

Гродненский государственный университет имени
Янки Купалы
Лидский колледж

техническая механика

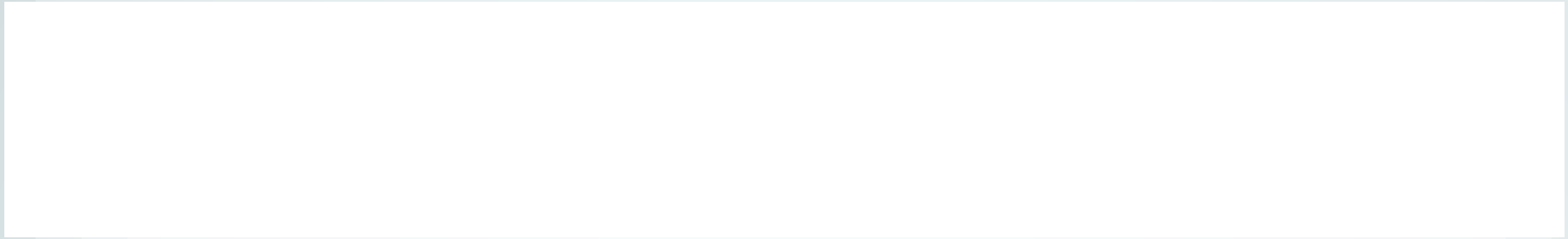
ТЕМА УРОКА

«Простейшие виды движения твёрдого тела»

**Преподаватель:
Дудко Ольга Николаевна**

Проверка знаний пройденного материала

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.

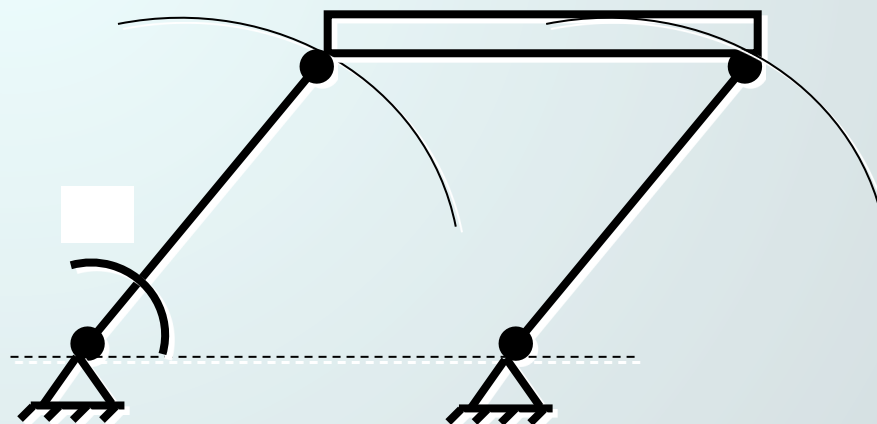
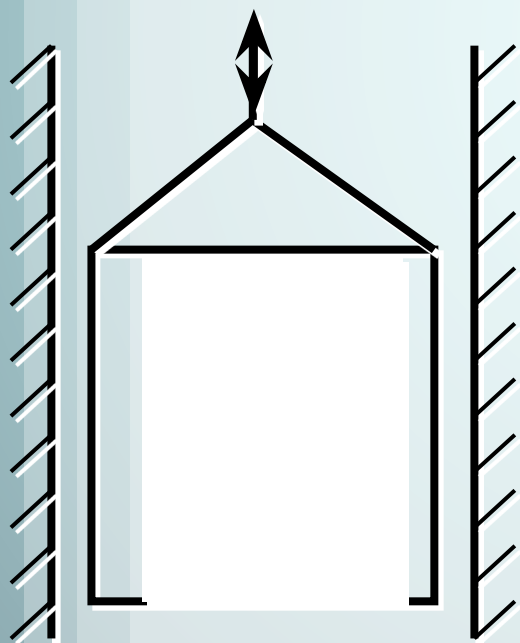
Знать формулы для определения параметров поступательного и вращательного движений тела.

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**.



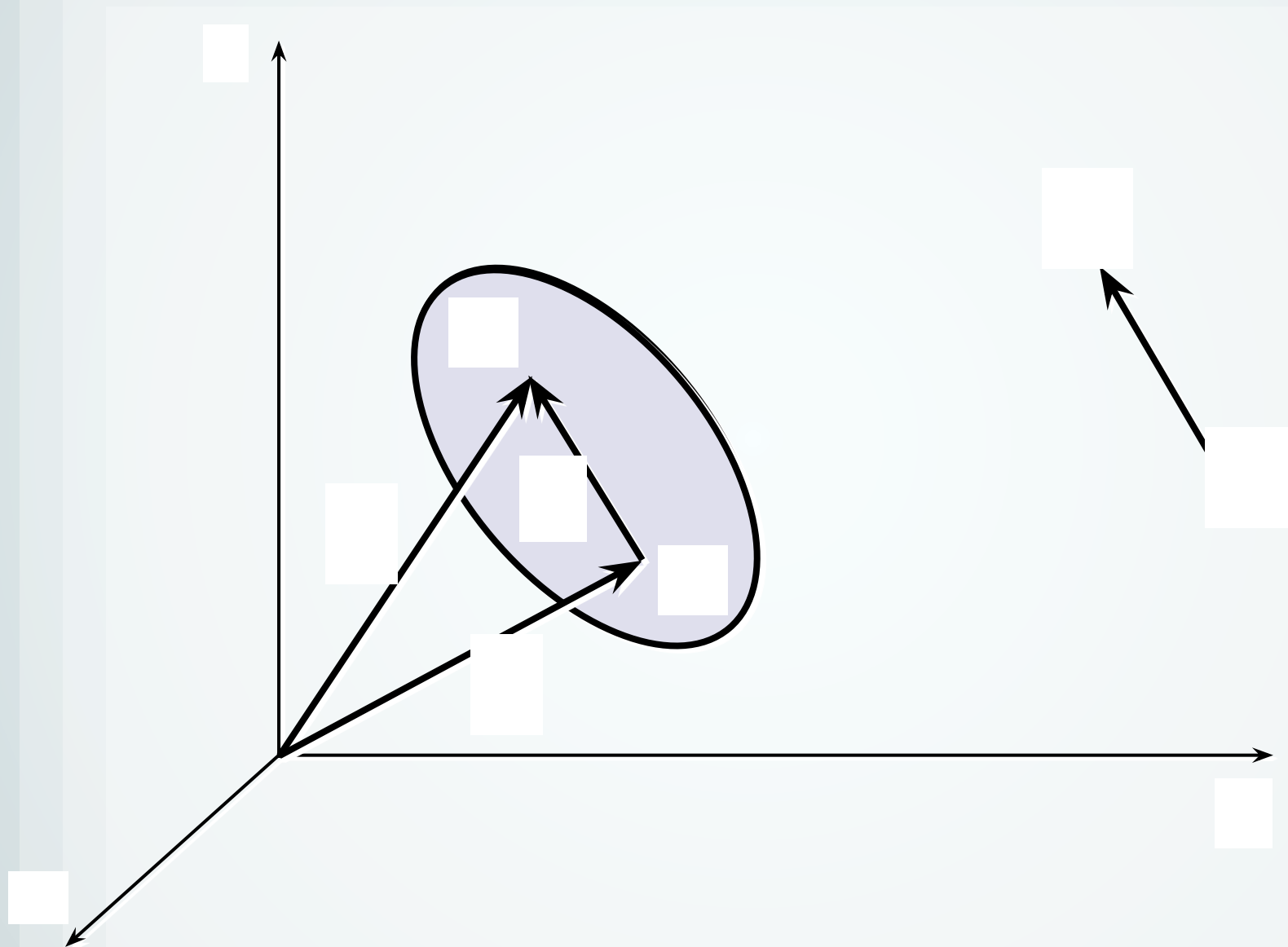
Теорема, определяющая свойства поступательного движения

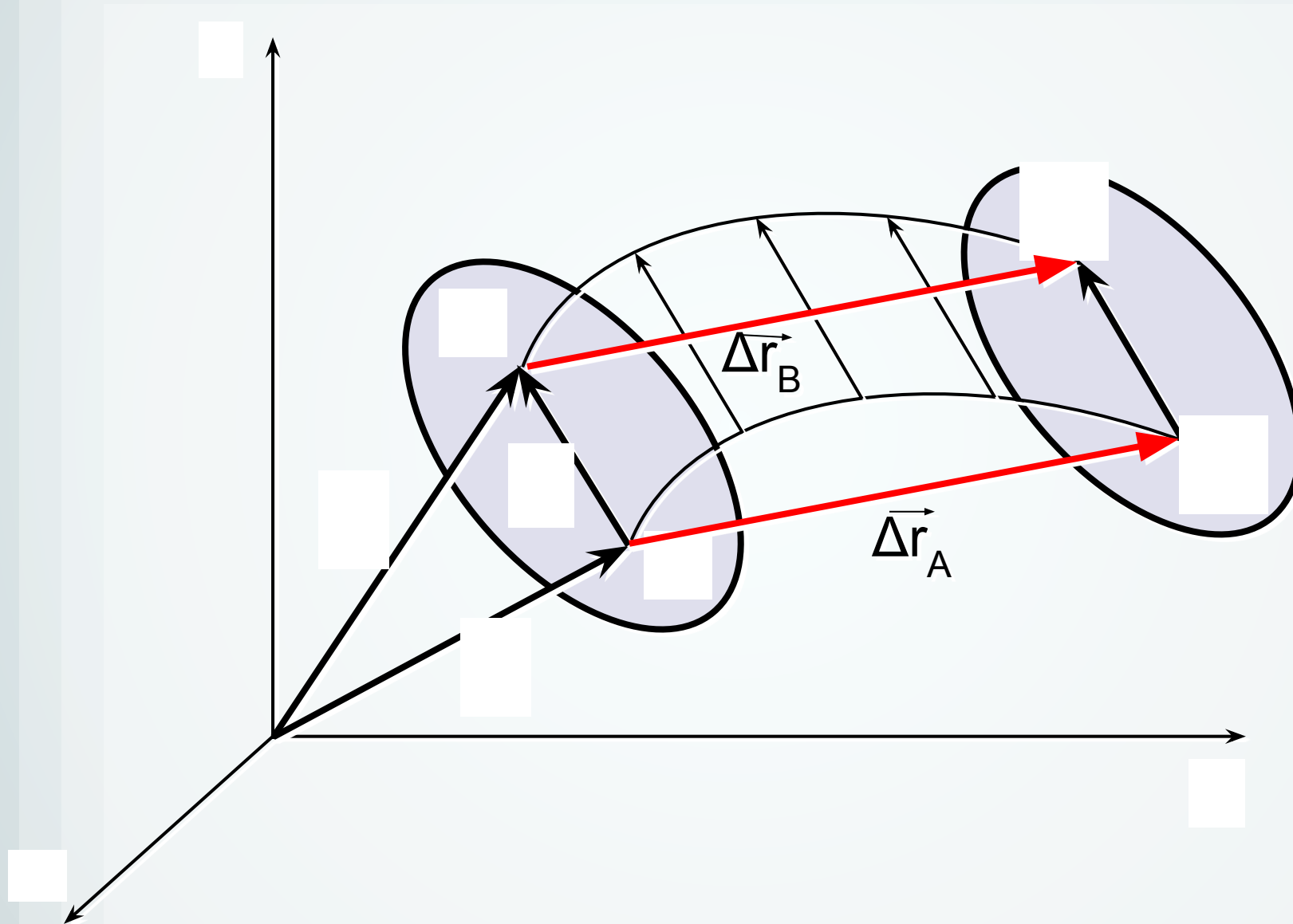
При поступательном движении твердого тела все его точки описывают одинаковые траектории и имеют в любой момент времени одинаковые по величине и по направлению скорости и ускорения

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.

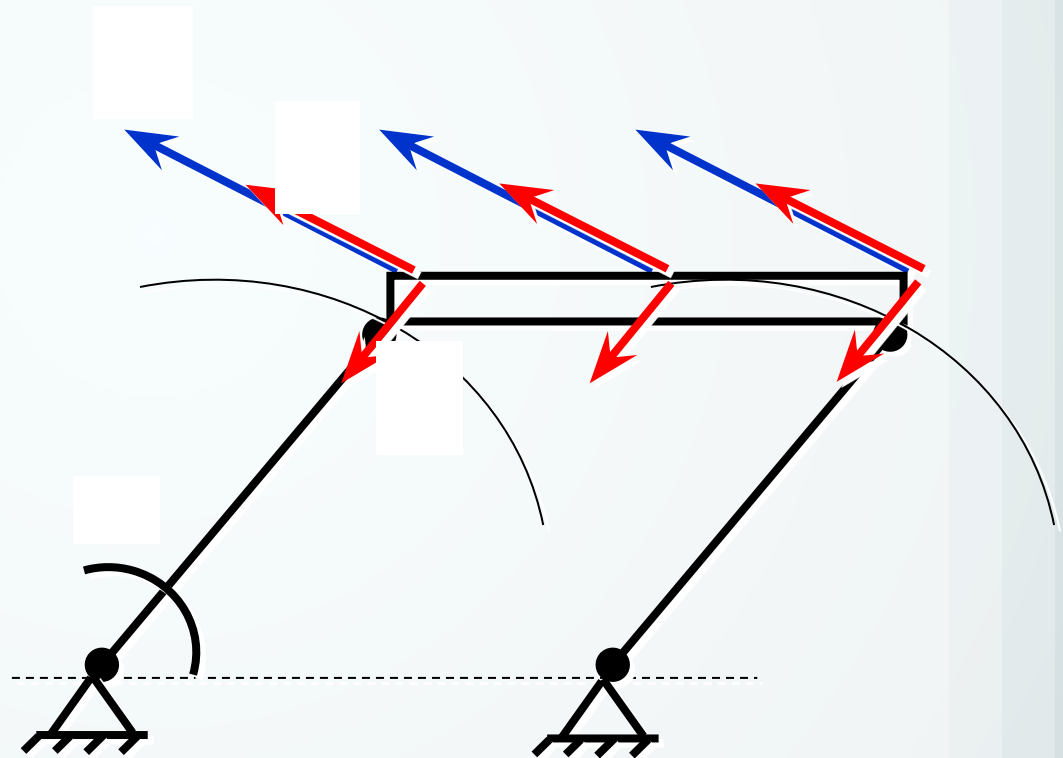
Поступательное движение может быть прямолинейным и криволинейным.





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



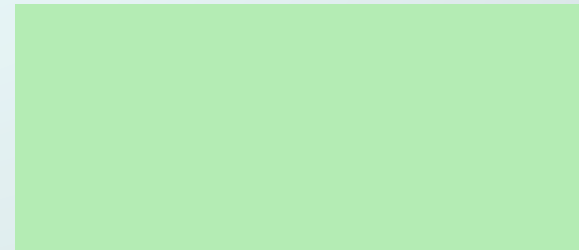
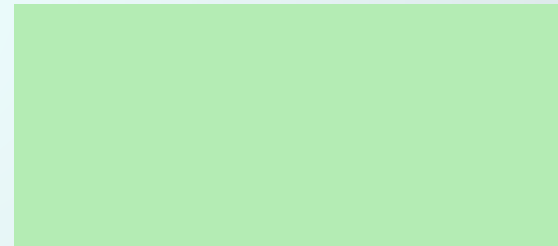
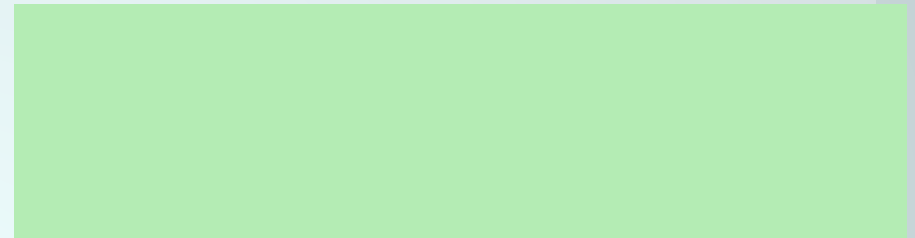
Скорость при поступательном движении равна-

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

ускорение при поступательном движении равно-

- 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

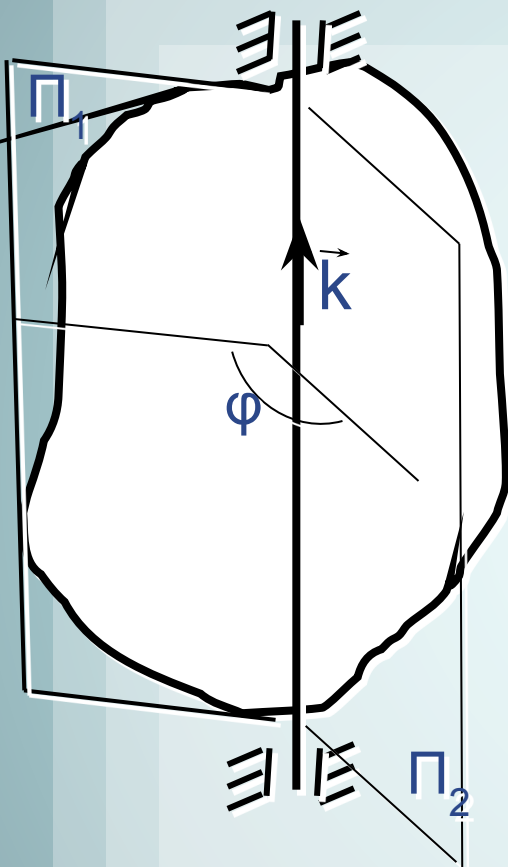
Вращательным движением называется такое движение тела, при котором любая точка этого тела в плоскости перпендикулярной оси вращения движется по траектории в виде окружности.

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 φ , 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 φ возрастает, если с конца положительного направления оси вращения видим вращение тела происходящим против хода часовой стрелки

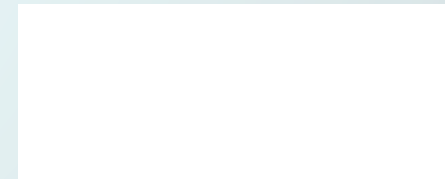
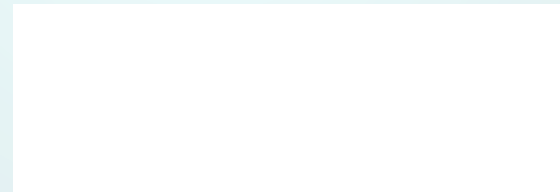
$\varphi = \varphi(t)$ – уравнение движения твердого тела при его повороте вокруг оси

Определим угловую скорость твердого тела

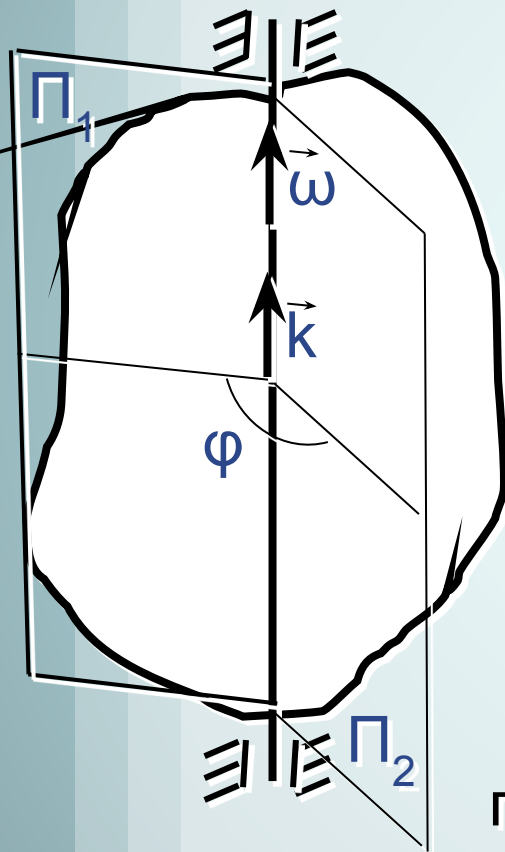
Среднюю угловую скорость тела определяют



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

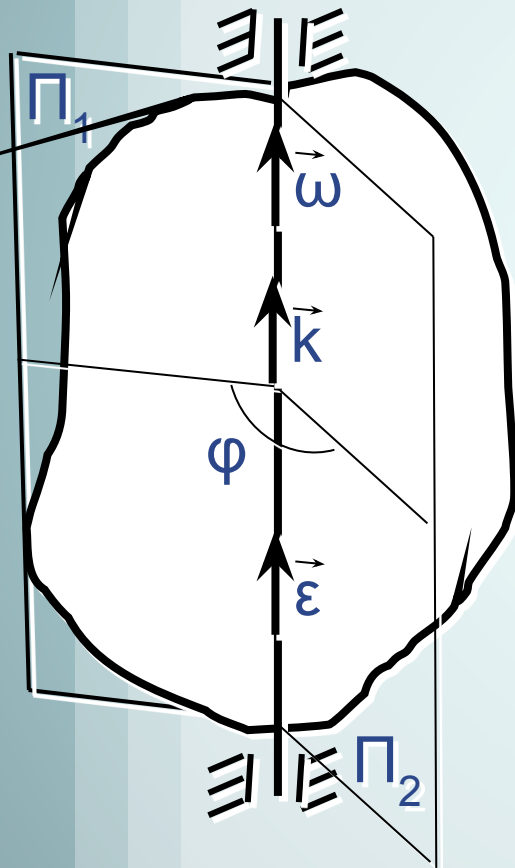


по направлению – вдоль оси вращения в ту сторону, откуда вращение видно происходящим против хода часовой стрелки.
Единица угловой скорости – радиан в секунду (рад/с).



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 $[\epsilon] = \text{рад/с}^2, \text{с}^{-2}$

- **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.**

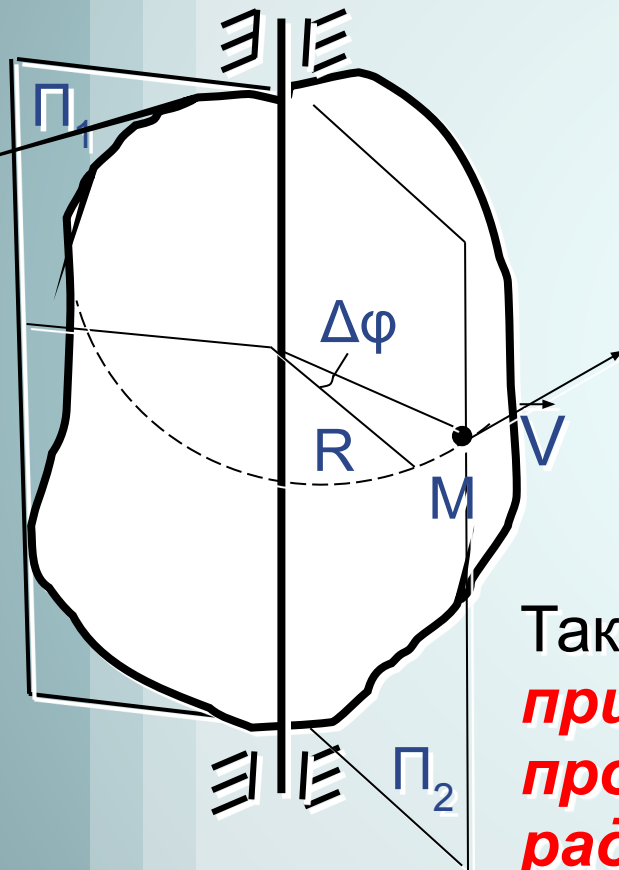
- **Задание: в рабочей тетради на стр.20 задание № 5.**
- **3 минуты на решение задачи самостоятельно.**

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.

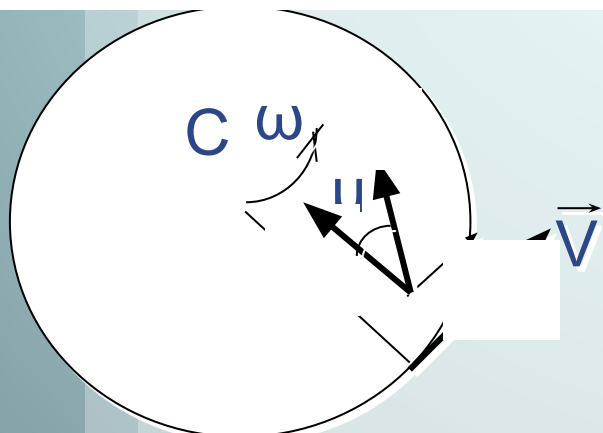
Ускорения точек вращающегося твёрдого тела

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

Величина	Обозн	Единица	Формула
Перемещение	s	м	
Частота	n	об/мин.	
Линейная скорость	v	м/с	
Угловая скорость	ω	рад/с	
Ускорение	a	м/с ²	

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 автомобилей.

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 ($R = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$)

4. Находим полное ускорение в момент времени 5 секунд.

Ответ: $a = 22,5 \text{ м/с}^2$

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

