



Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических
измерений»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
обучающимся
по организации самостоятельной
подготовки к ЕГЭ 2023 года**

ФИЗИКА

Москва, 2023

Автор-составитель: М.Ю. Демидова

Методические рекомендации предназначены для обучающихся 11 классов, планирующих сдавать ЕГЭ 2023 г. по физике. Методические рекомендации содержат советы разработчиков контрольных измерительных материалов ЕГЭ и полезную информацию для организации индивидуальной подготовки к ЕГЭ. В рекомендациях указаны темы, на освоение/повторение которых целесообразно обратить особое внимание. Рассмотрены новые типы заданий, включённых в контрольные измерительные материалы ЕГЭ 2023 г., и даны рекомендации по их выполнению. Также приведены тренировочные задания новых типов, ответы на них и критерии оценивания.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Особенности выполнения заданий по разным разделам курса физики	
Задания 1–6 по механике.....	4
Задания 7–11 по молекулярной физике	5
Задания 12–17 по электродинамике	6
Задания 18 и 19 по квантовой физике.....	7
Задания 20 и 21.....	8
Задания 22 и 23.....	8
Задания 24–30.....	9
Особенности выполнения заданий разных форм	13

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 30 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 23 задания с кратким ответом: предлагается 6 заданий по механике, 5 заданий по молекулярной физике, 6 заданий по электродинамике и 2 задания по квантовой физике. В конце первой части имеются 2 задания интегрированного характера и 2 задания на проверку умений снимать показания приборов и выбирать оборудование для проведения опыта. Часть 2 содержит 7 заданий с развёрнутым ответом, в которых необходимо представить решение задачи или ответ в виде объяснения с опорой на изученные явления или законы.

Особенности выполнения заданий по разным разделам курса физики

Задания 1–6 по механике

В механике нужно обратить внимание на работу с графиками. В заданиях линии 1 требуется определение проекции скорости тела по графику зависимости координаты от времени (см. пример на рис. 1) и проекции ускорения по графику зависимости проекции скорости от времени (см. пример на рис. 2). В заданиях линии 2 для расчёта искомых величин нужно уметь анализировать графики зависимости силы трения от силы нормального давления, силы упругости от удлинения, ускорения тела от приложенной силы. В заданиях линии 4 – анализировать характер движения тел, определять скорость, место встречи и т.п. (см. пример на рис. 3). В заданиях линии 6 по предложенному графику зависимости координаты от времени для равноускоренного движения нужно узнавать вид графика для зависимостей проекции на ось Ox и модуля скорости, проекции и модуля ускорения, пути, перемещения, кинетической энергии тела от времени.

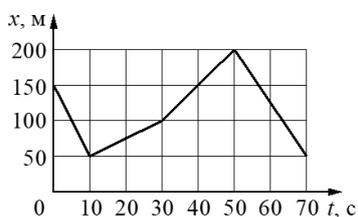


Рис. 1

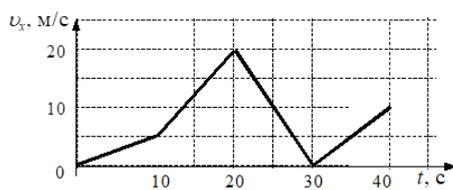


Рис. 2

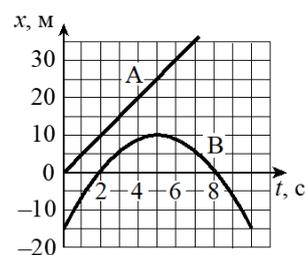


Рис. 3

При повторении механических колебаний важно остановиться на заданиях, в которых используются формулы для гармонических колебаний (см. пример 1) и таблицы с представлением зависимости координаты колеблющегося тела от времени (см. пример 2).

Пример 1

Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$,

потенциальная энергия маятника уменьшится вдвое?

Ответ: 0,125 с.

Поскольку потенциальная энергия маятника зависит от x^2 , то уменьшение в 2 раза будет соответствовать уменьшению x в $\sqrt{2}$. Следовательно, в этот момент времени $\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = \frac{\pi}{4}$. Отсюда момент времени равен 0,125 с.

Пример 2

Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён горизонтальной пружиной с вертикальной стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось Ox . В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
$x, см$	4,0	2,8	0,0	-2,8	-4,0	-2,8	0,0

- 1) В момент времени 0,8 с ускорение груза максимально.
- 2) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 0,8 с меньше, чем в момент времени 1,2 с.
- 3) Частота колебаний груза равна 1 Гц.
- 4) Период колебаний груза равен 1,6 с.
- 5) В момент времени 1,2 с потенциальная энергия пружины минимальна.

Ответ: _____145_____.

В приведённой таблице отражён неполный период колебаний, и нужно понять, что период колебаний составляет 1,6 с, мысленно «продлив» таблицу. Кроме того, нужно помнить, что тело достигает максимального ускорения при амплитудном значении координаты, а при прохождении положения равновесия скорость тела максимальна, а ускорение минимально.

Задания 7–11 по молекулярной физике

При выполнении заданий базового уровня по молекулярной физике нужно внимательно анализировать предлагаемую ситуацию. Прежде чем применять для расчёта ту или иную формулу, нужно выделить условия её применения (см. пример 3).

Пример 3

Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится неон, в другой – аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул неона к концентрации молекул аргона в равновесном состоянии.

Ответ: _____1_____.

В равновесном состоянии поршень находится в покое, следовательно, давления неона и аргона одинаковы. Поскольку $p = nkT$, а температуры газов одинаковы, значит, и концентрации их одинаковы.

Традиционно сложной является тема «Насыщенные и ненасыщенные пары». Нужно помнить, что давление насыщенного водяного пара при температуре 100 °С равно нормальному атмосферному давлению – 100 кПа, а относительная влажность воздуха не может быть больше 100%; при относительной влажности воздуха, равной 100 %, водяной пар в атмосфере становится насыщенным.

Пример 4

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 40%. Во сколько раз необходимо уменьшить объём сосуда, чтобы водяной пар в нём стал насыщенным?

Первоначально пар в сосуде ненасыщенный. При уменьшении объёма сосуда давление пара и относительная влажность воздуха будут увеличиваться до тех пор, пока пар не станет насыщенным, а относительная влажность – равной 100%. Таким образом, объём нужно уменьшить в 2,5 раза.

Задания линии 10 – это интегрированный анализ какого-либо процесса, представленного в виде описания, графика или таблицы. Здесь сначала нужно рассмотреть особенности протекания процесса в целом, а затем уже анализировать каждое из предложенных в задании утверждений. Этот тезис хорошо иллюстрирует выполнение задания, приведённого ниже.

Пример 5

В жёстком герметичном сосуде объёмом 1 м^3 при температуре 289 К длительное время находился влажный воздух и 10 г воды. Сосуд медленно нагрели до температуры 298 К . Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 23°C влажность воздуха в сосуде была равна 48,5%.
- 2) В течение всего опыта в сосуде находилась вода в жидком состоянии.
- 3) Так как объём сосуда не изменялся, давление влажного воздуха увеличивалось пропорционально его температуре.
- 4) В начальном состоянии при температуре 289 К пар в сосуде был насыщенным.
- 5) Парциальное давление сухого воздуха в сосуде не изменялось.

Ответ: _____ 24 _____.

Здесь при температуре 289 К (16°C) в сосуде находился насыщенный водяной пар ($13,6 \text{ г}$) и вода. По мере нагревания вода испарялась; при температуре 298 К (25°C) смогло испариться $9,4 \text{ г}$ воды, так как максимально в сосуде могло содержаться в виде насыщенного пара 23 г . Следовательно, в сосуде ещё оставалась вода в жидком состоянии. Значит, по мере нагревания пар всегда оставался насыщенным, а давление влажного воздуха увеличивалось не только за счёт повышения температуры, но и за счёт увеличения концентрации молекул воды.

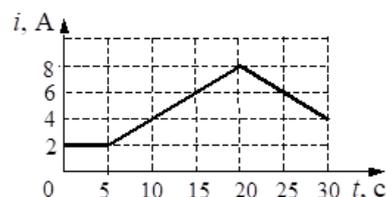
Задания 12–17 по электродинамике

При повторении материала по теме «Постоянный ток» следует остановиться на заданиях, в которых требуется определить силу тока по графику зависимости заряда, протекающего по проводнику от времени, определить заряд, протекающий по проводнику, по графику зависимости силы тока от времени (см. пример б), а также определить общее сопротивление участка цепи и применить закон Ома для участка цепи для анализа распределения токов и напряжений (см. пример 7).

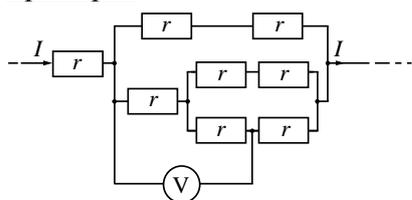
Пример б

На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за $\Delta t = 30 \text{ с}$.

Ответ: _____ 145 _____ Кл.



Пример 7



Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 8 \text{ А}$ (см. рисунок). Какое напряжение показывает вольтметр? Вольтметр считать идеальным.
 Ответ: 6 В.

Поскольку общее сопротивление участка с параллельным соединением резисторов на нижней ветви равно r , то ток, равный 8 А , поровну распределится между верхней и нижней ветвями, а затем в нижней ветви ещё раз поровну распределится между следующим блоком параллельно соединённых резисторов.

В заданиях на анализ изменения величин в процессах особого внимания требуют следующие ситуации: изменение параметров конденсатора при изменении расстояния между пластинами, площади пластин или заполнении конденсатора диэлектриком как в случае подключённого к источнику конденсатора, так и в случае заряженного и отключённого от источника; движение заряженных частиц в магнитном поле (особенно изменение периода и частоты обращения частицы); анализ изменения скорости света, частоты и длины волны при его преломлении на границе раздела двух сред.

Задания 18 и 19 по квантовой физике

Повторяя закон радиоактивного распада, нужно рассмотреть и те задания, в которых спрашивается о числе распавшихся, а не оставшихся нераспавшимися ядер, а также задания, в которых рассматривается формула для закона радиоактивного распада в общем виде.

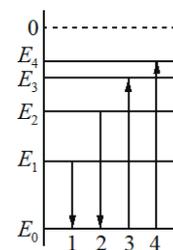
Пример 8

Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0,05 \text{ с}^{-1}$. Каков период полураспада ядер?
 Ответ: 20 с.

Традиционно вызывают сложности задания на применение постулатов Бора с использованием диаграммы энергетических уровней атома (см. пример ниже).

Пример 9

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с излучением света с наибольшей длиной волны и поглощением света с наименьшей энергией?



Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- | | |
|--|------|
| А) излучение света с наибольшей длиной волны | 1) 1 |
| Б) поглощение света с наименьшей энергией | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б
1	3

Здесь нужно повторить формулу для энергии кванта, характеризующейся через длину волны $E = \frac{hc}{\lambda}$, и помнить, что кванты с минимальной длиной волны имеют максимальную энергию.

Задания 20 и 21

На линии 20 предлагаются задания базового уровня сложности интегрированного характера, для выполнения которых необходимо привлекать знания из всех разделов курса физики. Здесь требуется выбрать все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях из пяти предложенных. Во всех заданиях этой линии утверждения относятся к разным разделам курса физики: № 1 – к механике, № 2 – к молекулярной физике, № 3 и № 4 – к электродинамике и № 5 – к квантовой физике. Как правило, два-три утверждения описывают формулы и два-три утверждения посвящены основным постулатам, принципам и свойствам процессов и явлений.

Для выполнения задания необходимо хорошо ориентироваться в формулировках всех законов и закономерностей, указанных в кодификаторе ЕГЭ, и знать основные свойства явлений и процессов, изученных в курсе физики. Залогом успешного выполнения задания служат прочные теоретические знания по основным элементам всех разделов курса базового уровня.

Анализ результатов прошлого года показывает, что выпускникам требуется повторение следующих теоретических вопросов: независимость силы трения от площади опоры тела, определение насыщенного и ненасыщенного пара, потенциальность электростатического поля, условия протекания электрического тока в металлах, электролитах и газах, условия наблюдения электростатической индукции и поляризации, полного внутреннего отражения света, интерференции и дифракции электромагнитных волн, линейчатого спектра; формулировка законов фотоэффекта.

В заданиях линии 21 необходимо установить соответствие между зависимостями физических величин и схематичными видами графиков. Здесь предлагаются три зависимости из разных разделов курса физики, например: из механики, молекулярной физики и электродинамики или из механики, электродинамики и квантовой физики. Все зависимости, используемые в текстах заданий, соответствуют законам и формулам, представленным в кодификаторе ЕГЭ. Во всех утверждениях, если это необходимо, оговаривается, зависимость каких величин обсуждается, а какие величины остаются неизменными.

Залог успешного выполнения задания – знание всех законов и формул из кодификатора и умение представлять их в графическом виде. Обратите внимание на график зависимости $y \sim \sqrt{x}$, который характерен для формул определения периодов и частоты колебаний маятников и колебательного контура; не путайте график зависимости $y \sim \frac{1}{x^2}$ (например, для зависимости силы Кулона или силы гравитационного притяжения тел от расстояния между ними) с графиком гиперболы $y \sim \frac{1}{x}$; повторите графики зависимостей из квантовой физики (например: зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, вылетающих с поверхности катода, от частоты падающего электромагнитного излучения и зависимость импульса фотона от длины волны).

Задания 22 и 23

Задания линий 22 и 23 проверяют методологические умения на базовом уровне: запись показаний приборов с учётом абсолютной погрешности измерения и выбор оборудования для проверки заданной гипотезы. Эти задания, как правило, не вызывают затруднений, но рекомендуем повторить метод рядов (см. пример ниже).

Пример 10

Чтобы узнать диаметр медной проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (15 ± 1) мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (0,75 \pm 0,05) мм.

Для определения диаметра проволоки необходимо и измеренное значение (15 мм), и погрешность измерений (1 мм) разделить на число витков (число объектов в ряду).

Задания 24–30

В КИМ предлагается 7 заданий с развёрнутым ответом: 1 качественная задача, 2 двухбалльные расчётные задачи повышенного уровня сложности, 3 трёхбалльные расчётные задачи высокого уровня сложности и расчётная задача по механике на 4 балла.

Решение качественной задачи (линия 24) представляет собой доказательство, в котором присутствует несколько логических шагов. Каждый логический шаг – это описание изменений физических величин (или других характеристик), происходящих в рассматриваемом процессе, и обоснование этих изменений. Обязательно указание на законы, формулы или известные свойства явлений, на основании которых были сделаны заключения о тех или иных изменениях величин или характеристик.

Общий план решения качественных задач состоит из следующих этапов.

1. Работа с текстом задачи (внимательное чтение текста, определение значения всех терминов, встречающихся в условии, краткая запись условия и выделение вопроса).
2. Анализ условия задачи (выделение описанных явлений, процессов, свойств тел и т.п., установление взаимосвязей между ними, уточнение существующих ограничений, т.е. того, чем можно пренебречь).
3. Выделение логических шагов в решении задачи.
4. Осуществление решения:
 - построение объяснения для каждого логического шага;
 - выбор и указание законов, формул и т.п., необходимых для объяснения каждого логического шага.
5. Формулировка ответа и его проверка (при возможности).

При выполнении заданий 25–30 рекомендуется следовать общему алгоритму решения расчётных задач.

1. Прочитать текст задачи и записать краткое условие задачи (краткое условие можно и не записывать, баллы за это не снижаются).
2. Сделать рисунок, если это необходимо для понимания физической ситуации.
3. Определить и записать законы и формулы, необходимые для решения задачи; если какие-нибудь из величин, входящих в систему уравнений, не приведены в кратком условии, то нужно описать их, т.е. указать, что они обозначают.
4. Провести математические преобразования (если преобразования объёмны и их сложно целиком перенести в бланк ответов, то можно отразить только важные логические шаги преобразований).
5. Подставить данные из условия и необходимые справочные данные в конечную формулу и провести расчёты (если задачу проще решить «по действиям», то следует провести промежуточные расчёты и получить промежуточные ответы с указанием единиц измерения).
6. Получить числовой ответ с указанием единиц измерения искомой величины.
7. Проанализировать полученный результат с учётом его физического смысла.

Необходимо учитывать, что в качестве исходных формул принимаются только те, которые указаны в кодификаторе, при этом форма записи формулы значения не имеет. Если при записи формул используются отличные от кодификатора обозначения, то их нужно отдельно оговаривать. Проверьте, чтобы разные величины не обозначались одинаковыми символами.

Следует не только проверять размерность полученной величины по конечной формуле, но и обращать внимание на корректность числового ответа. При его записи допускаются округления с учётом того числа значащих цифр, которые указаны в условии задачи.

В КИМ ЕГЭ 2023 г., как и в прошлом году, на позиции 30 предлагается задача по механике, в которой необходимо сделать обоснование используемых для решения законов и формул. Решение задачи оценивается по двум критериям: критерий 1 – максимально 1 балл за верное обоснование используемых при решении законов; критерий 2 – максимально 3 балла за запись законов и формул, математические преобразования и вычисления.

На линии 30 будут предлагаться следующие типы заданий:

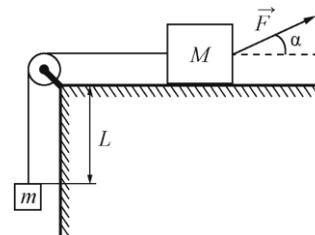
- задачи на применение законов динамики (например, движение связанных тел);
- задачи на применение закона сохранения импульса при неупругом ударе и закона сохранения энергии;
- задачи по статике.

Рассмотрим на примерах требования к обоснованию для каждого из этих типов задач.

Для задач на движение связанных тел целесообразно сначала сделать рисунок с указанием всех сил, действующих на тела, чтобы лучше ориентироваться в условии задачи. Пункты обоснования следующие: выбор ИСО; использование модели материальных точек; условие, что для невесомой нити и идеальных блоков силы натяжения нити, действующие на связанные тела, можно считать одинаковыми; условие нерастяжимости нити, которое приводит к равенству ускорений связанных тел. Пример такой задачи с обоснованием приведён ниже.

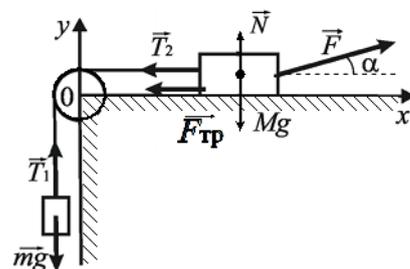
Пример 11

На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила \vec{F} , направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз находился на расстоянии $L = 32$ см от края стола. Какую скорость V будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,3$? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом.
2. При нахождении ускорений тел будем применять второй закон Ньютона, сформулированный для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно.



3. Так как нить нерастяжима, ускорения бруска и груза равны по модулю: $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$.
4. Так как блок и нить невесома и трения в блоке нет, силы натяжения нити, действующие на груз и брусок, одинаковы по модулю: $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

Для задач на законы сохранения импульса и сохранения энергии необходимо в обосновании указать выбор ИСО; использование модели материальных точек; а затем условия применимости закона сохранения импульса и энергии. Для закона сохранения импульса могут рассматриваться два случая:

- а) действием внешних сил можно пренебречь в силу краткости времени их действия (как при разрыве снаряда);
- б) проекции внешних сил на выбранную ось равны нулю и, следовательно, сохраняется проекция импульса на эту ось.

Для закона сохранения механической энергии необходимо отметить, что либо все действующие силы потенциальны, либо выполняется условие равенства нулю их работы. Пример такого обоснования приведён ниже.

Пример 12

Снаряд массой 2 кг разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка – 100 м/с. Найдите величину ΔE . Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

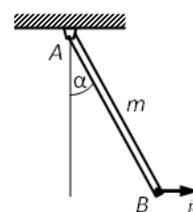
Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли.
2. Будем считать все тела материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежём.
3. Поскольку время разрыва снаряда мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.
4. Так как при решении задачи мы пренебрегаем силой трения, то можно использовать закон сохранения энергии для снаряда с учётом энергии разрыва.

Для заданий по статике в обосновании должны быть отражены следующие пункты: выбор ИСО; использование модели абсолютно твёрдого тела; равенство нулю векторной суммы действующих на тело сил, если тело находится в покое относительно поступательного движения; равенство нулю суммы моментов сил, если тело не вращается.

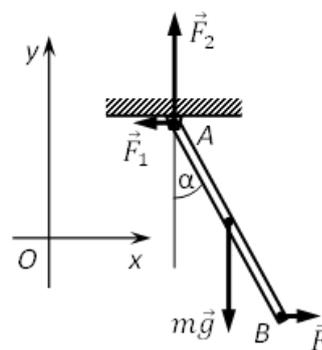
Пример 13

Однородный стержень АВ постоянного поперечного сечения прикреплен верхним концом к шарниру, в котором он может без трения поворачиваться в плоскости рисунка. Масса стержня $m = 1$ кг. Если к нижнему концу стержня приложена в плоскости рисунка постоянная горизонтальная сила \vec{F} , то в равновесии стержень образует с вертикалью угол α ($\operatorname{tg} \alpha = 0,8$). Чему равен модуль силы, с которой стержень действует в равновесии на шарнир? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень АВ. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной.
2. Стержень будем считать абсолютно твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку A.
3. Так как тело находится в покое относительно поступательного движения, то справедливо равенство нулю суммы сил, приложенных к телу.
4. Так как тело не вращается, то выполняется условие – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси, проходящей через точку A.
5. Согласно третьему закону Ньютона сила, с которой стержень действует на шарнир, равна по модулю и направлена противоположно силе, с которой шарнир действует на стержень: $\vec{F}_{\text{шс}} = -\vec{F}_{\text{сш}}$.



Обратите внимание на то, что в задачах линии 30 решение следует начинать с рисунка, на котором указываются все силы, действующие на тело. Если в условии задачи есть указание на то, что нужно сделать рисунок, то его наличие и правильность будет оцениваться. Однако оценивание рисунка входит в критерий 2.

Особенности выполнения заданий разных форм

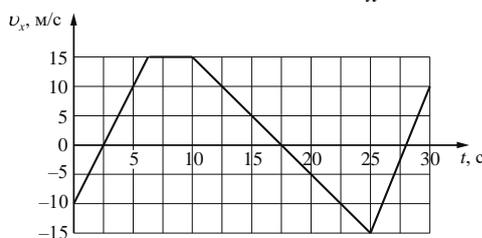
В начале варианта приведены справочные данные: константы и все необходимые справочные величины для выполнения работы. Все ответы в заданиях первой части работы соответствуют расчётам с использованием именно тех значений констант, которые приведены в начале варианта. Поэтому не забывайте использовать предложенные справочные данные, это поможет избежать лишних сложностей при записи ответов.

В первой части работы содержатся 10 заданий с кратким ответом, в которых необходимо, как правило, провести несложные расчёты и ответ записать в виде числа. Записать полученное значение физической величины нужно с учётом указанных единиц измерения. Они указаны после слова «Ответ». Поэтому после расчётов нужно обязательно проверить не только число, но и единицы измерения.

Для таких заданий все расчёты дают либо целое число, либо конечную десятичную дробь, если были использованы значения констант из справочных данных в начале варианта. Приближенные вычисления в этих заданиях не используются. Следует обратить внимание на то, что в задании 1 возможен ответ в виде отрицательного числа (как в примере 14), а также на перевод полученного значения величины в те единицы, которые указаны после слова «Ответ» (см. пример 15).

Пример 14

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



Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 10 до 25 с.

Ответ: _____ -2 _____ м/с².

Пример 15

Два одинаковых точечных заряда, модуль которых $|q| = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы, с которой первый заряд действует на второй.

Ответ: _____ 0,4 _____ мкН.

В заданиях 4, 10, 15 и 20 на выбор всех верных ответов из пяти предложенных утверждений необходимо найти верное объяснение описанным явлениям или процессам или сделать выводы по результатам представленного исследования (см. пример 16). В тематических заданиях каждое из утверждений описывает отдельное свойство процесса или требует рассчитать значение физической величины, описывающей процесс. В задании 20 утверждения представляют собой теоретические положения из разных разделов курса физики.

Во всех заданиях с множественным выбором верных ответов может быть два или три. Поэтому необходимо внимательно прочитать все предложенные утверждения и для каждого из них проверить его соответствие предложенным условиям. За выполнение задания можно максимально получить 2 балла. При этом если один из элементов ответа указан неверно, или указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами, или не записан один элемент ответа, то задание будет оценено 1 баллом. Цифры в ответе можно записывать в любом порядке: в задании из примера 8 – «12» или «21».

Пример 16

Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. Перегородка может пропускать атомы гелия и является непроницаемой для атомов аргона. Вначале в левой части сосуда содержится 8 г гелия, а в правой – 1 моль аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите все верные утверждения, описывающие состояние газов после установления равновесия в системе. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.
- 2) Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова.
- 3) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части.
- 4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.
- 5) Давление в обеих частях сосуда одинаково.

Ответ: _____12_____ .

Задания 5 и 16, а также 11 и 21 проверяют умение анализировать различные физические процессы и определять изменение физических величин, которые характеризуют данный процесс. Здесь необходимо внимательно прочитать условие, проанализировать особенности описанного процесса, вспомнить формулы для расчёта указанных величин и определить изменение этих величин. Обратите внимание на то, что некоторые из предложенных величин в процессах могут оставаться неизменными (см. пример 17), и на то, что цифры в ответе могут повторяться.

Пример 17

Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его кинетическая энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ускорение камня	Кинетическая энергия камня
3	2

На позициях 6 и 17, а также 11 и 21 предлагаются задания, в которых необходимо установить соответствие между графиками и физическими величинами, описывающими какой-либо процесс, или между величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Ответы к этим заданиям записываются в виде двух цифр, при этом их порядок важен.

При подготовке к экзаменам рекомендуется для каждой предложенной ситуации строить схематичные графики изменения всех величин, которые характеризуют данный процесс. Например, для движения тела вверх по наклонной плоскости это могут быть графики проекций скоростей на координатные оси выбранной инерциальной системы отсчёта, проекций импульсов, проекций ускорений, координат тела, его потенциальной, кинетической и полной механической энергии.

Тот же подход применим и при освоении заданий на соответствие физических величин и формул для их расчёта. В этом случае необходимо записать все законы и уравнения, описывающие процесс, и получить в общем виде выражения для физических величин, характеризующих процесс. Так, для ситуации из примера 18 могут

использоваться следующие физические величины: сила тока в колебательном контуре, напряжение на обкладках конденсатора, энергия электрического поля конденсатора, энергия магнитного поля катушки.

Пример 18

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- A) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
- Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

- 1) $I \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
- 2) $20 \cdot \sin(5000t)$
- 3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
- 4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

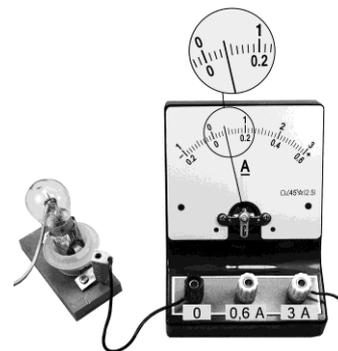
Ответ:

A	Б
1	3

Задание 22 с использованием фотографий или рисунков измерительных приборов направлено на проверку умения записывать показания приборов при измерении физических величин с учётом абсолютной погрешности измерений. Абсолютная погрешность измерений задаётся в тексте задания: либо в виде половины цены деления, либо в виде цены деления. Обратите внимание на подключение амперметров и вольтметров с двумя шкалами (см. пример 19), а также на запись значащих нулей. Например, если стрелка вольтметра указывает на 4 В, а абсолютная погрешность составляет $\pm 0,2$ В, то ответ следует записать в виде $(4,0 \pm 0,2)$ В.

Пример 19

Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (0,4 \pm 0,1) А.

В бланк ответов переносятся только числа без пробелов. При этом не забывайте также записывать в отдельной клетке запятую. Для примера 12 ответ в бланке будет 0,40,1.

При подготовке к экзамену изучите критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом второй части работы. В разделе оценивания на максимальный балл по этим критериям содержатся требования к полному верному ответу, которые нужно соблюдать при оформлении решения задачи.

Обратите внимание на то, что в решении качественной задачи 24 должен быть дан чёткий ответ на вопрос задания, а в объяснении должны содержаться ссылки на используемые явления, правила, законы или формулы (либо в виде названия, либо в виде символической записи). 2 балла за выполнение задания можно получить только в том случае, если сформулирован правильный ответ на вопрос. При этом в объяснении могут содержаться один или несколько недочётов.

Полное верное решение задач 25 и 26 оценивается 2 баллами. Если в решении есть отдельные недостатки, не относящиеся к физическим ошибкам, то работа оценивается 1 баллом. К таким недостаткам относят ошибку в рисунке, отсутствие описания какой-либо вновь введённой физической величины, лишние записи, ошибку в преобразованиях, расчётах или ответе. В случае, если в решении допущена физическая ошибка (например, неверно записана исходная формула), то решение оценивается 0 баллов.

Максимальный балл за выполнение заданий 27, 28 и 29 составляет 3 балла. Если в решении есть отдельные недостатки, не относящиеся к физическим ошибкам (например, ошибка в рисунке, отсутствие описания какой-либо вновь введённой физической величины, лишние записи, ошибка в преобразованиях, расчётах или ответе), то работа оценивается 2 баллами. 1 балл ставится в том случае, если в решении допущена физическая ошибка: одно из необходимых уравнений отсутствует или в нём содержится ошибка, но имеются преобразования с оставшимися правильно записанными уравнениями.

Для задачи 30 используется дополнительный критерий оценивания обоснования (максимально на 1 балл). К обоснованию относятся следующие элементы: выбор инерциальной системы отсчёта, модели материальной точки или абсолютно твёрдого тела и условия использования законов, необходимых для решения задачи. Рисунок, который, как правило, требуется при решении этих задач по механике, оценивается по критерию 2, который аналогичен критерию оценивания задач 27–29.

На экзамене по физике можно пользоваться линейкой и непрограммируемым калькулятором. При помощи линейки проще делать рисунки для заданий с развёрнутым ответом (например: построение изображения в линзе или рисунок с указанием сил, действующих на тела). Калькулятор позволяет существенно сэкономить время при проведении расчётов. Лучше использовать знакомую вам модель непрограммируемого калькулятора, которая позволяет вводить данные в естественном виде.