

Практическая работа №7

Применение законов Кеплера при решении задач.

Цель работы: Освоить методику решения задач, используя законы движения планет.

Средства обучения: методические рекомендации по выполнению практических работ, калькулятор.

Место проведения: учебная аудитория.

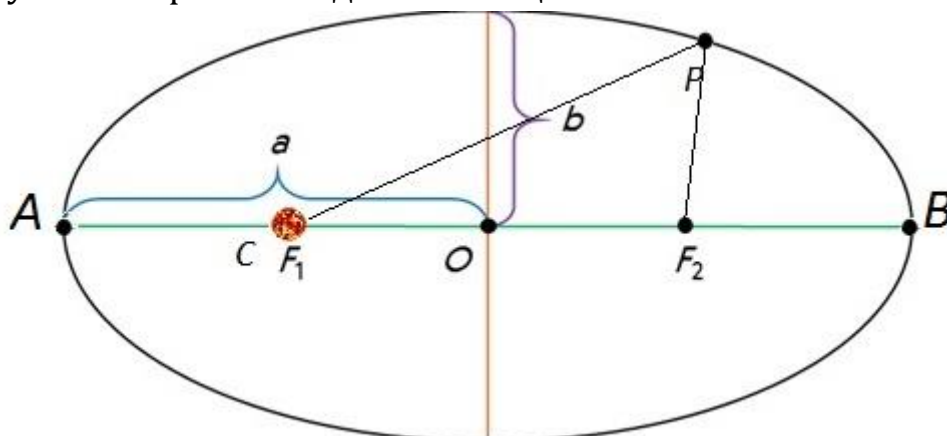
Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

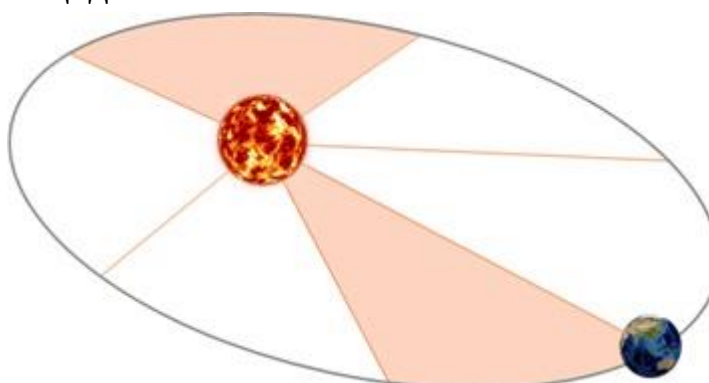
Краткие теоретические сведения

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.



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:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

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

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где M_1 и M_2 -массы каких-либо небесных тел, а m_1 и m_2 -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 $M_\oplus$, а индекс 2 –к движению любого спутника вокруг планеты массой M_p . Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

$$M_p = \frac{T_L^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_L^3} \cdot M_\oplus,$$

где T_L и a_L - период и большая полуось орбиты спутника планеты , $M_\oplus$ -масса Земли.

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

а) для внешней планеты формула имеет вид:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T}$$

б) для внутренней планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus}$$

Задания для аудиторной работы

1. За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

2. Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

Задания для самостоятельной работы

Вариант 1

Часть А

За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

Часть В

1. Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты

2. Марс дальше от Солнца, чем Земля, в 1.5 раза. Какова продолжительность года на Марсе? Орбиты планет считать круговыми.

Часть С

Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

Часть А

Синодический период планеты 500 суток. Определите большую полуось её орбиты.

Часть В

1. Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

2. Звёздный период обращения Юпитера вокруг Солнца $T=12$ лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца

Часть С

Определите массу планеты Уран (в массах Земли), если известно, что спутник Урана Титания обращается вокруг него с периодом 8,7 сут. на среднем расстоянии 438 тыс. км. для луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

Контрольные вопросы:

1. Сформулировать третий закон Кеплера
2. Что такое афелий?
3. Что такое перигелий