**12.09.2025 8-ЗУ-25 (2 пара) Физика Гаврилина О.О.**

**Составить конспект. Записать , то что не успели на лекции.**

**Уравнения равномерного и неравномерного движения.**

**Движение точки называется равномерным, если она за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути.**

**Равномерное движение может быть как криволинейным, так и прямолинейным**. Равномерное прямолинейное движение — самый простой вид движения.

**Важной величиной, характеризующей движение точки, является её скорость.**

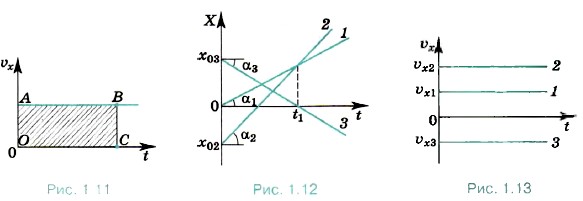
В механике рассматривают скорость как векторную величину. А это означает, что скорость можно считать известной (заданной) лишь в том случае, если известны её модуль и направление.

**Скоростью равномерного прямолинейного движения точки** **называется векторная величина, равная отношению перемещения точки к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло.**

**х = х0 + υxt.                         (1.5)**

**Уравнение (1.5) есть уравнение равномерного прямолинейного движения точки**, **записанное в координатной форме**. Оно позволяет найти координату х точки при этом движении в любой момент времени, если известны проекция её скорости на ось ОХ и её начальная координата х0.

**Графическое представление равномерного прямолинейного движения.**



На рисунке 1.12 приведены примеры графиков зависимости координаты от времени для трёх различных случаев равномерного прямолинейного движения. Прямая 1 соответствует случаю х0 = 0, υx1 > 0; прямая 2 — случаю х0 < 0, υx2 > 0, а прямая 3 — случаю х0 > 0, υx3 < 0.

**Мгновенная и средняя скорости**

 Понаблюдайте за движением различных тел. Какие из них всё время изменяют скорость при движении, а какие движутся практически равномерно в течение длительного промежутка времени?

Реальные тела (человек, автомобиль, ракета, теплоход и т. д.), как правило, не движутся с постоянной скоростью. Они начинают двигаться из состояния покоя, и их скорость увеличивается постепенно, при остановке скорость уменьшается также постепенно, таким образом, реальные тела движутся неравномерно.

**Неравномерное движение может быть как прямолинейным, так и криволинейным.**

Чтобы полностью описать неравномерное движение точки, надо знать её положение и скорость в каждый момент времени.

**Скорость точки в данный момент времени называется** **мгновенной скоростью**.

**Мгновенная скорость направлена по касательной к траектории.**

 В частности, скорость точки, движущейся по окружности, направлена по касательной к этой окружности. В этом нетрудно убедиться. Если маленькие частички отделяются от вращающегося диска, то они летят по касательной, так как имеют в момент отрыва скорость, равную скорости точек на окружности диска. Вот почему грязь из-под колёс буксующей автомашины летит по касательной к окружности колёс (рис. 1.25).

**Для неравномерного движения также справедлив закон сложения скоростей. В этом случае складываются мгновенные скорости.**

**Изменение скорости тела может происходить как очень быстро** (движение пули в канале ствола при выстреле из винтовки), **так и сравнительно медленно** (движение поезда при его отправлении).

**Физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости, называется** **ускорением**.

Выясним зависимость скорости точки от времени при её движении с постоянным ускорением. Для этого воспользуемся формулой

зависимость скорости точки от времени при её движении с постоянным ускорением

Пусть https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg0 — скорость точки в начальный момент времени t0, а https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg — её скорость в некоторый момент времени t, тогда за промежуток времени Δt = t - t0 изменение скорости Δhttps://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg = https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg - https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg0, и формула для ускорения примет вид

формула для ускорения

Если начальный момент времени t0 принять равным нулю, то получим

начальный момент времени

Отсюда получим **формулу для определения скорости точки в любой момент времени при её движении с постоянным ускорением:**

**https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg= https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg0 + https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/2.6.jpgt.                         (1.11)**

Векторному уравнению (1.11) соответствуют в случае движения на плоскости два скалярных уравнения для проекций скорости на координатные оси X и Y:

https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpgx = https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg0x +axt,       **(1.12)**https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpgy = https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg0y + ayt.

Как видим, при движении с постоянным ускорением скорость со временем меняется по линейному закону.

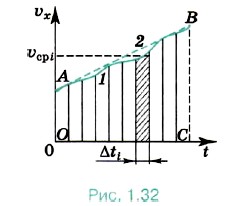
Теперь получим уравнения, которые позволяют рассчитывать для этого движения положение точки в любой момент времени.

Допустим, движение с постоянным ускорением совершается в одной плоскости, пусть это будет плоскость XOY. Если вектор начальной скорости и вектор ускорения не лежат на одной прямой, то точка будет двигаться по кривой линии. Следовательно, в этом случае с течением времени будут изменяться обе её координаты х и у. Обозначим через x0 и у0 координаты в начальный момент времени t0 = 0, а через х и у координаты в момент времени f. Тогда за время Δt = t — t0 = t изменения координат будут равны

Δх = х - х0 и Δу = у - у0.

Отсюда

х = х0 + Δх,       (1.13)  
У = У0 + ΔУ.

Значит, для нахождения положения точки в любой момент времени надо знать её начальные координаты и уметь находить изменения координат Δх и Δу за время движения.

В случае движения, при котором проекция скорости изменяется со временем (рис. 1.32, кривая 1), величину Δx: за время t найдём следующим образом. Из § 4 мы знаем, что при равномерном движении изменение координаты точки за время Δt можно определить на графике зависимости https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpgх(t) по площади прямоугольника. На рисунке 1.32 длина отрезка ОС численно равна времени движения.

Разделим его на малые интервалы Δt, в пределах которых проекцию скорости можно считать постоянной и равной её среднему значению. Рассмотрим интервал Δti Тогда Δxi = https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpgicpΔti, и соответственно площадь заштрихованного прямоугольника численно равна изменению координаты точки за время Δti. Сумма всех таких площадей численно равна изменению координаты точки за время t. Чем меньше интервал Δt, тем точнее будет результат. При стремлении Δt к нулю значение площади фигуры АВСО будет стремиться к числовому значению изменения координаты точки Δх.

В случае равноускоренного (ах = const) движения (рис. 1.32, прямая 2) изменение координаты тела Δх численно равно площади трапеции АВСО. Длины оснований ОА и ВС этой трапеции численно равны проекциям начальной и конечной скоростей, а длина высоты ОС — времени движения.

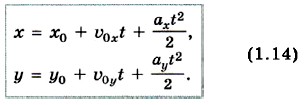
По формуле для площади трапеции имеем

По формуле для площади трапеции

Учитывая, что https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpgx = https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/4.1.jpg0x + axt, получаем

https://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_10_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/10.8.jpg

**Уравнения для координат при движении с постоянным ускорением как функции времени (их называют кинематическими уравнениями движения):**



Эти формулы применимы для описания как прямолинейного, так и криволинейного движения точки. Важно лишь, чтобы ускорение было постоянным.