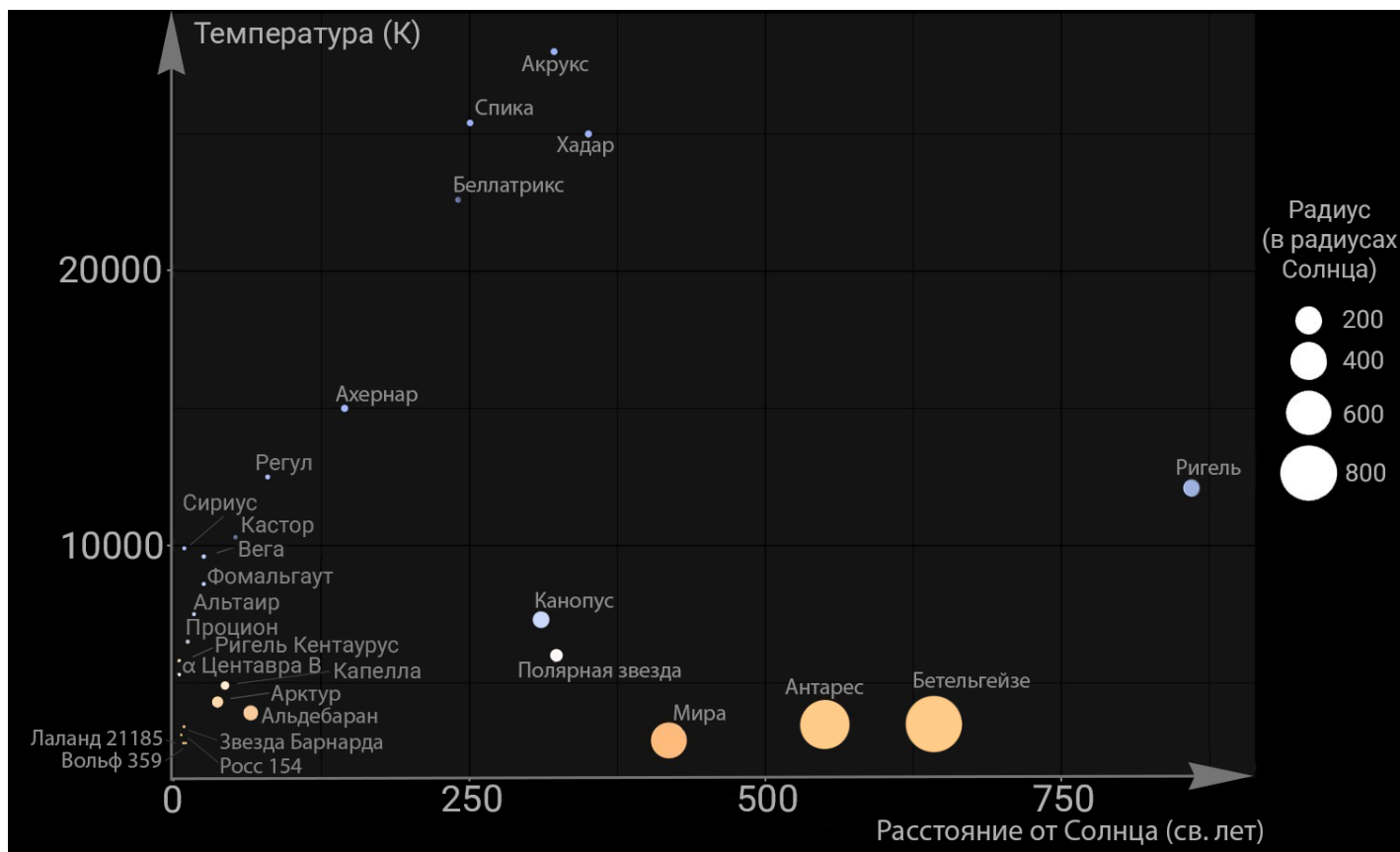
- Туманность Андромеды
- Большое Магелланово Облако
- Туманность Треугольника
- Малое Магелланово Облако
- Галактика Боде
- Галактика Сигара
- Галактика Водоворот
- Млечный путь

22) Установите соответствие между номерами объектов и их кодовыми обозначениями в каталоге Мессье.

| | |
|---|-------|
| 1 | M 1 |
| 2 | M 13 |
| 3 | M 20 |
| | M 31 |
| | M 32 |
| | M 77 |
| | M 98 |
| | M 110 |

23) Как известно, диаметр самого крупного из изображённых объектов глубокого космоса составляет 47 кпк, а расстояние до него — около 800 кпк. Под каким максимальным углом земной наблюдатель видит данный объект? Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Задания 24-27. Дана диаграмма распределения ярчайших звёзд земного небосвода и ближайших к Солнцу по температуре и гелиоцентрическому расстоянию.



24) Какая из этих звёзд является наиболее удалённой от Солнца?

- Ригель
- Бетельгейзе
- Хадар
- Беллатрикс
- Мира
- Полярная звезда
- Альдебаран
- Вольф 359

25) Расположите звёзды в порядке возрастания их температур.

- Полярная
- Регул
- Спика
- Фомальгаут
- Мира
- Ахернар

26) *Поверхностной светимостью источника* называется скалярная физическая величина, равная количеству энергии, излучаемой единичной площадкой поверхности источника за единицу времени во всех направлениях. Данная величина пропорциональна четвёртой степени температуры поверхности звезды. Во сколько раз поверхностная светимость Веги больше поверхностной светимости Солнца? Ответ округлите до десятых. Температура поверхности Солнца равна 6000 К.

27) Во сколько раз площадь «поверхности» звезды Антарес больше соответствующей величины Солнца? Ответ округлите до целых.

Задания 28-29. В астрофизике *физически двойными звёздами* называют системы из двух звёзд, связанных между собой гравитацией, движущихся вокруг общего центра масс и образующих устойчивую физическую систему. Примерно 32.1% из 200 млрд звёзд нашей Галактики являются компонентами таких систем. Если же в составе 3 звезды и более, то используется термин *кратная система звёзд*. Статистические исследования показывают, что количество звёзд со степенью кратности n в 4 раза меньше, чем звёзд со степенью $n - 1$.

Таким образом, можно записать закон для количества N_n кратных звёзд:

$$N_n = \frac{N_2}{4^{n-2}},$$

здесь N_2 — количество двойных звёзд в нашей Галактике.

28) Определите общее количество N_2 двойных звёзд в нашей Галактике. Ответ выразите в миллиардах, округлите до десятых.

29) Определите общее количество N_3 кратных звёзд кратности $n = 3$ в нашей Галактике. Ответ выразите в миллиардах, округлите до десятых.

Задания 30-31. На рисунке представлены эллиптические орбиты компонентов двойной звезды.



30) Используя рисунок, определите отношение масс M_1/M_2 компонентов двойной системы, если выполняется универсальное соотношение вида:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{r_2}{r_1},$$

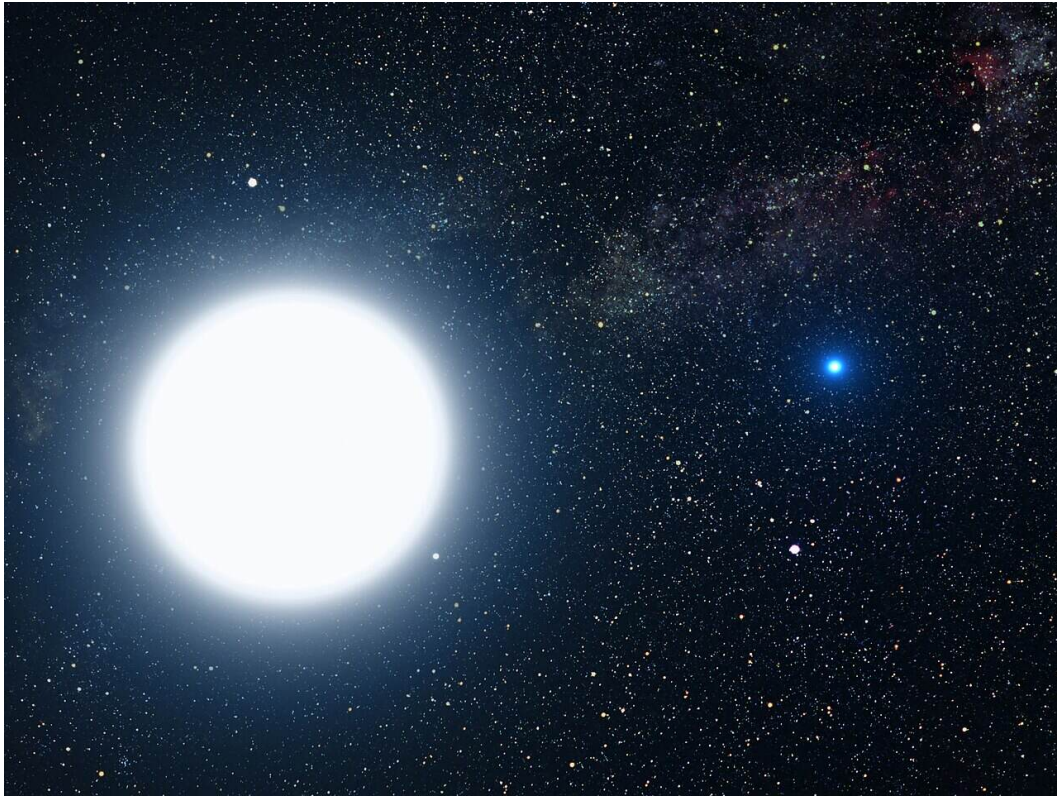
где r_1, r_2 — расстояния от центра масс до центров звёзд 1 и 2 соответственно. Ответ округлите до десятых.

31) Светимость звезды зависит от её массы:

$$L = \gamma \cdot M^4,$$

здесь γ — коэффициент пропорциональности. Чему равно отношение светимостей L_1/L_2 данных звёзд? Ответ округлите до десятых.

Задания 32-34. Дано изображение двойной звезды Сириус (Сириус *A* и Сириус *B*) — самой яркой звезды на ночном небосводе.



32) *Эффект Доплера* — изменение частоты (длины волны) излучения, воспринимаемое наблюдателем (приёмником) вследствие движения источника излучения относительно наблюдателя. В случае объекта, скорость которого направлена в сторону от наблюдателя, длина волны увеличивается и спектральные линии смещаются в красную область спектра. В противном случае длина волны уменьшается и линии смещаются в синюю область.

К какому краю спектра будут смещаться линии компоненты Сириус *B*, если компонента Сириус *A* в данный момент приближается к земному наблюдателю?

- К красной части видимого спектра излучения
- К фиолетовой части видимого спектра излучения
- В данном случае никуда не смещаются, поскольку центр масс звезды неподвижен
- Линии в спектре звезды в данный момент совершают регулярные высокочастотные колебания между красной и фиолетовой частями спектра излучения

33) Компоненты данной двойной звезды обращаются вокруг общего центра масс с периодом $T = 50$ лет. Сириус *A* имеет массу, равную $M_1 = 1.6 \cdot M_\odot$, а Сириус *B* — $M_2 = 1.4 \cdot M_\odot$, здесь M_\odot — масса Солнца. Найдите среднее расстояние между компонентами двойной системы. Ответ выразите в а. е., округлите до десятых.

34) Во сколько раз компонента Сириус *A* ярче Сириуса *B*, если при получении изображения Сириуса *A* необходима выдержка 0.5 секунды, а соответствующая величина для изображения Сириуса *B* — 5000 секунд? Ответ округлите до целых. При фотографировании использовались одинаковые настройки фотокамеры.