

# Гравитационное поле Земли.

Учитель физики: Яковлева Т. Ю.

Школа № 285  
Санкт - Петербург

# Искусственные спутники Земли

На искусственные спутники за пределами земной атмосферы действуют только силы тяготения со стороны Земли. В зависимости от начальной скорости траектория космического тела может быть различной. Обычно искусственный спутник движется по круговой околоземной орбите на высотах порядка 200 – 300 км. Скорость спутника на околоземной орбите называют **первой космической скоростью**.

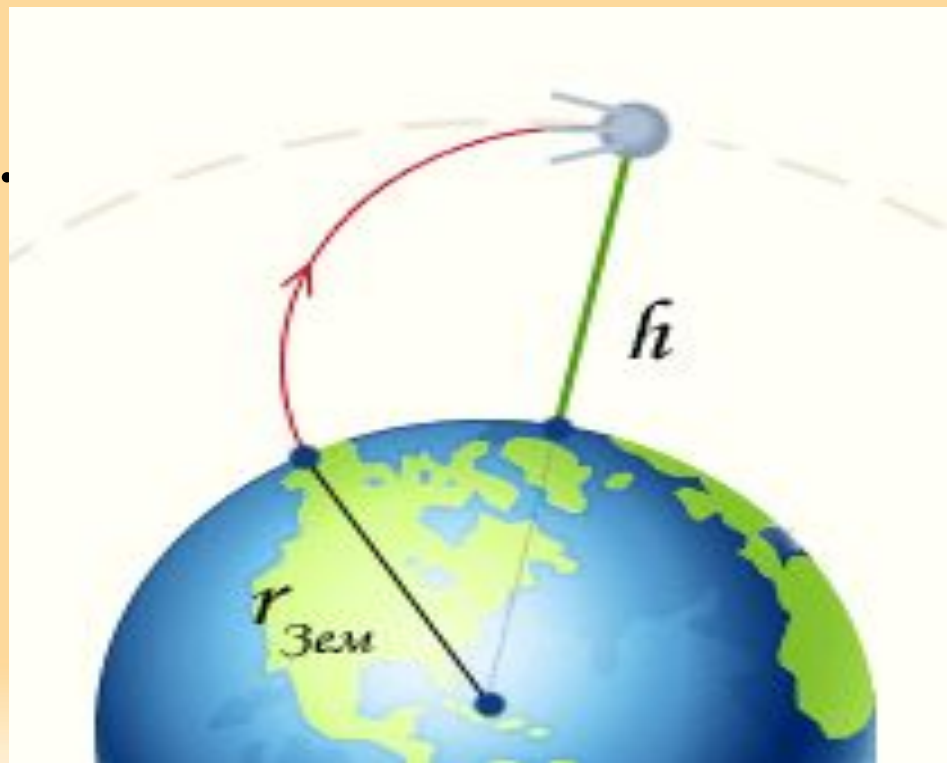
$$a_n = v_1^2/R = g;$$

$$v_1 = (gR_3)^{1/2} = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

Двигаясь с такой скоростью, спутник облетал бы Землю за

$$\text{время } T_1 = 2\pi R_3/v_1 = \\ = 84 \text{ мин.}12 \text{ с.}$$

Яковлева Т.Ю.

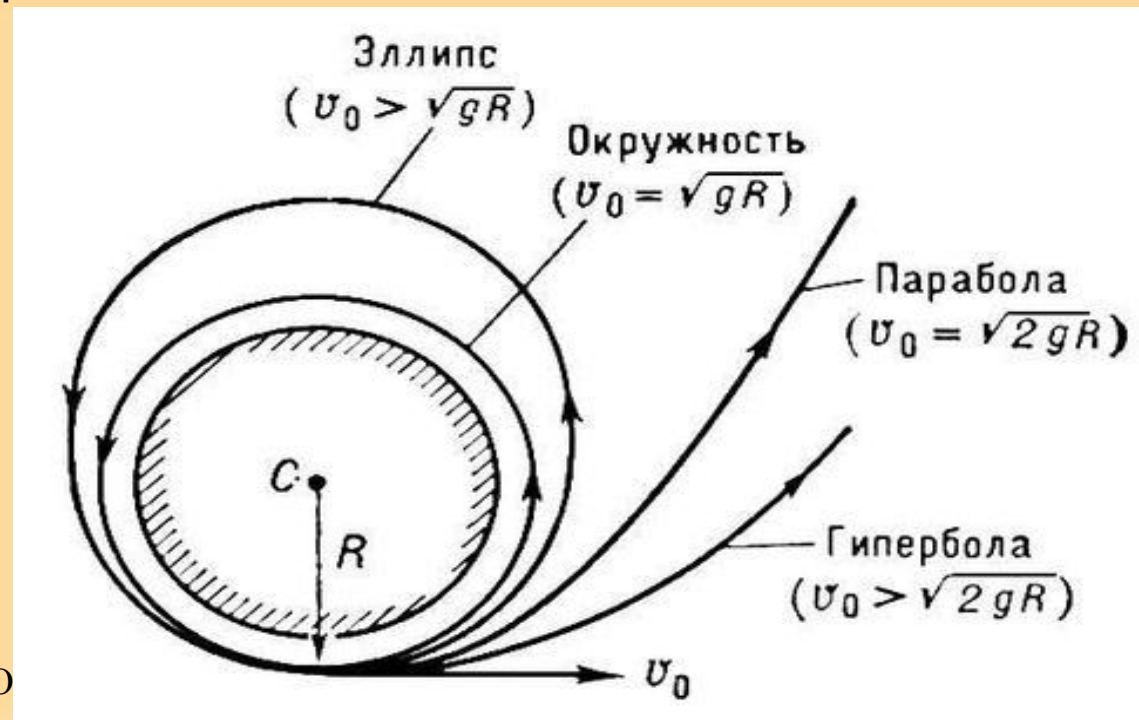


# Скорости искусственных спутников Земли

**Первая космическая (орбитальная) скорость** — это скорость которой должно обладать тело чтобы обращаться на постоянной высоте над поверхностью планеты.

**Вторая космическая скорость (скорость убегания)** — это минимальная скорость, с которой должно двигаться тело, чтобы оно могло без затрат дополнительной работы преодолеть влияние поля тяготения Земли, т.е. удалиться на бесконечно большое расстояние от Земли.

**Третья космическая скорость** — это скорость, необходимая для того, чтобы тело могло преодолеть гравитационное поле Солнца, т.е., стартуя с Земли, покинуть пределы Солнечной системы.



Яковлева Т.Ю

Траектории движения спутников в зависимости от их скорости.



# Искусственные спутники Земли

Движение спутника можно рассматривать как свободное падение, подобное движению снарядов или баллистических ракет. Различие заключается только в том, что скорость спутника настолько велика, что радиус кривизны его траектории равен радиусу Земли.

Для спутников, движущихся по круговым траекториям на значительном удалении от Земли, земное притяжение ослабевает обратно пропорционально квадрату радиуса  $r$  траектории. На высоких орбитах скорость движения спутников меньше, чем на околоземной орбите.

$$\begin{aligned} v^2 / r &= g R_3^2 / r^2 ; \\ v &= (g R_3)^{1/2} (R_3 / r)^{1/2} = \\ &= v_1 (R_3 / r)^{1/2} . \end{aligned}$$



# Искусственные спутники Земли

Период обращения спутника растет с увеличением радиуса орбиты  $r$ .

$$\begin{aligned} T &= 2\pi r/v = 2\pi r/[v_1 (R_3/r)^{1/2}] = \\ &= [2\pi R_3/v_1] (r/R_3)^{3/2} = \\ &= T_1 (r/R_3)^{3/2}, \end{aligned}$$

$T_1$  – период обращения спутника на околоземной орбите.



При радиусе орбиты  $r \approx 6,6 R_3$  период обращения спутника  $T = 24$  часам. Спутник с таким периодом обращения, запущенный в плоскости экватора, будет неподвижно висеть над некоторой точкой земной поверхности. Такие спутники используются в системах космической радиосвязи.

Орбита с радиусом  $r = 6,6 R_3$  называется геостационарной.



# Невесомость

**Невесомость** - состояние, при котором действующие на тело внешние силы не вызывают взаимных давлений его частиц друг на друга. В поле тяготения Земли человеческий организм воспринимает такие давления, как ощущение весомости. Невесомость имеет место при свободном движении тела в поле тяготения (напр., вертикальное падение, движение по орбите искусственного спутника, полет космического корабля). Невесомость учитывается при создании приборов и агрегатов космических аппаратов (напр., топливные баки снабжаются эластичными разделителями жидкой и газообразной фаз). В невесомости изменяется ряд жизненных функций живого организма: обмен веществ (особенно водно-солевой), кровообращение, иногда наблюдаются расстройства вестибулярного аппарата и др.



# Перегрузки на Земле

Термин «жэ» используется в космонавтике, авиации и автоспорте для обозначения перегрузок — увеличения веса тела, вызванного его движением с ускорением.

Допустимое значение перегрузок для гражданских самолетов составляет 4,33 g.

Обычный человек может выдерживать перегрузки до 5 g. Тренированные пилоты в антиперегрузочных костюмах могут переносить перегрузки до 9 g.

Сопротивляемость к отрицательным, направленным вверх перегрузкам, значительно ниже. Обычно при  $-2$  g,  $-3$  g в глазах «краснеет» и человек тяжелее переносит такую перегрузку из-за прилива крови к голове.

В этом вопросе существует небольшая терминологическая путаница: к примеру, определение перегрузки выше даёт для стоящего неподвижно человека перегрузку в 0 g, но в таблице ниже этот же случай рассматривается как перегрузка в 1 g.

# Примерные значения перегрузок, встречающихся в жизни

Человек, стоящий неподвижно 1 g

Пассажир в самолете при взлете 1,5 g

Парашютист при приземлении со скоростью 6 м/с 1,8 g

Парашютист при раскрытии парашюта (при изменении скорости  
от 60 до 5 м/с) 5,0 g

Космонавты при спуске в космическом корабле «Союз» до 3,0—4,0 g

Летчик при выполнении фигур высшего пилотажа до 5 g

Летчик при выведении самолета из пикирования 8,0—9 g

Перегрузка (длительная), соответствующая пределу физиологических  
возможностей человека 8,0—10,0 g

Наибольшая (кратковременная) перегрузка автомобиля, при которой  
человеку удалось выжить 214 g



# Домашнее задание

*Повторите:*

- ускорение свободного падения.
- невесомость.
- перегрузки.
- геостационарная орбита.

Плюнь тому в глаза, кто скажет, что можно обнять необъятное  
Козьма Прутков

*Спасибо за внимание!*