

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

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

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

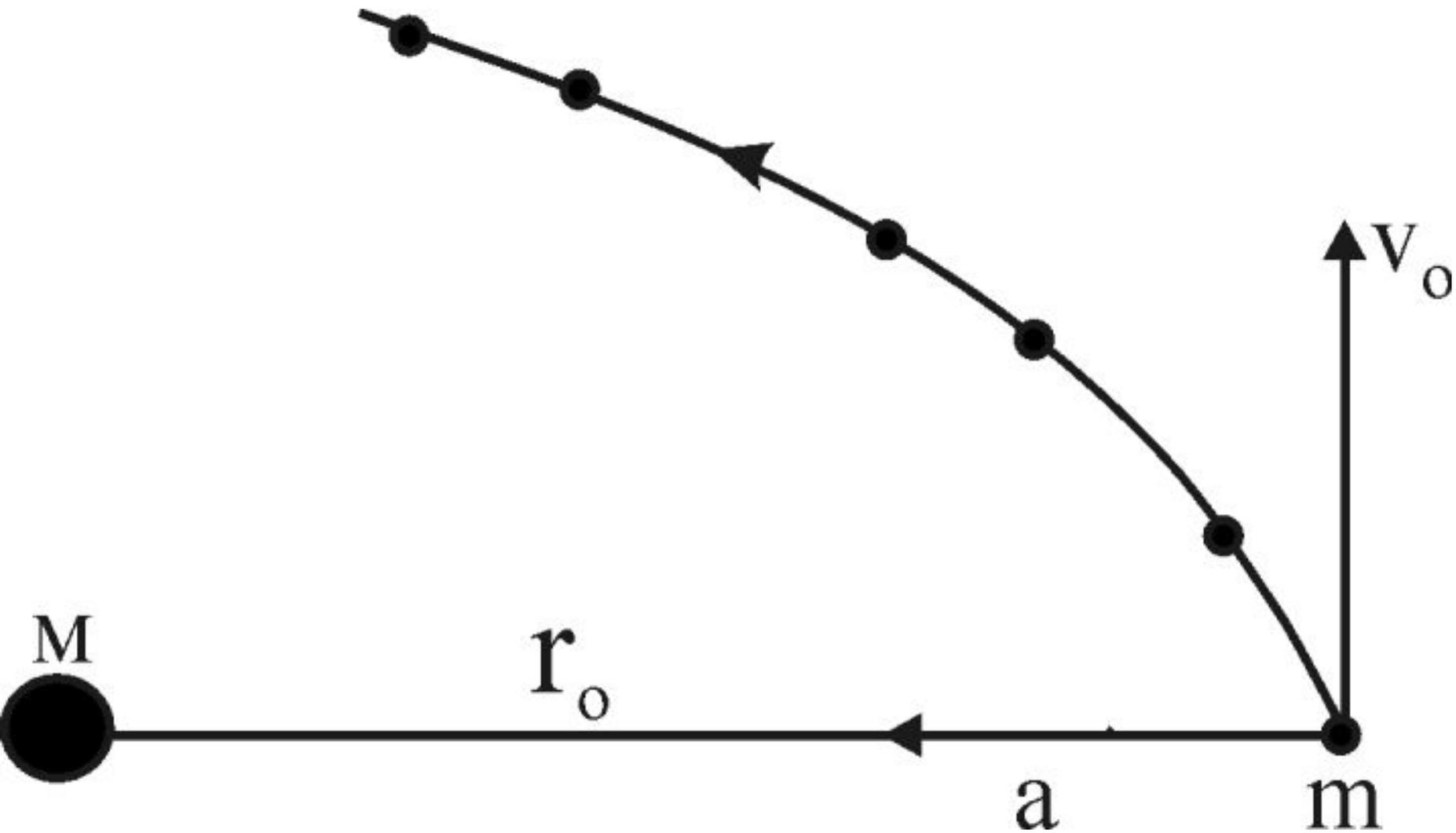


Рис. 1.1. Криволинейное движение тела m
в гравитационном поле M

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

Частные случаи

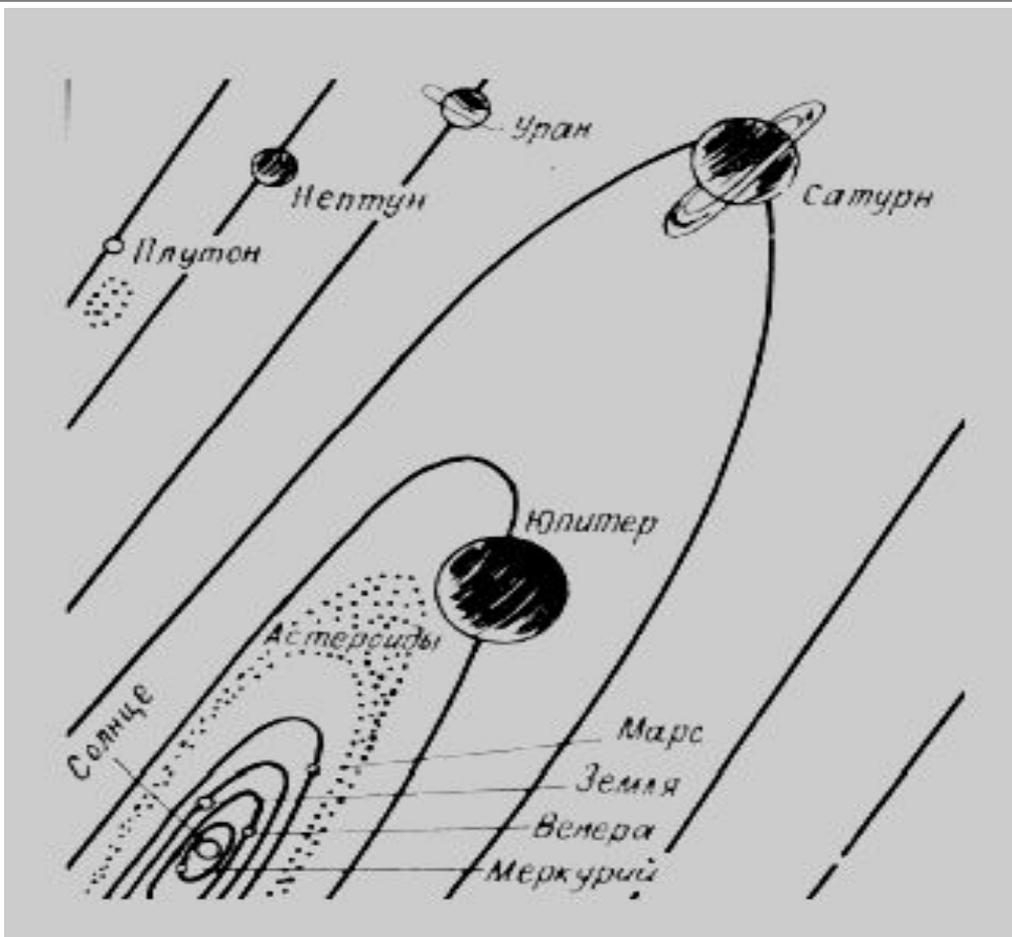
Если $k < 1$, тело m упадёт на тело M .

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.

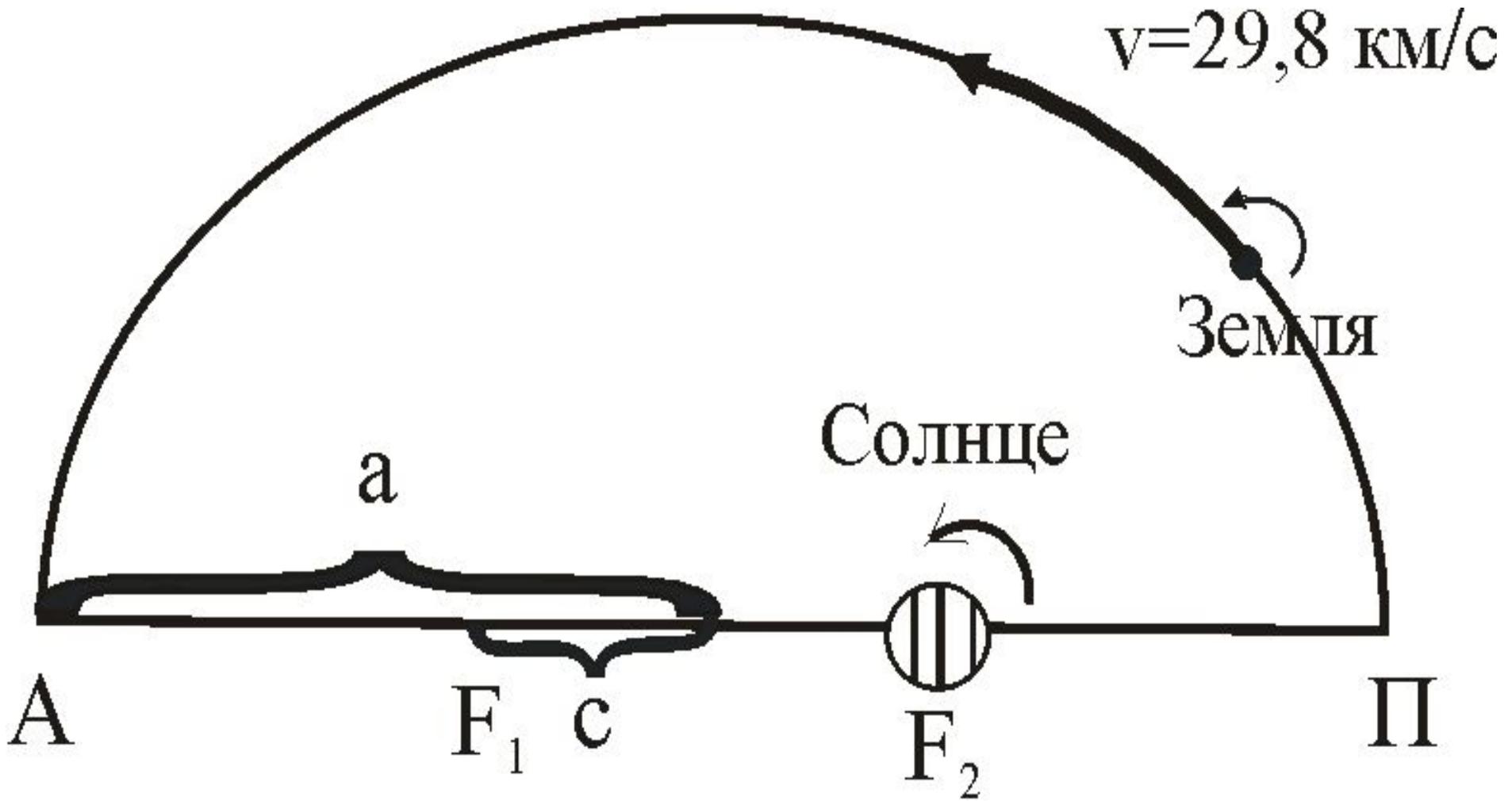


Рис. 1.3. Орбита Земли:
А - афелий, П - перигелий, F_1 , F_2 –фокусы

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.

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

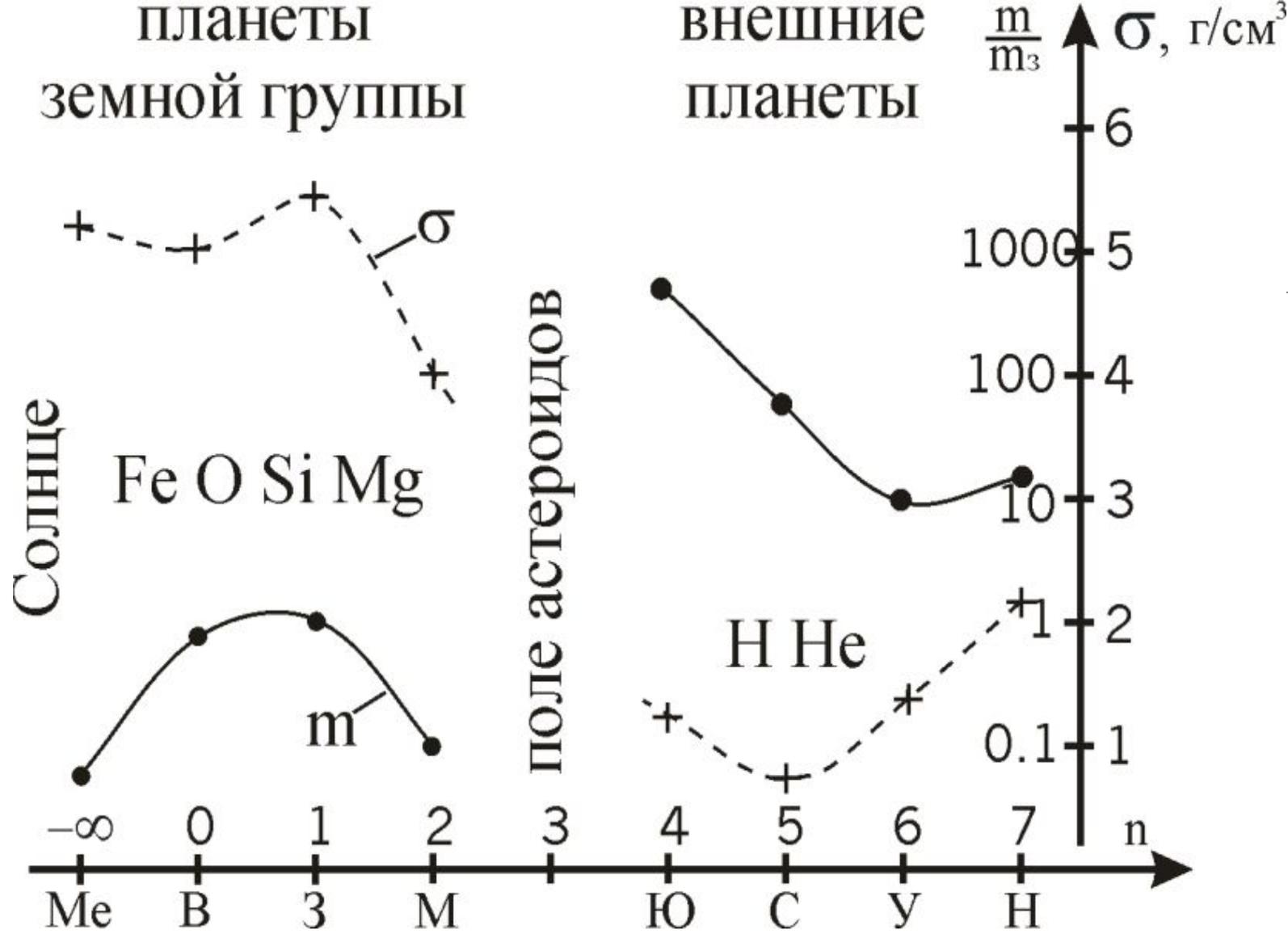


Рис.1.4. Распределение масс планет и плотностей планетного вещества в Солнечной системе: n – показатель; Me – Меркурий, В - Венера, З – Земля, М – Марс, Ю – Юпитер, С – Сатурн, У – Уран, Н – Нептун

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

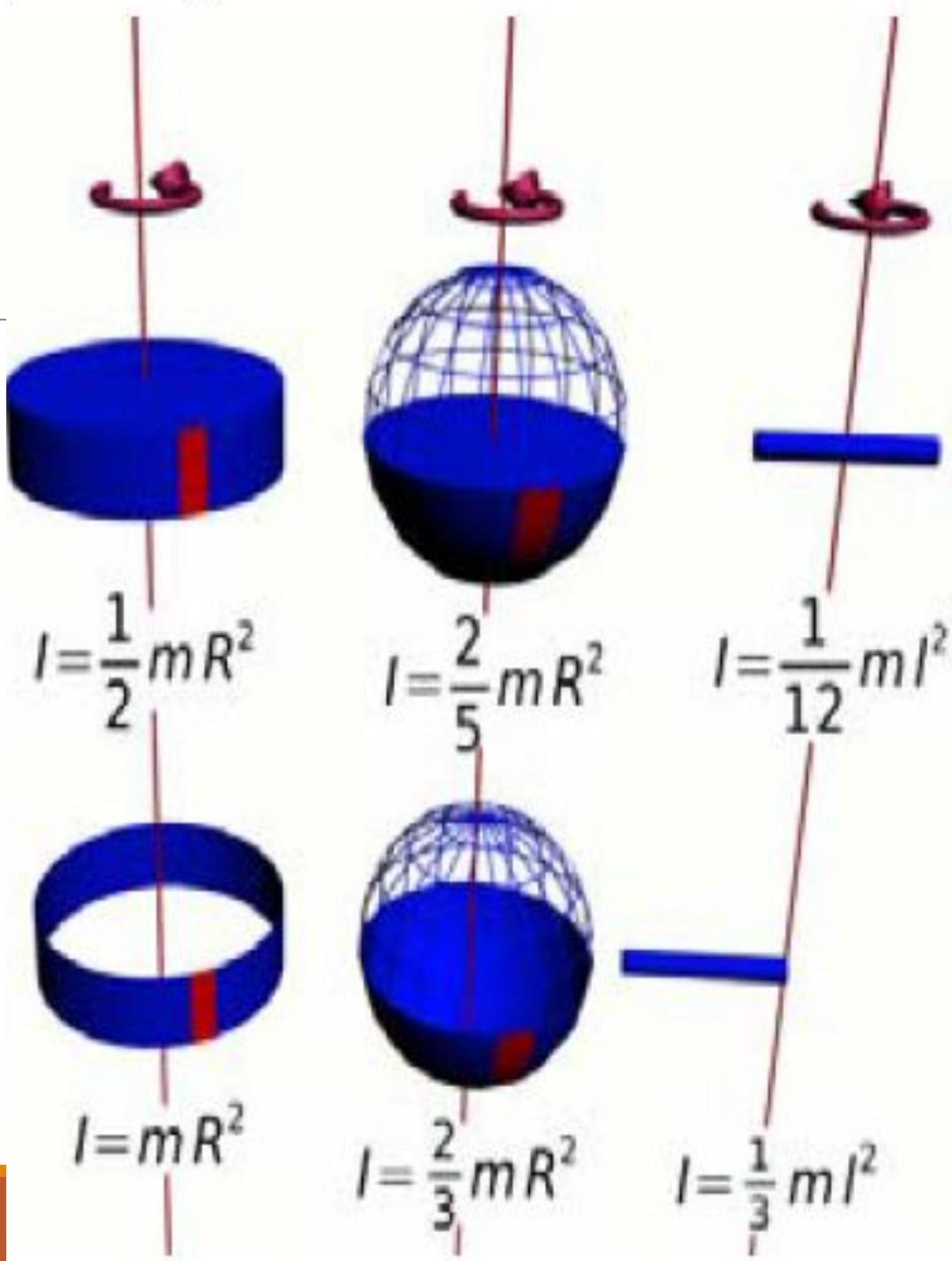
- 1) Гипотеза Канта – Лапласа: Солнце и планеты образовались одновременно из протосолнечной туманности;
- 2) Гипотеза О.Ю.Шмидта: Солнце захватило рой протопланетных частиц, которые вращались в неизменной плоскости и имели различные моменты движения.
- 3) Гипотеза У.Х. Мак-Крея: рождение планетной системы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

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

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 $S = 5,1 \cdot 10^{14}$ м²
- Объём – $1,0832 \cdot 10^{21}$ м³
- Масса Земли – $5,976 \cdot 10^{24}$ кг
- Средняя плотность $\sigma = 5,518$ г/см³

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.

