

Теоретическая механика

Второй раздел

Кинематика

Кинематика

Тема 1.7

Основные понятия кинематики.

1.8

Кинематика точки

Преподаватель технической механики – Шепелева Е.В.

Вопросы

1. Способы задания движения точки.
2. Средняя скорость и скорость в данный момент времени.
3. Ускорение полное, нормальное и касательное.
4. Анализ видов и кинематических параметров движений.
5. Кинематические графики.

Кинематикой называется раздел теоретической механики, в котором изучают движение материальных тел в пространстве с геометрической точки зрения, вне связи с силами, определяющими это движение.

Движение – основная форма существования
всего материального мира,
покой и равновесие частные случаи движения.

Всякое движение, и механическое в том числе
происходит в пространстве и во времени.

***Основная задача кинематики
состоит в том, чтобы зная
закон движения данного тела,
определить все кинематические
характеристики.***

Основные кинематические параметры

Траекторией называется – линия которую очерчивает материальная точка при движении в пространстве.

Пройденный путь – путь (S) измеряется вдоль траектории в направлении движения.

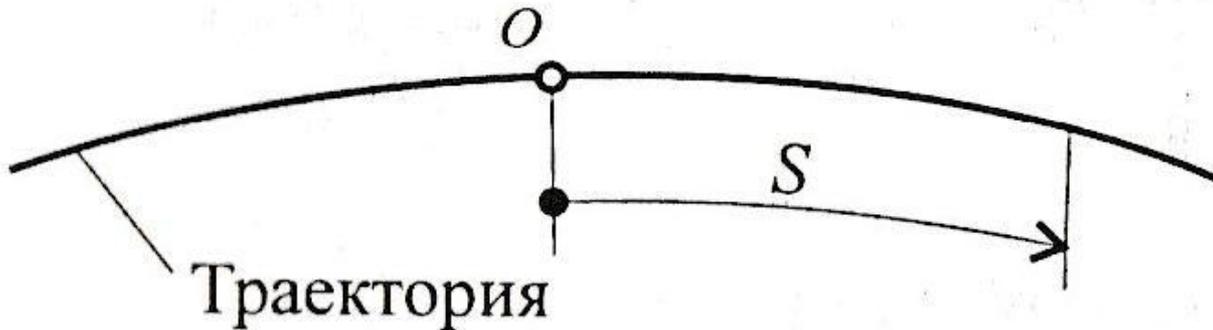
Уравнение движения точки – уравнение, определяющее положение движущейся точки в зависимости от времени.

Системой отсчета называется твердое тело по отношению к которому с помощью системы координат определяется положение других тел в разные промежутки времени.

Способы задания движения точки

Естественный способ задания движения точки:

- задается траектория движения точки;
- начало отсчета на траектории;
- закон движения точки вдоль траектории в виде уравнения $S = f(t)$.

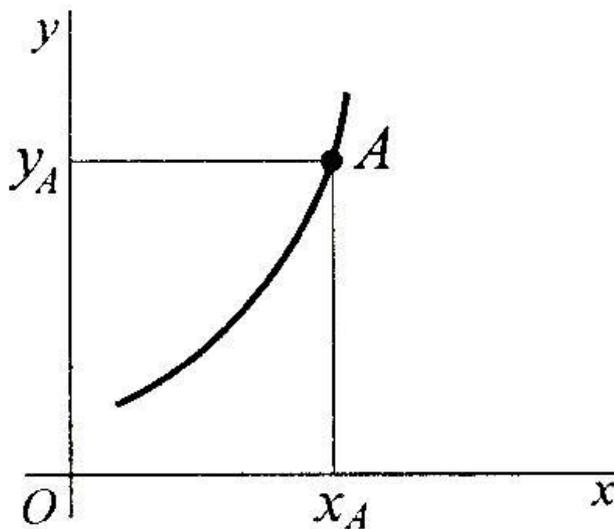


Координатный способ задания движения точки

-движение точки задается движением ее проекций вдоль осей координат уравнениями:

$$X = f_1(t);$$

$$Y = f_2(t).$$

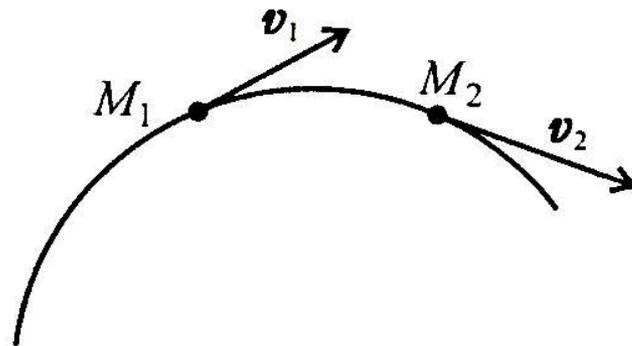


Скорость движения

Скоростью называется векторная величина, характеризующая в данный момент быстроту и направление движения по траектории.

Вектор скорости в любой момент направлен по касательной к траектории.

За единицу скорости принимают 1 м/с.

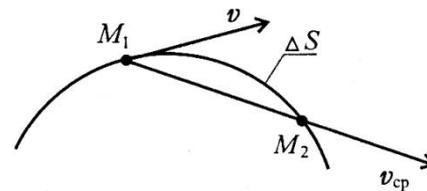


Если точка за равные промежутки времени проходит равные расстояния то движение называют равномерным.

$$v = \frac{S}{t};$$

Если точка за равные промежутки времени проходит неравные пути, то движение называют **неравномерным**.

Средняя скорость определяется: $v_{cp} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$;



В этом случае скорость – величина переменная и зависит от времени: $v = f(t)$.

При рассмотрении малых промежутков времени при $(\Delta t \rightarrow 0)$ Средняя скорость становится равной **истинной скорости** движения в **данный момент** и определяется как

$$v = \frac{dS}{dt}.$$

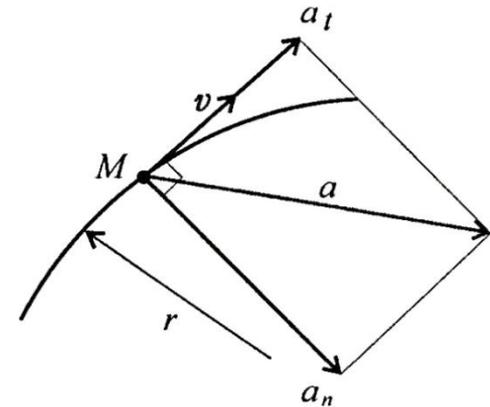
Ускорение точки

Ускорением точки называется векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости по величине и направлению.

За единицу ускорения принимают 1 м/с^2 .

Среднее ускорение:

$$a_{cp} = \frac{\Delta v}{\Delta t};$$



При рассмотрении бесконечно малого промежутка времени среднее ускорение превратится в **ускорение в данный момент:**

$$a = \frac{dv}{dt};$$

Обычно для удобства рассматривают две взаимно перпендикулярные составляющие ускорения: ***нормальное и касательное***.

Нормальное ускорение

характеризует изменение скорости по направлению

определяется как

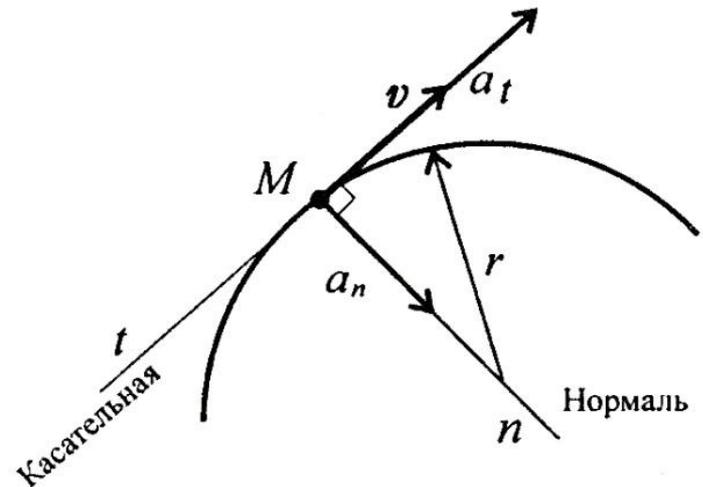
$$a_n = \frac{v^2}{r};$$

Касательное ускорение

характеризует изменение скорости по величине и

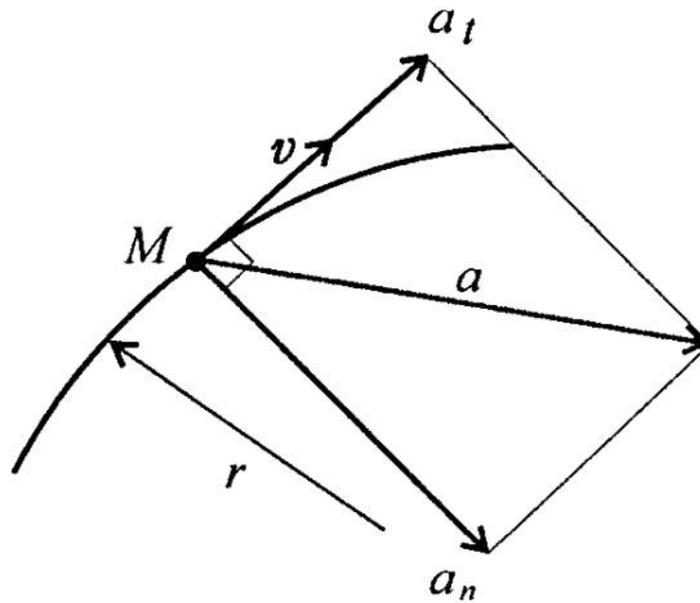
всегда направлено по касательной к траектории, определяется как

$$a_t = \frac{dv}{dt};$$



Полное ускорение

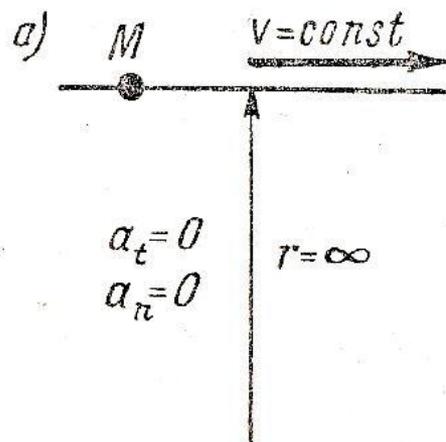
$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2};$$



Виды движения точки в зависимости от ускорений

Рассмотрим возможные случаи движения точки :

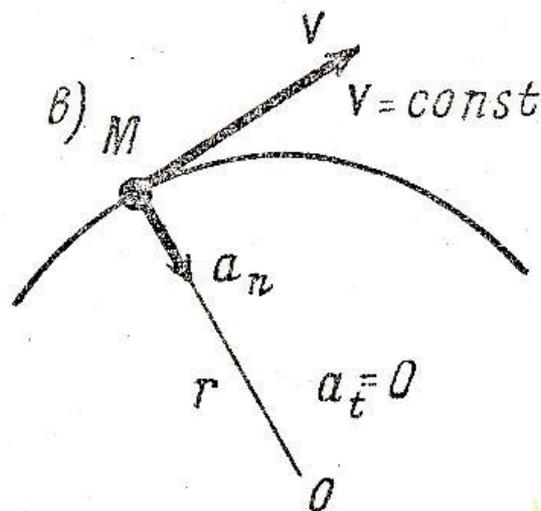
Равномерное прямолинейное движение: $a = 0$.



Виды движения точки в зависимости от ускорений

Равномерное криволинейное движение:

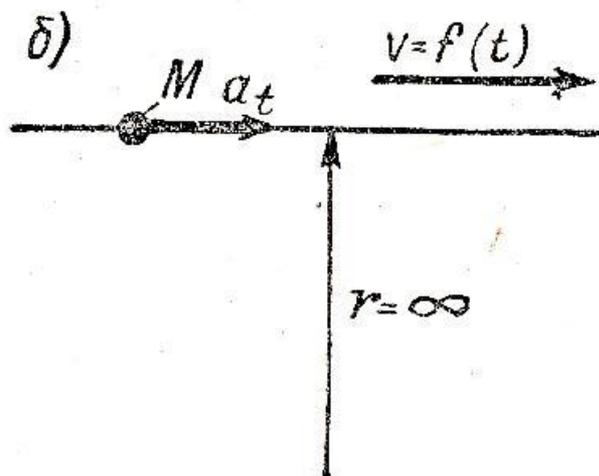
$$a = a_n.$$



Виды движения точки в зависимости от ускорений

Неравномерное прямолинейное движение:

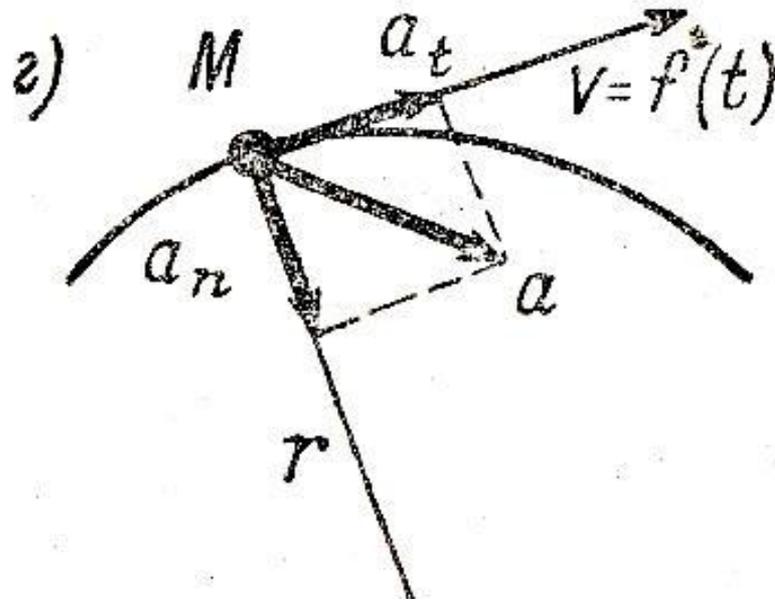
$$a = a_t.$$



Виды движения точки в зависимости от ускорений

Неравномерное криволинейное движение:

$$a = a_n + a_t.$$



Равнопеременное движение – это движение с постоянным касательным ускорением:

$$a_t = \text{const.}$$

Равнопеременное движение может быть ускоренным и может быть замедленным.

Равномерное прямолинейное движение (рисунок а):

$$a = 0$$

Равномерное криволинейное движение (рисунок б):

$$a = a_n$$

Неравномерное прямолинейное движение (рисунок в):

$$a = a_t$$

Неравномерное криволинейное движение (рисунок г):

$$a = a_n + a_t$$

Равнопеременное движение – это движение с постоянным касательным ускорением:

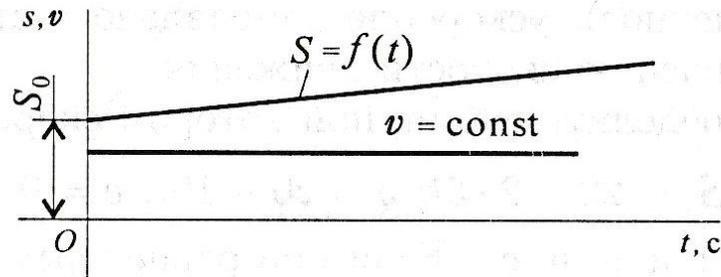
$$a_t = \text{const.}$$

Равнопеременное движение может быть ускоренным и может быть замедленным.

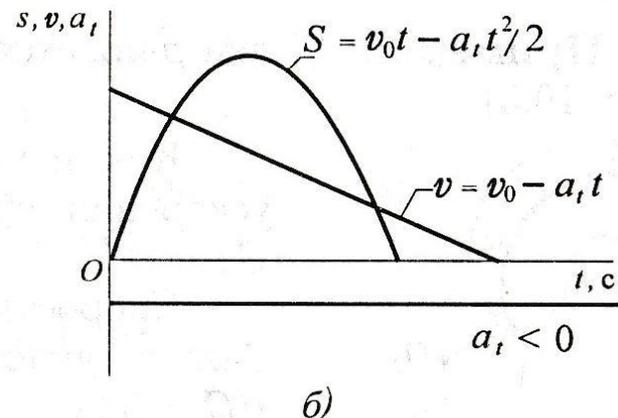
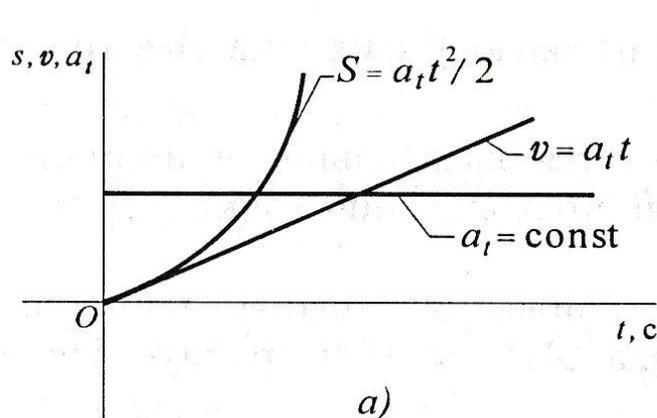
Кинематические графики

Кинематические графики – это графики изменения пути, скорости и ускорений в зависимости от времени.

Равномерное движение



Равнопеременное движение



Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения естественным способом

Скорость

Истинная скорость при любом движении точки равна первой производной пути по времени.

$$v = \frac{dS}{dt}.$$

Ускорение

Истинное ускорение в прямолинейном движении равно первой производной скорости по времени или второй производной пути по времени.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}.$$

При движении точки по криволинейной траектории

Ускорение

Ускорение в криволинейном движении определяется через проекции на касательную и нормаль.

Теорема: *Нормальное ускорение* равно квадрату скорости, деленному на радиус кривизны траектории в данной точке.

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

Касательное ускорение равно первой производной скорости по времени.

$$a_t = \frac{dv}{dt}.$$

Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения координатным способом

Скорость

Теорема: проекция скорости на координатную ось равна первой производной от соответствующей координаты по времени.

$$v_x = \frac{dx}{dt}; \quad v_y = \frac{dy}{dt}; \quad v_z = \frac{dz}{dt}; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}.$$

Ускорение

Теорема: проекция ускорения на координатную ось равна второй производной от соответствующей координаты по времени.

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}; \quad a_y = \frac{dv_y}{dt}; \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}; \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

Домашнее задание

[1] автор Олофинская В.П.
ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Стр. 66 – 78; Ответить на
контрольные вопросы на стр.70; 76 – 78.