

Гродненский государственный университет имени  
Янки Купалы  
Лидский колледж

## техническая механика

ТЕМА УРОКА

# «Простейшие виды движения твёрдого тела»

Преподаватель:  
Дудко Ольга Николаевна

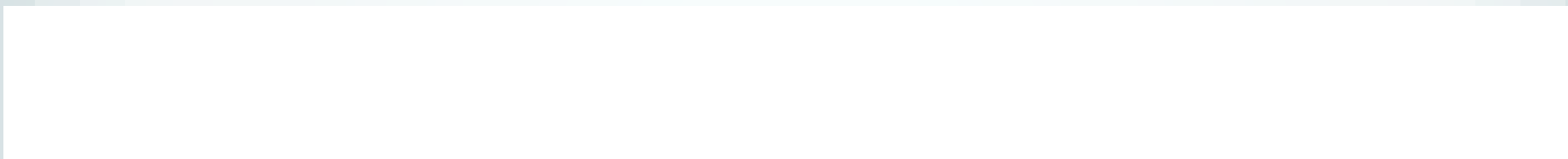

# Проверка знаний пройденного материала

[Blank white bar]

[Blank white bar]

[Large blank white box]

## Проверка знаний пройденного материала



# Решение задач





# Решение задач

3.



# Простейшие движения твердого тела



# Перечень вопросов:

**1. Поступательное движение тела. Скорость и ускорение при поступательном движении.**

**2. Вращательное движение тела. Угловая скорость и ускорение при вращательном движении.**

**3. Линейная скорость и ускорение при вращательном движении.**

# Цели урока:

**Иметь представление** о поступательном движении, его особенностях и параметрах, о вращательном движении тела и его параметрах.

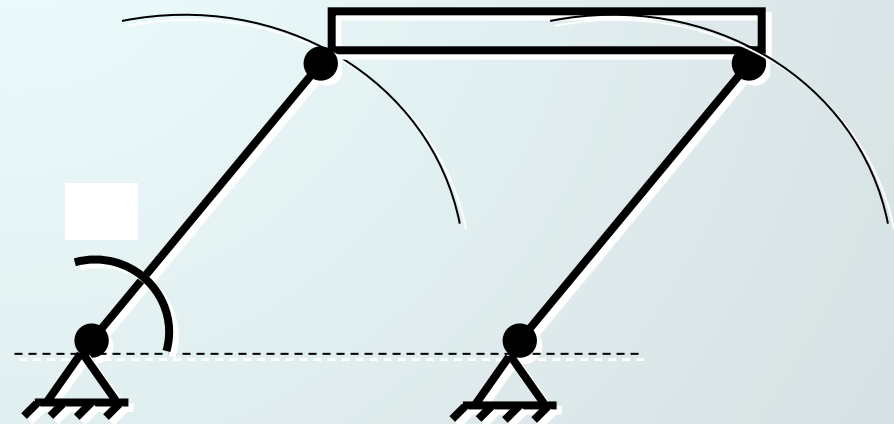
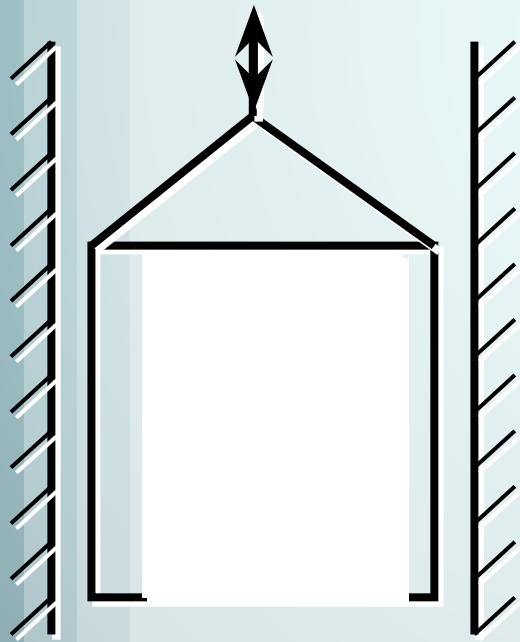
**Знать** формулы для определения параметров поступательного и вращательного движений тела.

**Уметь** определять кинематические параметры тела при поступательном и вращательном движениях, определять параметры любой точки тела.

**1. Поступательное  
движение твердого тела.  
Скорость и ускорение  
при поступательном  
движении.**

## § 1. Поступательное движение твёрдого тела

Движение твёрдого тела, при котором любой выбранный в теле отрезок перемещается, оставаясь параллельным своему первоначальному положению, называется **поступательным**.



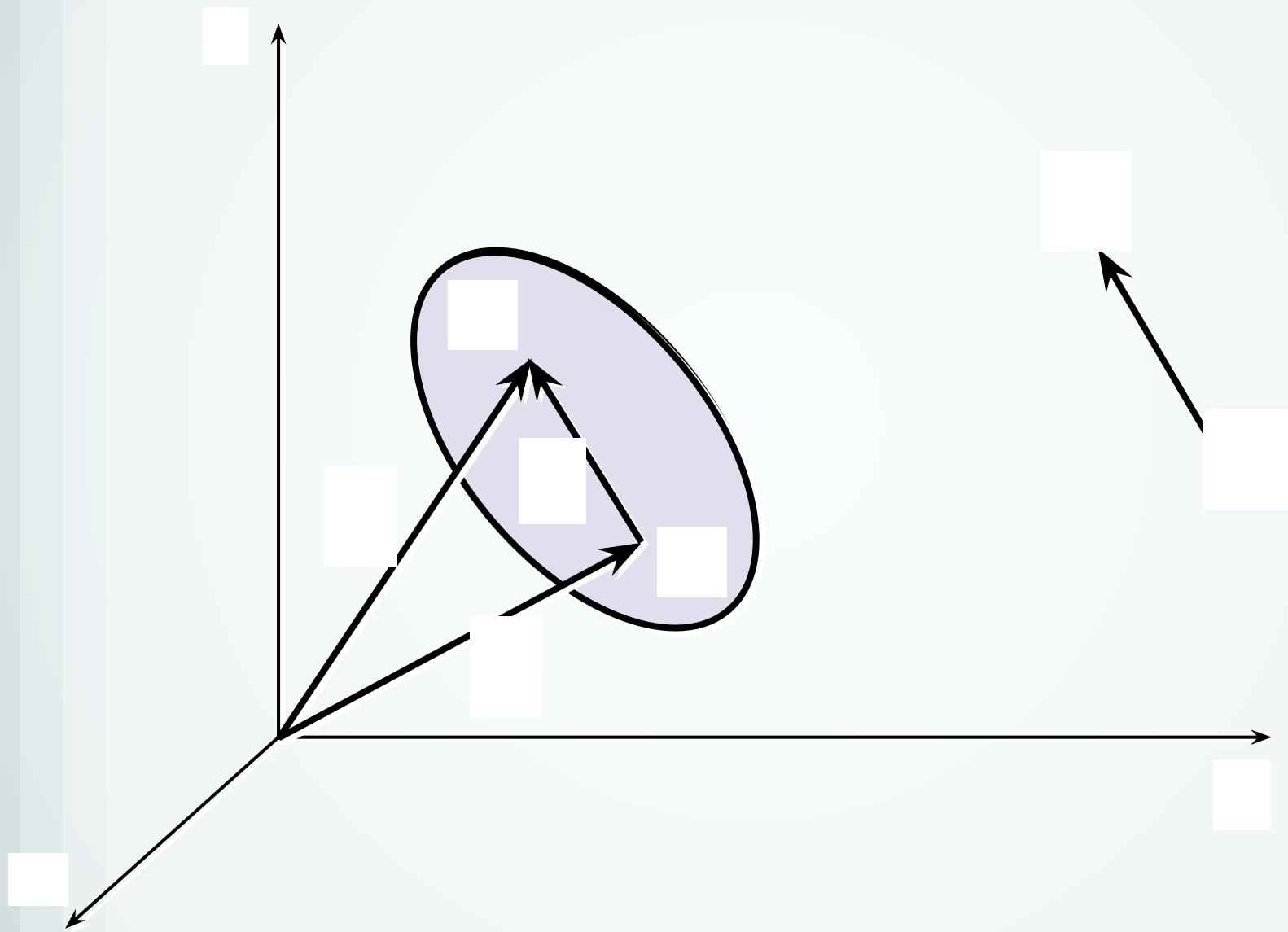
# Теорема, определяющая свойства поступательного движения

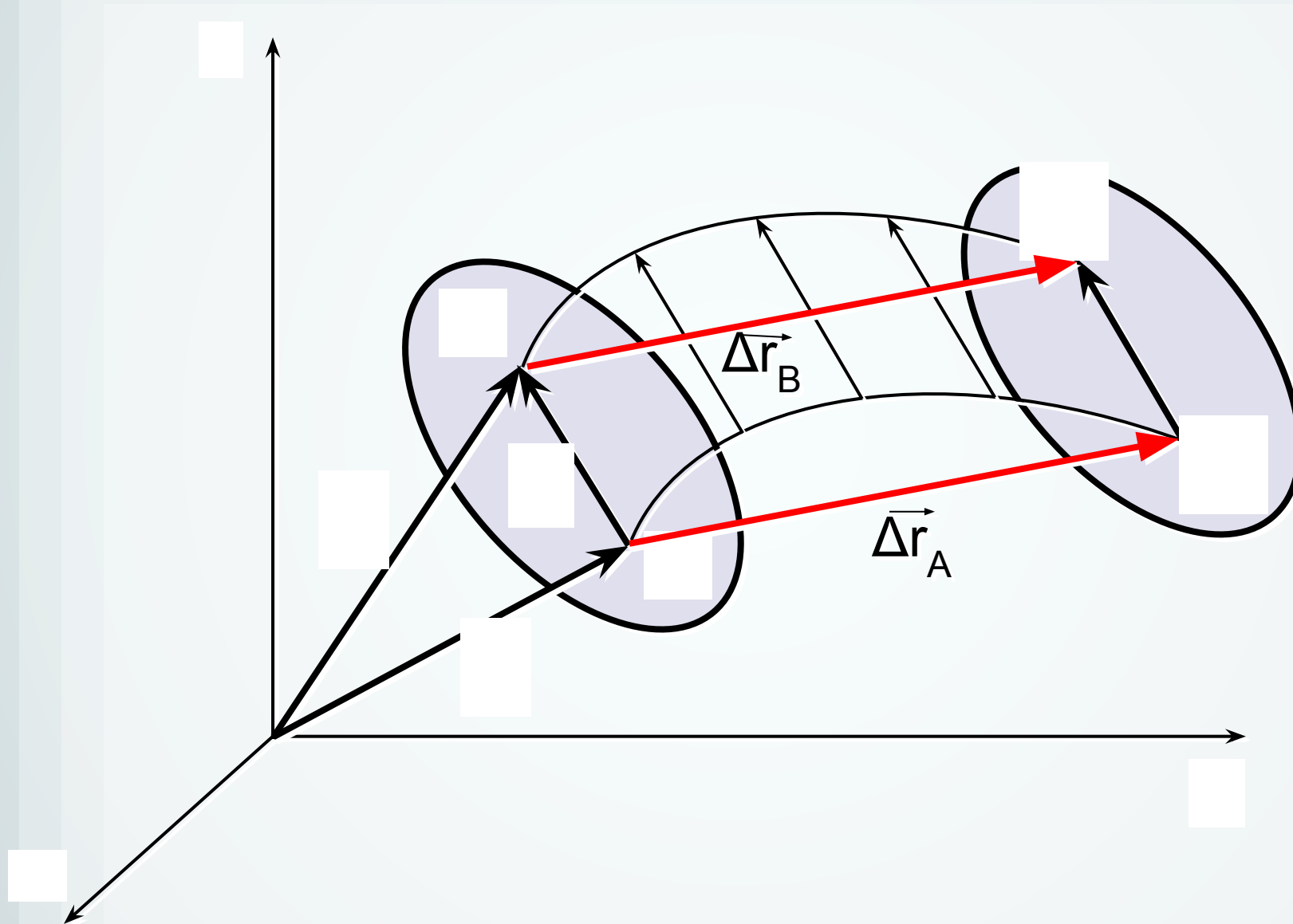
При поступательном движении твердого тела все его точки описывают одинаковые траектории и имеют в любой момент времени одинаковые по величине и по направлению скорости и ускорения

**При поступательном движении все точки тела движутся одинаково: скорости и ускорения в каждый момент одинаковы.**

**При таком движении рассматривается движение только одной точки тела – центра масс.**

**Поступательное движение может быть прямолинейным и криволинейным.**

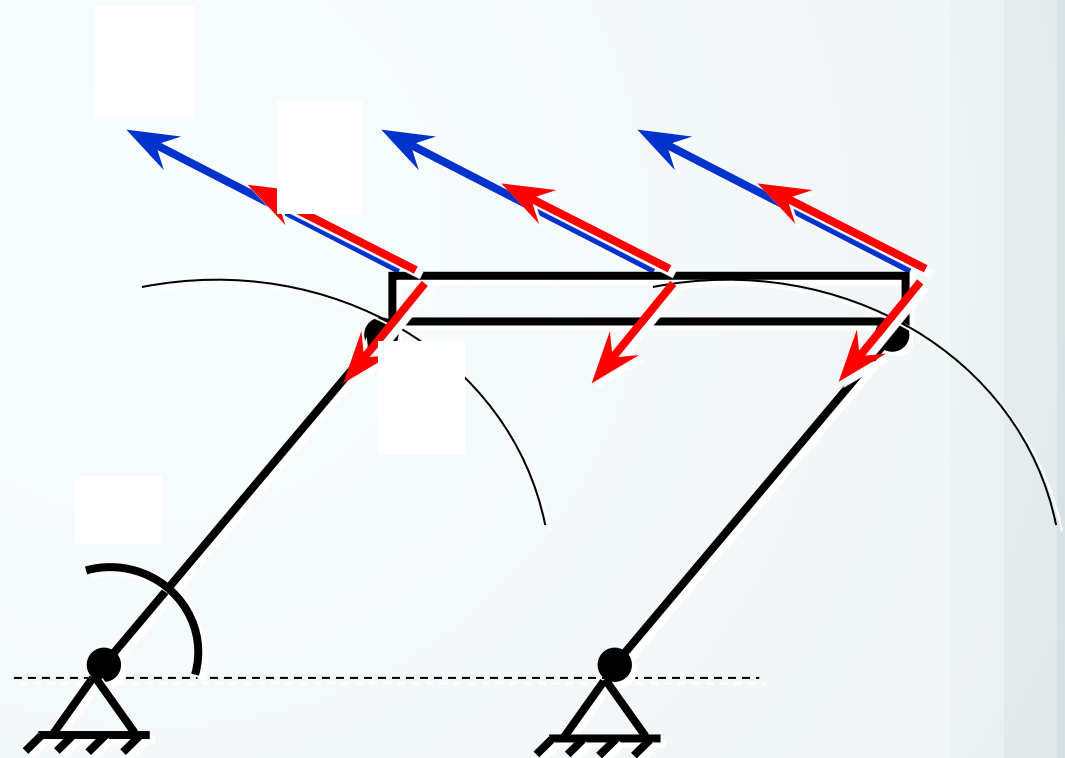






При поступательном движении общую для всех точек тела скорость называют *скоростью поступательного движения*, а ускорение – *ускорением поступательного движения*

Скорости и ускорения точек движущегося тела образуют векторные поля, однородные, но не стационарные



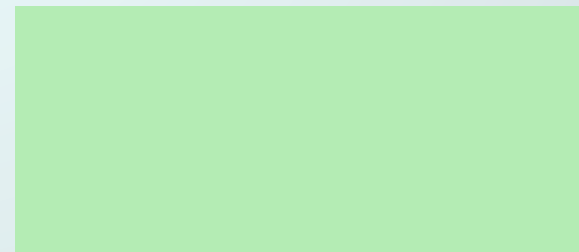
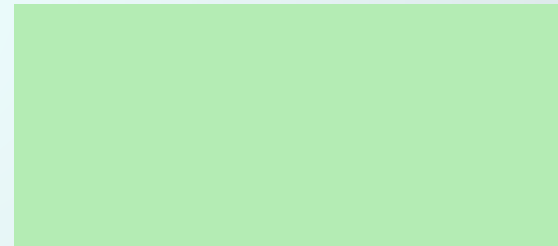
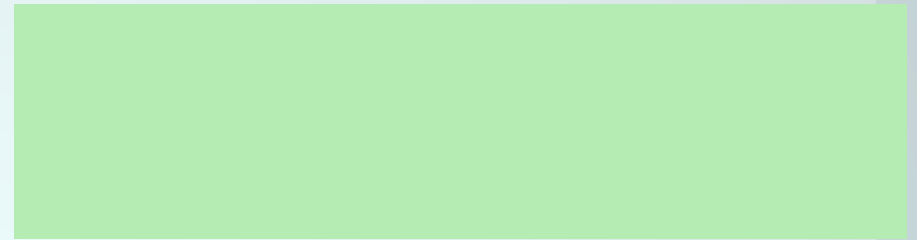
# Скорость при поступательном движении равна-

- **Первой производной от пути по времени и вектор скорости направлен по касательной к траектории**

# равно- поступательном движении

- **второй производной от пути по времени либо первой производной от скорости по времени**

**координатным способом, то для определения скорости и ускорения используют следующие формулы:**



# Примеры поступательного движения:

*Движение поршня в кривошипно-шатунном механизме*

*преобразует прямолинейное  
возвратно-поступательное  
движение поршней, во  
вращательное движение  
коленчатого вала*

# Принципы работы КШМ

# Принцип работы КШМ

- Поршневой двигатель — двигатель внутреннего сгорания, в котором энергия расширяющихся газов, образовавшаяся в результате сгорания топлива в замкнутом объёме, преобразуется в механическую работу поступательного движения поршня за счёт расширения рабочего тела в цилиндре, в который вставлен поршень. Поступательное движение поршня преобразуется во вращение коленчатого вала кривошипно-шатунным механизмом

момент времени 2 секунды, совершающей поступательное движение и двигающейся согласно уравнения

$$S = 5t^3 - 3t^2 + 4t - 1$$

□ **Решение:**

□ 1. Найдем скорость точки по формуле

$$□ v = S' = (5t^3 - 3t^2 + 4t - 1)' = (5 \cdot 3 \cdot t^2 - 3 \cdot 2 \cdot t^1 + 4) = (15t^2 - 6t + 4)_2 =$$

$$□ = (15 \cdot 2^2 - 6 \cdot 2 + 4) = 60 - 12 + 4 = 52 \text{ м/с}$$

□ 2. Найдем ускорение как первую производную от уравнения

$$□ a = S'' = v' = (15t^2 - 6t + 4)' = (15 \cdot 2 \cdot t - 6)_2 = (30t - 6)_2 = (30 \cdot 2 - 6) = 54 \text{ м/с}^2$$

□ **Ответ:  $v = 52 \text{ м/с}$ ;  $a = 54 \text{ м/с}^2$ .**



## **2. Вращательное движение тела.**

**Угловая скорость и  
угловое ускорение при  
вращательном  
движении.**

## § 2. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси

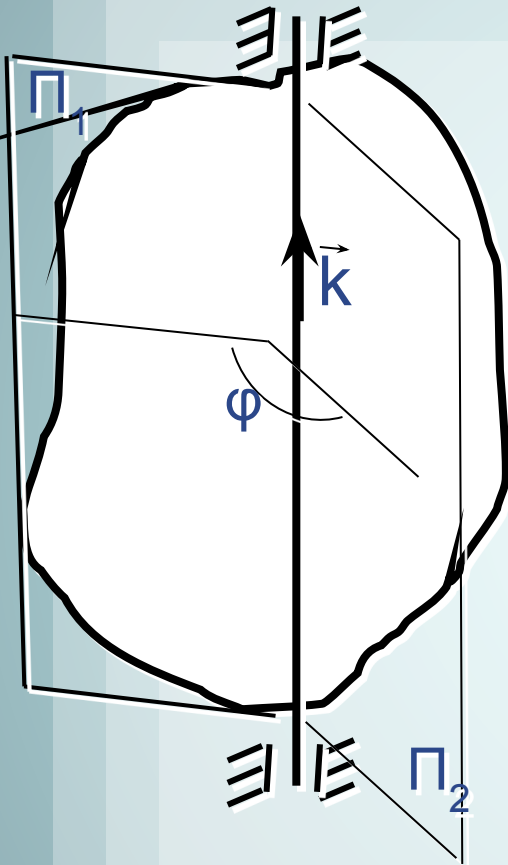
**Вращательным** движением называется такое движение тела, при котором любая точка этого тела в плоскости перпендикулярной оси вращения движется по траектории в виде окружности.

Прямая, точки которой остаются неподвижными, называется **осью вращения**

При вращении твердого тела все точки тела описывают окружности, расположенные в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения и с центрами на ней

- Вращательное движение тела можно характеризовать углом  $\varphi$ , на который повернулось тело за данный промежуток времени. Этот угол называется **угловым перемещением тела**.
- Кроме того вращательное движение характеризуется **угловой скоростью и угловым ускорением**, а также **линейной скоростью и линейным ускорением**.
- Рассмотрим формулы, для определения данных величин.

## Определим положение вращающегося тела



В СИ  $[\varphi] = \text{рад}$ ,  
*оборотах*

Положение тела однозначно определяется, если задан угол поворота  $\varphi = \varphi(t)$

$\vec{k}$  – единичный вектор, направленный по оси вращения

Будем считать, что угол  $\varphi$  возрастает, если с конца положительного направления оси вращения видим вращение тела происходящим против хода часовой стрелки

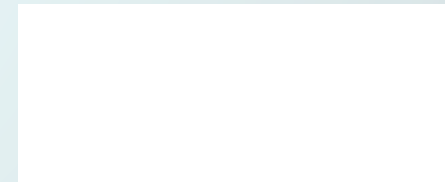
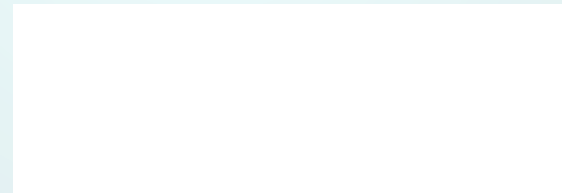
$\varphi = \varphi(t)$  – уравнение движения твердого тела при его повороте вокруг оси

## Определим угловую скорость твердого тела

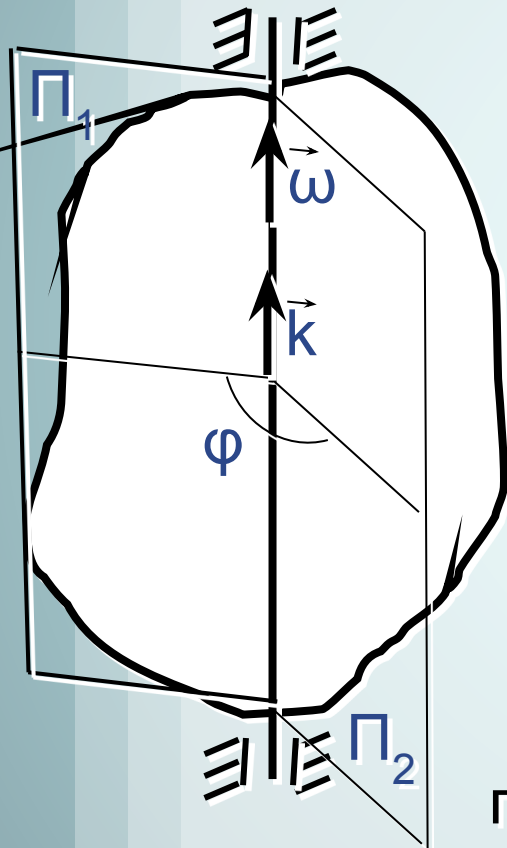
Среднюю угловую скорость тела определяют



Мгновенная угловая скорость – векторная величина, равная по модулю **первой производной от угла поворота по времени**



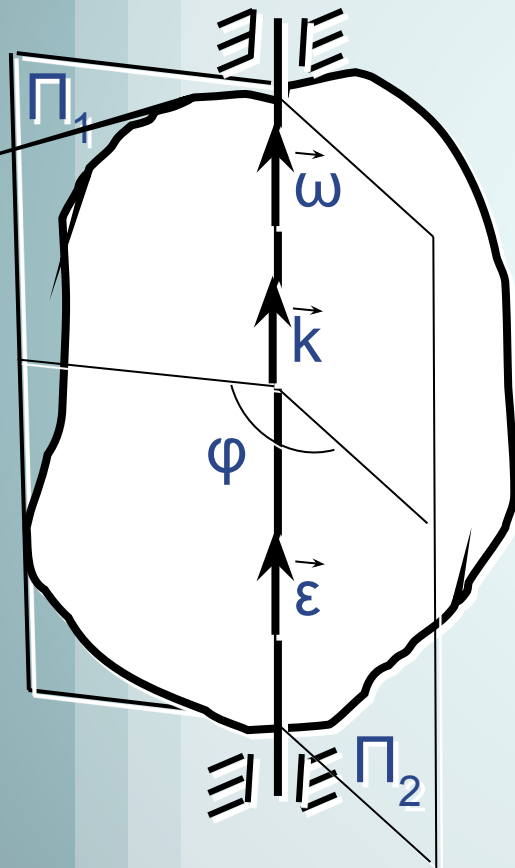
по направлению – вдоль оси вращения в ту сторону, откуда вращение видно происходящим против хода часовой стрелки.  
*Единица угловой скорости – радиан в секунду (рад/с).*





## Определим угловое ускорение твердого тела

Угловое ускорение характеризует изменение с течением времени угловой скорости



Мгновенное угловое ускорение

***Угловое ускорение равно первой производной от угловой скорости по времени либо второй производной от угла поворота по времени.***

В системе СИ  $[\varepsilon] = \text{рад/с}^2, \text{с}^{-2}$

- **Если  $\varepsilon=0$ , то имеет место равномерное вращательное движение.**
- **Если  $\varepsilon>0$ , то имеет место неравномерное вращательное ускоряющееся движение.**
- **Если  $\varepsilon<0$ , то имеет место неравномерное вращательное замедляющееся движение.**

- **Задание: в рабочей тетради на стр.20 задание № 5.**
  
- **3 минуты на решение задачи самостоятельно.**

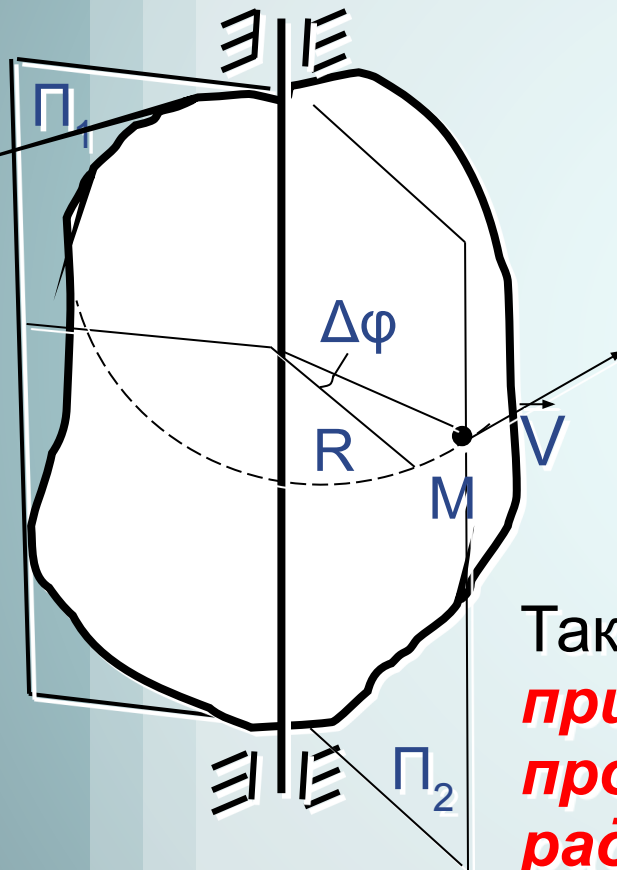


**3. Линейная скорость  
и линейное ускорение  
при вращательном  
движении.**

# Линейная скорость точек вращающегося твердого тела

За  $dt$  точка  $M$  совершает вдоль траектории элементарное перемещение  $ds$

Мгновенная скорость точки  $M$  по величине



Таким образом, **линейная скорость точки при вращательном движении равна произведению угловой скорости на радиус вращения.**

Чем больше радиус вращения, тем больше линейная скорость, но тем меньше угловая скорость.

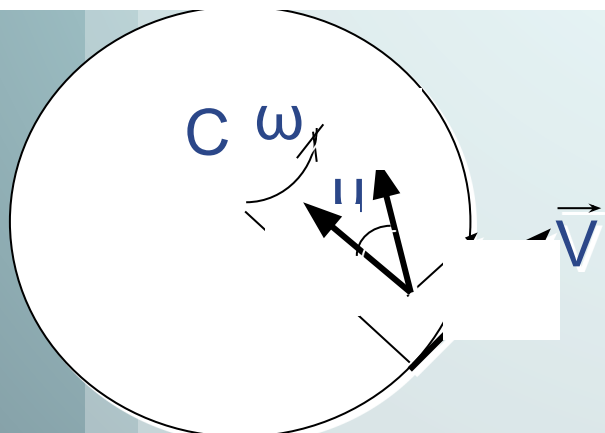
# Ускорения точек вращающегося твёрдого тела

Вспомним, что

и

Здесь

Полное ускорение



## Леонард Эйлер (1707 –1783)

показал, что скорость вращающейся точки тела можно определить из векторного произведения угловой скорости и радиуса-вектора этой точки.

В 19 лет он приехал в Россию, где в 26 лет стал академиком Российской Академии Наук, прожив 15 лет, уехал в Германию.

Вернулся опять в Россию при Екатерине II и создал великую русскую школу математиков

# ДВИЖЕНИЯ

<i>Величина</i>	<i>Обозн</i>	<i>Единица</i>	<i>Формула</i>
<b>Перемещение</b>	<b>S</b>	<b>м</b>	
<b>Частота</b>	<b>n</b>	<b>об/мин.</b>	
<b>Линейная скорость</b>	<b>V</b>	<b>м/с</b>	
<b>Угловая скорость</b>	<b><math>\omega</math></b>	<b>рад/с</b>	
<b>Ускорение</b>	<b>a</b>	<b>м/с<sup>2</sup></b>	

# Примеры вращательного движения в автомобиле

**Кулачковые механизмы** служат для преобразования вращательного движения (кулачка) в возвратно-поступательное. Механизм состоит из кулачка - криволинейного диска, насаженного на вал, и стержня, который одним концом опирается на криволинейную поверхность диска. Стержень вставлен в направляющую втулку. Для лучшего прилегания к кулачку, стержень снабжается нажимной пружиной. Чтобы стержень легко скользил по кулачку, на его конце устанавливается ролик.

# Вращательное движение

## □ В автомобиле

**Для достижения высоких динамических и скоростных характеристик автомобиля мало улучшить мотор. Чтобы реализовать его возросшие возможности, нужна и соответствующая коробка передач. Такая коробка должна обладать высокой скоростью переключения, другими передаточными числами, способностью выдерживать высокие нагрузки. Этим требованиям в полной мере отвечают кулачковые КПП, спортивных автомобилях.**



200 мм в течение первых нескольких секунд вращается согласно уравнения  $\varphi=0,2t^3$ . Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость и линейное ускорение точек, расположенных на ободе шкива, в момент времени 5 секунд.

□ *Решение:*

1.Находим угловую скорость

2. Находим угловое ускорение.

3. Найдем линейную скорость точек, расположенных на ободе шкива ( $R=100$  мм= $0,1$  м)

4. Находим полное ускорение в момент времени 5 секунд.

**Ответ:  $a = 22,5$  м/с<sup>2</sup>**



## Качественные задачи

Внимательно прослушайте утверждение. Если Вы считаете, что оно **верно**, то **поднимайте руку**, если **неверно** – **не поднимайте руку**.

1. Ваше движение в колледж является механическим.
2. При резком повороте автобуса влево пассажиры отклоняются вправо.
3. Пассажиры в движущемся автобусе покоятся относительно автобуса.
4. При движении по окружности ускорение направлено по касательной к окружности.

## Качественные задачи

**Внимательно прослушайте утверждение. Если Вы считаете, что оно **верно**, то **поднимаете руку**, если **неверно** – **не поднимайте руки**.**

5. Столкнулись автомобиль МАЗ и мотоцикл. Сила, с которой МАЗ действовал на мотоцикл больше, чем сила, с которой мотоцикл действовал на МАЗ.
6. Ускорения, которые получили МАЗ и мотоцикл при взаимодействии, равны.
7. Автомобиль будет двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем при отсутствии силы трения и сопротивления воздуха.
8. Металлический шар падает с некоторой высоты. Его движение равноускоренное, так как сила тяжести, сила сопротивления воздуха и архимедова сила не компенсируют друг друга.





# РЕФЛЕКСИЯ

Выскажитесь одним предложением. Продолжите мысль:

- ✓ **Сегодня я узнал...**
- ✓ **Было интересно...**
- ✓ **Было трудно...**
- ✓ **Я выполнял задания...**
- ✓ **Чем запомнился вам урок?**
- ✓ **Оцените свою работу на уроке.**

# Домашнее задание

- Теория – конспект
- Аркуша А.И. гл. 8 § 1.31-1.34 стр. 98-107
- рабочая тетрадь тема 1.8. задания 1-8

## Подведение итога урока

