

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

**Методические материалы для председателей и членов
предметных комиссий субъектов Российской Федерации
по проверке выполнения заданий с развернутым ответом
экзаменационных работ ЕГЭ 2019 года**

ФИЗИКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОЦЕНИВАНИЮ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Москва
2019

Авторы-составители:

М.Ю. Демидова, А.И. Гиголо, И.Ю. Лебедева, В.Е. Фрадкин

Методические материалы для председателей и членов предметных комиссий субъектов Российской Федерации по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ 2019 г. по физике подготовлены в соответствии с Тематическим планом работ Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный институт педагогических измерений» на 2019 г. Пособие предназначено для подготовки экспертов по оцениванию выполнения заданий с развернутым ответом, которые являются частью контрольных измерительных материалов (КИМ) для сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике.

В методических материалах характеризуются типы заданий с развернутым ответом, используемые в КИМ ЕГЭ 2019 г. по физике, и критерии оценки выполнения заданий с развернутым ответом, приводятся примеры оценивания выполнения заданий и даются комментарии, объясняющие выставленную оценку.

© М.Ю. Демидова, А.И. Гиголо, И.Ю. Лебедева, В.Е. Фрадкин, 2019

© Федеральный институт педагогических измерений, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. РОЛЬ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ В КИМ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ.....	4
2. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ В ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ.....	7
2.1. СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 28.....	7
2.2. СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32.....	10
3. ПРИМЕРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА ЗАДАНИЯ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ.....	16
3.1. ПРИМЕРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА ЗАДАНИЕ 28.....	16
3.2. ПРИМЕРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА ЗАДАНИЯ 29-32.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ. УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНИВАНИЮ РАЗВЕРНУТЫХ ОТВЕТОВ УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ДЛЯ ЭКСПЕРТА, ПРОВЕРЯЮЩЕГО ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ 28-32 ПО ФИЗИКЕ.....	56

1. Роль заданий с развернутым ответом в КИМ ЕГЭ по физике

Концепция конструирования контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике обеспечивает единство требований к знаниям и умениям выпускников общеобразовательных организаций и позволяет эффективно дифференцировать абитуриентов в соответствии с уровнем их подготовки по физике. Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике призваны всесторонне оценить как усвоение выпускниками основных содержательных линий всех разделов школьного курса физики, так и сформированность различных умений.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из 2 частей и включает в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. В работе представлены задания разных уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Задания базового уровня проверяют усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания повышенного уровня направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. Задания высокого уровня сложности проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации.

Часть 1 работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй – овладение методологическими умениями и содержанием темы «Элементы астрофизики». Первый блок включает 21 задание, которые группируются исходя из тематической принадлежности: механика, молекулярная физика, электродинамика и квантовая физика и элементы астрофизики.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий, в которых необходимо записать верный ответ в виде числа, а далее – задания на выбор двух верных утверждений из пяти предложенных, на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками, формулами или единицами измерений, в которых ответ записывается в виде набора из двух цифр.

Второй блок включает 3 задания, два из которых проверяют различные методологические умения и относятся к разным разделам физики. В конце части 1 предлагается задание на множественный выбор, проверяющее содержание темы «Элементы астрофизики». Задание сконструировано на базе таблиц или диаграмм, содержащих различные данные о небесных объектах.

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы и наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В этой части 8 различных задач: 3 расчетных задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 5 задач с развернутым ответом, из которых одна качественная и четыре – расчетные.

По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом:

- 2 задачи по механике,
- 2 задачи по молекулярной физике и термодинамике,
- 3 задачи по электродинамике,
- 1 задача по квантовой физике.

С точки зрения содержания задачи подбираются таким образом, чтобы охватывать различные темы курса. Сложность задач определяется как характером деятельности, так и контекстом. В первом случае можно выделить три группы заданий по деятельности:

- использование изученного алгоритма решения задачи,
- комбинирование различных изученных алгоритмов,
- выбор собственного алгоритма решения.

Что касается контекста, то здесь используются:

- типовые учебные ситуации, с которыми учащиеся встречались в процессе обучения и в которых используются явно заданные физические модели;
- измененные ситуации, в которых, например, необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, числом законов и формул, вводить дополнительные обоснования в решении и т.п.;
- новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьезную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору физической модели для решения задачи.

Любая расчетная задача по физике требует анализа условия, выбора физической модели, проведения математических преобразований, расчетов и анализа полученного ответа. Для оценивания заданий высокого уровня сложности необходим анализ всех этапов решения, поэтому здесь предлагаются задания с развернутым ответом. Однако для задач, использующих типовые учебные ситуации, в большинстве случаев можно ограничиться лишь анализом полученного ответа. Как правило, по ошибке в ответе можно с достаточной степенью вероятности судить и о тех недостатках, которые были допущены учеников в ходе решения задачи. Такие задачи в измерительных материалах предлагаются в виде заданий с кратким ответом.

Одно из заданий с развернутым ответом представляет собой качественную задачу, в решении которой необходимо выстроить объяснение с опорой на физические законы и закономерности.

Задания экзаменационной работы ЕГЭ по физике, требующие развернутого ответа, оцениваются по политомической шкале от 0 до 3 баллов в соответствии с полнотой и правильностью решения.

Проверка выполнения заданий с развернутым ответом осуществляется экспертами региональных предметных комиссий. Необходимость личного участия экспертов в проверке результатов выполнения заданий с развернутым ответом ставит проблему объективности выставленной ими оценки ответа.

Объективности оценивания можно добиться следующим образом:

- четко определив единые критерии оценивания ответа на конкретное задание для всех экспертов;
- обеспечив стандартизированную процедуру проверки экзаменационных работ.

При организации работы экспертов рекомендуется обращать внимание на следующие моменты.

✓ При оценивании экзаменационных работ эксперт рассматривает решения в выданных ему работах по заданиям: вначале решения задачи 28 во всех работах, затем все решения задачи 29, потом все решения задач 30 и т. д. Даже если некоторые работы занимают несколько страниц и решения в них представлены не по порядку предъявления задач в варианте. Тем самым обеспечивается более согласованное решение о выставлении баллов за одно и то же задание.

✓ Перед проведением проверки каждого из заданий необходимо изучить критерии его оценивания в материалах для эксперта, обратив внимание на возможные отличия от обобщенной схемы оценивания.

✓ При работе эксперт выставляет свои оценки в специальный бланк «Протокол проверки развернутых ответов» (бланк-протокол). Заполнять бланки-протоколы следует, руководствуясь следующими правилами:

- заполнять поля бланка-протокола следует печатными заглавными буквами черной гелевой ручкой строго внутри полей бланка-протокола;

– использование карандаша (даже для черновых записей), ручек со светлыми чернилами и корректирующей жидкости для исправления написанного недопустимо (наличие грифеля или корректирующей жидкости на сканируемом бланке может привести к серьезной поломке сканера);

– внесенные исправления должны однозначно трактоваться, все исправления вносятся в порядке, определенном в субъекте Российской Федерации;

– часть экзаменационной работы, которая следует после хотя бы одной незаполненной участником ГИА страницы, оценивается как ответ на задание, к выполнению которого участник ГИА не приступал (знаком «Х»);

– если участник ГИА не приступал к выполнению задания, то в поле, в котором должен стоять балл за данный ответ на задание в бланке-протоколе, следует поставить метку «Х»;

– если участник ГИА приступал к выполнению задания, то в соответствующее поле (поля) бланка-протокола следует проставить соответствующий балл (баллы) от нуля до максимально возможного, указанного в критериях оценивания выполнения заданий с развернутым ответом;

– после завершения заполнения бланка-протокола поставить дату, подпись в соответствующих полях бланка-протокола и передать рабочий комплект председателю ПК для передачи на обработку.

Выставление баллов в бланк оценивания рекомендуется проводить по работам: все задания первой проверяемой работы, все задания второй проверяемой работы и т.д. Это позволяет обнаружить ошибки в нумерации задач экзаменуемыми, непрономерованную или случайно пропущенную экспертом задачу.

✓ Работа эксперта рассчитана в среднем на 4 проверяемые работы за 60 минут. Перед началом работы необходимо внимательно ознакомиться с условиями задач, их решениями и соответствующими критериями оценивания.

Для случаев расхождения экспертных оценок предусмотрена процедура назначения третьего эксперта и определения окончательной оценки решения.

При проведении ЕГЭ по физике назначение третьего эксперта производится в том случае, если расхождение в результатах оценивания задания двумя экспертами составляет **2 и более балла**.

Извлечения из Методических рекомендаций Рособрнадзора по формированию и организации работы предметных комиссий субъекта Российской Федерации при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования

Во время работы экспертам запрещается:

- самостоятельно изменять рабочие места;
- копировать и выносить из помещений, где осуществляется проверка, экзаменационные работы, критерии оценивания, протоколы проверки экзаменационных работ;
- разглашать посторонним лицам информацию, содержащуюся в указанных материалах;
- иметь при себе средства связи, фото-, аудио- и видеоаппаратурой, портативными персональными компьютерами (ноутбуками, КПК и другими);
- без уважительной причины покидать аудиторию;
- переговариваться с другими экспертами, если речь не идет о консультировании с председателем ПК или с экспертом, назначенным по решению председателя ПК консультантом;

Если у эксперта возникают вопросы или проблемы, он должен обратиться к председателю ПК или лицу, назначенному председателем ПК консультантом.

2. Система оценивания заданий с развернутым ответом в ЕГЭ по физике

Экзаменационный вариант ЕГЭ по физике включает два типа заданий с развернутым ответом: качественные задачи (28) и расчётные задачи (29-32), к которым предлагаются две различные обобщённые схемы оценивания.

В материалах для экспертов ЕГЭ по физике для каждого задания приводится авторский способ решения. Предлагаемый разработчиками КИМ способ (метод) решения не является определяющим для построения шкалы оценивания работ учащихся. Не является он и образцом решения, оцениваемого в три балла. Он лишь помогает эксперту в решении соответствующего задания.

Эксперту предлагается схема оценивания, которая может применяться при рассмотрении альтернативного авторскому решению. Выполнение заданий оценивается на основании описания полного правильного ответа, за который выставляется максимальный балл, а наличие тех или иных недостатков или ошибок приводит к снижению оценки. В схеме оценивания учтены наиболее типичные ошибки или недочёты, допускаемые учащимися, и определено их влияние на оценивание.

2.1.Схема оценивания заданий 28

Качественные задачи (№28) предполагают решение, состоящее из ответа на вопрос и объяснения с опорой на изученные физические закономерности или явления. Требования к полноте ответа приводятся в самом тексте задания. Как правило, все задания содержат:

А) требование к формулировке ответа — «*Как изменится ... (показание прибора, физическая величина)*», «*Опишите движение ...*», «*Постройте график ...*», «*Сделайте рисунок ...*», «*Определите значение (например, по графику)*» и т.п.

Б) требование привести развёрнутый ответ с обоснованием — «*объясните ..., указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано*» или «*...поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения*».

Обобщённая схема оценивания строится на основании трех элементов решения:

- 1) формулировка ответа;
- 2) объяснение;
- 3) прямые указания на физические явления и законы.

Как правило, в авторском решении правильный ответ и объяснение выделяются отдельными пунктами. В критериях оценивания приводится перечень явлений и законов, на основании которых строится объяснение.

Обобщённая схема, используемая при оценивании качественных задач, приведена ниже.

Обобщённая схема оценивания

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>формулируется ответ</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>перечисляются явления и законы</i>)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено	2

<p>соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибку (ошибки). ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Среди качественных задач встречаются задания с дополнительными условиями. Например, дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи или сделать рисунок с ходом лучей в оптической системе. В этом случае в описание полного правильного решения вводится еще один пункт (верный рисунок или схема). Отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению оценки на 1 балл. С другой стороны, наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа в части заданий дает возможность учащемуся получить 1 балл. Пример такой обобщенной схемы приведен ниже.

Обобщенная схема оценивания при наличии дополнительного требования к рисунку или схеме

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>формулируется ответ</i>), верный рисунок с указанием хода лучей (или верную схему электрической цепи) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>перечисляются явления и законы</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного</p>	2

<p>объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Приведен неверный рисунок с указанием хода лучей в оптической системе (Допущена ошибка в схеме электрической цепи)</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибку (ошибки).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Приведен только верный рисунок с указанием хода лучей в оптической системе (верная схема электрической цепи)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

2.2. Схема оценивания заданий 29-32

Задания 29-32 представляют собой расчётные задачи. В текстах заданий нет указаний на требования к полноте решения, эту функцию выполняет общая инструкция.

В каждом варианте экзаменационной работы перед заданиями 29-32 третьей части приведена инструкция, которая в целом отражает требования к полному правильному решению расчётных задач.

Полное правильное решение каждой из задач 29-32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

Обобщенная схема оценивания заданий 29-32

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>)¹;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>)²;</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Примечания

¹ В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике.

² Стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике.

Возможные изменения в обобщенной системе оценивания расчетных задач

1. В задании **не требуется получения числового ответа**. В этом случае в описании полного верного решения снимается требование к указанию числового ответа и корректируются критерии оценивания на 2 балла.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>) ¹ ; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>) ² ; III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2

2. В тексте задачи присутствует требование дополнительно сделать **рисунок с указанием сил**, действующих на тело. В этом случае включается требование к правильности рисунка в описание полного правильного ответа, а также дополнительные условия к выставлению 2 баллов. Обобщенная схема с изменениями для данного случая приведена ниже.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) приведён правильный рисунок с указанием сил, действующих на тело.</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II или III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

3. В тексте задачи присутствует требование изобразить **схему электрической цепи или оптическую схему**. В этом случае включается требование к правильности рисунка в описание полного правильного ответа, а также дополнительные условия к выставлению 2 и 1 баллов. Обобщенная схема с изменениями для данного случая приведена ниже.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) приведён правильный рисунок, поясняющий решение.</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) <u>представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II или III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Приведён только <u>правильный рисунок</u></p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям</p>	0

Комментарии к обобщённой системе оценивания расчетных задач

1. Решение учащегося может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал учащийся. Если ход решения учащегося допустим, то **эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.**

2. В качестве исходных формул принимаются только те, которые указаны в кодификаторе. При этом форма записи формулы значения не имеет (например: $Q = cm\Delta T$, $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ и т.п.). Если же учащийся использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул. (Например, учащийся может в качестве исходной использовать формулу для внутренней энергии одноатомного идеального газа $U = \frac{3}{2} pV$, поскольку она есть в кодификаторе. А формулу для количества теплоты $Q = \frac{5}{2} pV$, полученного газом в изобарном процессе, в качестве исходной использовать нельзя (отсутствует в кодификаторе). В этом случае считается, что в решении отсутствует одна из исходных формул).

3. Решение задач может оцениваться в 2 балла при полном правильном решении и верном ответе, если не описаны дополнительно введенные физические величины. Описанием считается словесное указание на величину рядом с ее символическим обозначением, указание символического обозначения величины в записи условия («Дано») или на схематическом рисунке. Допускается введение новых величин без описания, если используются стандартные обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике.

4. Если в тексте задания требуется сделать рисунок с указанием сил, действующих на тело, то правильным считается рисунок, в котором верно указаны все необходимые силы и их направление. Ошибка в соотношении длин векторов и отсутствие знака вектора не считаются ошибками.

5. При проверке правильности числового ответа необходимо проверить вычисления экзаменуемого при помощи калькулятора. Допускаются округления с учетом того числа значащих цифр, которые указаны в условии задачи. Избыточная точность числового ответа не считается ошибкой. При решении задачи по действиям допускается погрешность ответа, не меняющая физической сути числового ответа задачи.

6. Встречаются случаи, когда ученик представляет решение задачи, в котором «подменяется» условие задачи и определяет другую физическую величину. Здесь можно рассматривать три варианта.
 - Если в задании требовалось определить отношение величин «А/В», а участник экзамена определил значение отношения «В/А», то это не считается ошибкой или погрешностью.

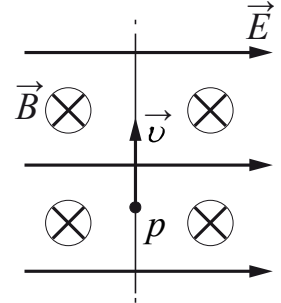
- Если подмена сводится к тому, что учащийся определил не ту величину, которую требовалось рассчитать по условию задачи, а другую (при условии, что полученный ответ можно считать промежуточным этапом при определении требуемой величины и при этом в других вариантах не требуется определить именно найденную тестируемым величину), то это может быть отнесено к ошибке того же порядка, что и ошибки в преобразованиях.
- Если же подмена сводится к решению задачи, представленной **в другом варианте экзаменационной работы**, то такое решение оценивается **0 баллов**.

3. Примеры оценивания ответов на задания с развернутым ответом

3.1. Примеры оценивания ответов на задание 28

Задание 1

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле с индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{B} \perp \vec{E}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{B} и \vec{E} , как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля увеличить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.

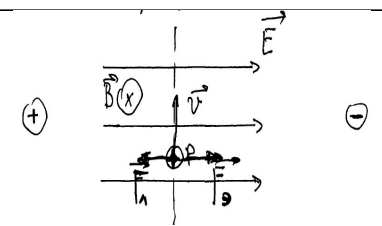


Возможное решение	
<p>1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо.</p> <p>2. На протон действуют магнитное поле силой $F_i = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, F_e сонаправлена с \vec{E}, а по правилу левой руки F_i направлена противоположно силе F_e.</p> <p>Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.</p> <p>3. Сила действия электрического поля с увеличением напряжённости электрического поля увеличится. Поскольку равнодействующая сил F_i и F_e, а также вызываемое ею в этом случае ускорение направлены вправо, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>что траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо, п. 1</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>формулы расчёта сил действия на заряженную частицу электрического и магнитного полей, правило левой руки, второй закон Ньютона</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены</p>	2

от решения и не зачёркнуты.	
И (ИЛИ)	
В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.	1
ИЛИ	
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.	
ИЛИ	
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки.	
ИЛИ	
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Пример 1.1 (3 балла)

\rightarrow по правилу левой руки определяем направление F_L силы Лоренца. т.к. заряд протона $(+e) > 0 \Rightarrow$
 \Rightarrow сила Лоренца направлена влево
 Вектор напряжённости направлен от \oplus к \ominus
 т.к. заряд протона $> 0 \Rightarrow$ электрическая сила F_E направлена вправо.



$$F_E = qE$$

$$F_L = qvB \sin 90^\circ = qvB$$

т.к. протон движется прямолинейно: $F_L = F_E$.

при увеличении E сила электрическая (F_E) тоже увеличивается

$$F_E > F_L$$

протон начнет двигаться правее от предыдущей траектории. Его как траектория станет похожа на часть окружности.

Ответ: протон начнет двигаться правее предыдущей траектории.

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ. Приведены в виде формул или описания все необходимые для объяснения ссылки (формулы расчёта сил

действия на заряженную частицу электрического и магнитного полей, правило левой руки, второй закон Ньютона). Работа оценивается в 3 балла.

Пример 1.2 (2 балла)

На проток действует 2 силы. (сила со стороны электрического поля направлена вправо и сила со стороны магнитного поля направлена влево. При увеличении напряжённости электрического поля сила направленная вправо возрастает так как эта сила прямо пропорциональна напряжённости. Сила со стороны магнитного поля не изменяется так как она не зависит от напряжённости. В итоге сила электрического поля перевесит и проток будет отклоняться вправо.

Приведен верный ответ, присутствуют верные рассуждения и словесные указания на зависимость (независимость) сил от напряженности электрического поля. Правило левой руки в явном виде не названо, но верно применено при определении направления сил. Отсутствует объяснение первоначального прямолинейного движения частицы. Работа оценивается в 2 балла.

Пример 1.3 (1 балл)

№27 Дано:

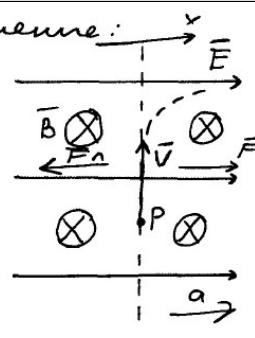
$\vec{E}, \vec{B} \quad \vec{E} \perp \vec{B}$

$\vec{v} \perp \vec{E}, \vec{v} \perp \vec{B}$

Р движется прямолинейно

$\vec{E} \uparrow$

Решение:



$F_{\perp} = q \vec{B} \hat{v} \sin \alpha$

По правилу лев. руки: можно узнать, что F_{\perp} направлено влево

$\vec{v} \perp \vec{B}$ по условию, а значит $\sin \angle \vec{v} \vec{B} = 1$

$\Rightarrow \vec{F}_{\perp} = q \vec{B} \vec{v}$

По третьему закону Ньютона если сила $\vec{F} = \vec{F}_{\perp}$

$\vec{F} = \frac{E}{q} \vec{F}_{\perp}$

$x \cdot F = F_{\perp}$

$\frac{E}{q} = q B v \Rightarrow E = q^2 B v$ При увеличении напряженности E будет увеличиваться v

F_{\perp} будет увеличиваться, но $F = \frac{E}{q}$, а F_{\perp} не зависит от E

Значит по 2-ому закону Ньютона появится ускорение сонаправленное с F

$F - F_{\perp} = m \dot{a}$, а значит при увеличении напряженности будет двигаться по параболе вправо.

Ответ, полученный в работе, неверен, поскольку указано, что частица будет двигаться по параболе. В работе есть верные рассуждения, приводящие к ответу. Верно указаны необходимые формулы и правила, но в формуле для силы, действующей на частицу со стороны электрического поля, допущена ошибка. Работа оценивается в 1 балл.

Пример 1.4 (1 балл)

27

1) По правилу левой руки \Rightarrow сила Лоренца \vec{F}_L будет направлена влево перпендикулярно вектору скорости \vec{v} и вектору индукции \vec{B}

2) Сила, действующая на тротон со стороны электрического поля, будет направлена с вектором \vec{E} . $\vec{F}_{эл.} \parallel \vec{E}$ $F_{эл.} = q_H \cdot E$

3) Значит, при увеличении \vec{E} тротон пойдёт вправо под углом, который будет зависеть от значения \vec{E}

Ответ, полученный в работе неверен. Приведены необходимые рассуждения, но отсутствует указание на причину первоначального прямолинейного движения частицы и на причину отклонения траектории (неравенство сил). Работа оценивается в 1 балл.

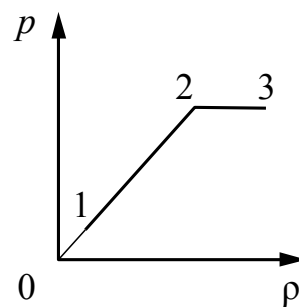
Пример 1.5 (0 баллов)

№27 Скорость траектории изменит свое направление так как напряженность электрического поле увеличилась. Соответственно взаимодействие между частицами поменяется, но со временем все стабилизируется и тротон пойдет по траектории

Ответ неверный, рассуждения не поддерживают получение верного ответа.

Задание 2

На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



Возможное решение	
<p>1. Плотность газа $\rho = \frac{m}{V}$, где m – масса газа, V – его объём. В соответствии с уравнением Менделеева – Клапейрона $p = \frac{m}{\mu V} RT = \frac{\rho}{\mu} RT$. На участке 1–2 давление изменяется пропорционально плотности газа: $p \sim \rho$. Следовательно, в этом процессе температура газа не изменяется. Поскольку плотность газа на этом участке возрастает, объём газа уменьшается.</p> <p>2. В процессе 2–3 плотность газа возрастает, что означает уменьшение его объёма. Давление газа при этом не изменяется, следовательно, согласно уравнению Менделеева – Клапейрона температура газа уменьшается</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>изменение температуры и плотности газа в процессах 1–2 и 2–3</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>уравнение Менделеева – Клапейрона, формула плотности вещества</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки.	
ИЛИ	
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Пример 2.1 (3 балла)

~ 27 по условию масса газа m не изменяется.

1) воспользуемся формулой $\rho = \frac{pRT}{\mu} \Rightarrow \frac{p}{\rho} = \frac{RT}{\mu}$

Как видно из графика, в ходе процесса 1-2, $\frac{p}{\rho} = \text{const}$. $R - \text{const}$, $\mu - \text{const} \Rightarrow \Delta T_{1-2} = 0$.

$\Delta T_{1-2} = 0 \Rightarrow$ процесс 1-2 - изотермический. $pV = \text{const}$
 давление в ходе процесса увеличивается $\uparrow p V \downarrow = \text{const} \Rightarrow$ объем V уменьшается.

2) Как видно из графика, в ходе процесса 2-3 давление p не меняется.
 процесс 2-3 - изобарический $\frac{V}{T} = \text{const}$.

$\uparrow p = \frac{\rho \mu}{RT \downarrow}$ плотность газа в процессе 2-3 увеличивается \Rightarrow температура газа T уменьшается.

$\frac{\downarrow V}{\downarrow T} = \text{const}$ процесс изобарический $\Rightarrow V$ уменьшается.

Ответ: 1-2: температура не изменяется, объем уменьшается.
 2-3: температура уменьшается, объем уменьшается.

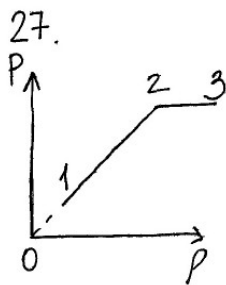
Приведен верный ответ и верные рассуждения об изменениях температуры и объема газа. Приведена запись уравнения Клапейрона-Менделеева с учетом плотности газа, а также ссылки на изопроцессы.

Пример 2.2 (2 балла)

1. $m_2 = \text{const}$, на участке 1-2 и 2-3 ρ увеличивается \Rightarrow из формулы плотности по определению $\rho = \frac{m}{V}$, объем увеличивается пропорционально увеличению плотности.
 2. Участок 1-2-изотерма (по графику), начало участка уходит в 0. Значит, на участке 1-2 $T = \text{const}$, т.е. $m = \text{const}$, $pV = \text{const}$.
 3. Участок 2-3-изобара, так как $p = \text{const}$, то если $\frac{V}{T} = \text{const}$, так как V увеличивается (по указанию в пункте 1), то T тоже увеличивается.
- Ответ: в процессе 1-2 объем увеличивается, а температура не изменяется; в процессе 2-3 и объем, и температура газа увеличиваются.

Приведен верный ответ об изменениях температуры и объема, есть верные рассуждения и ссылка на необходимые формулы (для плотности газа и изопроцессы). Но в п.2 отсутствует вывод об изотермическом процессе. Работа оценивается в 2 балла по критерию одного логического недочета.

Пример 2.3 (2 балла)



- 1) $m = \text{const}$ (по условию); $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho \sim \frac{1}{V}$
 - 2) процесс 1-2 ~~$pV = \text{const}$~~ $p \uparrow$ (увеличивается); $\rho \uparrow$ (ув.)
 $\Rightarrow V \downarrow$ (уменьшается) $\Rightarrow T = \text{const}$ ($p_1 V_1 = p_2 V_2$ по уравнению Клайперона)
 - 3) процесс 2-3 $p = \text{const}$; $\rho \uparrow$ (ув.) $\Rightarrow V \downarrow$ (ув.)
 $\Rightarrow T \downarrow$ (ув.) ($\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$) по уравнению Клайперона
- Ответ: 1-2 V -уменьшается; $T = \text{const}$; 2-3 V и T - уменьшаются

Дан верный ответ об изменениях температуры и объема, приведены верные рассуждения. Но в работе отсутствует вывод об изотермическом процессе на участке 1-2. кроме того вместо названия газовых законов указано "уравнение Клайперона", что можно расценивать как лишние записи. Работа оценивается в 2 балла по критериям одного логического недочета и наличия лишних записей.

Пример 2.4 (1 балл)

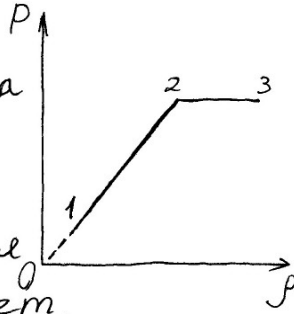
27. Процесс 1-2 - изохорный,
 $V = \text{const}$ (т.к. прямая 1-2 направлена
 в начало координат).

$\rho = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2 = nkT \Rightarrow$
 с ростом плотности и давления
 газа температура тоже растет.

Из графика видно, что процесс 2-3 - изобарный,
 $P = \text{const}$. Следовательно, температура газа с
 ростом плотности будет уменьшаться (по
 формулам давления). При изобарном процессе
 выполняется уравнение Гей-Люссака:

$\frac{V}{T} = \text{const}$. Поэтому объем будет уменьшаться
 вместе с температурой газа.

Ответ: в процессе 1-2 $V = \text{const}$, T увеличивается;
 в процессе 2-3 V и T уменьшаются
 с ростом плотности газа.



Получен неверный ответ, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи, в части обоснования изменения величин в изобарном процессе. Работа оценивается в 1 балл.

Пример 2.5 (0 баллов)

В процессе 1-2: объем уменьшается т.к. ρ и P
 возрастают т.е. молекулы становятся ближе к друг
 другу. А температура ~~возрастает~~ ~~т.к.~~ ~~она~~ ~~интересная~~
~~энергия~~ ~~возрастает~~. $U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1$; $U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2$.

$$P_1 V_1 = \nu R T_1; \quad P_2 V_2 = \nu R T_2.$$

$$P_1 < P_2 \Rightarrow T_2 > T_1.$$

В процессе 2-3 объем тоже уменьшается т.к.
 ρ возрастает. Температура ~~во~~ не изменяется т.к.
 вещество переходит в более твердое состояние.

Ответ неверный, рассуждения не поддерживают получение верного ответа.

Задание 3

Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС \mathcal{E} и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

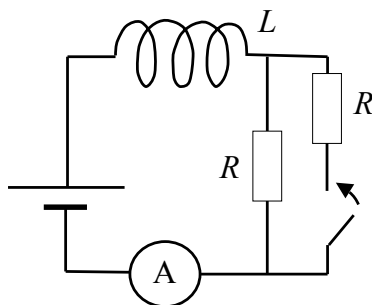


Рис. 1

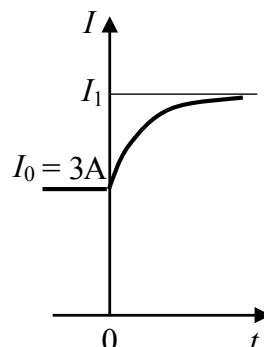


Рис. 2

В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рис. 2. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при замыкании ключа сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения – I_1 . Определите значение силы тока I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Возможное решение	
<p>1. Сила тока определяется законом Ома для полной цепи: $IR_{\text{аù}} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{éíä}}$, где I – сила тока в цепи, $R_{\text{общ}}$ – сопротивление цепи, а $\mathcal{E}_{\text{éíä}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ – ЭДС самоиндукции, возникающая только при изменении силы тока, и препятствующая его изменению согласно правилу Ленца.</p> <p>2. До замыкания ключа $R_{\text{аù}} = R$, сила тока через амперметр определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$.</p> <p>3. При замыкании ключа сопротивление цепи скачком уменьшается в 2 раза, но ЭДС самоиндукции препятствует изменению силы тока через катушку. Поэтому сила тока через катушку при замыкании ключа не претерпевает скачка.</p> <p>4. Постепенно ЭДС самоиндукции уменьшается до нуля, а сила тока через катушку плавно возрастает до стационарного значения: $I_1 = 2 \frac{\mathcal{E}}{R} = 2I_0 = 6 \text{ A}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>значение силы тока – п. 4</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи, явление самоиндукции</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p>	2

<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 3.1 (3 балла)

В данной схеме ток протекает по одному резистору, когда переключают ключ, то ток течёт по двум параллельным резисторам (R_1, R_2) потому сила тока увеличивается в два раза из-за параллельного соединения и равна $I = 6$.

$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R}$, $I_0 = \frac{2\mathcal{E}_0}{R}$; $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$; \mathcal{E} (ДС) - препятствует изменению тока и когда ток перестаёт изменяться (увеличиваться), то \mathcal{E} - пропадает.

В работе дан правильный ответ (отсутствие единиц измерения в ответе в данном случае может расцениваться как описка, так есть явное указание на то, что сила тока увеличивается в два раза). Есть указания на все законы и явления, перечисленные в критериях.

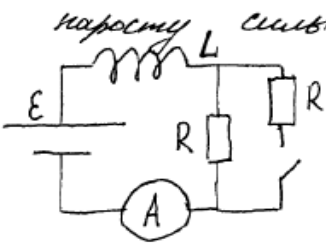
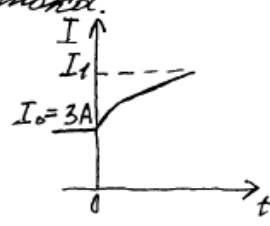
Работа 3.2 (2 балла)

Сила тока в цепи увеличивается постоянно, т.к. в цепи находится катушка. При замыкании ключа сопротивление цепи уменьшается в 2 раза. Следовательно, сила тока начнет возрастать, и при условии I , в катушке происходит изменение магнитного потока, создаваемой этим током. Появляется ЭДС индукции в катушке. ЭДС препятствует росту силы тока.

$$I = \frac{\epsilon}{R} = 3 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{2\epsilon}{R} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ A}$$

Ответ: $I_1 = 6 \text{ A}$.

Дан верный ответ, в объяснении присутствуют указания на закон Ома для полной цепи и описано явление самоиндукции. Первая фраза является неверной, но отнесена к лишним записям.

Работа 3.3 (2 балла)

С1. По правилу Ленца при уменьшении или увеличении силы тока в цепи, в катушке возникает индукционный ток, который противодействует тому изменению магнитного потока, на который его возбуждают.

При замыкании ключа ток катушки будет проходить через оба резистора, в результате чего общая сила тока будет равна $2I_0$, откуда сила тока $I_{\text{общ}} = 2I_0$, т.е. $I_{\text{общ}} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ A}$.

Ответ: 6 A.

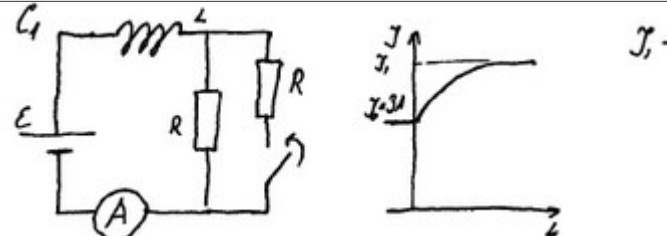
Дан правильный ответ, но нет указания на закон Ома для полной цепи и есть логический недочет в формулировке правила Ленца. Поскольку недостатки решения не суммируются, итоговый результат – 2 балла.

Работа 3.4 (1 балл)

а) При замыкании ключа, сила тока в цепи резко падает, потому что в цепи параллельно включается дополнительное сопротивление с соответствующим сопротивлением, следовательно, общее сопротивление цепи будет определяться по формуле $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$. Таким образом, согласно закону Ома для полной цепи ($I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$), сопротивление, которое стоит в знаменателе правого члена, а сила тока, которая находится в обратной зависимости (обратно пропорциональна) от сопротивления резко падает. б) При этом сопротивление удваивается вдвое, значит сила будет уменьшаться $I_1 = 2I_0 = 2 \cdot 3 \text{ А} = 6 \text{ А}$
 Ответ: 6 А.

Дан правильный ответ, но не указано явление самоиндукции. При этом плавность изменения силы тока объясняется ошибочно. Таким образом, указаны не все необходимые явления и законы, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.

Работа 3.5 (1 балл)



 При замыкании ключа I (сила тока) увеличивается втрое. Это происходит из-за того, что после того, как ключ замкнут, установилось параллельное сопротивление (R) следовательно оно уменьшилось в два раза, т.к. резисторы одинаковы. Из закона Ома для полной цепи следует: $\mathcal{E} = \frac{I_0}{R+r}$
 т.к. r - принимается, а R уменьшилось в два ($\frac{1}{2}R$) $\mathcal{E} = \frac{I_0 \cdot 2}{R} \Rightarrow$
 $I_1 = I_0 \cdot 2 = 3 \text{ А} \cdot 2 = 6 \text{ А}$
 Ответ: 6 А.

Дан верный ответ, имеются рассуждения, направленные на решение задачи. Полностью отсутствует указание на явление самоиндукции, формула закона Ома написана ошибочно.

Задание 4

На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

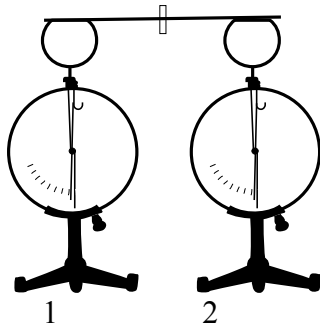


Рис. 1

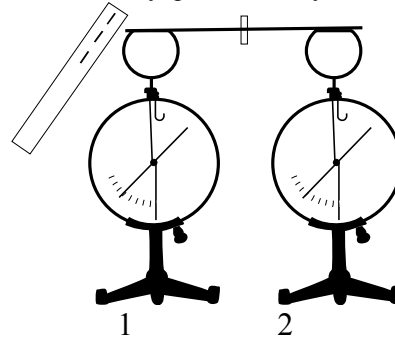


Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

Возможное решение	
<p>1. Электрометр 1 имеет положительный заряд, а электрометр 2 – отрицательный.</p> <p>2. При поднесении отрицательно заряженной палочки к шару электрометра 1 электроны в шаре, стержне и стрелке электрометров по металлическому стержню в электрическом поле, созданном палочкой, стали перемещаться на поверхность шара электрометра 2. Движение электронов будет происходить до тех пор, пока все точки металлических частей двух электрометров не будут иметь одинаковые потенциалы.</p> <p>3. Поскольку два соединённых металлическим стержнем электрометра образуют изолированную систему, то согласно закону сохранения заряда положительный заряд электрометра 1 в точности равен по модулю отрицательному заряду электрометра 2.</p> <p>4. После того как убрали стержень, показания электрометров не изменились</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>электрометр 1 имеет положительный заряд, а электрометр 2 – отрицательный; п. 1</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>электризация во внешнем поле, взаимодействие заряженных тел</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств,</p>	2

определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Работа 4.1 (3 балла)

<p>27. При поднесении отрицательно заряженной палочки к первому электрометру образуется положительный заряд, т.к. под действием сил отталкивания свободные электроны по проводнику переместятся на второй электрометр. Из-за недостатка электронов на первом электрометре будет положительный заряд, а на втором из-за избытка электронов - отрицательный.</p> <p>Если убрать проводник, не убирая палочки, то заряд сохранится и не сможет измениться при отдалении палочки.</p> <p>Таким образом первый электрометр будет заряжен положительно, второй - отрицательно.</p>
--

Приведены правильный ответ и требуемые по критериям оценивания задания ссылки на взаимодействие заряженных тел и перераспределение свободных электронов. Работа оценивается в 3 балла.

Работа 4.4 (0 баллов)

Металлический стержень является проводником, т.к. металл - это проводящая материя. Когда в тот момент, когда к первому электрометру поднесли палочку, несущую отрицательный заряд, то свободные электроны(-) палочки переместятся на стержень, соединяющий оба прибора. Этот стержень имеет заряд и на соседний электрометр. Электроны(-) распространялись равномерно, но есть неодинаковые количества на катушках из приборов. Когда чужой стержень, то есть проводник тогда показанные эти приборы перестали изменяться.

Так как палочка была заряжена отрицательно а электрометр не имеет никакого заряда (это мы видим из первого рисунка) то оба прибора при поднесении палочки стали отрицательно заряженными.

Указан неверный ответ. Рассуждения относятся к случаю, когда заряженной палочкой касаются первого электрометра. Работа оценивается в 0 баллов.

3.2. Примеры оценивания ответов на задания 29-32

Задание 1

Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна $S=100 \text{ см}^2$. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой T . Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на $h=5 \text{ см}$. Найдите силу натяжения нити T .

Возможное решение	
<p>1. Условие равновесия шара в первом случае:</p> $F_{A1} = T + mg, \quad (1)$ <p>где $F_{A1} = \rho V_1 g$ – сила Архимеда, действующая на шар в первом случае, V_1 – объём части шара, погружённой в воду в первом случае (в данной задаче это объём всего шара), m – масса шара и ρ – плотность воды.</p> <p>2. Условие равновесия шара во втором случае:</p> $F_{A2} = mg, \quad (2)$ <p>где $F_{A2} = \rho V_2 g$ – сила Архимеда, действующая на шар во втором случае, V_2 – объём части шара, погруженной в воду во втором случае.</p> <p>3. Вычтем из уравнения (1) уравнение (2) и, учитывая, что $V_1 - V_2 = Sh$, получим:</p> $T = \rho g (V_1 - V_2) = \rho g Sh = 10^3 \times 10 \times 100 \times 10^{-4} \times 0,05 = 5 \text{ Н.}$ <p>Ответ: $T = 5 \text{ Н}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: условия равновесия шара для двух случаев, закон Архимеда);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	1

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
	Максимальный балл 3

Работа 1.1 (3 балла)

28) Дано: $S_{\text{дн}} = 100 \text{ см}^2$, $\rho_{\text{вода}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, $h = 5 \text{ см}$

СИ: $0,01 \text{ м}^2$, $0,05 \text{ м}$

Решение: 1) Векторная сумма всех сил, действующих на шар, направленный в воду, равен нулю, т.к. шар плавает:

$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0;$

Спроецируем силы, действующие на шар, на ось Oy:

Найдем: $Oy: F_A - mg - T = 0;$

Выражаем силу Архимеда:

$$F_A = \rho_{\text{вода}} \cdot g \cdot V_{\text{погр. шара}}$$

Выражаем массу шара:

$$m = \rho_{\text{дерева}} \cdot V_{\text{шара}}$$

$\rho_{\text{вода}} \cdot g \cdot V_{\text{погр. шара}} - \rho_{\text{дерева}} \cdot V_{\text{шара}} \cdot g = T;$

2) Когда перерезают нить и шар выталкивают, то сила Архимеда будет уравновешивать силу тяжести:

$$F_A' = mg;$$

\boxed{x} - отношение объема всего шара к погруженной его части

$$\rho_{\text{жидк}} \cdot g \cdot \frac{V_{\text{ш}}}{x} = \rho_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}} \cdot g;$$

$$\frac{\rho_{\text{ж}}}{x} = \rho_{\text{ш}}; \Rightarrow x = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ш}}} = \frac{5}{2};$$

$$\frac{2 \cdot V_{\text{ш}}}{5} = 0,4 V_{\text{ш}} - \text{объем погруженной части шара.}$$

F_A' будет уравновешивать mg , поэтому:

$$\rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot 0,4 V_{\text{ш}} = \rho_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}} \cdot g;$$

$$3) V_{\text{ш}} = 0,4 V_{\text{ш}} = 0,6 V_{\text{ш}} - \text{объем погруженной части шара.}$$

П.т.х. при всплытии шара уровень воды уменьшится на h , но справедливо следующее:

$$0,6 V_{\text{ш}} = S \cdot h;$$

Ответ: $T = 5 \text{ Н}$.

$$T = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot S \cdot h = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 0,05 \text{ м} = 5 \text{ Н}$$

Представлено полностью верное решение «по частям» с промежуточными вычислениями. Работа оценивается в 3 балла.

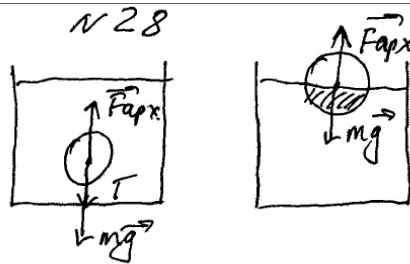
Работа 1.2 (2 балла)

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2 \approx 1 \text{ м}^2$$

$$\Delta h = 0,05 \text{ м}$$

$T = ?$



Решение:

Первоначально ~~на~~ сила натяжения нити T и сила тяжести mg будут держать шарик у дна, а $F_{\text{Арх}}$ будет прилежать к нему.

$$F_{\text{Арх}1} = T + mg \quad (1)$$

Во втором случае, когда нить оборвется, шарик всплывет и будет уравновешен силой тяжести и силой Архимеда $F_{\text{Арх}2}$

$$F_{\text{Арх}2} = mg \quad (2)$$

Подставив mg из (1) уравнение во второе (2) получаем

$$T = F_{\text{арх}1} - F_{\text{арх}2} = \rho_m g V_1 - \rho_m g V_2 = \rho_m g (V_1 - V_2) = \rho_m g \Delta V$$

$$\Delta V = S \cdot \Delta h = 1 \text{ м}^2 \cdot 0,05 \text{ м} = 0,05 \text{ м}^3$$

$$T = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,05 \text{ м}^3 = 500 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 500 \text{ Н}$.

Представлено верное решение, но допущена ошибка при переводе единиц в СИ, что привело к неверному ответу. Работа оценивается 2 баллами.

Работа 1.3 (1 балл)

2P) Дано:

$S = 100 \text{ см}^2$
 $h = 5 \text{ см}$
 $\rho_m = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $\rho_g = 400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Т - ?

Решение

$\vec{F} = m\vec{a}$ (2-й з. Ньютона)

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$mg + T = F_A$$

$$T = F_A - mg$$

$$F_A = \rho_m g V$$

$$V = h S$$

$$m = \rho_g V$$

$$T = \rho_m g h S - \rho_g g h S$$

$$T = g h S (\rho_m - \rho_g)$$

$$T = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,01 \cdot (1000 - 400) = 3 \text{ Н}$$

Ответ: 3 Н

Допущена ошибка для второго положения шара (располагается на поверхности воды). Из необходимых законов записано условие равновесия для первого случая и формула для силы Архимеда. Работа оценивается в 1 балл по критерию отсутствия одной из исходных формул.

Работа 1.4 (0 баллов)

По второму закону Ньютона - сумма всех сил, действующих на тело = 0.

$$+\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

Спроецируем на ось OY:

$$-F_A + mg - T = 0 \Rightarrow T = -F_A + mg$$

$F_A = \rho g V_m$, где V_m - объем тела;

$$V_1 = S_u \cdot h = 0,01 \text{ м}^3; V_2 = S_u (h + 0,05) = 0,015 + 0,0005 \text{ м}^3$$

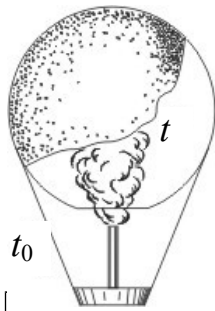
$$V_m = 0,0005 \text{ м}^3; m_m = V_m \rho_m = 0,0005 \cdot 400 = 0,2 \text{ кг};$$

$$T = -10^3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-1} \cdot 10 = 15 \text{ Н};$$

Ответ: $T = 15 \text{ Н}$

Неверно записан второй закон Ньютона для первого положения шара. Допущена ошибка в определении объема погруженной части шара во втором случае. Работа оценивается 0 баллов.

Задание 2



Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объем $V = 230$ м³, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Какую минимальную температуру t должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

Возможное решение

Условие подъема шара: $F_{\text{Архимеда}} \geq Mg + mg$,

где M – масса оболочки, m – масса воздуха внутри оболочки, отсюда

$$\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \Rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V,$$

где ρ_0 – плотность окружающего воздуха, ρ – плотность воздуха внутри оболочки, V – объем шара.

Для воздуха внутри шара находим: $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$, или $\frac{m}{V} = \frac{p \mu}{R T} = \rho$, где p – атмосферное давление, T – температура воздуха внутри шара. Соответственно, имеем плотность воздуха снаружи: $\rho_0 = \frac{\mu p}{R T_0}$, где T_0 – температура окружающего воздуха.

$$\frac{p \mu}{R T_0} V \geq M + \frac{p \mu}{R T} V \Rightarrow \frac{p \mu}{R T_0} V = \frac{p \mu}{R T_{\min}} V - M \Rightarrow \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{T_0} - \frac{M}{p \mu V},$$

$$T_{\min} = T_0 \frac{p \mu V}{p \mu V - M R T_0} \approx 538 \text{ К} = 265^\circ\text{C}.$$

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Менделеева–Клапейрона);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

2

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 2.1 (3 балла)

C₂ Дано:

$M = 145 \text{ кг}$
 $V = 230 \text{ м}^3$
 $\bar{t} = 273 \text{ К}$
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$

Считая, что объем оболочки пренебрежимо мал, пишем уравнения равновесия шара в момент подъема шара:

$$N_g + m_1 g = m_2 g$$

$$N + m_1 = m_2$$

m_1 - масса горячего воздуха
 m_2 - масса вытесненного холодного воздуха.
 для нахождения m_1 и m_2 используем газовую закон:

$$p \cdot V = \frac{m_1 \cdot R \cdot T}{R} ; \quad m_1 = \frac{p \cdot V \cdot R}{R T} ; \quad p \cdot V = \frac{m_2 \cdot R \cdot T_0}{R}$$

$$m_2 = \frac{p \cdot V \cdot R}{R T_0}$$

$$\frac{M + p \cdot V \cdot R}{R T} = \frac{p \cdot V \cdot R}{R T_0}$$

$$T = \frac{p \cdot V \cdot R}{R \left(\frac{p \cdot V \cdot R}{R T_0} - M \right)} = \frac{p \cdot V \cdot R \cdot T_0}{p \cdot V \cdot R - T_0 \cdot M \cdot R}$$

$$= \frac{10^5 \cdot 230 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 273}{10^5 \cdot 230 \cdot 29 \cdot 10^{-3} - 273 \cdot 145 \cdot 8,31} = 538,7 \text{ К} \neq$$

$$t = 538,7 \text{ К} - 273 \approx 266^\circ \text{C}$$

Ответ: $t = 266^\circ \text{C}$.

Полное правильное решение задачи, но при подстановке масс в условие равновесия шара учащийся допускает ошибку. Однако следующая формула записана правильно, и получен верный ответ. Допущенная ошибка приравнивается к опiske, и работа оценивается 3 баллами.

Работа 2.2 (2 балла)

C₂: $Mg \vec{g} + m_1 g \vec{g} + F_{\text{Арх}} = 0 ; \rho_0 g V = M_0 + m_1 g$

$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT} ; \rho_0 = \frac{pM}{RT_0}$$

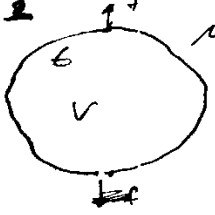
$$\frac{p \cdot M \cdot V}{RT_0} = M + \frac{pVM}{RT} \Rightarrow t = \frac{pVM}{R \left(\frac{pMV}{T_0 R} - M \right)} - 273$$

M - молярная масса воздуха.

Записаны все необходимые уравнения, проведены преобразования, получен ответ в общем виде, но решение не доведено до численного ответа. Работа оценивается 2 баллами.

Работа 2.3 (1 балл)

С2

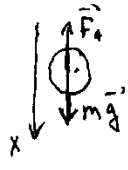


Дано: $M = 145 \text{ кг}$, $V = 230 \text{ м}^3$, $t = -0^\circ\text{C}$,
 Найти: $t = ?$
 Решение: Условие равенства сил.
 $mg = f_{\text{А}} + f$, $f_{\text{А}} = \rho_0 g V$
 ~~$\rho_0 = \frac{\rho R T}{V} = \frac{\rho_0 R T_0}{M_0}$~~ $\rho_0 = \frac{\rho_0 M_0}{R T_0}$
 $mg = \frac{\rho_0 M_0 g V}{R T_0} + f$ $t = f(t)$ Так найдем t

Верно записаны два исходных уравнения. В условии равновесия для воздушного шара допущена ошибка. Следовательно, в одной из исходных формул, необходимых для решения задачи, допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. Работа оценивается 1 баллом.

Работа 2.4 (1 балл)

С2 $M = 145 \text{ кг}$
 $V = 230 \text{ м}^3$
 $\rho_A, T_0 = 273 \text{ К}$
 $t = ?$



$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_A$ $\vec{x} = 0$ (ускорение = 0)
 $m\ddot{x} = mg - F_A$ $m\ddot{x} = mg - \rho g V$ $mg = \rho g V$ $\rho = \frac{m}{V}$ (1)
 $\rho = \rho_A$ (т.к шар открыт)
 ρ - плотность воздуха при $T = 0^\circ\text{C}$
 давление снаружи и внутри шара равно т.к шар открыт
 ~~$\rho V = \rho R T$
 $\rho M = \rho_0 R T_0$
 $\rho = \frac{M}{V}$
 $\rho_0 = \frac{M}{V_0}$
 $\frac{M}{V} = \frac{M}{V_0}$
 $V = V_0$~~
 $\rho_0 M = \rho_0 R T_0$ (3)
 $T_1 = \frac{\rho_0 M V_0}{R m}$!
 $T_1 = \frac{10^3 \cdot 29 \cdot 10^{-1} \cdot 230}{8,31 \cdot 145} = \frac{6670 \cdot 10^2}{1235} \approx 430^\circ\text{K}$ (4)

Записаны все необходимые уравнения, но, судя по дальнейшим преобразованиям, учащийся не учитывает массу оболочки шара и неверно записывает выражение для плотности воздуха в шаре (через массу оболочки и объем шара). Следовательно, одно из исходных уравнений ошибочно, и работа оценивается 1 баллом.

Работа 2.5 (0 баллов)

C-2.

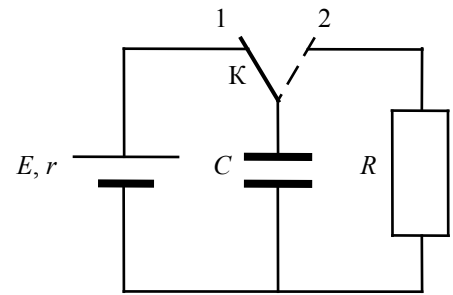
$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow T = \frac{p \cdot V}{R \cdot \frac{m}{M}} = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot m}$$
$$T = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 230 \text{ м}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 145 \text{ кг}} = \frac{7360 \cdot 10^2}{1204,95} = 611 \text{ К}$$
$$t = 611 \text{ К} - 273 \text{ К} = 338^\circ \text{C}$$

Ответ: 338°C .

Отсутствуют два из трех необходимых для решения исходных уравнений. Работа оценивается 0 баллов.

Задание 3

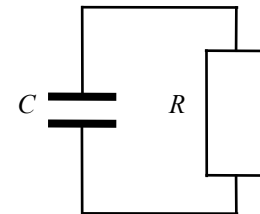
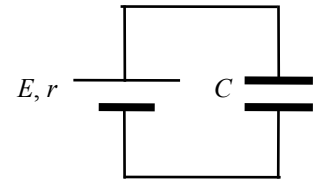
В схеме, показанной на рисунке, ключ К долгое время находился в положении 1. В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. К моменту $t > 0$ на резисторе R выделилось количество теплоты $Q = 25$ мкДж. Сила тока в цепи в этот момент равна $I = 0,1$ мА. Чему равно сопротивление резистора R ? ЭДС батареи $E = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 0,4$ мкФ. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.



Возможное решение

1. К моменту $t_0 = 0$ конденсатор полностью заряжен, ток в левой части схемы (см. рисунок) равен нулю, поэтому напряжение между обкладками конденсатора равно ЭДС E , энергия конденсатора $W_0 = \frac{CE^2}{2}$.

2. В момент $t > 0$ напряжение на конденсаторе U равно напряжению IR на резисторе в правой части схемы (см. рисунок). Энергия конденсатора в этот момент $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2}$.



3. Пренебрегая потерями на излучение, получаем баланс энергии:

$$w_0 = w + Q, \text{ или } \frac{CE^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2} + Q,$$

$$\text{откуда } R = \frac{1}{I} \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = 100 \text{ кОм.}$$

Ответ: $R = 100$ кОм

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Ома для участка цепи, формула для энергии конденсатора, закон сохранения энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	2

<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Работа 3.1 (3 балла)

$t = 0$ конденсатор заряжен.

В момент переключения \rightarrow конденсатор максимален
резистор минимален. на резистор падает ток от конденсатора

$Q = 75 \text{ мкКл}$ | $W_{K1} = \frac{CE^2}{2}$ - заряд конденсатора

$I = 0,1 \text{ А}$ | $W_{K2} = \frac{C\mathcal{U}^2}{2}$ - энергия в момент времени t

$\mathcal{E} = 25 \text{ В}$ | по закону сохранения энергии.

$C = 0,4 \text{ мкФ}$ | $W_{K1} = Q + W_{K2}$ | $\mathcal{U}^2 = \frac{2 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 25^2 - 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} = \frac{40}{0,4} = 100$

$R = 7 \text{ Ом}$ | $\frac{CE^2}{2} = Q + \frac{C\mathcal{U}^2}{2}$ | $\mathcal{U} = 10$

$\text{отв: } 10^5 \text{ Ом}$ | $\mathcal{U}^2 = \frac{2 \cdot (CE^2 - Q)}{C}$ | по закону Ома | $I = \frac{\mathcal{U}}{R}$ | $R = \frac{\mathcal{U}}{I} = \frac{10}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 10^5$

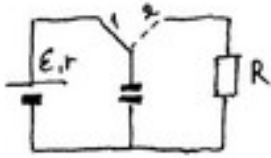
Полностью верное решение задачи.

Работа 3.2 (3 балла)

<p>Дано:</p> <p>$Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$</p> <p>$I = 0,1 \text{ мА}$</p> <p>$E = 15 \text{ В}$</p> <p>$r = 30 \text{ Ом}$</p> <p>$C = 0,4 \text{ мкФ}$</p> <p>$R = ?$</p>	<p>$Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$</p> <p>$0,1 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$</p>	<p>Решение: 1) Когда ключ в положении 1 ток через конденсатор не проходит, на нем накапливается заряд, найдем его $W_k = \frac{CU^2}{2}$, где $U = E$; $W_k = \frac{CE^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 225}{2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$</p> <p>2) После переключения ключа в положение 2, энергия на конденсаторе пойдет на резистор R, часть энергии будет на нагревание. Найдем ту, что осталась $W = W_k - Q = 4,5 \cdot 10^{-5} - 25 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.</p> <p>3) Найдем энергию на резисторе, сложим найденную сопротивлением. $W = \frac{CU^2}{2}$, где $U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$ и по закону Ома где участка цепи $I = \frac{U}{R}$, где $R = \frac{U}{I}$</p> <p>$U = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 2}{0,4 \cdot 10^{-6}}} = \sqrt{100} = 10 \text{ В}$, тогда $R = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^5 \text{ Ом}$.</p> <p>Ответ: $R_{\text{резистора}} = 10^5 \text{ Ом}$.</p>
--	---	--

Полностью верное решение задачи, проведенное «по частям», с промежуточными вычислениями.

Работа 3.3 (2 балла)

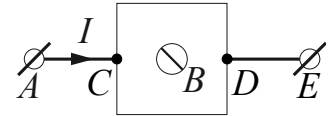
<p>Дано</p> <p>$Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$</p> <p>$E = 15 \text{ В}$</p> <p>$r = 30 \text{ Ом}$</p> <p>$I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$</p> <p>$C = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$</p> <p>$R = ?$</p>	<p>Решение:</p>  <p>① $\frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{2} (U = E)$</p> <p>② $\frac{CE^2}{2} = Q + \frac{CU^2}{2} (I = 0,1 \text{ мА})$</p> <p>$CE^2 - 2Q = CU^2 \Rightarrow U = \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = \sqrt{225 - \frac{50 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}}}$</p> <p>$= \sqrt{225 - 125} = 10 \text{ В}$</p> <p>$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 10^5 \text{ Ом} = 0,1 \text{ Г Ом}$</p> <p>Ответ: $R = 0,1 \text{ Г Ом}$</p>
--	---

Решение правильное, но в нем присутствуют три недостатка: описаны не все вновь вводимые величины, разные величины обозначены одной буквой (u) и допущена ошибка при записи окончательного ответа. Поскольку недостатки решения, каждый из которых приводит к снижению оценки на 1 балл, не суммируются, итоговый результат – 2 балла.

Задание 4

В задании 4 следует обратить внимание на изменение обобщенной схемы оценивания в связи с дополнительным требованием рисунка с указанием сил, действующих на тело.

Квадратная рамка со стороной $L=10$ см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течёт ток $I=2$ А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. Найдите полную силу Ампера, которая будет действовать на рамку в однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки и по модулю $B=0,2$ Тл. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на рамку.



Возможное решение	
<p>1. В точке C ток I разделится на два одинаковых по силе тока: $I_1 = \frac{I}{2}$, так как сопротивление обеих половин рамки одинаково.</p> <p>2. На каждый из участков прямого провода будет действовать своя сила Ампера, перпендикулярная направлению тока и вектору магнитной индукции. Направление силы Ампера, действующей на проводник с током, определим по правилу левой руки (см. рисунок).</p> <p>3. Так как $F_A = I_1 B l$, где l – длина проводника, то силы, действующие на вертикальные стороны рамки, компенсируют друг друга, а силы, действующие на горизонтальные стороны, складываются, так как они сонаправлены друг другу.</p> <p>4. Окончательно получим: $F = 2F_A = 2 \times \frac{I}{2} B L = I B L = 2 \times 0,2 \times 1 \times 0,1 = 0,04$ Н, где L – длина стороны рамки. Ответ: $F = 0,04$ Н</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для силы Ампера, правило левой руки, принцип суперпозиции сил</i>); II) сделан правильный рисунок, на котором указаны силы, действующие на рамку; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от</p>	2

Работа 4.2 (2балла)

№ 30

Дано: $L = 0,1 \text{ м}$ | $F_A = I B l \cdot \sin \alpha$
 $I = 2 \text{ А}$ | $\text{т.к. } B \perp, \text{ то } \sin \alpha = 1$
 $B = 0,2 \text{ Тл}$ | $F_A = ?$

Определить F_A для каждого участка по формуле Лавоа рун:

для 1-2: $\vec{F}_A \uparrow$ | 1-5: $\vec{F}_A \leftarrow$ | \vec{F}_A вверх
 3-4: $\vec{F}_A \downarrow$ | 5-3: $\vec{F}_A \rightarrow$ | \vec{F}_A вниз
 2-6: $\vec{F}_A \rightarrow$ | \vec{F}_A вправо
 6-4: $\vec{F}_A \leftarrow$ | \vec{F}_A влево
 $\vec{F}_A 1-5 = \vec{F}_A 3-4 = 0$

т.к. стороны рамки имеют равные противоположные, то сила тока в точке С действует только на 1 и 3 $I_{1-2} = I_{3-4} = 1 \text{ А}$

$\vec{F}_A = \vec{F}_{A1-2} + \vec{F}_{A3-4}$. т.к. ток течет вправо, стороны одинаковы, а $B = \text{const}$ то $F_{A1-2} = F_{A3-4}$.

Тогда $\vec{F}_{A \text{ обр.}} = d \vec{F}_{A1-2} = 2 \cdot I B L = 2 \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} =$

$= 0,04 \text{ Н.}$

Ответ: $F_A = 0,04 \text{ Н.}$

Приведено верное решение задачи и получен верный ответ, но на рисунке не указаны направления действующих сил (хотя ниже для каждого участка описаны эти направления). Работа оценивается в 2 балла за недостатки в рисунке.

Работа 4.3 (2 балла)

Дано:

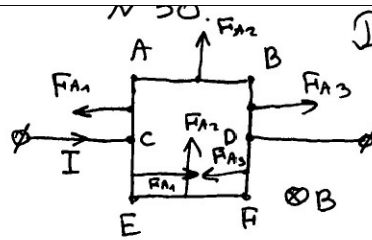
$$L = 0,1 \text{ м};$$

$$I = 2 \text{ А};$$

$$B = 0,2 \text{ Тл};$$

Найти:

F_A



Решение:

П.к. соприкосновения проводов одинаково, но при повороте к точке C ток пойдет и по верхнему, и по

нижнему обводу. П.к. провода соединены параллельно, но можем записать:

$$IR = I_1 R + I_2 R; I = I_1 + I_2, \text{ но } I_1 = I_2 \text{ (одинаковые проводники сверху и снизу), } I_1 = \frac{I}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ А};$$

На проводник с током, находящийся в магнитном поле, действует сила Ампера, которая равна:

$$F_A = I B l, \text{ где } l - \text{ длина участка проводника.}$$

По правую левый руки определим направление силы Ампера, действующей на разные участки цепи и отметим их направление на рисунке.

~~Сила~~ Силы, действующие на участки AC и CE равны по модулю и противоположны по направлению, (п.к. (-) с серединой AE) следовательно равнодействующая сил Ампера на участок AE равна нулю. Аналогично для участка BF, равнодействующая сила равна нулю (рис.)

Рассмотрим участки AB и EF: сила Ампера в двух случаях направлена вверх плоскости рисунка, следовательно сила Ампера, действующая на весь контур, равна: $F = F_{AB} + F_{EF};$

$$F = I_{AB} \cdot B \cdot L + I_{EF} \cdot B \cdot L; \text{ Также, как было сказано ранее, равны, следовательно } F = I_{AB} \cdot B \cdot L \cdot 2 =$$

$$= \frac{I}{2} \cdot B \cdot L \cdot 2 = I B L; F = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ А.}$$

Ответ: 0,04 А

Приведено верное решение задачи и получен верный ответ, но дважды записана неверная единица для силы. Работа оценивается по критерию ошибки в числовом ответе в 2 балла.

Работа 4.4 (1 балл)

№ 30

<p>Дано: $L = 10 \text{ см}$ $I = 2 \text{ А}$ $B = 0,2 \text{ Тл}$ $B \perp I$ $l - \text{длина}$ $F_A - ?$</p>	<p>СИ $0,1 \text{ м}$</p>		<p>Решение</p> <p>Т.к. участки 1-3 и 4-6 соединены параллельно и R - везде одинаково, то $I_{13} = I_{46} = \frac{1}{2} I$</p> <p>Участки 1, 2, 3, 4, 5, 6 соединены последовательно $\Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = \frac{1}{2} I$</p> $\vec{F}_A = \vec{F}_{A1} + \vec{F}_{A2} + \vec{F}_{A3} + \vec{F}_{A4} + \vec{F}_{A5} + \vec{F}_{A6} =$ $= 3 \sin 90^\circ \cdot \frac{1}{2} I B \left(\frac{L}{2} + L + \frac{L}{2} + \frac{L}{2} + L + \frac{L}{2} \right) = \frac{1}{2} I B 4L$ $F_A = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 4 \cdot 0,1 \text{ м} = 0,08 \text{ Н}$
--	---	--	--

1, 21

Допущена ошибка при определении направления сил на рисунке и, как следствие, равнодействующей силы. Последнее подпадает под ошибку в одной из исходных формул. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 4.5 (0 баллов)

<p>Дано: $L = 10 \text{ см}$ $I = 2 \text{ А}$ $B = 0,2 \text{ Тл}$ $F_A - ?$</p>	<p>СИ $= 0,1 \text{ м}$</p>	<p>Решение:</p> $\vec{F}_A = I \vec{B} l \sin \alpha$ <p>Т.к. $\alpha = 90^\circ$, то $\sin 90^\circ = 1$, тогда</p> $F_A = I B l$ <p>Т.к. рамка квадратная, то</p> $l = 4L$ $F_A = 4 I B L$ $F_A = 4 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,16 \text{ (Н)}$	
---	---	---	--

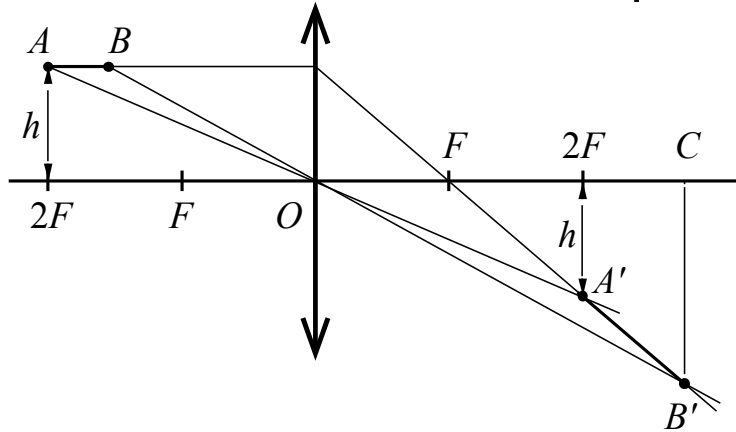
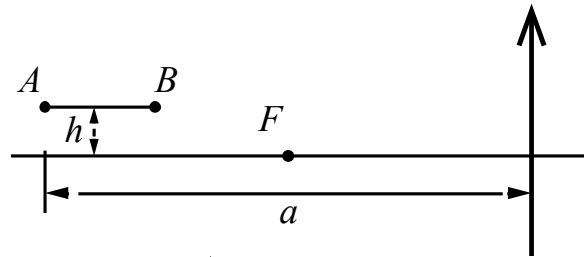
Ответ: 0,16 Н

В решении представлена лишь одна из необходимых исходных формул. Работа оценивается в 0 баллов.

Задание 5

В задании 5 следует обратить внимание на изменение системы оценивания в связи с обязательностью представления рисунка.

Тонкая палочка AB длиной $l = 10$ см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $h = 15$ см от неё (см. рисунок). Конец A палочки располагается на расстоянии $a = 40$ см от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину L . Фокусное расстояние $F = 20$ см.



Во		Баллы
<p>1. Построение изображения $A'B'$ предмета AB в линзе показано на рисунке.</p> <p>2. Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то её изображение A' также находится на расстоянии $2F$ от линзы, и расстояние от точки A' до главной оптической оси равно h.</p> <p>3. Длина изображения $A'B'$ $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}$.</p> <p>4. Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F - l} + \frac{1}{OC}$ получим: $OC = \frac{F(2F - l)}{F - l} = 60$ см.</p> <p>5. $\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F - l}$, откуда: $B'C = h \frac{OC}{2F - l} = 30$ см.</p> <p>6. Окончательно получим: $L = \sqrt{(20)^2 + (15)^2} = \sqrt{625} = 25$ см.</p> <p>Ответ: $L = 25$ см</p>		
<p style="text-align: center;">Критерии оценивания выполнения задания</p> <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>формула линзы, выражение для длины изображения</u>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок, с указанием хода лучей в линзе;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>		3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или</p>		2

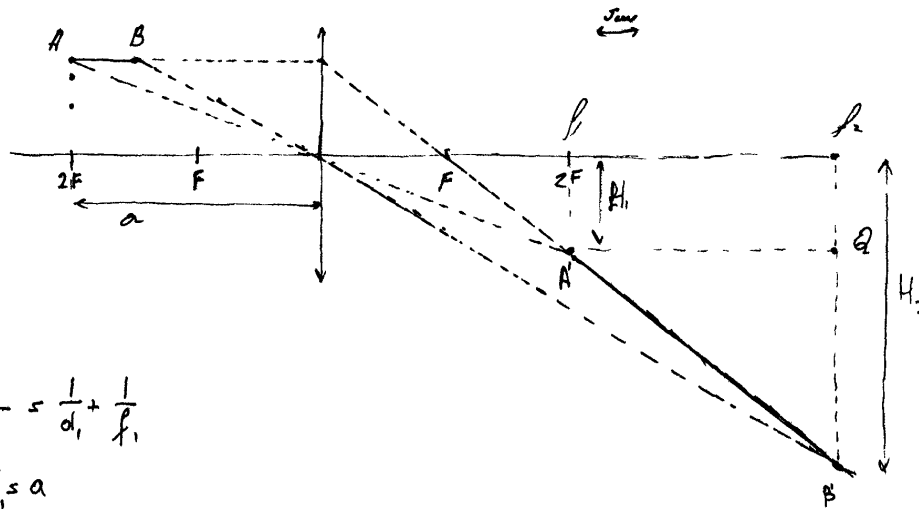
<p>отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Работа 5.1 (3 балла)

32.

Дано:

$$\begin{aligned} l &= 0,1 \text{ м} \\ h &= 0,15 \text{ м} \\ a &= 0,4 \text{ м} \\ F &= 0,2 \text{ м} \\ L &= ? \end{aligned}$$



A'

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$$

$$d_1 = a$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{a-F}{Fa} = \frac{1}{f_1} \Leftrightarrow f_1 = \frac{Fa}{a-F} = \frac{0,08}{0,2} = 0,4 \text{ м}$$

$$\frac{H_1}{h} = \frac{f_1}{a} \Leftrightarrow H_1 = h \cdot \frac{f_1}{a} = h = 0,15 \text{ м}$$

$$B' \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{F} &= \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \\ d_2 &= a-l \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{F} &= \frac{1}{a-l} + \frac{1}{f_2} \\ d_2 &= a-l \end{aligned} \right.$$

$$f_2 = \frac{F(a-l)}{(a-l)-F} = \frac{0,08}{0,2} = 0,6 \text{ м}$$

$$\frac{H_2}{h_2} = \frac{f_2}{d_2} \Leftrightarrow H_2 = h_2 \cdot \frac{f_2}{d_2} = 0,3 \text{ м}$$

ΔA'B'Q.

$$\left\{ \begin{aligned} A'B' &= \sqrt{A'Q^2 + B'Q^2} \\ A'Q &= f_2 - f_1 \\ B'Q &= H_2 - H_1 \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} A'B' &= \sqrt{(f_2 - f_1)^2 + (H_2 - H_1)^2} = \sqrt{(0,2)^2 + (0,15)^2} = \\ &= 0,25 \text{ м} \end{aligned} \right.$$

Ответ: 0,25 м.

Представлен не содержащий ошибок рисунок. Все обозначения введены на рисунке. Записаны все необходимые формулы, проведены преобразования и получен верный ответ. Работа оценивается в 3 балла.

Работа 5.2 (2 балла)

3С.

Дано:
 $F = 0,2 \text{ м}$
 $L = 0,4 \text{ м}$
 $h = 0,15 \text{ м}$
 $a = 0,4 \text{ м}$

1.) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{0,2} = \frac{1}{0,4} + \frac{1}{f}$
 $5 - 2,5 = \frac{1}{f} = 2,5$
 $f = 0,4 \text{ м}$

2.) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{f'}$
 $\frac{1}{0,2} = \frac{1}{0,3} + \frac{1}{f'}$
 $5 - 3,3 = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = 1,7 \Rightarrow f' = 0,6 \text{ м}$

$A''B'' = f' - f = 0,6 \text{ м} - 0,4 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$

3.) $\angle A'A'' = H \quad \frac{H}{h} = \frac{f}{a} = \frac{0,4}{0,4} = 1 \Rightarrow H = h = 0,15 \text{ м}$

4.) $B'B'' = H'$
 $\frac{H'}{h} = \frac{f'}{a'} = \frac{0,6}{0,3} = 2 \Rightarrow \frac{H'}{h} = 2 \Rightarrow H' = 2h = 0,3 \text{ м}$

В трапеции $A'A''B''B'$: $A'A'' = 0,15 \text{ м}$; $B'B'' = 0,3 \text{ м}$; $A''B'' = 0,2 \text{ м}$.
 Построим через т. A' $A'M = A''B'' = 0,2 \text{ м}$
 Из $\triangle A'MB'$ - прямоугольный $A'B' = \sqrt{A'M^2 + MB'^2} = \sqrt{(0,2)^2 + (B'B'' - A'A'')^2}$
 $= \sqrt{(0,2)^2 + (B'B'' - A'A'')^2} = \sqrt{(0,2)^2 + (0,3 - 0,15)^2} = \sqrt{(0,2)^2 + 0,15^2} = \sqrt{0,04 + 0,0225} =$
 $= \sqrt{0,0625} = 0,25 \text{ м} \approx 0,132 \text{ м} \approx L$

Ответ: $L = 0,132 \text{ м}$.

Приведен верный рисунок с построением изображения предмета в линзе, введены необходимые обозначения, проведены необходимые преобразования, но в вычислениях допущена ошибка. Работа оценивается 2 баллами.

Работа 5.3 (1 балл)

№ 32

Дано:	Сш:
$L = 10 \text{ см}$	$= 0,1 \text{ м}$
$h = 15 \text{ см}$	$= 0,15 \text{ м}$
$a = 40 \text{ см}$	$= 0,4 \text{ м}$
$F = 20 \text{ см}$	$= 0,2 \text{ м}$
$L = ?$	

Измерил: $1 \text{ см} = 5 \text{ см}$

В решении представлен только верный рисунок построения изображения предмета АВ в линзе. Работа оценивается 1 баллом за наличие правильного рисунка.

Работа 5.4 (0 баллов)

№ 32

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{40} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{40}$$

$$d = 40 \text{ см}$$

$$r = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

Представлен неверный рисунок построения изображения предмета АВ в линзе. Формула линзы записана без учета данных условия задачи. Работа оценивается 0 баллов.

Приложение.

Указания по оцениванию развернутых ответов участников ЕГЭ для эксперта, проверяющего ответы на задания 28-32 по ФИЗИКЕ

(документ, предоставляемый эксперту при проведении оценивания экзаменационных работ)

Эксперт, проверяющий задания с развернутым ответом, располагает следующими материалами:

- 1) тексты заданий;
- 2) возможные варианты решения задач 28-32;
- 3) критерии оценивания заданий 28-32;
- 4) таблица справочных величин (аналогичная таблицам КИМ ЕГЭ по физике);
- 5) кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике (1 экземпляр на аудиторию);
- 6) *рекомендации РПК по учету в процессе оценивания особенностей заданий, используемых в данном субъекте РФ вариантов КИМ.*

При проверке заданий с развернутым ответом эксперт имеет право пользоваться **непрограммируемым калькулятором.**

В материалах для экспертов ЕГЭ по физике для каждого задания приводится авторский способ решения. Однако предлагаемый разработчиками КИМ способ (метод) решения не является эталонным. Он лишь помогает эксперту в решении соответствующего задания.

Выполнение заданий оценивается на основании описания полного правильного ответа, за который выставляется максимальный балл, а наличие тех или иных недостатков или ошибок приводит к снижению на 1 или 2 балла. В случае, когда ошибки в решении не подпадают ни под один из критериев на 3, 2 или 1 балл, задание оценивается в 0 баллов.

При использовании обобщенной схемы оценивания **задания 28 рекомендуется обращать внимание на следующие моменты:**

1. Перед проведением проверки каждого из заданий необходимо изучить критерии его оценивания в материалах для эксперта, обратив внимание **на возможные отличия от обобщенной схемы оценивания.**
2. При проверке ответов необходимо вычленив в решении **три элемента:**
 - ответ,
 - объяснение ответа (число логических шагов или этапов объяснения),
 - перечень законов, формул и явлений, на которые в объяснении должны быть сделаны указания.

Количество логических шагов в объяснении и перечень законов и явлений зависит от выбранного способа решения. Это необходимо учитывать при выборе критериев для оценивания.

3. Выполнение задания 28 оценивается **в 2 балла только при наличии верного ответа.**
4. Если в задании требуется нарисовать схему электрической цепи или сделать рисунок с ходом лучей в оптической системе, то отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению оценки на 1 балл, а наличие только правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа оценивается в 1 балл. Верными считаются схемы, отвечающие требованиям задачи, в которых используются стандартные обозначения элементов электрической цепи.

При использовании обобщенной схемы оценивания *заданий 29-32 рекомендуется обращать внимание на следующие моменты:*

1. Решение учащегося может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал учащийся. Если ход решения учащегося допустим, то **эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.**
2. В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике. При этом форма записи формулы значения не имеет.
3. Если экзаменуемый использует в процессе решения в качестве одной из исходных формул ту, которая не представлена в кодификаторе, то такая работа оценивается по критерию **отсутствия одной из основополагающих формул** и оценивается в 1 балл (даже при наличии верного числового ответа).
4. Решение задач может оцениваться в 2 балла при полном правильном решении и верном ответе, если не описаны дополнительно введенные физические величины. Описанием считается словесное указание на величину рядом с ее символическим обозначением, указание символического обозначения величины в записи условия («Дано») или на схематическом рисунке. Допускается введение новых величин без описания, если используются стандартные обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике.
5. Если математические преобразования, представленные в решении, не отражают основных необходимых логических шагов, то решение оценивается в 2 балла.
6. Если в тексте задания требуется сделать рисунок с указанием сил, действующих на тело, то правильным считается рисунок, в котором верно указаны все необходимые силы и их направление. Ошибка в соотношении длин векторов и отсутствие знака вектора не считаются ошибками.
7. Если в тексте задачи присутствует требование изобразить **схему электрической цепи или оптическую схему**, то следует обратить внимание на дополнительные условия к выставлению 2 и 1 баллов. Наличие только одной верной схемы электрической цепи или верной оптической схемы оценивается в 1 балл.
8. При проверке правильности числового ответа необходимо проверить вычисления экзаменуемого при помощи калькулятора. Допускаются округления с учетом того числа значащих цифр, которые указаны в условии задачи. Избыточная точность числового ответа не считается ошибкой. При решении задачи по действиям допускается погрешность ответа, не меняющая физической сути числового ответа задачи.
9. Если экзаменуемый решает задачу, которая относится к другому варианту, то решение этой задачи оценивается в 0 баллов.

В процессе проверки необходимо придерживаться **следующих правил:**

- ✓ При оценивании экзаменационных работ эксперт рассматривает решения в выданных ему работах по заданиям: вначале решения задачи 28 во всех работах, затем все решения задачи 29, потом все решения задач 30, 31 и 32. Тем самым обеспечивается более согласованное решение о выставлении баллов за одно и то же задание.
- ✓ При работе эксперт выставляет свои оценки в протокол проверки развернутых ответов.
- ✓ Выставление баллов в протокол проверки развернутых ответов рекомендуется проводить по работам: все задания первой проверяемой работы, все задания второй проверяемой работы и т.д. Это позволяет обнаружить ошибки, допущенные экзаменуемым в

нумерации задач, а также обнаружить пронумерованную, или пронумерованную неверно, или случайно пропущенную экспертом задачу.

✓ Результаты оценивания переносятся в протокол проверки развернутых ответов, при этом баллы по каждому заданию переносятся в колонку, название которой соответствует номеру задания:


- баллы по заданию **28** переносятся в колонку **28** протокола;
- баллы по заданию **29** переносятся в колонку **29** протокола;
- баллы по заданию **30** переносятся в колонку **30** протокола;
- баллы по заданию **31** переносятся в колонку **31** протокола;
- баллы по заданию **32** переносятся в колонку **32** протокола;

✓ Баллы выставляются в бланк оценивания гелевой черной ручкой.

✓ Внесение изменений в бланк оценивания крайне нежелательно. Все исправления вносятся в порядке, установленном в субъекте Российской Федерации. Использование замазок и затирок с целью исправления записей категорически не допустимо!

Рисунок 1. Протокол проверки развернутых ответов 2019 года. Образец.

Протокол проверки развернутых ответов

	Регион 99	Код предмета 3	Название предмета Физика (дата экзамена)	Номер протокола 1000003
	ФИО эксперта Фамилия И.О.	Код эксперта 000001	Примечание	

Образец заполнения 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 X

№	Код бланка	Позиции оценивания															
		28	29	30	31	32											
1	2820300339593	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Дата проверки - -
Подпись эксперта

Внимание! При выставлении баллов за выполнение задания в Протокол проверки ответов развернутых ответов следует иметь в виду, что **если ответ отсутствует** (нет никаких записей, свидетельствующих о том, что экзаменуемый приступал к выполнению задания), то в протокол проставляется «X», а не «0». Если в работе записан только номер задания без попыток ее решения, то в протокол выставляется «0».

**Справочные данные
Десятичные приставки**

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

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

Соотношение между различными единицами	
температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Астрономические величины	
средний радиус Земли	$R = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность			
		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3

керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³
----------	-----------------------	-------	--------------------------

Удельная теплоёмкость					
воды	4,2·10 ³	Дж/(кг·К)	алюминия	900	Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³	Дж/(кг·К)	меди	380	Дж/(кг·К)
железа	460	Дж/(кг·К)	чугуна	500	Дж/(кг·К)
свинца	130	Дж/(кг·К)			
Удельная теплота					
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг				
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг				
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг				

Нормальные условия: давление – 10 ⁵ Па, температура – 0 °С					
Молярная масса					
азота	28·10 ⁻³	кг/моль	гелия	4·10 ⁻³	кг/моль
аргона	40·10 ⁻³	кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³	кг/моль
водорода	2·10 ⁻³	кг/моль	лития	6·10 ⁻³	кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³	кг/моль	неона	20·10 ⁻³	кг/моль
воды	18·10 ⁻³	кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³	кг/моль