

Гравитационные силы

Негуляев Владимир 21 группа

Законы Кеплера

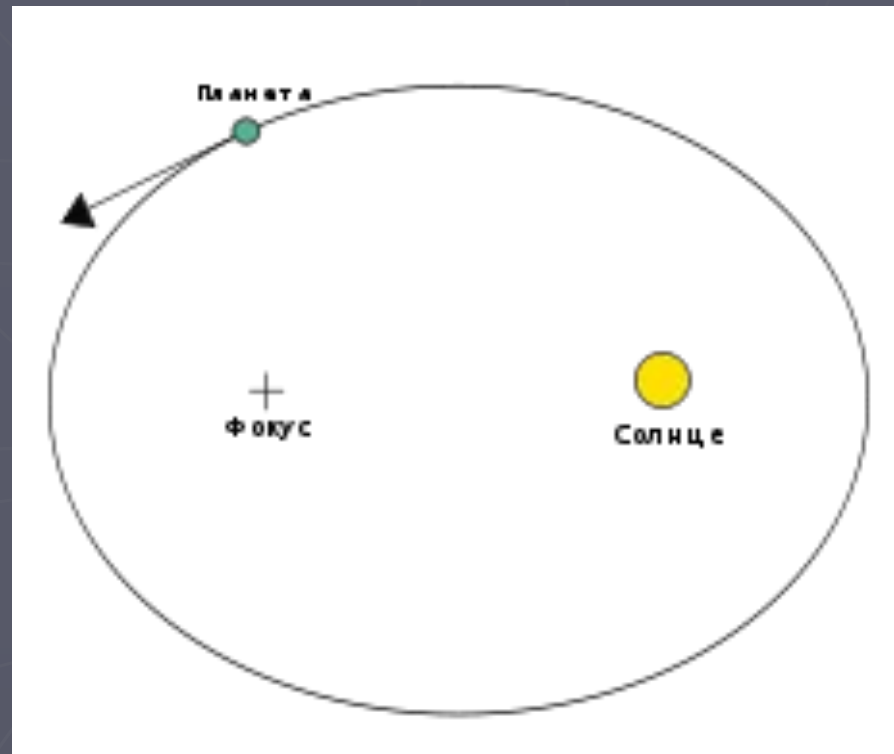
Законы Кéплера — три эмпирических соотношения, интуитивно подобранных Иоганном Кеплером на основе анализа астрономических наблюдений Тихо Браге. Описывают идеализированную гелиоцентрическую орбиту планеты. В рамках классической механики выводятся из решения задачи двух тел предельным переходом $m \rightarrow 0$, где m — массы планеты и Солнца.



Иоганн Кеплер (1571-1630)

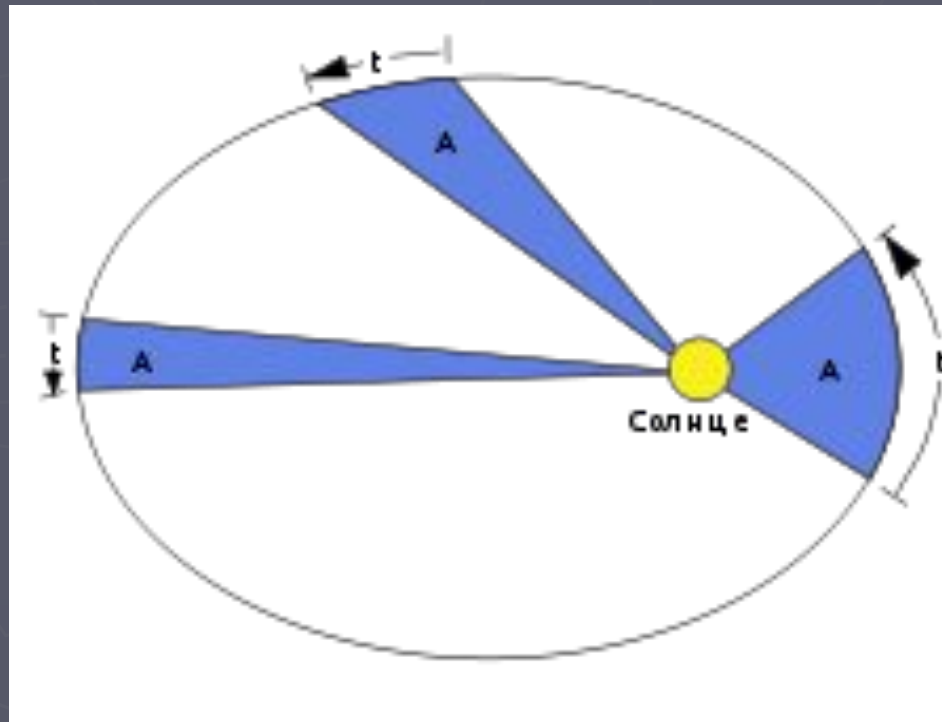
Первый закон Кеплера

- ▶ Каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.



Второй закон Кеплера

- ▶ Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает равные площади.



Третий закон Кеплера

- ▶ Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет.

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

где T_1 и T_2 — периоды обращения двух планет вокруг Солнца, а a_1 и a_2 — длины больших полуосей их орбит.

Закон всемирного тяготения

Две материальные точки притягиваются с силой пропорциональной произведению их масс, и обратнопропорциональной квадрату расстояния между ними.

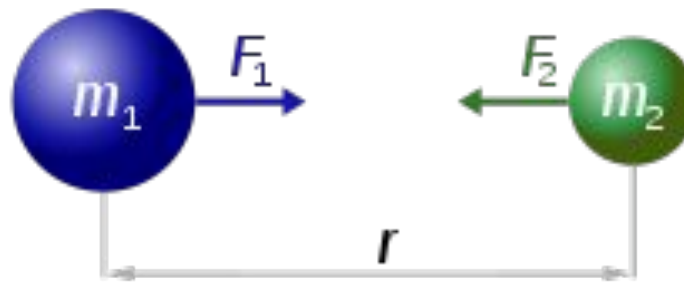
Эту силу называют силой тяготения или гравитационной силой.

Границы применимости:

- ▶ для материальных точек;
- ▶ для тел со сферически симметричной однородной массой.

Гравитационная сила

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



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

- ▶ Гравитационная постоянная:
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2.$

Сила тяжести и ускорение свободного падения

Сила тяжести – сила, с которой вращающаяся Земля притягивает к себе тела, которые находятся вблизи ее поверхности, сообщает ускорение направленное вертикально вниз и приложена к центру масс.

$$\vec{F} = m\vec{g}$$

- Согласно второму закону Ньютона модуль ускорения свободного падения g находят по формуле

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

Ускорение свободного падения

Гравитационное ускорение на различной высоте h над Землёй

h , км	g , м/с ²	h , км	g , м/с ²
0	9,806	20	9,745
1	9,8036	50	9,6542
2	9,8005	80	9,5644
3	9,7974	100	9,505
4	9,7941	120	9,4

Город	Долгота	Широта	Высота над уровнем моря, м	Ускорение свободного падения, м/с ²
Берлин	13,40 в. д.	52,50 с.ш.	40	9,81280
Будапешт	19,06 в. д.	47,48 с.ш.	108	9,80852
Вашингтон	77,01 з. д.	38,89 с.ш.	14	9,80112
Вена	16,36 в. д.	48,21 с.ш.	183	9,80860
Владивосток	131,53 в. д.	43,06 с.ш.	50	9,80424
Гринвич	0,0 в.д.	51,48 с.ш.	48	9,81188
Каир	31,28 в. д.	30,07 с.ш.	30	9,79317
Киев	30,30 в. д.	50,27 с.ш.	179	9,81054
Мадрид	3,69 в.д.	40,41 с.ш.	667	9,79981
Минск	27,55 в. д.	53,92 с.ш.	220	9,81347
Москва	37,61 в. д.	55,75 с.ш.	151	9,8154
Нью-Йорк	73,96 з. д.	40,81 с.ш.	38	9,80247

Так как Земля вращается вокруг своей оси, тела на ее поверхности испытывают действие центробежной силы инерции (фиктивной) в неинерционной (вращающейся) системе отсчета. Она больше всего на экваторе и уменьшает там силу тяготения еще на 0,3% (по сравнению с положением на полюсах). Поэтому сила всемирного тяготения равна геометрической сумме гравитационных сил (гравитационной) и центробежной (инерционной).

