

Макет подготовлен при содействии ООО «Айдиономикс»

**Глухова-Козлова, Екатерина Алексеевна**

Г55 Физика / Е. А. Глухова-Козлова, С. В. Вахнина. — Москва : Эксмо, 2023. — 144 с. — (Наглядный справочник. Готовимся к ОГЭ и ВПР).

Справочник предназначен для изучения и повторения школьного курса физики за 7—9 классы. Книга содержит определения понятий, формулы, законы, явления, сведения по основным разделам физики. Материалы сопровождаются графической информацией (схемами, рисунками, таблицами), что значительно упрощает понимание и запоминание. В каждой теме представлены тренировочные задания в формате ВПР и ОГЭ, ответы и подробные решения.

Книга будет полезна учащимся средних классов при подготовке к урокам и различным формам итогового контроля по физике, а также учителям при организации учебного процесса.

УДК 373.5:53  
ББК 22.3я721

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.

Справочное издание  
анықтамалық баспа

Для среднего школьного возраста  
орта мектеп жасындағы балаларға арналған

НАГЛЯДНЫЙ СПРАВОЧНИК. ГОТОВИМСЯ К ОГЭ И ВПР

**Глухова-Козлова Екатерина Алексеевна**  
**Вахнина Светлана Васильевна**

**ФИЗИКА**  
(орыс тілінде)

Ответственный редактор А. Жилинская. Ведущий редактор Т. Судакова  
Выпускающий редактор А. Проценко. Художественный редактор Е. Брынчик

Во внутреннем оформлении использованы иллюстрации: Aleksandra Novakovic, Andris Torms, baldezh, begun1983, CuteCute, Designua, Dream01, graphit, imagedb, Larry-Rains, MilanB, ONYXprj, RaulAlmu, Spreadthesign, StockSmartStart, SurfsUp / Shutterstock.com

В коллаже на обложке и титуле использованы иллюстрации: NotionPic, Kit8.net / Shutterstock.com  
Используется по лицензии от Shutterstock.com

Соответствует техническому регламенту ТР ТС 007/2011  
КО ТР 007/2011 техникалық регламентіне сәйкес келеді

Страна происхождения: Российская Федерация  
Шығарылған елі: Ресей Федерациясы

book 24.ru

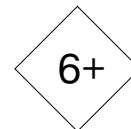
Официальный  
интернет-магазин  
издательской группы  
«ЭКСМО-АСИ»



ООО «Издательство «Эксмо»  
123308, Россия, город Москва, улица Зорге, дом 1, этаж 20, каб. 2013.  
Тел.: 8 (495) 411-68-86.  
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru  
Финдир.: «ЭКСМО» АКБ Беларусь  
123308, Ресей, қала Мәскеу, Зоргя көшесі, 1 үй, 1 ғимарат, 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-дукен: www.book24.kz  
Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы»,  
Казахстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.  
Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию,  
в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»  
Казахстан Республикасындағы дистрибутор және өнім бойынша арыз-талаларды  
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС.  
Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.  
Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz  
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.  
Сертификация туралы ақпарат сайтта: 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  
Өндiрген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылған

В электронном виде книга доступна вы можете  
купить на [www.litres.ru](http://www.litres.ru)

ЛитРес:  
идея книги до книги



Дата изготовления / Подписана в печать 06.10.2022.  
Формат 84x108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 15, 12.  
Тираж экз. Заказ

ЧИТАЙ  
ГОРОД

ЕАС

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К НАМ!



Мы в СОЦСЕТЯХ:  
eksmo  
eksmo.ru

eksmo.ru

ISBN 978-5-04-159867-9

© Глухова-Козлова Е. А., Вахнина С. В., 2023  
© ООО «Айдиономикс», 2023  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023

# Содержание

<b>Введение</b> .....	5
<b>Измерение физических величин</b> .....	6
<b>Механика</b> .....	10
Кинематика .....	10
Скорость материальной точки .....	10
Ускорение материальной точки .....	11
Равномерное прямолинейное движение .....	11
Равноускоренное движение тела .....	13
Свободное падение .....	14
Движение точки по окружности .....	18
Динамика .....	22
Первый закон Ньютона .....	22
Масса тела .....	22
Плотность вещества .....	22
Сила .....	24
Второй закон Ньютона .....	24
Третий закон Ньютона для материальных точек .....	26
Закон всемирного тяготения .....	26
Деформация .....	26
Различия силы тяжести и веса .....	28
Сила трения .....	29
Давление .....	32
Статика .....	34
Определения .....	35
Момент силы относительно оси вращения .....	35
Условия равновесия твёрдого тела .....	35
Давление в жидкости (гидростатическое давление) .....	37
Сообщающиеся сосуды .....	39
Закон Архимеда .....	40
Законы сохранения в механике .....	47
Определения .....	47
Импульс материальной точки .....	47
Импульс системы тел .....	47
Закон изменения и сохранения импульса .....	47
Работа силы на малом перемещении .....	49
Мощность силы .....	52
Кинетическая энергия материальной точки .....	52
Потенциальная энергия .....	52
Закон изменения и сохранения механической энергии .....	53
Механические колебания и волны .....	57
Период и частота колебаний .....	57
Поперечные и продольные волны .....	58
Длина волны. Скорость её распространения .....	59
<b>Молекулярная физика</b> .....	64
Молекулярно-кинетическая теория .....	64
Основные положения .....	64
Броуновское движение .....	64
Насыщенный и ненасыщенный пар .....	65

Влажность воздуха .....	65
Преобразование энергии в фазовых переходах .....	65
Термодинамика .....	71
Тепловое равновесие .....	71
Внутренняя энергия, способы её изменения .....	72
КПД .....	72
Уравнение теплового баланса .....	72
<b>Электродинамика .....</b>	<b>79</b>
Электрическое поле .....	79
Электризация тел и её проявления .....	79
Взаимодействие зарядов .....	79
Законы постоянного тока .....	83
Сила тока .....	83
Напряжение .....	84
Закон Ома для участка цепи .....	84
Электрическое сопротивление .....	84
Соединение проводников .....	86
Работа электрического тока .....	89
Мощность электрического тока .....	93
Магнитное поле .....	96
Механическое взаимодействие магнитов .....	96
Магнитное поле проводника с током .....	96
Сила Ампера: направление и величина .....	103
<b>Оптика .....</b>	<b>107</b>
Основные термины. Закон отражения света .....	107
Закон отражения .....	107
Построение изображений в плоском зеркале .....	107
Линзы .....	110
Собирающие и рассеивающие линзы .....	110
Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы .....	111
Формула тонкой линзы .....	111
Увеличение линзы .....	111
Построение изображений в линзе .....	111
<b>Квантовые явления .....</b>	<b>115</b>
Радиоактивность .....	115
Альфа-распад .....	115
Бета-распад .....	115
Гамма-излучение .....	116
Закон радиоактивного распада .....	116
Планетарная модель атома .....	116
Состав атомного ядра .....	117
Ядерные реакции .....	118
Цепная реакция деления ядер .....	118
<b>Технические устройства. Учёные и их открытия .....</b>	<b>121</b>
Устройства и физические явления, которые используются в их работе .....	121
Учёные и их научные открытия .....	122
<b>Приложение .....</b>	<b>131</b>
Основные термины и определения .....	131
Основные формулы .....	137
Что необходимо помнить при решении задач .....	141

# Введение

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

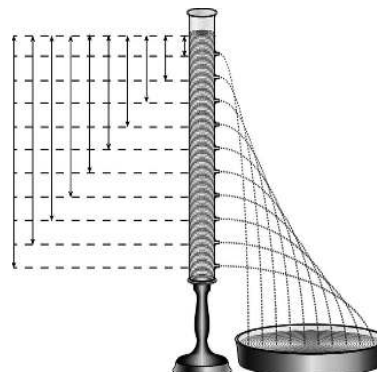
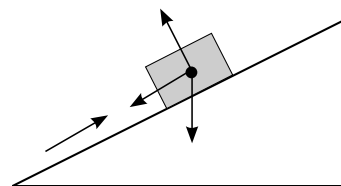
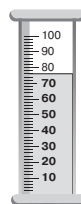
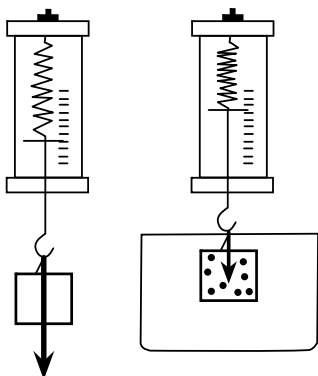
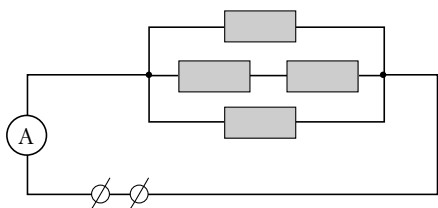
Пособие содержит основную и наиболее важную информацию по разделам «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Оптика», «Квантовые явления». Отдельные главы посвящены измерению физических величин и выполнению заданий, проверяющих знание технических устройств и вклада российских и зарубежных учёных-физиков в объяснение процессов окружающего мира. В приложении приведены основные термины, определения, формулы по всему курсу школьной программы по физике, а также практические указания, которые будут полезны при решении задач.

Материал книги представлен в виде таблиц, графиков, рисунков, упорядочен и систематизирован, изложен доступным для усвоения языком. Это обеспечит максимальную сконцентрированность внимания, эффективное повторение и подготовку школьника по предмету.

Теоретический материал сопровождается блоком практических заданий. Приведённые примеры с развёрнутыми разъяснениями позволяют детально разобраться в темах школьного курса физики и отработать навыки выполнения различных заданий.

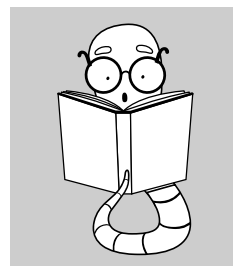
Справочник адресован учащимся средней школы для самоподготовки к различным видам контроля, сдаче ВПР и ОГЭ, а также может использоваться учителями физики для работы на уроке.

Желаем успехов!



# ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

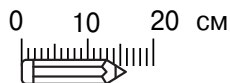
Измерить физическую величину — значит сравнить её с однородной физической величиной, принятой за единицу. При выполнении проверочных и экзаменационных работ часто возникает необходимость проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов, составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку, выполнять серию измерений.



**Прямое измерение** физической величины позволяет получить её искомое значение с использованием приборов: длина измеряется линейкой, время — секундомером, скорость — спидометром, напряжение — вольтметром.

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

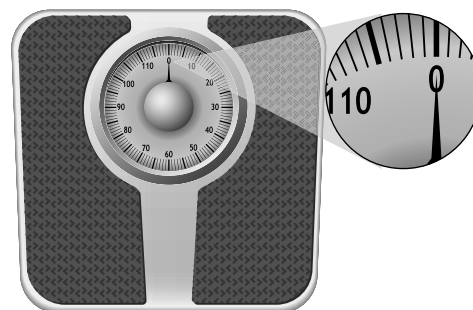
Например:



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

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

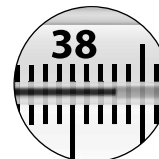
Например:



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

## ВПР 7, 8 классы

Температура тела здорового человека равна  $+36,6^\circ\text{C}$  — такую температуру называют нормальной. Настя заболела и, перед тем как вызвать врача, решила измерить свою температуру. Рассмотрите показания термометра на рисунке и определите, на сколько градусов температура тела Насти выше нормальной.



**Ответ:**  $1,7^\circ\text{C}$ .

**Пояснение:**

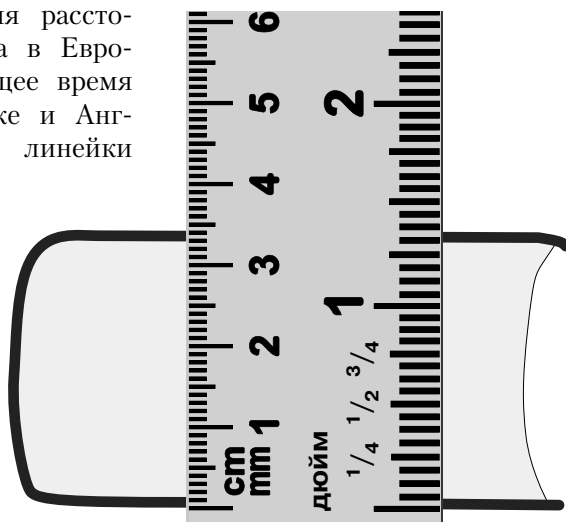
Сначала определим цену деления термометра. Возьмём показатели 35 и 36. Разница между ними составляет  $1^\circ$ . Посчитаем количество штрихов между выбранными чис-

лами. Получается 10. Вычислим цену деления:  $1^\circ:10=0,1^\circ$ . Определяем наибольшее подписанное число, которое показывает термометр на рисунке, и добавляем к нему количество маленьких штрихов, умноженное на 0,1. Получаем:  $38+3\cdot0,1=38,3^\circ\text{C}$  — температура тела Насти. Чтобы узнать, на сколько это значение выше нормального, нужно из 38,3 вычесть 36,6. Получим  $1,7^\circ\text{C}$ .

## ВПр 7 класс

Существуют различные шкалы для измерения расстояний. Так, метрическая шкала распространена в Европе и Азии. Другая шкала, которая в настоящее время используется в основном в Северной Америке и Англии, — дюймовая. Пользуясь изображением линейки с двумя шкалами (метрической и дюймовой), оцените:

- 1) толщину книги в дюймах;
- 2) длину диагонали экрана планшета в миллиметрах, если известно, что она равна  $9,7''$  (дюйма);
- 3) сколько цветных точек печатает фотопринтер на  $1\text{ см}^2$  бумаги, если при печати фотографии он печатает 900 точек на каждый квадратный дюйм изображения.



Напишите полное решение этой задачи.

### Решение:

1) Определим цену деления дюймовой части линейки между показателями 0 и 1 дюйм. Между ними расположено 16 штрихов. Значит, цена деления составит  $\frac{1}{16}$  дюйма. Из рисунка видно, что книга полностью занимает 1 дюйм, поэтому от данного показателя дальше считаем штрихи (их получилось 5) и умножаем их количество на цену деления:  $5 \cdot \frac{1}{16} = \frac{5}{16}$  дюйма. Таким образом, толщина книги составит  $1\frac{5}{16}$  дюйма.

2) По рисунку соотнесём дюймы и сантиметры: 1 дюйм примерно равен 2,5 см, поэтому диагональ можно рассчитать следующим образом:  $9,7 \cdot 2,5 = 24,25\text{ см}$ . Переведём в миллиметры:  $24,25\text{ см} = 24,25 \cdot 10 = 242,5\text{ мм}$ .

3)  $1\text{ дюйм}^2 = 1\text{ дюйм} \cdot 1\text{ дюйм} = 2,5\text{ см} \cdot 2,5\text{ см} = 6,25\text{ см}^2$ .

Получается, что 900 точек расположены на  $6,25\text{ см}^2$ , тогда на  $1\text{ см}^2$  печатается  $900:6,25=144$  точки.

**Ответ:** 1)  $1\frac{5}{16}$  дюйма; 2) 242,5 мм; 3) 144 точки.

Женю попросили определить размер кубика сахара-рафинада. В его распоряжении оказалась только линейка для классной доски с ценой деления 10 см. Выяснилось, что длина ряда из 6 кубиков, составленных вплотную, меньше 10 см, а ряда из 7 кубиков — уже больше. Ряд из 13 кубиков короче 20 см, а из 14 кубиков — длиннее. Ряд из 22 кубиков короче 30 см, а из 23 — длиннее.

- 1) В каком из экспериментов Жени длина стороны кубика будет определена с наименьшей погрешностью? Ответ поясните.
- 2) Определите границы размера кубика по результатам каждого эксперимента.
- 3) Запишите наилучшую оценку для размера кубика сахара-рафинада с учётом погрешности.

Считайте, что все кубики одинаковые и деления на линейку нанесены достаточно точно. Напишите полное решение этой задачи.

**Решение:**

1) Погрешность определения длины стороны кубика сахара будет наименьшей в третьем случае, так как используемое количество кубиков в этом случае наибольшее.

2) Из первого эксперимента можно сделать вывод, что размер одного кубика меньше, чем  $\frac{10}{6} = \frac{5}{3}$  см, но больше, чем  $\frac{10}{7}$  см. Из второго опыта следует, что размер кубика

меньше, чем  $\frac{20}{13}$  см, и больше, чем  $\frac{20}{14} = \frac{10}{7}$  см. Из третьего опыта: размер кубика

меньше, чем  $\frac{30}{22} = \frac{15}{11}$  см, и больше, чем  $\frac{30}{23}$  см.

3) Из всех опытов сравним дроби и выберем самую маленькую и самую большую. Таким образом, размер кубика лежит в пределах от  $\frac{30}{23}$  см до  $\frac{5}{3}$  см, или, приведя

к общему знаменателю, от  $\frac{90}{69}$  см до  $\frac{115}{69}$  см. Поскольку разница между значениями

составляет  $\frac{25}{69}$  и непонятно, как записывать ответ с учётом погрешности, умножим

числители и знаменатели дробей на 2. Получим дроби  $\frac{180}{138}$  и  $\frac{230}{138}$ . Чтобы узнать,

какое число между ними расположено, рассчитаем среднее арифметическое этих дробей:

$\left(\frac{180}{138} + \frac{230}{138}\right) \div 2 = \frac{410}{138} \div 2 = \frac{205}{138}$  см. Вычислим величину погрешности:

$\left(\frac{230}{138} - \frac{180}{138}\right) \div 2 = \frac{50}{138} \div 2 = \frac{25}{138}$  см. Запишем ответ:  $d = \left(\frac{205}{138} \pm \frac{25}{138}\right)$  см и переведём в де-

сятичные дроби:  $d = (1,49 \pm 0,18)$  см.

**Ответ:** 1) в третьем случае, так как используемое количество кубиков сахара больше, поэтому точность выше;

2)  $\frac{10}{7}$  см  $< d < \frac{10}{6}$  см;  $\frac{10}{7}$  см  $< d < \frac{20}{13}$  см;  $\frac{30}{23}$  см  $< d < \frac{30}{22}$  см;

3)  $d = (1,49 \pm 0,18)$  см.

1. При измерении длины учебника с помощью миллиметровой линейки ученик получил величину 22 см 1 мм. Каков результат измерения длины учебника, если погрешность равна цене деления линейки?

- 1)  $(221 \pm 1)$  см
- 2)  $(22,1 \pm 0,1)$  см
- 3)  $(22,1 \pm 1)$  см
- 4)  $(22,0 \pm 0,1)$  см

Ответ:

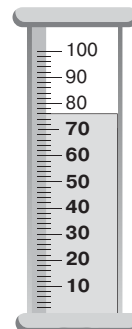
**Пояснение:**

При оформлении результата измерения необходимо выполнить два условия: и измеряемая величина, и погрешность должны быть записаны в одних единицах измерения, а также после запятой у них должно быть одинаковое количество знаков. Так как погрешность равна цене деления линейки, а показания снимали миллиметровой линейкой, то результат может быть записан в виде  $(22,1 \pm 0,1)$  см или  $(221 \pm 1)$  мм.

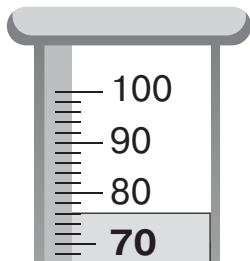
2. Укажите предел измерения и цену деления измерительного цилиндра, представленного на рисунке.

- 1) 75 мл, 1 мл
- 2) 100 мл, 1 мл
- 3) 76 мл, 2 мл
- 4) 100 мл, 2 мл

Ответ:



**Пояснение:**

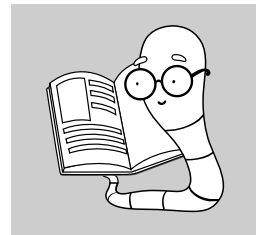


Цена деления определяется как  $\frac{100 - 90}{5} = 2 \text{ мл} = 2 \text{ см}^3$ . Предел измерения — максимальное значение, которое можно измерить с помощью прибора. Максимальный объём, который можно измерить с помощью мензурки, изображённой на рисунке, равен 100 мл.



## Кинематика

**Кинематика** (от греч. *kinematos* — движение) изучает механическое движение тел, не рассматривая причины, которыми это движение вызывается. Задача кинематики — дать математическое описание движения тел.



### СКОРОСТЬ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

**Скорость** — векторная физическая величина, показывающая расстояние, пройденное за единицу времени.

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

Средняя путевая скорость вычисляется по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \frac{S}{t},$$

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

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

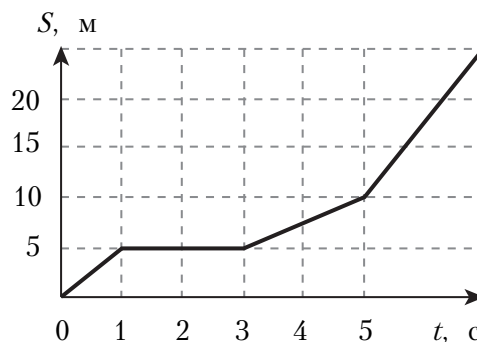
### ВПР 7 класс

1. На графике представлена зависимость пути мухи от времени движения. Определите, с какой скоростью двигалась муха в промежутке от 3 до 5 с.

**Ответ:** 2,5 м/с.

**Пояснение:**

В промежуток времени от 3 до 5 с муха пролетела 5 м. Соответственно, путь равен 5 м, а время — 2 с. Разделив 5 на 2, получим скорость 2,5 м/с.



2. В течение 2 ч поезд двигался со скоростью 110 км/ч, затем сделал остановку на 10 мин. Оставшуюся часть пути он продолжал движение со скоростью 90 км/ч. Расстояние, пройденное поездом, равно 400 км.

- 1) Какой путь пройден поездом до остановки?
- 2) Какое время затрачено поездом на оставшийся путь?
- 3) С какой средней скоростью двигался поезд на протяжении всего пути?

Напишите полное решение этой задачи.

**Решение:**

1) Время и скорость на первом участке известны, найдём путь:

$$S_1 = v_1 \cdot t_1 = 110 \cdot 2 = 220 \text{ км.}$$

2) Если путь до остановки составил 220 км, то после неё осталось:

$$S_2 = S - S_1 = 400 - 220 = 180 \text{ км.}$$

Вычислим затраченное время:

$$t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{180}{90} = 2 \text{ ч.}$$

3) Чтобы найти среднюю скорость, нужно весь пройденный путь разделить на всё затраченное время:

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = \frac{S}{t_1 + t_2 + t_{\text{ост}}} = \frac{400}{2 + 2 + \frac{1}{6}} = \frac{400}{4\frac{1}{6}} = 400 \cdot \frac{6}{25} = 96 \text{ км/ч.}$$

**Ответ:** 1) 220 км; 2) 2 ч; 3) 96 км/ч.

## УСКОРЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

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

### Мгновенное ускорение

**Мгновенное ускорение**  $\vec{a}$  — векторная физическая величина, равная пределу отношения изменения скорости к промежутку времени, в течение которого это изменение произошло:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}.$$

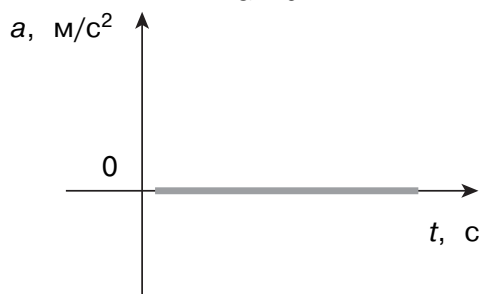
Единица измерения ускорения — метр в секунду в квадрате ( $\text{м/с}^2$ ).

При прямолинейном ускоренном движении тела вектор ускорения параллелен (сонаправлен) вектору скорости:  $\vec{a} \parallel \vec{V}$ .

### Графики и формулы ускорения

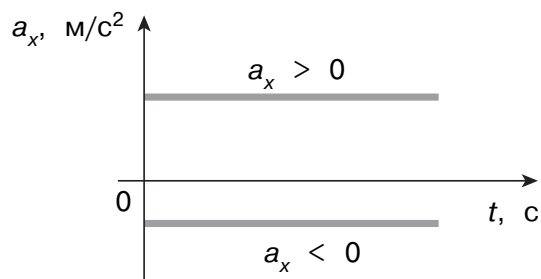
**При равномерном движении:**

$$a = 0.$$



**При равнопеременном движении:**

$$a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t}.$$



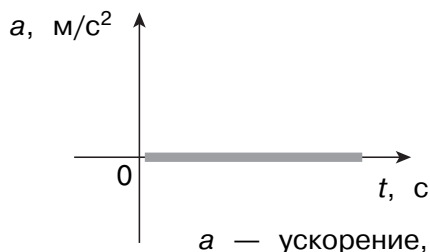
## РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

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

**Формулы и графики равномерного прямолинейного движения**

**Ускорение:**

$$a = 0.$$

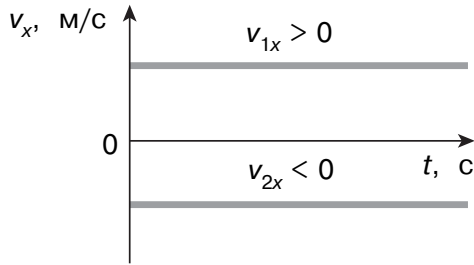


**Скорость:**

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

где  $S$  — пройденный путь,  $t$  — время движения.

- ♦  $v_x > 0$ , если направление движения совпадает с осью  $Ox$  (см. линию  $v_1$ );
- ♦  $v_x < 0$ , если направление движения противоположно направлению оси  $Ox$  (см. линию  $v_2$ ).

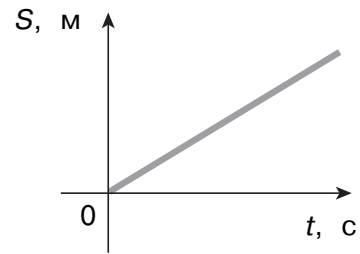


$v_x$  — проекция скорости,  $t$  — время

**Путь:**

$$S = v \cdot t,$$

где  $v$  — скорость,  $t$  — время движения.

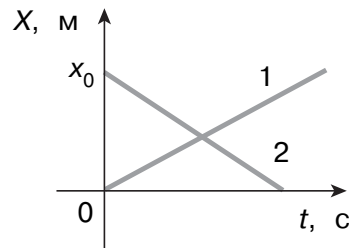


$S$  — пройденный путь,  $t$  — время движения

**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.



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

**ОГЭ 9 класс**

На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  от времени  $t$  для тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ .

Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

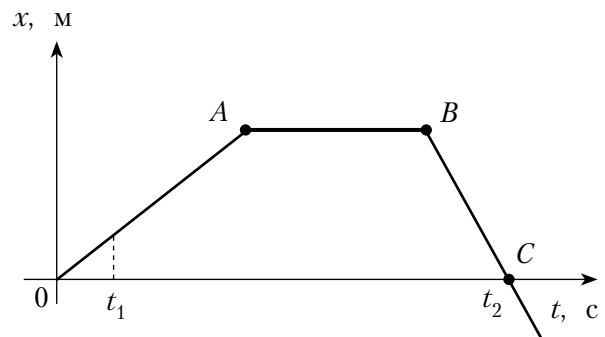
- 1) В момент времени  $t_1$  тело имело максимальное по модулю ускорение.
- 2) Участок  $BC$  соответствует равномерному движению тела.
- 3) Участок  $AB$  соответствует состоянию покоя тела.
- 4) В момент времени  $t_2$  тело остановилось.
- 5) Участок  $BC$  соответствует ускоренному движению тела.

Ответ:

2	3
---	---

**Пояснение:**

- 1) Участок  $OA$  соответствует равномерному движению тела, поэтому ускорение на нём равно нулю.



- 4) В момент времени  $t_2$  координата тела стала нулевой, но не его скорость.  
 5) Участок  $BC$  соответствует равномерному движению тела, поэтому ускорение на нём равно нулю.

## РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА

**Равнопеременное 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  $a = \text{const}$ .

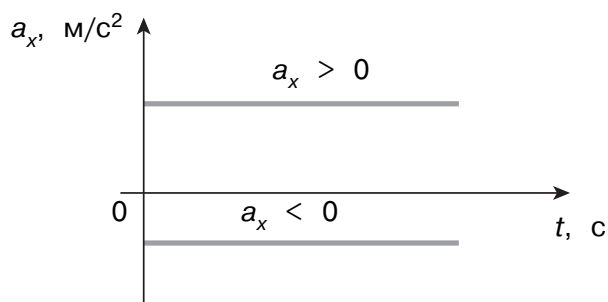
Примеры равноускоренного движения: ракета при запуске спутника, пуля в стволе автомата, свободно падающее тело.

### Формулы и графики равноускоренного прямолинейного движения

**Ускорение:**

$$a = \frac{v - v_0}{t},$$

где  $v_0$  и  $v$  — начальная и конечная скорости тела,  $t$  — время движения.

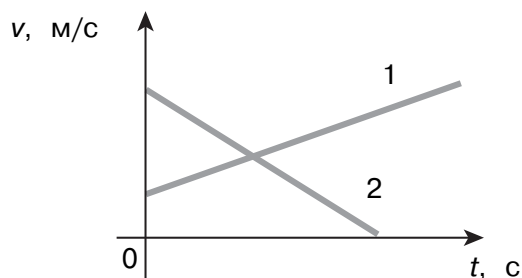


$a_x$  — проекция ускорения,  $t$  — время

**Скорость:**

$$v = v_0 + a \cdot t.$$

На следующем рисунке тело 1 движется с возрастающей скоростью (разгоняется), тело 2 — с убывающей скоростью (тормозит).

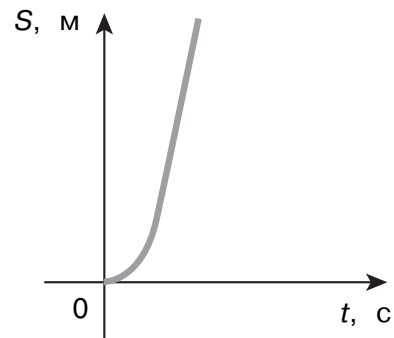


$v$  — скорость,  $t$  — время

**Путь (тело не меняет направления при движении):**

$$S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2};$$

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

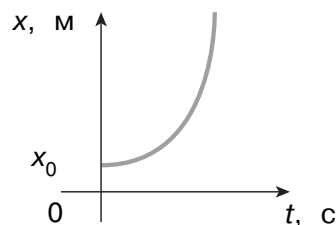


$S$  — пройденный путь (перемещение),  $t$  — время

**Закон движения:**

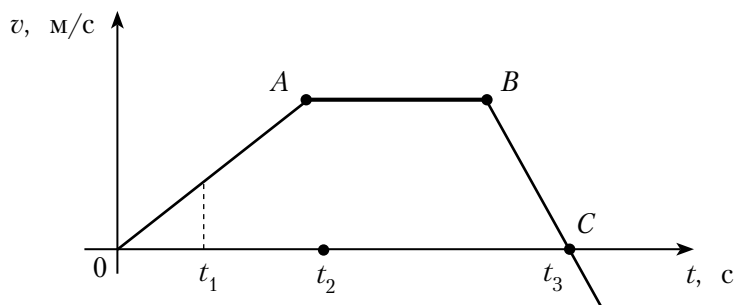
$$X = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2},$$

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

На рисунке представлен график зависимости проекции скорости от времени для тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ .



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Участок  $BC$  соответствует равноускоренному движению тела с максимальным по модулю ускорением.
- 2) В момент времени  $t_3$  скорость тела равна нулю.
- 3) В промежуток времени от  $t_1$  до  $t_2$  тело изменило направление движения на противоположное.
- 4) В момент времени  $t_2$  скорость тела равна нулю.
- 5) Путь, соответствующий участку  $OA$ , больше пути, соответствующего участку  $AB$ .

Ответ:

1	2
---	---

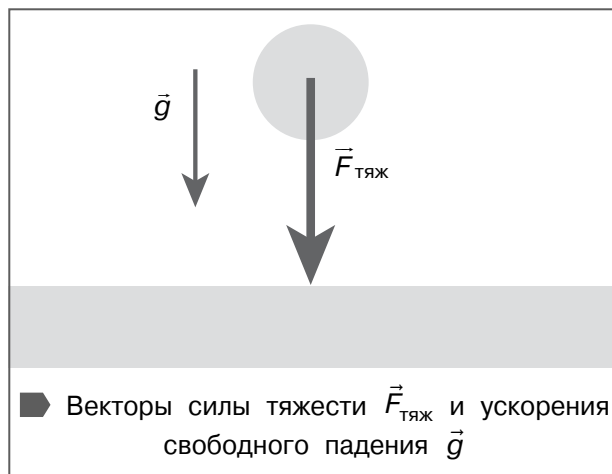
**Пояснение:**

- 3) В точке  $A$  скорость тела стала постоянной, направление движения не менялось.
- 4) На участке  $AB$  тело двигалось равномерно.
- 5) Путь равен площади под графиком: здесь площадь под участком  $OA$  явно меньше площади под участком  $AB$ .

## ■ СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ

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

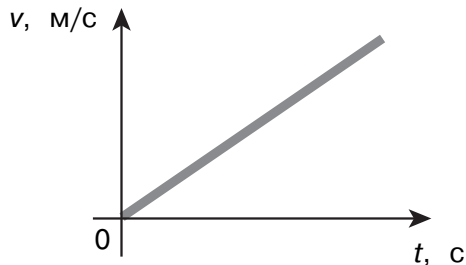
Идеальное свободное падение возможно лишь в вакууме, где нет силы сопротивления воздуха и где все тела падают одинаково быстро независимо от массы, плотности и формы.



**Скорость:**

$$v_y = v_{0y} + g_y \cdot t,$$

где  $v_{0y}$  и  $v_y$  — проекции начальной и конечной скоростей тела,  $g_y$  — проекция ускорения свободного падения,  $t$  — время движения.



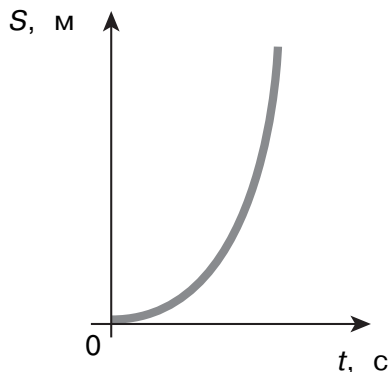
$v$  — скорость тела,  $t$  — время

**Путь:**

$$S = \frac{g \cdot t^2}{2},$$

$$S = \frac{v_k^2}{2 \cdot g},$$

где  $v_k$  — конечная скорость тела,  $g$  — ускорение свободного падения,  $t$  — время движения.

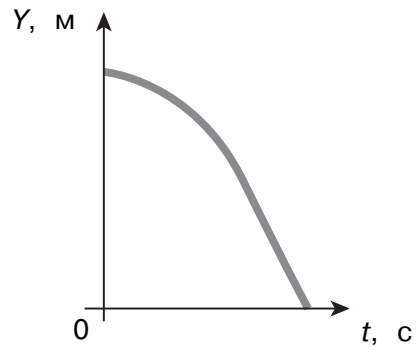


$S$  — пройденный путь (перемещение) при движении в одну сторону,  $t$  — время

**Закон движения:**

$$Y = y_0 + \frac{g_y \cdot t^2}{2},$$

где  $y_0$  — начальная координата тела,  $g_y$  — проекция ускорения свободного падения,  $t$  — время движения.



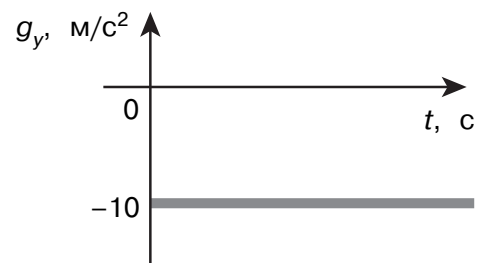
$Y$  — координата тела,  $y_0$  — начальная координата,  $t$  — время

Ось  $Oy$  направлена вертикально вверх.

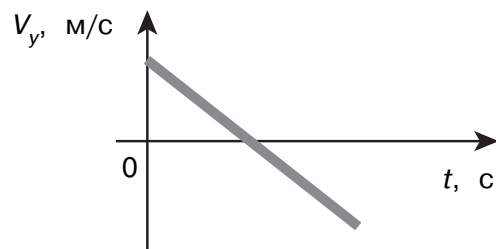
### Графики и формулы движения в поле тяжести при наличии начальной скорости

**Ускорение:**

$$g \approx 9,81 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2.$$

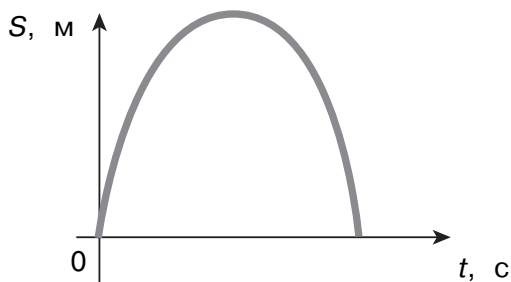
**Скорость:**

- ♦ при движении вверх  $V_y = V_{0y} - g \cdot t$ ;
- ♦ при движении вниз  $V_y = V_{0y} + g \cdot t$ .

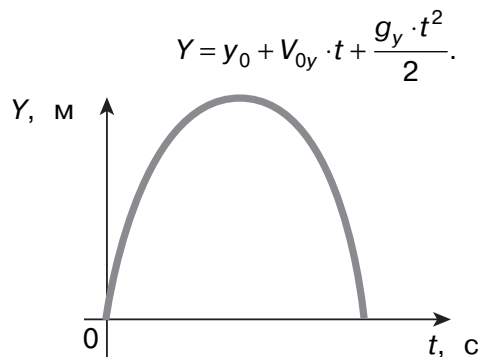
**Перемещение:**

- ♦ при движении тела вверх  $S_y = V_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$ ;
- ♦ при движении вниз  $S_y = V_{0y} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$ ;

♦ на любой половине пути  $S_y = \frac{V_0^2}{2 \cdot g}$ .



**Закон движения:**



### ВПР 7 класс

Дима решил сделать расчёт, когда ему лучше выходить из дома утром. В школе он должен быть в 08:30. Путь от дома до остановки автобуса занимает 10 мин. Дима выяснил, что автобус едет со средней скоростью 60 км/ч, путь между остановками — 25 км. От остановки до школы идти 5 мин. В какое самое позднее время Дима должен выйти из дома, чтобы быть в школе вовремя? Ответ запишите в формате ч:мин.

**Ответ:** 07:50.

**Пояснение:**

Пешком Дима будет идти  $10+5=15$  мин.

Вычислим, сколько времени будет ехать автобус:  $t = \frac{S}{v} = \frac{25}{60}$  ч =  $\frac{25}{60} \cdot 60 = 25$  мин.

Таким образом, вся дорога займёт 40 мин.

Чтобы не опоздать, Дима должен выйти в 07:50.

### ОГЭ 9 класс

1. Камешку, находящемуся на поверхности земли, сообщили скорость, направленную вертикально вверх. Через 4 с камешек вернулся в исходную точку. Определите, во сколько раз  $n$  отличалась начальная скорость этого камешка от его средней скорости за время прохождения камешком всего пути. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

**Решение:**

Запишем закон изменения скорости камешка:  $v = v_0 - gt$ .

В верхней точке траектории камешек имеет скорость  $v = 0$ , значит, время подъёма составит:  $t = \frac{v_0}{g}$ .

Общее время движения:  $\tau = 2t = \frac{2v_0}{g}$ .

Начальная скорость камешка:  $v_0 = \frac{g\tau}{2}$ .

Максимальная высота подъёма камешка:  $H = \frac{v_0^2}{2g}$ .

Пройденный путь:  $S = 2H = \frac{v_0^2}{g}$ .

Средняя скорость движения:  $v_{\text{ср}} = \frac{S}{\tau} = \frac{v_0^2}{g\tau} = \frac{g\tau}{4}$ .

Отношение начальной скорости камешка к его средней скорости:  $\frac{v_0}{v_{\text{ср}}} = \frac{g\tau}{2} : \frac{g\tau}{4} = 2$ .

**Ответ:** 2.

2. Тело подбросили с поверхности земли вертикально вверх, сообщив ему начальную скорость  $v_0 = 6$  м/с. На какую максимальную высоту (в метрах) поднялось тело? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Ответ округлите до десятых долей.

**Ответ:** 1,8 м.

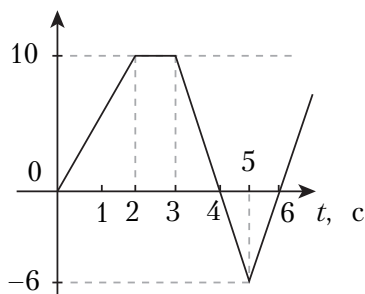
**Пояснение:**

Когда тело поднимается на максимальную высоту, его скорость становится равной нулю. Так как движение равнозамедленное с ускорением  $g$ , то  $h = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g} =$

$$= \frac{v_0^2}{2g} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м.}$$

3. На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .

Определите проекцию ускорения  $a_x$  тела в момент времени 2,5 с.



**Ответ:** 0 м/с<sup>2</sup>.

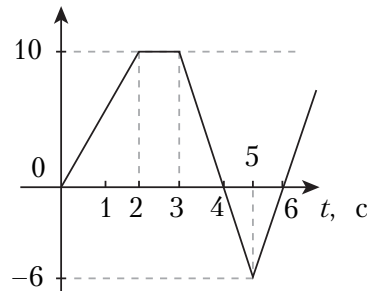
**Пояснение:**

В первую очередь следует обратить внимание на то, что в условии представлен график зависимости скорости от времени. В момент времени 2,5 с скорость тела не меняется, следовательно, движение равномерное. Ускорение равно 0 м/с<sup>2</sup>.



4. На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .

Определите проекцию перемещения  $s_x$  тела в интервале времени с 3 до 6 с.



**Ответ:**  $-1$  м.

**Пояснение:**

Поскольку изображён график скорости, перемещение можно найти, вычислив площадь под графиком (в данном случае это сумма площадей треугольников):

$$s_x = s_{1x} + s_{2x} = \frac{10 \cdot 1}{2} + \left( -\frac{6 \cdot 2}{2} \right) = 5 - 6 = -1 \text{ м.}$$

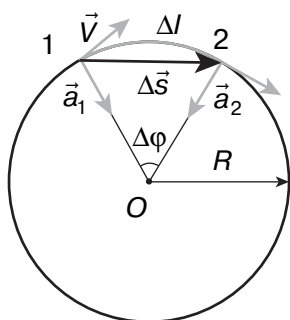
Следует обратить внимание на знак « $-$ » у второго слагаемого. Поскольку нужно найти перемещение, учтён тот факт, что с 3 по 6 с тело двигалось в сторону, противоположную оси  $X$ , то есть проекция перемещения отрицательная. Если бы требовалось найти пройденный путь, второе слагаемое было бы со знаком « $+$ », так как путь всегда положительная величина, и ответ был бы другим.

## ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

### Равномерное движение по окружности, основные характеристики

При равномерном движении по окружности модуль скорости тела остаётся постоянным:

$$|V| = \text{const.}$$



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

$R$  — радиус окружности,  $\Delta\varphi$  — угол поворота,  $\Delta l$  — пройденный путь (длина дуги),  $\Delta\vec{s}$  — перемещение точки (хорда окружности),  $\vec{V}$  — линейная скорость,  $\vec{a}_1$  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.

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

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

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

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

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

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

где  $\varphi$  — 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:

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

Единица измерения — метр в секунду в квадрате (м/с<sup>2</sup>).

**Касательное (тангенциальное) ускорение** — составляющая ускорения тела, движущегося по криволинейной траектории, направленная по касательной, характеризует изменение модуля скорости:

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

**Фаза вращения**  $\varphi_0$  — угол поворота радиус-вектора в произвольный момент времени относительно его начального положения.

Единица измерения фазы вращения — радиан (рад).

**Период полного 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.

**Частота** — физическая величина, обратная периоду.

Единица частоты — герц (Гц): 1 Гц = = 1 с<sup>-1</sup>.

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{t} = \frac{V}{2\pi \cdot R} = \frac{\omega}{2\pi}.$$

**Связь периода и частоты вращения**

♦ С линейной скоростью:

$$V = \frac{2\pi \cdot R}{T} = 2\pi \cdot R \cdot \nu.$$

♦ С угловой скоростью:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \nu.$$

♦ С центростремительным ускорением:

$$a = \frac{4 \cdot \pi^2 R}{T^2} = 4 \cdot \pi^2 \cdot \nu^2 R.$$

## ОГЭ 9 класс

1. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $R$  — радиус окружности;  $T$  — период обращения. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А)  $\frac{2\pi R}{T}$

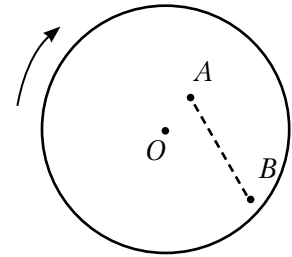
Б)  $\frac{2\pi}{T}$

- 1) число оборотов за единицу времени
- 2) угловая скорость
- 3) линейная скорость
- 4) центростремительное ускорение

Ответ:

А	Б
3	2

2. Муравей переместился на равномерно вращающемся диске из точки А в точку В (см. рисунок). Как при этом изменилась линейная скорость муравья и частота его обращения вокруг оси О?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Частота

Ответ:

Скорость	Частота
1	3

**Пояснение:**

Для точек, находящихся на одном вращающемся теле, угловая скорость сохраняется, значит, период и частота тоже не меняются. Линейная скорость зависит от радиуса, поэтому при увеличении расстояния от центра диска увеличивается и линейная скорость.

3. Искусственный спутник Марса перешёл с одной круговой орбиты на другую, в результате чего центростремительное ускорение увеличилось. Как изменятся в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и период его обращения вокруг планеты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Период обращения

**Ответ:**

Скорость	Период обращения
1	2

**Пояснение:**

На спутник действует только сила притяжения со стороны Марса. Второй закон Ньютона приобретает вид:  $G \frac{mM_M}{R^2} = ma_{ц}$ . Следовательно, если центростремительное

ускорение увеличивается, то радиус орбиты уменьшается. Так как  $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$ , то

$G \frac{mM_M}{R^2} = ma_{ц} = m \frac{v^2}{R}$ . Выразим **скорость**:  $v^2 = G \frac{M_M}{R}$ . Значит, при уменьшении радиуса орбиты скорость увеличивается. Ответ: 1.

**Период обращения**  $T = \frac{2\pi R}{v}$ . Так как радиус уменьшается, а скорость увеличивается, то период обращения спутника вокруг Марса уменьшается. Ответ: 2.

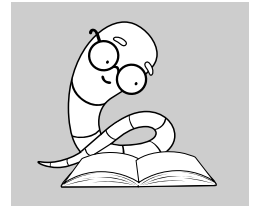
4. В каком случае потребуется меньше топлива: при запуске искусственного спутника (ИС) с Земли или с Луны? Ответ поясните.

**Ответ:**

1. При запуске ИС с поверхности Луны понадобится меньше топлива.

2. Чтобы запустить ИС, ему надо сообщить первую космическую скорость  $v = \sqrt{gR}$ , где  $g$  — ускорение свободного падения на планете (спутнике),  $R$  — радиус планеты (спутника). Так как и ускорение свободного падения, и радиус у Луны меньше, чем у Земли, то первая космическая скорость для Луны значительно меньше, чем для Земли. Согласно закону сохранения импульса:  $m\vec{v} + M\vec{u} = 0$ , где  $m$ ,  $M$  — масса спутника и масса топлива соответственно,  $v$ ,  $u$  — первая космическая скорость ИС и скорость истекания топлива соответственно. Следовательно, при сообщении спутнику меньшей скорости понадобится меньше топлива.

# Динамика



**Динамика** — раздел механики, посвящённый изучению движения тел под действием приложенных к ним сил. Слово «динамика» происходит от греч. *dynamis* — сила.

## ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит её (его) изменить это состояние.

## МАССА ТЕЛА

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

Единица измерения массы — килограмм (кг).

При взаимодействии (соударении) двух тел скорость в большей степени изменяет то тело, масса которого меньше. То есть тело, имеющее **большую массу**, является **более инертным**.

## ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА

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

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

Поэтому лёд плавает на поверхности воды. Плотность льда меньше за счёт содержания между молекулами льда молекул воздуха.

**Плотность**  $\rho$  — физическая величина, определяемая для однородного вещества массой его единичного объёма:

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

где  $V$  — объём тела.

Единица измерения плотности вещества — килограмм на один кубический метр (кг/м<sup>3</sup>).

### ВПР 7 класс

1. Настя посмотрела на этикетку, наклеенную на банку с мёдом, и ей стало интересно, каково значение плотности этого продукта. Найдите плотность мёда, пользуясь данными с этикетки. Ответ запишите в килограммах на кубический метр.

**Ответ:** 1500 кг/м<sup>3</sup>.

#### Пояснение:

Сначала переведём все данные в единицы СИ: 6000 г = 6 кг;

4 л = 0,004 м<sup>3</sup>.

Вычислим плотность:  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{6}{0,004} = 1500 \text{ кг/м}^3$ .



2. На стройку необходимо доставить 420 000 м<sup>3</sup> песка. Сколько требуется вагонов, если каждый вагон вмещает 18 т песка, плотность которого равна 1500 кг/м<sup>3</sup>?

**Ответ:** 35 000.