

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет физики

Домашнее задание

Введение в астрофизику, неделя 2

Задание выполнил студент 3 курса  
Захаров Сергей Дмитриевич



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Москва  
2020

## Задача 1

Орбитальная скорость Земли 30 км/с. Считая, что Юпитер в 5.2 раз дальше, оцените его орбитальную скорость.

### Решение

Орбиты планет будем считать круговыми (эксцентриситеты реальных говорят, что можно). В таком случае, чтобы оценить скорость Юпитера, необходимо найти период его обращения. Воспользуемся III законом Кеплера:

$$\frac{T_{\odot}^2}{T_{\text{ж}}^2} = \frac{a_{\odot}^3}{a_{\text{ж}}^3} \Rightarrow T_{\text{ж}} = T_{\odot} \left( \frac{a_{\text{ж}}}{a_{\odot}} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

С учетом формы орбиты, получим выражение для скорости:

$$v = \frac{2\pi a}{T} \Rightarrow v_{\text{ж}} = v_{\odot} \frac{a_{\text{ж}}}{a_{\odot}} \frac{T_{\odot}}{T_{\text{ж}}} = \boxed{v_{\text{ж}} = v_{\odot} \sqrt{\frac{a_{\odot}}{a_{\text{ж}}}} \approx 13.16 \text{ км/с}} \quad (2)$$

## Задача 2

Две системы. В первой вокруг звезды с массой Солнца вращается легкая планета. Во второй на такой же по размеру орбите вращается вторая звезда с массой Солнца. Как будут отличаться орбитальные периоды тел в двух системах?

### Решение

В случае легкой планеты будем пренебрегать ее массой. С учетом того, что во втором случае «на орбите» находится вторая звезда с такой же массой, а фразу «на такой же по размеру орбите» будем все же понимать так, что расстояние между звездами во втором случае равно расстоянию от звезды до планеты в первом, реальная полуось будем равна  $a_2 = 0.5a_1$ , где  $a_1$  — полуось орбиты легкой планеты в силу того, что звезды будут вращаться вокруг общего центра масс, который в силу симметрии задачи находится на середине отрезка, соединяющего их.

Согласно обобщенному закону Кеплера (в случае легкой планеты пренебрежем ее массой):

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot \frac{M}{M+M} = \frac{a_1^3}{a_2^3} = 2^3 \Rightarrow \boxed{\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2^4} = 4} \quad (3)$$

## Задача 3

В результате миграции планета приблизилась к звезде вдвое. Во сколько раз изменился орбитальный период?

### Решение

Согласно III закону Кеплера:

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \quad (4)$$

---

Если планета приблизилась вдвое, то  $a_1 = 2a_2$ . В таком случае получаем, что:

$$\boxed{\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}} \approx 0.354} \quad (5)$$