

[СОДЕРЖАНИЕ]

Введение	8
Физика — наука о природе	9
Физические явления и термины	9
Измерение физических величин	11
Прямое и косвенное измерение физической величины	11
Погрешность	12
Десятичные приставки в названиях единиц измерения	14
Виды физических величин	15
Векторы	15
Направление векторов	16
Действия с векторами	16
Проекция вектора	17
Механические явления	19
Кинематика	20
Механическое движение	20
Материальная точка	21
Основные термины кинематики	22
Относительность движения	23
Равномерное прямолинейное движение тела	25
Равноускоренное движение	26
Изменение кинематических величин	27
Движение под действием силы тяжести	32
Криволинейное движение	37
Динамика	40
Сила	40
Принцип суперпозиции сил	42
Система тел	43
Явление инерции, инертность	44
Законы Ньютона	46
Закон всемирного тяготения	48
Сила тяжести, ускорение свободного падения	48
Движение небесных тел и искусственных спутников	51
Различия силы тяжести и веса тела	52
Перегрузка и невесомость	53
Сила упругости	54
Сила трения	57
Архимедова сила	63
Статика	68
Основные понятия	68

Механизмы	72
Давление твёрдых тел	74
Закон Паскаля и его проявления	75
Давление в жидкостях	76
Сообщающиеся сосуды	78
Давление газа	78
Атмосферное давление	79
Законы сохранения	82
Основные понятия	82
Импульс	83
Механическая работа	86
Геометрический смысл работы силы	87
Механическая энергия	88
Изменение механической энергии	89
Закон сохранения энергии	90
Механические колебания и волны	91
Механические колебания	91
Величины, характеризующие колебательное движение	93
Маятники	94
Волны. Механические волны	97
Основные характеристики механических волн	98
Звук	99
Свойства механических волн	100
Тепловые явления	103
Молекулярно-кинетическая теория	103
Основные положения МКТ	103
Агрегатные состояния вещества	104
Группы твёрдых тел	105
Тепловое движение атомов и молекул вещества	106
Смачивание и капиллярные явления	107
Внутренняя энергия тела	111
Температура и тепловое равновесие	111
Тепловое расширение и сжатие	113
Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах	115
Способы изменения внутренней энергии тела	115
Виды теплопередачи	118
Количество теплоты, удельная теплоёмкость вещества	120
Уравнение теплового баланса	120
Изменение агрегатных состояний вещества	121
Преобразование энергии в фазовых переходах	124
Удельные величины	125
Количество теплоты в фазовых переходах	125
Насыщенные и ненасыщенные пары	128
Влажность воздуха	129

Принцип действия тепловых машин. КПД	130
Двигатель внутреннего сгорания	131
КПД теплового двигателя	132

Электрические явления.....133

Электрическое поле	133
Электрический заряд	133
Электризация тел и её проявление	135
Действие электрического поля на электрические заряды	138
Закон Кулона	138
Электрическое поле	139
Напряжённость электрического поля	140
Проводники, диэлектрики и полупроводники	143
Источники тока	144
Электрический ток в средах	146
Законы постоянного тока	147
Действия электрического тока	147
Электрическая цепь и её составные части	148
Характеристики тока	149
Соединение проводников	153
Емкость. Конденсатор	155
Работа и мощность электрического тока	158
Магнитное поле	159
Опыт Эрстеда. Гипотеза Ампера	160
Основные свойства магнитного поля	162
Силовые линии магнитного поля	163
Действие магнитного поля	164
Магнитное взаимодействие	165
Вектор магнитной индукции	167
Определение направления линий магнитного поля (направления тока в проводах)	168
Сила Ампера	169
Сила Лоренца	170
Движение заряженных частиц в магнитном поле	171
Электромагнитная индукция	171
Поток вектора магнитной индукции	172
Явление электромагнитной индукции	173
Правило Ленца	176
Индуктивность. Самоиндукция	178
Направление тока самоиндукции	178
Электромагнитные колебания и волны	179
Колебательный контур	179
Переменный ток. Трансформатор	180
Электромагнитные волны и их характеристики	182
Применение электромагнитных волн в технике и быту	184

Оптические явления	187
Основные понятия геометрической оптики.....	187
Прямолинейное распространение света	188
Закон отражения света	189
Плоское зеркало.....	189
Закон преломления света	191
Дисперсия света.....	193
Линзы.....	195
Основные типы линз.....	196
Свойства преломления лучей, проходящих через линзу	197
Построение изображения в линзах.....	198
Тонкая линза	201
Фотоаппарат как оптический прибор.....	202
Глаз как оптическая система	203
Квантовые явления	205
Физика атома	205
Планетарная модель атома	205
Физика атомного ядра.....	206
Нуклонная модель ядра Гейзенберга — Иваненко.....	206
Энергия связи нуклонов в ядре	208
Радиоактивность	209
Основные виды излучений различной физической природы	210
Закон радиоактивного распада	212
Естественный радиационный фон Земли	213
Ядерные реакции	214
Деление тяжёлых ядер.....	215
Технические устройства. Учёные и их открытия	218
Физические явления и закономерности, которые используются в работе приборов и устройств	218
Учёные и их научные открытия.....	220
Приложение	228
Основные термины и определения	228
Механические явления	228
Тепловые явления.....	234
Электрические явления.....	236
Магнитные явления	237
Оптические явления.....	239
Квантовые явления.....	240
Приборы и измеряемые ими физические величины.....	242
Основные формулы.....	243
Механические явления	243
Тепловые явления.....	245

Электромагнитные явления	246
Квантовые явления.....	247
Что необходимо помнить при решении задач	247
Кинематика, динамика, законы сохранения	247
Статика, механические колебания и волны	249
Тепловые явления.....	250
Электромагнитные явления	251
Квантовые явления.....	252
Прямые измерения физических величин.....	252
Косвенные измерения физических величин.....	253
Справочные материалы	254

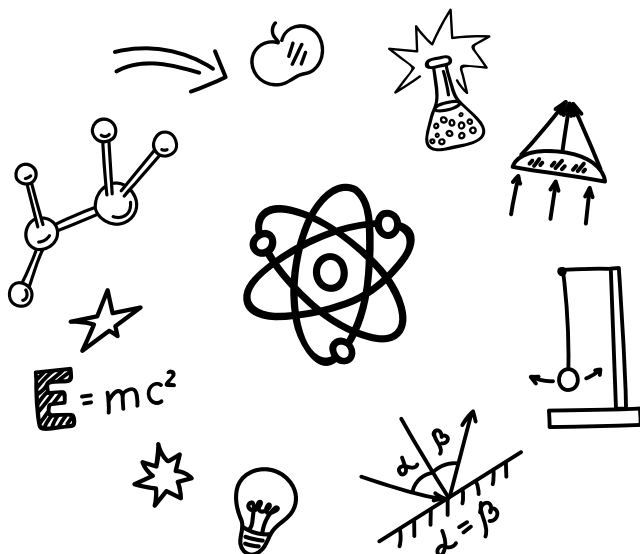
[ВВЕДЕНИЕ]

Перед вами справочник, который поможет обобщить, систематизировать и закрепить знания по физике за курс основной школы.

Пособие включает разделы «Механические явления», «Тепловые явления», «Электрические явления», «Оптические явления», «Квантовые явления», «Технические устройства. Учёные и их открытия». Темы, представленные в пособии, соответствуют программам основных школ и включены в образовательный стандарт базового и профильного уровней, то есть присутствуют в содержании государственного (итогового) контроля.

Учебный материал изложен в виде таблиц с примерами, рисунками и схемами по основным разделам школьного курса физики. Это позволит выделить главное, будет способствовать систематизации и закреплению знаний, лучшему усвоению и запоминанию информации, а также поможет качественно подготовиться в условиях дефицита времени.

Книга будет полезна школьникам, учителям и всем, кто интересуется физикой.



ФИЗИКА — НАУКА О ПРИРОДЕ

Физика — наука о наиболее общих закономерностях, определяющих строение и развитие окружающего мира.

Задача физики — открывать и изучать законы, которые связывают различные физические явления, происходящие в природе.

Физические явления и термины

Физические явления — изменения в природе при сохранении состава вещества.

Виды физических явлений	Примеры
Механические	Движение и деформация тел
Оптические	Отражение светового луча, радуга, преломление светового луча, гало
Магнитные	Притяжение булавок к магниту, северное сияние
Тепловые	Таяние снега, работа двигателя машины
Акустические	Шелест листьев, УЗИ в медицине, технике
Электрические	Удар молнии, электризация тел
Атомные	Процессы внутри звёзд, работа атомного реактора

Способы изучения физических явлений	Описание
Наблюдение	Один из основных источников физических знаний, который позволяет получать первичную информацию о сущности явлений путём их целенаправленного восприятия

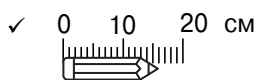
Способы изучения физических явлений	Описание
Опыт	Включает гипотезу, практический эксперимент, выводы. Опыты проводятся с определённой целью по заранее составленному плану, при этом выполняются измерения
Эксперимент	Один из методов познания, целью которого является подтверждение или опровержение гипотезы. В ходе эксперимента устанавливаются закономерности физического явления, зависимость физических величин друг от друга

Термин	Определение, примеры
Физическое тело	Любое из окружающих нас материальных тел. ✓ Трактор, капля воды, мяч, Солнце, айсберг, рыба, стакан
Вещество	Особый вид материи, из которой состоит тело. ✓ Железо, вода, резина, гелий, пластмасса, древесина, ртуть
Материя	Всё, что реально существует во Вселенной независимо от наших знаний о нём. ✓ Вещество, свет, радиоволны, воздух, вода, почва
Физическая величина	Характеристика одного из свойств физического тела, явления, процесса. ✓ Скорость, время, масса, температура, длина, сила, плотность, давление
Единица измерения физической величины	Физическая величина, которой условно присвоено числовое значение, равное 1, применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин
Основные единицы измерения	Длина — 1 м (метр), время — 1 с (секунда), масса — 1 кг (килограмм), температура — 1 К (кельвин), сила тока — 1 А (ампер), сила света — 1 кд (кандела), количество вещества — 1 моль
Производные единицы измерения	Сила — 1 Н (ньютон), давление — 1 Па (паскаль), заряд — 1 Кл (кулон)

Измерение физических величин

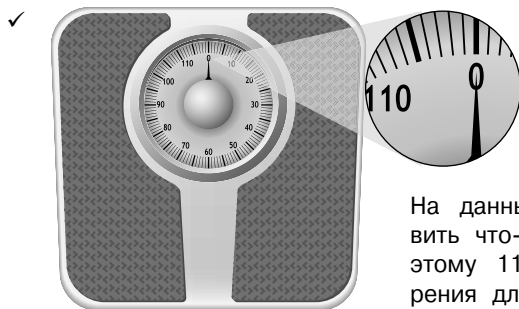
Измерить физическую величину — значит сравнить её с однородной физической величиной, принятой за единицу.

Цена деления прибора показывает, какому значению величины соответствует самое малое деление шкалы. Для определения цены деления надо разделить разность двух ближайших числовых значений на числовой шкале на количество делений между ними.



Цена деления: $\frac{10-0}{10} = \frac{10}{10} = 1 \text{ см}$

Предел измерения — максимальное значение величины, которое может быть измерено с помощью шкалы данного прибора.



На данные весы нельзя поставить что-то тяжелее 119 кг, поэтому 119 кг — предел измерения для этого прибора.

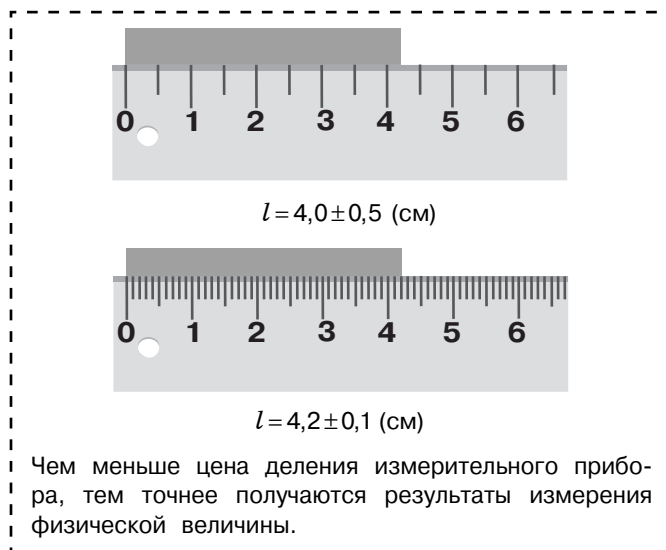
👉 Прямое и косвенное измерение физической величины

Определение	Примеры
Прямое измерение физической величины	
Если измеряемая величина непосредственно сравнивается с мерой, то измерения называются прямыми. Прямое измерение позволяет получить искомое значение физической величины, используя приборы	Измерение линейных размеров тел с помощью масштабной линейки, объёма жидкости с помощью мензурки, времени — секундомером, скорости — спидометром, напряжения — вольтметром

Определение	Примеры
Косвенное измерение физической величины	
Если измеряется не сама искомая величина, а некоторые другие величины, связанные с ней функциональной зависимостью, то измерения называются косвенными	Измерения объёма с использованием плотности или массы, размера одной дробинки, определяемого методом рядов, и т. д.

👉 Погрешность

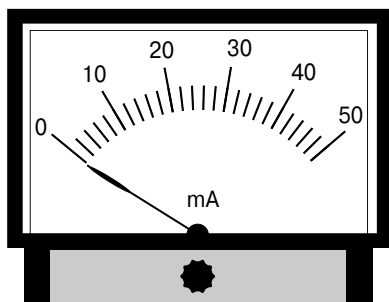
Определение	Необходимые условия
Погрешность измерения прибора равна половине цены деления измерительного прибора (если нет иных указаний, как, например, «равна цене деления прибора»): $A = a \pm \Delta a,$ где A — измеряемая величина, a — результат измерения, Δa — погрешность измерения. ✓ $16,0 \pm 0,5$ (см) — погрешность равна половине цены деления прибора. 16 ± 1 (см) — погрешность равна цене деления прибора	• Погрешность и измеряемая величина должны быть выражены в одних единицах измерения. • В конечном выражении при округлении погрешности следует оставлять одну значащую цифру. • Погрешность и вычисляемая величина должны даваться с одинаковой точностью (количество знаков после запятой должно быть одинаковым)





Прямое измерение физической величины

- ✓ Определите цену деления и предел измерения миллиамперметра (см. рисунок).



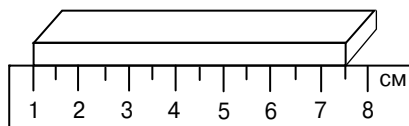
- 1) 50 A, 2 A
- 2) 50 mA, 10 mA
- 3) 2 mA, 50 mA
- 4) 10 A, 50 A

Анализируя предложенные варианты, важно обращать внимание на единицы измеряемой физической величины (в данном случае — мА). Определим цену деления: $\frac{20-10}{5} = 2 \text{ мА}$. Предел измерения — максимальное

значение физической величины, которое можно измерить данным прибором, — 50 мА. Таким образом, верный ответ указан под цифрой 3.

Ответ: 3.

- ✓ Длину бруска измеряют с помощью линейки. Запишите результат измерения, учитывая, что погрешность измерения длины равна половине цены деления шкалы линейки.



- 1) 6,5 см ± 5 мм
- 2) (7,50 ± 0,25) см
- 3) (7,5 ± 0,5) см
- 4) (6,50 ± 0,25) см

Следует помнить, что измеряемая величина и погрешность должны быть записаны с одинаковыми единицами измерения, значит, пункт 1 можно сразу исключить.

Найдём цену деления линейки: $\frac{2-1}{2} = 0,5 \text{ см}$. Определим размер бруска,

обращая внимание на то, что левый край бруска приложен не к началу шкалы: $7,5 - 1 = 6,5 \text{ см}$. Погрешность измерения равна половине цены деления, то есть 0,25 см. Тогда результат измерения будет записан в виде $(6,50 \pm 0,25) \text{ см}$. В ответе нужно указать вариант под номером 4.

Ответ: 4.



Определение погрешности косвенных измерений

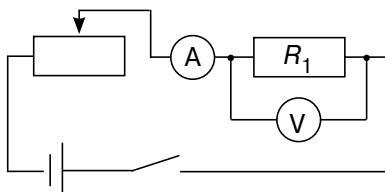
В числе заданий КИМ ОГЭ с развёрнутым ответом есть такое, которое проверяет умение планировать эксперимент, проводить прямые и косвенные измерения физических величин, исследовать зависимости между физическими величинами. Напомним основные положения, на которые следует обратить внимание при выполнении заданий данного типа.

- ✓ Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока на резисторе. С помощью реостата установите в цепи силу тока 0,3 А. Определите работу электрического тока за 10 мин. Абсолютная погрешность измерения напряжения составляет $\pm 0,2$ В.

Производим прямое измерение — определяем напряжение на резисторе с помощью вольтметра.

Косвенное измерение — с помощью формулы для определения работы электрического тока находим численное значение работы тока за 10 мин. Важно не забыть записать полученное значение напряжения с погрешностью измерения, указанной в условии задачи. Если численные значения измеренных величин не записаны **с указанием погрешностей**, работа будет оценена в 0 баллов независимо от правильности выполнения остальных пунктов задания.

Образец возможного выполнения:



- 1) Схема экспериментальной установки.
- 2) $A = UIt$.
- 3) $U = (3,6 \pm 0,2)$ В; $I = 0,3$ А; $t = 10$ мин = 600 с.
- 4) $A = 3,6 \cdot 0,3 \cdot 600 = 648$ Дж.



Десятичные приставки в названиях единиц измерения

- Приставка пишется слитно с единицей измерения, к которой она присоединяется.
- Не разрешается использовать две приставки и более, идущие друг за другом (запись вида «ммкм — миллимикрометр» некорректна).

Обозначение (наименование)	Множитель (пример)
Кратные приставки Увеличивают в 100, 1000 раз и т. д.	
г (гекто) к (кило) М (мега) Г (гига)	10^2 (1 гПа = 100 Па) 10^3 (1 кг = 1000 г) 10^6 (1 МДж = 1 000 000 Дж) 10^9 (1 ГВт = 1 000 000 000 Вт)
Дольные приставки Уменьшают в 10, 100, 1000 раз и т. д.	
д (деци) с (санти) м (милли) мк (микро) н (нано)	10^{-1} (1 дм = 0,1 м) 10^{-2} (1 см = 0,01 м) 10^{-3} (1 мг = 0,001 г) 10^{-6} (1 мкм = 0,000001 м) 10^{-9} (1 нм = 0,000000001 м)

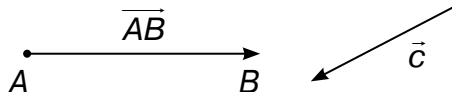


Виды физических величин

Характеристика	Примеры
Скалярные величины	
Характеризуются только численным значением	Время, масса, объём, плотность
Векторные величины	
Кроме численного значения, характеризуются направлением в пространстве	Скорость, перемещение, ускорение, сила, импульс

Векторы

Вектор — направленный отрезок, для которого указано, какая его граничная точка является началом, а какая — концом, то есть вектор имеет длину (модуль вектора) и направление.



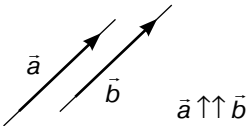
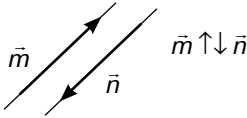
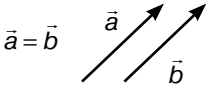
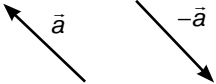
Векторы обозначают парой заглавных латинских букв, характеризующих начало и конец вектора, со стрелкой над ними или одной прописной латинской буквой со стрелкой над ней.

Любая точка плоскости является вектором, который называется **нулевым**. У нулевого вектора начало совпадает с концом.

$$C \bullet \overline{CC} = 0$$

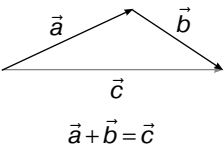


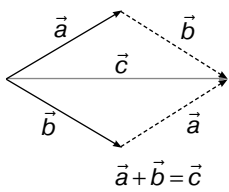
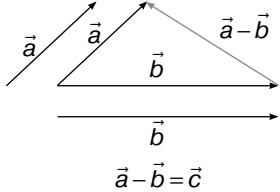
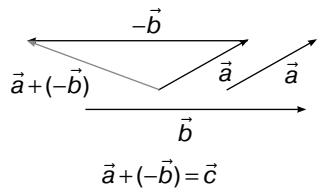
Направление векторов

Виды векторов	Пример
Сонаправленные векторы имеют одинаковое направление	
Противоположно направленные векторы направлены в противоположные стороны	
Равные векторы сонаправлены, модули их равны	
Противоположные векторы — векторы, модули которых равны, а направления противоположны	



Действия с векторами

Действие	Правило	Выполнение
Сумма векторов	Правило треугольника	

Действие	Правило	Выполнение
Сумма векторов	Правило параллелограмма	 $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$
Разность векторов	Правило треугольника	 $\vec{a} - \vec{b} = \vec{c}$
	Вычесть из вектора $\vec{a}$ вектор $\vec{b}$ — значит прибавить к вектору $\vec{a}$ вектор $-\vec{b}$	 $\vec{a} + (-\vec{b}) = \vec{c}$

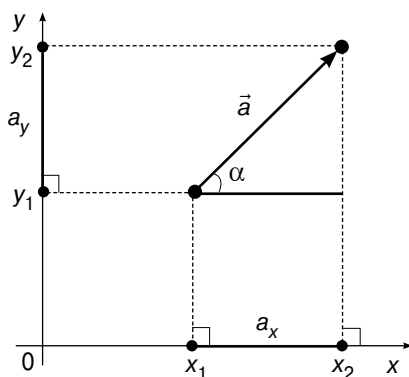
Проекция вектора

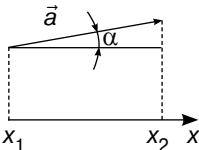
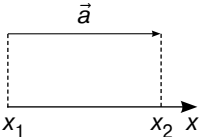
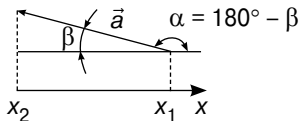
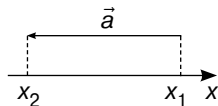
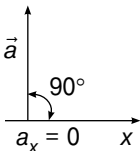
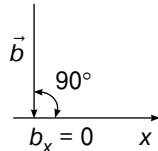
Проекция вектора на ось равна разности координат его конца и начала.

$$a_x = x_2 - x_1 = |\vec{a}| \cdot \cos \alpha,$$

$$a_y = y_2 - y_1 = |\vec{a}| \cdot \sin \alpha,$$

где α — угол, образованный вектором и осью координат.



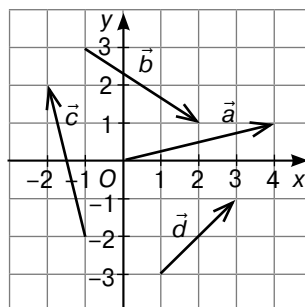
Определение проекции вектора на ось Ox	Пример, формула
$a_x > 0$, если направление вектора совпадает с направлением оси Ox	 $a_x = \vec{a} \cos \alpha$  $a_x = \vec{a} $
$a_x < 0$, если вектор направлен в сторону, противоположную направлению оси Ox	 $a_x = - \vec{a} \cos \beta$  $a_x = - \vec{a} $
$a_x = 0$, если направление вектора перпендикулярно оси Ox	 $a_x = 0$  $b_x = 0$



Обратите внимание

Рассмотрим пример на определение проекций векторов.

На координатной четверти изображены четыре вектора. Определите длины векторов и их проекции на оси координат.

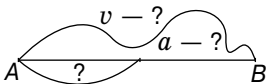
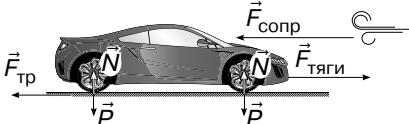
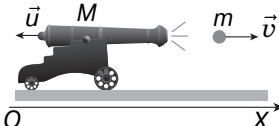
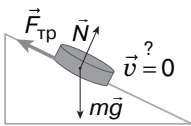
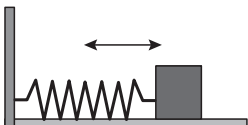


Вектор	Проекция вектора на ось Ox , $x_2 - x_1$	Проекция вектора на ось Oy , $y_2 - y_1$	Длина вектора, $\sqrt{a_x^2 + a_y^2}$
$\vec{a}$	$a_x = 4 - 0 = 4$	$a_y = 1 - 0 = 1$	$ \vec{a} = \sqrt{4^2 + 1^2} = \sqrt{17}$
$\vec{b}$	$b_x = 2 - (-1) = 3$	$b_y = 1 - 3 = -2$	$ \vec{b} = \sqrt{3^2 + (-2)^2} = \sqrt{13}$
$\vec{c}$	$c_x = -2 - (-1) = -1$	$c_y = 2 - (-2) = 4$	$ \vec{c} = \sqrt{(-1)^2 + 4^2} = \sqrt{17}$
$\vec{d}$	$d_x = 3 - 1 = 2$	$d_y = -1 - (-3) = 2$	$ \vec{d} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8}$

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Механика — раздел физики, изучающий механические явления: движение и взаимодействие материальных тел (или частей тела).

Основная задача механики — определение положения тела в любой момент времени.

Области исследований по разделам механики	Пример
Кинематика	
Способы математического описания движения тел	
Динамика	
Причины возникновения движения	
Законы сохранения	
Превращение одного вида энергии в другой	
Статика и гидростатика	
Условия равновесия тел	
Механические колебания и волны	
Причины возникновения и распространения колебаний в пространстве	

Кинематика

Кинематика изучает механическое движение тел и физические величины, характеризующие это движение, и не рассматривает причины, которыми вызвано такое движение.



Механическое движение

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

Классификация механического движения

Виды механического движения	Описание
По траектории	
Прямолинейное	Тело движется вдоль прямой линии
Криволинейное	Тело движется по окружности или дугам окружности
По скорости	
Равномерное	Тело за любые равные промежутки времени проходит равные расстояния
Неравномерное	Тело за равные промежутки времени проходит разные расстояния
По траектории движения точек тела	
Поступательное	Все точки тела движутся одинаково
Вращательное	Все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной прямой (оси вращения)
Колебательное	Повторяющийся во времени процесс около точки равновесия

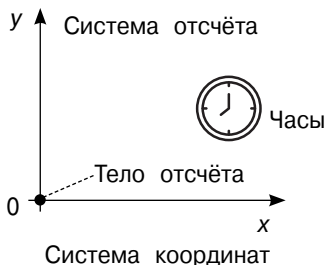
Один из видов неравномерного движения — **равнопеременное движение**, при котором за любые равные промежутки времени скорость тела изменяется на одну и ту же величину.



Материальная точка

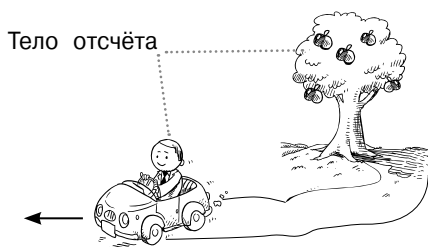
Модели	Примеры
Тело, размерами (но не массой) которого в данных условиях можно пренебречь	Материальная точка: самолёт совершает перелёт Москва — Екатеринбург. Не материальная точка: самолёт совершает разворот в небе, пассажир идёт по салону самолёта
Тело, которое движется поступательно (все точки тела движутся одинаково)	Материальная точка: машина движется по прямолинейному участку дороги. Не материальная точка: машина совершает поворот на перекрёстке

Система отсчёта — совокупность системы координат, связанной с телом отсчёта, и прибора для измерения времени (например, часов).

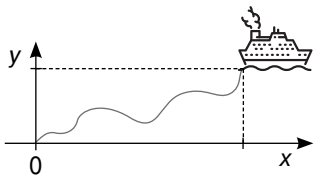
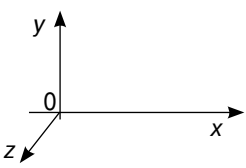
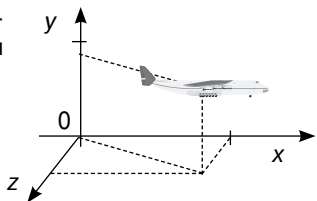


Тело отсчёта — произвольно выбранное тело, относительно которого определяется положение движущейся материальной точки (или тела).

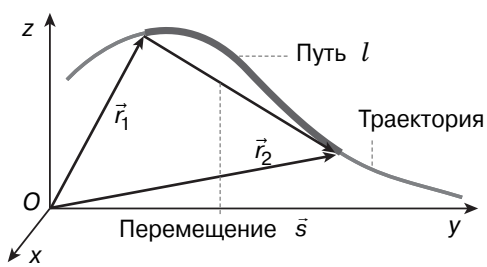
✓ Дорога, машина, Земля.



Система координат, связанная с телом отсчёта	Пример
Одномерная 	 Тело движется вдоль прямой (велосипедист, автомобиль на шоссе, лифт в шахте)

Система координат, связанная с телом отсчёта	Пример
Двухмерная 	Тело движется по плоскости (корабль в море, комбайн в поле) 
Трёхмерная 	Тело движется в пространстве (самолёт, подводная лодка) 

Основные термины кинематики

Определения	Формулы, примеры
Радиус-вектор $\vec{r}$ (м) — вектор, соединяющий начало координат с точкой, в которой находится тело	 $\vec{s} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = \Delta \vec{r}$
Перемещение $\vec{s}$ (м) — вектор, соединяющий начальное и конечное положения материальной точки	
Траектория — линия, которую описывает тело при движении	
Пройденный путь l (м) — длина участка траектории, пройденного материальной точкой за данный промежуток времени	$\vec{v} = \left. \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0};$ $v_x = \frac{x - x_0}{\Delta t} = \left. \frac{\Delta x}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0}, \text{ где } x_0 \text{ — начальная координата тела, } x \text{ — конечная координата тела;}$ аналогично для v_y и v_z
Скорость материальной точки $\vec{v}$ (м/с) — векторная величина, показывающая, какое перемещение совершило тело за единицу времени	