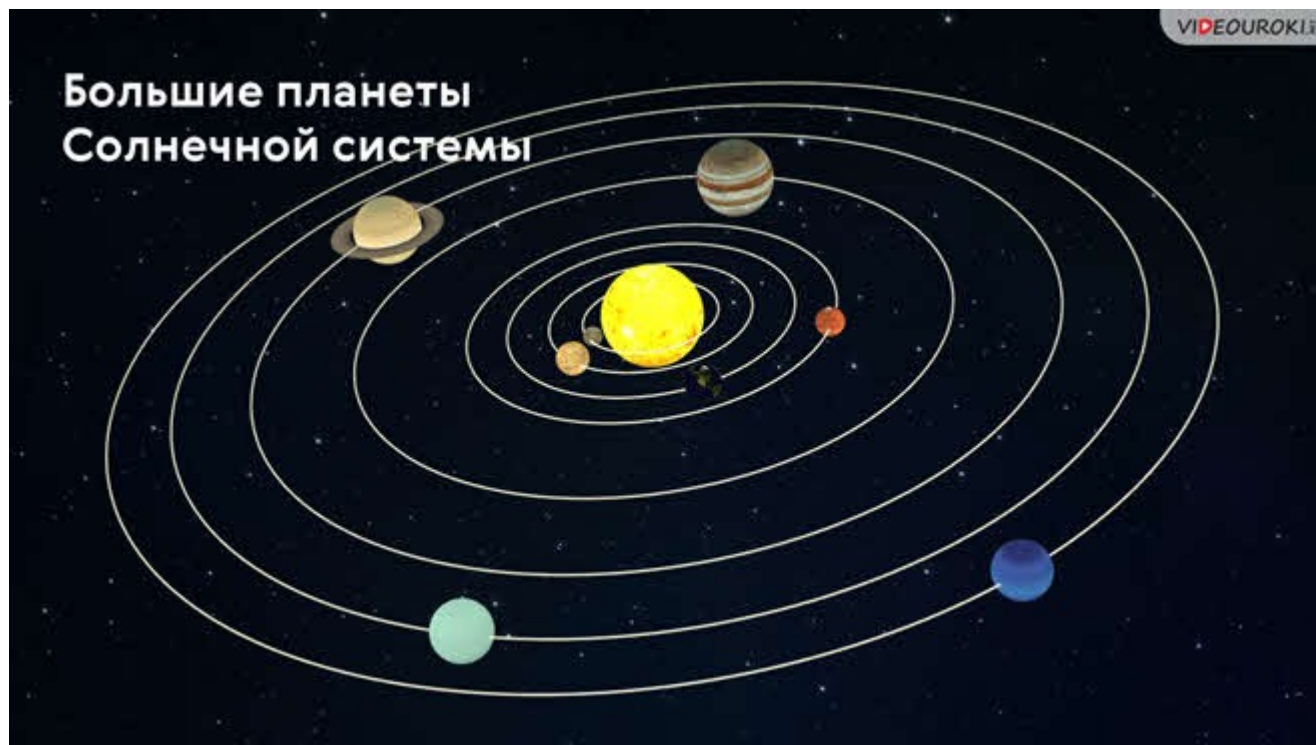


Конспект урока "Конфигурация планет. Синодический период"

Все вы хорошо знаете, что в нашей Солнечной системе, помимо Земли, принято выделять ещё 7 больших планет: Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Все они, как и наша планета, обращаются вокруг центрального тела нашей системы — Солнца. Все планеты Солнечной системы принято разделять на **нижние и верхние**.



Нижними называются планеты, орбиты которых расположены ближе к Солнцу, чем орбита Земли (это Меркурий и Венера).

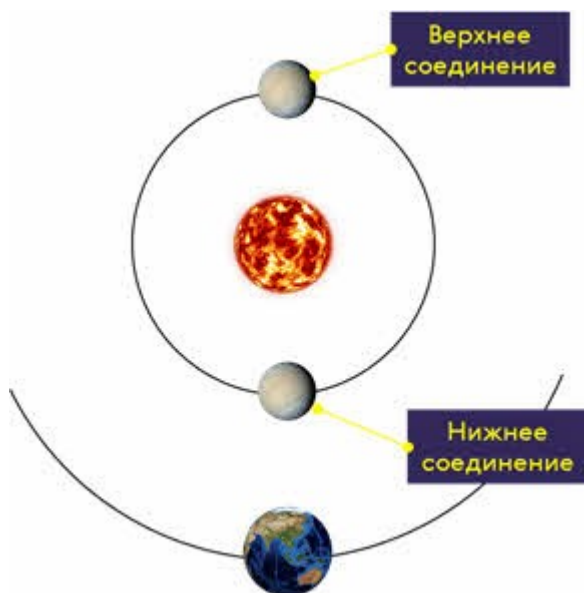
Следовательно, если орбита планеты будет находиться за орбитой Земли, то она будет называться **верхней** (это Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун).

Конечно же из-за разной удалённости от Солнца, а также различной орбитальной скорости, условия видимости всех планет с Земли меняются по-разному. Поэтому принято выделять некоторые характерные взаимные расположения планет, Земли и Солнца, которые называются **конфигурациями**.

Ясно, что условия видимости планеты в той или иной конфигурации зависят от её расположения по отношению к Солнцу, которое освещает планету, и Земли, с которой мы эту планету наблюдаем.

В связи с этим, например, для нижних планет выделяют **верхние и нижние соединения, а также элонгации**.

Соединением называется расположение небесных тел, при котором имеет место совпадение их долгот (обычно планет или планеты и Солнца), с точки зрения земного наблюдателя.

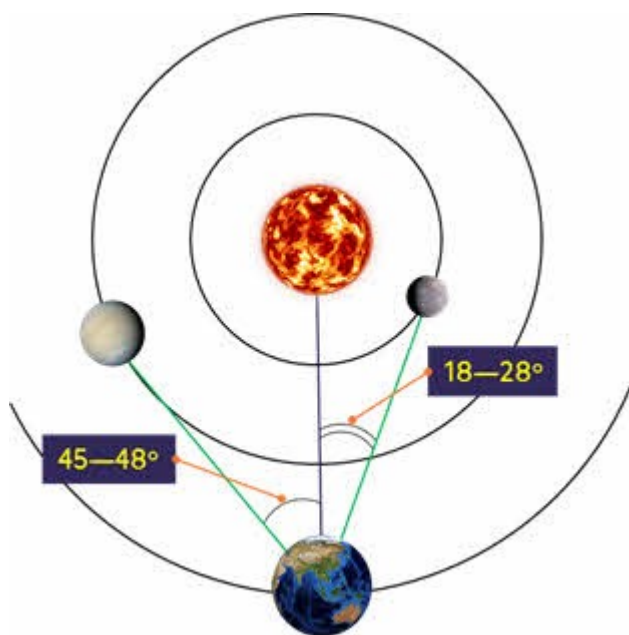


В нижнем соединении планета находится ближе всего к Земле. А в верхнем — наиболее удалена от неё.

При соединениях, как правило, планеты не видны, поскольку они прячутся либо за Солнцем, либо в его лучах.

Элонгацией называется такое положение планеты, при котором для земного наблюдателя её угловое расстояние от Солнца максимально.

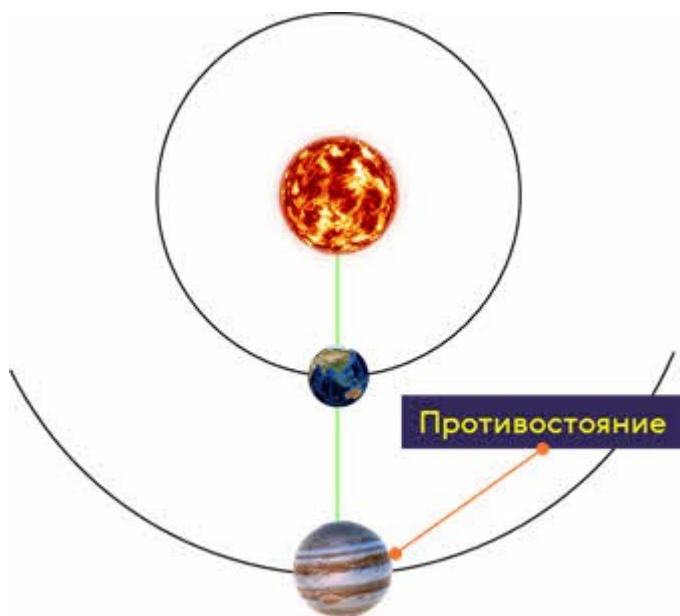
Из-за того, что орбиты планет не являются круговыми, наибольшие элонгации не имеют постоянного значения. Так у Венеры они колеблются в пределах от 45° до 48° градусов. А у Меркурия всего от 18° градусов до 28° . Так как Меркурий и Венера не отходят далеко от Солнца, то ночью они не видны.



При этом продолжительность их утренней или вечерней видимости не превышает четырёх часов для Венеры и полутора часов для Меркурия. Иногда Меркурий и вовсе не виден, так как его время восхода и захода приходится на светлое время суток.

Также принято различать **восточную и западную элонгации**. В восточной элонгации планету можно наблюдать на небе вечером после захода Солнца, а в западной — утром перед восходом Солнца.

Что касается верхних планет, то для них конфигурация несколько иная. Так, например, если планета находится вблизи точки, диаметрально противоположной Солнцу, то такая конфигурация называется **противостоянием**.



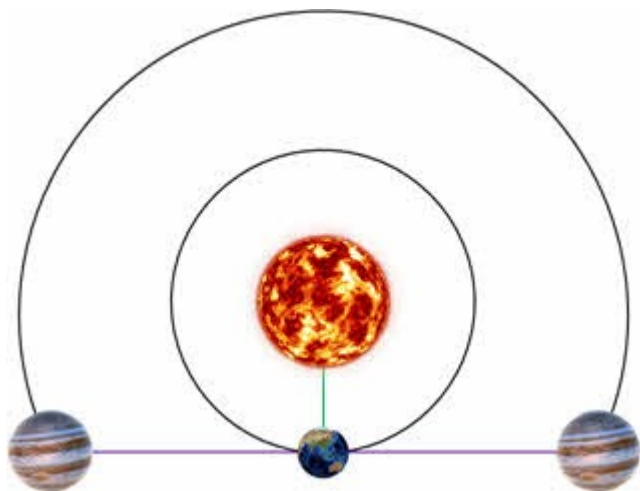
Это наиболее благоприятное время для наблюдения планеты, так как она располагается ближе всего к Земле и повернута к ней своей освещённой стороной. При этом её верхняя кульминация часто происходит около полуночи.

В **верхнем соединении** планета наиболее удалена от Земли и наблюдать её в это время невозможно, так как она теряется в лучах нашей звезды.



Внешняя планета может находиться на любом угловом расстоянии от Солнца (в пределах 0° — 180°). Но если угол между направлениями с Земли на верхнюю планету и на Солнце составляет 90° , то говорят, что планета находится в **квадратуре**.

Как и в случае с элонгацией, принято различать **западную** и **восточную квадратуры**.



В западной квадратуре восход планеты происходит где-то около полуночи. Соответственно в восточной квадратуре около полуночи планета заходит.

Конечно же из-за обращения всех планет вокруг Солнца их конфигурации периодически повторяются. А промежуток времени между двумя последовательными одноименными конфигурациями планеты (например, верхними соединениями) называется её **синодическим периодом**. Проще говоря, это промежуток времени, по истечении которого планета (или другое тело Солнечной системы) для наблюдателя с Земли возвращается в прежнее положение относительно Солнца.

Планета	Синодический период, лет
Меркурий	0,317
Венера	1,599
Марс	2,135
Юпитер	1,092
Сатурн	1,035
Уран	1,012
Нептун	1,006

Синодические периоды планет были рассчитаны ещё в глубокой древности, когда считалось, что все тела обращаются вокруг Земли. Однако мы уже знаем, что Земля не является неподвижным телом, а вместе с остальными планетами движется вокруг Солнца. Так вот, промежуток времени, в течение которого планета совершает один полный оборот вокруг Солнца по орбите относительно звёзд, называется **звёздным** или **сидерическим периодом обращения планеты**.

Часто, для простоты, сидерический период называют **годом**. К примеру, Земной год, Меркурианский год, Юпитерианский год и так далее.

Сидерический период обращения планеты вокруг Солнца с движущейся Земли определить невозможно, так как к его окончанию Земля успевает сместиться в новую точку

пространства, и проекция планеты на фон неподвижных звёзд также оказывается смещённой. Получится, что планета может не дойти либо перейти ту точку среди звёзд, откуда было замечено начало её движения. Но между синодическим (то есть видимым) и сидерическим (то есть истинным) периодами планет существует взаимосвязь. Установим её.

VIDEOUROKI

Взаимосвязь синодического и сидерического периодов

P — сидерический период обращения планеты.
 S — синодический период обращения планеты.
 T — сидерический период обращения Земли.

$n = \frac{360^\circ}{T}$ — среднее движение планеты.
 $n_0 = \frac{360^\circ}{P}$ — среднее движение Земли.

Для нижних планет: $P < T \Rightarrow n > n_0$.

Угловой путь Земли за S : $L_0 = n_0 S = \frac{360^\circ}{P} S$.

Угловой путь планеты за S : $L = 360^\circ + L_0$;
 $L = nS = \frac{360^\circ}{T} S$.

VIDEOUROKI

Взаимосвязь синодического и сидерического периодов

Угловой путь Земли за S : $L_0 = n_0 S = \frac{360^\circ}{P} S$.

Угловой путь планеты за S : $L = 360^\circ + L_0$;
 $L = nS = \frac{360^\circ}{T} S$.

$\frac{360^\circ}{T} S = 360^\circ + \frac{360^\circ}{P} S \quad | : 360^\circ S$

$\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{T}$ — уравнение синодического движения для нижних планет.

Уравнение синодического движения верхних планет можно получить аналогичными рассуждениями. Единственное отличие состоит в том, что их сидерический период обращения больше сидерического периода Земли. Поэтому для верхних планет уже Земля, забегая вперёд, совершает один оборот вокруг Солнца и догоняет планету.

Взаимосвязь синодического и сидерического периодов

$n = \frac{360^\circ}{T}$ — среднее движение планеты.

$n_0 = \frac{360^\circ}{P}$ — среднее движение Земли.

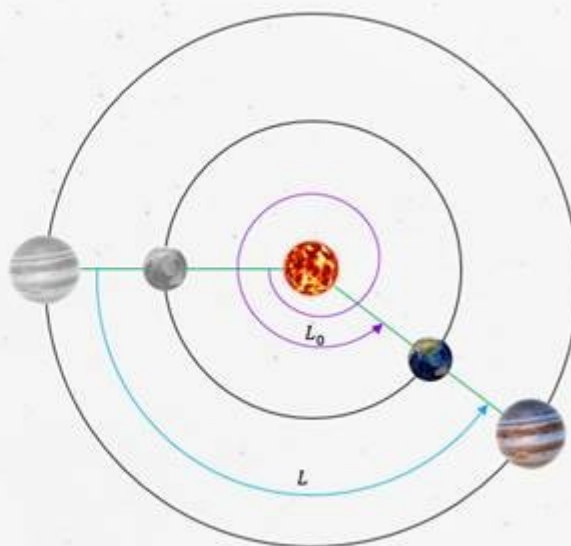
Для нижних планет: $P > T \Rightarrow n < n_0$.

Угловой путь Земли за S : $L_0 = 360^\circ + L = \frac{360^\circ}{P} S$.

Угловой путь планеты за S : $L = \frac{360^\circ}{T} S$.

$\frac{360^\circ}{P} S = 360^\circ + \frac{360^\circ}{T} S \quad | : 360^\circ S$

$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{P}$ — уравнение синодического движения для верхних планет.



Полученные нами два уравнения дают средние значения синодических периодов обращения планет. Не трудно увидеть, что, зная синодический период планеты, можно определить и её звёздный период обращения вокруг Солнца.

Для примера давайте определим звёздный период Меркурия, если известно, что его нижние соединения повторяются через 116 суток.

ДАНО

$S = 116$ сут

$T = 365$ сут

$P = ?$

РЕШЕНИЕ

Уравнение синодического движения для нижних планет: $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{T}$.

$\frac{1}{P} = \frac{1}{S} + \frac{1}{T} = \frac{T + S}{TS}$

Звёздный период Меркурия: $P = \frac{TS}{T + S}$.

$P = \frac{365 \text{ сут} \cdot 116 \text{ сут}}{365 \text{ сут} + 116 \text{ сут}} = \frac{42\,340 \text{ (сут)}^2}{481 \text{ сут}} \cong 88 \text{ сут.}$



ОТВЕТ: период обращения Меркурия вокруг Солнца составляет 88 сут.