ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый справочник представляет собой краткое систематическое изложение курса физики в объеме программы общеобразовательной школы с приведением определений основных физических понятий и формул физических законов.

В справочнике представлены следующие разделы:

- Механика.
- Молекулярная физика и основы термодинамики.
- Основы электродинамики.
- Колебания и волны.
- Оптика.
- Атомная и ядерная физика.

В разделах выделены отдельные темы и параграфы.

Пособие предназначено для учащихся старших классов и выпускников общеобразовательных средних школ. Оно может быть использовано при изучении физики в период обучения в школе и обеспечивает выпускникам средней школы возможность успешной подготовки к ОГЭ и ЕГЭ. Справочник составлен в полном соответствии с Кодификатором ЕГЭ и Федеральным государственным образовательным стандартом. При этом справочник универсален и может быть использован учащимися с 7 по 11 класс.

КИНЕМАТИКА

Механическое движение. Перемещение. Путь. Скорость. Ускорение

Кинематика – это раздел механики, в котором изучаются механические движения тел во времени и не рассматриваются какие-либо воздействия на эти тела других тел или полей.

Механическое движение – это изменение положения данного тела (или его частей) относительно других тел с течением времени.

Тело, по отношению к которому рассматривается данное механическое движение, называется **телом отсчета**. Совокупность тела отсчета и системы координат – **система отсчета**, которая должна быть снабжена часами, отсчитывающими промежутки времени от произвольно выбранного начального момента времени.

Материальная точка – это тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

Тело, форма и размеры которого при наличии всевозможных внешних воздействий могут считаться неизменными, называется **абсолютно твердым телом**.

Траектория – это линия, по которой движется точка.

Уравнение движения материальной точки выражается ее радиус-вектором (рис. 1)

$$\vec{r} = (x(t),\ y(t),\ z(t)).$$

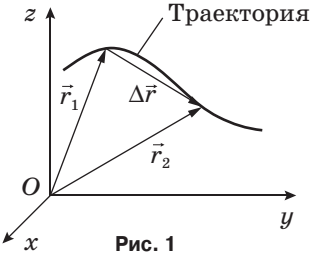


Рис. 1

Движение тела называется **поступательным**, если все его точки описывают конгруэнтные траектории и может быть охарактеризовано движением какой-либо одной его точки. При **вращательном движении** абсолютно твердого тела его точки описывают окружности, расположенные в параллельных плоскостях; центры всех окружностей лежат при этом на одной прямой, перпендикулярной плоскостям окружностей, которая называется **осью вращения**.

Разность радиус-векторов, характеризующих конечное *2* и начальное *1* положения точки, движущейся в течение промежутка времени $\Delta t = t_2 - t_1$, называется **вектором перемещения (перемещением)**:

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = (\Delta x,\ \Delta y,\ \Delta z).$$

Векторы перемещений складываются геометрически, по правилу параллелограмма или многоугольника

$$\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0.$$

Путь – это скалярная величина, равная длине участка траектории, пройденного движущейся точкой за данный промежуток времени.

Средняя скорость за промежуток времени – это физическая величина, равная отношению вектора перемещения точки к длительности промежутка времени Δt

$$\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}.$$

Средняя скалярная (средняя путевая) скорость – это физическая величина, равная отношению пути S, пройденного точкой за промежуток времени Δt, к длительности этого промежутка

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{\Delta t}.$$

Мгновенная скорость (скорость в данный момент) – это физическая величина, равная пределу, к которому стремится средняя скорость при бесконечном уменьшении промежутка времени Δt, $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$;

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \vec{r}_t' = (v_x,\ v_y,\ v_z);\ v_x = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta x}{\Delta t} = x_t',$$

аналогично для v_y, v_z.

Сложение скоростей выполняется по формуле

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_0,$$

где $\vec{v}_1$ – скорость тела в неподвижно системе отсчета; $\vec{v}_2$ – скорость тела в подвижной системе отсчета; $\vec{v}_0$ – скорость подвижной системы отсчета относительно неподвижной.

Среднее ускорение – это физическая величина, равная отношению изменения скорости материальной точки к длительности промежутка времени, в течение которого это изменение произошло,

$$\vec{a}_{\text{ср}} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}.$$

Ускорение (мгновенное ускорение) материальной точки в момент времени t – это физическая величина a, равная пределу, к которому стремится среднее ускорение за промежуток времени от t до $(t + \Delta t)$ при неограниченном уменьшении Δt:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \vec{v}_t' = (a_x,\ a_y,\ a_z);\ a_x = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{v}_x}{\Delta t} = (v_x)_t',$$

аналогично для a_y, a_z.

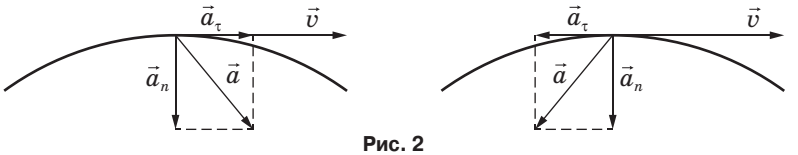


Рис. 2

Составляющая вектора ускорения, направленная вдоль касательной к траектории в данной точке, называется **тангенциальным (касательным) ускорением** a_τ. Тангенциальное ускорение характеризует изменение вектора скорости по модулю. Составляющая вектора ускорения, направленная вдоль нормали к траектории в данной точке, называется **нормальным ускорением** a_n. Нормальное ускорение характеризует изменение вектора скорости по направлению при криволинейном движении.

Модуль полного ускорения (рис. 2)

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}.$$

Равномерное прямолинейное движение. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх. Равномерное движение точки по окружности. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Вращательное движение абсолютно твердого тела вокруг неподвижной оси

Движение материальной точки называется **равномерным**, если модуль ее мгновенной скорости с течением времени не изменяется. **Скорость** при равномерном прямолинейном движении равна

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}.$$

При равномерном и прямолинейном движении со скоростью v **вектор перемещения** материальной точки за промежуток времени Δt равен

$$\Delta\vec{r} = \vec{v}\Delta t.$$

Путь, пройденный материальной точкой при равномерном прямолинейном движении за промежуток времени Δt, равен модулю вектора перемещения точки за тот же промежуток времени

$$S = v\Delta t = v(t - t_0).$$

Уравнения равномерного прямолинейного движения:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t;$$

$$v_x(t) = v_{0x} = \text{const}.$$

Равнопеременное прямолинейное движение – это движение, при котором ускорение остается постоянным и по модулю, и по направлению.

Изменение скорости равно

$$\Delta v = a\Delta t, \text{ или } v - v_0 = a(t - t_0).$$

Перемещение равно

$$\Delta\vec{r} = \vec{v}_0\Delta t + \frac{\vec{a}(\Delta t)^2}{2}.$$

Путь, пройденный точкой в равноускоренном прямолинейном движении с начальной скоростью и ускорением при $t_0 = 0$,

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Уравнения равноускоренного прямолинейного движения:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2};$$

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t;\ a_x = \text{const};$$

$$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1).$$

Свободное падение – это движение, которое совершало бы тело под действием силы тяжести без учета сопротивления воздуха. При свободном падении с небольшой высоты от поверхности Земли тело движется с постоянным ускорением g, направленным по вертикали вниз. Это ускорение называется **ускорением свободного падения.**

Если в момент начала отсчета времени тело имело скорость v_0, направленную вниз, то по истечении произвольного промежутка времени **скорость тела** равна

$$v = v_0 + gt.$$

Путь, пройденный телом к моменту времени t

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}.$$

Скорость тела после прохождения в свободном падении пути h

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}.$$

Если тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью v_0, то в момент времени, соответствующий **наибольшему подъему тела** над точкой бросания, скорость равна

$$v = v_0 - gt' = 0,$$

где t' – момент времени, соответствующий наибольшему подъему тела над точкой бросания, откуда $t' = \frac{v_0}{g}$.

Максимальная высота подъема тела над точкой бросания

$$h_{\max} = y_{\max} - y_0 = \frac{v_0^2}{2g}.$$

Продолжительность движения тела от исходной точки до наивысшей ($\Delta t_{\text{п}}$) и продолжительность движения тела от наивысшей точки до исходной ($\Delta t_{\text{в}}$) равны между собой

$$\Delta t_{\text{п}} = \Delta t_{\text{в}} = \frac{v_0}{g}.$$

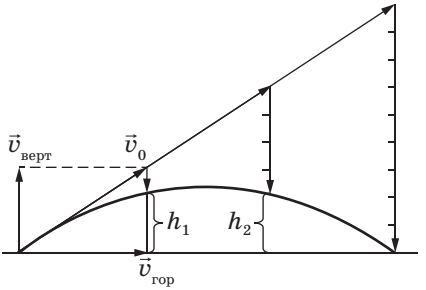


Рис. 3

Скорость тела, брошенного под углом к горизонту, в неподвижной системе отсчета равна (рис. 3)

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{верт}} + \vec{v}_{\text{гор}}, \text{ или } \vec{v} = \vec{v}_{0\text{верт}} + \vec{g}t + \vec{v}_{0\text{гор}},$$

где $\vec{v}_{\text{верт}}$ – составляющая скорости по вертикали; $\vec{v}_{\text{гор}}$ – составляющая скорости по горизонтали.

Момент времени t', соответствующий максимальному подъему тела над точкой бросания,

$$t' = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}.$$

Максимальная высота подъема

$$h_{\max} = y_{\max} - y_0 = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}.$$

Движение тела, брошенного под углом α к горизонту (рис. 4):

$$v_x(t) = v_{0x} = v_0\cos\alpha;\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0\sin\alpha - gt \text{ при } g_x = 0,\ g_y = -g = \text{const};$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 t\cos\alpha;$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 t\sin\alpha - \frac{gt^2}{2}.$$

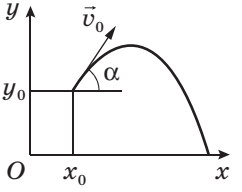


Рис. 4

При равномерном движении по окружности **модуль мгновенной скорости** материальной точки с течением времени не изменяется, **тангенциальное ускорение** ($a_\tau = 0$) отсутствует, а **нормальное ускорение** зависит от ее расстояния R до оси вращения

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = 4\pi^2\nu^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2}R.$$

Изменение вектора скорости по направлению характеризуется нормальным ускорением, которое называется **центростремительным ускорением.**

В каждой точке траектории вектор центростремительного ускорения направлен по радиусу к центру окружности, а его модуль равен

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R,$$

где R – радиус окружности.

Средней угловой скоростью движения точки по окружности вокруг заданного центра (или оси) называется физическая величина, равная отношению угла поворота относительно оси вращения ($\Delta\varphi$) к промежутку времени (Δt), за который этот поворот совершается

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

Угловой скоростью называется предел, к которому стремится средняя угловая скорость при бесконечном уменьшении промежутка времени Δt,

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \omega_{\text{ср}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

Угол поворота радиус-вектора точки, равномерно движущейся по окружности

$$\Delta\varphi = \omega \Delta t.$$

Промежуток времени, в течение которого точка совершает один полный оборот по окружности, называется **периодом обращения** T, а величина ν, обратная периоду, – **частотой обращения:**

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Связь между линейной и угловой скоростью:

$$v = \omega R;\ \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

Среднее угловое ускорение в промежутке времени Δt – это физическая величина, равная отношению изменения угловой скорости $\Delta\omega$ вращающегося тела за промежуток времени Δt к длительности этого промежутка

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}.$$

Угловое ускорение (мгновенное угловое ускорение) вращающегося тела – это физическая величина, равная пределу, к которому стремится среднее угловое ускорение за промежуток времени от t до $(t + \Delta t)$ при бесконечном уменьшении Δt,

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \to 0} \varepsilon_{\text{ср}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t}.$$

Изменение угловой скорости абсолютно твердого тела за промежуток времени Δt при равнопеременном вращательном движении с угловым ускорением

$$\Delta\omega = \varepsilon \Delta t = \varepsilon(t - t_0).$$

Угол поворота $\Delta\varphi$ тела вокруг оси за промежуток времени Δt при равнопеременном движении

$$\Delta\varphi = \omega_0 \Delta t + \frac{\varepsilon(\Delta t)^2}{2}.$$

ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Первый закон Ньютона. Сила. Масса и импульс. Плотность. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона

Основная задача динамики состоит в определении положения тела в произвольный момент времени по известным величинам: начальному положению тела, начальной скорости и силам, действующим на тело.

Свободным (изолированным) телом называется тело, на которое не действуют какие-либо другие тела или поля. **Материальная точка** считается свободной (изолированной), если отсутствуют или скомпенсированы внешние воздействия на нее.

Первый закон Ньютона: любая материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока внешние воздействия не изменят этого состояния.

Системы отсчета, в которых свободная материальная точка покоится или движется прямолинейно и равномерно, называются **инерциальными системами отсчетами.** Системы отсчета, в которых свободная материальная точка или свободное тело не сохраняют скорость движения неизменной, называются **неинерциальными системами отсчетами.**

Сила – это векторная физическая величина, являющаяся мерой механического воздействия на материальную точку или тело со стороны других тел или поле. Прямая, вдоль которой направлена сила, называется **линией действия силы.**

Типы взаимодействия:

а) гравитационное взаимодействие – возникает между всеми телами в соответствии с законом всемирного тяготения;

б) электромагнитное взаимодействие – возникает между телами или частицами, обладающими электрическими зарядами;

в) сильное взаимодействие – существует, например, между частицами, из которых состоят ядра атомов, а также между мезонами и гиперонами;

г) слабое взаимодействие – возникает, например, в процессе превращения некоторых элементарных частиц.

Силы взаимодействия между частями рассматриваемой системы тел называются **внутренними силами.** Силы воздействия на тела данной системы со стороны тел, не включенных в эту систему, называются **внешними силами.**

Система тел, на каждое из которых не действуют внешние силы, называется **замкнутой (изолированной) системой.**

Если на материальную точку одновременно действует несколько сил ($\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, …, $\vec{F}_n$), то они могут быть заменены одной силой $\vec{F}_\Sigma$, которая называется **равнодействующей силой** и равна их сумме

$$\vec{F}_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i, \text{ или } \vec{F}_{\text{равнодейст}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots$$

Инертность – это свойство тела сохранять свою скорость в отсутствие взаимодействия с другими телами. **Инертная масса** – это физическая вели-

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru