

# «Искусственные спутники Земли»


физика 9 класс  
по учебнику А.В. Перышкина,  
Е.М. Гутник



- Куда направлено ускорение тела при его движении по окружности с постоянной по модулю скоростью? Как называется это ускорение?
- **Ответ:** Ускорение тела при движении по окружности направлено к радиусу окружности. Оно называется ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫМ.
- По какой формуле можно вычислить модуль вектора центростремительного ускорения?
- **Ответ:**

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R}$$



20 июля 1969 года - день, когда первый в мире землянин  
Нил Олден Армстронг вступил на поверхность Луны.  MyShare.ru

# А что нужно сделать, чтобы тело стало искусственным спутником Земли?

Пример Ньютона:

«Брошенный камень отклоняется под действием силы тяжести от прямолинейного пути и, на конец падает на Землю. Если его бросить с большой скоростью, то он упадет дальше»

**Вывод:**

При отсутствии сопротивления воздуха и при достаточно большой скорости тело вообще может не упасть на Землю, а будет описывать круговые траектории, оставаясь на одной и той же высоте над Землей. Такое тело становится искусственным спутником Земли.



Рассчитаем, с какой скоростью должно вылететь тело, чтобы стать искусственным спутником Земли, то есть обращаться вблизи Земли по круговой орбите.

- Земля является однородным шаром с радиусом 6400 км.
- На тело не действуют никакие силы, кроме силы тяготения, направленной к центру Земли.
- Спутник будем считать материальной точкой.

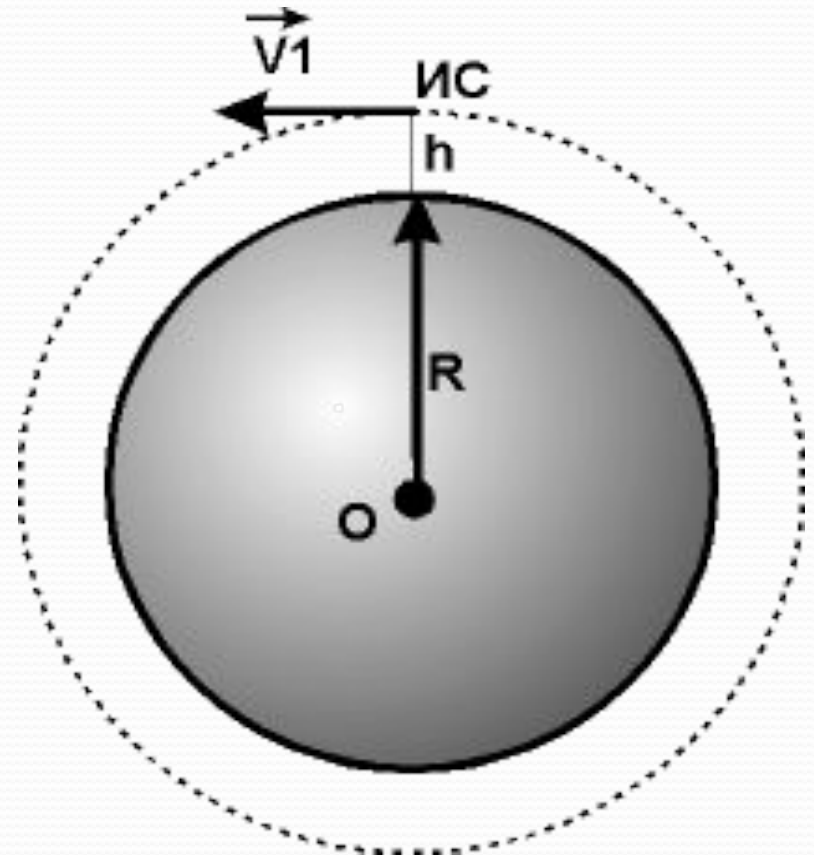
$$F = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R+h}$$

$$F = m \cdot a_{\text{ц}}$$

$$m \cdot a_{\text{ц}} = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$

$$m \cdot \frac{v^2}{R+h} = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$





Получаем:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R + h}}$$

- Скорость спутника **зависит от его высоты** над поверхностью Земли
- Скорость **не зависит от массы** спутника

Если принять  $h = 0$ , то вблизи  
поверхности Земли:

Получили формулу для расчёта скорости,  
которую необходимо сообщить телу,  
чтобы оно стало  
спутником планеты:

$$v = \sqrt{gR}$$

-первая  
космическая скорость

Принимая радиус Земли равным  
6400 км, а  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ , то  
первая космическая скорость  
 $v = 7,9 * 10^3 \text{ м/с} \approx 8 \text{ км/с}$





Если Скорость тела, запускаемое на высоте  $h$ , на Землей, превышает соответствующую этой высоте первую космическую скорость, то его орбита представляет собой Эллипс. **Чем больше скорость, тем более вытянутой будет эллиптическая орбита.**

При скорости, равной 11,2 км/с, которая называется **второй космической скоростью**, тело преодолевает притяжение к земли и уходит в космическое пространство.

Космическая скорость	Значение км/с	Вид траектории	Движение тела
Первая	7,9	окружность	Спутник Земли
	$11,2 > v > 7,9$	эллипс	
Вторая	11,2	парабола	Покидает пределы Солнечной системы
	$> 11,2$	гипербола	

$v > 11,2$  км/сек.  
(гипербола)

$v = 11,2$  км/сек.  
(парабола)

$7,9 < v < 11,2$  км/сек.  
(эллипс)

$v = 7,9$  км/сек.  
(круговая орбита)

$v < 7,9$  км/сек.

(траектория тела,  
падающего на Землю)



# Что нужно, чтоб тело может стало искусственным спутником Земли?

- Нужно тело **вывести за пределы земной атмосферы** и придать ему **определенную скорость**, направленную по касательной к окружности, по которой он будет двигаться.



# Историческая справка

- **4 октября 1957 г.**  
Выведен на орбиту 1-й искусственный спутник Земли
- **3 ноября 1957 года**  
запущен 2-й ИСЗ с собакой Лайкой на борту
- **15 мая 1958 года** запущен 3-й ИСЗ с научной аппаратурой
- **2 января 1959 года** запуск космической станции «Луна». Достигнута вторая космическая скорость
- **12 февраля 1961 года** вышла за пределы земного притяжения автоматическая межпланетная станция «Венера-1»

Ваш космический корабль произвел вынужденную посадку на одну из планет Солнечной системы. Определить скорость космического корабля для запуска его на круговую орбиту планеты. Атмосферы планет разреженные (можно пренебречь силами сопротивления).

Планета	Масса планеты	Радиус планеты, км	1-я космическая скорость
Земля	$M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$	6 370	
Меркурий,	$0,056 \cdot M_3$	2 435	
Марс	$0,11 \cdot M_3$	3 395	
Плутон	$0,18 \cdot M_3$	3 000	