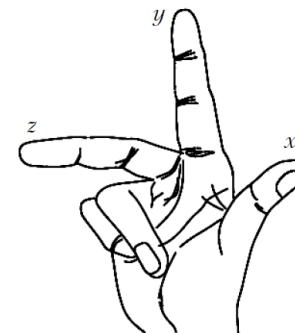
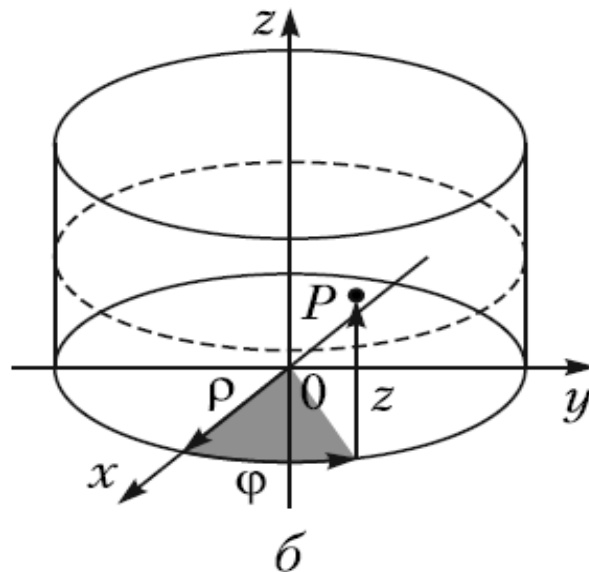
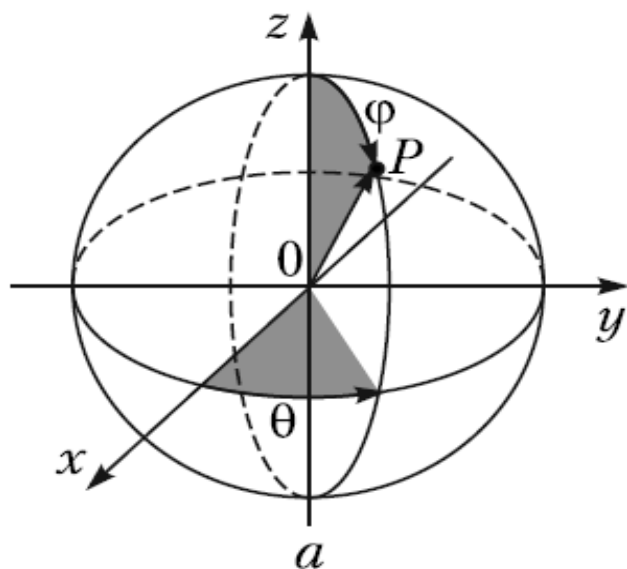




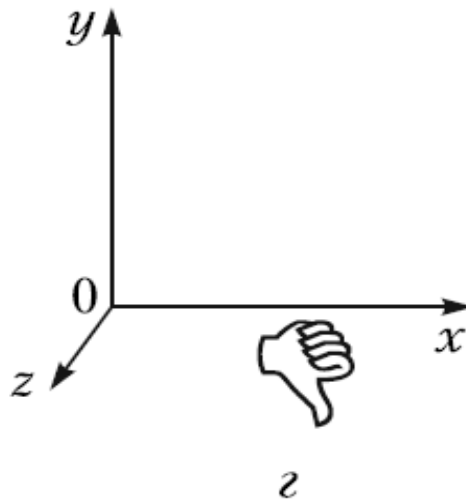
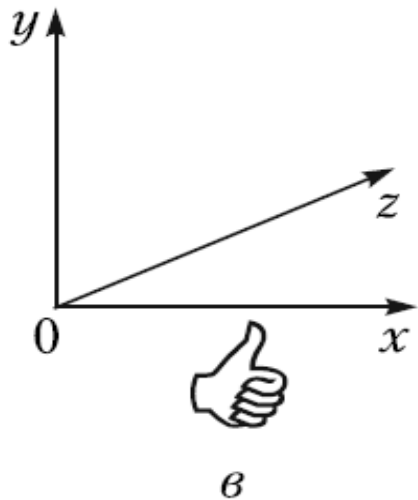
## Лекция 1

### Механика: основные принципы и понятия

# 1.1. Кинематика материальной точки



**Правило  
правой руки**

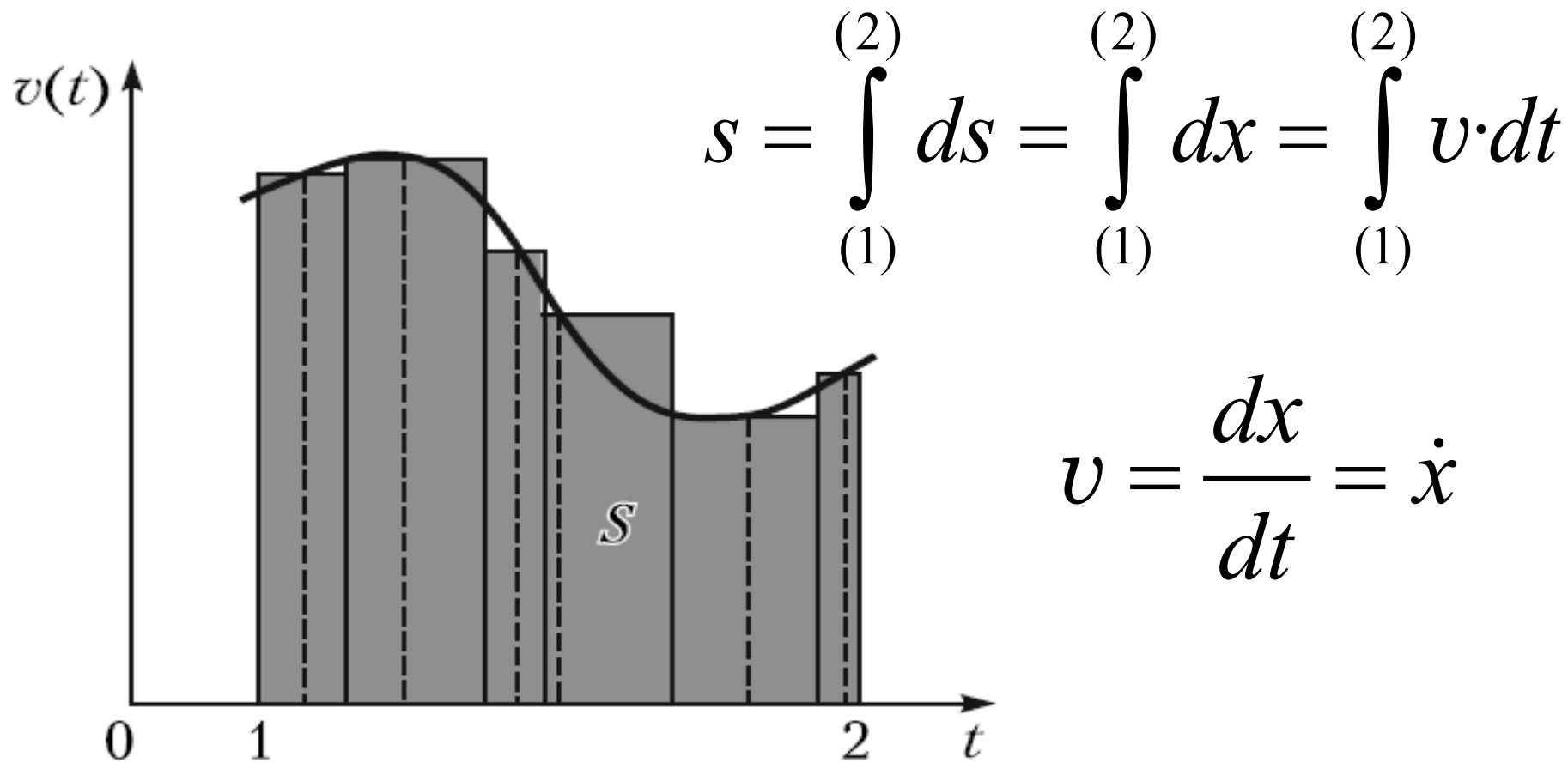


**Системы координат:**

- а) сферическая, б) цилиндрическая, в) декартова левосторонняя,  
г) декартова правосторонняя

# 1.1. Кинематика материальной точки

## Геометрический смысл пути



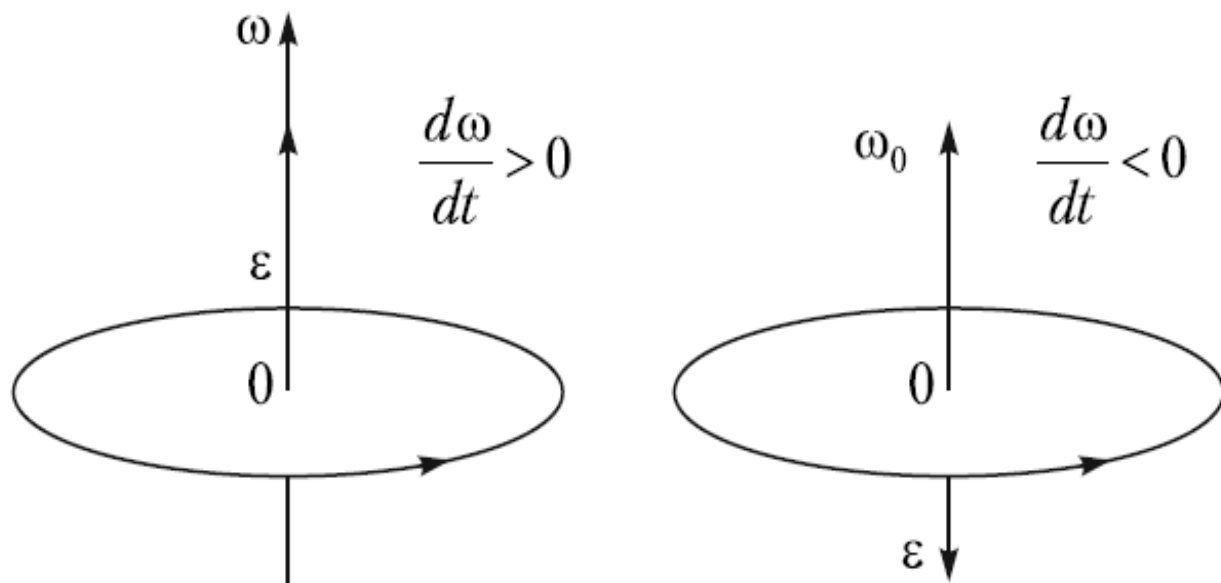
## 1.1. Кинематика материальной точки

Уравнение движения

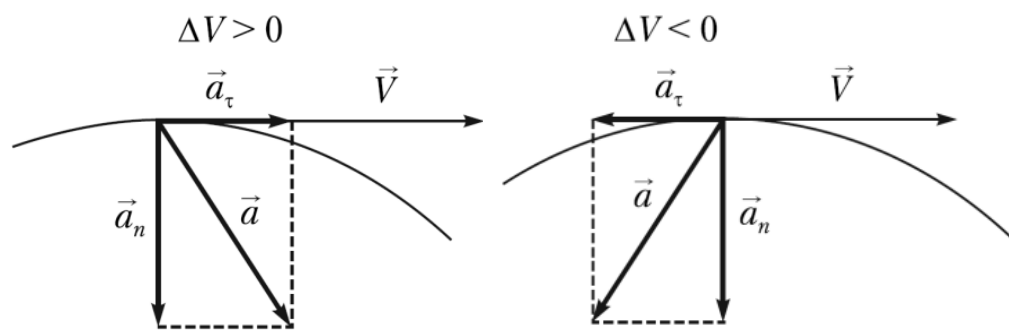
$$x = x_0 + v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 \pm at$$

# 1.1. Кинематика материальной точки



Угловая скорость  $\omega$   
и угловое ускорение  $\varepsilon$



Нормальное  
и тангенциальное ускорения

Полное ускорение

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

Связь линейных  
и угловых величин

$$a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$$

$$a_\tau = \dot{v} = R \cdot \varepsilon$$

$$s = R \cdot \varphi$$

$$v = \omega \cdot R$$

## 1.2. Динамика материальной точки

### 1-й Закон Ньютона (закон инерции)



Вес тела

$$P = mg$$

Задача Л. Кэрролла

## 1.2. Динамика материальной точки

**2-й закон Ньютона  
(закон динамики)**

$$\vec{a} = \left( \sum_i \vec{F}_i \right) / m$$

*В дифференциальной  
форме*

$$F = \frac{dp}{dt} = \dot{p}$$

3-й закон Ньютона

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



**Закон сохранения импульса**

$$p = p_1 + p_2 + \dots = \text{const}$$

## 1.2. Динамика материальной точки

Движение тел с переменной массой  
(реактивное движение)

*Уравнение Мещерского*

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = v \cdot \frac{dm}{dt} + F$$

*Формула Циолковского*

$$v = v_1 \ln\left(1 + \frac{M_2}{M_1}\right)$$

# 1.3. Работа и энергия

Кинетическая энергия

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Потенциальная энергия

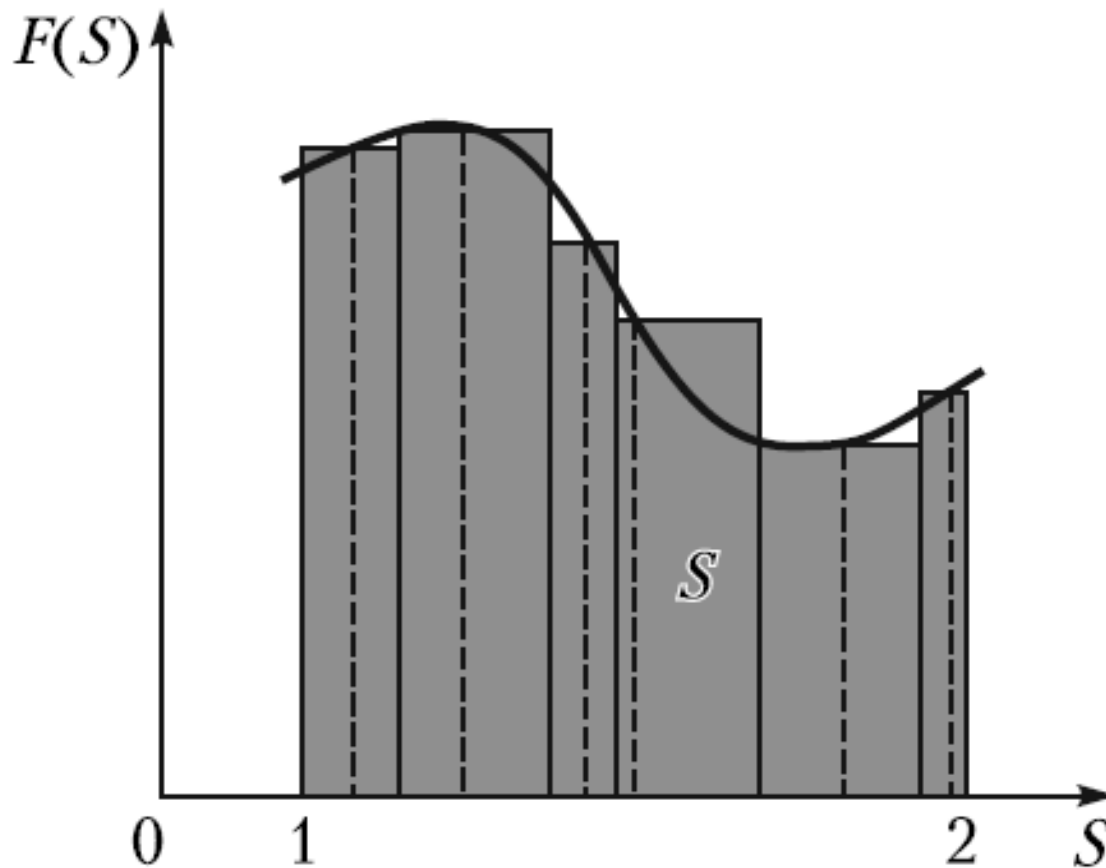
$$E_p = mgh$$

Работа (силы)

$$d\vec{A} = \vec{F}d\vec{S}$$

Мощность

$$N = \frac{dA}{dt} = F \cdot v$$



Геометрический смысл  
работы

## Фундаментальные взаимодействия

Взаимодействие	Описание	Частица-переносчик	Относительная сила	Зависимость от расстояния	Радиус действия, м
Гравитационное	общая теория относительности	гравитон	1	$1/r^2$	$\infty$
Слабое	теория электрослабого взаимодействия	бозоны	$10^{25}$	$(1/r) \cdot \exp(-mr)$	$10^{-18}$
Электромагнитное	квантовая электродинамическая	фотон	$10^{36}$	$1/r^2$	$\infty$
Сильное	квантовая хромодинамическая	глюон	$10^{38}$	1	$10^{-15}$

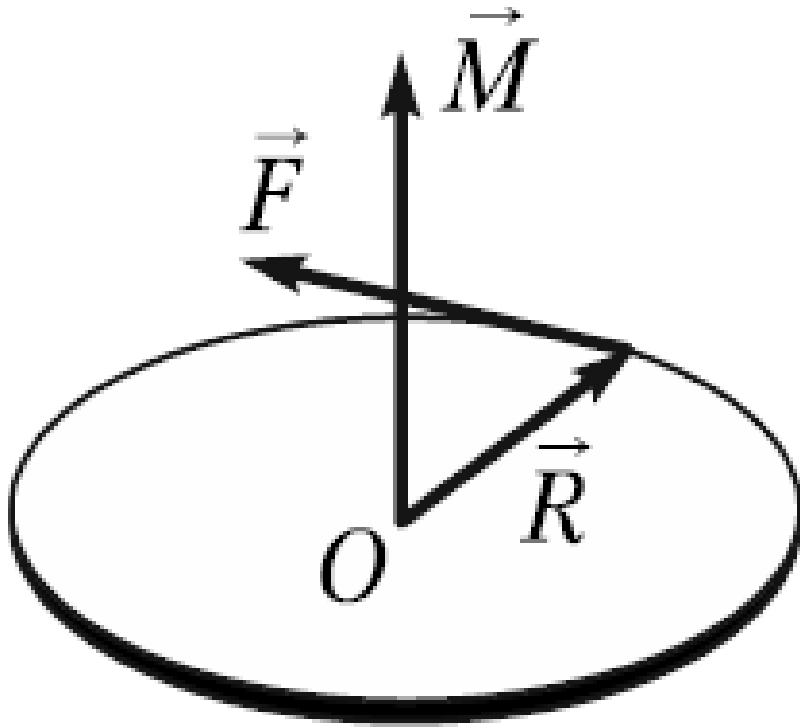
## Закон сохранения механической энергии

$$E_k + E_p = \text{const}$$

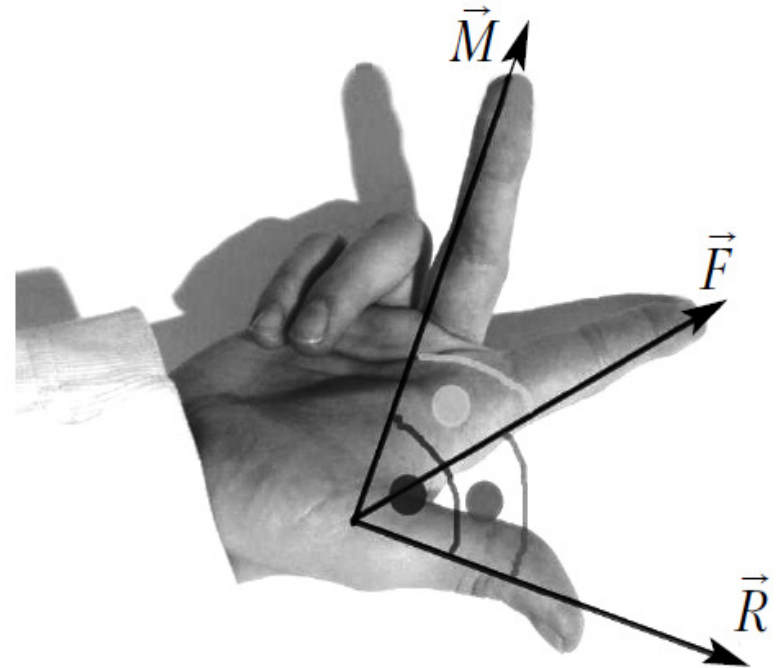
# 1.4. Вращательное движение тел

## Момент силы

$$\vec{M} = [\vec{R} \times \vec{F}]$$



Направление  
вращающего момента



Правило правой руки

## 1.4. Вращательное движение тел

**Момент импульса**

$$\vec{L} = [\vec{R} \times \vec{p}]$$

$$L = I \cdot \omega$$



**Момент инерции**

$$I = \int r^2 dm$$

**2-й закон Ньютона  
(для вращательного  
движения)**

$$\dot{\vec{L}} = \vec{M}$$

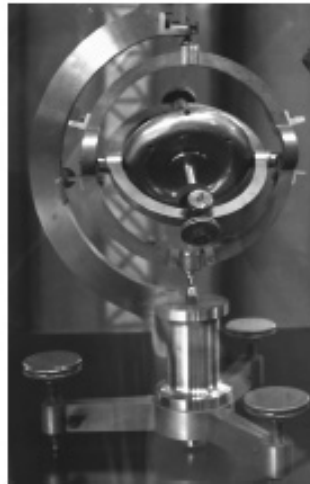
**Теорема Гюйгенса-Штейнера**

$$I_a = I_0 + ma^2$$

## 1.4. Вращательное движение тел

**Кинетическая энергия  
вращающегося тела**

$$E = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

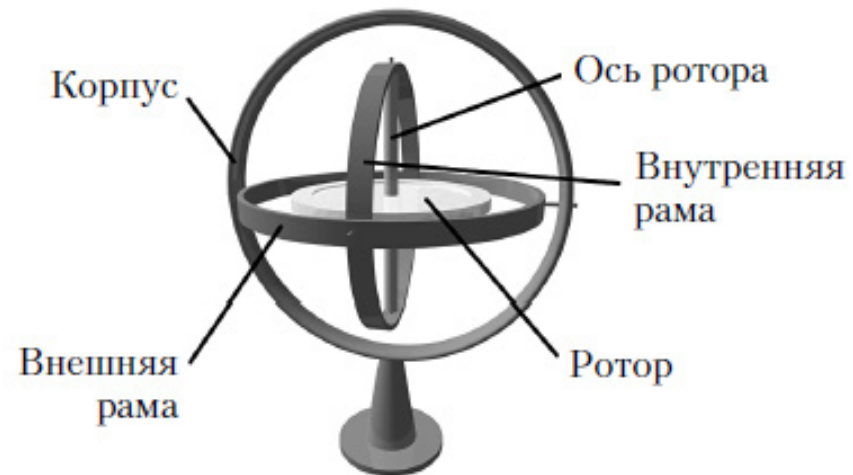


**Работа при вращении**

$$A = \int M d\varphi$$

**Мощность при вращении**

$$P = M\omega$$

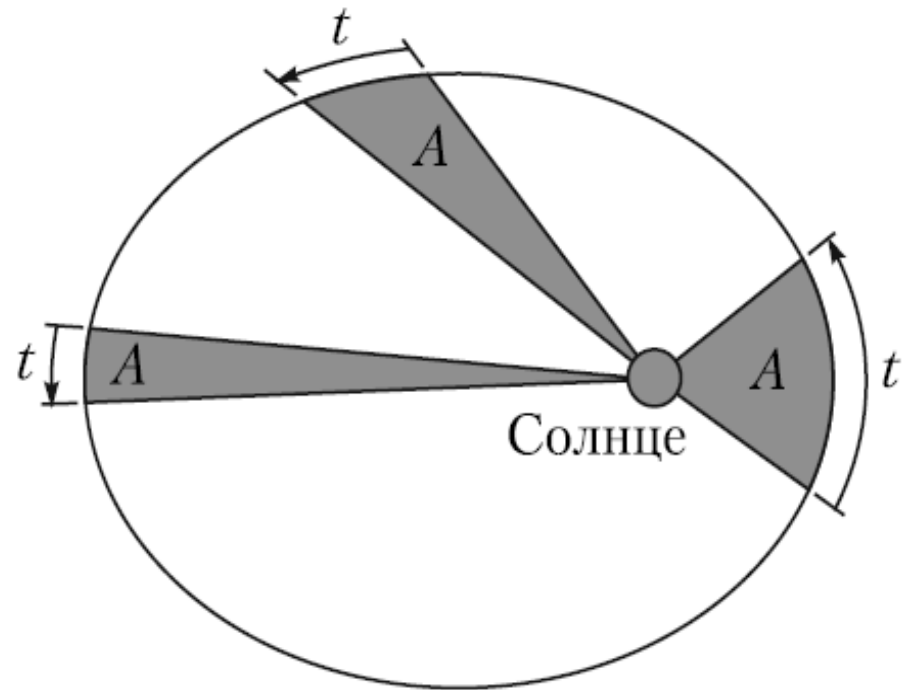
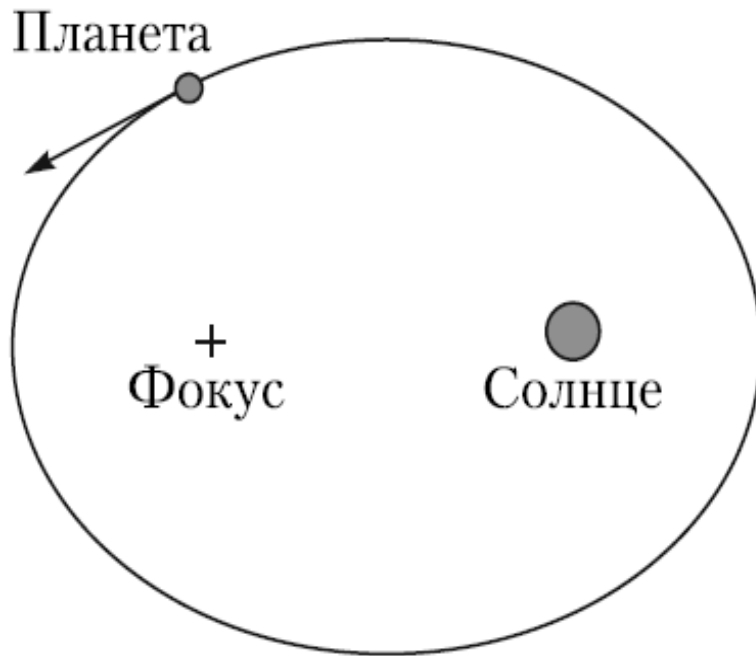


**Трёхмерный гироскоп**

# 1.5. Гравитационные силы. Силы инерции

## Закон Всемирного тяготения

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



## Законы Кеплера



# 1.5. Гравитационные силы. Силы инерции

## Космические скорости

*Первая*

$$\frac{v^2}{R} = g \Rightarrow v_I = \sqrt{gR} = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

*Вторая*

$$\Delta E = G \frac{Mm}{R} \Rightarrow v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

*Третья*

$$v_{III} = 42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

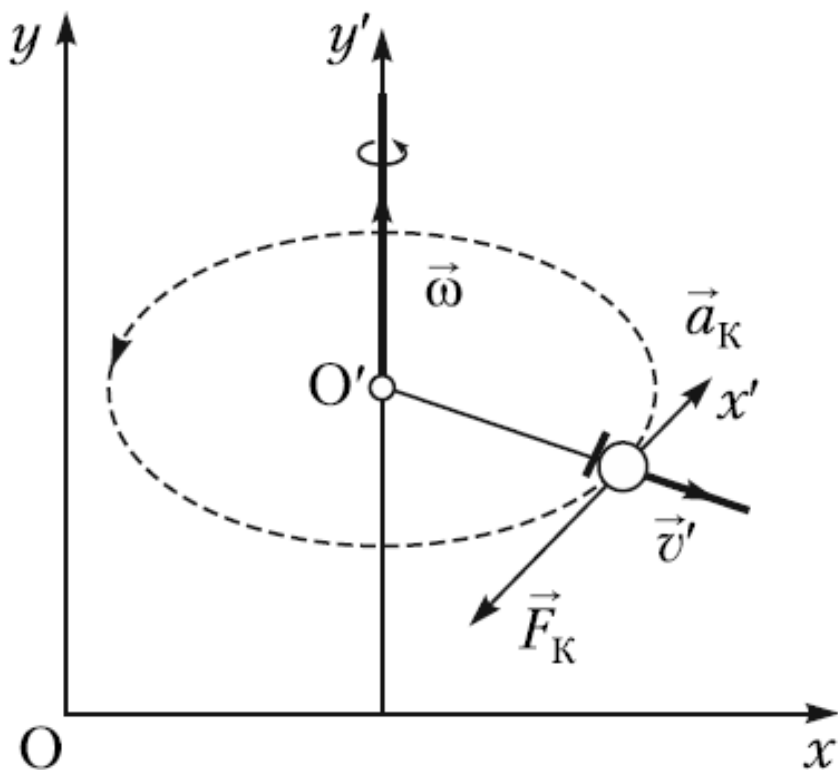
# 1.5. Гравитационные силы. Силы инерции

Центробежная сила инерции

$$F_{\text{центробежная}} = m\omega^2 R$$

Сила Кориолиса

$$\vec{F}_K = 2m [\vec{v}' \times \vec{\omega}]$$



Движение тела  
во вращающейся системе



## Подробнее расскажет базовый учебник Глава 1

\*\*\*\*\*

*Н. Ю. Кравченко.*  
**Физика** : учебник и практикум  
для прикладного бакалавриата.  
М. : Издательство Юрайт, 2016