Лекции по физике

Дмитрий Владиславович Креопалов

Учебник Савельев том 1;
Иродов Механика;
Гладков Механика (конспект)

Лекция №1 $\boxed{\text{Кинематика точки}}$

2 метода исследования:

1) эксперимент;
2) придумываем модель явления.

Модели:

1) Мат точка — тело, размерами и формами кот. можно пренебречь
2) Абсолютно твердое тело (АТТ) — не меняет форму и расстояние между двумя т. тела не меняется.
3) Идеальный газ — молекулы газа не действ. друг на друга.
4) Реальный газ
5) Абсолютно черное тело (АЧТ) — поглощает все излучение, кот. на него падает.
6) Кристаллическая решетка — атомы на своих местах.

СИ: метр, секунда, кг, Кельвин, А, моль, кандела (свет)

? $\sqrt{g} = \pi$

Доступное max и min ρ: 10^{26} м и 10^{-18} м

В этих пределах физика работает.

10^{-35} м — планковская длина (изломанное 11 мерное пространство скрытые пространства)

$t_{max} = 4 \cdot 10^{17}$ с — с момента начала вселенной

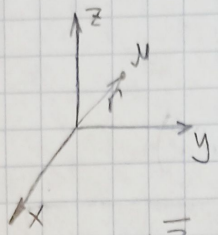
$v_{света} = 3 \cdot 10^{8}$ м/с — макс. время (max)

$t_{min} = 10^{-26}$ с.

Система отсчета:

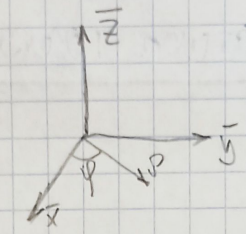
СО - требует АТТ на нем есть точка - начало отсчета к ней привязывается время и система координат

1) Декартовая СО



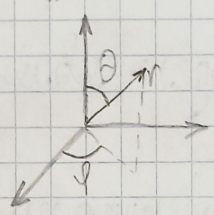
x, y, z

2) Цилиндрическая СО



z, ρ, φ

3) Сферическая СО

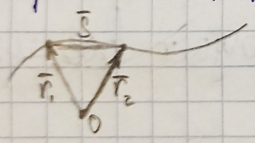


r, θ, φ

Число степеней свободы - кол-во независимых величин скаляров, с помощью которого можно однозначно задать положение её

АТТ имеет 6 степеней свободы (сс) (углы поворота + 3 коорд)

Траектория - непрерывные линии, описывающие движение мат. точки.



$\Delta\bar{z} = \bar{z}_2 - \bar{z}_1$ - перемещение точки.

S - длина пройденного пути

Скорость $\bar{v}$ - вектор производная радиуса вектора на время.

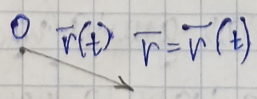
$\bar{v} = \frac{d\bar{r}}{dt}$ $\quad \frac{d\bar{r}}{dt} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\bar{r}}{\Delta t} = \dot{\bar{r}}$ $\quad \ddot{\bar{r}} = \dot{\bar{v}} = \bar{a}$

Средняя скорость - отношение перемещения ко времени ($\langle v \rangle$)

$S = \int_{t_1}^{t_2} v\,dt = \sum_{\Delta t \to 0} v \cdot \Delta t$ Разбиваем на мал. кусочки и берем скорость

Способы задания движения мат. точки:

1. векторный



$\bar{r} = \bar{r}(t)$

2) координатный

$x = x(t) \quad v_x = \dot{x}$

$y = y(t) \quad v_y = \dot{y} \qquad v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$

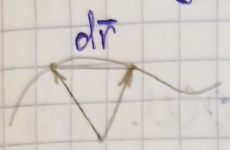
$z = z(t) \quad v_z = \dot{z}$

$a = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2}$

! Здесь $v = |v|$

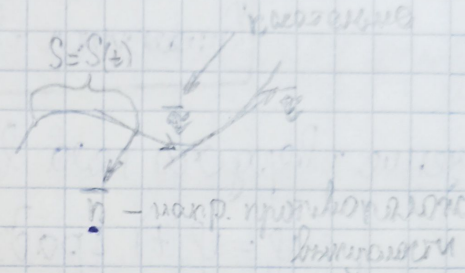
3) естественный

Задает траекторию и путь



$\bar{v} = v\bar{\tau}$

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



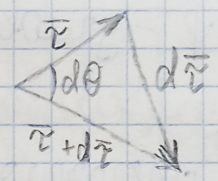
$\bar{v} = \frac{d\bar{r}}{dt}$

$dS = |d\bar{r}|$

? $dr \leftrightarrow |d\bar{r}|$

$\bar{a} = \dot{\bar{v}} = \dot{v}\bar{\tau} + v \cdot \frac{d\bar{\tau}}{dt}$

$\bar{\tau}$ изменился (повернулся)



$|d\bar{\tau}| = |\bar{\tau}|\, d\theta = d\theta$

$\bar{\tau} \cdot \bar{\tau} = 1$

$\bar{\tau}^2 = 1$

$2\bar{\tau}\, d\bar{\tau} = 0$

$\Rightarrow \bar{\tau}$ и $d\bar{\tau} \perp$

$\frac{d\bar{\tau}}{dt} = d\theta \bar{n}$

$\bar{a} = \dot{v}\bar{\tau} + v \cdot \frac{d\theta}{dt}\bar{n} \cdot \frac{dS}{dS} = \dot{v}\bar{\tau} + \frac{v^2}{R}\bar{n}$

$\frac{d\theta}{dS} = k$ – кривизна траектории

$\frac{dS}{d\theta} = R = \frac{1}{k}$ – радиус кривизны

$a_n = \frac{v^2}{R}$ нормальное ускорение

Если точка ускоряется, то появляется тангенциальное ускорение

$\vec{v} = const$

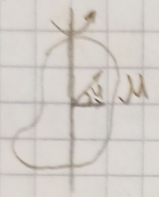
$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$

Формула для радиуса кривизны параболы:

КР – $y = x^2$

Кинематика твердого тела

Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.



$\varphi_1 = \varphi(t)$ [рад]

Угол поворота тела

$\omega = \dot{\varphi}$ – угловая скорость

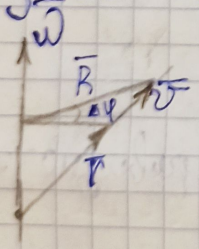
$\omega = 2\pi\nu$ – частота оборота

$\varepsilon = \dot{\omega} = \ddot{\varphi}$ – угловое ускорение

(вдоль или против оси) векторы

Направление $\vec{\omega}$ определяется по правилу правого винта (буравчика)

Связь линейных и угловых характеристик:



$\frac{dS}{dt} = \frac{R\,d\varphi}{dt}$

$v = R\omega$

$\vec{v} = [\vec{\omega} \times \vec{r}]$

Док-ть: $a = \omega^2 R\vec{n} + \dot{v}\vec{\tau}$