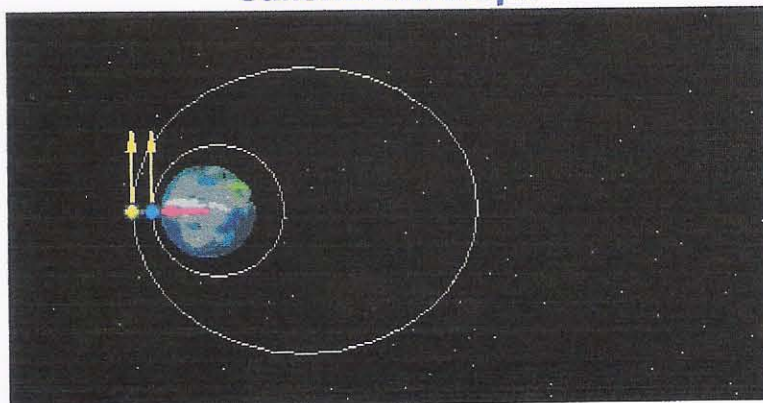


## Законы Кеплера



**Закон всемирного тяготения** был открыт Ньютоном на основе *трех законов Кеплера*:

1. Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.

2. Радиус - вектор планеты описывает в равные времена равные площади.

3. Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

Ньютон решил *обратную задачу механики* и из законов движения планет получил выражение для гравитационной силы

$$F = G \frac{Mm}{r^2},$$

где  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$  - гравитационная постоянная.

Почти все планеты (кроме Плутона) движутся по орбитам, близким к круговым. Для круговых орбит 1-ый и 2-ой законы Кеплера выполняются автоматически, а 3-ий закон утверждает, что  $T^2 \sim R^3$  ( $T$  - период обращения;  $R$  - радиус орбиты).

При движении планеты по круговой орбите центростремительное

ускорение равно  $\omega^2 R = \frac{(2\pi)^2 R}{T^2}$ . Отсюда следует  $F \sim \frac{1}{R^2}$ .

Гравитационные силы являются силами *консервативными*. Это означает, что работа этих сил при перемещении некоторого тела из начальной точки (1) в конечную точку (2) зависит только от положения в пространстве этих точек и не зависит от траектории движения. *При перемещении тела в гравитационном поле сил по замкнутой траектории работа равна нулю.*

Свойство консервативности гравитационных сил позволяет ввести понятие *потенциальной энергии*. Для сил всемирного тяготения удобно потенциальную энергию отсчитывать от бесконечно удаленной точки.

Потенциальная энергия тела массы  $m$ , находящегося на расстоянии  $r$  от неподвижного тела массы  $M$ , равна работе гравитационных сил при перемещении тела массы  $m$  из данной точки в бесконечность.

Потенциальная энергия тела массы  $m$ , расположенного на расстоянии  $r$  от большого тела массы  $M$ , есть