

## Введение

*Уважаемые выпускники средней школы!*

Перед Вами обновленная книга «Физика. ЕГЭ. Готовимся к итоговой аттестации». Она предназначена для подготовки обучающихся к итоговой проверке знаний и умений по физике. Речь не идет о «натаскивании» учащихся для успешной сдачи экзамена по физике в форме ЕГЭ, хотя, безусловно, они знакомятся с заданиями ЕГЭ из открытых вариантов прошлых лет.

Большая часть книги – тематические тренировочные материалы по всем разделам школьного курса физики, включаемые в КИМ ЕГЭ 2024 года. Помимо заданий, аналогичных заданиям первой части КИМ ЕГЭ, в книге имеется подборка тренировочных заданий, требующих письменного ответа на качественный вопрос, а также сложных расчётных задач, требующих развёрнутого ответа. Они составлены на основе анализа открытого банка заданий. В конце книги приводятся тренировочные варианты, составленные по спецификации КИМ ЕГЭ 2024 года. Каждый вариант экзаменационной работы включает в себя 26 заданий, различающихся формой и уровнем сложности.

В 2024 году структура КИМ ЕГЭ по физике претерпела значительные изменения по сравнению со структурой КИМ 2023 года. На наш взгляд эти изменения сделаны в сторону упрощения экзамена и основаны на анализе выполнения работы учащимися в 2023 году.

Во-первых, многие, даже хорошо подготовленные учащиеся, не успевали оформить все задания второй части за отведенное время, даже если они знали, как они решаются, или решали их сразу в чистовике, допуская технические ошибки в связи с поспешностью. Поэтому число заданий сокращено с 30 до 26. Сокращение коснулось как первой, так и второй части КИМ ЕГЭ по физике.

Во-вторых, в сокращен перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике (см Кодификаторе ЕГЭ по физике Демоверсии, спецификации, кодификаторы (fipi.ru)). Так, например, в него не вошли элементы СТО.

В-третьих, заключительное задание КИМ, требующей обоснования применимости законов, используемых в решении задачи, в 2024 году будет построено на основе законов Ньютона и законов сохранения энергии и импульса. Оно не потребует использования и обоснования использования законов статики.

В-четвертых, в первой части КИМ ЕГЭ по физике, будет на два задания на сопоставление, относящихся к механике и электродинамике. Кроме того, убрано задание на распознавание графиков зависимости величин, относящихся к разным частям курса физики. В основном, задания первой части проверяют знания, изучаемые даже в базовом курсе физики старшей школы. Наиболее сложными заданиями первой части КИМ являются введенные в 2023 году задания, в которых выбрать все верные утверждения из пяти предложенных. Такая формулировка заставляет анализировать все приведенные утверждения, в отличие от КИМ предыдущих лет, когда нужно было найти два верных утверждения из пяти, что сокращало время на его выполнение. Среди таких заданий следует отметить задание, проверяющее знание словесных формулировок определений, закономерностей, постулатов теорий или следствий из них. Такие задания традиционно вызывают затруднения у учащихся, которые привыкли только к формульным выражениям законов и закономерностей.

В-пятых, во второй части ЕГЭ, снята сложная задача на использование законов квантовой физики.

Задания первой части КИМ (№ 1–23) проверяются компьютером, и не могут быть предметом апелляции. Поэтому чрезвычайно важно четко вносить цифры в бланк ответов, используя рекомендованные начертания цифр.

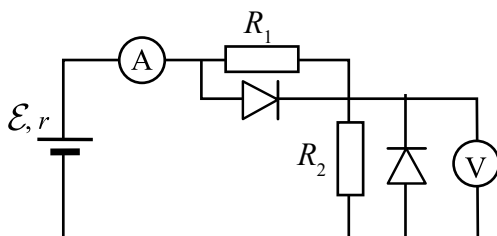
Умение «Применять при описании физических процессов и явлений величины и закон» может быть расчетной задачей, требующей получить ответ в виде числа и выразить его в нужных единицах измерений. Например:

Первоначально в образце содержалось 0,1 моль радиоактивного изотопа йода с периодом полураспада 8 суток. Сколько моль этого изотопа останется в образце через 16 суток?

Ответ: 0,025 моль.

Это же умение может быть заданием на сопоставление физической величины, вычисляемой в определенной ситуации, и формулы, отображающей результат такого вычисления. В заданиях на сопоставление важен порядок следования цифр, что следует учесть при внесении результатов в бланк ЕГЭ. Эти задания проверяют умение сопоставить аналитические зависимости и графики, графики зависимости одних величин от времени с зависимостями других величин, характеризующих тот же процесс, умение выражать физические величины, характеризующие конкретную систему аналитически и проводить с ними алгебраические преобразования. Например:

На рисунке приведена схема, содержащая источник тока, резисторы, идеальные диоды и измерительные приборы.



Прибор	Формула для расчета показаний
А) Амперметр	1) $\mathcal{E} / (R_1 + r)$
Б) Вольтметр	2) $\mathcal{E} / (R_2 + r)$
	3) $\mathcal{E} R_2 / (R_2 + r)$
	4) 0

Поставьте в соответствие измерительные приборы и формулы для вычисления их показаний. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

О т в е т:

А	Б
2	3

Умение «Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики» проверяется в виде заданий в которых следует, зная закономерности явления, проанализировать увеличится, уменьшится или не изменится та или иная физическая величина. Например,

Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру холодильника тепловой машины понизили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

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.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл
1	1

Это же умение наряду с умением применять законы физики может проверяться в задании где следует выбрать все (два или три) правильные утверждения, относящиеся к описанному явлению и представленные в виде списка из пяти утверждений. Например,

*Цилиндрический теплоизолированный сосуд разделён на две равные по объёму части теплопроводящим поршнем, который может скользить без трения. В левой части сосуда изначально содержится 8 г гелия, а в правой – 40 г аргона. Температура газов равны 400 К и 200 К, соответственно. Выберите все верные утверждения, описывающие состояние газов после установления равновесия в системе. Запишите цифры, под которыми они указаны.*

- 1) *Внутренняя энергия газов равна сумме их внутренних энергий в начальном состоянии.*
- 2) *Объёмы газов справа и слева от поршня одинаковы.*
- 3) *В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза больше, чем в левой части.*
- 4) *Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.*
- 5) *Давление в обеих частях сосуда одинаково.*

*Ответ: 145.*

В варианте КИМ ЕГЭ по физике сохранены два задания, проверяющие методологические умения «Планировать эксперимент» и «Считывать показания приборов и определять погрешность прямого измерения по ним»,

Умение планировать эксперимент требует выбора объектов исследования направленных на выявление зависимости какой-либо физической величины от свойств исследуемого объекта. Поскольку у объектов исследования могут меняться сразу несколько свойств, то выбор 2 объектов из 5 следует обосновывать тем, что должно меняться только свойство, зависимость от которого требуется исследовать для обозначенной физической величины. Остальные свойства двух объектов при этом должны оставаться одинаковыми. Это умение может проверяться также в заданиях, где следует дополнить список оборудования для проведения определенного исследования еще двумя деталями установки для проведения исследования из списка, содержащего пять деталей, включая избыточные для проведения предполагаемого исследования.

Задача №21 второй части является качественной. В этом задании КИМ 2024 может использоваться содержание, изучаемое в средней школе в раздела «Основа МКТ и термодинамики» или «Электродинамика» (включая оптику). В них часто требуется привести рисунок, чертеж, график. Такие тренировочные задания собраны в данном сборнике в Части II.

Остальные задачи второй части КИМ ЕГЭ предполагают использование законов и формул из одного-двух разделов курса физики разного уровня сложности. Примером простой задачи может служить следующая:

*Кубик скатывается с гладкой горки с углом наклона к горизонту  $30^\circ$  и длиной склона 1,5 м, а затем проезжает по горизонтальной поверхности до остановки 125 см. Чему равен коэффициент трения на горизонтальной поверхности?*

Так как это задание с развернутым ответом, то следует в решении нарисовать схематично силы, действующие на кубик на горизонтальной поверхности, сослаться на законы, которые использованы в решении. Отметим, что данную задачу можно решать, опираясь на второй закон Ньютона и законы равноускоренного движения, а можно на теоремы об изменении кинетической энергии или полной механической энергии. В каждом случае, ссылка на законы будет разной.

Задачи высокого уровня сложности, относящиеся к одному или нескольким разделам физики и требуют самостоятельного выбора модели, решения со ссылкой на использованные определения величин, законы физики, указанием системы отсчета в которой рассматривается движение, наличием алгебраических преобразований с получением буквенного ответа (в случае громоздких вычислений допускается «решение по частям» с получением числовых значений промежуточных величин), выведением тех формул, которые не приведены в Кодификаторе ЕГЭ по физике. Примеры таких тренировочных заданий по разным темам приведены

в Части II настоящего сборника. Для ознакомления с методами решения таких задач полезно использовать пособие<sup>1</sup>.

Особо следует выделить заключительное задание №26 в КИМ ЕГЭ 2024. Он требует не только развернутого решения с выбором модели явления, но и обоснования выбора этой модели. Ранее в заданиях II части КИМ ЕГЭ требовалось только сослаться на законы (закономерности) физики. Задание №26 предполагает, что ученик понимает, что физика – это наука о моделировании реальных природных явлений, что все законы имеют границы применимости и решение конкретных задач предполагает, что упрощенная модель явления и законы, полученные в рамках этой модели, дают ответ, который в пределах допустимой погрешности совпадает с закономерностями протекания реального явления.

Наиболее простой пример из механики – это модель Галилея, согласно которой тела при свободном падении движутся с постоянным ускорением  $\vec{g}$ , направленным вниз. Ясно, что движение камня, брошенного человеком, можно описать в этой модели. Движение снаряда, вылетевшего из артиллерийского орудия, требует учета сопротивления воздуха. Движение баллистической ракеты даже вне земной атмосферы (где можно не учитывать сопротивление воздуха) требует уже учета изменения модуля  $\vec{g}$  с ростом высоты и изменения направления  $\vec{g}$  с изменением перемещения вокруг земного шара.

В заданиях этого типа в КИМ 2024 года будет проверяться применимость законов Ньютона, законов сохранения импульса и энергии. Вывод этих законов механики на основе законов Ньютона показывает границы их применимости.

Законы Ньютона применимы в инерциальных системах отсчета и в решении следует указать, с каким телом отсчета связана эта система.

Закон сохранения импульса применяется в инерциальных системах отсчета в ряде случаев:

- 1) Внешние силы не действуют на систему тел (например, столкновение двух тел в далеком от звезд и планет космосе)
- 2) Сумма внешних сил равна нулю (например, столкновение вагонеток на горизонтальных рельсах)
- 3) Внешние силы конечны, а время взаимодействия очень мало (например, разрыв снаряда в ходе свободного полета)
- 4) Существует такая ось, вдоль которой внешние силы не действуют или сумма их проекций на эту ось равна нулю (например, вертикально падение мешка с песком на горизонтально движущуюся вагонетку).

Закон сохранения механической энергии для материальной точки верен в случае отсутствия силы трения на точку при ее движении: в ходе свободного падения, движения по гладким горкам произвольной формы, при движении груза на нити. В общем виде требование выполнимости закона сохранения механической энергии для одного тела можно сформулировать следующим образом «Работа всех непотенциальных сил равна нулю». К таким силам относят силу трения, силу реакции опоры и силу натяжения нити. В задачах этого типа следует оговорить, что силы трения отсутствуют, и показать, что работа сил реакции и натяжения нити равна нулю в связи с взаимной перпендикулярностью силы и перемещения тела. Закон сохранения энергии для системы тел требует равенства нулю суммарной работы всех непотенциальных сил, как внешних, так и внутренних. Он верен, например, если отсутствуют внешние и внутренние силы трения.

Данное пособие может быть также использовано учителями как сборник заданий в формате ЕГЭ при системном изучении курса физики в 10–11-х классах, поэтому мы сохраняем в первой части пособия задания всех частей курса физики, требуемых ФГОС, независимо от того, используются они или нет в КИМ ЕГЭ текущего года.

---

<sup>1</sup> Ханнанов Н.К. Физика. Решение заданий повышенного и высокого уровня сложности. Как получить максимальный балл на ЕГЭ. Учебное пособие. – Издательство «Интеллект-Центр», М., 2021

Если пособие используется только для подготовки после прохождения курса, то рекомендуется сначала повторить материал всех тем по части I и II данного пособия, а только потом переходить к решению тренировочных вариантов ЕГЭ 2024 года (часть III данного сборника). В части IV даны ответы к заданиями №1-20. Подробные возможные решения заданий 21-26 и критерии их оценивания решений даны в Варианте 1. В последующих вариантах даны указания или краткое решение, не являющееся образцом оформления задач второй части КИМ ЕГЭ. При этом степень подробности указаний убывает от первого варианта к пятому.

**Желаем успеха в подготовке и удачи на экзамене!**

*Авторы*

# СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ

## *Десятичные приставки*

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

## *Константы*

Число $\pi$	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

## *Соотношение между различными единицами*

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

## *Масса частиц*

Электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
Протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
Нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

### ***Плотность***

Воды	1000 кг/м <sup>3</sup>
Древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>
Керосина	800 кг/м <sup>3</sup>
Подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
Алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
Железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
Ртуты	13 600 кг/м <sup>3</sup>

### ***Удельная теплоёмкость***

Воды	4,2 · 10 <sup>3</sup> Дж/(кг · К)
Льда	2,1 · 10 <sup>3</sup> Дж/(кг · К)
Железа	460 Дж/(кг · К)
Свинца	130 Дж/(кг · К)
Алюминия	900 Дж/(кг · К)
Меди	380 Дж/(кг · К)
Чугуна	500 Дж/(кг · К)

### ***Удельная теплота***

Парообразования воды	2,3 · 10 <sup>6</sup> Дж/кг
Плавления свинца	2,5 · 10 <sup>4</sup> Дж/кг
Плавления льда	3,3 · 10 <sup>5</sup> Дж/кг

### ***Нормальные условия***

Давление	10 <sup>5</sup> Па
Температура	0 °С

### ***Молярная масса***

Азота	28 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Аргона	40 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Водорода	2 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Воздуха	29 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Воды	18 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Гелия	4 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Кислорода	32 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Лития	6 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Неона	20 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Углекислого газа	44 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль

# Часть I

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДБОРКИ ЗАДАНИЙ, ТРЕБУЮЩИХ КРАТКОГО ОТВЕТА

### ЗАДАНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ОТВЕТА, СОПОСТАВЛЕНИЕ И МНОЖЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР (задания № 1–23 в вариантах КИМ ЕГЭ)

#### Тематический блок № 1 «Кинематика»

##### Ученику на заметку

Кодификатор элементов содержания предполагает знание и умение использовать по данной теме следующие уравнения, описывающие движение тела в заданной системе отсчета.

1. При равномерном движении по прямой по оси  $Ox$

$$x(t) = x_0 + v_x t;$$

$$v_x(t) = v_{0x} = \text{const},$$

$v_x$  – проекция вектора скорости на ось  $x$ .

2. При равноускоренном движении по прямой

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

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t;$$

$$a_x = \text{const};$$

$$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1),$$

$a_x$  – проекция вектора ускорения на ось  $x$ .

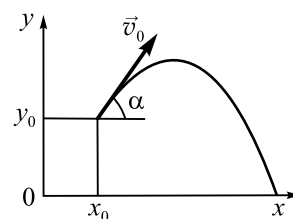
3. При движении тела, брошенного под углом к горизонту и двигающегося по параболе с ускорением свободного падения  $\vec{g}$  в следующей системе отсчета, связанной с поверхностью земли (см. рис.)

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha t; \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + g_y t^2/2 = y_0 + v_0 \sin \alpha t - gt^2/2; \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt, \end{cases}$$

$$\begin{cases} g_x = 0; \\ g_y = -g = \text{const}; \end{cases}$$

$v_0$  и  $g$  – модули начальной скорости и ускорения.





4. При равномерном движении тела по окружности радиусом  $R$  (с постоянной по модулю скоростью  $v = \omega R$ , где  $\omega = 2\pi/T$  – угловая скорость обращения точки по окружности,  $T$  – период обращения)

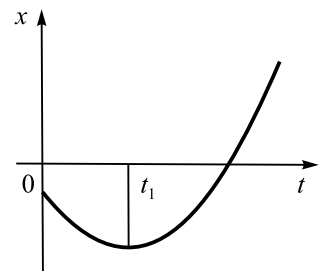
$$v = 2\pi R/T;$$

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R,$$

$a_{\text{цс}}$  – центростремительное ускорение все время перпендикулярное скорости (нормальное ускорение) и направленное в центр окружности.

Умение применять и трактовать эти уравнения проверяется и в виде заданий, где следует проанализировать уравнения с числовыми коэффициентами, и в виде заданий, где следует истолковать график зависимости величин от времени, и в виде заданий на сопоставление графиков и аналитических зависимостей их описывающих, и в виде решения расчетных задач, на основе решения системы уравнений, сочетающих зависимость от времени координаты и скорости и т.д. Например:

График зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$  представляет собой параболу (см. рисунок). Установите соответствие между графиками А и Б зависимости физических величин от времени  $t$  и названиями физических величин, характеризующих движение этого тела. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Графики		Физические величины
<p style="text-align: center;">А</p>	<p style="text-align: center;">Б</p>	1) модуль ускорения тела 2) проекция скорости тела на ось $Ox$ 3) проекция ускорения тела на ось $Ox$ 4) модуль кинетической энергии тела

О т в е т:

А	Б

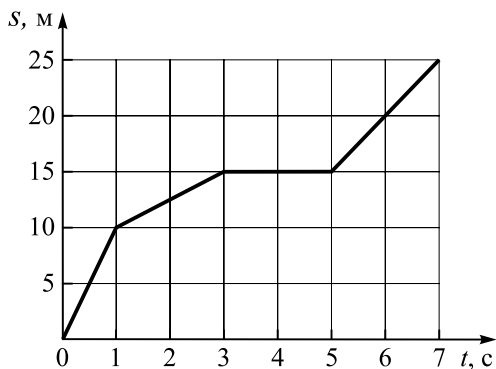
1.1. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 40 км/ч, а другой – со скоростью 60 км/ч. Чему равна скорость второго автомобиля относительно первого?

О т в е т: \_\_\_\_\_ км/ч

1.2. Моторная лодка движется на противоположный берег по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения реки 6 км/ч, а скорость лодки относительно воды 10 км/ч. Чему равен модуль скорости лодки относительно берега?

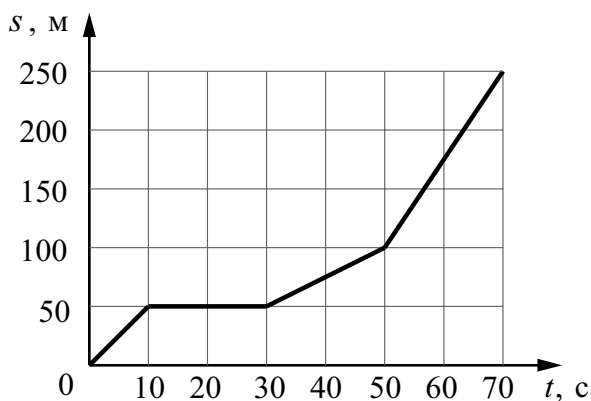
О т в е т: \_\_\_\_\_ км/ч

1.3. Определите по зависимости пройденного телом пути от времени скорость тела на участке 1–3 с.



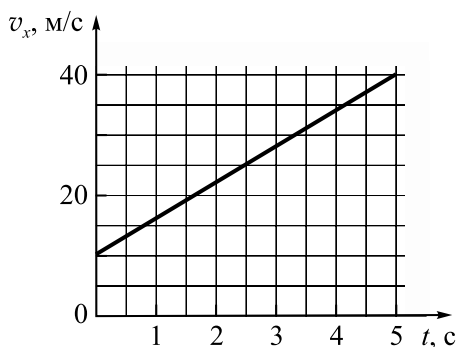
О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

1.4. На рисунке представлен график зависимости пути  $s$  велосипедиста от времени  $t$ . Определите скорость велосипедиста в интервале от 30 до 50 с.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

1.5. На графике приведена зависимость проекции скорости тела  $v_x$  от времени при прямолинейном движении. Определите ускорение тела.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

1.6. Регистрируются проекции скоростей тел  $A$  и  $B$  в разные моменты времени и проекции их перемещений в те же моменты времени.

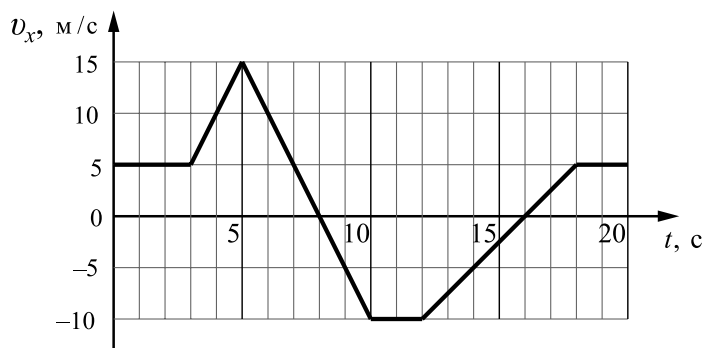
Установите соответствие между зависимостями от времени для двух регистрируемых величин для тела  $A$  и для тела  $B$ . К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Проекция скорости	Проекция перемещения
А) $v_x = 3 - 2t$ Б) $v_x = -2 + 3t$	1) $s_x = 3t + 2t^2$ 2) $s_x = -2t + 3t^2$ 3) $s_x = 3t - t^2$ 4) $s_x = -2t + 1,5t^2$

О т в е т:

А	Б

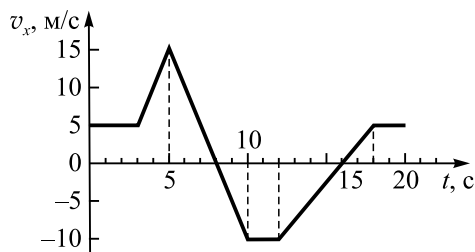
1.7. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени.



Чему равен промежуток времени, в течение которого проекция ускорения на ось  $Ox$  составляла  $-5 \text{ м/с}^2$ ?

О т в е т: \_\_\_\_\_ с

1.8. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



Выберите **все** верные утверждения из приведенных. В ответе укажите номера утверждений.

- 1) За время наблюдения тело двигалось равномерно 6 с.
- 2) Максимальное по модулю ускорение у тела было в интервале от 12 до 18 с.
- 3) Модули ускорений на интервалах от 3 до 5 с и от 5 до 10 с одинаковы.
- 4) Путь, пройденный телом с 3 по 5 с, равен 20 м.
- 5) В интервале от 5 до 10 с тело двигалось против оси  $Ox$ .

О т в е т:

1.9. Находящемуся на горизонтальной поверхности стола бруску сообщили скорость  $5 \text{ м/с}$ . Под действием сил трения брусок движется с ускорением, равным по модулю  $1 \text{ м/с}^2$ . Чему равен путь, пройденный бруском за 6 с?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.10. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени (начальная координата тела равна 0).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Скорость	Координата
А) $v_x = -2$ Б) $v_x = 5 - t$	1) $x = -2t$ 2) $x = -2t^2$ 3) $x = 5t - 0,5t^2$ 4) $x = 5t + 2t^2$

О т в е т:

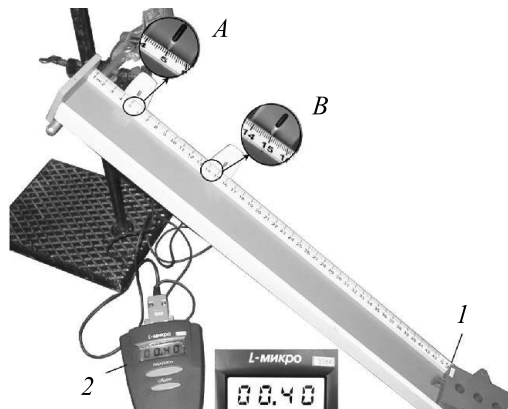
А	Б

1.11. На рисунке представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки (1) массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом  $30^\circ$  к горизонту.

В момент начала движения каретки верхний датчик (А) включил секундомер (2), а при прохождении каретки мимо нижнего датчика (В) секундомер выключился. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах.

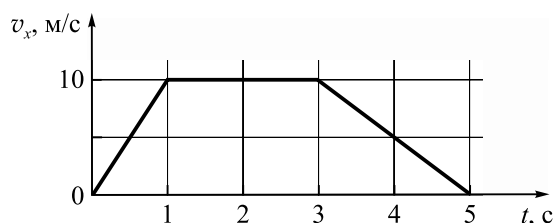
Чему равна скорость каретки через 0,1 с?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с



1.12. (Б, КО). На рисунке представлен график зависимости проекции скорости  $v_x$  автомобиля от времени  $t$  при его прямолинейном движении. Найдите путь, пройденный автомобилем за 5 с.

О т в е т: \_\_\_\_\_ м



1.13. Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением  $2,6 \text{ м/с}^2$ . Установите соответствие между зависимостями физических величин от времени и от пройденного пути, полученными при исследовании движения бруска (см. левый столбец), и уравнениями, выражающими эти зависимости (см. правый столбец).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Зависимости физических величин	Уравнения, отражающие зависимости
А) Зависимость пути, пройденного бруском, от времени	1) $l = At^2$ , где $A = 1,3 \text{ м/с}^2$ 2) $l = Bt^2$ , где $B = 2,6 \text{ м/с}^2$
Б) Зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути	3) $v = C\sqrt{l}$ , где $C = 2,3 \sqrt{\text{м/с}}$ 4) $v = Dl$ , где $D = 2,3 \text{ м/с}$

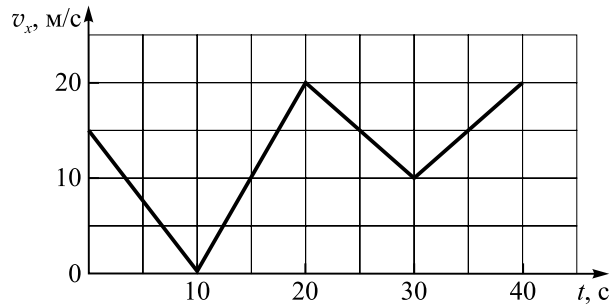
О т в е т:

А	Б

1.14. Мимо остановки по прямой улице с постоянной скоростью проезжает грузовик. Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , и догоняет грузовик на расстоянии 150 м от остановки. Чему равна скорость грузовика?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м/с

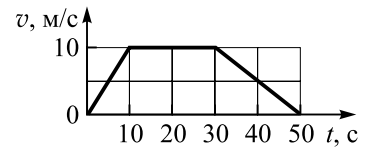
1.15. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции скорости автомобиля на ось  $Ox$  от времени.



Чему равен максимальный модуль ускорения тела на этом отрезке времени?

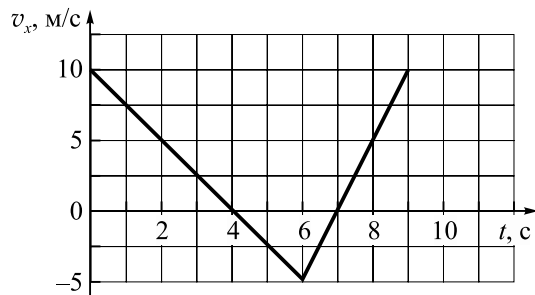
О т в е т: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$

1.16. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости  $v$  автомобиля, движущегося прямолинейно в одном направлении, от времени  $t$ . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 20 до 50 с.



О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.17. На рисунке показан график зависимости проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени при его прямолинейном движении.



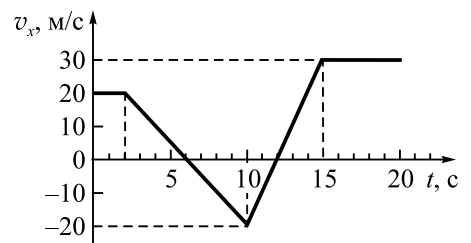
Сколько времени тело двигалось против оси  $Ox$ ?

О т в е т: \_\_\_\_\_ с

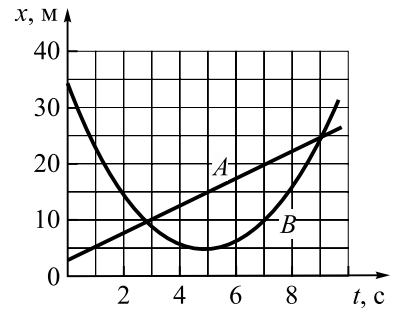
1.18. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени при его прямолинейном движении по оси  $Ox$ .

Чему равен модуль перемещения тела за первые 10 с движения?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м



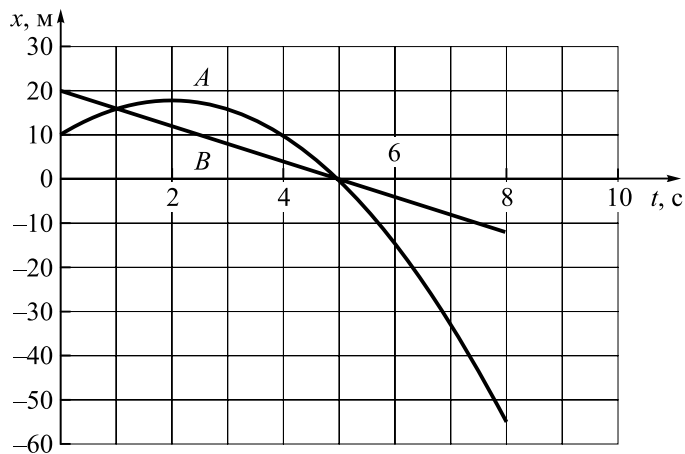
1.19. На рисунке приведены графики зависимостей координаты от времени для двух тел:  $A$  и  $B$ , движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Выберите **все** верные утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело  $A$  движется со скоростью  $3 \text{ м/с}$ .
- 2) Временной интервал между встречами тел  $A$  и  $B$  составляет  $6 \text{ с}$ .
- 3) Тело  $B$  в момент времени  $5 \text{ с}$  имело нулевую скорость.
- 4) Тела все время движутся в направлении оси  $Ox$ .
- 5) В момент времени  $2 \text{ с}$  тело  $B$  имело скорость, равную  $15 \text{ м/с}$ .

О т в е т:

1.20. На графике приведены зависимости координат двух тел, которые двигались по одной прямой, вдоль которой направлена ось  $Ox$ .



Выберите **все** верные утверждения, описывающие движение тел  $A$  и  $B$ .

- 1) Ни на одном отрезке времени скорости тел не совпадали.
- 2) Скорость тела  $B$  в момент времени  $t = 5 \text{ с}$  равнялась нулю.
- 3) Модуль начальной скорости тела  $A$  равен  $6 \text{ м/с}$ .
- 4) Модуль начальной скорости тела  $B$  равен  $4 \text{ м/с}$ .
- 5) Модуль ускорения тела  $A$  равен  $4 \text{ м/с}^2$ .

О т в е т:

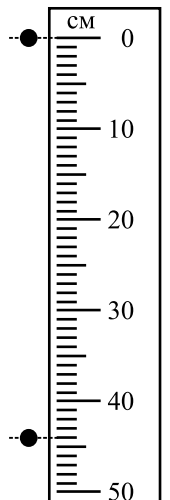
1.21. С аэростата, зависшего над Землёй, упал груз. Через  $10 \text{ с}$  он достиг поверхности Земли. На какой высоте находился аэростат? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.22. Специальный фотоаппарат зафиксировал два положения падающего в воздухе из состояния покоя шарика: в начале падения и через  $0,31 \text{ с}$  (см. рисунок).

Чему равно ускорение свободного падения по результатам такого опыта? Ответ округлить до десятых.

О т в е т: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$



1.23. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $\vec{v}$  (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять ( $t_0$  – время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Графики	Физические величины
<p style="text-align: center;">А</p>	<p style="text-align: center;">Б</p>
	1) Координата шарика $y$ 2) Проекция скорости шарика $v_y$ 3) Проекция ускорения шарика $a_y$ 4) Модуль силы тяжести, действующий на шарик

О т в е т:

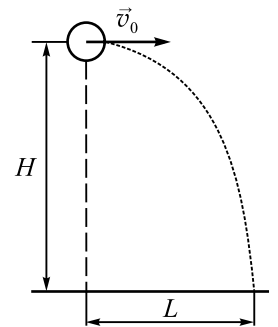
А	Б

1.24. Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально?

О т в е т: \_\_\_\_\_ м

1.25. Шарик, брошенный горизонтально с высоты  $H$  с начальной скоростью  $v_0$ , за время  $t$  пролетел в горизонтальном направлении расстояние  $L$  (см. рисунок).

Что произойдет с временем полета, дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



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

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

Время полёта	Дальность полёта	Ускорение

1.26. Как меняются модуль проекции скорости тела на горизонтальную ось и модуль угла между вектором скорости и горизонтальной осью для тела, брошенного под углом к горизонту, при движении тела от верхней точки полета до земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

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

Модуль проекции скорости тела на горизонтальную ось	Модуль угла между вектором скорости и горизонтальной осью

1.27. В таблице приведены результаты измерения координат  $x$  и  $y$  в зависимости от времени наблюдения за материальной точкой, вылетевшей из начала декартовой системы координат в момент времени  $t = 0$  под углом к горизонту. Точка движется в свободном полете.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата $x$ , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата $y$ , м	0,35	0,60	0,75	0,80	0,75	0,60	0,35	0

Выберите **все** верные утверждения, описывающие движение точки.

- 1) В момент времени  $t = 0,4$  с скорость тела равна 3 м/с.
- 2) Проекция скорости  $v_y$  в момент времени  $t = 0,2$  с равна 2 м/с.
- 3) Тело бросили со скоростью 6 м/с.
- 4) Тело бросили под углом  $45^\circ$ .
- 5) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.

О т в е т:

1.28. Стальной шарик брошен вверх под углом к горизонту. Как меняются модуль ускорения шарика и горизонтальная составляющая его скорости на этапе приближения шарика к земле? Спротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

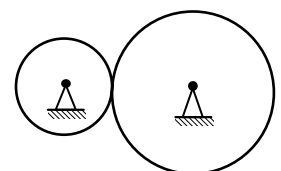
Модуль ускорения шарика	Горизонтальная составляющая скорости шарика

1.29. Точка движется по окружности радиусом  $R$ . Период обращения  $T$ . После уменьшения радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним. Выберите **все** верные утверждения об изменениях величин, описывающих движение. В ответе укажите номера утверждений.

- 1) Частота обращения увеличилась в 4 раза.
- 2) Период обращения остался прежним.
- 3) Линейная скорость движения уменьшилась в 2 раза.
- 4) Частота обращения уменьшилась в 2 раза.
- 5) Период обращения уменьшился в 2 раза.

О т в е т:

1.30. Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Большая шестерня радиусом 40 см делает 40 оборотов за 20 с. Сколько оборотов в секунду делает шестерня радиусом 20 см?



О т в е т: \_\_\_\_\_ об/с



## Тематический блок № 2 «Динамика и статика»

### Ученику на заметку

Кодификатор элементов содержания предполагает знание и умение использовать по данной теме следующие понятия и законы.

1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея.

2. Сила. Принцип суперпозиции сил

$$\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

3. Второй закон Ньютона для материальной точки в ИСО

$$\vec{F} = m\vec{a}; \quad \Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t \quad \text{при } F = \text{const.}$$

Масса тела. Плотность вещества

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

4. Третий закон Ньютона для материальных точек

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}.$$

5. Закон всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

6. Сила тяжести на высоте  $h$  от поверхности планеты

$$mg = G \frac{Mm}{(R_0 + h)^2}.$$

Второй закон Ньютона для движения небесных тел и их искусственных спутников по круговым орбитам радиуса  $R$

$$G \frac{m_1 m_2}{R^2} = \frac{m_1 v^2}{R}.$$

Первая космическая скорость

$$v_{1k} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}.$$

Вторая космическая скорость

$$v_{2k} = \sqrt{2} v_{1k} = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}.$$

7. Сила упругости. Закон Гука

$$F_x = -kx.$$

8. Сила трения. Закон сухого трения для сил трения покоя и скольжения

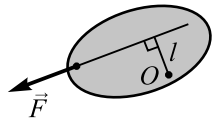
$$F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

( $\mu$  – коэффициент трения).

9. Момент силы относительно оси вращения

$$M = \pm Fl$$

( $l$  – плечо силы  $F$  относительно оси, проходящей через точку  $O$  перпендикулярно рисунку, знак зависит от того, вращает сила тело по или против часовой стрелки).



Условия равновесия твердого тела в ИСО:

$$\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0; \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0. \end{cases}$$

10. Давление

$$p = \frac{F_{\perp}}{S}$$

( $F_{\perp}$  – перпендикулярная составляющая силы давления на поверхность). Закон Паскаля. Давление в жидкости, покоящейся в ИСО,

$$p = p_0 + \rho gh.$$

11. Закон Архимеда: если тело и жидкость покоятся в ИСО, то

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{вытесн}}.$$

Условие плавания тел.

Хотя в учебниках первый закон Ньютона формулируется как существование ИСО, для решения задач требуется понимать, какие системы отсчета можно считать инерциальными:

- для тел, движущихся по другим телам, находящимся на поверхности Земли, на небольшие расстояния, это СО, связанная с поверхностью Земли;
- для движения спутников по околоземной орбите – геоцентрическая СО;
- для описания движения тел в Солнечной системе – гелиоцентрическая СО.

Тогда первый закон Ньютона можно формулировать как движение тела по инерции ( $\vec{v} = \text{const}$ ) при равенстве нулю равнодействующей всех сил.

При применении второго закона Ньютона  $\vec{F} = m\vec{a}$  главное воспринимать  $\vec{F}$  не как единственную силу, а как векторную сумму всех сил, действующих на тело. После векторной записи закона следует выбрать оси так, чтобы ускорение было направлено вдоль одной из осей, и расписать векторное уравнение в проекциях на эти оси. Применение второго закона Ньютона для расчета ускорений (или сил при известном ускорении) не приведет к успеху, если не уметь рассчитывать силу тяжести (тяготения), упругости (по закону Гука) и силу трения (по закону сухого трения). В случае связанных грузов второй закон Ньютона записывается для каждого груза независимо, причем при расписывании закона в проекциях на оси для каждого груза можно выбрать свою систему координат.

Для описания равновесия протяженных твердых тел (в статике) важно прикладывать силу тяжести к центру тяжести (для симметричных тел в геометрическом центре) и записывать не только равенство суммы всех сил, действующих на тело, но и равенство суммы моментов тел, вращающих его по и против часовой стрелки относительно выбранной оси. Ось выбирается так, чтобы «нужные» силы вошли в уравнение с моментами сил, а «ненужные» имели плечи, равные нулю относительно выбранной оси. Это предполагает, что ученик легко находит плечи любой силы относительно любой оси, используя геометрические построения и вычисления.

В законе Архимеда не следует забывать, что она определяется объемом части тела, погруженной в жидкость, прикладывается к центру подводной части. Условие плавания тел следует записывать как равенство архимедовой силы силе тяжести, и не забывать, что масса тела – это произведение плотности сплошного тела на его объем, а архимедова сила – это произведение ускорения свободного падения на плотность жидкости и на объем части тела, погруженной в жидкость.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)