



ФИПИ

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
обучающимся  
по организации самостоятельной  
подготовки к ЕГЭ 2024 года**

**по ФИЗИКЕ**

Москва, 2024

Автор-составитель: М.Ю. Демидова

Методические рекомендации предназначены для обучающихся 11 классов, планирующих сдавать ЕГЭ 2024 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 2024 г., и даны рекомендации по их выполнению. Также приведены тренировочные задания новых типов, ответы на них и критерии оценивания.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Особенности выполнения заданий по разным разделам курса физики</b> .....	5
<i>Задания 1–6 по разделу «Механика»</i> .....	5
<i>Задания 7–10 по разделу «Молекулярная физика»</i> .....	8
<i>Задания 11–15 по разделу «Электродинамика»</i> .....	9
<i>Задания 16 и 17 по разделу «Квантовая физика»</i> .....	11
<i>Задания 18–20</i> .....	12
<i>Задания 21–26</i> .....	13
<b>Особенности выполнения заданий разных форм</b> .....	18

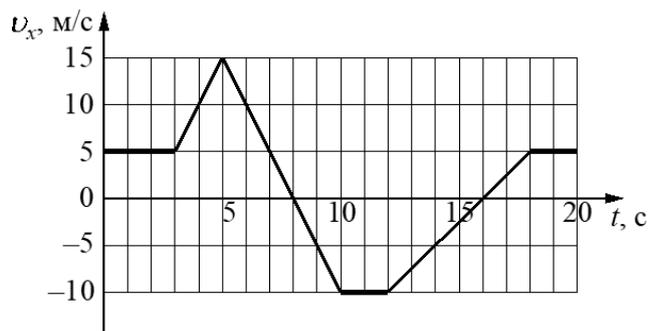
В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом изменена структура КИМ ЕГЭ по физике и обновлён спектр элементов содержания, проверяемых отдельными линиями заданий. Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 26 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 20 заданий с кратким ответом: 6 заданий по механике, 4 задания по молекулярной физике, 5 заданий по электродинамике и 2 задания по квантовой физике. В конце части 1 предлагается задание интегрированного характера на понимание основных теоретических положений и 2 задания на проверку умений снимать показания приборов и выбирать оборудование для проведения опыта. Часть 2 содержит 6 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 разделу «Механика»

По механике в части 1 работы предлагается 4 задания с кратким ответом в виде числа. Как правило, эти задания не представляют особых сложностей для участников экзамена. Но остановимся на трёх моментах, на которые нужно обратить внимание.

Во-первых, это возможность отрицательного ответа при определении проекции ускорения в заданиях линии 1 и определение пройденного пути в тех же заданиях. Рассмотрим для примера график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$  приведённый ниже.



Здесь проекция ускорения будет отрицательна в промежутке времени от 5 до 10 с. В самом задании специально указывается, что ответ нужно записать с учётом знака проекции.

Определение пути сложно в тех случаях, когда график скорости пересекает ось времени, т.е. тело останавливается и начинает двигаться в другую сторону. При определении пути графическим способом нужно чётко понимать, площадь каких треугольников рассматривается. Например, для приведённого выше графика путь, пройденный телом в интервале времени от 5 до 10 с, равен 32,5 м.

Во-вторых, это использование в заданиях лишних данных, т.е. значений тех величин, которые не нужны для ответа на вопрос. Такие задания встречаются на позиции 4 при проверке понимания периода колебаний математического маятника и силы Архимеда (пример 1).

#### Пример 1

Куб из материала плотностью  $3500 \text{ кг/м}^3$  и объёмом  $600 \text{ см}^3$  полностью погружён в воду. Определите силу Архимеда, действующую на куб.

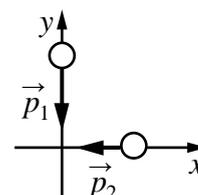
Ответ: \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ Н.

В этом задании плотность материала не используется при определении выталкивающей силы, поскольку необходима плотность воды, которую нужно взять из справочных данных.

И в-третьих, это задания на закон сохранения импульса, в которых ситуация описывается при помощи рисунка (пример 2).

#### Пример 2

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела  $p_1 = 8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ , второго тела  $p_2 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Каков модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



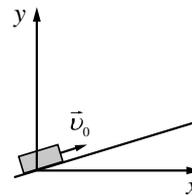
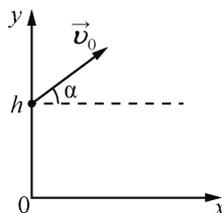
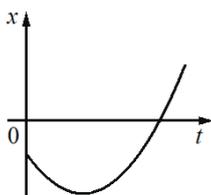
Ответ: \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_  $\text{кг} \cdot \text{м/с}$ .

Здесь необходимо сложить указанные вектора и определить импульс системы тел по теореме Пифагора.

В заданиях на множественный выбор (позиция 5) традиционно особого внимания заслуживают ситуации комплексного анализа колебательных процессов, которые могут описываться как словесно (например, колебания математического маятника с заданным периодом колебаний и начальными условиями), так и в виде таблицы.

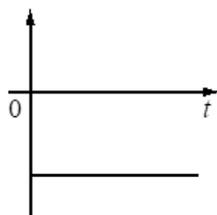
Задания линии 6 – это преимущественно задания на соответствие, в которых для равноускоренного движения или гармонических колебаний нужно установить соответствие между графиками и физическими величинами, которые они описывают. В этом случае нужно помнить, что равноускоренное движение может быть задано различными способами:

- аналитически (например, формулой  $x(t) = 10 + 5t - 2t^2$ ), где все величины выражены в СИ;
- графически (например, показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$  (парабола – левый рисунок, см. ниже));
- посредством описания ситуации и рисунка (например, движение тела вертикально вверх, движение тела, брошенного под углом к горизонту и движение тела по наклонной плоскости – см. рисунки ниже).



Приведём пример возможных графиков зависимости от времени для ситуации движения мячика, брошенного под углом к горизонту (сопротивлением воздуха пренебрегаем):

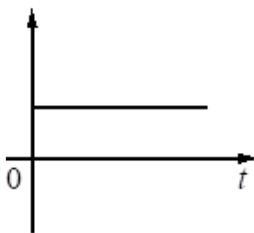
проекция ускорения мячика на ось  $y$  и проекция равнодействующей силы на ось  $y$



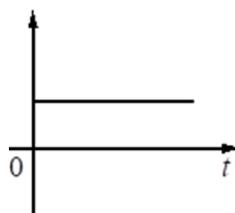
координата  $x$



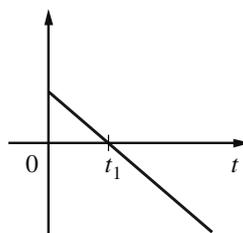
проекция скорости мячика на ось  $x$  и проекция импульса мячика на эту ось



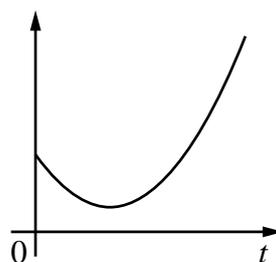
полная механическая энергия мячика



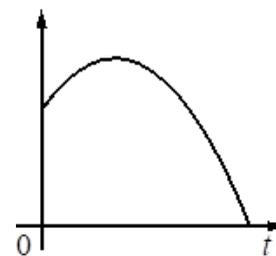
проекция скорости мячика на ось  $y$  и проекция импульса мячика на ось  $y$



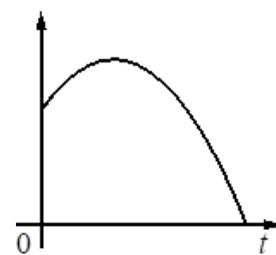
кинетическая энергия мячика



координата  $y$  мячика



потенциальная энергия мячика



### Задания 7–10 по разделу «Молекулярная физика»

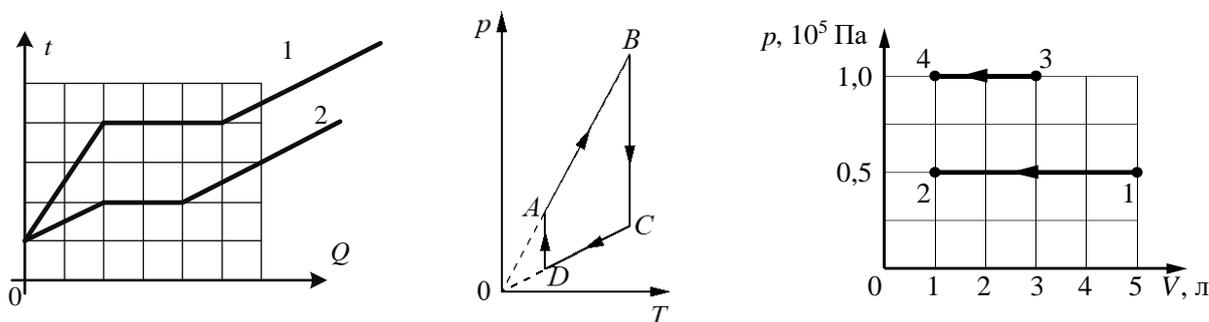
При подготовке к выполнению заданий 7 и 8 по молекулярной физике желательно обратить внимание на задания по применению первого закона термодинамики в тех случаях, когда описывается ситуация уменьшения внутренней энергии (пример 3).

#### Пример 3

Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_ 400 \_\_\_\_\_ Дж.

На позиции 9 в качестве заданий с множественным выбором могут предлагаться различные ситуации для комплексного анализа, которые, как правило, задаются при помощи графиков различных процессов (см. ниже).



При анализе процессов нагревания тел одинаковой массой обратите внимание на сравнение удельных теплоёмкостей и удельной теплоты плавления (парообразования). Например, для процессов, изображённых на левом графике (при условии, что в начале тела находились в твёрдом состоянии), удельная теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии у первого тела в 3 раза меньше, чем у второго, а их удельная теплоёмкость в жидком состоянии одинакова.

Для ситуаций, описываемых средним графиком, нужно уметь определять вид каждого процесса и изменение характеристик (изменение внутренней энергии, совершение работы и сообщение количества теплоты). Например:  $AB$  – изохорное нагревание, работа не совершается, внутренняя энергия увеличивается, газу сообщается некоторое количество теплоты;  $BC$  – изотермическое сжатие, внутренняя энергия газа остаётся неизменной, газ совершает работу и получает некоторое количество теплоты.

Для ситуации, которая описывается правым графиком, нужно уметь сравнить работы, совершаемые в разных процессах (в данном случае работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1–2 и 3–4 одинакова), и изменения давления, объёма, температуры и внутренней энергии в каждом процессе.

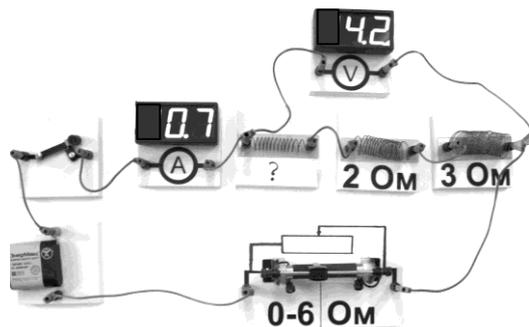
На позиции 10 используются задания на анализ изменения величин, и нужно потренироваться в анализе изменений величин, характеризующих КПД теплового двигателя, анализе изменения величин в изопроцессах и изменения парциального давления при смешивании порций газов.

### Задания 11–15 по разделу «Электродинамика»

При повторении электродинамики обратите внимание на то, что на позиции 11 проверяется не только знание закона Кулона и умение определять силу тока по графику зависимости заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, от времени, но и применение закона Ома для участка цепи. Здесь могут предлагаться разные задания: определение сопротивления по графику зависимости силы тока от напряжения, по таблице зависимости тех же величин и по фотографии электрической цепи (пример 4).

#### Пример 4

На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

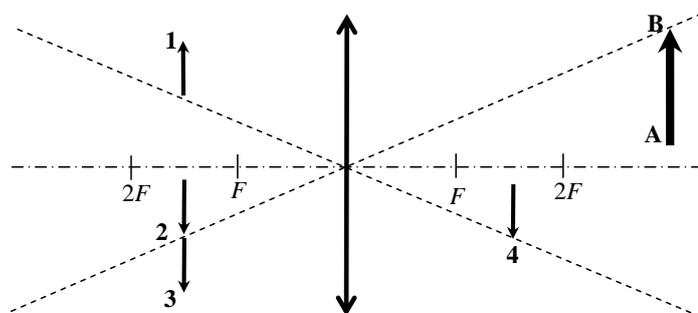
Ответ: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ Ом.

В задании 12 предлагаются задачи на применение всех формул, указанных для этой позиции в спецификации, среди которых нужно проверить себя в знании формул для энергии магнитного поля катушки с током и определении ЭДС самоиндукции в катушке индуктивности.

На позиции 13 используются задания, проверяющие формулу Томсона и оптические явления (отражение света, свойства изображения в зеркале и построение изображения в собирающей линзе). В последнем случае стоит потренироваться в выполнении заданий с ситуациями, где изображение «не привязано» к главной оптической оси (пример 5).

#### Пример 5

Какому из предметов 1–4 соответствует изображение АВ в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: предмету \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_.

Задания на комплексный анализ физических процессов по электродинамике (позиция 14) достаточно разнообразны. Здесь, кроме разнообразных ситуаций, связанных с явлениями действия силы Ампера и проявлениями электромагнитной индукции, нужно повторить вопросы электростатики: взаимодействие точечных заряженных тел, особенности электростатического поля бесконечной заряженной плоскости и электростатического поля плоского конденсатора. В последних ситуациях трудности, как правило, связаны с определением направления напряжённости электрического поля и со сравнением потенциала в различных точках поля.

В заданиях линии 15 на анализ изменения величин в процессах особого внимания требуют следующие ситуации: изменение параметров, характеризующих цепи постоянного тока, при изменении внешнего сопротивления; движение заряженных частиц в магнитном поле (особенно изменение периода и частоты обращения частицы); изменение параметров, характеризующих электромагнитные колебания, при изменении характеристик колебательного контура; анализ изменения скорости света, частоты и длины волны при его преломлении на границе раздела двух сред, направления на главные максимумы при прохождении светом дифракционной решётки.

### Задания 16 и 17 по разделу «Квантовая физика»

По квантовой физике предлагается всего два простых задания. В задании 16 проверяется знание строения атома и ядра. Здесь нужно обратить внимание на задания, в которых используется фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах)

2	II	<b>Li</b> 3 <small>ЛИТИЙ</small> 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>	<b>Be</b> 4 <small>БЕРИЛЛИЙ</small> 9 <sub>100</sub>	5 <small>БОР</small> 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>	<b>B</b>
		<b>Na</b> 11 <small>НАТРИЙ</small> 23 <sub>100</sub>	<b>Mg</b> 12 <small>МАГНИЙ</small> 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13 <small>АЛЮМИНИЙ</small> 27 <sub>100</sub>	<b>Al</b>
4	IV	<b>K</b> 19 <small>КАЛИЙ</small> 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	<b>Ca</b> 20 <small>КАЛЬЦИЙ</small> 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	<b>Sc</b> 21 <small>СКАНДИЙ</small> 45 <sub>100</sub>	
	V	29 <small>МЕДЬ</small> 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	<b>Cu</b> 30 <small>ЦИНК</small> 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31 <small>ГАЛЛИЙ</small> 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>	<b>Ga</b>

распространённость соответствующего изотопа в природе. Прежде чем считать число нейтронов в ядре, нужно определить, какой из изотопов рассматривается.

Для выполнения другой группы заданий необходимо записать описываемый радиоактивный распад и определить искомую величину (пример 6).

#### Пример 6

Ядро платины  ${}^{174}_{78}\text{Pt}$  испытывает  $\alpha$ -распад, при этом образуются  $\alpha$ -частица и ядро химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Определите массовое число  $A$  (в атомных единицах массы) ядра  $X$ .

Ответ: \_\_\_\_\_170\_\_\_\_\_.

На позиции 17 используются или задания на анализ изменения физических величин, либо на понимание явления фотоэффекта, либо на изменение параметров при  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадах, или задания на соответствие, в которых для предложенных ядерных реакций необходимо выделить те, которые являются реакциями  $\alpha$ - и  $\beta$ -распада. Среди заданий на фотоэффект обратите внимание на те, в которых описываются опыты со сменой светофильтров (пример 7).

#### Пример 7

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли напряжение задержания.

Как изменяются частота, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота, соответствующая «красной границе» фотоэффекта	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
3	2

Здесь прежде всего нужно помнить о неизменных величинах (работа выхода, длина волны или частота, соответствующая «красной границе» фотоэффекта) и не ошибаться при определении изменения энергии падающего света. В примере выше синий свет меняется на зелёный, следовательно, энергия падающих фотонов уменьшается, частота их уменьшается, а длина волны увеличивается.

### Задания 18–20

На линии 18 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 разделу «Механика»; № 2 – к разделу «Молекулярная физика»; № 3 и № 4 – к разделу «Электродинамика» и № 5 – к разделу «Квантовая физика». Как правило, два-три утверждения описывают формулы и два-три утверждения посвящены основным постулатам, принципам и свойствам процессов и явлений.

Залогом успешного выполнения задания служат прочные теоретические знания по основным элементам всех разделов курса базового уровня. При подготовке к выполнению этого задания целесообразно ещё раз повторить теорию по таким темам, как «Ток в различных средах», «Электромагнитная индукция», «Физика атомного ядра», «Электромагнитные волны» и обратить внимание на следующие позиции:

- независимость силы трения от площади опоры тела;
- поверхность проводника, находящегося в электростатическом поле, является эквипотенциальной;
- при помещении проводника в электростатическое поле наблюдается явление электростатической индукции;
- условия протекания электрического тока в металлах, электролитах и газах;
- при преломлении света при переходе из одной среды в другую изменяются скорость волны и длина волны, а её частота остаётся неизменной;
- условия наблюдения поляризации, полного внутреннего отражения света, интерференции и дифракции электромагнитных волн, линейчатого спектра;
- формулировка законов фотоэффекта;
- выполнение законов сохранения электрического заряда и импульса при радиоактивном распаде ядер.

Задания линий 19 и 20 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, выполняются достаточно успешно. Единственное исключение – это применение метода рядов при расчёте результатов измерений, когда для получения ответа нужно разделить на число рядов не только измеренное значение величины, но и абсолютную погрешность измерения (пример 8).

#### Пример 8

*При измерении периода колебаний маятника школьник с помощью секундомера измерил время, за которое маятник совершил 15 периодов колебаний. Оно оказалось равным 18 с. Абсолютная погрешность прямого измерения секундомером равна 0,3 с. Чему равен период колебаний маятника?*

*Ответ:* ( \_\_\_\_\_ 1,20 \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ 0,02 \_\_\_\_\_ ) с.

## Задания 21–26

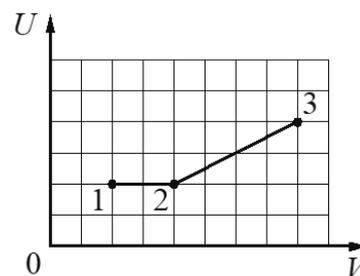
В КИМ предлагается 6 заданий с развёрнутым ответом: одна качественная задача, две двухбалльные расчётные задачи повышенного уровня сложности, две трёхбалльные расчётные задачи высокого уровня сложности и расчётная задача по механике на 4 балла также высокого уровня сложности.

Качественные задачи (**задание 21**) в этом году предлагаются только по двум разделам: «Молекулярная физика» и «Электродинамика».

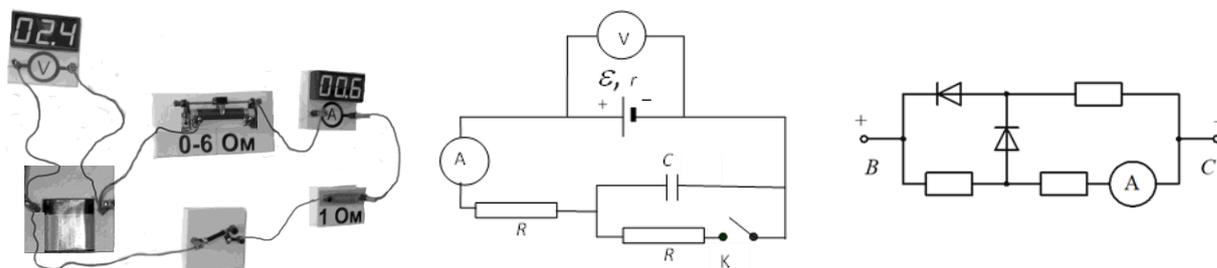
По молекулярной физике необходимо сделать акцент на решение задач, базирующихся на анализе различных графиков изопроцессов. В этих задачах рассматриваются различные ситуации: анализ изменения параметров процессов, которые не указаны на графике; применение первого закона термодинамики и определение, получает или отдаёт газ количество теплоты на участках 1–2 и 2–3.

Например, для ситуации, изображённой на графике, могут встретиться следующие задания.

- Объясните, как на участках 1–2 и 2–3 изменяются температура и давление газа.
- Объясните, получает или отдаёт газ количество теплоты на участках 1–2 и 2–3.
- Постройте график этого процесса в координатах  $p$ – $V$  и объясните построение.



По электродинамике обратите внимание на различные задачи по анализу схем электрических цепей постоянного тока, в том числе содержащих конденсаторы или диоды (см. примеры на рисунках ниже).



Кроме того, необходимо посмотреть в открытом банке и задачи, связанные с действием силы Ампера на проводник с током и с движением заряженной частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях.

Решение качественной задачи представляет собой рассуждения, состоящие из нескольких логических шагов. Каждый логический шаг – это описание изменений физических величин (или других характеристик), происходящих в рассматриваемом процессе, и обоснование этих изменений. Обоснованием являются ссылка на законы, формулы или известные свойства явлений, на основании которых были сделаны заключения о тех или иных изменениях величин или характеристик.

При решении качественной задачи внимательно прочитайте её, убедитесь, что понимаете все термины, имеющиеся в тексте, выделите вопрос задачи. Анализируя условие задачи, определите, какие процессы или явления описываются, выделите начальную ситуацию и укажите физические величины, которыми её можно описать, вспомните формулы, связывающие эти величины. Затем определите, какие изменения происходят в процессе. Разбейте объяснение на отдельные логические шаги. Не забывайте для каждого логического шага указывать ссылки на законы, формулы или свойства явлений для обоснования изменений.

При выполнении **заданий 22–26** рекомендуется следовать общему алгоритму решения расчётных задач.

1. Прочитать текст задачи и записать её краткое условие (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-либо 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 величин).
6. Получить числовой ответ с указанием единицы 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 описывать. Проверьте, чтобы разные величины не обозначались одинаковым символом.

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

**Задание 21** во всех вариантах – это стандартная задача по механике: кинематика равноускоренного движения, в том числе движение тела под углом к горизонту; колебательное движение на анализ уравнения колебаний или применение закона сохранения энергии и гидростатика. В последнем случае рекомендуем обратить внимание на ситуацию, когда тело плавает на границе раздела двух жидкостей и на него действуют две силы Архимеда, и на ситуацию, когда тело лежит на дне сосуда, частично погружённое в жидкость.

**Задания линии 22** могут быть как по молекулярной физике, так и по электродинамике в зависимости от тематики качественной задачи. По молекулярной физике предложены стандартные задачи на уравнение теплового баланса (например, смешивание двух жидкостей различной температуры), задачи на использование нагревателя заданной мощности (например, нагревание и кипение воды в чайнике с заданным КПД процесса), а также задания на определение массы водяного пара в воздухе. Например, нужно определить массу водяных паров в воздухе комнаты с известными площадью и высотой потолка при заданной температуре, если известна относительная влажность воздуха в комнате. Задача решается на основании двух формул: определение относительной влажности и уравнение Клапейрона – Менделеева. При этом давление насыщенного водяного пара для заданной температуры определяется по стандартной таблице зависимости этого давления от температуры.

По электродинамике для задач используются стандартные ситуации движения заряженной частицы в магнитном поле по окружности, нагревание проводника при протекании по нему индукционного тока и изменении магнитного потока. Но особого внимания заслуживают задачи на движение проводника в магнитном поле, когда в цепь проводника включают резистор, на котором выделяется некоторое количество теплоты, конденсатор или катушку индуктивности (примеры 9 и 10).

### Пример 9

По горизонтально расположенным двум параллельным рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением и замкнутым на конденсатор ёмкостью  $C = 120$  мкФ скользит поступательно и равномерно проводящий стержень. Расстояние между рельсами  $l = 1$  м. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл. При этом энергия электрического поля конденсатора через достаточно большой промежуток времени  $W = 60$  мкДж. Какова скорость движения стержня? Рельсы закреплены на диэлектрической подложке.

### Пример 10

По горизонтально расположенным двум параллельным рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением и замкнутым на катушку индуктивности  $L = 10$  мГн скользит поступательно и равномерно проводящий стержень. Расстояние между рельсами  $l = 10$  см. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл. При этом энергия магнитного поля катушки  $W = 2$  мкДж. Какова скорость движения стержня? Омическое сопротивление катушки  $R = 1$  Ом. Самоиндукцией контура и сопротивлением стержня пренебречь. Рельсы закреплены на диэлектрической подложке.

Для решения каждой из этих задач необходимо использовать три формулы: формулу ЭДС в движущемся проводнике, закон Ома для замкнутой цепи и формулу для энергии электрического поля конденсатора или магнитного поля катушки с током.

**Задания 24 и 25** – это разнообразные задачи высокого уровня сложности по молекулярной физике и электродинамике. Судя по анализу результатов предыдущих лет, по молекулярной физике рекомендуется больше внимания уделить задачам на расчёт КПД различных циклов и задачам, в которых рассматриваются процессы, происходящие с влажным воздухом, особенно на те моменты, когда ненасыщенный водяной пар переходит в насыщенный. По электродинамике целесообразно будет повторить решение задач на расчёт различных цепей постоянного тока, в том числе с использованием диодов или с изменением сопротивления реостата. Хочется напомнить, что на высоком уровне сложности проверяются знания о соединениях конденсаторов, поэтому обратите внимание на сюжеты задач, в которых, например, незаряженный конденсатор подключают к заряженному и для решения требуются знания о параллельном соединении конденсаторов.

На **позиции 26** 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.

В этом году будут предложены следующие типы заданий:

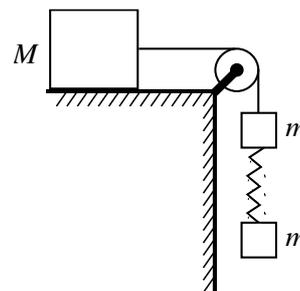
- задачи на применение законов динамики (например, движение связанных тел);
- задачи на применение закона сохранения импульса при неупругом ударе и закона сохранения энергии.

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

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 11).

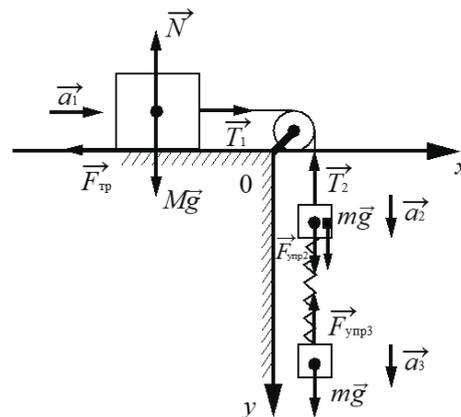
### Пример 11

Груз массой  $M = 800$  г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой  $m = 400$  г. К этому бруску на лёгкой пружине жёсткостью  $k = 80$  Н/м подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины  $l = 10$  см, коэффициент трения груза о поверхность стола  $\mu = 0,2$ . Определите длину пружины при движении брусков, считая, что при этом движении она постоянна. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**



#### Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью стола.
2. Будем применять для грузов и бруска законы Ньютона, справедливые для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно.
3. Трением в оси блока и трением о воздух, а также массой блока пренебрежём.
4. Так как нить нерастяжима и длина пружины постоянна, ускорения обоих брусков и груза равны по модулю:  $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = |\vec{a}_3| = a$ .
5. Так как блок и нити невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующих на груз и верхний брусок, одинаковы:  $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$ .
6. Равны по модулю и силы  $|\vec{F}_{\text{упр}2}| = |\vec{F}_{\text{упр}3}|$ , так как пружина лёгкая.



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

1. действием внешних сил можно пренебречь в силу краткости времени их действия (как при разрыве снаряда);
2. 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 12).

### Пример 12

Пластиковый шарик в момент  $t = 0$  бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени  $\tau$  шарик упадут на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь. **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, поскольку их размерами в условиях задачи можно пренебречь.*
3. *Так как сопротивление воздуха не учитывается, то шарики до и после столкновения находятся в свободном падении, и можно использовать формулы кинематики для тела, брошенного под углом к горизонту, и для тела, падающего вертикально.*
4. *Поскольку время взаимодействия шариков мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.*

Обратите внимание на то, что в задачах линии 26 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 будут оцениваться. В задачах на законы сохранения рисунок не требуется, но, как правило, для понимания ситуации он будет полезен.

### Особенности выполнения заданий разных форм

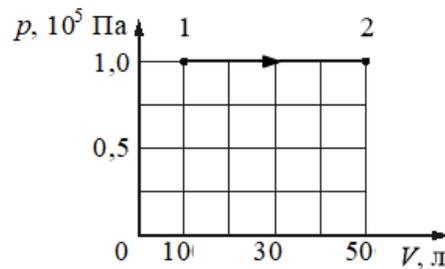
В начале варианта приведены справочные данные: константы и все необходимые справочные величины для выполнения работы. Все ответы в заданиях части 1 работы соответствуют расчётам с использованием именно тех значений констант, которые приведены в начале варианта. Поэтому не забывайте использовать предложенные справочные данные, это поможет избежать лишних сложностей при записи ответов.

В части 1 работы содержится 10 заданий с кратким ответом, в которых нужно записать ответ в виде числа. Поскольку речь идёт, как правило, о значениях физических величин, то ответом будет число и единица измерения. Но записывается только числовое значение, единица измерения указана после слова «Ответ».

В этих заданиях расчёты дают либо целое число, либо конечную десятичную дробь, если были использованы значения констант из справочных данных в начале варианта. Приближённые вычисления не используются. Обратите внимание на то, что в задании 1 возможен ответ в виде отрицательного числа, а также на перевод полученного значения величины в ту единицу, которая указана после слова «Ответ» (пример 13).

#### Пример 13

Идеальный газ участвует в процессе 1–2, график которого показан рисунке. Какую работу совершил газ в этом процессе?



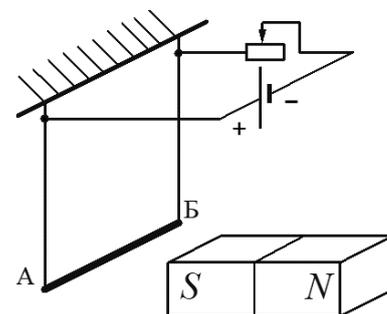
Ответ: \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ кДж.

В заданиях 5, 9, 14 и 18 на выбор всех верных утверждений из пяти предложенных необходимо найти верное объяснение описанным явлениям или процессам или сделать выводы по результатам представленного исследования. 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. Утверждения могут располагаться в произвольном порядке, подчас этот порядок не отвечает логике рассуждений (пример 14).

#### Пример 14

Нихромовый проводник *АБ* подвешен на тонких медных проволочках к деревянной балке и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится южный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают влево.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



- 1) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника *АБ*, направлены влево.
- 2) Сила натяжения проволочек, на которых подвешен проводник *АБ*, увеличивается.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник *АБ*, увеличивается.
- 4) Сопротивление внешней цепи увеличивается.
- 5) Сила тока, протекающего через проводник *АБ*, увеличивается.

Ответ: \_\_\_\_\_ 235 \_\_\_\_\_.

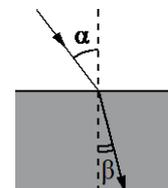
За выполнение заданий с множественным выбором можно максимально получить 2 балла. При этом если один из элементов ответа указан неверно, или указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами, или не записан один элемент ответа, то задание будет оценено 1 баллом. Цифры в ответе можно записывать в любом порядке: в примере выше – «235», или «325», или «532» и т.п.

Задания 6, 10, 15 и 17 проверяют либо умения анализировать различные физические процессы и определять изменение физических величин, которые характеризуют данный процесс, либо умение устанавливать соответствие между графиками и физическими величинами, описывающими какой-либо процесс.

В первом случае 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, и на то, что цифры в ответе могут повторяться (пример 15).

*Пример 15*

*Световой пучок входит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в стекло с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения? 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.*

<i>Частота</i>	<i>Скорость</i>
<i>3</i>	<i>2</i>

Во втором случае целесообразно для каждой предложенной ситуации построить схематичные графики изменения всех величин, которые характеризуют данный процесс. Например, для электромагнитных колебаний в контуре – графики зависимости от времени заряда обкладок конденсатора, напряжения между обкладками, силы тока в катушке, энергии электрического поля конденсатора и энергии магнитного поля катушки индуктивности.

Ответы к этим заданиям записываются в виде двух цифр, при этом их порядок важен. 2 балла ставится только при полностью верном ответе, неверная запись одной из цифр приводит к снижению оценки на 1 балл.

Задание 19 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 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. В бланк ответа нужно будет записать 4,00,2.

При подготовке к экзамену изучите критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом части 2 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 в задании 21 должен быть дан чёткий ответ на вопрос задачи, а в объяснении должны содержаться ссылки на используемые явления, правила, законы или формулы (либо в виде названия, либо в виде символической записи).

Полное верное решение каждой из задач 22 и 23 оценивается 2 баллами. Если в решении есть отдельные недостатки, не относящиеся к физическим ошибкам, то работа оценивается 1 баллом. В случае если в решении допущена физическая ошибка (например, неверно записана исходная формула), то решение оценивается 0 баллов.

Максимальный балл за выполнение каждого из заданий 24 и 25 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 правильно записанными уравнениями.

Для задачи 26 используется дополнительный критерий оценивания обоснования (максимально на 1 балл). Рисунок, который, как правило, требуется при решении этих задач по механике, оценивается по критерию 2.

На экзамене по физике можно пользоваться линейкой и непрограммируемым калькулятором. Калькулятор позволяет существенно сэкономить время при проведении расчётов. Лучше использовать знакомую Вам модель непрограммируемого калькулятора, которая позволяет вводить данные в естественном виде.