

АСТРОНОМИЯ

КОНСПЕКТЫ УРОКОВ





Урок 11
ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ
РАБОТЕ

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

13 ДЕКАБРЯ 2017

ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ «НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА»

- ЧТО ИЗУЧАЕТ НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА?
- ЧТО ТАКОЕ ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПАРАЛЛАКС?
- ПО КАКИМ ОРБИТАМ ВРАЩАЮТСЯ ПЛАНЕТЫ (1-Й ЗАКОН КЕПЛЕРА)
- В КАКОЙ ТОЧКЕ ЭЛЛИПСА РАСПОЛОЖЕНО СОЛНЦЕ?
- В ЧЕМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ 2-Й ЗАКОН КЕПЛЕРА?
- СФОРМУЛИРОВАТЬ 3-Й ЗАКОН КЕПЛЕРА (БЕЗ УЧЕТА МАСС ПЛАНЕТ)
- ЧТО ТАКОЕ 1-Я КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ, ФОРМУЛА?
- ЧТО ТАКОЕ 2-Я КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ, ФОРМУЛА?
- ЧЕМУ РАВНА 1-Я КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ ДЛЯ ЗЕМЛИ?
- ЧЕМУ РАВНА 2-Я КОСМИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ ДЛЯ ЗЕМЛИ?
- ПО КАКОЙ ОРБИТЕ У ЗЕМЛИ (ВИД КРИВОЙ) БУДЕТ ДВИГАТСЯ ТЕЛО, ЕСЛИ ЕМУ СООБЩИТЬ СКОРОСТЬ 12 КМ/С?

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

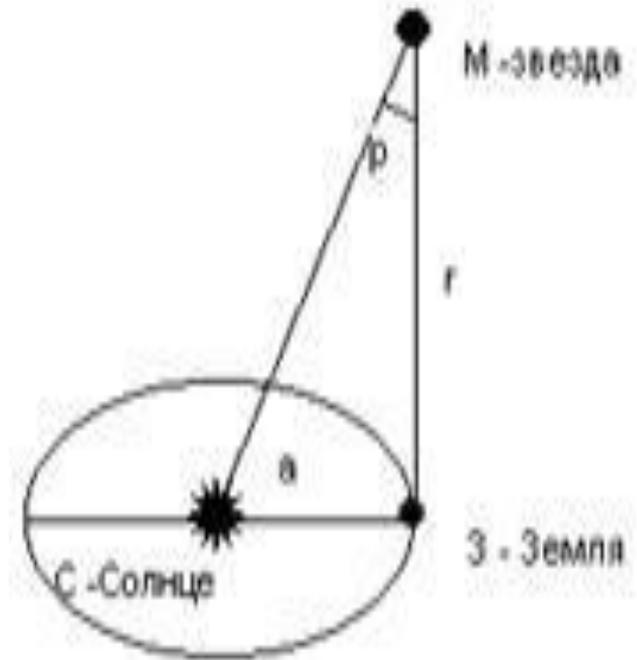
- ▶ 1. *ОПРЕДЕЛИТЬ ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПАРАЛЛАКС ЗВЕЗДЫ РОСС 128 В СОЗВЕЗДИИ ДЕВЫ РАСПОЛОЖЕННОЙ В 11 СВЕТОВЫХ ГОДАХ ОТ СОЛНЦА.*

▶ РЕШЕНИЕ:

▶ ФОРМУЛА ПАРАЛЛАКСА :

$$\sin \rho = a/r, \text{ при малых углах } \rho \approx a/r$$

- ▶ 1 СВЕТОВОЙ ГОД = 63241 а.е.
- ▶ Радиус Земной орбиты $a = 1$ а.е.
- ▶ $\rho \approx a/r \approx 1/(11*63241) \approx 1/695651 \approx 1,4*10^{-6}$ рад.
- ▶ $1 \text{ рад} \approx 57,297^\circ \approx 3437,84' \approx 206271''$
- ▶ В секундах дуги параллакс звезды РОСС 128 равен: $\rho \approx 1,4*10^{-6} \text{ рад} * 206271'' \approx 0,29''$



На практике решается обратная задача – по измеренному параллаксу вычисляется расстояние до звезды.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

- ▶ 1. НАЙТИ СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПЕРИОДОМ ОБРАЩЕНИЯ ВОКРУГ СОЛНЦА И РАЗМЕРОМ БОЛЬШОЙ ПОЛУОСИ ОРБИТЫ ДЛЯ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

- ▶ РЕШЕНИЕ:

В соответствии с 3-м законом Кеплера: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, заменяем величины периода обращения Земли на 1 год, а размер большой полуоси земной орбиты на 1 а.е., получаем:

- ▶ $\frac{1^2}{T_2^2} = \frac{1^3}{a_2^3}$, откуда получаем $a^3 = T^2$, или $\frac{a^3}{T^2} = 1$

- ▶ *Таким образом, отношение куба большой полуоси орбиты объектов солнечной системы, вращающихся вокруг Солнца (выраженное в астрономических единицах), к квадрату периода их обращения (выраженному в земных годах) равно единице!*

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

- ▶ 1. Рассчитать период обращения (в земных годах), кометы, большая полуось орбиты которой равна 17,83 а.е.

- ▶ **РЕШЕНИЕ:**

В соответствии с 3-м законом Кеплера: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, заменяем величины периода обращения Земли на 1 год, а размер большой полуоси земной орбиты на 1 а.е., получаем:

- ▶ $\frac{1^2}{T_2^2} = \frac{1^3}{a_2^3}$, откуда получаем $a^3 = T^2$, или $T = \sqrt{a^3}$
- ▶ Подставляя $a^3 = 17,83^3 = 5668,3$ и извлекая корень, получаем:
- ▶ $T = 75,3$ года
- ▶ Приблизительно такой период обращения имеет знаменитая комета Галлея.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

- ▶ 1. Рассчитать на каком среднем расстоянии от Солнца (в астрономических единицах) , находится орбита Юпитера, если период его обращения равен 11,86 года, а эксцентриситет орбиты близок к 0.

▶ РЕШЕНИЕ:

В соответствии с 3-м законом Кеплера: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, заменяем величины периода обращения Земли на 1 год, а размер большой полуоси земной орбиты на 1 а.е., получаем:

- ▶ $\frac{1^2}{T_2^2} = \frac{1^3}{a_2^3}$, откуда получаем $a^3 = T^2$, или $a = \sqrt[3]{T^2}$
- ▶ Подставляя $T^2 = 11,86^2 = 140,66$ и извлекая кубический корень, получаем:
- ▶ $a = 5,2$ а.е.
- ▶ Табличное значение для орбиты Юпитера $a = 5,2043$ а.е. При этом – перигелий = 4,95 а.е.; афелий = 5,46 а.е.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

- ▶ 1. Вычислить 1-ю космическую скорость для поверхности Луны. ($M = 1/81$ Земли , $R = 1737$ Км = $0,273$ Земного)

- ▶ РЕШЕНИЕ:

Формула 1-й космической скорости: $v_1 = \sqrt{\frac{G*M}{R_3+h}}$, для Земли она составляет

$$v_1 \approx 7,9 \text{ Км/с}$$

- ▶ Отношение 1-й космической скорости для Земли к 1-й космической скорости Луны можно выразить, как $\frac{v_{\text{земли}}}{v_{\text{луны}}} = \sqrt{\frac{G*M_{\text{земли}}*R_{\text{луны}}}{R_{\text{земли}}*G*M_{\text{луны}}}}$, подставив массу и радиус Луны, получаем:

- ▶ $\frac{v_{\text{земли}}}{v_{\text{луны}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{земли}}*81*0,273*R_{\text{земли}}}{R_{\text{земли}}*M_{\text{земли}}}} = \sqrt{22,113} = 4,7$

- ▶ Находим $v_{\text{луны}} \approx 7,9/4,7 \approx 1,68$ км/с

- ▶ Аналогично, по формуле $v_2 = v_1 * \sqrt{2}$, можно вычислить и 2-ю космическую скорость.

- ▶ Табличное значение для Луны: $v_1 = 1,68$ км/с $v_2 = 2,38$ км/с

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:



▶ $\sin \rho = a/r$, при малых углах $\rho \approx a/r$

▶ $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad \frac{a^3}{T^2} = 1$

▶ $v_1 = \sqrt{\frac{G*M}{R_3 + h}}, \quad v_2 = v_1 * \sqrt{2}$

▶ 1 СВЕТОВОЙ ГОД = 63241 а.е.

▶ Радиус Земной орбиты $a = 1$ а.е.

▶ 1 рад = $360^\circ / 2\pi = 57,2958^\circ$