**Тема «Конфигурации планет. Законы Кеплера»**

**Конфигурациями планет** называют характерные взаимные положения планет относительно Земли и Солнца

Конфигурации планет определяют расположение планет относительно Земли и Солнца и обусловливают их видимость на небе. Все планеты светятся отраженным солнечным светом, поэтому лучше всего видна та планета, которая находится ближе к Земле, при условии, если к нам повернуто ее дневное, освещенное Солнцем полушарие.

На рис. 1 изображено противостояние (ПС) Марса (М1), то есть такая конфигурация, когда Земля находится на одной прямой между Марсом и Солнцем. В противостоянии яркость планеты самая большая, потому что к Земле обращено все ее дневное полушарие.

Орбиты двух планет, Меркурия и Венеры, расположены ближе к Солнцу, чем Земля, поэтому в противостоянии они не бывают. В положении, когда Венера или Меркурий находятся ближе всего к Земле, их не видно, потому что к нам повернуто ночное полушарие планеты (рис. 1). Такая конфигурация называется нижним соединением с Солнцем В верхнем соединении планету тоже не видно, потому что между ней и Землей находится яркое Солнце.



*Рис. 1. Конфигурации Венеры и Марса. Противостояние Марса — планета находится ближе всего к Земле, ее видно всю ночь в противоположном от Солнца направлении. Венеру лучше всего видно вечером в восточную элонгацию слева от Солнца В1 и утром во время западной элонгации справа от Солнца В2*

Противостояние — планета видна с Земли целую ночь в противоположном от Солнца направлении

Элонгация — видимое с поверхности Земли угловое расстояние между планетой и Солнцем

Лучшие условия для наблюдения Венеры и Меркурия бывают в конфигурациях, называемых элонгациями. Восточная элонгация — это положение, когда планета видна вечером В1 слева от Солнца. Западная элонгация Венеры наблюдается утром, когда планета видна справа от Солнца в восточной части небосклона B2.

Условные обозначения: противостояние, планета видна всю ночь; сообщение с Солнцем, планета не видна; восточная элонгация, планета видна вечером в западной части горизонта; западная элонгация, планета видна утром в восточной части небосклона.

**Сидерический и синодический периоды обращения планет**

*Сидерический* период обращения определяет движение тел относительно звезд. Это время, за которое планета, двигаясь по орбите, совершает полный оборот вокруг Солнца (рис. 2).



*Рис. 2. Путь, соответствующий сидерическому периоду обращения Марса вокруг Солнца, изображен пунктиром синего цвета, синодическому — пунктиром красного цвета*

*Синодический* период обращения определяет движение тел относительно Земли и Солнца. Это промежуток времени, за который наблюдаются одни и те же последовательные конфигурации планет (противостояние, соединение, элонгация). На рис. 2 положения С—З1—М1 и С—32—М2 — два последовательных противостояния Марса.

Формулы, определяющие соотношение между сидерическим (звёздным) Т и синодическим периодами S планеты и периодом обращения Земли , выраженными в годах или сутках,

а) для внешней планеты формула имеет вид:



б) для внутренней планеты:



**Законы Кеплера**

При решении задач неизвестное движение сравнивается с уже известным путём применения законов Кеплера и формул синодического периода обращения.

**Первый закон Кеплера.** Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.



АО=ОВ большая полуось

Ближайшая к Солнцу точка А называется *перигелий*, наиболее удаленная В – *афелий*.

**Второй закон Кеплера**. Радиус-вектор планеты описывает в равные времена равные площади.



**Третий закон Кеплера**. Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:



Для определения масс небесных тел применяют **обобщённый третий закон Кеплера** с учётом сил всемирного тяготения:

,

где М1 и М2 -массы каких-либо небесных тел, а m1 и m2 - соответственно массы их спутников.

Обобщённый третий закон  Кеплера применим и к другим системам, например, к движению планеты вокруг Солнца и спутника вокруг планеты. Для этого сравнивают движение Луны вокруг Земли с движением спутника вокруг той планеты, массу которой определяют, и при этом массами спутников в сравнении с массой центрального тела пренебрегают. При этом в исходной формуле индекс надо отнести к движению Луны вокруг Земли массой , а индекс 2 –к движению любого спутника вокруг планеты массой . Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

,

где Тл и αл- период и большая полуось орбиты спутника планеты , М⊕ -масса Земли.

**Вариант I:**

***1. Ближайшую к Солнцу точку орбиты называют…***

А) Афелием;

Б) Перигелием;

В) Эксцентриситетом.

***3. Объясните с помощью закона Ньютона, почему спутники удерживаются на орбитах около своих планет.***

А) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие сложения двух движений – прямолинейного движения по инерции и движения к планете, вызываемого ее притяжением.

Б) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие прямолинейного движения по инерции.

В) На своей орбите около планеты спутник удерживается вследствие движения к планете, вызываемого ее притяжением.

***5. Как меняется значение скорости движения планеты при ее перемещении от перигелия к афелию?***

А) Уменьшается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она минимальна, а в афелии максимальна.

Б) Увеличивается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она максимальна, а в афелии минимальна.

В) Уменьшается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она максимальна, а в афелии минимальна.

***6. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?***

А) В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них испытывает со стороны других возмущения.

Б) В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них движется петлеобразно.

В) В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них практически имеет несколько спутников.

***7. Как зависят периоды обращения спутников от массы планет?***

А) Чем меньше масса, тем меньше периоды спутников.

Б) Чем больше масса , тем больше периоды спутников.

В) Чем больше масса, тем меньше периоды спутников.

***8. Как далеко от Солнца находится планета, если ее орбитальный период составляет 8 лет?*** (решение)

***9. Большая полуось орбиты Марса 1,5 а.е. Чему равен звездный период его обращения вокруг Солнца?*** (решение)

***10. Когда Земля (4 января) находится в перигелии, Солнце движется по небу с угловой скоростью 61' в сутки, а 4 июля, когда Земля в афелии, - 57' в сутки. Определите эксцентриситет земной орбиты.***

**Вариант II:**

***1. Наиболее удаленную к Солнцу точку называют…***

А) Афелием;

Б) Перигелием;

В) Эксцентриситетом.

***2. Наиболее удаленная к Земле точка орбиты Луны или какого-нибудь искусственного спутника Земли называется…***

А) Перигелием;

Б) Апогеем;

В) Перигеем.

***3. Что удерживает планеты на их орбитах вокруг Солнца?***

А) На орбитах вокруг Солнца планета удерживается вследствие сложения двух движений – прямолинейного движения по инерции и движения к планете, вызываемого ее притяжением.
Б) На орбитах вокруг Солнца планета удерживается вследствие сложения прямолинейного движения по инерции и движения по направлению к Солнцу под действием силы солнечного притяжения.
В) На своей орбите около Солнца планета удерживается вследствие прямолинейного движения по инерции.

***4. Как меняется значение скорости движения планеты при ее перемещении от афелия к перигелию?***

А) В афелии скорость планеты максимальная, затем она возрастает и в перигелии становится минимальной.
Б) В афелии скорость планеты минимальная, затем она возрастает и в перигелии становится максимальной.
В) В афелии скорость планеты минимальная, затем она возрастает и в перигелии становится равной нулю.
***5. Как происходит видимое движение планет?***

А) Планеты перемещаются петлеобразно.
Б) Планеты перемещаются по окружности.
В) Планеты перемещаются по эллипсу.

***6. В чем состояло уточнение Ньютоном третьего закона Кеплера?***

А) Во введении в формулу третьего закона Кеплера множителя, учитывающего суммарную массу Солнца и планеты.
Б) Во введении в формулу второго закона Кеплера множителя, учитывающего суммарную массу Солнца и планеты.
В) Во введении в формулу первого закона Кеплера множителя, учитывающего суммарную массу Солнца и планеты.
***7. При каких условиях движение небесных тел будет происходить в точности по законам Кеплера?***

А) Если в Солнечной системе одна планета.

Б) Если в Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них испытывает со стороны других возмущения.
В) В случае, если существуют лишь два взаимно притягивающихся тела.

***8. Большая полуось орбиты Юпитера 5 а.е. Каков звездный период его обращения вокруг Солнца?***

А) 11,5 года
Б) 29, 3 лет
В) 1, 86 лет

***9. Звездный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет 12 лет. Каково среднее расстояние Юпитера до Солнца?***

А) 5 а.е.
Б) 12,6 а.е.
В) 0,6 а.е.

***10. Комета Галлея имеет эксцентриситет е=0,967 и период обращения 76 лет. Определите большую полуось орбиты, перигельное и афельное расстояния кометы. Где расположен афелий кометы?***

**Ответы:**

***Вариант I: 1- Б; 2 – В;3 – А;4 – А;5 – В;6 – А;7 – В;8 - В;9 - В;***

***Вариант II: 1- А;2 – Б;3 – Б; 4 – Б;5 – А;6 – А;7 – В;8 – А; 9 - А;***

***Вариант I:***

***Решение задачи №8:***Согласно третьему закону Кеплера,***а³=Т², где а -***расстояние планеты от Солнца, Т – орбитальный период планеты в годах находится из наблюдений.

***а³=Т², а³=8² = 64, значит, а = = 4а.е.***

***Решение задачи №9:***Согласно третьему закону Кеплера,***а³=Т², где а -***расстояние планеты от Солнца, Т – орбитальный период планеты в годах находится из наблюдений.

***Т = Т =³ года = 1, 86 года.***

***Решение задачи №10:***Пусть в перигелии Vп = ***61'***в сутки, в афелии***Vа = 57'***в сутки; потретьему закону Кеплера и с учетом угловой скорости в афелии и перигелии имеем

***Vа² = G•M•(1 + e)/ a•( 1- e); Vп² = G•M•(1 - e)/ a•( 1 + e); Vа/ Vп = (1 - e)/ ( 1 + e);***определим перигельное***q = а(1 – е);***афельное***Q = а(1 +е);***

отсюда эксцентриситет земной орбиты***е = Vп – Vа/ Vп + Vа = 61-57/61+57 = 0,0338.***

***Вариант II:***

***Решение задачи №8:*** Согласно третьему закону Кеплера,***а³=Т², где а -***расстояние планеты от Солнца, Т – орбитальный период планеты в годах находится из наблюдений.

***а³=Т², значит, Т =³ года = 1, 86 года.***

***Решение задачи №9:***Если принять расстояние Земли от Солнца и период обращения за 1, то по третьему закону Кеплера ***а =² = 5 а.е.***

***Решение задачи №10:*** Используя третий закон Кеплера значение большой полуоси Земной орбиты, определяем перигельное **q** и афельное **Q** расстояния; где **а** для Земли **1а.е., Тз** земли **1 год, Тг = 76 лет.**

**T²/Tз² = а³/aз³; а =  = 17,942 а.е.**

**q = а (1 - е) = 17,942(1 – 0, 967) = 0, 592 а.е.**

**Q = а(1 + е) =** **17,942(1 + 0, 967) = 35,292 а.е.**

**Литература:**

1. Б.А. Воронцов-Вильяминов, Е.К. Страут; «Астрономия», Издательство «Дрофа».

2. Левитан Е.П., 2Астрономия», М.: «Просвещение»,1994.

3. Малахова Г.И, Страут Е.К., «Дидактический материал по астрономии», М.: «Просвещение»,1989.

4. Моше Д.:»Астрономия»: Кн. для учащихся. Перевод с англ./Под ред. А.А. Гурштейна;

М.: Просвещение.

5. Тульчинский М.Е. «Занимательные задачи - парадоксы и софизмы по физике», М.: «Просвещение».

6. Перельман Я. И. «Занимательная астрономия», - Д.: ВАП, 1994.

7. Тихомирова С.А., «Физика» 11 класс, М.: Мнемозина, 2008.

8. Шеффер О.Р., Шахматова В.В., «Методика изучения астрономии в курсе физики основной и средней(полной) школе»; Челябинск, Издательство: ИИУМЦ «Образование», 2010.