

# КИНЕМАТИКА



**ВОЛКОВА АНАСТАСИЯ**

**ГРУППА 1011**

**КИНЕМАТИКА (ГРЕЧ. ΚΙΝΕΙΝ — ДВИГАТЬСЯ) В ФИЗИКЕ — РАЗДЕЛ МЕХАНИКИ, ИЗУЧАЮЩИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ (СРЕДСТВАМИ ГЕОМЕТРИИ, АЛГЕБРЫ, МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА...) ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕЛ (МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА, АБСОЛЮТНО ТВЕРДОЕ ТЕЛО, ИДЕАЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ), БЕЗ РАССМОТРЕНИЯ ПРИЧИН ДВИЖЕНИЯ (МАССЫ, СИЛ И Т. Д.). ИСХОДНЫЕ ПОНЯТИЯ КИНЕМАТИКИ — ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ. НАПРИМЕР, ЕСЛИ ТЕЛО ДВИЖЕТСЯ ПО ОКРУЖНОСТИ, ТО КИНЕМАТИКА ПРЕДСКАЗЫВАЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОГО УСКОРЕНИЯ БЕЗ УТОЧНЕНИЯ ТОГО, КАКУЮ ПРИРОДУ ИМЕЕТ СИЛА, ЕГО ПОРОЖДАЮЩАЯ. ПРИЧИНАМИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ЗАНИМАЕТСЯ ДРУГОЙ РАЗДЕЛ МЕХАНИКИ — ДИНАМИКА.**

**ГЛАВНОЙ ЗАДАЧЕЙ КИНЕМАТИКИ ЯВЛЯЕТСЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ (УРАВНЕНИЯМИ, ГРАФИКАМИ, ТАБЛИЦАМИ И Т. П.) ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ ТОЧЕК ИЛИ ТЕЛ ВО ВРЕМЕНИ. ЛЮБОЕ ДВИЖЕНИЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ В ОПРЕДЕЛЁННОЙ СИСТЕМЕ ОТСЧЁТА. ТАКЖЕ КИНЕМАТИКА ЗАНИМАЕТСЯ ИЗУЧЕНИЕМ СОСТАВНЫХ ДВИЖЕНИЙ (ДВИЖЕНИЙ В ДВУХ ВЗАИМНО ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ СИСТЕМАХ ОТСЧЁТА).**

**РАЗЛИЧАЮТ КЛАССИЧЕСКУЮ КИНЕМАТИКУ, В КОТОРОЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ (ДЛИНЫ ОТРЕЗКОВ) И ВРЕМЕННЫЕ (ПРОМЕЖУТКИ ВРЕМЕНИ) ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ СЧИТАЮТСЯ АБСОЛЮТНЫМИ, ТО ЕСТЬ НЕ ЗАВИСЯЩИМИ ОТ ВЫБОРА СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА, И РЕЛЯТИВИСТСКУЮ. В ПОСЛЕДНЕЙ ДЛИНЫ ОТРЕЗКОВ И ПРОМЕЖУТКИ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ДВУМЯ СОБЫТИЯМИ МОГУТ ИЗМЕНЯТЬСЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ОДНОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА К ДРУГОЙ. ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СТАНОВИТСЯ ТАКЖЕ ОДНОВРЕМЕННОСТЬ. В РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МЕХАНИКЕ ВМЕСТО ОТДЕЛЬНЫХ ПОНЯТИЙ ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ ВВОДИТСЯ ПОНЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ, В КОТОРОМ ИНВАРИАНТНЫМ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОРЕНЦА ЯВЛЯЕТСЯ ВЕЛИЧИНА, НАЗЫВАЕМАЯ ИНТЕРВАЛОМ.**

**ДОЛГОЕ ВРЕМЯ ПОНЯТИЯ О КИНЕМАТИКЕ БЫЛИ ОСНОВАНЫ НА РАБОТАХ АРИСТОТЕЛЯ, В КОТОРЫХ УТВЕРЖДАЛОСЬ, ЧТО СКОРОСТЬ ПАДЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНА ВЕСУ ТЕЛА, А ДВИЖЕНИЕ В ОТСУТСТВИЕ СИЛ НЕВОЗМОЖНО. ТОЛЬКО В КОНЦЕ XVI ВЕКА ЭТИМ ВОПРОСОМ ПОДРОБНО ЗАНЯЛСЯ ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ. ИЗУЧАЯ СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ (ЗНАМЕНИТЫЕ ОПЫТЫ НА ПИЗАНСКОЙ БАШНЕ) И ИНЕРЦИЮ ТЕЛ, ОН ДОКАЗАЛ НЕПРАВИЛЬНОСТЬ ИДЕЙ АРИСТОТЕЛЯ. ИТОГИ СВОЕЙ РАБОТЫ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ ОН ИЗЛОЖИЛ В КНИГЕ «БЕСЕДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА, КАСАЮЩИЕСЯ ДВУХ НОВЫХ ОТРАСЛЕЙ НАУКИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К МЕХАНИКЕ И МЕСТНОМУ ДВИЖЕНИЮ»**

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КИНЕМАТИКИ

**МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ** — ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ ТЕЛ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ. ПРИ ЭТОМ ТЕЛА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ ПО ЗАКОНАМ МЕХАНИКИ.

**СИСТЕМА ОТСЧЁТА** — СОПОСТАВЛЕННАЯ С КОНТИНУУМОМ РЕАЛЬНЫХ ИЛИ ВООБРАЖАЕМЫХ ТЕЛ ОТСЧЁТА СИСТЕМА КООРДИНАТ И ПРИБОР(Ы) ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ (ЧАСЫ). ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ.

**КООРДИНАТЫ** — СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ ИЛИ ТЕЛА С ПОМОЩЬЮ ЧИСЕЛ ИЛИ ДРУГИХ СИМВОЛОВ

**РАДИУС-ВЕКТОР** ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ЗАДАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ В ПРОСТРАНСТВЕ ОТНОСИТЕЛЬНО НЕКОТОРОЙ ЗАРАНЕЕ ФИКСИРОВАННОЙ ТОЧКИ, НАЗЫВАЕМОЙ НАЧАЛОМ КООРДИНАТ.

**ТРАЕКТОРИЯ** — НЕПРЕРЫВНАЯ ЛИНИЯ, КОТОРУЮ ОПИСЫВАЕТ ТОЧКА ПРИ СВОЁМ ДВИЖЕНИИ.

**СКОРОСТЬ** — ВЕКТОРНАЯ ВЕЛИЧИНА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ БЫСТРОТУ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ПРОСТРАНСТВЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ВЫБРАННОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА.

**УСКОРЕНИЕ** — ВЕКТОРНАЯ ВЕЛИЧИНА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ, НАСКОЛЬКО ИЗМЕНЯЕТСЯ ВЕКТОР СКОРОСТИ ТОЧКИ (ТЕЛА) ПРИ ЕЁ ДВИЖЕНИИ ЗА ЕДИНИЦУ ВРЕМЕНИ.

**УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ** — ВЕКТОРНАЯ ВЕЛИЧИНА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ ТЕЛА.

**УГЛОВОЕ УСКОРЕНИЕ** — ВЕЛИЧИНА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ БЫСТРОТУ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ.

# **ВСЯКОЕ ДВИЖЕНИЕ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ СЛЕДУЮЩИМИ ВЕЛИЧИНАМИ**

**-ПЕРЕМЕЩЕНИЕ(ПУТЬ)**

**-СКОРОСТЬ**

**-УСКОРЕНИЕ**

**ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ НАЗЫВАЕТСЯ ВЕКТОРНАЯ  
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА, СОЕДИНЯЮЩАЯ НАЧАЛЬНО  
ПОЛОЖЕНИЕ ТЕЛА С ЕГО КОНЕЧНЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ**

**СКОРОСТЬ-ЭТО ВЕКТОРНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ  
ВЕЛИЧИНА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ  
БЫСТРОТУ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА**

**УСКОРЕНИЕ-ЭТО ВЕКТОРНАЯ  
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА,  
ПОКАЗЫВАЮЩАЯ БЫСТРОТУ  
ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ТЕЛА**

# ФОРМУЛЫ ДВИЖЕНИЙ:

## РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

$$S=VT \text{ [M]}$$

**S-ПУТЬ**

$$V=S/T \text{ [M/C]}$$

**V-СКОРОСТЬ**

$$T=S/V \text{ [C]}$$

**T-ВРЕМЯ**

## РАВНОУСКОРЕННОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

$$S=V_0T+AT^2/2$$

**A-УСКОРЕНИЕ [M.C<sup>2</sup>]**

$$V=V_0+AT$$

**A=CONST**

**V=CONST**

# **ПРИМЕРОМ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ**

**СВОБОДНЫМ ПАДЕНИЕМ НАЗЫВАЮТ ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ТОЛЬКО ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИТЯЖЕНИЯ К ЗЕМЛЕ. ПРИ ТАКОМ ДВИЖЕНИИ УСКОРЕНИЕ ОДИНАКОВО ДЛЯ ВСЕХ ТЕЛ И ЕГО НАЗЫВАЮТ УСКОРЕНИЕМ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ.**

**ПЕРВЫМ, КТО ОПРЕДЕЛИЛ УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ БЫЛ ВЫДАЮЩИЙСЯ ИТАЛЬЯНСКИЙ УЧЁНЫЙ ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ.**

$$H = V_0 T + g T^2 / 2$$

**U — СКОРОСТЬ ПАДЕНИЯ ТЕЛА СПУСТЯ ВРЕМЯ T,**

**G — УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ, 9.81 (M/C<sup>2</sup>),**

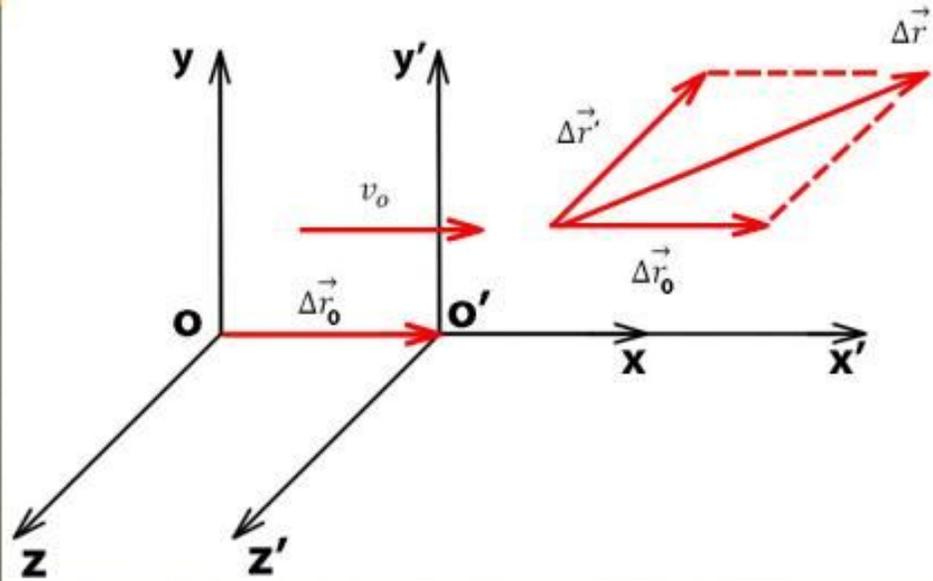
**H — ВЫСОТА С КОТОРОЙ ПАДАЕТ ТЕЛО,**

**T — ВРЕМЯ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО ПРОДОЛЖАЛОСЬ ПАДЕНИЕ**

# Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей.

Перемещение тела за данный промежуток времени относительно неподвижной системы отсчета равно геометрической (векторной) сумме его перемещения относительно неподвижной системы отсчета и перемещения подвижной системы отсчета относительно неподвижной за этот промежуток времени:

$$\Delta \vec{r} = \Delta \vec{r}' + \Delta \vec{r}_0$$



Скорость тела  $v$  относительно неподвижной системы отсчета равна геометрической сумме его скорости  $v'$  относительно подвижной системы отсчета и скорости  $v_0$  подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета:

$$v = v' + v_0$$

# Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей.

КЛАССИЧЕСКИЙ ЗАКОН СЛОЖЕНИЯ  
СКОРОСТЕЙ:

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_0$$