

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721
П58

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Макет подготовлен при содействии ООО «Айдиономикс»

Попова, Ирина Александровна.

П58 Физика / И. А. Попова. — Москва : Эксмо, 2023. — 224 с. — (Наглядно и доступно. Старшая школа).

Пособие предназначено для подготовки учащихся старших классов к урокам и ЕГЭ 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 и ЕГЭ в предельно сжатые сроки.

УДК 373.5:53
ББК 22.3я721

Справочное издание / анықтамалық баспа

Для старшего школьного возраста / мектеп жасындағы ересек балаларға арналған
НАГЛЯДНО И ДОСТУПНО. СТАРШАЯ ШКОЛА

Попова Ирина Александровна

ФИЗИКА

(орыс тілінде)

Ответственный редактор **А. Жилинская** Соответствует техническому регламенту ТР ТС 007/2011
Ведущий редактор **Т. Судакова** КО ТР 007/2011 техникалық регламентіне сәйкес келеді
Редактор **А. Проценко** Страна происхождения: Российская Федерация
Художественный редактор **Е. Брынчик** Шығарылған елі: Ресей Федерациясы

В коллаже на обложке и титуле

использованы иллюстрации:

Sapunkete / Shutterstock.com

Используется по лицензии от Shutterstock.com

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Россия, город Москва, улица Зорге, дом 1, строение 1, этаж 20, каб. 2013.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Фабричный: «ЭКСМО»-АМБ Баспасы,

123308, Ресей, қала Мәскеу, Зорге көшесі, 1 үй, 1 қимарат, 20 қабат, офис: 2013 ж.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Тауар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин: www.book24.ru

Интернет-магазин: www.book24.kz

Интернет-дүкен: www.book24.kz

Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию,

в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибутор және өнім бойынша арыз-талаштарды

қабылдаушы өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис: 1.

Тел.: 8 (777) 251-58-80/91/92; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат: www.eksmo.ru/certification

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ

о техническом регулировании можно получить на сайте

Издательства «Эксмо»:

www.eksmo.ru/certification

Өзіндік нөмірімен: Ресей. Сертификация қарастырылған

Дата изготовления / Подписано в печать 23.05.2023.

Формат 75х108¹/₃₂. Печать офсетная.

Бумага офсетная НЕ ПУХЛАЯ.

Усл. печ. л. 10,5. Тираж экз. Заказ



eksmo.ru

Официальный интернет-магазин издательства «Эксмо»



Хочешь стать автором «Эксмо»?



ЧИТАЙ · ГОРОД

ISBN 978-5-04-184205-5



9 785041 842055 >

ISBN 978-5-04-184205-5

© Попова И.А., 2023

© ООО «Айдиономикс», 2023

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023

ВВЕДЕНИЕ

Пособие, которое вы держите в руках, — краткий справочник теоретического материала для сдачи ЕГЭ, позволяющий в экспресс-режиме подготовиться к экзамену по физике в 11 классе. Книга включает 5 разделов — «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Специальная теория относительности», «Квантовая физика и элементы астрофизики». 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 средней школы.

Авторы надеются, что данное пособие поможет любому ученику подготовиться к ЕГЭ по физике и успешно сдать его.

Раздел 1. МЕХАНИКА

1. Кинематика

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

МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

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

Относительность механического движения — зависимость траектории движения тела, прой-

денного пути, перемещения и скорости от выбора системы отсчёта.

МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА

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

Радиус-вектор, траектория, перемещение, путь

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

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.

СКОРОСТЬ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

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

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t},$$

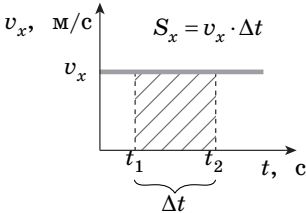
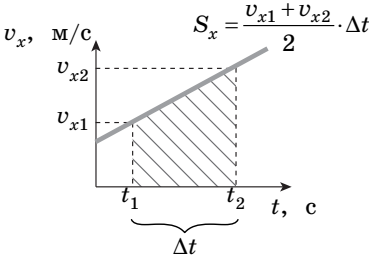
где $v_{\text{ср}}$ — средняя путевая скорость, S — пройденный путь, t — время, затраченное на его прохождение.

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

Мгновенная скорость

При уменьшении промежутка времени, за которое совершается перемещение, до минимального значения (мгновения) можно определить **мгновенную скорость** $\vec{v}$ — скорость движения в данный момент времени — предел, к которому стремится средняя скорость на бесконечно малом промежутке времени Δt :

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}.$$

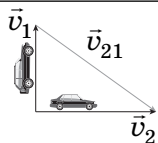
Определение пути по графику скорости	
При равномерном движении	При равнопеременном движении
 Graph showing uniform motion. The vertical axis is velocity v_x in m/s, and the horizontal axis is time t in seconds. A horizontal line is drawn at v_x. A shaded rectangle is formed between t_1 and t_2 on the time axis, with height v_x. The width of the rectangle is labeled Δt. The formula $S_x = v_x \cdot \Delta t$ is written above the rectangle.	 Graph showing uniformly accelerated motion. The vertical axis is velocity v_x in m/s, and the horizontal axis is time t in seconds. A straight line with a positive slope is shown, passing through points (t_1, v_{x1}) and (t_2, v_{x2}). A shaded trapezoid is formed between t_1 and t_2 on the time axis, with heights v_{x1} and v_{x2}. The width of the trapezoid is labeled Δt. The formula $S_x = \frac{v_{x1} + v_{x2}}{2} \cdot \Delta t$ is written above the trapezoid.
Площадь фигуры под графиком скорости равна пройденному пути.	

Относительная скорость

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

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

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



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. Единица ускорения — метр в секунду в квадрате (м/с^2).

Ускорение $\vec{a}$ — векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, в течение которого это изменение произошло:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}.$$

РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

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

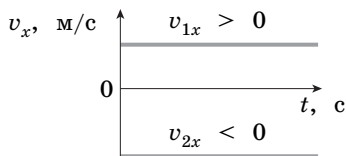
**Формулы и графики равномерного
прямолинейного движения****Скорость**

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

где S — пройденный путь, t — время движения.

$v_x > 0$, если направление движения совпадает с направлением оси Ox (см. линию v_1);

$v_x < 0$, если направление движения противоположно направлению оси Ox (см. линию v_2).

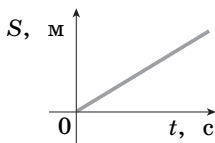


v_x — проекция скорости, t — время

Путь

$$S = v \cdot t,$$

где v — скорость, t — время движения.



S — пройденный путь, t — время движения

Закон движения

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

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

РАВНОУСКОРЕННОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равнопеременное (равноускоренное/равнозамедленное) движение — 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 $\vec{a} = \text{const}$.

Примеры равноускоренного движения: ракета при запуске спутника, свободно падающее тело.

**Формулы и графики
равноускоренного прямолинейного движения****Ускорение**

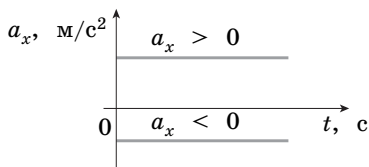
$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t},$$

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 направлению с вектором скорости.

>>>

>>>

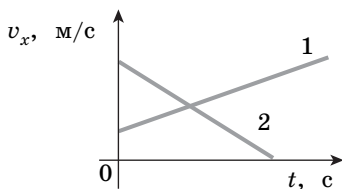


a_x — проекция ускорения, t — время

Скорость

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

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

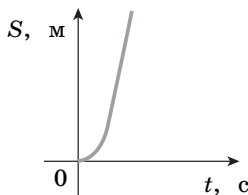


v_x — проекция скорости, t — время

Путь

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

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

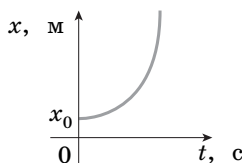


S — пройденный путь (перемещение), t — время

Закон движения

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

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

ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

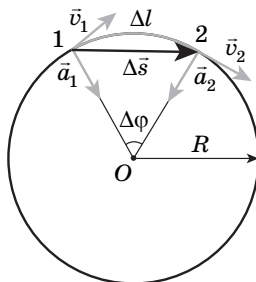
Движение по окружности является **периодическим**. Это движение, повторяющееся через равные промежутки времени. Примерами периодического движения являются вращение Земли вокруг Солнца, колебания маятника, колебание струны музыкального инструмента. **Вращательное движение** — движение, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой, называемой осью вращения.

Равномерное движение по окружности

При равномерном движении по окружности модуль скорости тела остаётся постоянным:

$$|\vec{v}| = \text{const.}$$

Основные характеристики движения по окружности



Движение материальной точки по окружности
из точки 1 в точку 2:

R — радиус окружности, $\Delta\varphi$ — угол поворота, Δl — пройденный путь (длина дуги), $\Delta\vec{s}$ — перемещение точки (хорда окружности), $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ — линейные скорости, $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ — ускорения тела

Угловая и линейная скорость точки

Линейная (мгновенная) скорость всегда направлена по касательной к траектории, проведённой к той её точке, где в данный момент находится рассматриваемое физическое тело; совпадает по направлению с перемещением за малый промежуток времени.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi \cdot R}{T},$$

где s — линейное перемещение (длина дуги), t — время, за которое это перемещение произошло, R — радиус окружности, T — период вращения.

Угловая скорость ω — физическая величина, равная отношению угла поворота тела к промежутку времени, в течение которого этот поворот произошёл.

Единица угловой скорости — радиан в секунду (рад/с).

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T},$$

где $\Delta\varphi$ — угол поворота при перемещении тела на величину S , T — период вращения.

Связь линейной и угловой скорости:

$$v = \omega \cdot R.$$

Центростремительное ускорение — составляющая ускорения тела, движущегося по криволинейной траектории, направленная перпендикулярно его скорости всегда к центру окружности, характеризует изменение только направления скорости:

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R.$$

Касательное (тангенциальное) ускорение — составляющая ускорения тела, движущегося по криволинейной траектории, направленная по касательной:

$$a_{\tau} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = R \cdot \frac{\Delta \omega}{\Delta t}.$$

Фаза вращения φ_0 — угол поворота радиус-вектора в произвольный момент времени

>>>

>>>

относительно его начального положения.
Единица измерения — радиан (рад).

Период вращения — время одного оборота по окружности.

$$T = \frac{t}{N} = \frac{2\pi \cdot R}{v} = \frac{2\pi}{\omega},$$

где T — время одного оборота по окружности, N — число оборотов за время t .

Частота вращения — число оборотов в единицу времени.

Единица частоты — герц (Гц): $1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$.

$$\nu = \frac{N}{t}$$

2. Динамика

Динамика — раздел механики, посвящённый изучению движения тел под действием приложенных к ним сил.

ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА

Инерция — свойство тел сохранять своё состояние неизменным.

Движение по инерции — движение тела, происходящее без внешних воздействий.

Принцип инерции: если на тело не действуют внешние силы, то оно сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Инерциальная система отсчёта (ИСО) — система отсчёта, в которой тело движется бесконечно долго, прямолинейно и равномерно или покоится, при этом на тело не действуют внешние силы или действие внешних сил скомпенсировано. Системы отсчёта, в которых принцип инерции не выполняется, называют **неинерциальными**.

Понятие инерциальной системы отсчёта является идеализацией, потому что она связана с телом отсчёта, а все тела в природе в большей или меньшей степени взаимодействуют друг с другом.

ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Изолированное тело — тело, на которое не действуют внешние силы или действие внешних сил скомпенсировано.

Существуют системы отсчёта, в которых изолированное тело движется бесконечно долго, прямолинейно и равномерно. Такие системы отсчёта называются инерциальными.

Земля — ИСО. Остальные ИСО движутся с $\vec{v} = \text{const}$ относительно Земли.

ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ

Принцип относительности Галилея гласит: во всех инерциальных системах отсчёта законы классической динамики имеют один и тот же вид.

МАССА ТЕЛА. ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА

Масса тела m — физическая величина, являющаяся мерой инертности тела.

Плотность вещества в твёрдом состоянии почти всегда больше, чем в жидком, и тем более в газообразном. Исключение составляет вода:

$$\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3, \quad \rho_{\text{льда}} = 900 \text{ кг/м}^3.$$

Поэтому лёд плавает на поверхности воды.

Плотность ρ — физическая величина, определяемая для однородного вещества массой его единичного объёма:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где V — объём тела.

Единица измерения плотности — килограмм на метр в кубе (кг/м^3).

СИЛА

Сила — количественная мера воздействия одного тела на другое. Сила — векторная величина.

Равнодействующая нескольких сил — сила, эквивалентная данной системе сил, то есть сила, вызывающая такое же механическое воздействие на рассматриваемое тело, что и система сил.

Принцип суперпозиции сил

Равнодействующая сила равна векторной сумме всех сил, приложенных к материальной точке.