



# СОДЕРЖАНИЕ

---

Предисловие .....	5
-------------------	---

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Механическое движение. Траектория. Путь. Перемещение .....	7
Равномерное прямолинейное движение .....	15
Скорость. Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение .....	21
Свободное падение .....	31
Равномерное движение тела по окружности .....	36
Масса. Плотность вещества .....	40
Сила. Сложение сил .....	44
Законы Ньютона .....	49
Сила трения .....	55
Сила упругости. Вес тела .....	60
Закон всемирного тяготения. Сила тяжести .....	66
Импульс тела. Закон сохранения импульса .....	71
Механическая работа. Мощность .....	76
Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения механической энергии .....	82
Простые механизмы. КПД простых механизмов .....	88
Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда .....	94
Механические колебания и волны .....	105

## ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Строение вещества. Модели строения газа, жидкости и твёрдого тела .....	116
Тепловое движение атомов и молекул. Связь температуры вещества со скоростью хаотического движения частиц. Броуновское движение. Диффузия. Тепловое равновесие .....	125
Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии .....	133

Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение .....	138
Количество теплоты. Удельная теплоёмкость .....	146
Закон сохранения энергии в тепловых процессах.	
Преобразование энергии в тепловых машинах .....	153
Испарение и конденсация. Кипение жидкости .....	161
Плавление и кристаллизация .....	169

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Электризация тел. Два вида электрических зарядов.	
Взаимодействие электрических зарядов. Закон сохранения электрического заряда .....	176
Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды. Проводники и диэлектрики .....	182
Постоянный электрический ток. Сила тока. Напряжение. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи .....	188
Последовательное и параллельное соединения проводников .....	200
Работа и мощность электрического тока.	
Закон Джоуля—Ленца .....	206
Опыт Эрстеда. Магнитное поле тока. Взаимодействие магнитов. Действие магнитного поля на проводник с током .....	210
Электромагнитная индукция. опыты Фарадея.	
Электромагнитные колебания и волны .....	220
Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Плоское зеркало. Преломление света .....	229
Дисперсия света Линза. Фокусное расстояние линзы.	
Глаз как оптическая система. Оптические приборы .....	234

## **КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Радиоактивность. Альфа-, бета-, гамма-излучения.	
Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома .....	241
Состав атомного ядра. Ядерные реакции .....	246
Справочные материалы .....	252
Пример варианта контрольно-измерительных материалов ОГЭ (ГИА) .....	255
Ответы .....	269

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Справочник содержит весь теоретический материал по курсу физики основной школы и предназначен для подготовки учащихся 9 классов к основному государственному экзамену (ОГЭ).

Содержание основных разделов справочника — «Механические явления», «Тепловые явления», «Электромагнитные явления», «Квантовые явления», соответствует современному кодификатору элементов содержания по предмету, на основе которого составлены контрольно-измерительные материалы (КИМы) ОГЭ.

Теоретический материал изложен в краткой и доступной форме. Чёткость изложения и наглядность учебного материала позволят эффективно подготовиться к экзамену.

Практическая часть справочника включает образцы тестовых заданий, которые и по форме, и по содержанию полностью соответствуют реальным вариантам, предлагаемым на основном государственном экзамене по физике.

После каждой темы даются практические задания<sup>1</sup>.

Часть 1 содержит задания с выбором ответа, среди которых есть задания базового и повышенного уровня сложности, а также одно задание, требующее развернутого ответа. К каждому заданию с выбором ответа приводится 4 варианта ответа, из которых верен только один.

Часть 1 также включает задания, к которым требуется привести краткий ответ в виде набора цифр; задания на установление соответствия элементов, представленных в двух множествах задания, предполагающие выбор двух правильных утверждений из предложенного перечня (множественный выбор). При этом условие задачи задаётся с помощью таблицы или графика.

---

<sup>1</sup> В пособии использованы задания, разработанные Н.Е. Ваксеевской, М.Ю. Демидовой, Е.Е. Камзеевой, Н.С. Пурышевой, Н.А. Слепнёвой.

Часть 2 содержит задания, предполагающие развёрнутый ответ, например качественные и вычислительные задачи.

Задания с выбором ответа проверяют на базовом и на повышенном уровнях усвоение элементов содержания всех четырёх содержательных блоков, курса таких, как методология естественнонаучного познания, язык физической науки, основные физические понятия и законы, элементы физических теорий; а также владение умениями применять знания к решению простых задач. Задания этой части работы направлены на проверку умений работать с текстом, с таблицами и графиками.

Задания с кратким ответом относятся к заданиям повышенного уровня. Они направлены на проверку усвоения как того же материала, что и задания с выбором ответа, так и наиболее сложных элементов содержания курса физики основной школы. При выполнении заданий данного вида для поиска правильного ответа требуется осуществить большее число учебных действий (операций). Например, необходимо, проанализировав данные, приведенные в таблицах разных физических величин, определить правильные утверждения, которые представляют собой комбинацию сведений из разных таблиц.

Вторая часть содержит задания, при выполнении которых даётся развёрнутый ответ к наиболее сложным задачам в экзаменационной работе. Они проверяют уровень экспериментальных умений учащихся, умение применять знания физических законов к решению качественных и комбинированных вычислительных задач.

В конце сборника приведены справочные материалы, которые необходимы для решения задач.

Правильность своих ответов учащийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце пособия.

# МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

---

## Механическое движение. Траектория. Путь. Перемещение

1. Механическим движением называют изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени. Существуют различные виды механического движения. Если все точки тела движутся одинаково и любая прямая, проведённая в теле, при его движении остаётся параллельной самой себе, то такое движение называется **поступательным** (рис. 1).

Точки вращающегося колеса описывают окружности относительно оси этого колеса. Колесо, как целое, и все его точки совершают **вращательное** движение (рис. 2).

Если тело, например шарик, подвешенный на нити, отклоняется от вертикального положения то в одну, то в другую сторону, то его движение является **колебательным** (рис. 3).

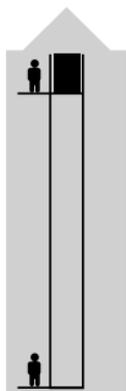


Рис. 1  
Кабина лифта  
движется  
поступательно

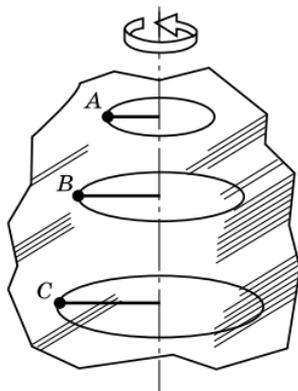


Рис. 2.  
Вращательное  
движение

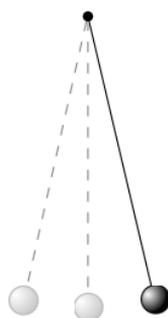


Рис. 3.  
Колеблющийся  
маятник



Рис. 4. Пассажир, сидящий в автобусе, движется относительно деревьев, но покоится относительно автобуса

2. В определение понятия механического движения входят слова «относительно других тел». Они означают, что данное тело может покоиться относительно одних тел и двигаться относительно других тел. Так, пассажир, сидящий в автобусе, движущемся относительно зданий, тоже движется относительно них, но покоится относительно автобуса. Плот, плывущий по течению реки, неподвижен относительно воды, но движется относительно берега (рис. 4). Таким образом, говоря о механическом движении тела, необходимо указывать тело, относительно которого данное тело движется или покоится. Такое тело называют **телом отсчёта**. В приведённом примере с движущимся автобусом в качестве тела отсчёта может быть выбран какой-либо дом, или дерево, или столб около автобусной остановки.

Для определения положения тела в пространстве вводят **систему координат**, которую связывают с телом отсчёта. При рассмотрении движения тела вдоль прямой линии используют одномерную систему координат, т.е. с телом отсчёта связывают одну координатную ось, например ось  $Ox$  (рис. 5).

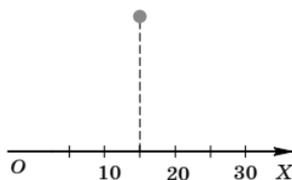


Рис. 5

Если тело движется по криволинейной траектории, то система координат будет уже двухмерной, поскольку положение тела харак-

теризуют две координаты  $X$  и  $Y$  (рис. 6). Таким движением является, например, движение мяча от удара футболиста или стрелы, выпущенной из лука.

Если рассматривается движение тела в пространстве, например движение летящего самолёта, то система координат, связанная с телом отсчёта, будет состоять из трёх взаимно перпендикулярных координатных осей ( $OX$ ,  $OY$  и  $OZ$ ) (рис. 7).

Поскольку при движении тела его положение в пространстве, т.е. его координаты, изменяются с течением времени, то необходим прибор (часы), который позволяет измерять время и определить, какому моменту времени соответствует та или иная координата.

Таким образом, для определения положения тела в пространстве и изменения этого положения с течением времени необходимы **тело отсчёта**, связанная с ним **система координат** и **способ измерения времени**, т.е. **часы**, которые все вместе представляют собой **систему отсчёта** (рис. 7).

**3. Изучить движение тела — это значит определить, как изменяется его положение, т.е. координата, с течением времени.**

Если известно, как изменяется координата со временем, можно определить положение (координату) тела в любой момент времени.

*Основная задача механики состоит в определении положения (координаты) тела в любой момент времени.*

Чтобы указать, как изменяется положение тела с течением времени, нужно установить связь между величинами, характеризующими это движение, т.е. найти математическое описание движения или, иными словами, записать уравнение движения тела.

Раздел механики, изучающий способы описания движения тел, называют **кинематикой**.

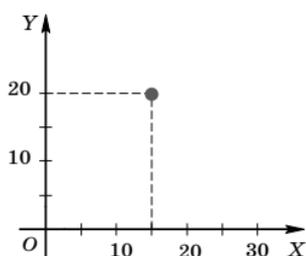


Рис. 6

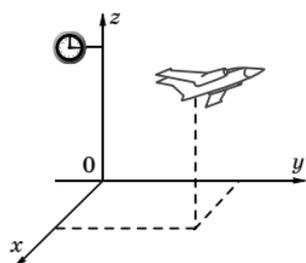


Рис. 7

4. Любое движущееся тело имеет определённые размеры, и его различные части занимают разные положения в пространстве. Возникает вопрос, как в таком случае определить положение тела в пространстве. В целом ряде случаев нет необходимости указывать положение каждой точки тела и для каждой точки записывать уравнение движения.

Так, поскольку при поступательном движении все точки тела движутся одинаково, то нет необходимости описывать движение каждой точки тела.

Движение каждой точки тела не нужно описывать и при решении таких задач, когда размерами тела можно пренебречь. Например, если нас интересует, с какой скоростью пловец проплывает свою дистанцию, то рассматривать движение каждой точки пловца нет необходимости. Если же необходимо определить действующую на него выталкивающую силу, то пренебречь размерами пловца уже нельзя. Если мы хотим вычислить время движения космического корабля от Земли до космической станции, то корабль можно считать единым целым и представить в виде некоторой точки. Если же рассчитывается режим стыковки корабля со станцией, то, представив корабль в виде точки, решить эту задачу невозможно.

Таким образом, для решения ряда задач, связанных с движением тел, вводят понятие *материальной точки*.

**Материальной точкой называют тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.**

В приведённых выше примерах материальной точкой можно считать пловца при расчёте скорости его движения, космический корабль при определении времени его движения.

Материальная точка — это модель реальных объектов, реальных тел. Считая тело материальной точкой, мы отвлекаемся от несущественных для решения конкретной задачи признаков, в частности от размеров тела.

5. При перемещении тело последовательно проходит точки пространства, соединив которые, можно получить линию. **Эта линия, вдоль которой движется тело, называется траекторией.** Траектория может быть видимой или невидимой. Видимую траекторию описывают: трамвай при движении по рельсам; лыжник, скользя по лыжне; мел, которым пишут на доске. Траектория летящего са-

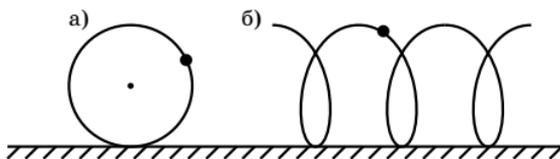


Рис. 8

молёта в большинстве случаев невидима, невидимой является траектория ползущего насекомого.

Траектория движения тела относительна: её форма зависит от выбора системы отсчёта. Так, траекторией точек обода колеса велосипеда, движущегося по прямой дороге, относительно оси колеса является окружность, а относительно Земли — винтовая линия (рис. 8 а, б).

**6.** Одной из характеристик механического движения является путь, пройденный телом. **Путём называют физическую величину, равную расстоянию, пройденному телом вдоль траектории.**

Если известны траектория тела, его начальное положение и пройденный им путь за время  $t$ , то можно найти положение тела в момент времени  $t$ . (рис. 9)

Путь обозначают буквой  $l$  (иногда  $s$ ), основная единица пути 1 м:  $[l] = 1\text{ м}$ . Кратная единица пути — километр ( $1\text{ км} = 1000\text{ м}$ ); дольные единицы — дециметр ( $1\text{ дм} = 0,1\text{ м}$ ), сантиметр ( $1\text{ см} = 0,01\text{ м}$ ) и миллиметр ( $1\text{ мм} = 0,001\text{ м}$ ).

Путь — величина относительная, значение пути зависит от выбора системы отсчёта. Так, путь пассажира, переходящего из конца движущегося автобуса к его передней двери, равен длине автобуса в системе отсчёта, связанной с автобусом. В системе отсчёта, связанной с Землёй, он равен сумме длины автобуса и пути, который проехал автобус относительно Земли.

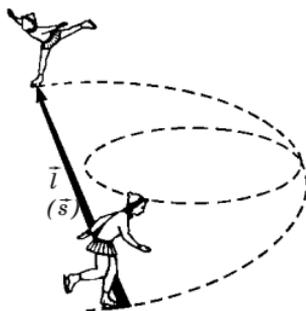


Рис. 9. Криволинейная траектория

**7.** Если траектория движения тела неизвестна, то значение пути не позволит установить его положение в любой момент времени, поскольку направление движения тела

не определено. В этом случае используют другую характеристику механического движения — **перемещение**.

**Перемещение** — вектор, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением (рис. 10).

Перемещение — векторная физическая величина, имеет направление и числовое значение, обозначается  $\vec{s}$ . Единица перемещения  $[s] = 1 \text{ м}$ .

Зная начальное положение тела, его перемещение (направление и модуль) за некоторый промежуток времени, можно определить положение тела в конце этого промежутка времени.

Следует иметь в виду, что перемещение в общем случае не совпадает с траекторией, а модуль перемещения — с пройденным путём. Это совпадение имеет место лишь при движении тела по прямолинейной траектории в одну сторону. Например, если пловец проплыл 100-метровую дистанцию в бассейне, длина дорожки которого 50 м, то его путь равен 100 м, а модуль перемещения равен нулю.

Перемещение, так же как и путь, величина относительная, зависит от выбора системы отсчёта.

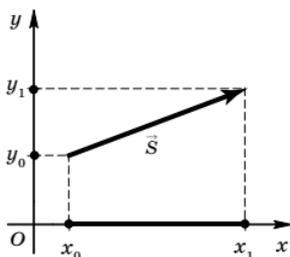


Рис. 10. Вектор перемещения в системе координат  $XOY$

При решении задач пользуются проекциями вектора перемещения. На рисунке 10 изображены система координат и вектор перемещения в этой системе координат.

Координаты начала перемещения —  $x_0, y_0$ ; координаты конца перемещения —  $x_1, y_1$ . Проекция вектора перемещения на ось  $OX$  равна:  $s_x = x_1 - x_0$ . Проекция вектора перемещения на ось  $OY$  равна:  $s_y = y_1 - y_0$ .

Модуль вектора перемещения равен:  $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$ .

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

### Часть 1

1. В состав системы отсчёта входят
  - 1) только тело отсчёта
  - 2) только тело отсчёта и система координат



9. Решают две задачи. 1. Рассчитывают скорость движения поезда между двумя станциями. 2. Определяют силу трения, действующую на поезд. При решении какой задачи поезд можно считать материальной точкой?

- 1) только первой                      3) и первой, и второй  
2) только второй                      4) ни первой, ни второй

10. Точка обода колеса при движении велосипеда описывает половину окружности радиуса  $R$ . Чему равны при этом путь  $l$  и модуль перемещения  $s$  точки обода?

- 1)  $l = 2R, s = 2R$                       3)  $l = 2R, s = \pi R$   
2)  $l = \pi R, s = 2R$                       4)  $l = \pi R, s = \pi R$

11. Установите соответствие между элементами знаний в левом столбце и понятиями в правом столбце. В таблице под номером элемента знаний левого столбца запишите соответствующий номер выбранного вами понятия правого столбца.

ЭЛЕМЕНТ ЗНАНИЙ

ПОНЯТИЕ

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| А) физическая величина  | 1) траектория      |
| Б) единица величины     | 2) путь            |
| В) измерительный прибор | 3) секундомер      |
|                         | 4) километр        |
|                         | 5) система отсчёта |

А	Б	В

12. Установите соответствие между величинами в левом столбце и характером величины в правом столбце. В таблице под номером элемента знаний левого столбца запишите соответствующий номер выбранного вами понятия правого столбца.

ВЕЛИЧИНА

ХАРАКТЕР ВЕЛИЧИНЫ

- |                         |              |
|-------------------------|--------------|
| А) путь                 | 1) скалярная |
| Б) перемещение          | 2) векторная |
| В) проекция перемещения |              |

А	Б	В

## Часть 2

13. Автомобиль свернул на дорогу, составляющую угол  $30^\circ$  с главной дорогой, и совершил по ней перемещение, модуль которого равен 20 м. Определите проекцию перемещения автомобиля на главную дорогу и на дорогу, перпендикулярную главной дороге.

### Равномерное прямолинейное движение

**1. Равномерное прямолинейное движение** — движение, при котором тело за **любые равные** промежутки времени совершает одинаковые перемещения. Слова «**любые равные**» означают, что за каждый час, за каждую минуту, за каждые 30 минут, за каждую секунду, за каждую долю секунды тело совершает одинаковые перемещения.

Равномерное движение — идеализация, поскольку практически невозможно создать такие условия, чтобы движение тела было равномерным в течение достаточно большого промежутка времени. Реальное движение может лишь приближаться к равномерному движению с той или иной степенью точности.

**2. Изменение положения тела в пространстве при равномерном движении** может происходить с разной быстротой. Это свойство движения — его «быстрота» — характеризуется физической величиной, называемой скоростью.

**Скоростью равномерного прямолинейного движения** называют векторную физическую величину, равную отношению перемещения ко времени, за которое это перемещение произошло.

Если за время  $t$  тело совершило перемещение  $\vec{s}$ , то скорость его движения  $\vec{v}$  равна  $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ .

Единица скорости:  $[v] = \frac{[s]}{[t]}$ ;  $[v] = \frac{1\text{ м}}{1\text{ с}} = 1 \text{ м/с}$ . *За единицу скорости принимается 1 м/с — скорость такого равномерного движения, при котором тело за 1 с совершает перемещение 1 м.*

Зная скорость равномерного движения, можно найти перемещение за любой промежуток времени:  $\vec{s} = \vec{v}t$ . Вектор скорости и вектор перемещения направлены в одну сторону — в сторону движения тела.