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. Бóльшая часть книги – тематические тренировочные материалы по всем разделам школьного курса физики.

Эта часть обновлена по сравнению с изданиями прошлых лет. Этот материал могут использовать учителя при преподавании физики и учащиеся при изучении физики на уроках и в процессе самоподготовки. Книга содержит обширную подборку заданий разного характера: задания на получение числового ответа, задания на сопоставление двух классов понятий и задания с развёрнутым ответом (проверяющие умение анализировать физические процессы и решать расчётные задачи). Они охватывают весь материал, изучение которого предусмотрено кодификатором ЕГЭ. В эту часть книги включён также отдельный раздел с заданиями по астрофизике, трудность которых соответствует трудности заданий, которые будут использованы в КИМ ЕГЭ по физике 2021 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 ЕГЭ с 2001 по 2020 год.

В КИМ 2021 года первая часть работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй – овладение методологическими умениями. Первый блок включает 21 задание, которые группируются исходя из тематической принадлежности: 7 заданий по механике, 5 заданий по молекулярной физике, 6 заданий по электродинамике, 3 задания по квантовой физике, 1 задание, базирующееся на астрономическом материале. Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий, в которых нужно самостоятельно получить числовой, затем идет задание, в котором нужно выбрать два верных ответа из пяти предложенных. В конце каждого блока – задания на анализ того, как изменяется физическая величина в различных процессах или же на установление соответствия между физическими величинами и графиками (или формулами). Задание 24 КИМ, связанное с астрофизикой, в 2021 году усложнено. Если раньше требовалось выбрать ровно 2 правильных утверждения из 5 предложенных, то теперь число правильных утверждений среди 5 предложенных не оговаривается. Это затрудняет правильное выполнение задания методом исключения и заставляет проверять истинность всех предложенных утверждений.

В структуре КИМ 2021 года, как и в 2020 году, форма заданий жестко «привязана» к его положению в варианте. Например, раздел «Электродинамика» в первой части работы представлен 6 заданиями:

– задание 13 с кратким ответом базового уровня проверяет умение определять направление векторных величин (кулоновские силы, силы Ампера, Лоренца, направление индукции магнитного поля, направление индукционного тока). Направление выбирается из шести предложенных в тексте задания: ***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***. В ответ нужно записать слово, соответствующее выбранному направлению.

– задания 14 и 15 базового уровня сложности с кратким ответом (с самостоятельной записью числового ответа) проверяют различные формулы и законы с использованием простейших расчетов (закон Кулона, Ома, Джоуля–Ленца, электромагнитной индукции, отражения и преломления света, расчет силы тока, напряжения, сопротивления участков цепи, характеристики плоского конденсатора, поток вектора магнитной индукции, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, ход лучей в линзе). Ответ следует привести в виде числа в заданных единицах измерения с заданной точностью округления.

– задания 16–18 – двухбалльные и могут конструироваться на любых элементах содержания электродинамики. Ответ в них состоит из двух цифр. Одно из двухбалльных заданий относится к базовому уровню, а два других – к повышенному. Позиция, на которой стоит задание базового уровня, может изменяться. Задание 16 проверяет умения объяснять изученные явления и процессы, интерпретировать результаты исследований, представленные в виде таблицы или графиков. По форме это задание – выбор двух утверждений из пяти предложенных. Задание 17 представляет собой задание на анализ изменения физических величин в различных процессах. Задание 18 – на установление соответствия между физическими величинами и графиками или формулами.

Задания 22 и 23 КИМ 2021 г. базового уровня сложности и проверяют различные методологические умения.

Задание 22 направлено на проверку умения записывать показания различных приборов при измерении физических величин с учетом абсолютной погрешности измерений. Для снятия показаний приборов предлагаются задания с рисунками или фотографиями различных приборов (амперметр, вольтметр, мензурка, термометр, гигрометр, барометр), то есть задания могут относиться по содержанию к разным разделам физики. Это могут быть задания, в которых нужно не только снять показания прибора и определить погрешность измерения с его помощью, но и проявить знание простейших процедур при работе с погрешностями. Например, при вычитании двух измеренных с погрешностью величин их погрешности складываются. При определении периода колебаний маятника измеряется время $(t\pm\Delta t)$ N полных колебаний, после этого период находится делением этого времени t на N. При этом погрешность измеренного периода находится также делением Δt на N. Даже при снятии прямых показаний прибора и определении погрешности измерений как цены деления прибора, школьники иногда допускают ошибки. Следует помнить, например, что при положении стрелки вольтметра с ценой деления 0,02В ровно на делении 0,5 В верной является запись результата измерений в виде (0,50±0,02) В, а не в виде (0,5±0,02) В.

Задание 23 проверяет умение выбирать оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. Оно представляет собой задание на множественный выбор (2 верных элемента из 5 предложенных), но оценивается в 1 балл, если верно указаны оба элемента ответа. Порядок записи элементов ответа значения не имеет. Это может быть задание: а) на выбор двух рисунков, представляющих соответствующие схемы установок; б) на выбор двух строк в пяти строках таблицы, которая описывает характеристики установок для опытов; в) на выбор названия двух элементов оборудования или приборов, которые необходимы для проведения указанного опыта.

Задание 24 имеет астрономическое содержание. В нем необходимо выбрать все верные утверждения из пяти предложенных. Их может быть 2 или 3. Этот тип заданий был введен в вариант КИМ ЕГЭ по физике только в 2018 г. в связи с возвращением в школьный курс обучения обязательного предмета – астрономии. Задания, демонстрирующие форму заданий по этой теме, и примерный круг вопросов, на которые должен уметь отвечать ученик, приведены в тематическом блоке № 17. Как правило, задание строится на базе таблицы с перечнем данных о небесных объектах или диаграммы (схемы). Как указано в методических указаниях по подготовке к ЕГЭ, подготовленных методической комиссией ФИПИ по физике[1], наибольшую сложность представляют задания по анализу характеристик звезд, представленных в таблице. Затруднение вызывает отнесение звезд к гигантам, белым карликам и звездам главной последовательности по сравнению их плотностей. Значительная часть участников экзамена затрудняется в определении спектрального класса звезды по температуре ее поверхности. Кроме того, учащиеся полагают, что чем больше температура поверхности звезды, тем больше ее светимость, что неверно, так как светимость зависит еще и от площади поверхности звезды.

Задания, располагаемые в КИМ ЕГЭ в первой части, приведены в части I этого пособия и распределены по 17 тематических блокам, соответствующим темам школьного курса физики для средней (полной) школы. Это облегчает их использование не только для непосредственной

[1] https://fipi.ru/o-nas/novosti/metod-rekomend-dlya-vypusknikov-po-sam-podgotovke-k-ekzamenam-2020#!/tab/ 180396480-3

подготовки к ЕГЭ, но и в ходе систематического изучения физики в 10–11 классах. Такое использование пособия позволяет учащимся не только привыкнуть к характеру формулировок заданий в рамках ЕГЭ, но и приобрести большой опыт деятельности по применению получаемых в школе знаний для анализа разнообразных физических процессов. Ко всем заданиям даются ответы.

В начале каждого тематического радела части I книги даются указания об особенностях задания данной темы, приводятся примеры и даются рекомендации по их выполнению. Здесь же приводятся основные формулы Кодификатора ЕГЭ и ряд их модификаций, которые часто используются при выполнении заданий КИМ ЕГЭ.

Вторая часть КИМ ЕГЭ посвящена проверке умения решать задачи. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы и наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В этой части 8 различных задач: 2 расчетных с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 6 с развернутым ответом, из которых одна качественная и четыре – расчетные. Задания 25 и 26 КИМ ЕГЭ по тематике соотвествуют разделам молекулярной физики, электродинамики и квантовой физики. Они представляют собой две расчетные задачи повышенного уровня сложности. В них предполагается использование изученного алгоритма решения задачи. В этих задачах предпочтение отдается стандартным формулировкам, а их подбор осуществляется преимущественно с ориентацией на открытый банк заданий. При решении этих задач необходимо обратить внимание на запись ответа. После каждой задачи указывается формат записи ответа, место для числового ответа и единицы измерения, в которых необходимо выразить ответ. После решения задачи на черновике учащийся вносит в указанное место КИМ числовой ответ. В конце работы в бланк ответа № 1 переносится только число без единиц измерения. При решении этих задач учащиеся должны убедиться, что в ответе получается целое число или десятичная дробь, не нуждающаяся в округлении, либо округлить ответ в соответствии с теми требованиями, которые приведены в задании.

В 2021 году в КИМ ЕГЭ аналогичная задача по механике перенесена в число заданий, требующих развернутого решения. Она имеет № 28 и связана с необходимостью изобразить вектора сил, скоростей, ускорений и применения совокупности разделов механики. Также под № 28 может оказаться расчетная задача по термодинамике и молекулярной физике, требующая развернутого решения.

Задание 27 проверяет умение делать качественные выводы на основании приведенной графической или табличной информации, описания качественного эксперимента, наблюдения или природного явления. Здесь также могут быть задания, которые требуют дополнить рисунок изображением сил, ускорений и т.д., обосновав направления и длину векторов; начертить график зависимости одной величины от другой по словесному описанию или по информации, приведенной на рисунке, графике, в таблице; нарисовать электрическую или оптическую схему с определенными элементами.

Задание 29 в варианте КИМ 2021 года будет задачей по механике. Задание 30 – задача по МКТ и термодинамике или по механике. Задание 31 – задача по электродинамике. А вот тематика задания 32 может быть связана как с электродинамикой, так и с квантовой физикой. Для расчетных задач 29–32 высокого уровня сложности необходим анализ всех этапов решения, поэтому они предлагаются в виде заданий с развернутым ответом. Здесь используются измененные ситуации, в которых необходимо оперировать бóльшим, чем в типовых задачах, числом определений физических величин и законов, комбинировать знания, изучаемые в разных разделах физики, вводить дополнительные обоснования в решение и т.п.

Также могут быть использованы совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьезную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельный выбор физической модели для решения задачи. Сложность задач определяется как характером деятельности, так и контекстом. Приступая к выполнению расчетных задач 29–32, целесообразно сначала ознакомиться с содержанием всех четырех задач, оценить их сложность и начать с наиболее простых заданий.

В данном пособии расчетные задачи повышенного уровня сложности с самостоятельной записью только числового ответа (аналоги задач №№ 25, 26, 28) включены в первую часть пособия в соответствующие тематические блоки. Во второй части книги дана подборка тренировочных сложных заданий, требующих развернутого ответа. Их можно использовать как тренировочные при подготовке к самой сложной части КИМ ЕГЭ.

К заданиям, требующим описания явления на качественном уровне, выполнения или анализа чертежей (схем, фотографий опытов) и т.п. (аналоги задания № 27 в варианте КИМ ЕГЭ 2021 года), даны краткие указания и ответы в четвертой части книги. К заданиям, требующем развернутого решения (аналоги заданий № 29–32 в варианте КИМ ЕГЭ 2021), там же даются только ответы или краткие указания. Лишь к небольшому числу заданий даны возможные развернутые решения, чтобы показать, как примерно они должны оформляться. С примерными требованиями к оформлению заданий с развернутым ответом и критериями их оценивания, а также с правилами заполнения блаков можно ознакомится, используя Демоверсии КИМ ЕГЭ на сайте ФИПИ[2]. Для ознакомления с методами решения сложных заданий открытого банка ЕГЭ по физике рекомендуется использовать пособие[3].

В третьей части книги предлагается 5 тренировочных вариантов, составленных по спецификации вариантов ЕГЭ 2021 г. К заданиям даны ответы; к ряду заданий, требующих развернутого ответа, даны варианты решений. При выполнении вариантов следует использовать справочные величины, данные в таблице на стр. 7, 8. Все ответы при выполнении вариантов должны быть вычислены с использованием справочных данных, округленных так, как в этой таблице. Как правило, в первой части работы ответы к расчётным заданиям представляют собой целые числа или конечные десятичные дроби, а во второй части – ответы необходимо округлять с указанной точностью.

Наличие формул в решении учитываются при оценивании расчетных задач с развернутым ответом. Полное правильное решение таких задач предполагает запись всех физических законов и формул, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом. При оценивании принимаются в качестве исходных уравнений для решения задач только те законы и формулы, которые указаны в Кодификаторе, где учтены различные формы записи закономерностей. Формулы, полученные путем преобразования одной или нескольких формул из Кодификатора, нужно выводить в ходе решения. Очень полезно при подготовке к экзамену составить список буквенных обозначений, входящих в формулы величин, пользуясь Кодификатором, сопроводив каждую величину единицей ее измерения. Обратите внимание, что в разных частях курса одна и та же буква может обозначать разные физические величины (вес и мощность или число молей и частота). При решении расчетных задач № 28–32 также должны быть описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин, если они не являются: а) физическими константами, указанными в справочной таблице перед вариантом КИМ, б) обозначениями величин в условии задачи или стандартными обозначениями величин, используемыми в Кодификаторе. Если участник экзамена записал «Дано» в обозначениях физических величин, которые указаны в кодификаторе, то других дополнительных пояснений не требуется. Словесные пояснения необходимы только в тех случаях, когда по ходу решения появляется новая физическая величина (например, промежуточное значение скорости или параметры газа, не указанные в условии и т.п.). Однако здесь так же надо учитывать, что используемые обозначения должны соответствовать стандартным обозначениям Кодификатора.

Желаем успеха в подготовке и удачи на экзамене!

Авторы

---

[2] https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/151883967-3

[3] *Ханнанов Н.К.* Физика. Решение заданий повышенного и высокого уровня сложности. Как получить максимальный балл на ЕГЭ. Учебное пособие. – Москва: Интелект-Центр, 2017. – 216 с.

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 π	$\pi = 3{,}14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
Гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н · м^2/кг^2
Универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль · К)
Постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н · м^2/Кл^2
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
Постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж · с

Соотношение между различными единицами

Температура	0 К = –273 °С
Атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. ≈ 150 000 000 км
1 световой год	1 св. год ≈ $9{,}46 \cdot 10^{15}$ м
1 парсек	1 пк ≈3,26 св. года

Масса частиц

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

Астрономические величины

Средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370$ км
Радиус Солнца	$R_{\odot} = 6{,}96 \cdot 10^8$ м
Температура поверхности Солнца	$T = 6000$ К

Плотность

Воды	1000 кг/м^3
Древесины (сосна)	400 кг/м^3
Керосина	800 кг/м^3
Подсолнечного масла	900 кг/м^3
Алюминия	2700 кг/м^3
Железа	7800 кг/м^3
Ртути	13 600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

Воды	$4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)
Льда	$2{,}1 \cdot 10^3$ 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	$2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
Плавления свинца	$2{,}5 \cdot 10^4$ Дж/кг
Плавления льда	$3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия

Давление	10^5 Па
Температура	0 °C

Молярная масса

Азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
Углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть I

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДБОРКИ ЗАДАНИЙ, ТРЕБУЮЩИХ КРАТКОГО ОТВЕТА

ЗАДАНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ОТВЕТА, СОПОСТАВЛЕНИЕ И МНОЖЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР (задания № 1–27 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

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

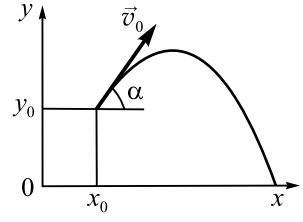
$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t;$$

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

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

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)

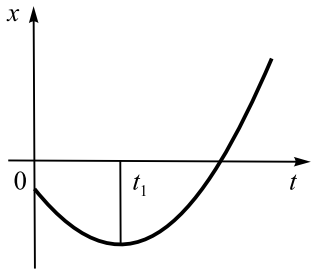
$$v = 2\pi R/T;$$

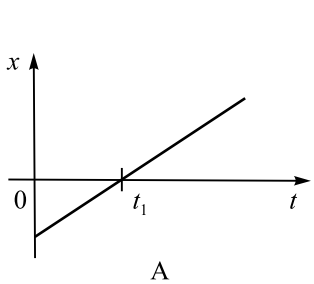
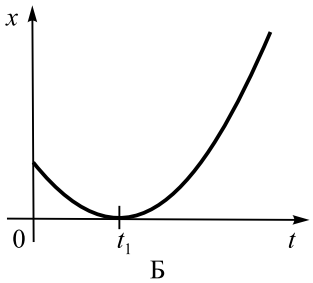
$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R,$$

$a_{\text{цс}}$ – 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**
 А  Б	*1*) *модуль ускорения тела* *2*) *проекция скорости тела на ось Ox* *3*) *проекция ускорения тела на ось Ox* *4*) *модуль скорости тела*

О т в е т:

А	Б

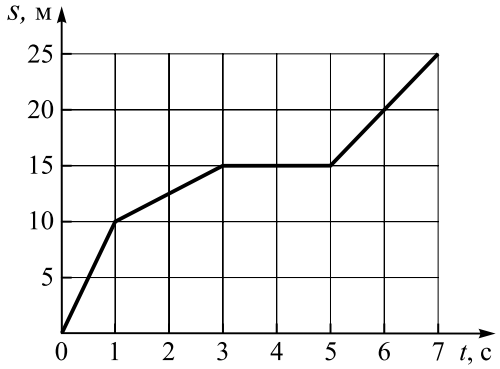
1.1. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 40 км/ч, а другой – со скоростью 60 км/ч. Чему равна скорость второго автомобиля относительно первого?

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?

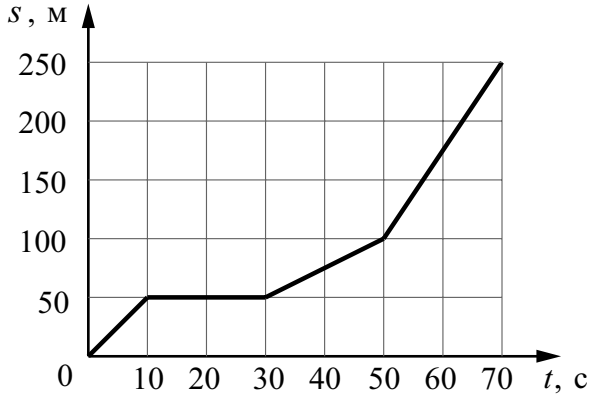
О т в е т: _____ км/ч

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



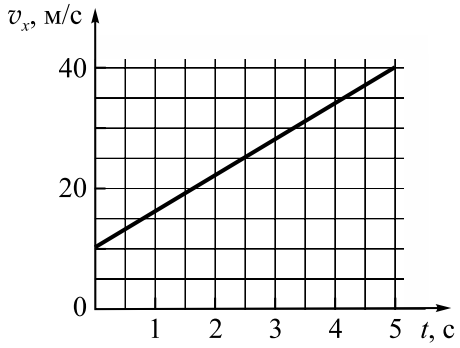
Ответ: _____ м/с

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



Ответ: _____ м/с

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



Ответ: _____ м/с^2

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

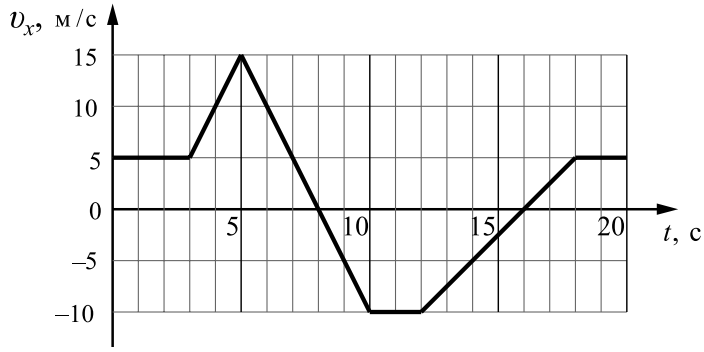
Установите соответствие между зависимостями от времени для двух регистрируемых величин для тела А и для тела В. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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) $s_x = -2t + 1{,}5t^2$

Ответ:

А	Б

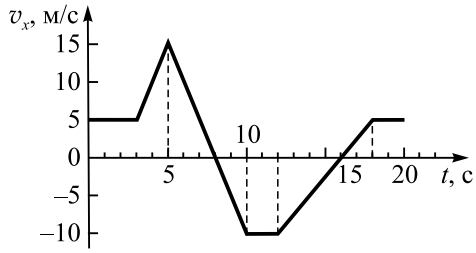
1.7. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.



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

Ответ: _____ с

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



Выберите два верных 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.

Ответ:

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

Ответ: _____ 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).

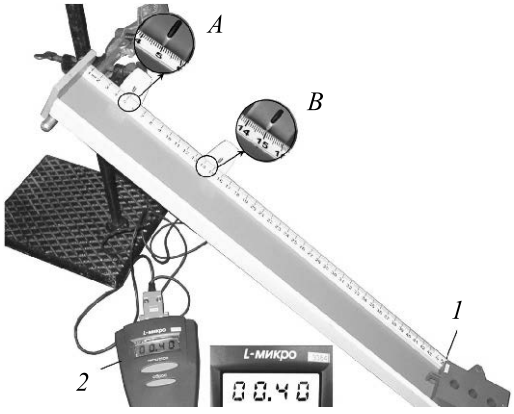
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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) $x = 5t + 2t^2$

Ответ:

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° к горизонту.

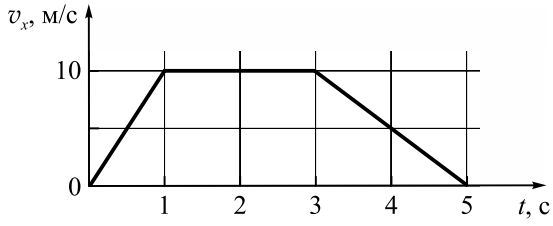


В момент начала движения каретки верхний датчик (*A*) включил секундомер (*2*), а при прохождении каретки мимо нижнего датчика (*B*) секундомер выключился. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах.

Чему равна скорость каретки через 0,1 с?

Ответ:_____ 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.



Ответ: _____ 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 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 Б) Зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути	1) $l = At^2$, где $A = 1{,}3$ м/с^2 2) $l = Bt^2$, где $B = 2{,}6$ м/с^2 3) $v = C\sqrt{l}$, где $C = 2{,}3$ $\sqrt{\text{м}}/\text{с}$ 4) $v = Dl$, где $D = 2{,}3$ м/с

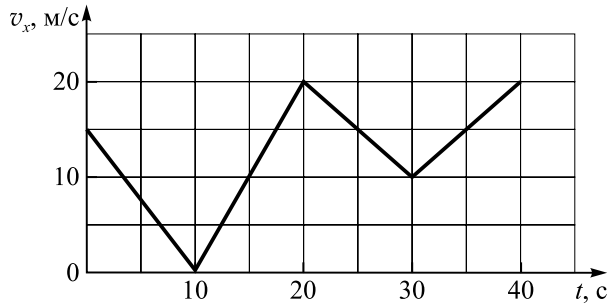
Ответ:

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 м/с^2, и догоняет грузовик на расстоянии 150 м от остановки. Чему равна скорость грузовика?

О т в е т: _____ м/с

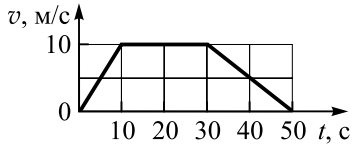
1.15. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции скорости автомобиля на ось *Ox* от времени.



Чему равен максимальный модуль ускорения тела на этом отрезке времени?

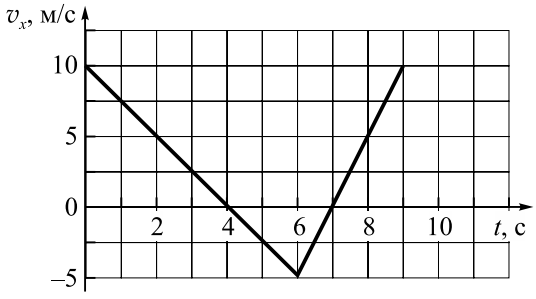
О т в е т: _____ м/с^2

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.

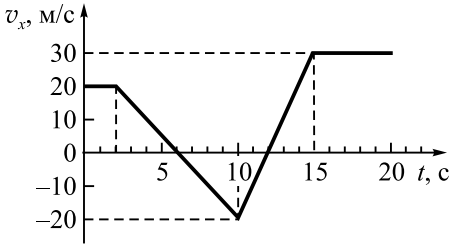


Сколько времени тело двигалось против оси *Ox*?

О т в е т: _____ с

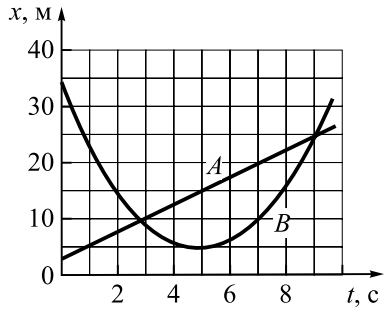
1.18. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени при его прямолинейном движении по оси *Ox*.

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 два верных утверждения о характере движения тел.



1) Тело *A* движется со скоростью 3 м/с.

2) Временно́й интервал между встречами тел *A* и *B* составляет 6 с.

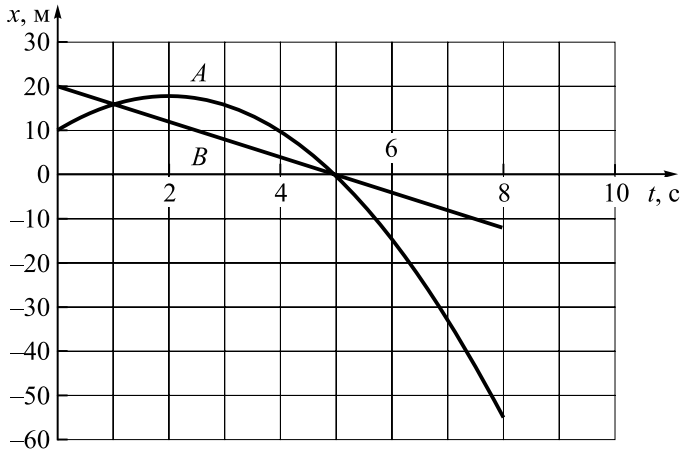
3) Тело *B* в момент времени 5 с имело нулевую скорость.

4) Тела все время движутся в направлении оси *Ox*.

5) В момент времени 2 с тело *B* имело скорость, равную 15 м/с.

Ответ: | | |

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



Выберите два верных утверждения, описывающих движение тел *A* и *B*.

1) Ни на одном отрезке времени скорости тел не совпадали.

2) Скорость тела *B* в момент времени $t = 5$ с равнялась нулю.

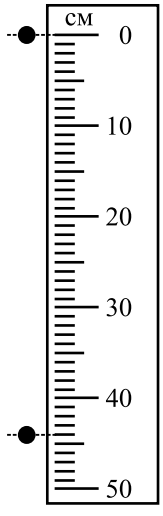
3) Модуль начальной скорости тела *A* равен 6 м/с.

4) Модуль начальной скорости тела *B* равен 4 м/с.

5) Модуль ускорения тела *A* равен 4 м/с^2.

Ответ: | | |

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



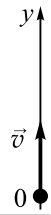
Ответ: _____ м

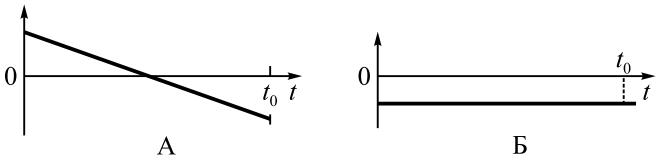
1.22. Специальный фотоаппарат зафиксировал два положения падающего в воздухе из состояния покоя шарика: в начале падения и через 0,31 с (см. рисунок).

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

Ответ: _____ 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
 А Б	1) Координата шарика y 2) Проекция скорости шарика v_y 3) Проекция ускорения шарика a_y 4) Модуль силы тяжести, действующий на шарик

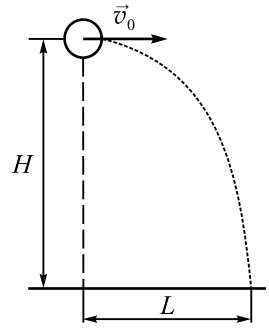
Ответ:

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?

Ответ: _____ 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 произойдёт с временем полёта, дальностью полёта 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 два верных утверждения, описывающих 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°.
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? Сопротивлением 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.

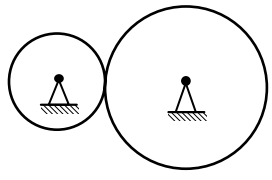
Модуль ускорения шарика	**Горизонтальная составляющая скорости шарика**

1.29. Точка движется по окружности радиусом *R*. Период обращения *T*. После уменьшения радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним. Выберите два верных 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). Бóльшая 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

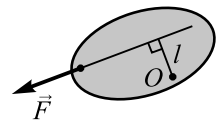
Тематический блок № 2
«Динамика и статика»

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
$$\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots$$
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
$$mg = G\frac{Mm}{\left(R_0 + h\right)^2}.$$
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
$$F_{\text{тр}} \le \mu N$$
(μ – 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:

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

10. Давление

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

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

$$p = p_0 + \rho g h.$$

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 ($\vec{v}$ = 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.

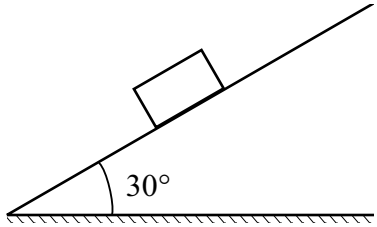
Для описания равновесия протяженных твердых тел (в статике) важно прикладывать силу тяжести к центру тяжести (для симметричных тел в геометрическом центре) и записывать не только равенство суммы всех сил, действующих на тело, но и равенство суммы моментов тел, вращающих его по и против часовой стрелки 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.

2.1. Камень массой 0,2 кг брошен под углом 60° к горизонту. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

О т в е т: _____ Н

2.2. Сила трения, действующая на брусок, покоящийся на наклонной плоскости, равна 0,5 Н (см. рис.). Чему равна сила тяжести бруска, если наклонная плоскость образует с горизонтом угол 30°?



О т в е т: _____ Н

2.3. Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли, сила притяжения спутника 2000 Н. Какой станет сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли увеличится в 2 раза?

О т в е т: _____ Н

2.4. Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если считать, что радиус Марса в 2 раза, а масса – в 10 раз меньше, чем у Земли?

О т в е т: _____ Н

2.5. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а радиус его орбиты в 1,5 раза больше земного. Чему равно отношение сил притяжения Земли и Марса к Солнцу $F_З / F_М$, если орбиты планет считать окружностями?

О т в е т: _____

2.6. Две упругие пружины растягиваются силами одной и той же величины F. Удлинение второй пружины Δl_2 в 2 раза меньше, чем удлинение первой пружины Δl_1.

Чему равно отношение жесткости второй пружины к жесткости первой?

О т в е т: _____

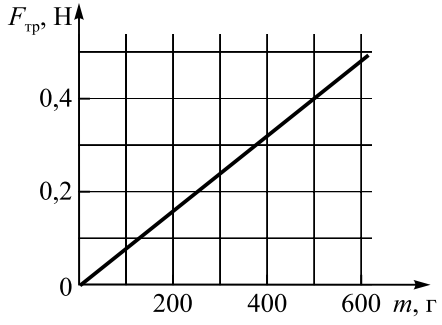
2.7. При подвешивании к пружине груза массой 500 г, она растянулась от 2 до 6 см. Какова жёсткость этой пружины?

О т в е т: _____ Н/м

2.8. На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н, но он остается в покое. Какова сила трения между ящиком и полом?

О т в е т: _____ Н

2.9. Зависимость силы трения скольжения $F_{тр}$ бруска при движении по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска вместе с грузом, поставленным на него, показана на графике (см. рисунок). Чему равен коэффициент трения по этим данным?

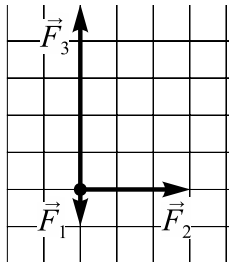


О т в е т: _____

2.10. Деревянный брусок массой m, площади граней которого связаны соотношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной шероховатой опоре сначала касаясь стола гранью 3, а затем гранью 2. Чему равно отношение модулей горизонтальных сил F_3/F_2, под действием которых происходит такое движение? Качество поверхности всех граней одинаково.

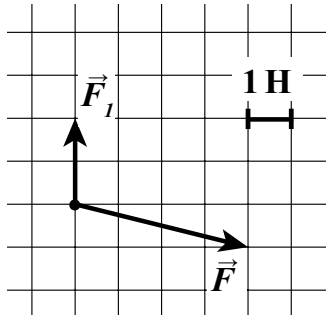
О т в е т: _____

2.11. На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют 3 горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?



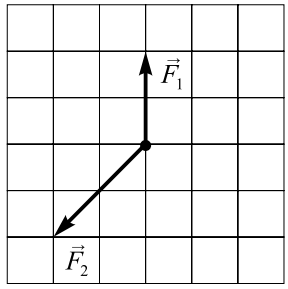
О т в е т: _____ Н

2.12. Чему равен модуль силы $\vec{F}_2$, если направление и модуль силы $\vec{F}_1$ и равнодействующей двух сил $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ показаны на рисунке.



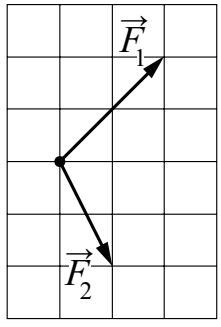
О т в е т: _____ Н

2.13. На тело массой 200 г действуют две силы (см. рисунок). Сила F_1 равна по модулю 0,8 Н. Чему равно ускорение тела?

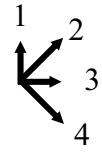


О т в е т: _____ м/с^2

2.14. На тело в инерциальной системе отсчёта действуют две силы (см. рисунок а). Направление какой стрелки на рис.б соответствует направлению ускорения в этой системе отсчёта?



а)



б)

О т в е т: _____

2.15. На рисунке 1 представлены направления векторов скорости $\vec{v}$ и ускорения $\vec{a}$ мяча в инерциальной системе отсчета. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет вектор равнодействующей всех сил $\vec{F}$, приложенных к мячу?

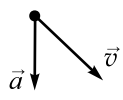


Рис. 1

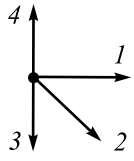


Рис. 2

О т в е т: _____

2.16. В инерциальной системе отсчёта сила 10 Н сообщает телу массой m ускорение 2 м/с^2 Чему равно ускорение тела массой $2m$, если на него будет действовать сила 5 Н?

О т в е т: _____ м/с^2

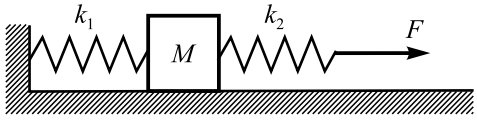
2.17. Груз массой 4 кг подвешен к укреплённому в лифте динамометру. Лифт начинает спускаться с верхнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. Чему равно ускорение лифта?

О т в е т: _____ м/с^2

2.18. Лифт из состояния покоя движется равноускоренно вниз и проходит за 2 с расстояние, равное 5 м. Во время такого движения кабины лифта груз, подвешенный на пружине жёсткостью 50 Н/м к потолку лифта, растягивает пружину на 3 см. Какова масса груза?

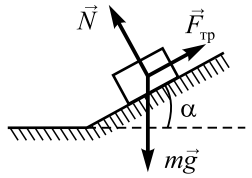
О т в е т: _____ кг

2.19. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной F = 9 Н (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплён к стенке. Жёсткость первой пружины k_1 = 300 Н/м. Жёсткость второй пружины k_2 = 600 Н/м. Чему равно удлинение второй пружины?



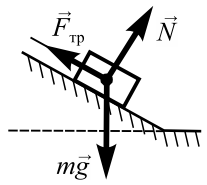
О т в е т: _____ см

2.20. Брусок массой 866 г покоится на наклонной плоскости с углом наклона 30°. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен 0,6. Чему равна сила трения бруска о плоскость?



О т в е т: _____ Н

2.21. Брусок массой 100 г лежит на шероховатой опоре, наклонённой к горизонту под углом 30° (см. рисунок). На брусок действуют 3 силы: сила тяжести, сила упругости опоры и сила трения. Коэффициент трения между бруском и опорой равнее 0,6. Чему равен модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{тр}$ и $\vec{N}$, если брусок покоится?



О т в е т: _____ Н

2.22. Грузовик массой m, движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v, совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса грузовика не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	**Формулы**
А) Модуль силы трения, действующей на грузовик Б) Тормозной путь грузовика	1) μmg; 2) μg; 3) $\dfrac{v}{\mu g}$ 4) $\dfrac{v^2}{2\mu g}$

О т в е т:

А	Б

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине «Электронный универс»
(e-Univers.ru)