



**ЗОЛОТОЕ
СЕЧЕНИЕ**

ФОНД ПОДДЕРЖКИ
ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ
И МОЛОДЕЖИ

ВС{ }Ш

Разбор заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии для 7-8 классов 2025/2026 учебного года в Свердловской области

Разработчик –
Прокина Галина Михайловна,
председатель РПМК,
учитель физики и астрономии СУНЦ УрФУ



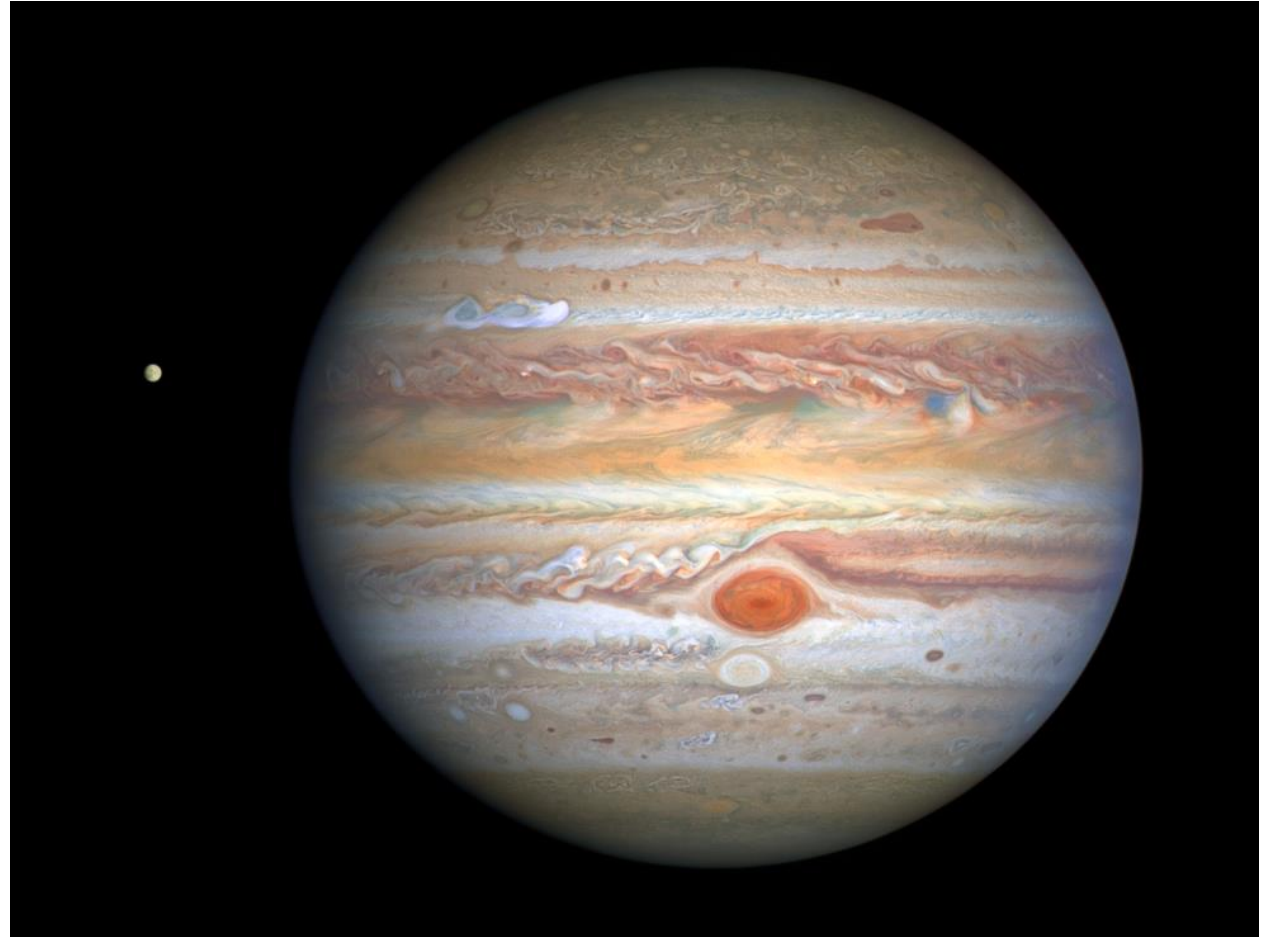
Задание 1 Следующий раз

Сотрудники обсерватории на экваторе Марса составляют расписание работ для слежения за изменениями в смерче юпитерианской атмосферы (Большое Красное Пятно – БКП), который вращается вместе с Юпитером.

На фото: Юпитер с БКП. Это образование наблюдается более 200 лет и в последнее время уменьшается в размерах.

Для решения задачи необходимо представление участником сочетания движений, которые необходимо проанализировать:

- 1. Движение Марса и Юпитера вокруг Солнца*
 - 2. Осевое вращение Юпитера и Марса*
- Все они происходят против часовой стрелки при наблюдении из северного полюса эклиптики.*



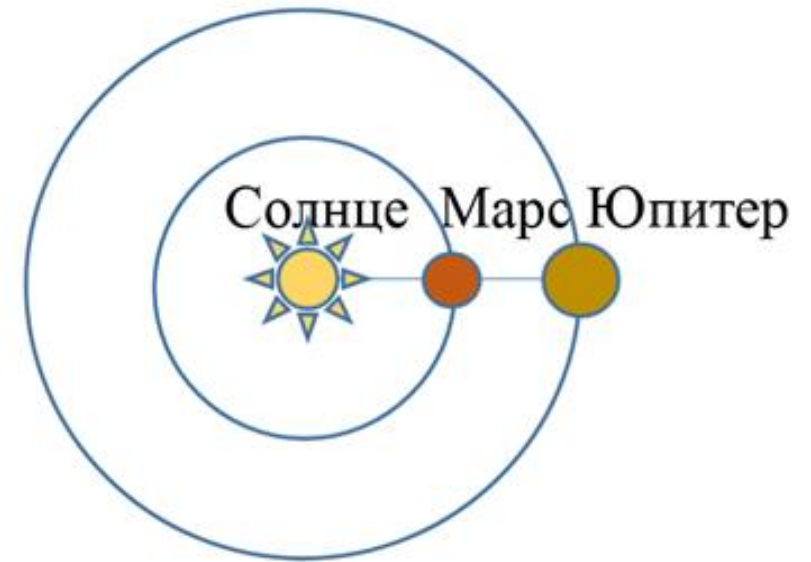
А. Считая орбиты круговыми, нарисуйте взаимное расположение Марса, Юпитера и Солнца, при котором возможны наиболее подробные наблюдения БКП. Подпишите объекты на рисунке и объясните свой выбор их расположения.

- **Наиболее подробные наблюдения БКП с Марса**
возможны тогда, когда планеты находятся

на *наименьшем расстоянии друг от друга*,
т.е. вблизи прямой, соединяющей центры Солнца,
Марса и Юпитера,

свет Солнца не мешает наблюдениям (ночью Марса).

Такая конфигурация называется противостояние:



Б. Рассчитайте, на каком расстоянии в этот благоприятный период будут находиться центры Марса и Юпитера. Ответ запишите в миллионах километров.

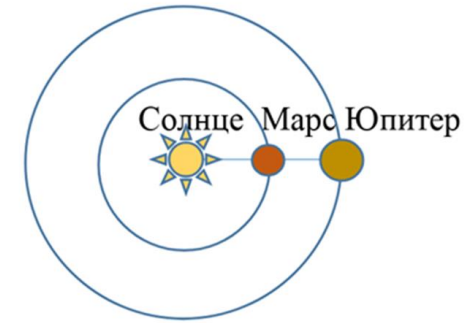
Пользуемся созданным рисунком

Из таблицы справочных данных о планетах находим средние расстояния Марса 1.52 а.е. и Юпитера 5.2 а.е. от Солнца,

вычитаем из большего меньшее $5.2 - 1.52 = 3.68$ а.е.

и переводим а.е. в км: $3.68 \times 150\,000\,000 = 5.52 \times 10^8$ км

выражаем в миллионах километров 5.52×10^8 км = **552 млн. км**



В. Укажите наименьший промежуток времени в часах, через который возможно видеть с Марса БКП Юпитера. Объясните свой ответ.

необходимо выяснить время, через которое планеты снова окажутся на прямой по одну сторону от Солнца, а БКП при этом повернется в сторону Марса:

Из таблиц справочных данных:

имея период обращения в 11.86 лет, Юпитер за полный оборот Марса в 686.98 суток = 1.88 лет изменит положение на своей орбите примерно на $1/6$ оборота, т.е. следующего противостояния еще не случится. *Можно напрямую рассчитать синодический период Юпитера с Марса, получив более двух лет.*

- **Таким образом, вращение планет вокруг Солнца можно не рассматривать, т.к. временной промежуток велик – около двух лет.**

Из таблиц справочных данных:

сутки Марса 24.63 ч. и Юпитера 9.92 ч.

Вращение планет происходит в одну сторону, но Марс вращается вокруг своей оси медленнее Юпитера,

ночь на экваторе Марса длится половину суток – 12.32 ч.,

поэтому, если первый раз смерч наблюдался вечером, за половину марсианских суток БКП Юпитера успеет сделать более одного оборота вокруг оси планеты-гиганта и вновь появится для наблюдателей на Марсе.

Указываем в качестве наименьшего промежутка времени период осевого вращения Юпитера – 9.92 ч. , около 10 часов.

Задание 2. Тени исчезают в полдень?

Путешественник проверил, что в пункте его остановки звезда Бетельгейзе со склонением $\delta = +6^{\circ}21'$ не поднимается над южным горизонтом выше, чем на $h = 63^{\circ}18'$. Путешественник хочет сфотографировать местную достопримечательность, не отбрасывающую никакой тени, в солнечный полдень

На фото: в солнечный полдень объекты не отбрасывают тени

*Для решения задачи необходимо
определить широту места
по наблюдениям звезды в верхней кульминации и
проанализировать результат*



А. При каком условии предмет, освещенный Солнцем, не отбросит тени? Укажите интервал земных широт $[\varphi_1; \varphi_2]$, где это явление можно наблюдать в полдень хотя бы один раз в году.

**тропический солнечный феномен,
когда Солнце проходит прямо над
головой под 90 градусов**



Предмет, освещенный Солнцем, не отбросит тени только тогда, когда солнечные лучи образуют с поверхностью Земли прямой угол, т.е. Солнце находится в зените. Так бывает в поясе земных широт от северного тропика до южного тропика в интервале $[-23.5^{\circ}; +23.5^{\circ}]$.

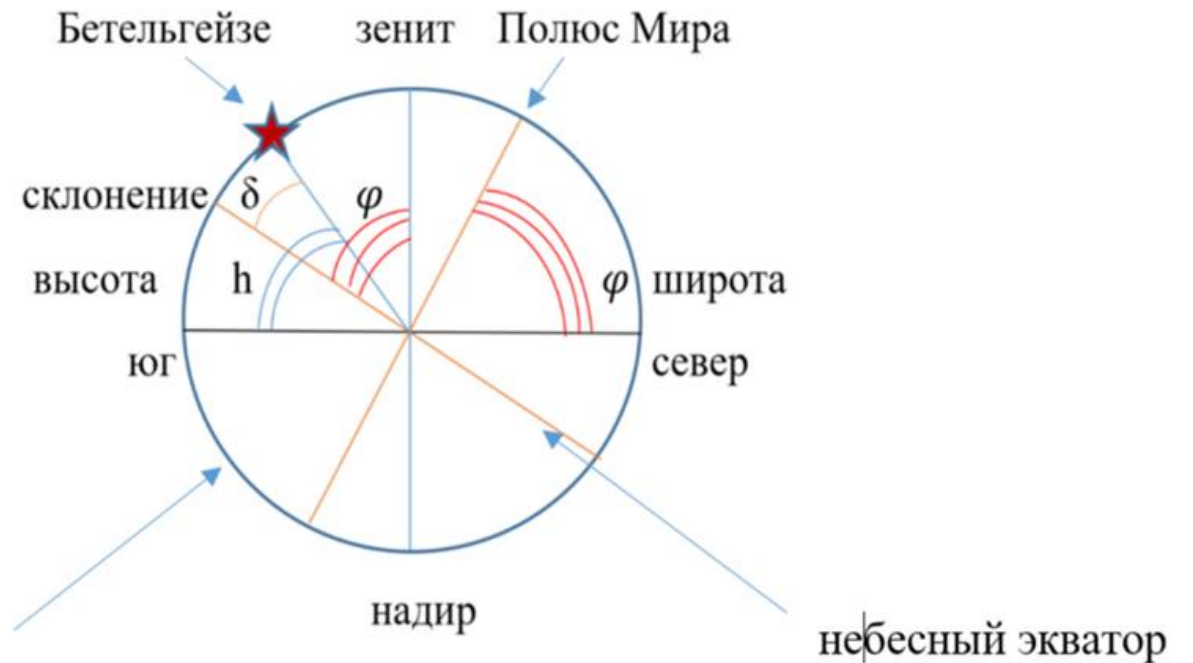


Б. Нарисуйте плоскость меридиана, полуденную линию «север-юг», отвесную линию «зенит-надир», небесный экватор, направления на Полюс Мира и звезду Бетельгейзе в меридиане. Укажите на рисунке высоту, склонение Бетельгейзе и широту пункта наблюдения. Вычислите широту φ пункта наблюдения.

Высота Полюса Мира над горизонтом равна географической широте места наблюдения (теорема о высоте Полюса мира), а углы «Полюс Мира, центр, север» и «зенит, центр, небесный экватор на юге» равны, как углы со взаимно перпендикулярными сторонами (теорема о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами), поэтому:

$$\begin{aligned}\varphi &= 90^\circ - h + \delta = \\ &= 90^\circ - 63^\circ 18' + 6^\circ 21' = \mathbf{+33^\circ 03'}\end{aligned}$$

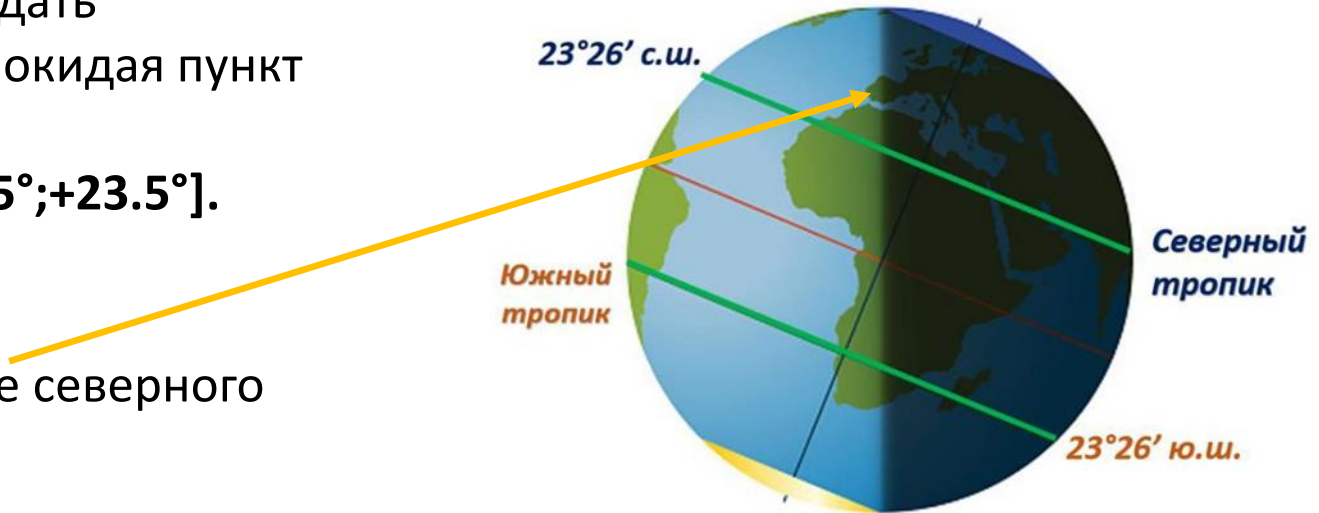
Возможен расчет на инженерном калькуляторе
с клавишей «° ' ''»



В. Удастся ли путешественнику наблюдать исчезновение теней в полдень, не покидая пункт остановки? Объясните свой ответ.

Путешественнику не удастся наблюдать исчезновение теней в полдень, не покидая пункт остановки, т.к. широта $+33^{\circ}03'$ не попадает в интервал широт $[-23.5^{\circ}; +23.5^{\circ}]$.

Пункт остановки находится севернее северного тропика.



3 задание: Впереди маяк!

Космический маяк ведет звездолет по радиолучу. Штурман-стажер звездолета хочет настолько приблизиться к маяку, чтобы разглядеть его форму невооруженным глазом.

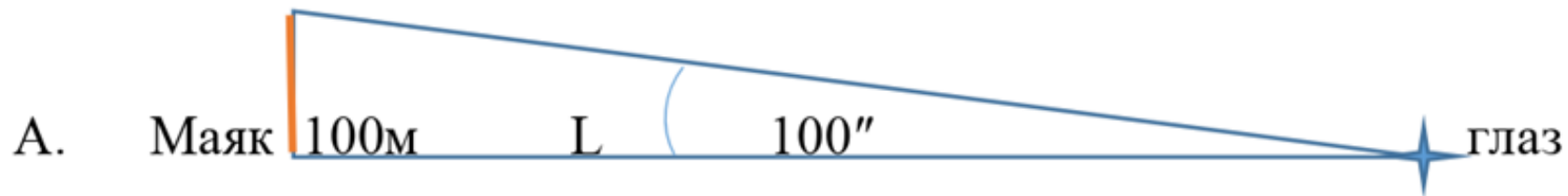
На фантастическом рисунке стажер уже совсем рядом с маяком и рассматривает его во всех подробностях.

Для решения задачи нужно представлять, как угловой размер объекта зависит от расстояния до него, и рационально использовать радианную меру угла.

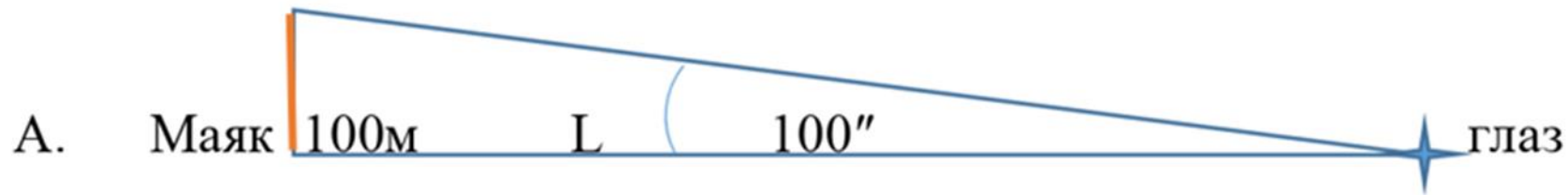


А. Нарисуйте схему расположения звездолета относительно маяка. Укажите на ней глаз наблюдателя, маяк, угол, под которым глазу виден маяк, и путь к маяку.

- Предполагается, что движение происходит по катету прямоугольного треугольника, который укорачивается по мере приближения к маяку. Угол, под которым виден маяк, возрастает:



Б. Разрешающая способность глаза человека более $100''$. По вашему рисунку объясните, почему такой угол можно считать малым и применить к нему правила расчета малых углов? В каких единицах нужно выразить угол для применения этих правил?



Угол $100''$ можно считать **малым** и применить к нему правило расчета малых углов,

т.к. в прямоугольном треугольнике с таким углом **длина бОльшего катета близка к длине гипотенузы**, что видно из построения.

Малыми уверенно (с точностью до сотых) считаются углы до 15° .

Угол нужно выразить **в радианах**: $1 \text{ рад} \approx 206\,265''$.

В. С какого расстояния L стажер увидит маяк размером 100 м не как светящуюся точку? Ответ дать целым числом километров.

По правилу расчетов малых углов:

$$\frac{100''}{206265''} = \frac{100 \text{ м}}{L \text{ м}}$$

откуда

$$L = \frac{206265'' \times 100 \text{ м}}{100''} = 206\,265 \text{ м} = \mathbf{206 \text{ км}}$$

Если участник знает тригонометрические функции, то на калькуляторе может рассчитать

- $$L = \frac{100 \text{ м}}{\operatorname{tg}\left(\frac{100''}{3600''}\right)} = 206\,264.7 \text{ м} = 206 \text{ км}.$$



4 задание: Из дневника наблюдений

«Полная Луна сильно мешала наблюдениям. В бинокль рядом с ней удалось увидеть Альдебаран и Юпитер»

На фото полная Луна заливает отраженным от Солнца светом все небесные окрестности так, что видны только Юпитер и очень слабый в ее свете Альдебаран

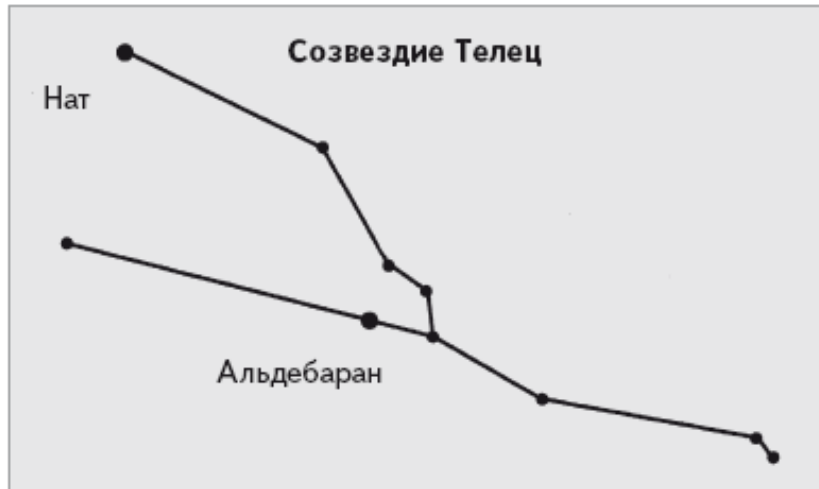
Для решения задачи необходимо ориентироваться на звездном небе, представлять годичное видимое движение Солнца (эклиптику, зодиак), движение и смену фаз Луны



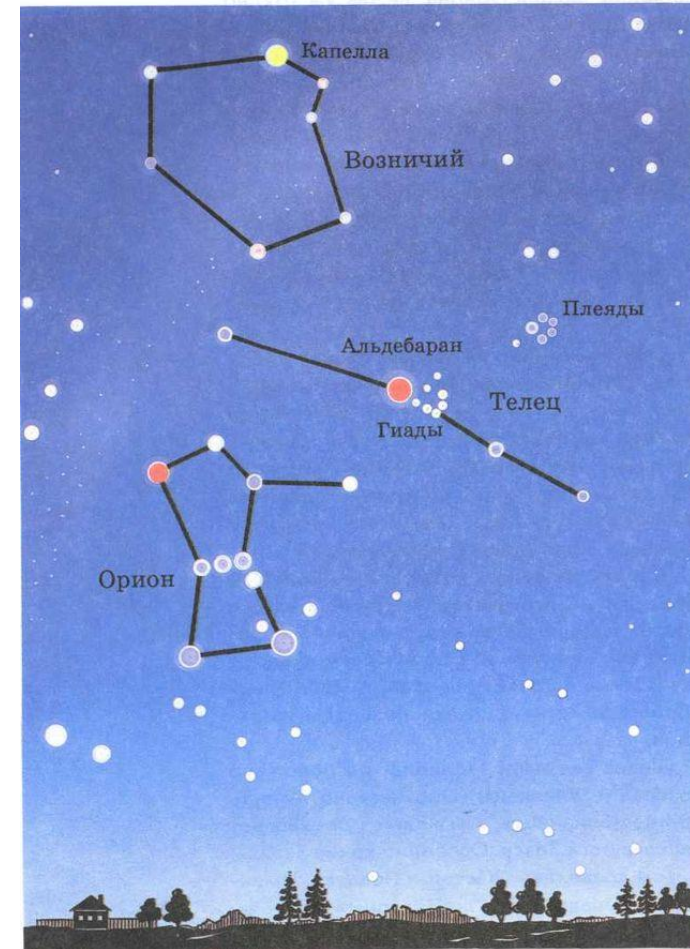
WWW.BARTB.IE

А. В каком созвездии наблюдатель увидел Юпитер и Луну? Объясните свой ответ.

- Рядом с Луной был виден Альдебаран – самая яркая звезда в созвездии **Тельца**

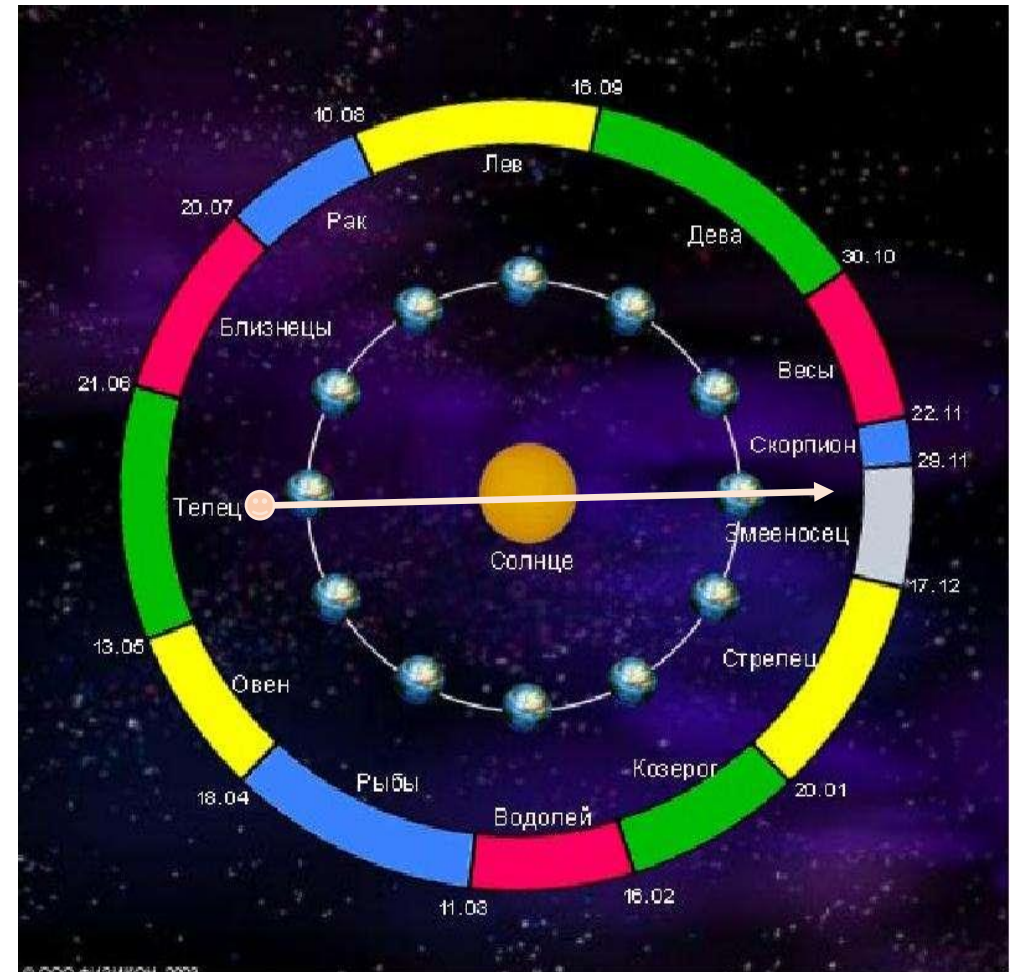


- Даже в полнолуние ее можно легко найти по созвездию Ориона:



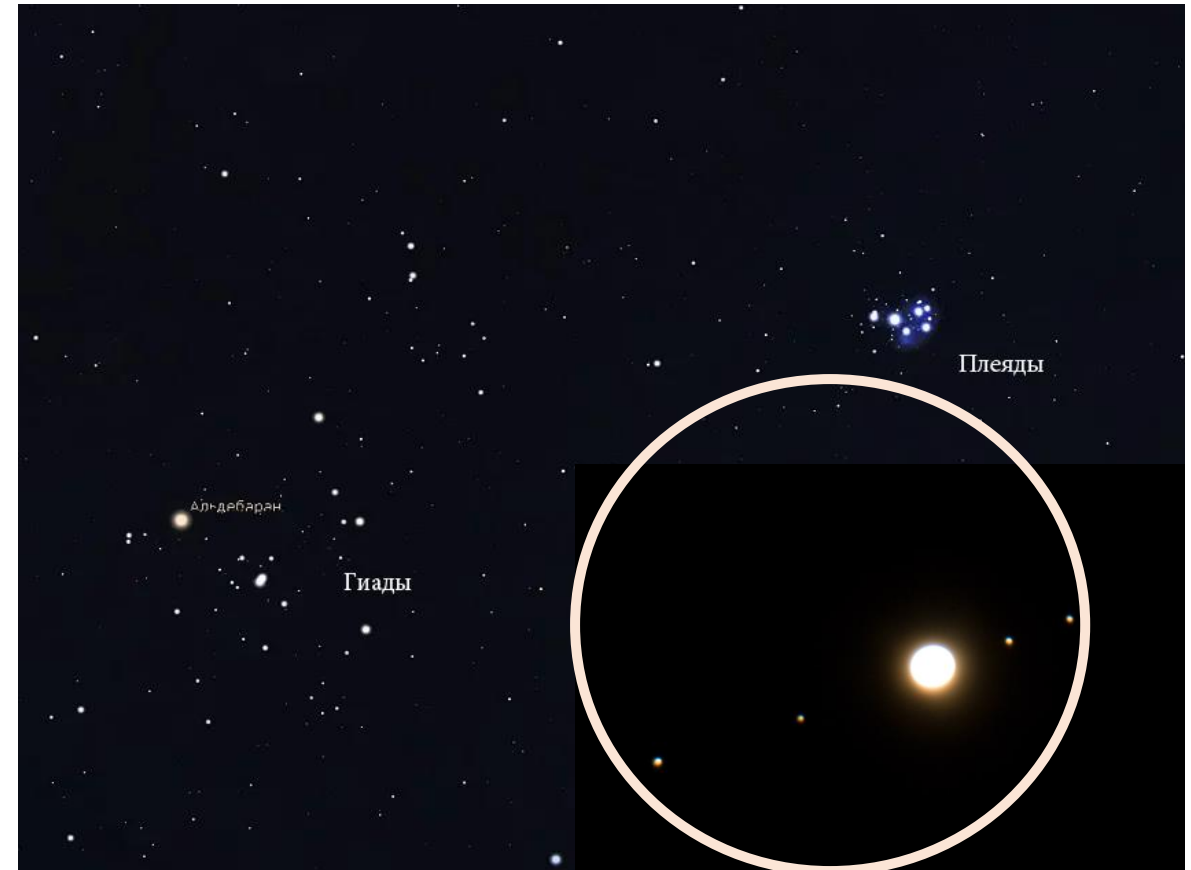
Б. В каком месяце года состоялись наблюдения? Объясните свой ответ.

- Полная Луна видна в Тельце. Солнце находится там в мае, значит, во время наблюдений оно находилось в противоположной части Зодиака: в Скорпионе или Змееносце.
- Таким образом, месяцем наблюдений является **ноябрь**.



В. Какие небесные объекты мог бы увидеть невооруженным глазом и в бинокль автор дневника рядом с Юпитером через две недели в случае ясной ночи? Объясните свой ответ.

- Через две недели наступает новолуние, Луна не будет мешать наблюдениям.
- Юпитер за указанный промежуток времени не покинет созвездие Тельца, и рядом с ним невооруженным глазом можно увидеть звезду **Альдебаран**, **звездные скопления Плеяды и Гиады**,
- в бинокль рядом с Юпитером можно разглядеть его **галилеевы спутники Ио, Европу, Ганимед и Каллисто**
- На фото: Альдебаран, Гиады и Плеяды, в круглом поле зрения бинокля – Юпитер и его галилеевы спутники



5 задание: Полетели метеоры!

Земля дважды в год проходит через вещество разрушающейся кометы Галлея, которое движется по ее орбите. Вследствие этого на Земле наблюдаются метеорные потоки Майские Аквариды с 19 апреля по 28 мая и Ориониды со 2 октября по 7 ноября.

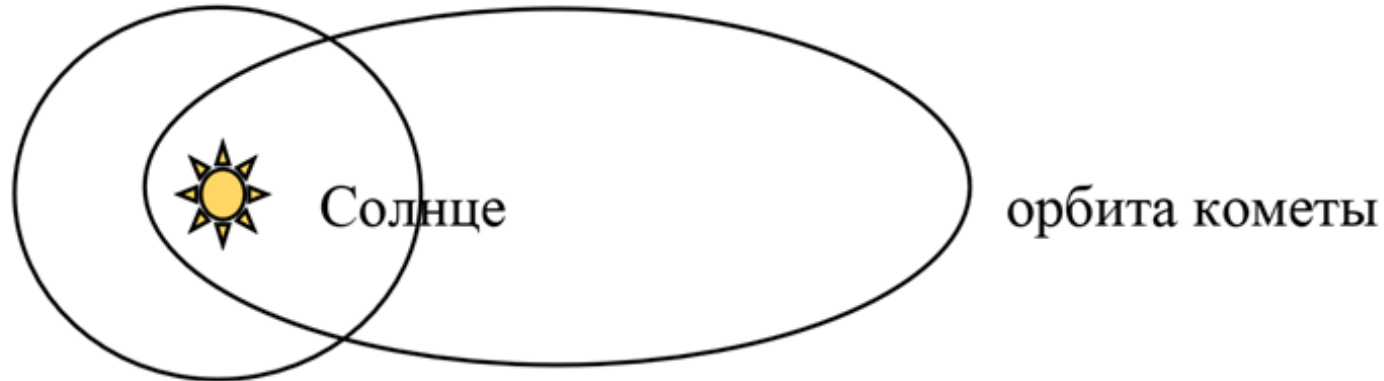
На фото: ядро кометы Галлея (1986) и метеорный поток Майские Аквариды

Для решения задачи необходимо представлять движение планет и кометного вещества вокруг Солнца



А. Нарисуйте орбиты Земли и кометы вокруг Солнца в предположении, что движение тел происходит в одной плоскости. Подпишите на рисунке Солнце, орбиты Земли и кометы

А. орбита Земли



Б. Где в Солнечной системе и при каких условиях возможны наблюдения метеорных потоков?

Наблюдения метеорных потоков возможны на планетах с **прозрачной** и достаточно **плотной** атмосферой, в которой метеорные частицы светятся из-за разогрева трением: например, **на Земле, на Марсе.**

Небо должно быть достаточно **темным**: без городской засветки и света Луны.



В. Оцените среднюю ширину метеорного потока на орбите кометы Галлея в предположении, что орбита Земли пересекает поток перпендикулярно его оси. Ответ дать в млн. км.

- Майские Аквариды действуют 40 суток, Ориониды – 36 суток.

- Среднее время действия потоков:

$$t = \frac{40 + 36}{2} = 38 \text{ суток} = 38 \times 24 \times 3600 = 3\,283\,200 \text{ сек.}$$

- Земля проходит через метеорный поток со скоростью на круговой орбите:

$$v = \frac{2 \times 3.14 \times 1.5 \times 10^5 \text{ км}}{365,25 \times 24 \times 3600 \text{ с}} = 29,85 \frac{\text{км}}{\text{с}} \approx 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

- Путь Земли через метеорный поток, т.е. его ширину, можно оценить как

$$L = t \times v = 3\,283\,200 \times 30 = 98\,496\,000 \text{ км} \approx \mathbf{98.5 \text{ млн. км.}}$$

6 задание: Пустота внутри

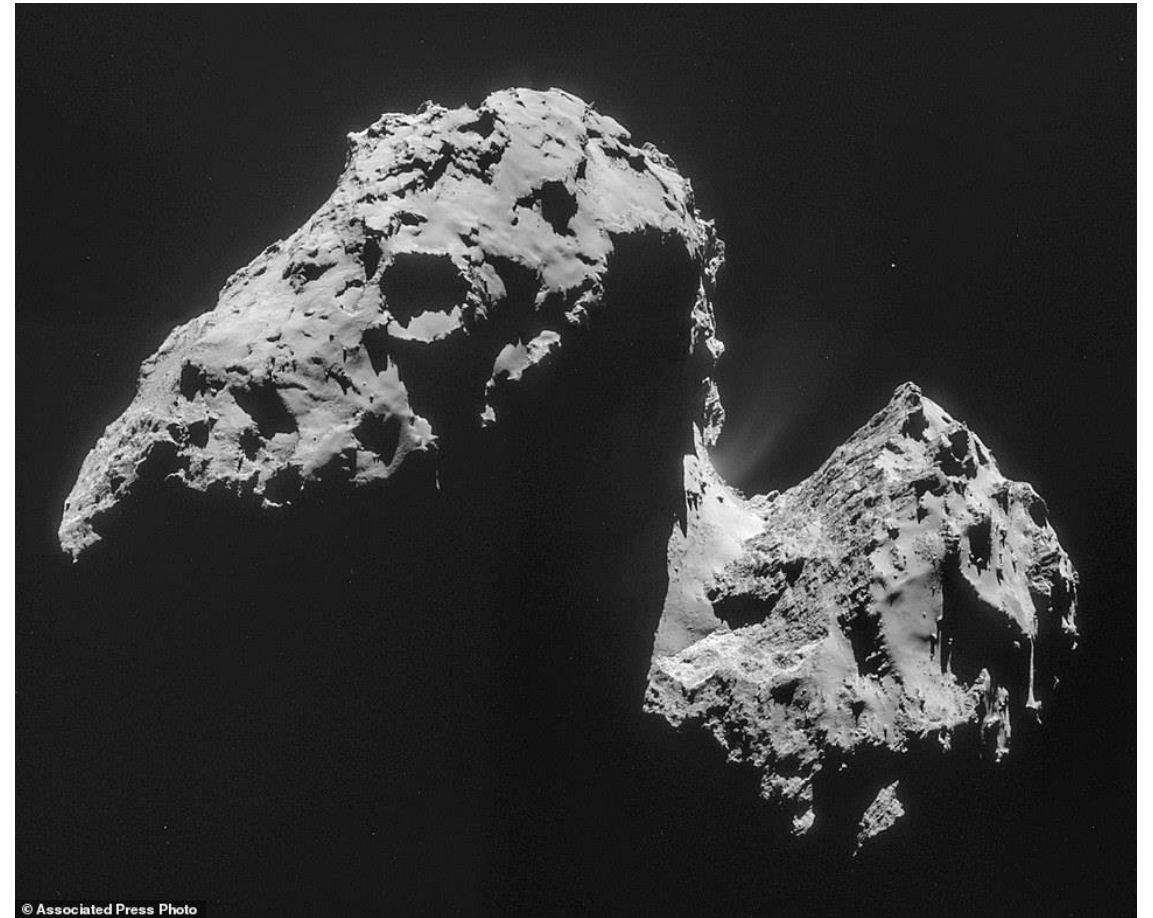
Кометы являются пористыми объектами, состоящими из льда (смесь воды и углекислого газа в твердом состоянии), пыли и пустот.

Масса пыли составляет 0,6 от массы кометы, а масса льда кометы 0,4 от массы кометы.

Средняя плотность кометы составляет 530 кг/м^3 , плотность льдов кометы 1000 кг/м^3 , а плотность пыли 3800 кг/м^3

- На фото КА Розетта: комета Чурюмова-Герасименко

Для решения задачи необходимо знать, как определяются объем, плотность и масса тел



1. Во сколько раз объем кометы больше объема её вещества (пыли и льда)?

Пусть V – объем всей кометы, $V_{\text{п}}$ – объем, занимаемый пустотами, $V_{\text{в}}$ – объем, занимаемый веществом. С соответствующими нижними обозначениями также введем массы m и плотности ρ . Определим отношение объема кометы к объему вещества кометы.

Объем вещества составляют объемы пыли и льда ($V_{\text{пыли}}$ и $V_{\text{льда}}$ соответственно), а значит

$$V_{\text{в}} = V_{\text{пыли}} + V_{\text{льда}} = \frac{m_{\text{пыли}}}{\rho_{\text{пыли}}} + \frac{m_{\text{льда}}}{\rho_{\text{льда}}}$$

Тогда получим

$$\frac{V}{V_{\text{в}}} = \frac{\frac{m}{\rho}}{\frac{m_{\text{пыли}}}{\rho_{\text{пыли}}} + \frac{m_{\text{льда}}}{\rho_{\text{льда}}}} = \frac{\frac{1}{\rho}}{\frac{m_{\text{пыли}}}{m} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{пыли}}} + \frac{m_{\text{льда}}}{m} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{льда}}}} = \frac{\frac{1}{530}}{0,6 \cdot \frac{1}{3800} + 0,4 \cdot \frac{1}{1000}} \approx 3.38 \text{ раз}$$

2. Во сколько раз отличаются объем пустот и объем вещества кометы?

Определим отношение между объемом пустот и объемом вещества. В силу того, что комета состоит из вещества и пустот,

$$V = V_B + V_{\Pi},$$

Отношение объема кометы к объему её вещества может быть выражено через отношение объема пустот к объему вещества, как

$$\frac{V}{V_B} = \frac{V_B + V_{\Pi}}{V_B} = \frac{V_{\Pi}}{V_B} + 1.$$

Это значит, что

$$\frac{V_{\Pi}}{V_B} = \frac{V}{V_B} - 1 \approx 3.38 - 1 = \mathbf{2.38 \text{ раз}}$$



3. Во сколько раз отличается объем пустот и объем всей кометы? Из чего в основном состоят кометы: из вещества или из пустот?

- Найдем отношение объема пустот кометы к объему всей кометы:

$$\bullet \frac{V_{\Pi}}{V} = \frac{V_{\Pi}}{V_{\Pi} + V_B} = \frac{1}{\left(\frac{V_{\Pi} + V_B}{V_{\Pi}}\right)} = \frac{1}{1 + \frac{V_B}{V_{\Pi}}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\left(\frac{V_{\Pi}}{V_B}\right)}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2.38}} \approx 0.70$$

Пустоты занимают 70% от всего объема кометы, а значит кометы в основном состоят из пустот.

Действительно, например, комета Чурюмова-Герасименко (на фото) по оценкам состоит примерно на 80% из пустот.

