

# ФИЗИКА ЗЕМЛИ И АТМОСФЕРЫ



# Лекция 1.

ЗЕМЛЯ

КАК КОСМИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

---

# Содержание

---

**1.1. Движение тел в гравитационном поле**

**1.2. Солнечная система**

**1.3. Параметры Земли**

---

# **1.1. Движение тел в гравитационном поле**

# закон всемирного тяготения

---

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$$

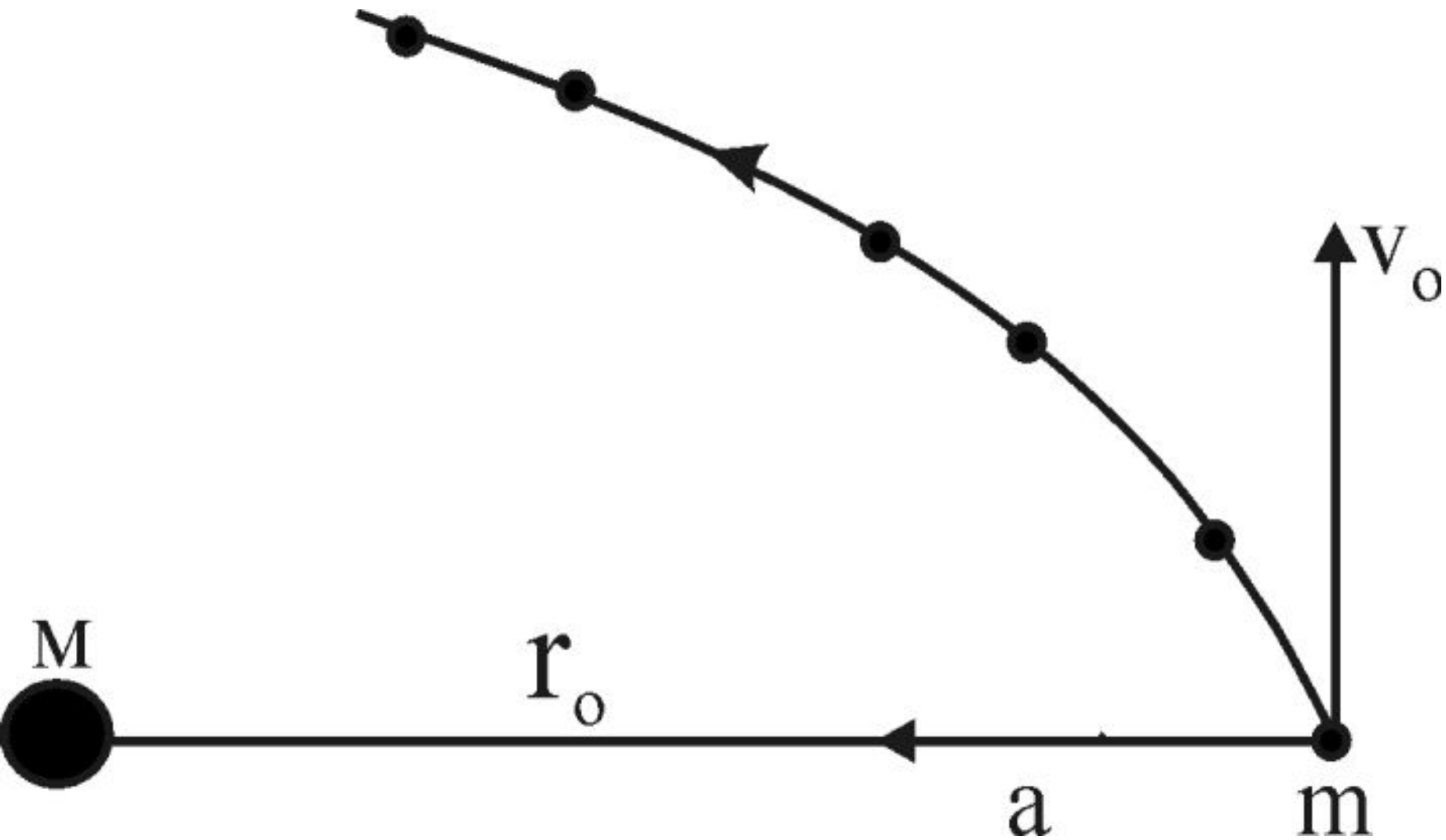


Рис. 1.1. Криволинейное движение тела  $m$  в гравитационном поле  $M$

$$v_0^2 = kG \frac{(m + M)}{r}$$

## Частные случаи

---

Если  $k < 1$ , тело  $m$  упадёт на тело  $M$ .

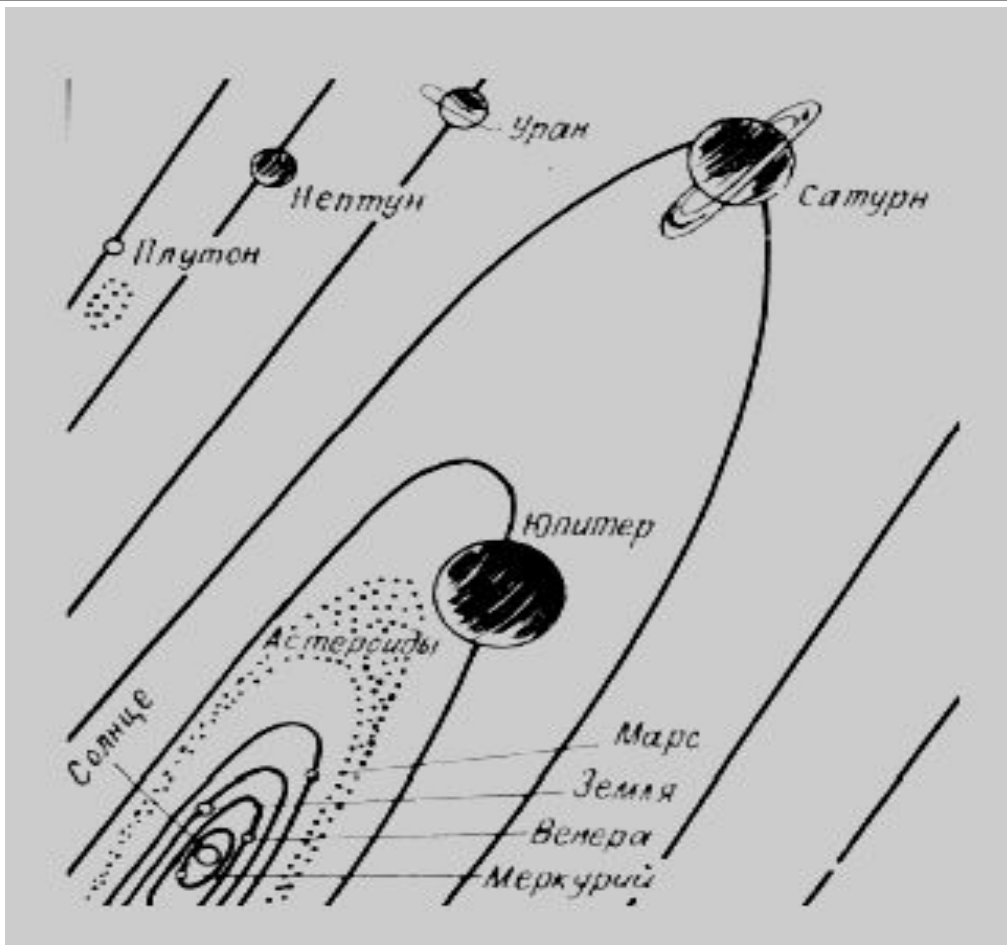
Если  $k = 1$ , то тело  $m$  движется по круговой орбите вокруг тела  $M$ .

Если  $1 < k < 2$ , то тело движется по замкнутой эллиптической орбите, степень вытянутости которой определяется значением  $k$

Если  $k \geq 2$ , то тело движется по разорванным параболическим ( $k = 2$ ) или гиперболическим ( $k > 2$ ) траекториям.



# СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА



# Закономерности движения планет

---

*1) Все планеты обращаются по слабо вытянутым эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которых находится Солнце. Орбиты лежат в одной плоскости – плоскости эклиптики.*

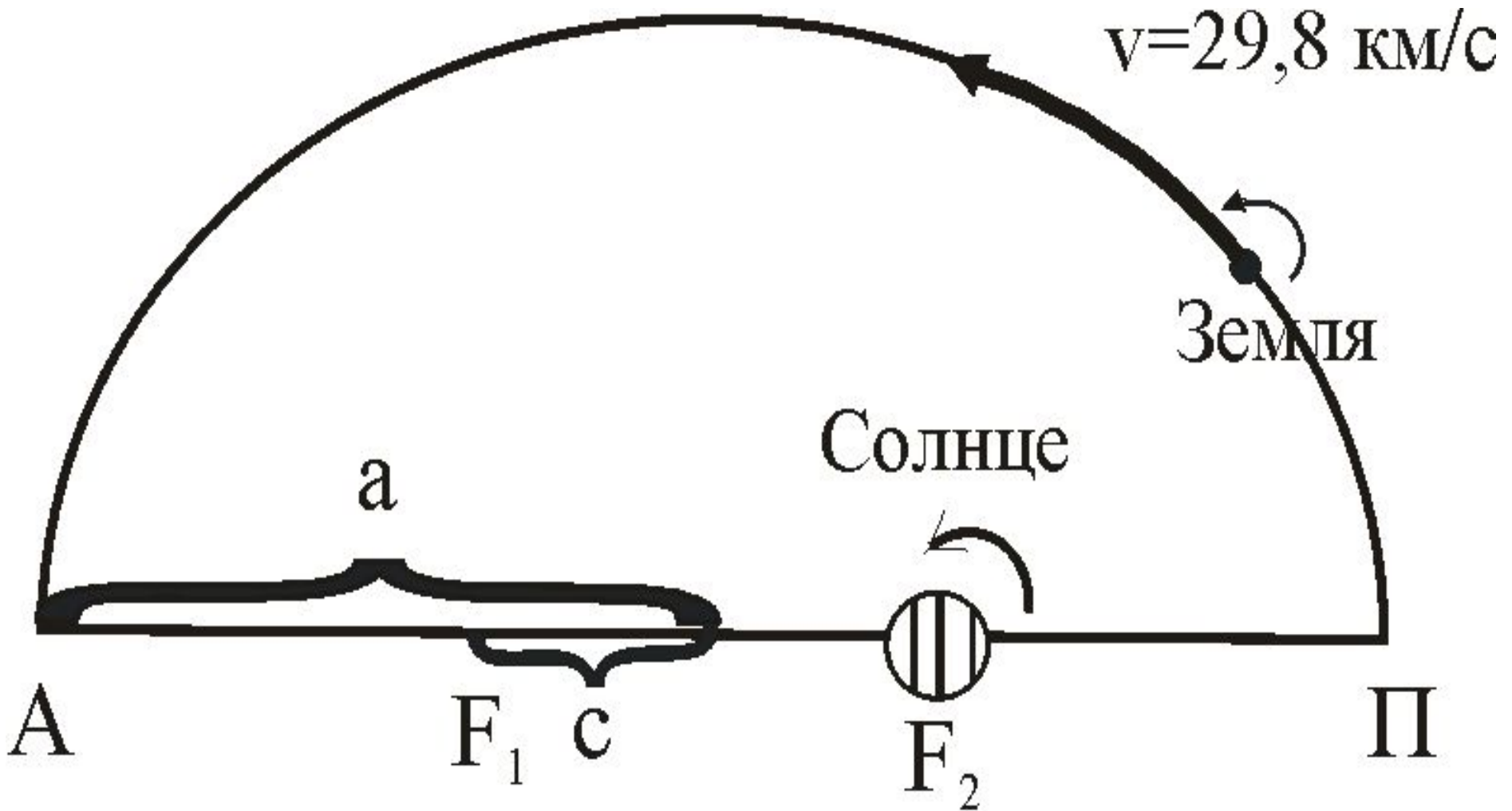


Рис. 1.3. Орбита Земли:  
А - афелий, П - перигелий,  $F_1$ ,  $F_2$  –фокусы

## Закон Тициуса-Бодде

---

$$a_n \cong 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$$

# оценочные размеры орбит в а.е.

$n$	$a_n$	планета
$-\infty$	0,4	Меркурий
0	0,7	Венера
1	1	Земля
2	1,6	Марс
3	2,8	поле астероидов
4	5,2	Юпитер и т.д.

*Закон Тициуса-Бодде отражает резонансность*  
*Солнечной системы, которая заключается не только в соразмерности планетных орбит, но и в согласованности периодов обращения по орбите и периодов вращения вокруг оси.*

Резонансность Солнечной системы является следствием и признаком её зрелости.

## Закономерности движения планет:

---

*2) В каждый интервал времени произведение скорости планеты на расстояние до Солнца остаётся постоянным.*

Закономерности движения планет:

**3) Массы планет, периоды их обращения по орбитам и размеры орбит взаимосвязаны.**

$$\frac{M_c + m_1}{M_c + m_2} = \left( \frac{a_1}{a_2} \right)^3 \cdot \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^2$$



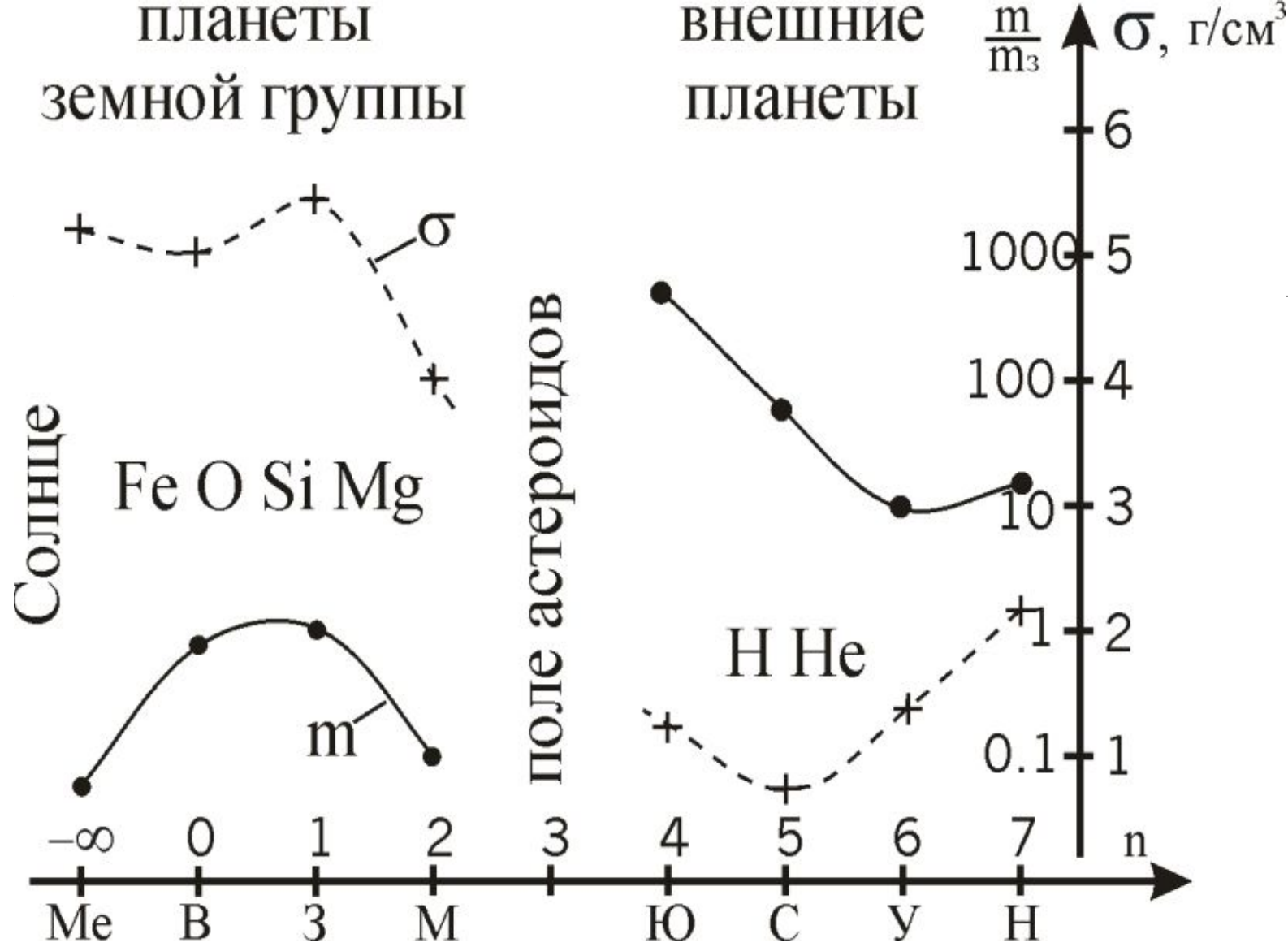


Рис.1.4. Распределение масс планет и плотностей планетного вещества в Солнечной системе:  $n$  – показатель; Me – Меркурий, В - Венера, 3 – Земля, М – Марс, Ю – Юпитер, С – Сатурн, У – Уран, Н – Нептун

# *Принцип гравитационной неустойчивости Джинса:*

---

*По причине всемирного тяготения  
материя не может быть распределена с  
постоянной плотностью в сколь угодно  
большом объёме*

# Гипотезы образования Солнца и планет

---

- 1) Гипотеза Канта – Лапласа: Солнце и планеты образовались одновременно из протосолнечной туманности;
- 2) Гипотеза О.Ю.Шмидта: Солнце захватило рой протопланетных частиц, которые вращались в неизменной плоскости и имели различные моменты движения.
- 3) Гипотеза У.Х. Мак-Крея: рождение планетной системы обязано образованию звезды.

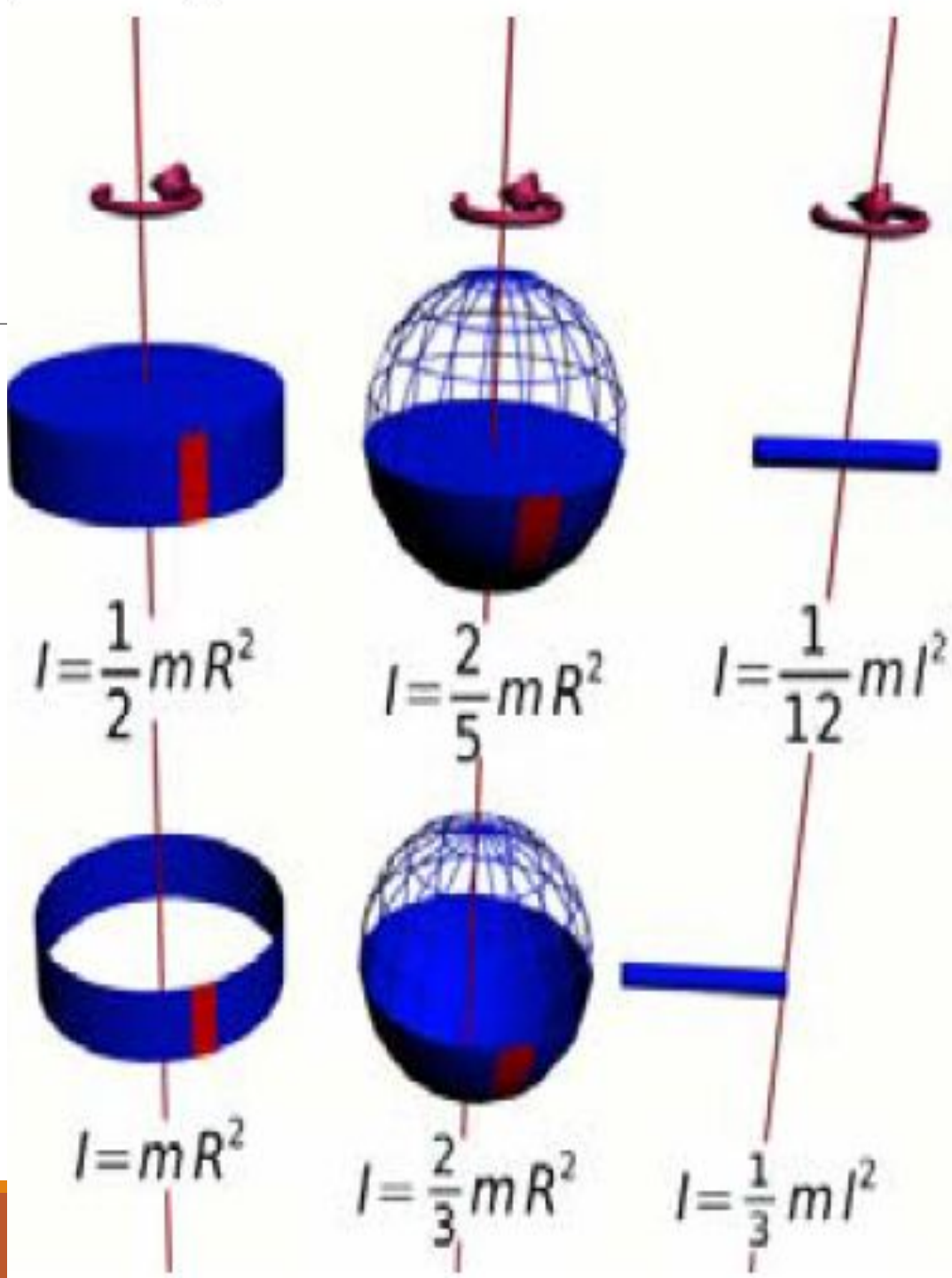
## Закономерности движения планет

---

*4) Эволюция космических тел определяется массой, которую они приобрели при образовании:* чем больше масса космического тела, тем больше у неё возможности к эволюции (гравитационной расслоенности)

# Момент инерции

$$J = i \cdot m \cdot R^2$$



# Частные случаи:

---

Если  $i > 0,4$ , то массы сконцентрированы к периферии.

Если  $i = 0,4$ , то массы распределены по сфере равномерно.

Если  $i < 0,4$  массы сконцентрированы к центру, и тем больше, чем меньше значение  $i$ .

# Момент инерции Земли

---

Момент инерции определяют по величине **прецессии** земной оси,  
постоянная прецессии  $H=(C-A)/C = 0.0032732$ ,

где  $C$  – полярный,  $A$  – экваториальный момент инерции Земли

Экспериментально определенный момент инерции Земли  $I_E$  *меньше*, чем момент инерции  $I_0$  *однородного шара* такого же размера и массы:

$$I_E = 8.07 \cdot 10^{37} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 0.3308 MR_E^2 = 0.83 I_0 \rightarrow \text{плотность внутри Земли } \text{возрастает}.$$

# Для существования жизни на планете (биосферы) необходимы:

---

- достаточно большая масса планеты для её расслоения с образованием ядра, коры и атмосферы и для удержания атмосферы;
- оптимальное расстояние от звезды для обогрева;
- достаточно быстрое вращение планеты для смены дня и ночи и для генерации ядром магнитного поля, экранирующего планету от звёздного излучения.



# ПАРАМЕТРЫ ЗЕМЛИ

---

- Экваториальный радиус,  $a = 6378,16$  км
- Полярный радиус,  $c = 6356,16$  км
- Средний радиус,  $r = 6371,03$  км
- Сжатие Земли  $\alpha = 3,3529 \cdot 10^{-3}$
- Площадь поверхности  $S = 5,1 \cdot 10^{14}$  м<sup>2</sup>
- Объём –  $1,0832 \cdot 10^{21}$  м<sup>3</sup>
- Масса Земли –  $5,976 \cdot 10^{24}$  кг
- Средняя плотность  $\sigma = 5,518$  г/см<sup>3</sup>

# Параметры Земли

---

- Среднее расстояние от Земли до Луны –  $3,844 \cdot 10^5$  км
- Отношение массы Земли к массе Луны – 81,303
- Масса атмосферы –  $5,1 \cdot 10^{18}$  кг
- Масса океанов –  $1,4 \cdot 10^{21}$  кг
- Масса земной коры –  $2,4 \cdot 10^{22}$  кг
- Масса мантии –  $4,1 \cdot 10^{24}$  кг
- Масса ядра –  $1,9 \cdot 10^{27}$  кг

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ.**

