

И. А. Попова, Д. М. Дейген

ФИЗИКА

средняя
школа

НАГЛЯДНО
и ДОСТУПНО



Москва

2024

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721
П58

Макет подготовлен при содействии ООО «Айдиономикс»

Попова, Ирина Александровна.

П58 Физика / И. А. Попова, Д. М. Дейген. — Москва :
Эксмо, 2024. — 160 с. — (Наглядно и доступно. Средняя
школа).

ISBN 978-5-04-169362-6

Пособие предназначено для подготовки учащихся средних классов к урокам, ВПР и ОГЭ по физике.

В книгу включены необходимые справочные материалы по основным разделам школьного курса, представленные в наглядных и удобных для запоминания таблицах. Приводятся определения физических величин, формулировки законов и пояснения к ним, необходимые формулы, обучающие рисунки, а также примеры задач с решениями.

Книга поможет быстро систематизировать знания и подготовиться к урокам, контрольным, ВПР и ОГЭ в предельно сжатые сроки.

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-04-169362-6

© Попова И.А., Дейген Д.М., 2022

© ООО «Айдиономикс», 2022

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2024

ВВЕДЕНИЕ

Пособие представляет собой краткий справочник теоретического материала, позволяющий в экспресс-режиме подготовиться к урокам, контрольным работам, в том числе ВПР, а также к ОГЭ по физике в 9 классе. Книга включает 4 раздела: «Механические явления», «Тепловые явления», «Электромагнитные явления», «Квантовые явления». Для удобства восприятия и запоминания материал в основном приведён в таблицах и схемах. Структура и содержание пособия позволяют ученику актуализировать, систематизировать и закрепить знания по физике за курс основной школы.

Авторы надеются, что данное пособие поможет любому ученику успешно подготовиться к урокам, ВПР и ОГЭ по физике.

Раздел 1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Механическое движение

Механическим движением тела называют изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени.

Кинематика изучает механическое движение тел, не рассматривая причины, которыми это движение вызывается. Задача кинематики — дать математическое описание движения тел.

ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ

Движение может быть двух видов: прямолинейным и криволинейным.

Прямолинейное движение

Равномерное — движение, при котором тело за равные промежутки времени проходит одинаковое расстояние.

Неравномерное — движение, при котором тело за равные промежутки времени проходит неодинаковое расстояние. Например, тело за первые 10 мин проходит 30 м, а за следующие 10 мин — 40 м.

Один из видов неравномерного движения — **равнопеременное** — движение, при котором за

равные промежутки времени скорость тела изменяется на одну и ту же величину.

Криволинейное движение

Вращательное — движение в одном направлении по плоской (или пространственной) замкнутой траектории. Примером может служить движение Земли вокруг Солнца.

Колебательное — движение, которое полностью или практически полностью повторяется с течением времени.

СИСТЕМА ОТСЧЁТА

Тело отсчёта — произвольно выбранное тело, относительно которого определяется положение движущейся материальной точки (или тела).

Система отсчёта — совокупность системы координат и часов, связанных с телом отсчёта.

В прямоугольной системе координат положение точки в пространстве задаётся её проекциями на три взаимно перпендикулярные оси. Совокупность координат $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ в момент времени t определяет закон движения материальной точки в координатной форме.

Тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь, называется **материальной точкой**.

Радиус-вектор \vec{r} — вектор, соединяющий начало отсчёта с положением материальной точки в произвольный момент времени.

Относительность механического движения — зависимость траектории движения тела, пройденного пути, перемещения и скорости от выбора системы отсчёта.

Траектория. Путь. Перемещение

Траектория — воображаемая линия, вдоль которой движется тело.

Перемещение — вектор, проведённый из начального положения материальной точки в конечное.

Пройденный путь s — длина участка траектории, пройденного материальной точкой за данный промежуток времени.

Сложение перемещений

Сложение перемещений — результирующее перемещение, равное векторной сумме последовательных перемещений:

$$\vec{d} = \vec{a} + \vec{b}.$$

СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ

Средняя путевая скорость — скалярная величина, равная отношению пути к промежутку времени, затраченному на его прохождение:

$$v_{\text{cp}} = \frac{S}{t},$$

где v_{cp} — средняя путевая скорость, S — пройденный путь, t — время, затраченное на его прохождение.

Единица скорости — метр в секунду (м/с).

Определение пути по графику скорости	
При равномерном движении	При равнопеременном движении
<p>$S_x = v_x \cdot \Delta t$</p>	<p>$S_x = \frac{v_{x1} + v_{x2}}{2} \cdot \Delta t$</p>
Площадь фигуры под графиком скорости равна пройденному пути.	

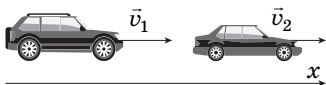
ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Относительная скорость — скорость одной материальной точки в системе отсчёта, связанной с другой. Относительная скорость равна векторной разности скоростей этих тел:

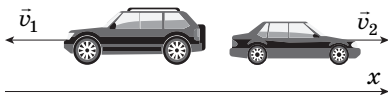
$$\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1.$$

Частные случаи определения относительной скорости

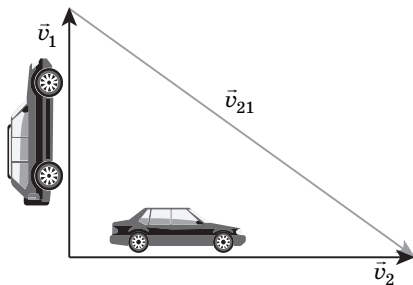
При движении тел в одном направлении модуль относительной скорости равен разности скоростей: $v_{21} = v_2 - v_1$.



При движении тел в противоположных направлениях они удаляются или сближаются с относительной скоростью, равной сумме их скоростей: $v_{21} = v_2 + v_1$.



При движении под прямым углом относительная скорость вычисляется по теореме Пифагора: $v_{21} = \sqrt{v_2^2 + v_1^2}$.



Два автомобиля движутся по прямому шоссе в противоположных направлениях со скоростями $v_1 = V$ и $v_2 = 3V$. Определите модуль скорости второго автомобиля относительно первого.

Решение:

Случай встречного движения:

$$v_{21} = v_2 + v_1 = V + 3V = 4V.$$

Ответ: $v_{21} = 4V$.

Сложение скоростей

Правило сложения скоростей: скорость тела в неподвижной системе отсчёта \vec{v}_1 равна векторной сумме скорости тела в подвижной системе отсчёта \vec{v}_2 и скорости подвижной системы отсчёта относительно неподвижной \vec{v}_{21} :

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_{21}.$$

УСКОРЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Ускорение является физической величиной, характеризующей изменение скорости с течением времени.

Ускорение \vec{a} — векторная физическая величина, равная пределу отношения изменения скорости к промежутку времени, в течение которого это изменение произошло: $\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$.

Ускорение всегда сонаправлено с вектором изменения скорости, но не всегда совпадает по направлению с вектором скорости. При равнозамедленном прямолинейном движении ускорение противоположно по направлению вектору скорости, при условно равномерном движении по окружности ускорение перпендикулярно ему.

2. Равномерное прямолинейное движение

Равномерное прямолинейное движение — движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит равные расстояния.

Формулы и графики равномерного прямолинейного движения

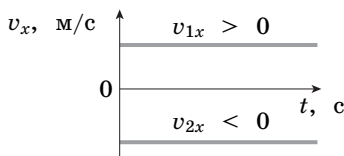
Скорость:

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

где S — пройденный путь, t — время движения.

$v_x > 0$, если направление движения совпадает с направлением оси Ox (см. линию v_{1x});

$v_x < 0$, если направление движения противоположно направлению оси Ox (см. линию v_{2x}).

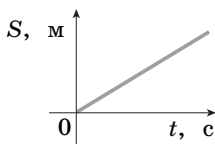


v_x — проекция скорости, t — время

Путь:

$$S = v \cdot t,$$

где v — скорость, t — время движения.



S — пройденный путь, t — время движения

Закон движения (зависимость координаты от времени):

$$x = x_0 + v_x \cdot t,$$

где x_0 — начальная координата тела, v_x — проекция скорости на ось Ox , t — время движения.

3. Равноускоренное прямолинейное движение

Равнопеременное движение (равноускоренное/равнозамедленное) — движение, при котором за любые равные промежутки времени материальная точка изменяет свою скорость на одну и ту же величину. При таком движении ускорение материальной точки: $\vec{a} = \text{const}$.

Формулы и графики равноускоренного прямолинейного движения

Ускорение:

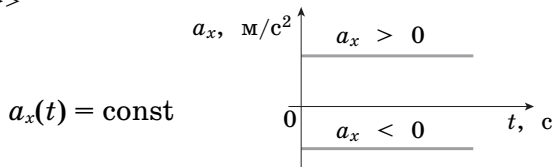
$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t},$$

где \vec{v}_0 и \vec{v} — начальная и конечная скорости тела, t — время движения.

Скорость возрастает, если ускорение сонаправлено с вектором скорости, и убывает, если ускорение противоположно вектору скорости.

>>>

>>>

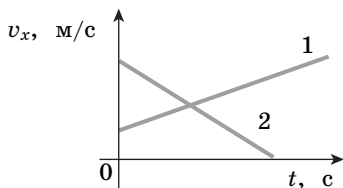


a_x — проекция ускорения, t — время

Скорость:

$$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t.$$

Тело 1 движется с возрастающей скоростью (разгоняется), тело 2 — с убывающей скоростью (тормозит).

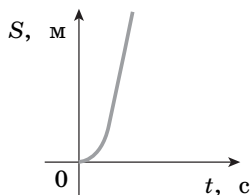


v_x — проекция скорости, t — время

Путь:

$$S = v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2};$$

$$S = \left| \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot a} \right|.$$

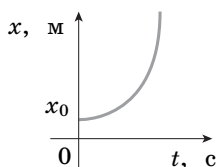


S — пройденный путь (перемещение), t — время

Закон движения (зависимость координаты от времени):

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

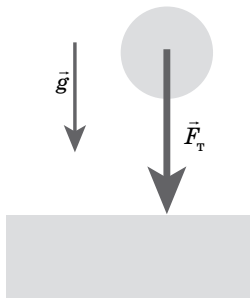
где x_0 — начальная координата тела,
 a_x — проекция ускорения на ось Ox ,
 t — время движения, v_{0x} — проекция
 начальной скорости на ось Ox .



x — координата тела, x_0 — начальная координата,
 t — время

4. Свободное падение

Свободное падение — движение, которое совершает тело под действием только силы тяжести, без учёта силы сопротивления.

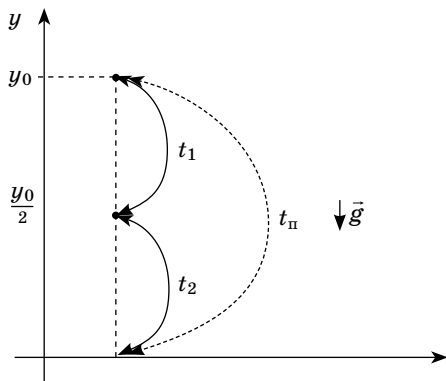


Векторы силы тяжести \vec{F}_T и ускорения свободного падения \vec{g}

Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 90 м на поверхность Земли. Определите время t , за которое тело пройдёт последнюю половину своего пути. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Ответ приведите в секундах и округлите до сотых.

Решение:

Введём ось координат, как показано на рисунке. Начальная координата тела $y_0 = 90 \text{ м}$, ускорение \vec{g} направлено вертикально вниз и равно по модулю 10 м/с^2 , начальная скорость тела равна 0.



Описанное в задаче свободное падение тела является равноускоренным движением. Запишем общий вид закона равноускоренного движения и подставим в него данные из условия:

$$y(t) = y_0 + v_{0y} \cdot t + \frac{a_y \cdot t^2}{2},$$

$$y_0 = 90 \text{ м},$$

$$v_{0y} = 0,$$

>>>

>>>

$$a_y = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$y(t) = 90 - \frac{10t^2}{2} = 90 - 5t^2.$$

Определим момент времени t_1 , к которому тело окажется на середине пути, то есть в координате $y = 45$ м.

$$45 = 90 - 5t_1^2,$$

$$5t_1^2 = 45,$$

$$t_1^2 = 9,$$

$$t_1 = 3 \text{ с}.$$

Вычислим время падения тела, то есть найдём момент времени $t_{\text{п}}$, которому соответствует координата тела $y = 0$ м.

$$0 = 90 - 5t_{\text{п}}^2,$$

$$5t_{\text{п}}^2 = 90,$$

$$t_{\text{п}}^2 = 18,$$

$$t_{\text{п}} = 3\sqrt{2} \text{ с}.$$

Общее время падения $t_{\text{п}}$ складывается из времени, затраченного на прохождение первой половины пути t_1 , и искомого времени, за которое тело пройдёт вторую половину пути t_2 , таким образом:

$$t_1 + t_2 = t_{\text{п}},$$

$$t_2 = t_{\text{п}} - t_1.$$

$$\begin{aligned} t_2 &= 3\sqrt{2} - 3 = 3 \cdot (\sqrt{2} - 1) \approx 3 \cdot (1,4142 - 1) \approx 3 \cdot 0,4142 \approx \\ &\approx 1,2426 \approx 1,24 \text{ с}. \end{aligned}$$

Ответ: 1,24 с.