

Содержание

0. Вводная лекция	2
1. Современная физическая картина мира. Кинематика материальной точки	2
2. Кинематика материальной точки	3

0. Вводная лекция

Задается вопрос: зачем обучающимся программистам нужна физика в учебном плане?

Приводятся цитаты Л. Богуславского, одного из крупнейших IT инвесторов, и Б. Страуструпа, которые считают, что такие фундаментальные дисциплины, как математика, физика, иностранный язык, способствуют развитию мышления человека

Такие компании, как Bell Labs и IBM создали прорывные изобретения в области физики, на основе которых построены компьютерные технологии

В 3-ем семестре курс физики будет состоять из классической механики и основ электричества

В 4-ом семестре будут темы магнетизма, колебаний, волн и волновых процессов

В 5-ом семестре будут рассматриваться оптика, основы квантовой физики и квантовые вычисления

Занятия состоят из лекций, практических и лабораторных занятий. Всего в 3-ем семестре будут 5 лабораторных работ

1. Современная физическая картина мира. Кинематика материальной точки

Физика - раздел естествознания, изучающий свойства и формы движения материи. Под материей понимают вещество и поля.

Научный метод: сначала проводятся наблюдения и эксперименты, из которых выдвигается гипотеза и ищется адекватная математическая модель, эта гипотеза проверяется, и если она подтверждается, то формируется *теория*

Пример - открытие Нептуна: в 1781-1845 годах наблюдались аномалии в движении Урана, в 1845 проведение расчетов координат новой планеты, а в 1846 обнаружилась новая планета

Принцип соответствия (Н. Бор, 1923 г.) - каждая новая теория должна включать предыдущую как частный случай

Изучаемые объекты: вселенная, галактики, звездные системы и планеты, экосистемы, макротела, молекулы, атомы, ядра, элементарные частицы

Всего в физике существуют 4 фундаментальных взаимодействия:

Взаимодействие	Квант поля	Область взаимодействия
Гравитационное	гравитон	масса
Электромагнитное	фотон	все заряженные частицы, атомы, электротехника
Слабое	бозон	радиоактивный распад
Сильное	глюон	атомные ядра, фундаментальные частицы

Механика - раздел физики, изучающий механическое движение, то есть движение тел в пространстве и времени. Механическое движение тел ОТНОСИТЕЛЬНО.

	$\ll 3 \cdot 10^8$ м/с	$\approx 3 \cdot 10^8$ м/с
$\gg 1$ нм	Классическая	Релятивистская
$\ll 1$ нм	Квантовая	Квантовая теория поля

Материальная точка - тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи

Абсолютно твердое тело (АТТ) - система материальных точек, расстояние между которыми не меняется в процессе движения (деформации в процессе движения пренебрежимо малы)

Тело отсчета - тело, относительно которого определяется положение других тел в пространстве

Система отсчета - совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и синхронизированных между собой часов

Степени свободы - число независимых скалярных величин, однозначно определяющих положение тела в пространстве

Материальная точка: 3 степени свободы

Система N материальных точек: 3N степени свободы

АТТ: 6 степеней свободы

Система единиц (le System International d'unites), 1960

$[t] = c$ $[S, l] = m$

7 основных единиц:

$[S] = m$ $[T] = K$

$[m] = кг$ $[v] = моль$

$[t] = c$ $[l] = Кд$

$[q] = Кл$

Изначально все физические единицы основывались на материальных предметах, из-за которых точности единиц была низкой, но недавно все единицы были переопределены на основе физических констант.

В природе нет абсолютно точных вычислений. Измерение любой физической величины без погрешности не имеет смысла!

2. Кинематика материальной точки

План лекции

- Основные способы описания движения
- Основные понятия кинематики
- Кинематика поступательного и вращательного движения
- Прямая и обратная задачи кинематики
- Численные методы при решении задач

Def. Кинематика - раздел механики, изучающий движение тел, независимо от причин, вызы-

вающих это движение.

Def. Траектория - линия, по которой движется материальная точка в пространстве

Def. Путь - длина траектории

Def. Перемещение - вектор, проведенный из начальной точки в конечную

Способы описания движения

Векторный способ

Координатный способ

Естественный (траекторный) способ

Положение точки может быть однозначно определено с помощью радиус-вектора

Положение точки может быть однозначно определено с помощью трех скалярных координат

Положение точки определяется дуговой координатой

Векторный способ

\vec{r}_1, \vec{r}_2 - радиус-векторы, определяющие положения материальной точки в 1 и 2

$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ - перемещение материальной точки

Def. Скорость - векторная физическая величина, характеризующая быстроту перемещения материальной точки

Средняя скорость - $\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$

Мгновенная скорость - $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

Средняя путевая скорость - $v_{\text{ср}} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

Def. Ускорение - векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости материальной точки

Среднее ускорение - $\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

Мгновенное ускорение - $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

Координатный способ

В координатном способе положение точки описано 3 координатами x, y, z (в данном случае в ДПСК)

$$|r| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\vec{r}(t) = r_x(t)\vec{i} + r_y(t)\vec{j} + r_z(t)\vec{k} = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$\vec{v}(t) = v_x(t)\vec{i} + v_y(t)\vec{j} + v_z(t)\vec{k}$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

Прямая задача:

$$\vec{r}(t), x(t), y(t), z(t) \longrightarrow \vec{v}(t), \vec{a}(t), v_x, v_y, v_z, a_x, a_y, a_z$$

Решением является дифференцирование

Обратная задача:

$$\vec{a}(t), a_x, a_y, a_z \longrightarrow \vec{v}(t), \vec{r}(t), x(t), y(t), z(t)$$

Для обратной задачи решением является интегрирование

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad d\vec{r} = \vec{v} dt \quad \Delta\vec{r} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{v} dt$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \Delta\vec{r} = \vec{r}_0 + \int_{t_1}^{t_2} \vec{v} dt$$

Аналогично для ускорения

Численное решение ОДУ (обыкновенного дифференциального уравнения) $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ на отрезке $[x_0, x_n]$ при условии $y(x_0) = y_0$

Разбиваем отрезок $[x_0, x_n]$ на конечное число частей введением узловых точек

$$\text{Шаг разбиения: } h = \frac{x_N - x_0}{N}$$

По определению производной $\frac{dy}{dx} = \frac{y_{i+1} - y_i}{h}$, из этого:

$$\text{Формула Эйлера: } y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i)$$

$$dy = f(x, y)dx$$

$$\Delta y = y_{i+1} - y_i = \int_{x_i}^{x_{i+1}} f(x, y)dx$$

Естественный (траекторный) способ

Если траектория точки заранее известна, то положение точки задается дуговой координатой

$l(t)$

$$\vec{v} = v_\tau \vec{\tau} \quad v_\tau \frac{dl}{dt} |\vec{\tau}| = 1$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_\tau}{dt} \vec{\tau} + \frac{d\vec{\tau}}{dt} v_\tau \quad \frac{d\vec{\tau}}{dt} = \frac{d\vec{\tau}}{dl} \cdot \frac{dl}{dt} = \frac{d\vec{\tau}}{dl} v_\tau$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_\tau}{dt} \vec{\tau} + \frac{d\vec{\tau}}{dt} v_\tau^2$$

$$d\vec{\tau} = \tau d\alpha$$

$$dl = R d\alpha \quad d\vec{\tau} \uparrow \uparrow \vec{n}$$

R - радиус кривизны траектории

$$\vec{a} = \frac{dv_\tau}{dt} \vec{\tau} + \frac{1}{R} v_\tau^2 \vec{n} \quad \vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

Тангенциальное ускорение отвечает за изменение модуля скорости, направлено по касательной к траектории движения

Нормальное ускорение отвечает за изменение направления вектора скорости, направлено к центру кривизны траектории