

Содержание

<i>Введение</i>	9
-----------------------	---

Раздел I МЕХАНИКА

Тема 1. Кинематика	15
Основные понятия кинематики. Равномерное прямолинейное движение	15
Равноускоренное движение	18
Равномерное движение по окружности	25
Тема 2. Законы Ньютона	28
Равнодействующая нескольких сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Закон сухого трения	28
Первый закон Ньютона	34
Второй закон Ньютона	36
Третий закон Ньютона	38
Тема 3. Законы сохранения	39
Импульс тела и его изменение. Импульс системы тел и его сохранение	39
Работа и мощность силы	41

Кинетическая энергия и теорема об изменении кинетической энергии	43
Потенциальная энергия	44
Закон сохранения и изменения механической энергии ..	45
Тема 4. Статика и гидростатика	49
Момент силы и условие равновесия твердого тела	49
Простые механизмы и их КПД	53
Давление твердых тел и жидкостей	54
Архимедова сила	57
Тема 5. Механические колебания и волны	59
Амплитуда, период, частота колебаний. Гармонические колебания	59
Нитяной и пружинный маятники. Свободные и вынужденные колебания	61
Механические волны и их характеристики. Звук	65

Раздел II

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 6. Молекулярное строение твердых тел, жидкостей и газов. Количество вещества	70
Тема 7. Идеальный газ. Изопроцессы	74
Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа	74
Уравнение состояния идеального газа. Связь абсолютной температуры со средней кинетической энергией молекул	76
Изопроцессы	79

Тема 8. Термодинамика	81
Тепловое равновесие. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества	81
Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики	84
Второй закон термодинамики. Тепловые машины	89
Тема 9. Изменение агрегатных состояний вещества ..	94
Плавление и кристаллизация	94
Испарение, кипение и конденсация. Насыщенный пар ..	98
Влажность воздуха	101

Раздел III ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Тема 10. Законы электростатики. Электрическое поле и его напряженность	106
Электризация. Проводники и диэлектрики. Закон сохранения заряда	106
Электрическое поле различных источников и его напряженность. Принцип суперпозиции. Поляризация	110
Тема 11. Энергетическое описание электрического поля. Плоский конденсатор	116
Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Потенциал	116
Плоский конденсатор	120
Тема 12. Законы постоянного тока	124
Сила тока. Напряжение. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление	124

Закон Ома для полной цепи. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока	127
Параллельное и последовательное соединение проводников	131
Закон Джоуля — Ленца	132
Тема 13. Закономерности протекания тока в различных средах	135
Носители тока в разных средах	135
Технические устройства, использующие протекание тока в разных средах	138
Тема 14. Магнитное поле и его характеристики. Силы Ампера и Лоренца	141
Вектор индукции магнитного поля	141
Сила Ампера	143
Сила Лоренца	146
Тема 15. Явление электромагнитной индукции	148
Наблюдение явления ЭМИ	148
Магнитный поток и его изменение	150
Закон электромагнитной индукции	151
Направление индукционного тока. Правило Ленца	152
Генератор переменного тока. Действующее значение напряжения и силы тока	156
Тема 16. Колебательный контур. Излучение электромагнитных волн радиодиапазона ...	159
Явление самоиндукции	159
Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре	161
Вихревое электрическое поле. Электромагнитная волна ..	164
Принципы радиосвязи и телевидения.....	168

Тема 17. Геометрическая оптика	168
Прямолинейное распространение и отражение света ...	168
Преломление света на плоских границах	171
Линза. Система линз	176
Тема 18. Волновая оптика	180
Свет — один из видов электромагнитной волны. Дисперсия света	180
Интерференция. Дифракция. Поляризация света	183
Тема 19. Основы специальной теории относительности	191

Раздел IV КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Тема 20. Фотонная теория света	194
Закономерности фотоэффекта и уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	194
Фотоны и их свойства	198
Корпускулярно-волновой дуализм	200
Тема 21. Боровская модель атома	202
Планетарная модель строения атома	202
Энергетические уровни атома по Бору. Излучение и поглощение света атомом	203
Тема 22. Физика атомного ядра	208
Радиоактивность. Методы регистрации ионизирующих излучений	208
Протонно-нейтронная модель ядра. Ядерные реакции ..	210

Закон радиоактивного распада	213
Энергетика ядерных реакций. Реакции с участием элементарных частиц	216

Раздел V
МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Тема 23. Методы научного познания	220
Измерение физических величин. Погрешности измерений	220
Построение графиков по экспериментальным данным, толкование эксперимента	226
<i>Ответы и решения</i>	<i>237</i>
<i>Приложение</i>	<i>293</i>

Введение

В настоящее время существует два вида пособий для подготовки к единому государственному экзамену по физике: набор вариантов в формате ЕГЭ и тематические подборки заданий в формате ЕГЭ. Данное пособие является пособием второго типа и годится как в качестве сборника заданий в ходе традиционного изучения физики в школе, так и при повторении и закреплении материала перед экзаменом. Оно содержит задания на закрепление как основных понятий и законов физики, так и умения применять их при решении задач различного уровня сложности.

В контрольные измерительные материалы (КИМ) ЕГЭ по физике постоянно вносятся определенные изменения. Начиная с ЕГЭ 2017 года решено не использовать в КИМ задания с выбором ответа.

Настоящий сборник, выдержавший уже более 10 переизданий, кардинально переработан в связи с этим и полностью соответствует формату заданий, встречающихся в КИМ. В нем содержатся задания разного типа:

- на получение числового ответа;
- на анализ графиков;
- на сопоставление двух множеств;
- на выбор двух верных утверждений из пяти;
- качественные задания, требующие развернутого ответа;
- сложные задачи, требующие развернутого ответа.

В 2022 году внесен ряд новых содержательных линий, которые ранее не проверялись в заданиях КИМ ЕГЭ: правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей (в виде задания с выбором нескольких правильных утверждений из пяти предложенных) и использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов (в виде заданий на сопоставление физического явления и прибора (устройства), в основе действия которого лежит это явление).

Также в варианте КИМ ЕГЭ 2023 года будет использована структура, в которой тематическая привязка задания к определенному разделу физики более размыта: 10 заданий в спецификации варианта описаны как задания всех разделов курса (механика — квантовая механика).

В варианте КИМ ЕГЭ 2023 года также предложено не включать задания, проверяющие знания по планетарной и звездной астрономии.

Для ознакомления с форматом КИМ 2023 года можно скачать демонстрационную версию варианта ЕГЭ 2023 года с сайта Федерального института педагогических измерений (www.fipi.ru). Вариант КИМ можно разделить по заданиям, различающимся по уровню сложности. Более сложные шесть заданий помещены в часть 2 в конец варианта.

Следует обратить внимание на форму заданий с кратким ответом, в которых следует *получить числовое значение физической величины*. Если числовое значение, вносимое в бланк ответов, является не целым числом, а выражено в виде десятичной дроби, то следует запятую внести в отдельную ячейку бланка. Все справочные величины следует брать из справочных таблиц перед вариантом, если такая величина не приведена в задании. Такая справочная таблица приведена в приложении. При решении заданий сборника следует использовать справочные величины из нее. Иногда в заданиях

этого типа будет стоять напоминание об округлении числа до целых, до десятых, до сотых и т. д., а также требование выразить ответ в тех единицах, которые указаны в задании после места для внесения ответа.

Ряд заданий требует *ответа в виде краткого слова*, выбранного среди имеющихся в тексте заданий (вверх-вниз и т. д.).

Некоторые задания требуют получения и *внесения в ответ одновременно двух чисел*. В этом случае они вносятся в бланк без пробела между ними, причем запятая десятичной дроби вносится в отдельную ячейку, как и отдельные цифры числа.

В *заданиях на соответствие* может быть представлен процесс или явление, в ходе которого изменяются какие-либо его характеристики (параметры), которые могут увеличиваться, уменьшаться или не изменяться в ходе процесса. В результате решения следует выбрать характер изменения той или иной характеристики процесса. В других заданиях этого типа требуется установить соответствие между величиной (рисунком, формулой и т. д.), обозначенной в условии буквой А или Б, и величиной (рисунком, формулой и т. д.), обозначенной в условии числами 1, 2, 3, 4. В этом случае в КИМ нужно заполнить таблицу, а в бланк ответов занести число, образованное цифрами второй строки таблицы.

Задания с *выбором двух верных утверждений из пяти* требуют внесения в ответ номеров двух верных утверждений. Порядок следования номеров в бланке для ответов в этом случае не важен, т. е. правильными будут считаться и ответ 25, и ответ 52.

Задания, требующие развернутого ответа, это:

- или качественный вопрос, который, возможно, не требует аналитического решения, но предполагает рассуждения со ссылкой на законы физики;

- или сложная задача, обычно требующая использования знаний из разных разделов физики или нескольких тем одного раздела.

Эти задания на ЕГЭ проверяются экспертами, и здесь не так важна форма выражения числового ответа, важнее понимание физической сути задачи и правильный ход ее решения.

В разделе «Ответы и решения» приведены правильные ответы заданий с кратким ответом.

Кроме того, в разделе «Ответы и решения» мы приводим примеры оформления заданий, требующих развернутого ответа, или рекомендации по их решению и числовой ответ. Предлагаемый вариант оформления решения может оказаться лишь одним из возможных вариантов. Чаще всего в нем требуется сделать поясняющий чертеж (рисунок), сослаться на физические законы (правила, постулаты и т. д.), которые используются, записать систему уравнений, приводящую к правильному алгебраическому ответу, и числовой ответ с указанием единиц измерения.

Общим правилом решения таких задач является описание новых буквенных обозначений, вводимых для решения (например, s — путь, пройденный телом), или внесение этих буквенных обозначений на поясняющий чертеж. Если ученик использует буквенные обозначения физических величин, приведенные и описанные в утвержденном *Кодификаторе элементов содержания по физике для составления контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена* (www.fipi.ru), то можно не описывать эти величины в тексте решения.

В случае наличия слишком сложных алгебраических преобразований для получения числового ответа иногда допускается решение системы уравнений (или уравнения) в числовом виде. Однако в этом случае следует записать систему уравнений в буквенных обозначениях, а затем переписать ее с использованием числовых значений величин из условия задачи.

Все задания сборника, охватывающие курс физики, разбиты на 23 темы.

Мы старались следовать принципу последовательного введения понятий в рамках традиционной последовательности их в курсе физики. Например, если в данной задаче необходимо применить и второй закон Ньютона (тема 2), и знание силы Лоренца (тема 14), то такая задача появится только в теме 14.

В построение данного сборника мы заложили еще один принцип: обучение анализу информации, относящейся к одному явлению, но представленной в разном виде. Почти каждый элемент знаний, содержащийся в кодификаторе, представлен в виде заданий, требующих провести анализ чисто текстовой информации, проанализировать график или схему установки, извлечь числовые данные о процессе из чертежа, фотографии, рисунка, проанализировать функциональную зависимость, формулу, отражающую физические законы или понятия, оперировать размерными величинами, найти закономерности в числовых таблицах и т. д.

Таким образом, спектр заданий сборника, с одной стороны, охватывает все общеучебные навыки, которые вы осваиваете и на других предметах (литературе, истории, алгебре, геометрии, черчении). С другой стороны, он показывает, каким образом в ЕГЭ может быть задан вопрос о том или ином понятии или законе.

Обратите внимание на задания, сгруппированные в теме 23 «Методы познания в физике». Эта тема стала выделяться в отдельную тему курса физики недавно. До этого навыки, относящиеся к этой теме, закреплялись подспудно, на протяжении всего курса, поскольку физическим содержанием она связана со всеми остальными темами. Однако два задания такого рода сейчас присутствуют в каждом варианте ЕГЭ по физике.

Сюда же отнесены задания, проверяющие понимание физических явлений, лежащих в основе приборов и технических

устройств. Также этот раздел дополнен заданиями, которые проверяют умение анализировать физические процессы (явления), используя положения и законы из разных разделов курса физики, что не позволяет отнести их к определенному разделу физики.

Еще раз повторим, подготовка к ЕГЭ не требует какого-то особого способа изучения физики: надо просто ее учить! Такая подготовка требует только приобретения некоторых навыков, связанных с пониманием формы вопросов, определяемой технологией проведения единого государственного экзамена. Надеемся, что наш сборник поможет вам в этом. Удачи!

Авторы

Раздел I. МЕХАНИКА

Тема 1. КИНЕМАТИКА

Основные понятия кинематики. Равномерное прямолинейное движение

Задания, требующие получения числового ответа

- 1.1. Исследуется сезонное перемещение слона по саванне вместе со стадом и его перемещение в посудной лавке. Поставьте в соответствие модель тела, которая может быть использована в каждом из случаев.

А) слон в саванне	1) материальная точка
Б) слон в посудной лавке	2) твердое тело
	3) точечный заряд
	4) твердый стержень
	5) нерастяжимая нить

А	Б

Ответ:

- 1.2. Человек совершает пробежки вокруг озера с примерно одинаковой скоростью. В первый день он огибает озеро один раз, а во второй день — два раза. Как изменятся при этом следующие величины: пройденный путь, перемещение за время пробежки?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

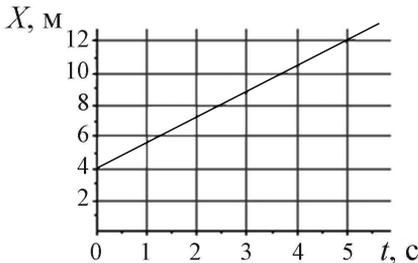
1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится
 Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Пройденный путь	Перемещение за время пробежки

1.3. Точка движется по окружности радиусом 2 м, и ее перемещение равно по модулю диаметру. Чему равен при этом путь, пройденный телом? Ответ округлить до сотых.

Ответ: _____ м.

1.4. На рисунке показан график движения тела. Определите значение его координаты и модуля скорости его движения в момент времени 5 с.



Ответ запишите в виде двух чисел, записанных подряд, используя запятую в десятичных дробях и не разделяя записываемые числа пробелом.

Ответ: _____.

1.5. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, перемещается из точки A с координатами (0 м; 2 м) в точку B с координатами (4 м; -1 м) за время, равное 10 с. Чему равен модуль скорости тела?

Ответ: _____ м/с.

- 1.6. Координаты материальной точки, движущейся в плоскости, зависят от времени по закону

$$x(t) = 4t + 8; \quad y(t) = 3t + 5,$$

где все величины выражены в СИ. Установите соответствие между уравнениями, определяющими траекторию точки на плоскости и зависимость пройденного пути от времени.

А) уравнение траектории	1) $y = 0,75x + 0,625$
Б) уравнение зависимости пути от времени	2) $s = 12t + 40$
	3) $y = 0,75x - 1$
	4) $s = 5t$

А	Б

Ответ:

- 1.7. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один — со скоростью 40 км/ч, а второй — со скоростью 50 км/ч. Чему равна скорость второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым?

Ответ: _____ км/ч.

- 1.8. Эскалатор метро поднимается со скоростью 2 м/с. Человек, находящийся на нем, движется вниз по эскалатору со скоростью 3 м/с относительно эскалатора. Чему равна в системе отсчета, связанной с Землей, проекция скорости человека на ось, направленную вдоль линии движения эскалатора вверх?

Ответ: _____ м/с.

Задания, требующие развернутого ответа

- 1.9. Лодка должна попасть на противоположный берег по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Модуль скорости течения реки $u = 3$ км/ч, а модуль скорости лодки относительно воды $v = 10$ км/ч. Чему равен модуль скорости лодки относительно берега при такой переправе?

- 1.10.** Молодой человек вбежал на эскалатор против его движения и в середине пролета длиной 60 м уронил перчатку. Пробежав еще 5 секунд, он заметил пропажу и, резко повернув, побежал вниз с той же скоростью относительно эскалатора. У самого нижнего края эскалатора ему удалось схватить перчатку с пола и сойти с эскалатора. С какой скоростью движется эскалатор?

Равноускоренное движение

Задания, требующие получения числового ответа

- 1.11.** Выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Ускорение материальной точки — векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости тела.
- 2) Если модуль скорости тела уменьшается, а направление скорости не меняется, то вектор ускорения тела сонаправлен вектору скорости.
- 3) Движение тела, брошенного вертикально вверх, происходит с постоянным ускорением при отсутствии сопротивления воздуха.
- 4) Если брусок толкнуть вверх по гладкой наклонной плоскости, то при движении вверх и вниз его ускорение направлено в противоположные стороны.
- 5) Проекция скорости тела при равноускоренном движении по прямой не меняет знака.

Ответ: _____.

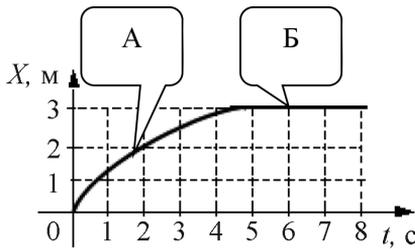
- 1.12.** Автомобиль движется по шоссе с постоянной скоростью 36 км/ч и за 2 с останавливается. Чему равна проекция ускорения на ось, направленную по вектору начальной скорости автомобиля?

Ответ: _____ м/с².

- 1.13. Ускорение лыжника на одном из спусков трассы равно $2,4 \text{ м/с}^2$. На этом спуске его скорость увеличивается на 36 м/с . Чему равно время, затраченное лыжником на спуск?

Ответ: _____ с.

- 1.14. На рисунке изображен график изменения координаты тела с течением времени. Поставьте в соответствие промежутки времени движения А и Б и характер изменения скорости на них.



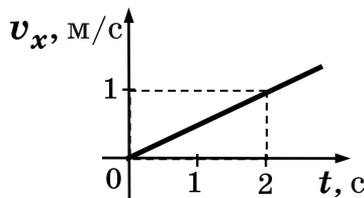
- А) от 0 до 5 с
Б) от 5 до 8 с

- 1) скорость была постоянна и не равнялась 0
2) скорость нарастала по модулю
3) скорость уменьшалась по модулю
4) скорость равнялась нулю

А	Б

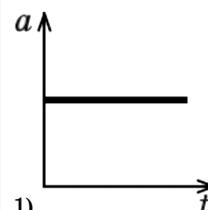
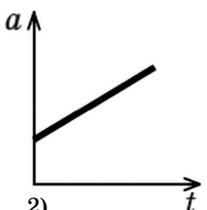
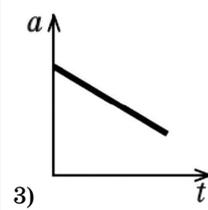
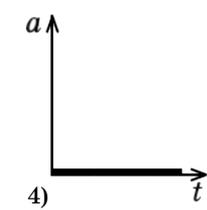
Ответ:

- 1.15. Тело движется по оси OX . Проекция его скорости $v_x(t)$ меняется по закону, приведенному на графике. Чему равен путь, пройденный телом за 12 с?



Ответ: _____ м.

1.16. Поставьте в соответствие характер движения материальной точки и графики зависимости ускорения от времени для разных типов движения.

А) равномерное движение Б) равноускоренное движение	 1)  2)
	 3)  4)

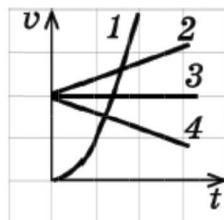
А	Б

Ответ:

1.17. Пешеход и велосипедист одновременно начинают равноускоренное движение из состояния покоя. Ускорение велосипедиста в 2 раза больше, чем у пешехода. Велосипедист достиг скорости V за некоторое время t_1 . Пешеходу, чтобы достичь такой же скорости, понадобилось время, равное t_2 . Чему равно отношение t_1/t_2 ?

Ответ: _____.

1.18. На рисунке показаны графики зависимости модуля скорости тела от времени. Какой из графиков соответствует движению тела с постоянным ускорением с нарастающей скоростью?



Ответ: _____.

- 1.19.** Автомобиль, двигающийся со скоростью v_0 , начинает тормозить и останавливается через время t , двигаясь равноускоренно. Чему равны тормозной путь автомобиля и путь, пройденный за время $t/2$?

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 буквы под соответствующими цифрами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) тормозной путь	1) $v_0 t$
Б) путь, пройденный от начала торможения за время $t/2$	2) $\frac{v_0 t}{2}$
	3) $\frac{v_0 t}{4}$
	4) $\frac{3v_0 t}{8}$

А	Б

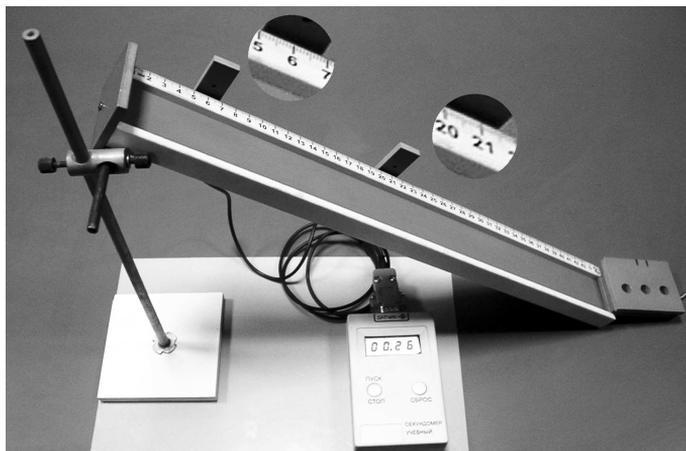
Ответ:

- 1.20.** Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением $x = Bt + Ct^2$, где $B = 12$ м/с, $C = -2$ м/с². В какой момент времени проекция скорости тела на ось равна нулю?

Ответ: _____ с.

- 1.21.** Для исследования скольжения каретки по наклонной плоскости ученик собрал установку (см. рис.), в которой время измеряется электронным секундомером (лежит внизу). Включение и выключение секундомера происходит двумя датчиками положения, установленными на краю скамьи и срабатывающими в момент прохождения мимо них магнита, впрессованного в брусок, скользящий по скамье. На рисунке выносками показана

но, на каком расстоянии от начала скамьи закреплены датчики, управляющие секундомером. Верхний датчик установлен максимально близко к магниту на бруске, когда брусок упирается в ограничивающую пластину на вершине наклонной плоскости.



Чему равно ускорение движения бруска по наклонной плоскости? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ м/с².

- 1.22.** Гору длиной 50 м лыжник прошел за 10 с, двигаясь с ускорением 0,4 м/с². Какова скорость лыжника в начале и в конце горы? Два числа записать подряд, не разделяя их пробелом.

Ответ: _____.

- 1.23.** За 2,5 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 40 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

Ответ: _____ м/с.

- 1.24.** В трубке, из которой откачан воздух, на высоте 0,8 м находятся дробинка, пробка и птичье перо. Поставьте в соответствие тело и время его движения в трубке.

А) дробинка	1) 0,4 с
Б) пробка	2) 0,8 с
В) птичье перо	3) 1,6 с
	4) 3,2 с

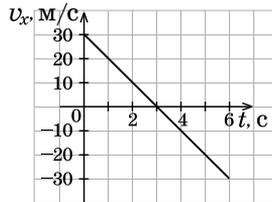
А	Б	В

Ответ:

- 1.25. Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью 20 м/с, упал обратно на Землю. Сопротивление воздуха мало. Сколько времени камень находился в полете?

Ответ: _____ с.

- 1.26. Стрела пущена вертикально вверх с поверхности Земли. Проекция ее скорости на вертикальную ось Ox меняется со временем согласно графику на рисунке. Через сколько секунд стрела упадет на Землю?



Ответ: _____ с.

- 1.27. Тело вылетело под углом 60° к горизонту со скоростью 30 м/с. Какую скорость оно будет иметь в верхней точке траектории?

Ответ: _____ м/с.

Задания, требующие развернутого ответа

- 1.28. Тело за первую секунду вертикального полета из состояния покоя до Земли пролетает путь в 4 раза меньший, чем за последнюю секунду полета. С какой высоты падает тело?

- 1.29. Тело, брошенное с Земли под углом α к горизонту, имеет максимальную высоту подъема 20 м и дальность полета 40 м. Найдите тангенс угла α . Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 1.30. С высоты $H = 20$ м свободно падает стальной шарик. Через $t = 1$ с после начала падения он сталкивается с неподвижной плитой, плоскость которой наклонена под углом 30° к горизонту. На какую высоту h над поверхностью Земли поднимется шарик после удара? Удар шарика о плиту считать абсолютно упругим. Сопротивление воздуха мало.
- 1.31. Брусок с пусковым магнитом начал движение с нижней точки наклонной направляющей, затем проехал мимо двух датчиков (положение магнита в начале движения и положение датчиков на скамье показано на укрупняющих выносках). При прохождении пускового магнита мимо первого датчика электронный секундомер включается, при прохождении мимо второго датчика — выключается. Черный отрезок на корпусе датчика показывает расположение датчика. Показания секундомера после его выключения показаны на нижней выноске.



Определите ускорение, с которым движется брусок, считая движение равноускоренным, положения датчиков и начальное положение пускового магнита соответствующими целым делениям шкалы на скамье, а моменты срабатывания датчиков соответствующими положению центра магнита напротив черных отрезков на датчиках.

Равномерное движение по окружности

Задания, требующие получения числового ответа

1.32. Выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Скорость тела при равномерном движении по окружности равна отношению длины окружности на период обращения.
- 2) При равномерном движении материальной точки по окружности ее ускорение равно нулю.
- 3) Центробежное ускорение характеризует быстроту изменения направления вектора скорости.
- 4) Частота обращения материальной точки по окружности при ее равномерном движении обратно пропорциональна периоду обращения.
- 5) Частота обращения материальной точки по окружности при ее равномерном движении измеряется в герцах.

Ответ: _____.

1.33. При неизменном радиусе вращения период обращения тела по окружности увеличился в 4 раза. Чему равно отношение частот обращения тела в первом и втором случае $\frac{v_1}{v_2}$?

Ответ: _____.

- 1.34.** К боковой поверхности одного цилиндра, вращающегося вокруг своей оси, прижимают второй цилиндр с осью, параллельной оси первого, и радиусом, вдвое превосходящим радиус первого. Выберите соотношения для частот вращения ν_1 и ν_2 , а также для линейных скоростей точек на поверхности v_1 и v_2 первого и второго цилиндров. Поставьте в соответствие физические величины и соотношение между ними.

А) частоты вращения	1) $v_1 = v_2$
Б) модули линейной скорости точек на поверхности	2) $v_1 > v_2$
	3) $v_1 < v_2$
	4) $\nu_1 = \nu_2$
	5) $\nu_1 > \nu_2$
	6) $\nu_1 < \nu_2$

А	Б

Ответ:

- 1.35.** Рассчитайте скорость движения Земли относительно Солнца в гелиоцентрической системе отсчета, исходя из периода обращения Земли вокруг Солнца и расстояния от Земли до Солнца (150 млн км). Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ км/с.

- 1.36.** При равномерном движении по окружности со скоростью, равной 10 м/с, точка проходит дугу, равную четверти длины окружности. Чему равен модуль вектора изменения скорости точки? Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ м/с.

- 1.37.** При равномерном движении по окружности в начальный момент времени ускорение материальной точки направлено вертикально вниз. Куда (*вниз* — *вверх* —

вправо — влево) направлено ускорение тела через промежуток времени, равный половине периода обращения? Впишите в ответ слово.

Ответ:

--	--	--	--	--	--

- 1.38.** Чему равен модуль ускорения точек на горизонтальном диске диаметром 30 см при его вращении с частотой 78 об/мин? Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ м/с².

- 1.39.** Человек на каруселях пересаживается в кресло, в 2 раза более удаленное от оси вращения платформы каруселей. При этом частота вращения платформы уменьшается в 2 раза. Поставьте в соответствие физические величины, характеризующие движение человека относительно Земли и характер их изменения.

А) модуль скорости движения человека	1) увеличился
Б) модуль ускорения человека	2) уменьшился
	3) не изменился

А	Б

Ответ:

- 1.40.** Два спутника движутся по разным круговым орбитам вокруг Земли. Скорость первого из них в 2 раза больше, а радиус орбиты в 4 раза меньше, чем второго. Центробежное ускорение первого спутника a_1 , второго — a_2 . Чему равно отношение $\frac{a_1}{a_2}$?

Ответ: _____.

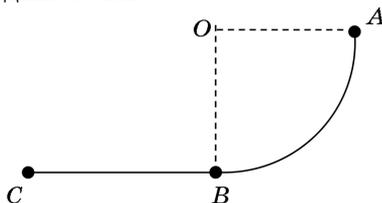
- 1.41.** Рассчитайте центробежное ускорение льва, спящего на экваторе, в геоцентрической системе отсчета (две оси системы координат которой лежат в плоско-

сти экватора и направлены на неподвижные звезды, а начало совпадает с центром Земли). Радиус Земли считать равным 6400 км. Ответ округлите до тысячных.

Ответ: _____ м/с².

Задания, требующие развернутого ответа

- 1.42. Мотоциклист движется с постоянной скоростью по дуге AB (четверть окружности), затем тормозит на прямолинейном участке BC до полной остановки. Считая движение во время торможения равноускоренным, найдите отношение промежутков времени движения мотоцикла по участку AB и BC , если модули ускорений на обоих участках одинаковы.



Тема 2. ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

Равнодействующая нескольких сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Закон сухого трения

Задания на получение числового ответа и установление соответствия

- 2.1. Выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.
- 1) Модуль равнодействующей нескольких сил равен сумме модулей этих сил.
 - 2) Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения двух шариков масс m и радиуса R расположенных вплотную друг к другу равна Gm^2/R^2 .

- 3) Закон Гука связывает длину пружины с ее удлинением.
 4) Коэффициент трения в законе сухого трения зависит от скорости движения тела.
 5) Сила — это мера воздействия одного тела на другое.

Ответ: _____.

- 2.2. Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

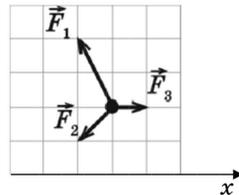
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ПРИБОР ДЛЯ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ
А) сила Б) скорость	1) спидометр 2) манометр 3) метр 4) динамометр

А	Б

Ответ:

- 2.3. Чему равен угол между равнодействующей трех сил (рис.) и осью x ?

Ответ: _____ °.



- 2.4. Чему равен угол между вектором результирующей двух одинаковых по модулю сил и осью OX , если одна из сил сонаправлена с этой осью, а вторая образует с осью OX угол 45° ?

Ответ: _____ °.

- 2.5. Проекция силы \vec{F}_1 на ось x равна 10 Н, на ось y равна 4 Н. Проекция силы \vec{F}_2 на ось x равна -2 Н, на ось y равна 11 Н. Чему равен модуль равнодействующей этих двух сил?

Ответ: _____ Н.

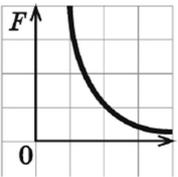
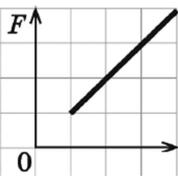
2.6. Масса сферической планеты M , ее радиус R . Масса спутника m . Поставьте в соответствие местоположение спутника и выражение для расчета силы притяжения спутника планетой.

А) спутник на поверхности планеты Б) спутник на орбите на высоте h от поверхности	1) $\frac{GmM}{R^2 + h^2}$ 2) $\frac{GmM}{h^2}$ 3) $\frac{GmM}{R^2}$ 4) $\frac{GmM}{(R + h)^2}$
--	--

А	Б

Ответ:

2.7. Поставьте в соответствие вид графика зависимости силы всемирного тяготения между двумя сферическими планетами одинаковой плотности от разных величин и самими величинами.

А) 	1) масса одной из планет 2) радиуса одной из планет 3) расстояние между центрами планет 4) суммы масс планет
Б) 	

А	Б

Ответ:

2.8. Одна планета в два раза больше второй по размеру, а вторая в два раза больше по массе. Чему равно отношение сил тяжести на первой и второй планетах.

Ответ: _____.

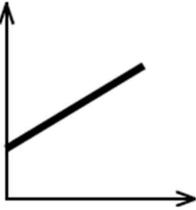
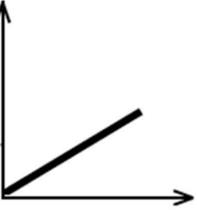
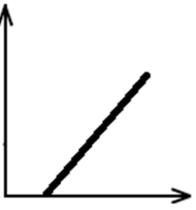
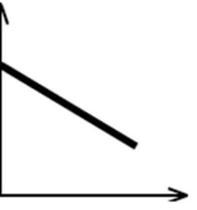
2.9. Чему равно ускорение свободного падения на сферическом астероиде радиусом 134 км и массой $2,01 \cdot 10^{19}$ кг?

Ответ: _____ м/с².

2.10. Пружину длиной 4 см растянули до 6 см, приложив силу 3 Н. Какова жесткость пружины?

Ответ: _____ Н/м.

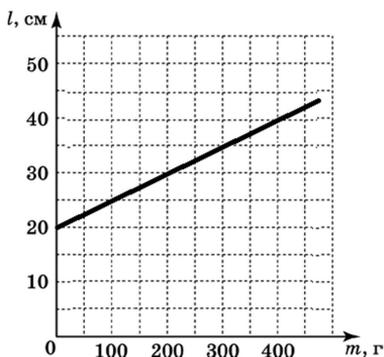
2.11. Поставьте в соответствие исследованную зависимость и график, который получен в ходе такого исследования.

<p>А) зависимость силы натяжения пружины от ее длины</p> <p>Б) зависимость удлинения пружины с закрепленным одним концом от силы, приложенной к другому концу</p>	 <p>1)</p>  <p>2)</p>
	 <p>3)</p>  <p>4)</p>

А	Б

Ответ:

2.12. На рисунке приведена зависимость длины вертикальной пружины, к которой подвешивали грузы различной массы.



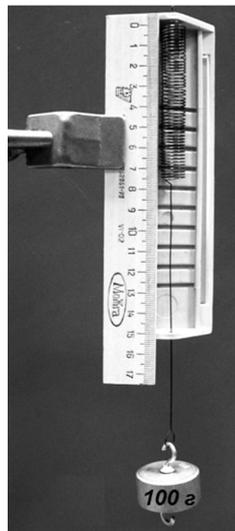
Рассчитайте жесткость пружины, используя эти данные.

Ответ: _____ Н/м.

2.13. Однородную пружину длиной 15 см и жесткостью 30 Н/м разрезают на три равные части. Чему равна жесткость каждой части разрезанной пружины?

Ответ: _____ Н/м.

2.14. При подвешивании к пружине жесткостью 20 Н/м груза (рис.) она достигла длины 7,5 см. Какова длина пружины без груза?



Ответ: _____ см.

- 2.15. Ящик массой 80 кг, стоящий на горизонтальном полу, пытаются сдвинуть, толкая горизонтально с силой 100 Н. Коэффициент трения ящика о пол равен 0,5. Какова сила трения ящика о пол, если он продолжает покоиться?

Ответ: _____ Н.

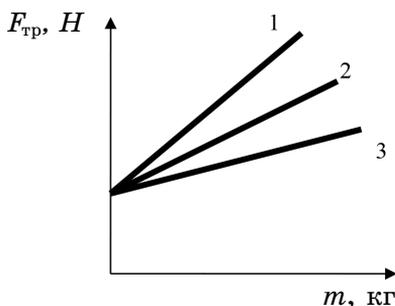
- 2.16. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости, сила трения равна 2 Н. Сила упругости, действующая на него со стороны стола, равна 8 Н. Чему равен коэффициент трения?

Ответ: _____.

- 2.17. Ящик массой 80 кг двигают, толкая горизонтально с силой 500 Н. Коэффициент трения ящика о пол равен 0,5. Какова сила трения ящика о пол?

Ответ: _____ Н.

- 2.18. На рисунке показана зависимость силы трения скольжения брусков разной массы о горизонтальную поверхность от массы грузов, которыми бруски нагружают сверху. Укажите номер бруска, у которого коэффициент трения максимален.



Ответ: _____.

- 2.19. У бруска в форме параллелепипеда площадь каждой боковой грани в 2 раза больше, чем площадь квадратного основания. Коэффициент трения боковых граней о стол в 2 раза больше, чем коэффициент трения основания

о стол. Каково отношение сил трения между столом и бруском при движении бруска по столу на боковой грани и на основании?

Ответ: _____.

Первый закон Ньютона

Задания, требующие получения числового ответа

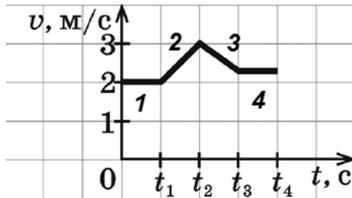
2.20. Установите соответствие между системами отсчета, связанными с автомобилями, и выполнимостью в них первого закона Ньютона.

<p>А) автомобиль движется равномерно по прямому шоссе</p> <p>Б) автомобиль движется равномерно по участку дороги в виде дуги окружности</p> <p>В) автомобиль разгоняется по прямому шоссе</p>	<p>1) инерциальная система отсчета</p> <p>2) неинерциальная система отсчета</p>
---	---

А	Б	В

Ответ:

2.21. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости вагона от времени в течение четырех промежутков времени при его прямолинейном движении. Укажите цифрой(-ами) номер(-а) участка(-ов) движения, на котором(-ых) суммарная сила, действующая на вагон со стороны других тел, равна нулю. Если участков более одного, то цифры записываются в ответ без пробелов.



Ответ: _____.

2.22. Когда лифт находится в состоянии покоя, к пружине жесткостью 40 Н/м подвешивают груз массой 200 г. Какова деформация пружины в интервале времени, равном 5 с, когда лифт движется с постоянной скоростью 3 м/с вверх?

Ответ: _____ см.

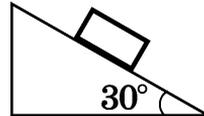
2.23. Поставьте в соответствие расположение магнита и утверждения о равнодействующей сил, действующих на магнит.

А) магнит прилип к вертикальной стенке холодильника в кухне квартиры	1) равнодействующая всех сил равна нулю
Б) магнит прилип к вертикальной стене вагона, движущегося с постоянной скоростью по прямолинейному участку путей	2) равнодействующая всех сил не равна нулю и направлена вниз
	3) равнодействующая всех сил не равна нулю и направлена по ходу движения
	4) равнодействующая всех сил не равна нулю и направлена против хода движения

А	Б

Ответ:

2.24. Брусок массой 0,2 кг покоится на наклонной плоскости (рис.). Коэффициент трения между поверхностями бруска и плоскости равен 0,6. Чему равна сила трения бруска о плоскость?



Ответ: _____ Н.

Задания, требующие развернутого ответа

2.25. На наклонной плоскости с углом наклона 30° покоится брусок с привязанной нитью. При какой силе натяжения нити брусок сдвинется с места, если потянуть за нить вниз так, что она будет параллельна плоскости? Масса бруска 0,5 кг, коэффициент трения скольжения бруска о плоскость равен 0,7.

Второй закон Ньютона

Задания, требующие получения числового ответа

2.26. Выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Ускорение тела при прямолинейном движении сонаправлено со скоростью тела.
- 2) При равномерном движении по окружности равнодействующая всех сил направлена в центр окружности.
- 3) Равнодействующая сила всегда перпендикулярна скорости тела.
- 4) Равнодействующая сила всегда сонаправлена с ускорением тела.
- 5) Для расчета модуля ускорения при известном модуле равнодействующей силы достаточно знать ее массу.

Ответ: _____.

2.27. На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?



Ответ: _____.

2.28. От однородного пластилинового куба с ребром 4 см отрезают кубик с ребром 1 см. Во сколько раз масса исходного куба больше массы отрезанного?

Ответ: в _____ раз.

2.29. Брусек начинает двигаться по наклонной доске, нижний конец которой упирается в стол, и движется от одного до другого конца доски. Затем угол между столом и до-

ской увеличивают и отпускают брусок из той же точки доски. Как изменятся при этом следующие величины: равнодействующая всех сил, время скольжения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

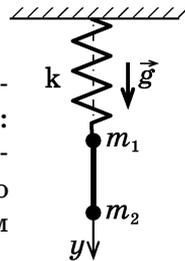
- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

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

Равнодействующая всех сил	Время скольжения

Задания, требующие развернутого ответа

- 2.30.** К нижнему концу легкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой $m_1 = 0,5$ кг и нижний массой $m_2 = 0,2$ кг (рис.). Нить, соединяющую грузы, пережигают. С каким ускорением начнет двигаться верхний груз?



- 2.31.** На столе закреплена доска длиной $l = 0,9$ м. На доске у ее левого торца лежит небольшой брусок. Коэффициент трения скольжения бруска о доску $\mu = 0,5$. Какую минимальную скорость v_0 нужно сообщить бруску, чтобы он соскользнул с правого торца доски? Считать $g = 10$ м/с².
- 2.32.** К концам невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный легкий блок без трения в оси, подвешены грузы массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 0,3$ кг. Чему равно ускорение, с которым движется второй груз?
- 2.33.** Грузовой автомобиль с двумя ведущими осями массой $M = 3$ т тянет за нерастяжимый трос вверх по уклону легковой автомобиль, масса которого $m = 1$ т и у которо-

го выключен двигатель. С каким максимальным ускорением могут двигаться автомобили, если угол наклона составляет $\alpha = \arcsin 0,1$, а коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой $\mu = 0,4$? Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебречь. Массой колес пренебречь.

- 2.34.** Масса планеты составляет 0,2 от массы Земли, диаметр планеты втрое меньше, чем диаметр Земли. Чему равно отношение периодов обращения искусственных спутников планеты и Земли $\frac{T_{\text{П}}}{T_3}$, двигающихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

Третий закон Ньютона

Задания, требующие получения числового ответа

- 2.35.** Выберите два верных утверждения о силах, действующих между тремя телами, согласно законам Ньютона.
- 1) Если сила тяжести яблока равна 2 Н, то яблоко притягивает Землю с силой 2 Н.
 - 2) Если яблоко покоится относительно поверхности Земли, то сила тяжести яблока в 2 Н уравновешена силой притяжения Земли яблоком.
 - 3) Если яблоко покоится на поверхности Земли, то сила тяжести яблока в 2 Н уравновешена силой реакции поверхности Земли.
 - 4) Если яблоко покоится относительно весов, то сила тяжести яблока в 2 Н всегда уравновешена силой реакции весов.
 - 5) Если на яблоко действует сила тяжести 2 Н и оно покоится относительно весов, то вес тела тоже обязательно равен 2 Н.

Ответ: _____.

2.36. Двое учеников, стоя на роликовых коньках, держатся за одну веревку, протянутую между ними. Когда они начинают вдвоем вытягивать веревку, первый начинает двигаться с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$. С каким ускорением движется второй, если его масса в 2 раза меньше? Силой трения между роликами коньков и землей можно пренебречь.

Ответ: _____ м/с^2 .

2.37. Чему равен вес груза массой 10 кг, движущегося в лифте вверх с ускорением 2 м/с^2 , направленным вниз?

Ответ: _____ Н.

Задания, требующие развернутого ответа

2.38. Автомобиль движется по выпуклому мосту, имеющему форму дуги окружности. При каком значении радиуса R этой окружности водитель испытает состояние невесомости в верхней точке моста, если, доехав до этой точки, он разгонит автомобиль до скорости, равной по модулю 72 км/ч ? Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Тема 3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

Импульс тела и его изменение.

Импульс системы тел и его сохранение

Задания на получение числового ответа и установление соответствия

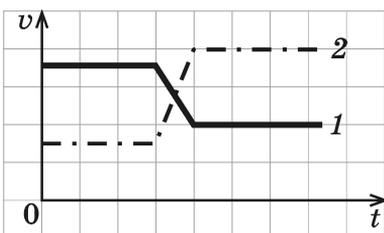
3.1. Движение тела массой 3 кг описывается уравнением $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 3 \text{ м}$, $B = 4 \text{ м/с}$, $C = 2 \text{ м/с}^2$. Чему равна проекция импульса тела на ось Ox в момент времени $t = 3 \text{ с}$?

Ответ: _____ $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

3.2. Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов равны соответственно $3 \cdot 10^{-2}$ кг · м/с и $4 \cdot 10^{-2}$ кг · м/с. Столкнувшись, шарики слипаются. Чему равен модуль импульса слипшихся шариков?

Ответ: _____ кг · м/с.

3.3. На рисунке изображены графики изменения скорости двух взаимодействующих тележек разной массы (одна тележка догоняет и толкает другую). Выберите два верных утверждения, которые можно сделать на основании этого графика.



- 1) Тележка 1 догоняет тележку 2.
- 2) Тележка 2 догоняет тележку 1.
- 3) Масса тележки 1 больше массы тележки 2 в 1,67 раза.
- 4) Отношение масс тележек равно примерно 2,3.
- 5) Масса тележки 1 меньше массы тележки 2 примерно в 2 раза.

Ответ: _____.

3.4. Сани массой m_1 скользят по гладкому льду со скоростью v_1 . На них перпендикулярно направлению движения прыгает человек массой m_2 с горизонтальной скоростью v_2 . Установите соответствие между модулями физических величин и формулами для их вычисления.

А) импульс саней с человеком Б) скорость саней с человеком	1) $m_1 v_1 + m_2 v_2$ 2) $\sqrt{m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2}$
---	---

	<p>3) $\frac{\sqrt{m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2}}{(m_1 + m_2)}$</p> <p>4) $\frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)}$</p>
--	--

А	Б

Ответ:

- 3.5. Школьник массой 50 кг, стоя на очень гладком льду, бросает ядро массой 10 кг под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с. Какую скорость приобретет школьник?

Ответ: _____ м/с.

Задания, требующие развернутого ответа

- 3.6. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна $v_0 = 200$ м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка, массы которых относятся как 1 : 4. Осколок меньшей массы полетел горизонтально со скоростью $v_1 = 100$ м/с. На каком расстоянии от точки выстрела упадет второй осколок? Считать поверхность Земли плоской и горизонтальной. Сопротивление воздуха не учитывать.

Работа и мощность силы

Задания на получение числового ответа и установление соответствия

- 3.7. Тело массой 10 кг равномерно поднимают с поверхности земли на 0,5 м. Чему при этом равна работа силы тяжести?

Ответ: _____ Дж.

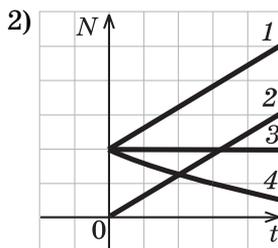
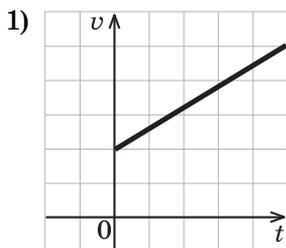
3.8. В таблице показаны работа силы и время, в течение которого совершена эта работа, для каждой из четырех сил.

Сила №	1	2	3	4
Работа силы	0,001 Дж	0,02 Дж	0,2 Дж	0,0002 Дж
Время действия силы	0,02 с	0,002 с	4 с	0,0004 с

Укажите номер силы, значение мощности которой максимально.

Ответ: _____.

3.9. Модуль скорости тела, движущегося под действием постоянной силы по прямой, изменяется в соответствии с графиком (на рис. 1). Какой из графиков на рисунке 2 правильно отражает зависимость мощности этой силы от времени?



Ответ: _____.

3.10. Тело массой m скользит по горизонтальной шероховатой поверхности. Коэффициент трения между телом и поверхностью μ . Начальная скорость движения тела равна v . Поставьте в соответствие силу и формулу для вычисления мощности силы в начальный момент времени.

А) сила трения	1) 0
Б) сила нормальной реакции опоры	2) mgv
	3) μmgv
	4) $-\mu mgv$

А	Б

Ответ:

- 3.11. Подъемный кран равномерно поднимает тело массой 20 кг на высоту $h = 10$ м за время $t = 20$ с. Чему равна мощность силы натяжения троса, к которому прицеплено тело?

Ответ: _____ Вт.

Кинетическая энергия и теорема об изменении кинетической энергии

Задания на получение числового ответа и установление соответствия

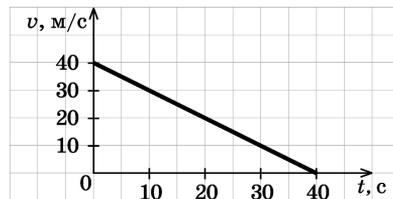
- 3.12. Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется равномерно по мосту на высоте 5 м над землей. Скорость автомобиля равна 5 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ Дж.

- 3.13. Кинетическая энергия тела заданной массы увеличилась в 9 раз. Чему равно отношение конечной и начальной скоростей?

Ответ: _____.

- 3.14. Скорость автомобиля массой 1000 кг при торможении изменяется в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Чему равна кинетическая энергия автомобиля через 20 с после начала торможения?



Ответ: _____ кДж.

- 3.15. Модуль работы силы тяжести при движении тела вниз по наклонной плоскости из состояния покоя составил в конце плоскости 10 Дж. Модуль работы силы трения 8 Дж. Чему равна кинетическая энергия тела в конце плоскости, если на тело, кроме Земли и плоскости, другие тела не действовали?

Ответ: _____ Дж.

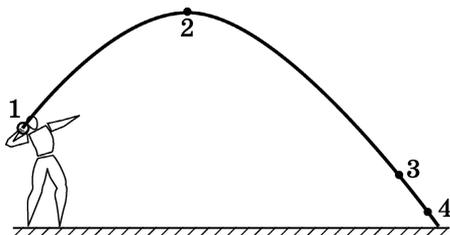
Потенциальная энергия

Задания на получение числового ответа и установление соответствия

- 3.16. Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется равномерно по мосту на высоте 5 м над землей. Скорость автомобиля равна 5 м/с. Чему равна потенциальная энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

- 3.17. На рисунке представлена траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту. В какой из четырех точек, отмеченных на траектории, потенциальная энергия тела имеет максимальное значение?



Ответ: _____.

- 3.18. С балкона высотой 4 м упал камень массой $m = 0,5$ кг. Чему равен модуль изменения потенциальной энергии камня? Считать $g = 10$ м/с².

Ответ: _____ Дж.

- 3.19. Пружина с жесткостью 40 Н/м имеет длину 4 см. Ее растягивают до 6 см. Чему равна потенциальная энергия растянутой пружины?

Ответ: _____ Дж.

3.20. Деформация упруго деформированного тела уменьшилась в $\sqrt{2}$ раз. Чему равно отношение потенциальной энергии деформации тела в конечном и начальном состояниях?

Ответ: _____.

3.21. На вертикальную недеформированную пружину высотой H и жесткостью k , стоящую на полу, аккуратно положили груз массой m . Установите соответствие между видами потенциальной энергии системы и формулами для ее вычисления. Потенциальную энергию груза отсчитывать от пола.

А) потенциальная энергия пружины в конечном состоянии	1) mgH
Б) потенциальная энергия системы «груз + пружина» в конечном состоянии	2) $\frac{kH^2}{2}$
	3) $\frac{(mg)^2}{2k}$
	4) $mgH - \frac{(mg)^2}{2k}$

А	Б

Ответ:

Закон сохранения и изменения механической энергии

Задания на получение числового ответа и установление соответствия

3.22. Выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Законы сохранения импульса и энергии выполняются только в инерциальных системах отсчета.
- 2) Изменение кинетической энергии равно работе всех сил, действующих на тело.

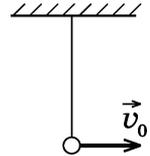
- 3) Работа силы трения всегда отрицательна.
- 4) Закон сохранения импульса можно применить для разрыва снаряда, так как внешние силы конечны, а время разрыва мало.
- 5) Закон сохранения энергии для системы тел верен, если работа всех непотенциальных сил, включая внутреннюю, равна нулю.

Ответ: _____.

3.23. Камень брошен вертикально вверх. В момент броска он имел кинетическую энергию 20 Дж. Какую потенциальную энергию будет иметь камень в верхней точке траектории относительно уровня, с которого он был брошен? Сопротивлением воздуха пренебречь.

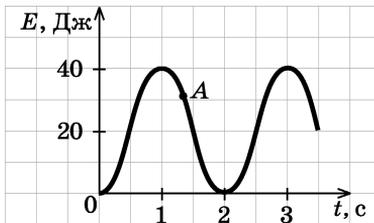
Ответ: _____ Дж.

3.24. Шарику на длинной нити, находящемуся в положении равновесия, сообщили горизонтальную скорость $v_0 = 2$ м/с (рис.). На какую высоту поднимется шарик?



Ответ: _____ м.

3.25. На рисунке представлен график изменения со временем потенциальной энергии ребенка на качелях относительно нижней точки траектории. В момент, обозначенный на графике точкой *A*, его кинетическая энергия относительно поверхности Земли равна



Ответ: _____ Дж.