

СПРАВОЧНИК ПО ФИЗИКЕ

7–11 классы

УДК 372.853
ББК 74.262.22
С74



Издание допущено к использованию в образовательном процессе на основании приказа Министерства образования и науки РФ от 09.06.2016 № 699.

Рецензент – канд. пед. наук, учитель физики высшей категории ГБОУ «Московский многопрофильный лицей № 1501» г. Москвы *Н.В. Ромашкина*.

Справочник по физике. 7–11 классы / Сост. М.С. Трусова. –
С74 М.: ВАКО, 2017. – 96 с. – (Школьный справочник).

ISBN 978-5-408-03313-3

В данном справочном руководстве приведены определения основных физических понятий и величин, изучаемых в школьном курсе физики, сформулированы физические законы.

Издание предназначено для учащихся общеобразовательных школ, профессионально-технических училищ, их родителей и учителей. Оно может быть использовано при подготовке к ОГЭ и ЕГЭ по физике.

УДК 372.853
ББК 74.262.22

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.

МЕХАНИКА

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)

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

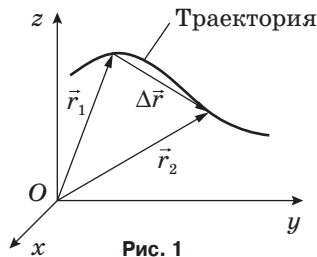


Рис. 1

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

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

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

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

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

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

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,

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

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 :

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

аналогично для a_y, a_z .

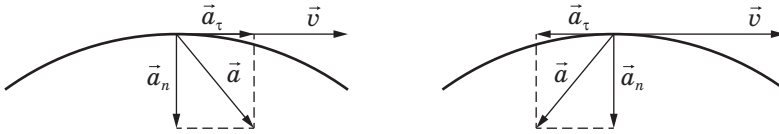


Рис. 2

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:

$$\begin{aligned} x(t) &= x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}; \\ v_x(t) &= v_{0x} + a_x t; \quad a_x = \text{const}; \\ v_{2x}^2 - v_{1x}^2 &= 2a_x(x_2 - x_1). \end{aligned}$$

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

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

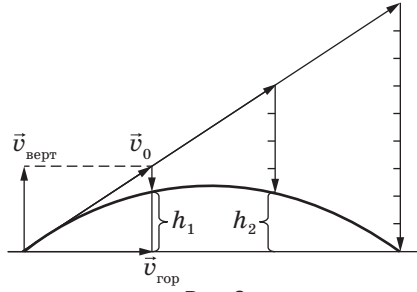


Рис. 3

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

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

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

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

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

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

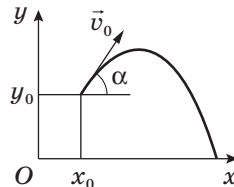


Рис. 4

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

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

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