

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 развёрнутым ответом
экзаменационных работ ЕГЭ 2021 года**

ФИЗИКА

Москва
2021

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 развёрнутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ 2021 г. по физике подготовлены в соответствии с Тематическим планом работ Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный институт педагогических измерений» на 2021 г. Пособие предназначено для подготовки экспертов по оцениванию выполнения заданий с развёрнутым ответом, которые являются частью контрольных измерительных материалов (КИМ) для сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике.

В методических материалах характеризуются типы заданий с развёрнутым ответом, используемые в КИМ ЕГЭ 2021 г. по физике, и критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом, приводятся примеры оценивания выполнения заданий и даются комментарии, объясняющие выставленную оценку.

© М.Ю. Демидова, А.И. Гиголо, И.Ю. Лебедева, В.Е. Фрадкин, 2021

© Федеральный институт педагогических измерений, 2021

Оглавление

1. Роль заданий с развёрнутым ответом в КИМ ЕГЭ по физике	4
2. Система оценивания заданий с развёрнутым ответом в ЕГЭ по физике.....	7
2.1. Схема оценивания заданий 27.....	7
2.2. Схема оценивания заданий 28.....	10
2.3. Схема оценивания заданий 29–32.....	11
3. Примеры оценивания ответов на задания с развёрнутым ответом.....	18
3.1. Примеры оценивания ответов на задание 27.....	18
3.2. Примеры оценивания ответов на задание 28.....	35
3.3. Примеры оценивания ответов на задания 29–32.....	45
3.4. Примеры оценивания целых работ	68
Справочные данные.....	96
Указания по оцениванию развёрнутых ответов участников ЕГЭ для эксперта, проверяющего ответы на задания 27–32 по физике в 2021 году	98

1. Роль заданий с развёрнутым 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 двух 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 изменённой 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 следуют 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 три 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 восемь различных задач: две расчётных задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня, одна расчётная задача повышенного уровня с развёрнутым ответом, одна качественная задача с развёрнутым ответом и четыре расчётных задачи с развёрнутым ответом высокого уровня сложности.

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 экзаменуемые встречались в процессе обучения и в которых используются явно заданные физические модели;
- изменённые 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 серьёзную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору физической модели для решения задачи.

Любая расчётная задача по физике требует анализа условия, выбора физической модели, проведения математических преобразований, расчётов и анализа полученного ответа. Для оценивания заданий высокого уровня сложности необходим анализ всех этапов решения, поэтому здесь предлагаются задания с развёрнутым 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 выпускником в ходе решения задачи. Такие задачи в измерительных материалах предлагаются в виде заданий с кратким ответом.

Одно из заданий с развёрнутым 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 развёрнутого ответа, оцениваются по политомической шкале в соответствии с полнотой и правильностью решения.

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

Объективности оценивания можно добиться следующим образом:

- чётко 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.

1. При оценивании экзаменационных работ эксперт рассматривает решения в выданных ему работах по заданиям: вначале решения задачи 27 во всех работах, затем все решения задачи 28, потом все решения задач 29 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.
2. Перед проведением проверки каждого из заданий необходимо изучить критерии его оценивания в материалах для эксперта, обратив внимание на возможные отличия от обобщённой схемы оценивания.
3. При работе эксперт выставляет свои оценки в специальный бланк «Протокол проверки развёрнутых ответов» (бланк-протокол). Заполнять бланки-протоколы следует, руководствуясь следующими правилами:
 - заполнять поля бланка-протокола следует печатными заглавными буквами чёрной 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 серьёзной поломке сканера);
- внесённые исправления должны однозначно трактоваться. Все исправления вносятся в порядке, определённом в субъекте Российской Федерации;
- 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 «X»;
- 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 развёрнутым 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, пронумерованную или случайно пропущенную экспертом задачу.

4. 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 Рособнадзора 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:

- иметь при себе средства связи, фото-, аудио- и видеоаппаратуру;
- копировать и выносить из помещений, в которых работает ПК, экзаменационные работы, критерии оценивания, протоколы проверки экзаменационных работ;
- разглашать информацию, содержащуюся в указанных материалах.

Также запрещается:

- без уважительной причины покидать аудиторию;
- переговариваться с другими экспертами ПК, если речь не идёт о консультировании с председателем ПК или с экспертом ПК, 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 развёрнутым ответом в ЕГЭ по физике

Экзаменационный вариант ЕГЭ по физике включает три типа заданий с развёрнутым ответом: качественные задачи (27), расчётные задачи (28) и расчётные задачи (29–32), к которым предлагаются три 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 экзаменуемых. 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 выпускниками, и определено их влияние на оценивание.

2.1. Схема оценивания заданий 27

Качественные задачи (№ 27) 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 трёх 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 имеется 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.) И (ИЛИ)	2

<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 (возможно, неверные), 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 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.</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

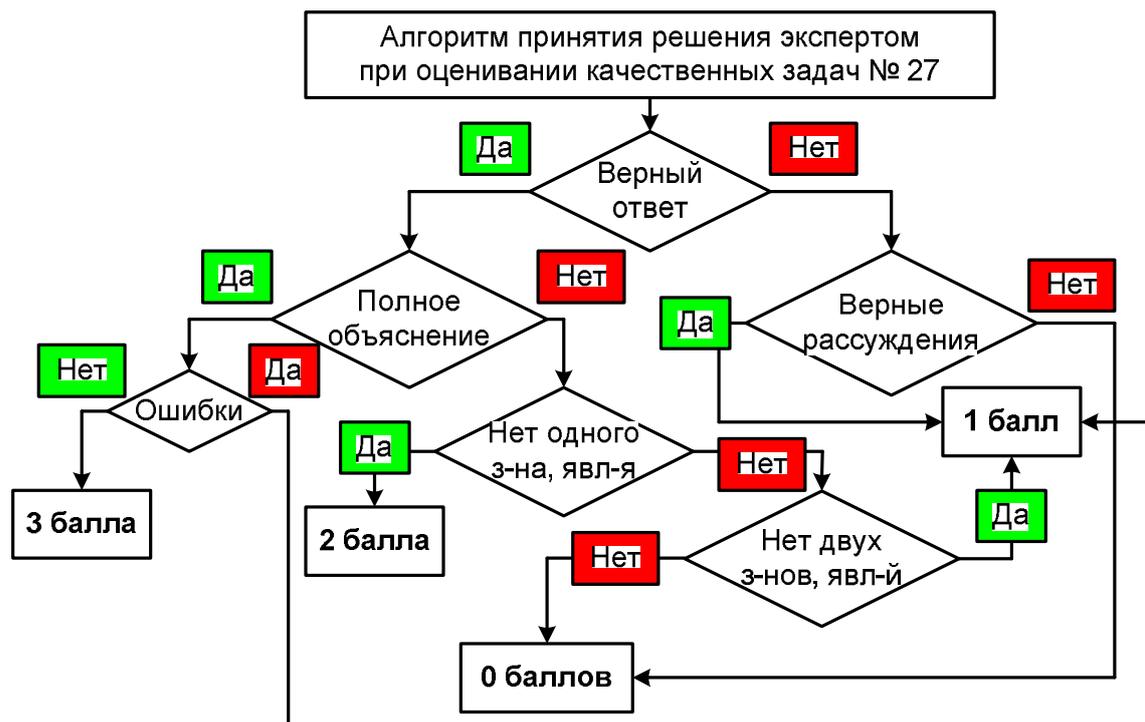
Среди качественных задач встречаются задания с дополнительными условиями. Например, дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи или сделать рисунок с ходом лучей в оптической системе. В этом случае в описание полного правильного решения вводится ещё один пункт (верный 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 даёт возможность экзаменуемому получить 1 балл. Пример такой обобщённой схемы приведён ниже.

**Обобщённая 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 имеется 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</p>	2

<p>в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), 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. И (ИЛИ)</p> <p>Приведён неверный рисунок с указанием хода лучей в оптической системе (допущена ошибка в схеме электрической цепи)</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.</p> <p>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>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Приведён 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

На рисунке приведён алгоритм принятия экспертом решения при оценивании качественной задачи 27.



2.2. Схема оценивания заданий 28

Задания 28–32 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 28–32 третьей части приведена инструкция, которая в целом отражает требования к полному правильному решению расчётных задач.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

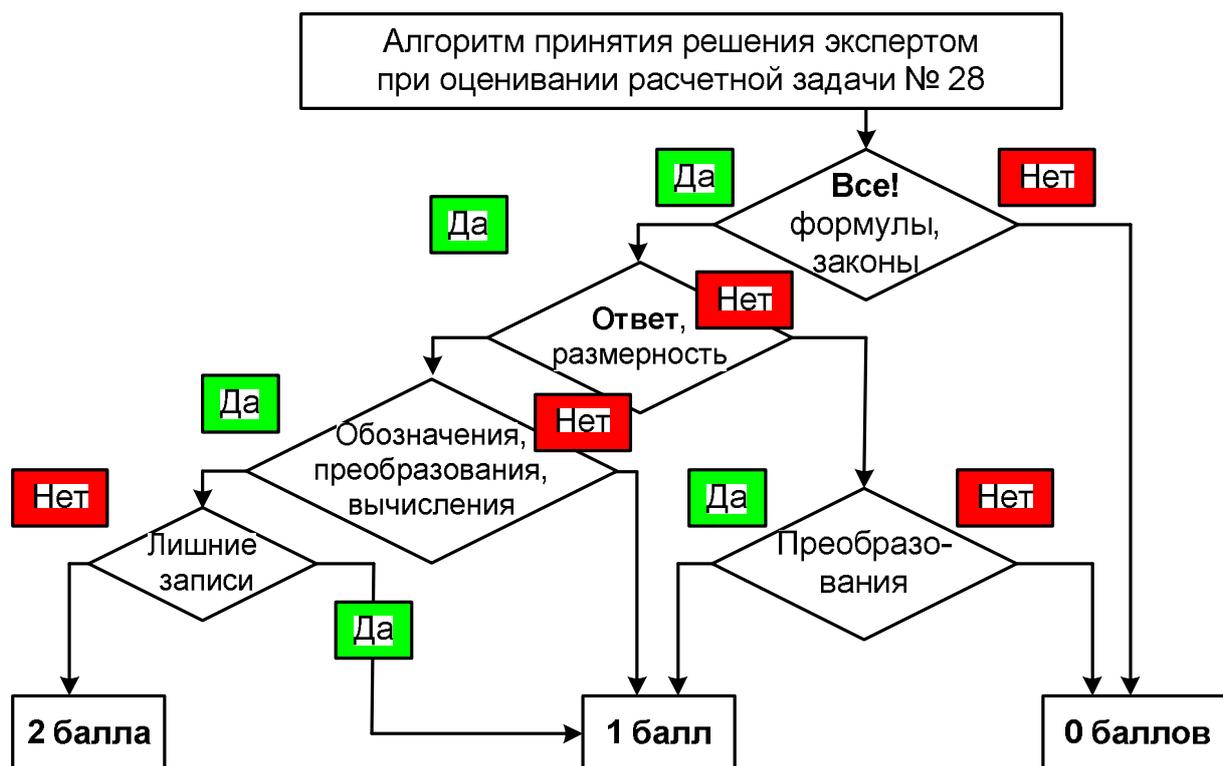
Обобщённая схема оценивания задания 28

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: <u>перечисляются законы и формулы</u>)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>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

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.

На рисунке приведён алгоритм принятия экспертом решения при оценивании расчётной задачи 28.



2.3. Схема оценивания заданий 29–32

Обобщённая 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>)³;</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)⁴;</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), 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

³ 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.

⁴ 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.

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется 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 (возможно, неверные), 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</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

**Возможные изменения
в обобщённой системе оценивания расчётных 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
<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>перечисляются законы и формулы</i>); 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</i>)</p>	3

<p>величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях 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 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

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. Обобщённая 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>	3

<p>IV) представлены 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>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется 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 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</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

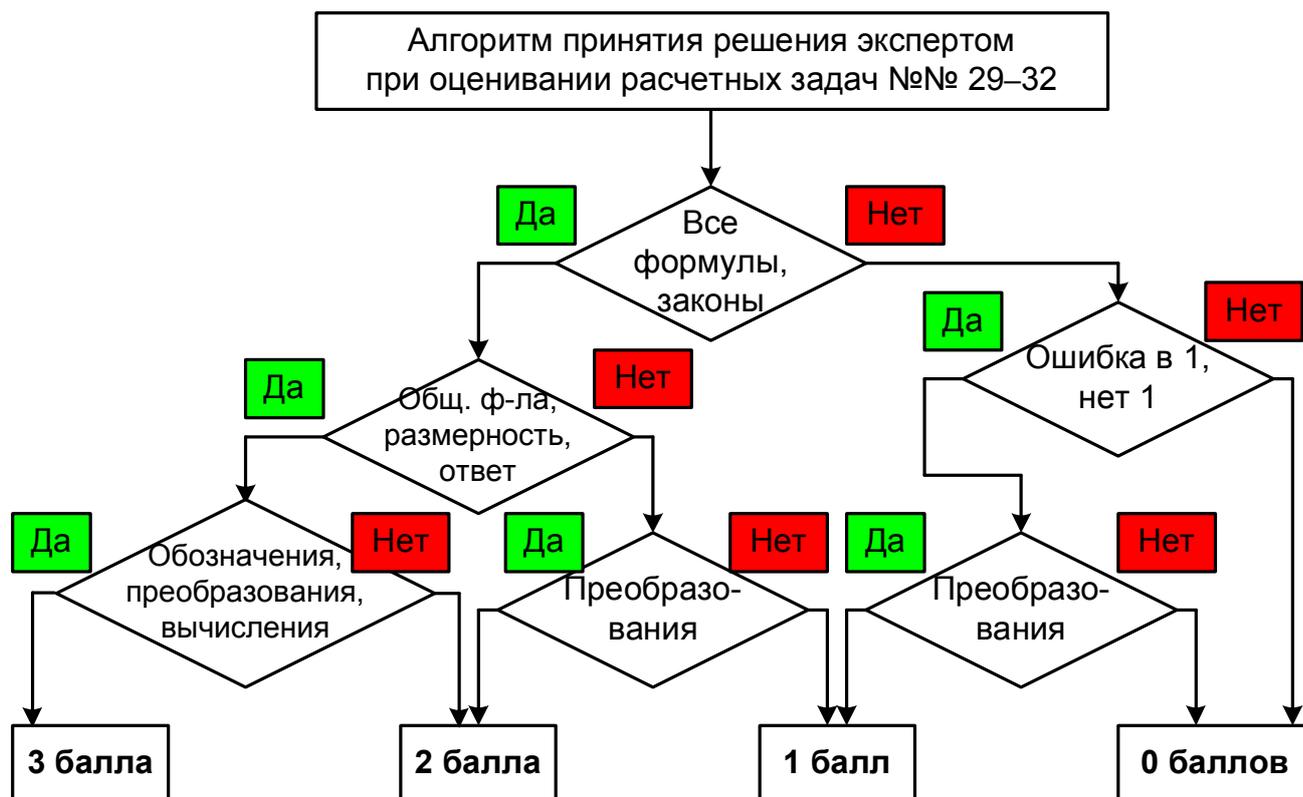
3. В тексте задачи присутствует требование изобразить **схему электрической цепи или оптическую схему**. В этом случае в описание полного правильного ответа включается требование к правильности рисунка, а также выставляются дополнительные условия к оценке в 2 и 1 балла. Обобщённая схема с изменениями 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</i></p>	3

<p>величин, используемых при написании физических законов); III) приведён правильный рисунок, поясняющий решение; IV) представлены 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>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется 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 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</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 правильный рисунок</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

—

На рисунке приведён алгоритм принятия экспертом решения при оценивании расчётных задач 29–32.



Комментарии к обобщённой системе оценивания расчётных задач

1. Решение экзаменуемого может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал экзаменуемый. Если ход решения экзаменуемого 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 выпускник использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул. (Например, выпускник 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.)

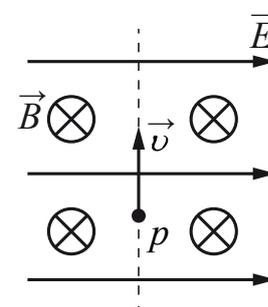
3. Решение задач может оцениваться в 2 балла при полном правильном решении и верном ответе, если не описаны дополнительно введённые физические величины. Описанием считается словесное указание на величину рядом с её символическим обозначением, указание символического обозначения величины в записи условия («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 учётом 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 экзаменуемый 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 « A/B », а участник экзамена определил значение отношения « B/A », то это не считается ошибкой или погрешностью.
 - Если подмена сводится к тому, что экзаменуемый 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 экзаменуемым 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 развёрнутым ответом

3.1. Примеры оценивания ответов на задание 27

Задание 1

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{A} и магнитное поле с индукцией \vec{A} . Поля однородные, $\vec{A} \perp \vec{A}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{A} и \vec{A} , 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, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{A}, а по правилу левой руки \vec{F}_i направлена противоположно силе \vec{F}_e. 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 \vec{F}_i и \vec{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
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>)	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется 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.) 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>	2

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. 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Пример 1.1 (3 балла)

→ по правилу левой руки определяет направление F_L силы Лоренца. т.к. заряд протона (q) $> 0 \Rightarrow$

\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 перпендикулярно: $F_L = F_E$

при увеличении E сила электрическая (F_E) тоже увеличивается

$$F_E > F_L$$

протон начнет двигаться правее от предыдущей траектории. Его как траектория станет положе на часть круга.

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 действуют 2 силы. 1 сила со стороны электрического поля направлена вправо и 2 сила со стороны магнитного поля направленная влево. При увеличении напряжённости электрического поля сила направленная вправо возрастает так как эта сила прямо пропорциональна напряжённости. Сила со стороны магнитного поля не изменится так как она не зависит от напряжённости. В итоге сила электрического поля перевесит и проток будет отклоняться вправо.

Приведён 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:

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

По правилу левой руки: можно узнать, что F_\perp направлено влево

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

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

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

$\vec{F} = \frac{E}{q} \quad \vec{F} \uparrow \parallel \vec{E}$

$x \cdot F = F_\perp$

$\frac{E}{q} = q B v \Rightarrow E = q^2 B v$ При увеличении напряженности будет увеличиваться ^{т.е.} $F = \frac{E}{q} \uparrow$, а F_\perp будет увеличиваться и будет т.к. F_\perp не зависит от E

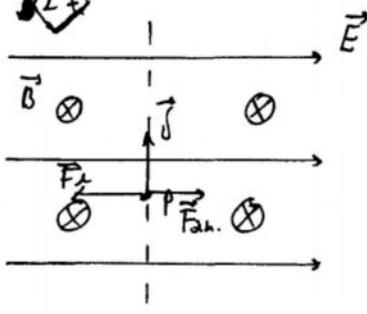
Значит по 2-ому закону Ньютона появится ускорение сонаправленное с F

$F - F_\perp = m \dot{a}$, а значит при этом после увеличения 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)

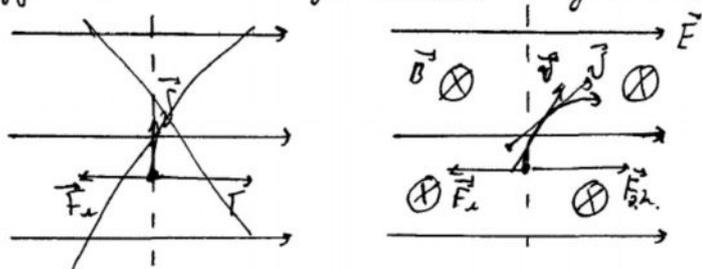
№ 27



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.

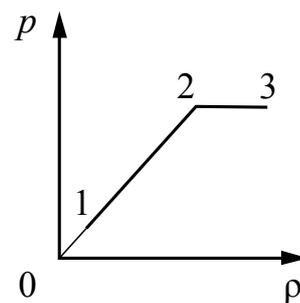
Пример 1.5 (0 баллов)

№ 27 Скорость траектории изменит свое направление так как напряженность электрического поле увеличилась. Сила соответственно взаимодействии между частицами поменяется, но со временем все стабилизируется и тротон пойдёт 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 имеется 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 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.</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
Максимальный балл	3

Пример 2.1 (3 балла)

~ 27 по условию масса газа m не изменяется.

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

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

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

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

$\uparrow p = \frac{p\mu}{RT \downarrow}$ 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, объём уменьшается.
2-3: температура уменьшается, объём уменьшается.

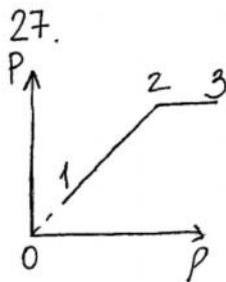
Приведён верный ответ и верные рассуждения об изменениях температуры и объёма газа. Приведена запись уравнения Клапейрона-Менделеева с учётом плотности газа, а также ссылки на изопроцессы. Работа оценивается в 3 балла.

Пример 2.2 (2 балла)

1. $m_2 = \text{const}$, на участках 1-2 и 2-3 ρ увеличивается \Rightarrow из формулы плотности по определению $\rho = \frac{m}{V}$, объём уменьшается пропорционально увеличению плотности.
2. Участок 1-2 - изотермия (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 есть $\frac{V}{T} = \text{const}$. Так как V уменьшается (по условию в пункте 1), то T тоже уменьшается.
- Ответ: в процессе 1-2 объём уменьшается, а температура не изменяется; в процессе 2-3 и объём, и температура газа уменьшаются.

Приведён верный ответ об изменениях температуры и объёма, 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 недочёта.

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

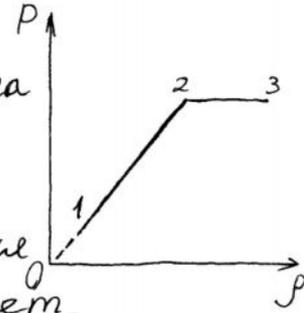
Дан верный ответ об изменениях температуры и объёма, приведены верные рассуждения, но в работе отсутствует вывод об изотермическом процессе на участке 1–2. Кроме того, вместо названия газовых законов указано «уравнение Клайперона», что можно расценивать как лишние записи. Работа оценивается в 2 балла по критериям одного логического недочёта 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).

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2 = nkT \Rightarrow$$

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. ее внутренняя энергия возрастает.~~ ~~$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1$; $U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2$.~~

 ~~$p_1 V_1 = \nu R T_1$; $p_2 V_2 = \nu R T_2$.~~

~~$p_1 < p_2 \Rightarrow T_2 > T_1$.~~

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 E и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

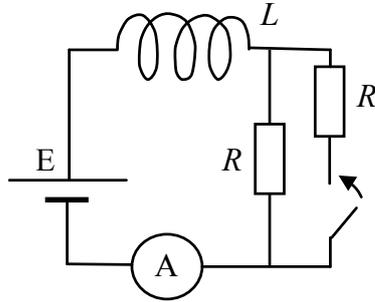


Рис. 1

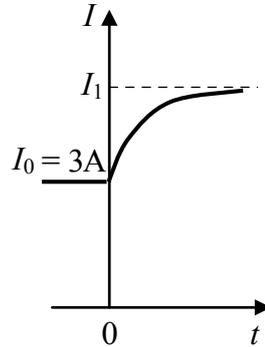


Рис. 2

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: $IR_{\text{общ}} = \square + \square_{si}$, где I – сила тока в цепи, $R_{\text{общ}}$ – сопротивление цепи, а $\varepsilon_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ – ЭДС самоиндукции, возникающая только при изменении силы тока, и препятствующая его изменению согласно правилу Ленца.</p> <p>2. До замыкания ключа $R_{\text{общ}} = R$ сила тока через амперметр определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I_0 = \frac{E}{R}$.</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: $I_1 = 2 \frac{E}{R} = 2I_0 = 6 \text{ A}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: значение силы тока – п. 4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон Ома для полной цепи, явление самоиндукции)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств,	2

<p>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>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>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.</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>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>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p>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 $I = 2I_0$.

$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R}$; $I = \frac{2\mathcal{E}_0}{R}$; $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$; $\mathcal{E}(\text{ДС})$ - при изменении тока и когда ток перестанет изменяться (увеличиваться), то \mathcal{E} пропадет.

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 оценивается в 3 балла.

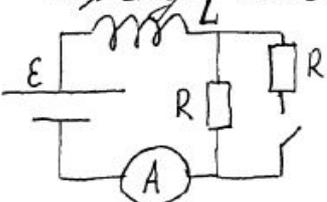
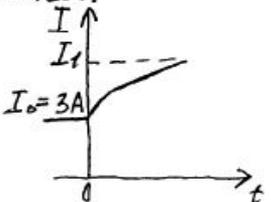
Работа 3.2 (2 балла)

Сила тока в цепи увеличивается постоянно, т.к. в цепи находится катушка. При замыкании ключа сопротивление цепи уменьшается в 2 раза. Следовательно, сила тока начинает возрастать, и при замыкании 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 оценивается в 2 балла.

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 вызывает.

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.

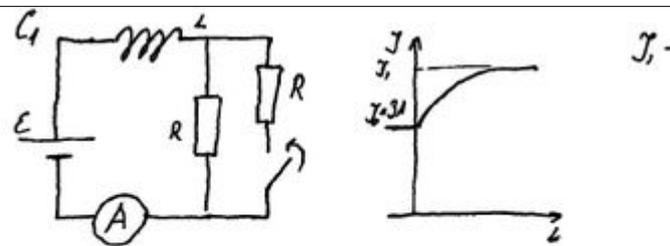
Дан правильный ответ, но нет указания на закон Ома для полной цепи и есть логический недочёт в формулировке правила Ленца. Поскольку недостатки решения не суммируются, итоговый результат – 2 балла.

Работа 3.4 (1 балл)

а) Три замкнутых ключа, сила тока в цепи равно I_0 ,
 потому что в цепи параллельно включены дополнительный
 резистор с сопротивлением r , следовательно, общее
 сопротивление цепи будет определяться по формуле $\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{r}$
 Таким образом, согласно на Закон Ома для полной цепи ($I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$),
 сопротивление, которое стоит в знаменателе равно r , а сила
 тока, которая находится в обратной зависимости (обратно пропорциональна
 сопротивлению, включенному) от сопротивления равно I_0 . б) Если один сопротивление
 уменьшить вдвое, значит сила тока увеличится $I_1 = 2I_0 = 2 \cdot 3A =$
 $= 6A$
 Ответ: 6А.

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
 оценивается в 1 балл.

Работа 3.5 (1 балл)



Три замкнутых ключа I (сила тока) увеличивается. Это проис-
 ходит из-за того, что когда ключ замкнут установилось параллельное
 сопротивление (R) следовательно оно уменьшилось в два раза. т.к.
 резисторы одинаковые. Из закона Ома для полной цепи следует: $\mathcal{E} = \frac{I_0}{R+r}$
 т.к. r - принимается, а R уменьшилось вдвое ($\frac{1}{2}R$) $\mathcal{E} = \frac{I_0 \cdot 2}{R} \Rightarrow$
 $I_1 = I_0 \cdot 2 = 3A \cdot 2 = 6A$
 Ответ: 6А.

Дан верный ответ, имеются рассуждения, направленные на решение задачи. Полностью
 отсутствует указание на явление самоиндукции, формула закона Ома написана ошибочно.
 Работа оценивается в 1 балл.

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.

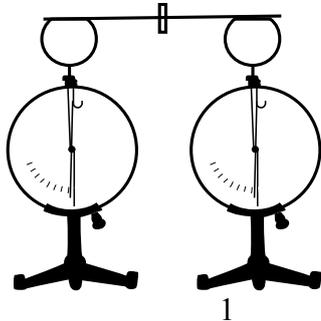


Рис. 1

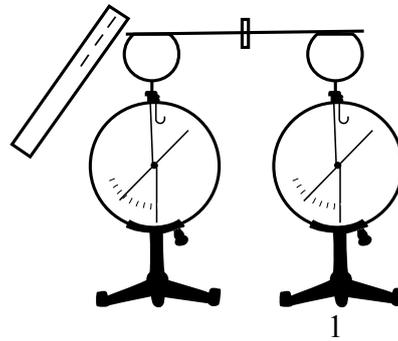


Рис. 2

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 электрометра 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 имеется 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>	2

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 <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.	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
<i>Максимальный балл</i>	3

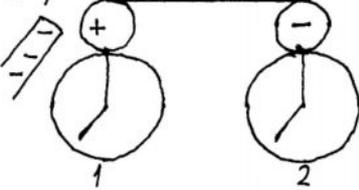
Работа 4.1 (3 балла)

<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 противоположно (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 4.2 (2 балла)

27)

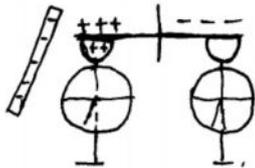


Когда к первому электрометру поднесли отрицательно заряженную палочку, заряд в системе перераспределился так, что левый шар оказался заряжен положительно (разномысленные заряды притягиваются), а правый отрицательно (одномысленные отталкиваются), при этом ~~их~~ модули ^{зарядов} равны, т.к. изначально электрометры были незаряженными; когда убрали стержень, заряды сохранились.

Приведён правильный ответ и верные рассуждения. Нет указания на одно из необходимых явлений (не сказано о наличии свободных электронов, которые перемещаются под действием электрического поля). Работа оценивается в 2 балла.

Работа 4.3 (1 балл)

27.



1) Поднесли отрицательно заряженную палочку, и в верхней части начнем индуцироваться положительными зарядами по закону распределения зарядов.

2) По т.к. стержень металлический и левая сторона будет заряжена положительно, т.к. стержень ~~уменьшен~~ ^{уменьшен} рукой, но начнем, заряженные положительно ~~не~~ ^{на} ~~способны~~ ^{способны} перебежать в левую сторону, и поэтому по закону перераспределения зарядов в правой стороне начнем индуцироваться отрицательные заряды, сила Кулона будет действовать $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

3) Делаем вывод, что в левой стороне ^{стержень} ~~положительно~~ ^{положительно} заряженные частицы, а в правой отрицательно заряженные, убрав стержень после этого, в левой стороне ~~электро-~~ ^{электро-} ~~уменьшаемая~~ ^{уменьшаемая} ~~положительно~~ ^{положительно} заряженные частицы и они заряжаются отрицательно, а в правой стороне ~~уменьшаемая~~ ^{уменьшаемая} ~~положительно~~ ^{положительно} заряженные частицы, или ~~самые~~ ^{самые} правой электрометр заряжается положительно.

4) 1 - электрометр заряжается отрицательно.
2 - электрометр заряжается положительно.

Получен неверный ответ. Пункт 1 решения содержит ошибочные рассуждения. Далее есть рассуждения, направленные на решение задачи. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 4.4 (0 баллов)

Металлический стержень является проводником, т.к. металлы - это проводящие материалы. Поэтому 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 катушки из приборов. Когда чужой стержень, то есть проводник тогда показанные эти приборы перестали изменяться.

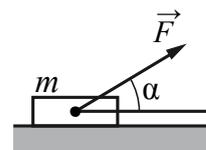
Так как палочка была заряжена отрицательно а электрометр не имеет никакого заряда (это мы видим из первого пункта) то оба прибора при поднесении палочки стали отрицательно заряженными.

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

3.2. Примеры оценивания ответов на задание 28

Задание 1

Брусок массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,2$. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{\text{тр}} = 2,8$ Н. Чему равен модуль силы F ?



Возможное решение	
<p>Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось: $0 = N - mg + F \sin \alpha$.</p> <p>Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим $F_{\text{тр}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$. В итоге, искомая сила $F = \frac{\mu mg - F_{\text{тр}}}{\mu \sin \alpha} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10 - 2,8}{0,2 \cdot 0,5} = 12$ 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: <i>второй закон Ньютона, формула для силы трения скольжения</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>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Работа 1.1 (2 балла)

<p>Дано:</p> <p>$m = 2 \text{ кг}$</p> <p>$\alpha = 30^\circ$</p> <p>$\mu = 0,2$</p> <p>$F_{\text{TP}} = 2,8 \text{ Н}$</p> <hr/> <p>$F = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>$N = \frac{F_{\text{TP}}}{\mu} = \frac{2,8}{0,2} = 14 \text{ Н}$</p> <p>$N + F \sin \alpha - mg = 0$</p> <p>.....</p> <p>$F \sin \alpha = mg - N$</p> <p>$F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 14}{0,5} = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ Н}$</p>	
<p>Ответ: 12 Н</p>		

Приведено полное верное решение: записаны две необходимых формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. Работа оценивается в 2 балла.

Работа 1.2 (2 балла)

<p>Дано:</p> <p>$m = 2 \text{ кг}$</p> <p>$\alpha = 30^\circ$</p> <p>$\mu = 0,2$</p> <p>$F_{\text{TP}} = 2,8 \text{ Н}$</p> <hr/> <p>$F = ?$</p>	<p>$F_{\text{TP}} = \mu N$</p> <p>.....</p> <p>$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{TP}} + \vec{F} = m\vec{a}$</p> <p>$Ox: F \cos \alpha - F_{\text{TP}} = ma$</p> <p>$Oy: N = mg - F \sin \alpha$</p> <p>$F_{\text{TP}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$</p> <p>$F_{\text{TP}} = \mu N$</p> <p>$2,8 = 0,2 \cdot N = 14$</p> <p>$N = mg - F \sin 30^\circ$</p> <p>.....</p> <p>$F \sin 30^\circ = 6$</p> <p>$F = 12$</p>	
<p>Ответ: 12 Н</p>		

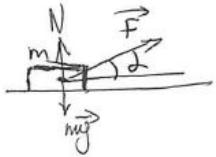
Приведено полное верное решение: записаны необходимые формулы, проведены преобразования и вычисления по действиям и дан верный ответ. Работа оценивается в 2 балла.

Работа 1.3 (1 балл)

Дано:
 $m = 2 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$

 $F = ?$

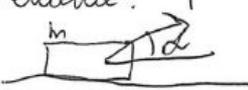
Решение:
 По II закону Ньютона
 $N + F \sin \alpha - mg = 0$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н} = \mu N$
~~.....~~
~~.....~~
~~.....~~
 $F = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{mg - F_{\text{тр}}/\mu}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 10 - 2,8/0,2}{\sin 30^\circ} = 12 \text{ Н}$
 Ответ: 12 Н



Приведено верное решение и получен верный ответ, но на рисунке не указана сила трения. Неверный рисунок (поскольку требование к его представлению в тексте задачи отсутствует) отнесён к лишним записям. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 1.4 (0 баллов)

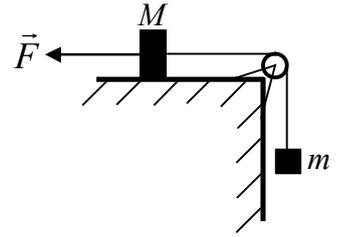
Дано:
 $m = 2$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$
 Найти:
 F

Решение:

~~В~~ $N + F \sin \alpha - mg = 0$
 $F = \mu N$ $F = \mu (mg - F \sin \alpha) = 0,2 \cdot (20 - 6) = 0,2 \cdot 14$
 $F = 2,8$ Ответ: $F = 2,8$

Приведена только одна верная формула, выражение для силы трения записано неверно (отсутствует обозначение силы трения). Работа оценивается в 0 баллов.

Задание 2

Груз массой $M = 0,8$ кг, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой $m = 0,5$ кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 , направленным вниз. Коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола равен $0,2$. Чему равен модуль силы F ?

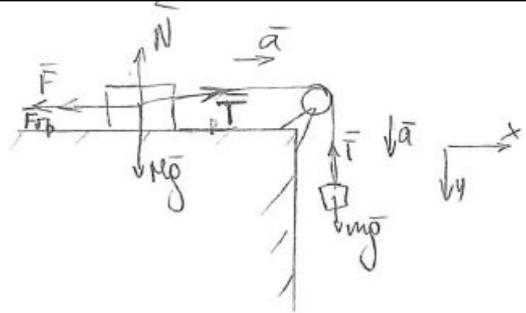


Возможное решение	
<p>Грузы связаны лёгкой нерастяжимой нитью, а блок идеальный, следовательно, силы натяжения нити одинаковы и грузы движутся с одинаковыми ускорениями. Запишем для каждого груза второй закон Ньютона в проекции на горизонтальную и вертикальную оси, направленные по направлению движения грузов: $Ma = T - F - F_{\text{тр}}$, $0 = N - Mg$ и $ma = mg - T$.</p> <p>Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$.</p> <p>Выполняя преобразования, получим $Ma = T - F - \mu Mg$, $ma = mg - T$.</p> <p>В итоге, получим: $F = mg - \mu Mg - (M + m)a = 0,5 \cdot 10 - 0,2 \cdot 0,8 \cdot 10 - (0,8 + 0,5) \cdot 2 = 0,8 \text{ Н}$</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: <i>второй закон Ньютона, формула для силы трения скольжения</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>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Работа 2.1 (2 балла)

Дано
 $M = 0,8 \text{ м}$
 $m = 0,5 \text{ м}$
 $a = 2 \text{ м/с}^2$
 $\mu = 0,2$
 $F = ?$

I тело:
 $\begin{cases} \text{оу: } Mg = N \\ \text{ох: } T - F - F_{\text{тр}} = Ma \quad (1) \\ F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg \quad (2) \end{cases}$



II тело
 $mg - T = ma$
 $T = mg - ma = m(g - a) \quad (3)$

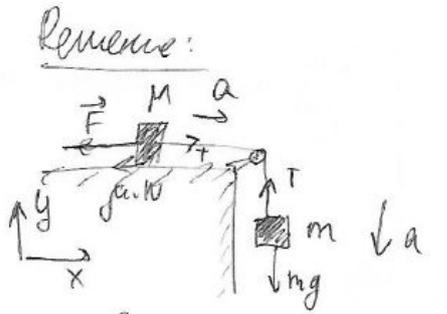
$(2) \text{ и } (3) \rightarrow (1)$
 $m(g - a) - F - \mu Mg = Ma$
 $F = m(g - a) - M(\mu g + a)$
 $F = 0,5(10 - 2) - 0,8(0,2 \cdot 10 + 2) = 0,5 \cdot 8 - 0,8 \cdot 4 = 4 - 3,2 = 0,8 \text{ Н}$
 Ответ: 0,8 Н

Приведено полное верное решение: записаны все необходимые формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. Работа оценивается в 2 балла.

Работа 2.2 (2 балла)

Дано:
 $M = 0,8 \text{ кг}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \downarrow$
 $\mu = 0,2$
 $F = ?$

Решение:



Запишем 2-ой (и третий) законы Ньютона на тела (на оси x и y , обозначения на рисунке):
 на M :
 $\begin{cases} \text{на } x: T - F - \mu \cdot N = M \cdot a \\ \text{на } y: N - Mg = 0 \end{cases}$

$\text{На } m:$
 $\text{На } y: -mg + T = -ma$
 $T = m \cdot (g - a)$

$\Rightarrow -F = Ma + \mu \cdot N - T$
 $F = T - \mu \cdot Mg - Ma$
 $F = m(g - a) - M(\mu g + a) =$
 $\Rightarrow F = 0,5 \cdot (2) - 0,8 \cdot (2 + 2) = 1 - 3,2 = -2,2 \text{ (H)}$

~~Ответ: 0,8 (H)~~
 Ответ: 0,8 (H)

Приведено полное верное решение: записаны все необходимые формулы, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. Работа оценивается в 2 балла.

Работа 2.3 (1 балл)

1/5
 Дано:
 $M = 0,8 \text{ кг}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $\mu = 0,2$
 $a = 2 \text{ м/с}^2$

 $F = ?$

Спроецируем силы на ось (3-й закон Ньютона)

$F_{\text{тр}} = \mu N$
 $N = Mg$ - на оу
 $T - F - F_{\text{тр}} = Ma$
 $mg - T = ma$
 $Ma + ma = mg - F - F_{\text{тр}}$
 $F = mg - \mu Mg - Ma - ma = 0,8 \text{ Н}$
 Ответ: 0,8 Н

Верно записаны все необходимые формулы, проведены преобразования, получен ответ в общем виде и верный числовой ответ, но не представлены вычисления. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 2.4 (1 балл)

1/51
 Дано: Решение:
 $\mu = 0,8 \text{ кг}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $a = 2 \text{ м/с}^2$
 $\mu = 0,2$

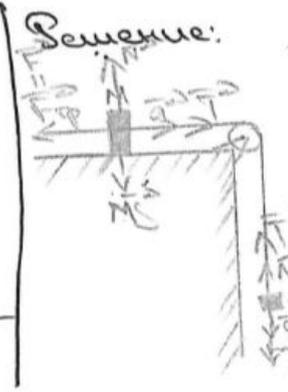
 $F = ?$

Тело m: $\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$ оу: $mg - T = ma$
 Тело M: $\vec{F} + \vec{N} + M\vec{g} = M\vec{a}$ ох: $T - F - F_{\text{тр}} = Ma$
 оу: $N = Mg$
 $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg$
 $F = mg - ma - \mu Mg - Ma = 0,5 \cdot 8 - 0,8 \cdot (0,2 \cdot 10 - 2) = 4 \text{ Н}$
 Ответ: 4 Н.

Представлены необходимые уравнения, получен верный ответ в общем виде, но допущена ошибка в записи второго закона Ньютона в векторной форме (оценена как лишняя запись), ошибка в вычислениях и числовом ответе. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 2.5 (0 баллов)

Дано:
 $M = 0,8 \text{ кг}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $a = 2 \text{ м/с}^2$
 $\mu = 0,2$
 $|\vec{F}| = ?$

Решение:


$$\vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{tr} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$Ox: N - mg = ma$$

$$Oy: N = mg$$

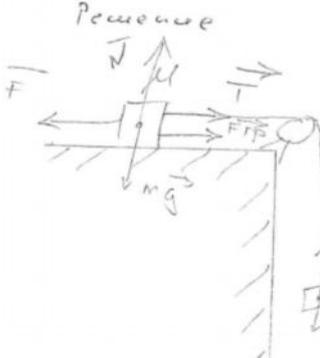
$$1) N = 0,5 \cdot 10 = 5$$

$$2) F_{tr} = \mu \cdot N = 0,2 \cdot 5 = 1,0$$
 Ответ: 1,0.

Неверно записан второй закон Ньютона в векторной форме для груза массой m , не записан закон Ньютона для груза массой M . Работа оценивается в 0 баллов.

Работа 2.6 (0 баллов)

Дано:
 $M = 0,8 \text{ кг}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $a = 2 \text{ м/с}^2$
 $\mu = 0,2$
 $|\vec{F}| = ?$

Решение:


тело m
 по 2-му закону Ньютона
 $Oy: T = mg + ma$

тело M
 $m\vec{g} + \vec{F} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{tr} = m\vec{a}$

$Ox: F - T + F_{tr} = Ma$
 $Oy: N = Mg$

$T = 5 + 1 = 6 \text{ Н}$ т.к. нить нерастяжима $\Rightarrow T_1 = T_2$
 $F = 1,6 + \mu \cdot N + 6$
 $N = Mg$
 $F = 1,6 + 0,2 \cdot 8 + 6 = 8 \text{ Н}$
 Ответ: 8 Н.

Сделан неверный рисунок с указанием сил для груза массой M , соответственно, неверно записан второй закон Ньютона для этого груза. Работа оценивается в 0 баллов.

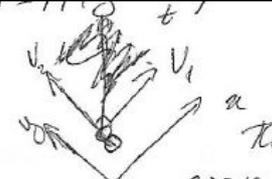
Задание 3

Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более медленного шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с?

Возможное решение	
<p>Запишем закон сохранения импульса для двух взаимодействующих шариков: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}$. Поскольку скорости шариков перед ударом были направлены взаимно перпендикулярно, то импульсы шариков математически связаны теоремой Пифагора: $(mv_1)^2 + (mv_2)^2 = (2mv)^2$. Т.к. по условию $v_1 = 2v_2$, то $(2mv_2)^2 + (mv_2)^2 = (2mv)^2 \Rightarrow 5(mv_2)^2 = 4(mv)^2$. В результате получим, $v_2 = 2v/\sqrt{5} = 2 \cdot 1,5/\sqrt{5} \approx 1,34$ м/с.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<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: <u>закон сохранения импульса</u>); 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</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. 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. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Работа 3.1 (2 балла)

$T = M(g - a)$
 $v_1 = 2v_2$
 $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$
 $v_2' = 1,5 \mu/c$
 $v_2 = ?$



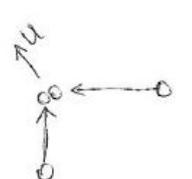
Введем о.к. \vec{v}_1 ; о.г. \vec{v}_2
 по 3.С.К.: $m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 = 2m\vec{v}_2'$, где v_2' - о.с.р.
 после столкн.
 $\Rightarrow \vec{v}_2 + \vec{v}_1 = 2\vec{v}_2'$, т.к. $\vec{v}_2 \perp \vec{v}_1$, то $v_2^2 + v_1^2 = 4v_2'^2 \Rightarrow$
 $v_2 = \sqrt{4v_2'^2 - v_1^2} \Rightarrow v_2^2 + 4v_2^2 = 4v_2'^2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_2 = 2v_2' \sqrt{\frac{1}{5}} = 3\sqrt{\frac{1}{5}} = 1,3 (\mu/c)$
 Ответ: $v_2 = 1,3 \mu/c$

Записан закон сохранения импульса, необходимое математическое соотношение, проведены преобразования, представлены вычисления и верный ответ. Работа оценивается в 2 балла.

Работа 3.2 (1 балл)

Дано:
 $m_1 = m_2$
 $v_1 = v_2$
 $U = 1,5 \frac{\mu}{c}$

 Найти:
 $v_1 = ?$



$p = mV \quad \Delta p = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$
 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = U \quad (m_1 + m_2)$
 $m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = (m_1 + m_2) U_x$
 $m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} = (m_1 + m_2) U_y$
 $v_{1x} = v_1 \quad v_{2x} = 0 \quad v_{1y} = 0 \quad v_{2y} = v_2$
 $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) U_x$
 $m_2 v_2 = (m_1 + m_2) U_y$
 $U_x = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 v_1}{2m_1} = \frac{v_1}{2}$
 $U_y = \frac{m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 v_2}{2m_2} = \frac{v_2}{2}$
 $U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \sqrt{\frac{v_1^2}{4} + \frac{v_2^2}{4}}$
 $= \frac{\sqrt{5v_2^2}}{2} = \frac{\sqrt{5} v_2}{2}$
 $\frac{\sqrt{5} v_2}{2} = 1,5 \quad v_2 = 3\sqrt{5}$
 $v_1 = 6\sqrt{5}$
 Ответ: $v_1 = 6\sqrt{5} \frac{\mu}{c}$

Допущена ошибка в вычислениях: отсутствует знак вектора в законе сохранения импульса. Работа оценивается в 1 балл.

Работа 3.3 (0 баллов)

Дано:
 $m_1 = m_2$
 $V_1 = 2V_2$
 $V = 1,5 \text{ м/с}$
 Найти:
 $V_2 = ?$

Решаем:
 $m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$
 $2 m_1 V_2 + m_1 V_2 = 2 m_1 V$
 $3 m_1 V_2 = 2 m_1 V$
 $V_2 = \frac{2}{3} V = 1 \text{ м/с}$

Ответ: 1 м/с

Представлен неверный рисунок и неверная запись закона сохранения импульса. Работа оценивается в 0 баллов.

Работа 3.4 (0 баллов)

\vec{v}_1

Дано:
 $v_1 = 2v_2$

$v^2 = 4v_2^2 + v_2^2 = 5v_2^2$

$v = \sqrt{5} v_2$

$1,5 = \sqrt{5} v_2$

$v_2 = \frac{1,5}{\sqrt{5}} = \frac{3}{2\sqrt{5}} \text{ м/с}$

Отсутствует закон сохранения импульса, в соотношении для скоростей допущена ошибка. Работа оценивается в 0 баллов.

3.3. 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> $F_{A1} = T + m g , \quad (1)$ <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> $F_{A2} = m g , \quad (2)$ <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> $T = \rho g (V_1 - V_2) = \rho g Sh = 10^3 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05 = 5 \text{ Н}.$ <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: <u>условия равновесия шара для двух случаев, закон Архимеда</u>);</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) представлены 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 имеется 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 (возможно, неверные), 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.</p> <p>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>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
Максимальный балл	3

Работа 1.1 (3 балла)

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

СИ: $0,01 \text{ м}^2$, 1000 кг/м^3 , $0,05 \text{ м}$

Решение:

1) Векторной сумма всех сил, действующих на шар, погружённый в воду, равна нулю, т.к. шар находится:

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

Спроецируем силы, действующие на шар, на ось OY:

$$OY: F_A - mg - T = 0;$$

Вертикаль силы Архимеда:

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

Радиус шарика равен:

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

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

2) Когда перерезают шнур и шар всплывёт, то сила Архимеда будет уравновешивать силу тяжести:

$$F_A' = mg;$$

\boxed{x} - отношение объёма всего шара к погружённой его части

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

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

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

F_A' будет уравновешивать mg , поэтому:

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

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

П.х. при всплывании 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.

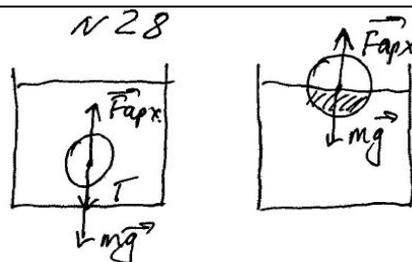
Работа 1.2 (2 балла)

Дано:

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

$$\Delta h = 0,05 \text{ м}$$

$T = ?$



Решение:

Первоначально ~~на~~ сила касания шнур T и сила тяжести mg будут держать шарик у дна, а $F_{\text{Арх}}$ будет прилетать со дна.

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

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

$$F_{\text{Арх}2}^{\text{max}} = mg \quad (2)$$

Подставим m из (1) уравнение во второе (2) получаем

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

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

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

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

Решение

$\vec{F} = m\vec{a}$ (2-й з. Ньютона)
 $\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0$
 $m\vec{g} + \vec{T} = F_A$
 $\rho_m g T = F_A - m g$
 $F_A = \rho_m g V$
 $V = h S$
 $m = \rho_g V$

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

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

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

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;

$$V_1 = S_u \cdot h = 0,01 \text{ м}^3$$
; $V_2 = S_u (h + 0,05) = 0,011 + 0,0005 \text{ м}^3$

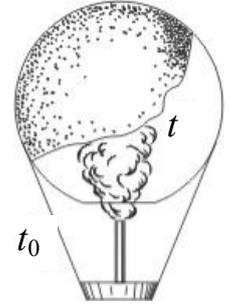
$$V_m = 0,0005 \text{ м}^3$$
; $m_m = V_m \rho_m = 0,0005 \cdot 400 = 0,2 \text{ кг}$;
$$T = -10 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-1} \cdot 10 = 15 \text{ Н}$$

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 объём $V = 230$ 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	
<p>Условие подъёма шара: $F_{\text{Архимеда}} \geq Mg + mg$,</p> <p>где M – масса оболочки, m – масса воздуха внутри оболочки, отсюда $\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \Rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V$,</p> <p>Где ρ_0 – плотность окружающего воздуха, ρ – плотность воздуха внутри оболочки, V – объём шара.</p> <p>Для воздуха внутри шара находим: $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$, или $\frac{m}{V} = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T} = \rho$, 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.</p> $\frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} \geq M + \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_{\min}} = \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} - M \Rightarrow \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{T_0} - \frac{M \cdot R}{p \cdot \mu \cdot V}$ $T_{\min} = T_0 \frac{p \mu V}{p \mu V - M R T_0} \approx 538 \text{ К} = 265^\circ\text{C}.$ <p>Ответ: $t = 265^\circ\text{C}$</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: <i>выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Менделеева – Клапейрона</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) представлены 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 имеется 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p>	2

<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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</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 2.1 (3 балла)

C_2 Дано:
 $M = 145 \text{ кг}$
 $V = 230 \text{ м}^3$
 $\bar{t} = 273 \text{ К}$
 $t_0 = 0^\circ \text{C}$

Считая, что объём оболочки пренебрежимо мал, пишем уравнения равновесия шара в момент подъёма 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 законку:

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

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

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

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

$$= \frac{10^5 \cdot 230 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 273}{10^5 \cdot 230 \cdot 29 \cdot 10^{-3} - 273 \cdot 145 \cdot 29}$$

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

Ответ: $t = 266^\circ \text{C}$.

Полное правильное решение задачи, но при подстановке масс в условие равновесия шара экзаменуемый 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)

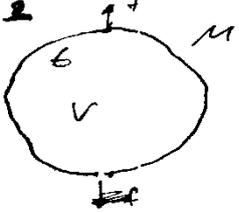
$C_2: M \vec{g} + m \vec{g} + \vec{F}_{\text{арх}} = 0 ; \rho_0 g V = M g + m g$
 $PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{PV M}{RT} ; \rho_0 = \frac{P M}{R T_0}$

$$\frac{P \cdot M \cdot V}{R T_0} = M + \frac{P V M}{R T} \Rightarrow t = \frac{P V M}{R \left(\frac{P V M}{R} - M \right)} - 273$$

M - 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)

C_2 

Дано: $M = 145 \text{ кг}$, $V = 230 \text{ м}^3$, $t = 0^\circ \text{C}$,
 Найти: $t = ?$

Решение: Условие равенства шаров.
 $m_g = f_{\text{атт}} + f$, $f_{\text{атт}} = \rho_0 g V$

~~$\rho_0 = \frac{p_0 R T_0}{V} = \frac{\rho_0 R T_0}{M_0}$~~ $\rho_0 = \frac{\rho_0 M_0}{R T_0}$

$m_g = \frac{\rho_0 M_0 g V}{R T_0} + f$ $t = f(t)$ Так находим 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)

C_2 $M = 145 \text{ кг}$
 $V = 230 \text{ м}^3$
 $p_0, T_0 = 273^\circ \text{K}$
 $t = ?$

$m \vec{g} = m \vec{g}' + \vec{F}_A$ $\vec{x} = 0$ (ускорение = 0)
 $m \ddot{x} = m \ddot{x} = m g - F_A$ $m \ddot{x} = m g - \rho g V$ $m g = \rho g V$ $\rho = \frac{m}{V}$ (1)

$pV = \rho R T$
 $\rho M = \rho_0 R T_0$ - при $T = 0^\circ \text{C}$
 ρ_0 - плотность при $T = 0^\circ \text{C}$ и $p = 10^5 \text{ Па}$
 $\frac{\rho M}{R} = \rho_0 T_0$ $\frac{\rho M}{R} = \rho T_1$
 $\rho_0 T_0 = \rho T_1$

$\rho = \rho_0$ (т.к шар открыт)
 ρ - плотность воздуха при $T = 0^\circ \text{C}$
 давление снаружи и внутри шара равно т.к шар открыт

$(2) \rho_1 = \frac{\rho_0 T_0}{T_1}$ - плотность воздуха при $T = T_1$

$\rho_0 M = \rho_0 R T_0$
 $\rho_0 = \frac{\rho_0 M}{R T_0}$ (3) $T_1 = \frac{\rho_0 M V_0}{R m}$

$(3), (4) \Rightarrow T_1 = \frac{\rho_0 M T_0 V_0}{R T_0 m} = \frac{\rho_0 M V_0}{R m}$
 $T_1 = \frac{10^5 \cdot 23 \cdot 10^{-1} \cdot 230}{8,31 \cdot 145} = \frac{6670 \cdot 10^3}{1285} \approx 430^\circ \text{K}$

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

Работа 2.5 (0 баллов)

C-2.

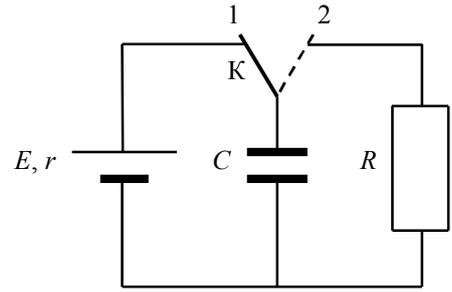
$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow T = \frac{p \cdot V}{R \cdot \frac{m}{M}} = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot m}$$
$$T = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 230 \text{ м}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 145 \text{ кг}} = \frac{7360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

Ответ: 338°C .

Отсутствуют два из трёх 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	
<p>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 $W_0 = \frac{CE^2}{2}$.</p> <p>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 $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2}$.</p> <p>3. Пренебрегая потерями на излучение, получаем баланс энергии: $W_0 = W + Q$, или $\frac{CE^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2} + Q$, откуда $R = \frac{1}{I} \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = 100$ кОм.</p> <p>Ответ: $R = 100$ кОм</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	
<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: закон Ома для участка цепи, формула для энергии конденсатора, закон сохранения энергии);</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) представлены 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 имеется 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>	2

<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</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>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>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
резистора. на резистор падает ток от конденсатора

$Q = 75 \text{ мкКл}$ | $W_{к1} = \frac{CE^2}{2}$ - зарядка конденсатор

$I = 0,1 \text{ А}$ | $W_{к2} = \frac{CI^2}{2}$ - энергия в момент времени $t=0$

$E = 25 \text{ В}$

$C = 0,4 \text{ мкФ}$ | по закону сохранения энергии.

$R = 1 \text{ Ом}$ | $W_{к1} = Q + W_{к2}$ | $U^2 = \frac{2 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 25^2 - 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} = \frac{40}{0,4} = 100$

$U = 10$
по закону Ома

$I = \frac{U}{R}$ | $R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 10^5$

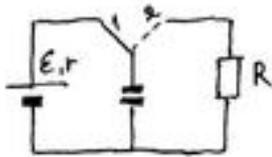
Полностью верное решение задачи. Работа оценивается 3 баллами.

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>$\mathcal{E} = 15 \text{ В}$</p> <p>$r = 30 \text{ Ом}$</p> <p>$C = 0,4 \text{ мкФ}$</p> <p>$R = ?$</p>	<p>U_C</p> <p>$25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$</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 ^{накапливается} не проходит, на нем накапливается заряд, найдем его $W_k = \frac{CU^2}{2}$, где $U = \mathcal{E}$; $W_k = \frac{CE^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 225}{2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$</p> <p>2) После переключения ключа в положение 2, энергия на конденсаторе пойдет на резистор R, часть энергии впрямую 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, используя найденное сопротивление. $W = \frac{CU^2}{2}$, где $U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$ и по закону Ома где у нас есть $I = \frac{U}{R}$, 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 $R = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 1 \cdot 10^5 \text{ Ом}$.</p> <p>Ответ: $R_{\text{резистора}} = 10^5 \text{ Ом}$.</p>
--	---	--

Полностью верное решение задачи, проведенное «по частям», с промежуточными вычислениями. Работа оценивается 3 баллами.

Работа 3.3 (2 балла)

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

Решение правильное, но в нём 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.

Работа 3.4 (1 балл)

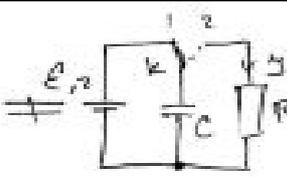
R - ?

$Q = 25 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$
 $I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $E = 15 \text{ В}$
 $r = 30 \text{ Ом}$
 $C = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}$

1) Т.к. до момента переключения конденсатор заряжен в полном объеме, то конденсатор заряжен, $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{2}$, т.к. $C=U$

2) После переключения конденсатор в полном объеме, ток пойдет по цепи, и работа конденсатора выделится по формуле $W = I^2 R t$

3) I количеством заряда Q , $I = \frac{Q}{R \cdot t}$; $I = \frac{Q}{r}$. т.к. R нет, $I = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ А}$
 в конденсаторе $I = 0,1 \text{ А}$
 $Q = I^2 R \cdot t$, где Q - заряд, t - время, R - сопротивление
 по закону сохранения энергии:
 $\frac{CU^2}{2} = \frac{C \cdot U^2 \cdot I^2}{2}$ по закону сохранения энергии
 $R = \sqrt{\frac{CE^2}{C \cdot I^2}}$; $R = \sqrt{\frac{15^2 \cdot 10^{-7}}{0,1^2}} = 150 \text{ (Ом)}$
 Ответ: $R = 150 \text{ Ом}$



В решении одна из формул, необходимых для решения задачи, записана ошибочно (закон сохранения энергии). При этом присутствуют лишние записи, одной буквой обозначены величины, относящиеся к разным состояниям и не равные друг другу, и описаны не все вновь вводимые величины. Более серьезная ошибка «поглощает» набор менее серьезных. Работа оценивается 1 баллом.

Работа 3.5 (0 баллов)

Дано:
 $Q = 25 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$
 $I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $E = 15 \text{ В}$
 $r = 30 \text{ Ом}$
 $C = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

R - ?

Решение

1) $r = 30 \text{ Ом}$ $I_1 = \frac{Q}{t}$ $Q = I_1 r t$ $r = \frac{Q}{I_1 t}$ $r = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 10^{-3} \cdot t}$ $t = \frac{250}{0,1} = 2500 \text{ с}$

$Q = I_2^2 R t$ $R = \frac{Q}{I_2^2 t}$ $R = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{0,1^2 \cdot 2500} = 1 \text{ Ом}$

$U = I_2 R$ $\frac{U}{R} = \frac{E}{R+r}$ $U = \frac{ER}{R+r}$

$R = \frac{ER}{I_2 C}$

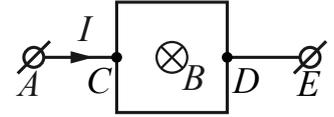
U_1, I_1 - до переключения
 U_2, I_2 - после переключения
 R_1 - сопротивление

Беспорядочный набор формул, решения нет. Работа оценивается 0 баллов.

Задание 4

В задании 4 следует обратить внимание на изменение обобщённой 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: $F = 2 F_A = 2 \cdot \frac{I}{2} B L = I B L = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,04$ Н, где L – длина стороны рамки.</p> <p>Ответ: $F = 0,04$ 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: <u>формула для силы Ампера, правило левой руки, принцип суперпозиции сил</u>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок, на котором указаны силы, действующие на рамку;</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) представлены 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 имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и 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 и не зачёркнуты.</p>	2

Работа 4.2 (2балла)

№ 30

Дано: $L = 0,14$ | $F_A = I B L \cdot \sin \alpha$
 $I = 2A$ |
 $B = 0,27A$ | т.к. $B \perp$, то $\sin \alpha = 1$
 $F_A = ?$

Определить F_A для каждого участка по формуле Лавену руди:

для 1-2: $\vec{F}_A \uparrow$ | 1-5: $\vec{F}_A \leftarrow$ |
 5-3: $\vec{F}_A \rightarrow$ |
 3-4: $\vec{F}_A \uparrow$ | 2-6: $\vec{F}_A \rightarrow$ |
 6-4: $\vec{F}_A \leftarrow$ |

т.к. стороны рамки имеют равные противоположные, то сила тока в точке С дается левее и $I_{12} = I_{34} = 1A$

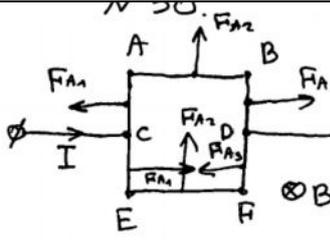
$\vec{F}_A = \vec{F}_{A12} + \vec{F}_{A34}$. т.к. ток течет вправо, стороны одинаковы, а $B = const$, то $F_{A12} = F_{A34}$.

Тогда $\vec{F}_{A\text{обш}} = d \vec{F}_{A12} = 2 \cdot I B L = 2 \cdot 2A \cdot 0,27A \cdot 0,14 =$
 $= 0,04H.$

Ответ: $F_A = 0,04H.$

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)

<p>Дано:</p> <p>$l = 0,1 \text{ м};$</p> <p>$I = 2 \text{ А};$</p> <p>$B = 0,2 \text{ Тл};$</p> <p>Найти:</p> <p>F_A</p>	 <p>Решение:</p> <p>П.к. сопротивление проводов одинаково, то при повороте к точке С ток пойдет и по верхнему, и по нижнему обводу. П.к. провода соединены параллельно, то можем записать:</p> <p>$IR = I_1 R + I_2 R; I = I_1 + I_2$, но $I_1 = I_2$ (одинаковые проводники сверху и снизу), $I_1 = \frac{I}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ А};$</p> <p>На проводник с током, находящийся в магнитном поле, действует сила Ампера, которая равна:</p> <p>$F_A = I B l$, где l — длина участка проводника.</p> <p>По правую левый руки определим направление силы Ампера, действующей на разные участки цепи, и отметим их направление на рисунке.</p> <p>Сила Сила, действующая на участки AC и CE равны по модулю и противоположны по направлению, (п.к. C — середина AE) следовательно равнодействующая сил Ампера на участок AE равна нулю. Аналогично для участка BF, равнодействующая сила равна нулю (рис.)</p> <p>Рассмотрим участки AB и EF: сила Ампера в двух случаях направлена вверх плоскости рисунка, следовательно сила Ампера, действующая на весь контур, равна: $F = F_{AB} + F_{EF};$</p> <p>$F = I_{AB} \cdot B \cdot l + I_{EF} \cdot B \cdot l;$ Также, как было сказано ранее, равны, следовательно $F = I_{AB} \cdot B \cdot l \cdot 2 =$</p> <p>$= \frac{I}{2} \cdot B \cdot l \cdot 2 = I B l; F = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ А.}$</p> <p>Ответ: 0,04 А</p>
--	---

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

Работа 4.4 (1 балл)

Дано: $L = 10 \text{ см}$
 $I = 2 \text{ А}$
 $B = 0,2 \text{ Тл}$
 $B \perp I$
 l - сторона
 F_A - ?

СИ
 $0,1 \text{ м}$

№ 30

Решение

Т.к. участки 1-3 и 4-6 соединены параллельно и R- ветви одинаковы, то $I_{13} = I_{46} = \frac{1}{2} I$

Участки 1, 2, 3, 4, 5, 6 соединены последовательно $\Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = \frac{1}{2} I$

$$F_A = F_{A1} + F_{A2} + F_{A3} + F_{A4} + F_{A5} + F_{A6} =$$

$$= 3 \sin 90^\circ \cdot \frac{1}{2} I B \left(\frac{l}{2} + L + \frac{l}{2} + \frac{l}{2} + L + \frac{l}{2} \right) = \frac{1}{2} I B 4L$$

$$F_A = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 4 \cdot 0,1 \text{ м} = 0,08 \text{ Н}$$

Ответ: 0,08 Н

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)

Дано: $L = 10 \text{ см}$
 $I = 2 \text{ А}$
 $B = 0,2 \text{ Тл}$
 F_A - ?

СИ
 $= 0,1 \text{ м}$

Решение:

$$\bar{F}_A = I \bar{B} l \sin \alpha$$

т.к. $\alpha = 90^\circ$, то $\sin 90^\circ = 1$, тогда

$$F_A = I B l$$

т.к. рамка квадратная, то

$$l = 4L$$

$$F_A = 4 I B L$$

$$F_A = 4 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,16 \text{ (Н)}$$

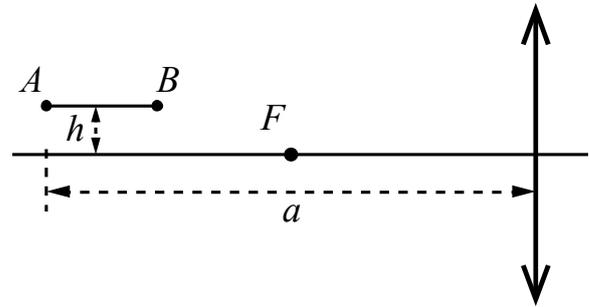
Ответ: 0,16 Н

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 линзы $F = 20$ см.



Возможное решение	
<p>1. Построение изображения $A \square B \square$ предмета AB в линзе показано на рисунке.</p> <p>2. Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то её изображение $A \square$ также находится на расстоянии $2F$ от линзы, и расстояние от точки $A \square$ до главной оптической оси равно h.</p> <p>3. Длина изображения $A \square B \square$</p> $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}.$ <p>4. Из формулы тонкой линзы</p> $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F - l} + \frac{1}{OC} \text{ получим: } OC = \frac{F(2F - l)}{F - l} = 60 \text{ см.}$ <p>5. $\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F - l}$, откуда: $B'C = h \frac{OC}{2F - l} = 30 \text{ см.}$</p> <p>6. Окончательно получим: $L = \sqrt{(20)^2 + (15)^2} = \sqrt{625} = 25 \text{ см.}$</p> <p>Ответ: $L = 25 \text{ см}$</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: <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) представлены 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
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, за-	2

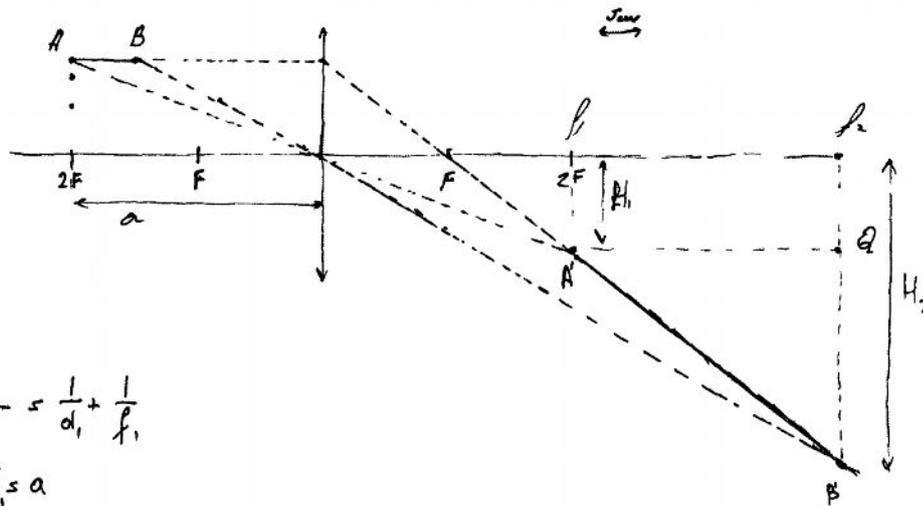
<p>кономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. 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'

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

$$d_1 = a$$

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

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

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

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

$$f_2 = \frac{F(a-l)}{(a-l)-F} = \frac{0,06}{0,2} = 0,3 \text{ м}$$

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

$\Delta A'B'Q$.

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

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

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

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

3.) $\angle A'A'' = H$ $\frac{H}{h} = \frac{f'}{a} = \frac{0,6}{0,4} = 1,5 \Rightarrow H = h = 0,15 \text{ м}$

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

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: $L = 0,132 \text{ м}$.

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

Известно: $1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$

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

Работа 5.4 (0 баллов)

№ 32

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

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

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

$$d = 40 \text{ см}$$

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

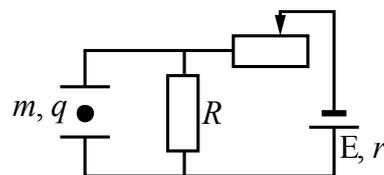
Представлен неверный рисунок построения изображения предмета AB в линзе. Формула линзы записана без учёта данных условия задачи. Работа оценивается 0 баллов.

3.4. Примеры оценивания целых работ

Вариант

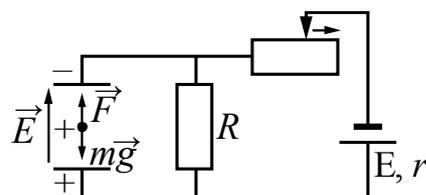
27

Две параллельные металлические пластины, расположенные горизонтально, подключены к электрической схеме, приведённой на рисунке. Между пластинами находится в равновесии маленькое заряженное тело массой m и зарядом q . Электростатическое поле между пластинами считать однородным. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как и в каком направлении начнёт двигаться тело, если сдвинуть ползунок реостата вправо.



Возможное решение

1. Поскольку пластины подключены к источнику ЭДС, то между ними имеется разность потенциалов, в пространстве между ними создаётся однородное электростатическое поле. Согласно электрической схеме нижняя пластина имеет положительный заряд, а верхняя – отрицательный; следовательно, вектор напряжённости поля направлен вертикально вверх. По условию задачи заряженное тело находится в равновесии; следовательно, сила тяжести скомпенсирована силой Кулона, направленной вертикально вверх. Отсюда делаем вывод, что тело имеет положительный заряд.



2. Если сдвинуть ползунок реостата вправо, то сопротивление реостата возрастёт. Поскольку реостат соединён с резистором R последовательно, то и общее сопротивление цепи также возрастёт.

3. Согласно закону Ома для полной цепи: $E = I(R_{\text{общ}} + r)$ – при увеличении сопротивления внешней цепи сила тока в ней уменьшится. Таким образом, по закону Ома для участка цепи: $U = IR$ – напряжение на резисторе R также уменьшится. Поскольку пластины соединены с резистором R параллельно, то, соответственно, напряжение между ними уменьшится. Следовательно, уменьшится и напряжённость поля между пластинами: $E = \frac{U}{d}$.

4. Уменьшение напряжённости поля приведёт к уменьшению силы Кулона, действующей на тело: $F = qE$. Равновесие нарушится, сила тяжести станет больше силы Кулона, и тело начнёт двигаться вниз с ускорением.

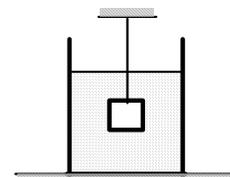
Ответ: тело начнёт двигаться вниз с ускорением

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>тело начнёт двигаться вниз с ускорением</i> , п. 4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи и участка цепи, условие равновесия тела в электростатическом поле, общее сопротивление при последовательном соединении резисторов, связь разности потенциалов с напряжённостью однородного электрического поля, формула для силы Кулона</i>)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется 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.)	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 (возможно, неверные), 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 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.</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
<i>Максимальный балл</i>	3

28

Груз массой $m = 2,0$ кг и объёмом $V = 10^{-3}$ м³, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Плотность жидкости $\rho = 700$ кг/м³. Найдите модуль силы натяжения нити.



Возможное решение	
<p>Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось: $0 = T + F_A - mg$, где T и $F_A = \rho g V$ – соответственно сила натяжения нити и сила Архимеда, действующие на груз.</p> <p>В итоге получим: $T = mg - \rho g V = 2 \cdot 10 - 700 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 13$ Н.</p> <p>Ответ: $T = 13$ 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: <i>второй закон Ньютона, закон Архимеда</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	2

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

29

Имеется недеформированная пружина длиной $L = 20$ см и жёсткостью $k = 30$ Н/м, груз массой $m = 0,2$ кг, а также вращающийся с частотой $\nu = 1$ Гц массивный диск. На каком максимальном расстоянии от центра диска можно положить на него груз, прикрепив его пружиной к центру диска, чтобы груз оставался неподвижным относительно диска? Коэффициент трения между грузом и диском $\mu = 0,3$. Размерами груза пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на груз.

Возможное решение

1. На груз действуют четыре силы: сила тяжести mg , нормальная составляющая силы реакции опоры N , сила упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. По условию задачи груз должен находиться на максимальном расстоянии от центра диска; значит, пружина должна быть растянута, сила упругости направлена влево (см. рисунок), а сила трения – вправо. Поскольку пружина максимально растянута, а груз при этом находится в покое относительно диска, сила трения покоя принимает максимальное значение:

$$F_{\text{тр}} = \mu N. \quad (1)$$

2. Второй закон Ньютона в проекциях на оси инерциальной системы отсчёта xOy имеет вид:

$$Ox: ma_{\text{ц}} = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}; \quad (2)$$

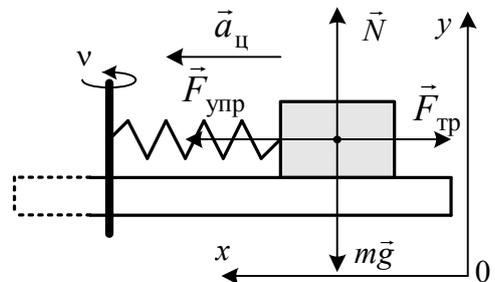
$$Oy: 0 = N - mg. \quad (3)$$

Сила упругости определяется законом Гука:

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x. \quad (4)$$

Центростремительное ускорение груза выражается формулой

$$a_{\text{ц}} = \frac{V^2}{R_{\text{max}}} = 4\pi^2 \nu^2 R_{\text{max}}. \quad (5)$$



<p>3. Из формул (1)–(5) получаем: $4\pi^2 v^2 = R_{max} m k \Delta x - \mu mg$, где $R_{max} = L + \Delta x$.</p> <p>Окончательно получим: $R_{max} = \frac{\mu mg + kL}{k - 4\pi^2 v^2 m} = \frac{0,3 \cdot 0,2 \cdot 10 + 30 \cdot 0,2}{30 - 4 \cdot 3,14^2 \cdot 1^2 \cdot 0,2} \approx 0,3 \text{ м}$</p> <p>Ответ: $R_{max} \approx 0,3 \text{ м}$</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: <i>второй закон Ньютона в проекциях, закон Гука, формулы для центростремительного ускорения и силы трения</i>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на груз;</p> <p>III) 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>IV) представлены 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 имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и 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 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<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>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
	Максимальный балл
	3

30

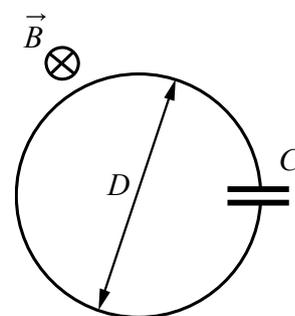
В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80^\circ C$. При сообщении бензолу количества теплоты Q часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу A . Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подведённого к бензолу количества теплоты переходит в работу? Объёмом жидкого бензола пренебречь.

Возможное решение	
<p>1. В соответствии с первым началом термодинамики подводимое количество теплоты равно сумме изменения внутренней энергии системы и совершённой механической работы: $Q = \Delta U + A$. При кипении бензола происходит его изобарное расширение. Работа пара $A = p\Delta V$, где p – атмосферное давление, ΔV – изменение объёма.</p> <p>2. Считая пар идеальным газом, воспользуемся уравнением Клапейрона – Менделеева для определения изменения объёма за счёт испарившегося бензола массой Δm: $p\Delta V = \frac{\Delta m}{M}RT$, где $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль – молярная масса бензола, $T = 80 + 273 = 353$ К – температура кипения бензола. Отсюда $A = \frac{\Delta mRT}{M}$.</p> <p>3. Количество теплоты Q, необходимое для испарения массы Δm бензола, пропорционально удельной теплоте парообразования L: $Q = \Delta mL$.</p> <p>4. Искомая величина определяется отношением</p> $\eta = \frac{A}{Q} = \frac{RT}{ML} = \frac{8,31 \cdot 353}{78 \cdot 10^{-3} \cdot 396 \cdot 10^3} \approx 0,095.$ <p>Ответ: $\eta \approx 0,095$</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: <i>первое начало термодинамики, уравнение Клапейрона – Менделеева, выражение для теплоты парообразования данной массы вещества, формула работы газа</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p>	2

<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 (возможно, неверные), 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 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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31

Кольцо диаметром $D = 11$ см из тонкой медной проволоки и конденсатор с электрической ёмкостью $C = 2,5$ мкФ соединены параллельно. Кольцо помещается в однородное магнитное поле, равномерно изменяющееся со скоростью $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2$ Тл/с. Вектор индукции магнитного поля направлен вдоль оси кольца. Найдите заряд, образующийся на конденсаторе.



Возможное решение

1. ЭДС индукции, возникающая в кольце, $E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

За время Δt изменение магнитного потока $\Delta\Phi = \Delta(SB)$, где $S = \frac{\pi D^2}{4}$ – площадь круга, ограниченного кольцом.

Поэтому $|E| = S \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \frac{\pi D^2}{4}$.

2. Напряжение на конденсаторе $U = E$, а заряд на конденсаторе $q = CU$.

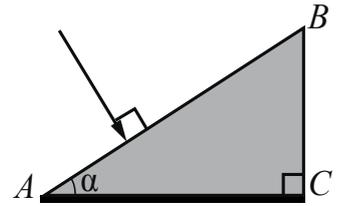
Следовательно, $q = C \frac{|\Delta B|}{\Delta t} \frac{\pi D^2}{4} = \frac{2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,11^2}{4} \approx 47,5 \text{ нКл}$.

Ответ: $q \approx 47,5 \text{ нКл}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<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: закон Фарадея, формулы для магнитного потока и заряда конденсатора); 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); 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</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

32

Нижняя грань AC прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина $\alpha = 15^\circ$. Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани AB , преломляется и выходит в воздух через ту же грань AB , но уже под углом преломления $\beta = 60^\circ$. Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.



Возможное решение	
<p>1. Поскольку луч падает на грань AB перпендикулярно, он на ней не преломляется, а, падая на грань AC, согласно закону отражения света отражается под тем же углом α. Следовательно, $KN \parallel FD$, $\gamma = 2\alpha$.</p> <p>2. Закон преломления света в точке N: $n \cdot \sin \gamma = \sin \beta$, или $n \cdot \sin 2\alpha = \sin \beta$.</p> <p>Получаем: $n = \frac{\sin \beta}{\sin 2\alpha} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3} \approx 1,7$.</p> <p>Ответ: $n \approx 1,7$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<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 закона преломления света, закон отражения света, соотношение углов</i>); II) сделан правильный рисунок с указанием хода луча в клине; III) 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); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и 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 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>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы,</p>	1

<p>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>Сделан только правильный рисунок с указанием хода луча в клине</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>

Работа 1

28. Дано:

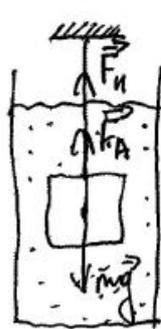
$m = 2 \text{ кг}$

$V = 10^{-3} \text{ м}^3$

$\rho_* = 700 \text{ кг/м}^3$

F_H

Решение



$Oy: F_H + F_A = mg$
 $F_H = mg - F_A = mg - \rho_* g V = g(m - \rho_* V)$

$F_H = 10(2 - 700 \cdot 10^{-3}) = 13 \text{ Н}$

Ответ: $F_H = 13 \text{ Н}$

32 Дано:

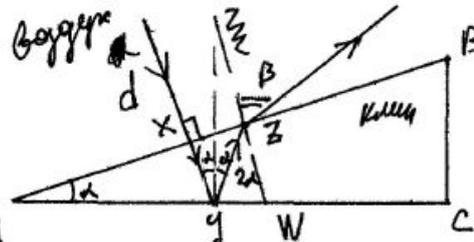
$\alpha = 15^\circ$

$\beta = 60^\circ$

AC - вертикаль, ось y

$n_{кн}$

Решение



$n_{кн} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{2} = \sqrt{3} \approx 1,732$

$d, Z - \parallel$ прямые

$\angle XYZ = \angle YZW = 2\alpha$

как хорды вписанной окружности

Получается:

$\frac{\sin 2\alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{всф}}{n_{кн}}$

$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{n_{кн}}$

Ответ: $n_{кн} = 1,732$

31 Дано:

$D = 0,11 \text{ м}$

$C = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2 \text{ Тл/с}$

$\vec{n} \cdot \vec{B} = 0$

φ

Решение

Найдём площадь окружности, образованной проводящей

$r = \frac{D}{2}$

$S = \pi r^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{4} = 0,003025\pi \text{ м}^2$

$\Delta \Phi = \Delta B S \cos(\vec{n} \cdot \vec{B}) = \Delta B S$

$\mathcal{E}_i = \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 2 \cdot 0,003025\pi = 0,00605\pi \text{ В}$

Конденсатор и проводник соединены параллельно $\Rightarrow U = \mathcal{E}_i$

тогда, $Q = p_{\Delta}V + 3 p_{\Delta}V = 4 p_{\Delta}V$

~~$Q = kA$ Пусть $Q = kA'$, где k~~

Пусть $A' = kQ$ где k - часть Q , уходящая на A' ,

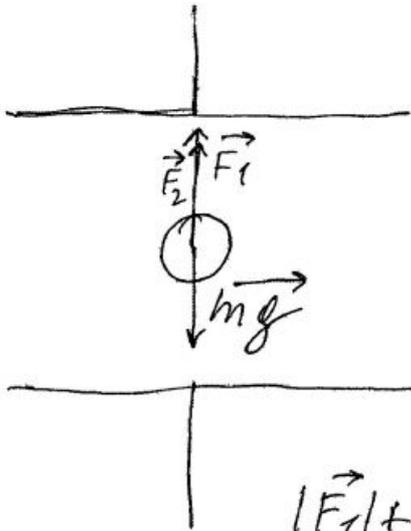
тогда $k = \frac{A'}{Q} = \frac{p_{\Delta}V}{4 p_{\Delta}V} = \frac{1}{4} = 0,25$

Ответ: $k = 0,25$

Оценивание

27	28	29	30	31	32
1	2	3	1	3	3

$\sqrt{2}q$.



$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 \text{ (в начале)}$$

\vec{F}_1 - сила притяжения к верхней обкладке.

\vec{F}_2 - сила отталкивания от нижней обкладки.

$$|\vec{F}_1| + |\vec{F}_2| = |mg| \quad \text{①}$$

После передвижения катушка релактата вправо, сопротивление цепи возрастает и напряжение уменьшается.

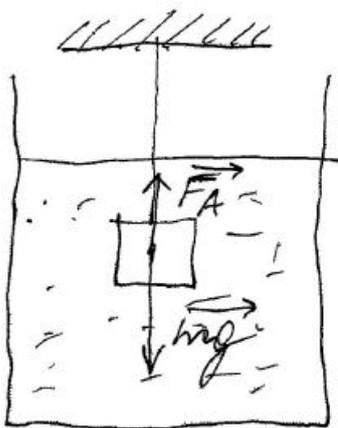
$$I = \frac{U}{R}$$

$$W_{\text{конд.}} = \frac{qU}{2} = \frac{C U^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

Из-за падения напряжения ~~заряд~~^q на обкладках конденсатора уменьшается, вследствие чего уменьшаются силы, действующие с их стороны на шарик.

$$\textcircled{2} |\vec{m}g| > |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

Условие, когда воздействие сил тяжести, начинается равноускоренно опускаться вниз.



$$\sqrt{28}$$

~~$$m = 0,2 \text{ кг}$$~~

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{ж.}} = 700 \text{ кг/м}^3$$

$$mg = 2 \cdot 10 = 20 \text{ Н}$$

$$F_A = \rho_{\text{ж.}} \cdot V \cdot g = 700 \cdot 0,001 \cdot 10 = 7 \text{ Н}$$

$$F_{\text{зам.}} = \vec{F}_A + \vec{m}g = 20 - 7 = 13 \text{ Н}$$

Ответ: $F_{\text{зам.}} = 13 \text{ Н}$.

$$\sqrt{31}$$

$$r = 0,055 \text{ м}$$

$$C = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Ф}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2 \text{ Тл/с}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \Delta \Phi = \Delta B \cdot S \cdot \sin L =$$

$$= 2 \cdot 0,0095 \cdot 1 = 0,019$$

~~$$V = \frac{0,019}{1} = 0,019 \text{ V}$$~~

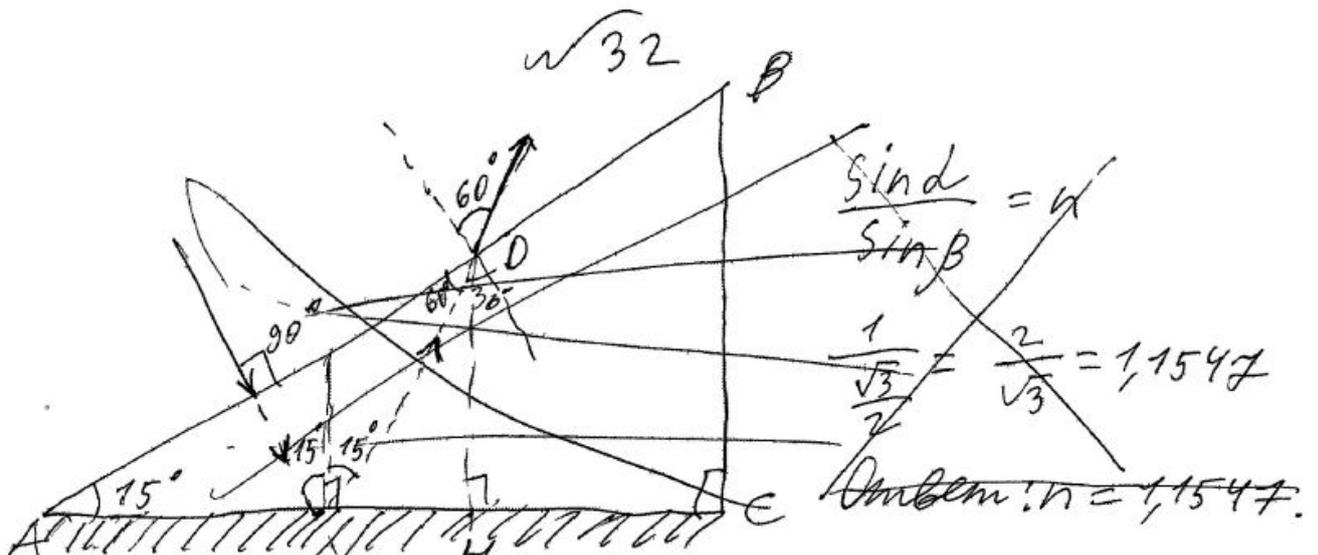
$$W_k = \frac{qV}{2} = \frac{cV^2}{2} = \frac{q^2}{2c}$$

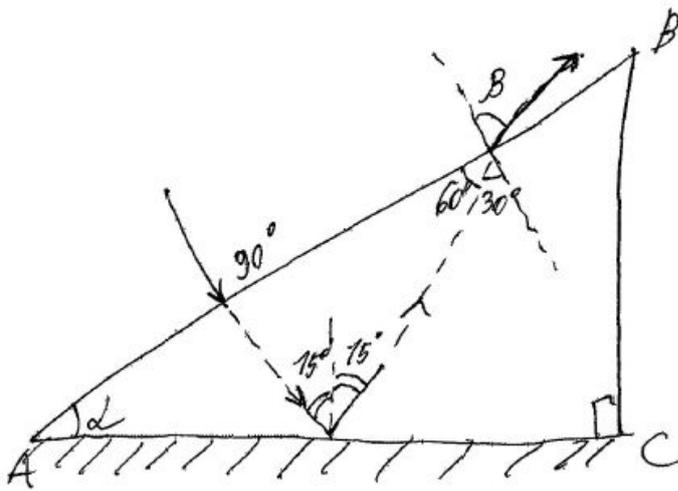
$$W_k = \frac{2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,019^2}{2} = 451,25 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

$$q^2 = 2256,25 \cdot 10^{-18}$$

$$q = 47,5 \cdot 10^{-9} = 47,5 \mu\text{C}$$

Answer: $q = 47,5 \mu\text{C}$.





$$\alpha = 15^\circ$$

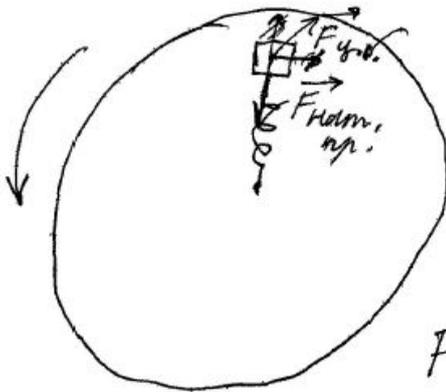
$$\beta = 60^\circ$$

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{2 \cdot 1} = \sqrt{3} = 1,732$$

Ответ: $n = 1,732$.

$$\sqrt{29}$$



$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$L = 20 \text{ см}$$

$$k = 30 \text{ Н/м}$$

$$J = 1 \text{ тг}$$

$$F_{\text{ц.д.}} = m a_{\text{ц.с.}} \quad \omega = 2\pi \nu = 6,28$$

$$a_{\text{ц.с.}} = \omega^2 r = 39,44 \text{ м}$$

Оценивание

27	28	29	30	31	32
1	1	0	X	2	3

Работа 3

№28

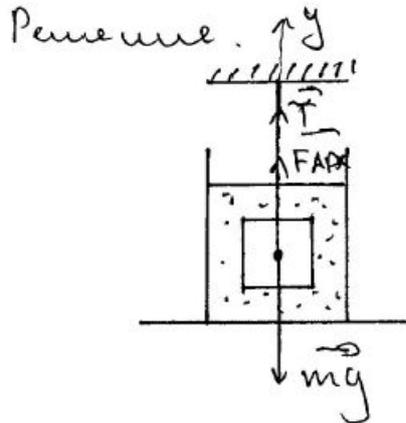
Дано

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$V = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho_m = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Найти!
T = ?



по 2 з. Ньютона

$$\vec{m}\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_{\text{Арх}} = m\vec{a}$$

$a = 0$ т.к. тело неподвижно.

$$0 \text{ } y: T + F_{\text{Арх}} = mg$$

$$T = mg - F_{\text{Арх}}$$

$$T = mg - \rho g V$$

$$T = 2 \cdot 10 - 700 \cdot 10 \cdot 10^{-3}$$

$$T = 13 \text{ Н.}$$

Ответ: 13 Н

№29

Дано

$$l = 0,2 \text{ м}$$

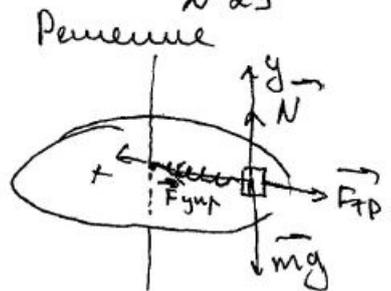
$$k = 30 \text{ Н/м}$$

$$m = 0,2 \text{ кг.}$$

$$\omega = 1 \text{ Гц.}$$

$$\mu = 0,3$$

Найти!
x = ?



по 2 з. Ньютона.

$$\vec{N} + \vec{m}\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}_y$$

$$0 \text{ } x: F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = m a_x$$

$$0 \text{ } y: N = mg.$$

$$F_{\text{упр}} = k \Delta x, \text{ где } \Delta x = l - x$$

$$k(l - x) - \mu mg = m \frac{v}{x} a_{\text{цс.}}$$

$$kl - kx - \mu mg = a_{\text{цс.}} = \omega^2 R.$$

$$\omega = 2\pi\nu; R = x. \text{ Вычтем}$$

$$a_y = 4\pi^2 \nu^2 x$$

~29

$$\kappa l - \kappa x - \mu m g = 4m \pi^2 \omega^2 x$$

$$\kappa l - \mu m g = x (4m \pi^2 \omega^2 + \kappa)$$

$$x = \frac{\kappa l - \mu m g}{4m \pi^2 \omega^2 + \kappa}$$

$$x = \frac{6 - 0,6}{8 + 30}$$

$$x = \frac{5,4}{38}$$

$$x = 0,142 \text{ m} = 14,2 \text{ cm}$$

Jawab: 14,2 cm

Dik: $d = 11 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
 $C = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2 \frac{\text{T}}{\text{s}}$

$q = ?$

$$q = CV$$

$$q = CE$$

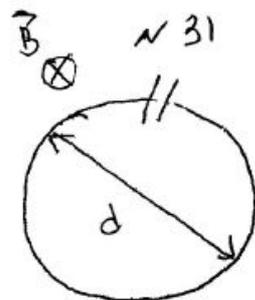
$$q = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 190 \cdot 10^{-4} \quad E = \frac{\Delta B \pi d^2}{\Delta t 4} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 121 \cdot 10^{-4}}{4}$$

$$q = 0,025 \cdot 10^{-4} \cdot 190 \cdot 10^{-4}$$

$$E = 190 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

$$q = 4,75 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

Jawab: $4,75 \cdot 10^{-4} \text{ C}$

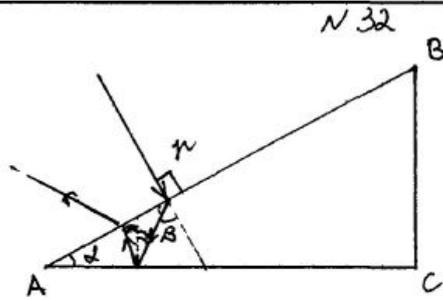


$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$E = \frac{\Delta B S}{\Delta t}$$

$$S = \pi r^2 \quad \Rightarrow \quad S = \frac{\pi d^2}{4}$$

Dano
 $\alpha = 15^\circ$
 $\beta = 60^\circ$
 Найти:
 $n = ?$



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

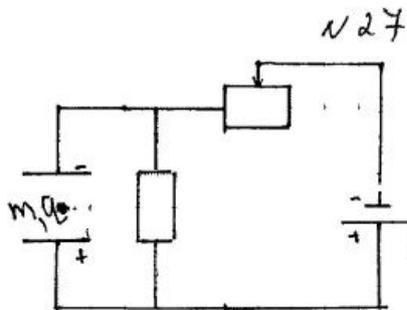
$$\frac{1}{\sin \beta} = n$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$n = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$n = 1,16$$

Ответ: 1,16



Если сопротивление резистора \rightarrow
 то $R \uparrow \Rightarrow$ из закона
 Ома $I = \frac{U}{R}$ $U \uparrow \Rightarrow I \uparrow$

напряжение $E = \frac{U}{I}$,
 если $U \uparrow \Rightarrow E \uparrow$.

Если напряжение $F = Eq$,
 если $E \uparrow \Rightarrow F \uparrow$. заряд
 задан, если q задан
 заряд q \oplus , то q \uparrow
 напряжение U \uparrow
 если U \oplus , то U \uparrow
 напряжение U \uparrow
 заряд q \uparrow

N 30.

Dans:

$$T = 353 \text{ K}$$

$$L = 396 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\mu = 78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$\frac{A}{Q}$$

n 30

$$Q = \lambda m + p \Delta V$$

mayan

$$\frac{A}{Q} = \frac{p \Delta V}{\lambda m} + 1$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{p R T}{\lambda \mu}$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{p R T}{\lambda \mu} + 1 \Rightarrow$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{1,31 \cdot 353}{396 \cdot 10^3 \cdot 78 \cdot 10^{-3}} + 1 \Rightarrow$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{2933}{30888} + 1 = 0,095 + 1 \Rightarrow$$

$$\frac{A}{Q} = 1,1$$

Answer: 1,1.

Оценивание

27	28	29	30	31	32
1	2	1	0	2	0

Работа 4

№27) Пластины представляют собой своеобразный конденсатор \Rightarrow через них ток не течет (это разрыв цепи)

Ползунок сдвинули влево \Rightarrow как мы видим из рисунка сопротивление резистора увеличилось. Из закона Ома для

замкнутой цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + R_r + r}$ (R_r - сопротивление резистора)

мы видим что сила тока уменьшилась при увеличении сопротивления резистора. Напряжение на резисторе R уменьшается ($U = IR$) т.к. оно пропорционально силе тока конденсатор соединен параллельно с резистором \Rightarrow напряжение на ~~конд~~ них равно и равно уменьшилось (параллельный участок цепи)

$$\left. \begin{array}{l} U = E \cdot d \\ E = \frac{F}{q} \end{array} \right\} F = q \frac{U}{d} \quad \text{как видим при уменьшении напря-$$

жения уменьшается и сила F , которая противодействует силе тяжести. Т.к. тело покоилось, то

$F = mg$, а теперь F - уменьшилось $\Rightarrow mg > F$ и тело ушло.

№28) $\vec{F}_a + \vec{T} + \vec{mg} = m\vec{a}$

$F_a + T - mg = 0$ ($a = 0$ т.к. тело покоится)

$T = mg - F_a$ $F_a = \rho g V$

$T = mg - \rho g V$

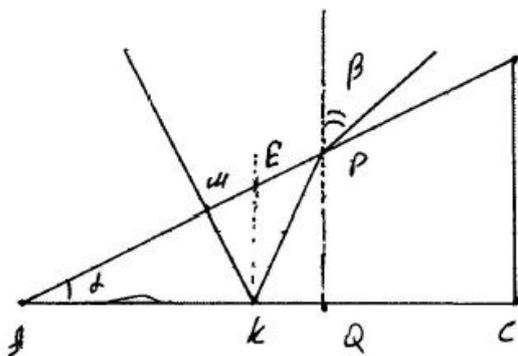
Дано:
$m = 2 \text{ кг}$
$V = 10^{-3} \text{ м}^3$
$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$
$T = ?$

$$T = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 700 \cdot 10 \cdot 10^3 = 27 \text{ (H)}$$

Ответ: 27 Н

32) Так как лучи входят в призму под прямыми углами, то они не преломляются и "крут" больше, отражаясь от зеркала и выходя через грань АВ преломляясь.

Расставливаем точки М, Е, Р, Q, K ~~как на рисунке~~



$\angle AKM = 90^\circ - 15^\circ$ (в $\triangle AKM$ - прямо-
угольный) $\angle AKE = \angle AKM + \angle MKE =$
 $= 90^\circ$ ~~так как~~ $\angle EKM = 90^\circ - \angle AKM =$
 $= 90^\circ - 90^\circ + 15^\circ = 15^\circ$

$\angle MKE = \angle EKP$ (углы прелом-
ления равны углу отражения) $\angle EKP = \angle K PQ$ (внутрен-
ние соседние смежные) $\angle K PQ = 15^\circ$

$$\sin 15^\circ n_1 = n_2 \cdot \sin \beta \quad (n_2 - \text{показатель преломления})$$

стекла воздуха) $n_1 = \frac{n_2 \cdot \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sin 60^\circ \cdot 1}{\sin 15^\circ} = \sqrt{3} \approx 1,73$

Ответ: 1,73

29)

Дано:

$$L = 0,2 \text{ м}; k = 30 \text{ Н/см}; m = 0,2 \text{ кг}$$

$$\nu = 1 \text{ Гц}; \mu = 0,3$$

$$F_{\text{уп}} + F_{\text{упр}} = ma$$

$$\mu mg + k(L - l) = m \frac{\nu^2}{e}$$

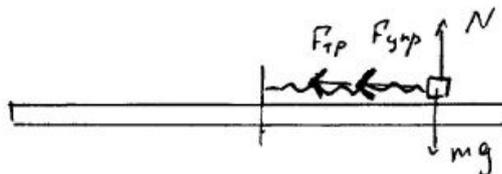
$$\nu = 2\pi \nu \quad (e - \text{коэффициент} \\ \text{гибкости})$$

$$\mu mg + k l - k h - 4 m \pi^2 l \Delta = 0$$

$$l (4 m \pi^2 \Delta^2 - k) = \mu mg - k h$$

$$l = \frac{\mu mg - k h}{4 m \pi^2 \Delta^2 - k} = \frac{0,3 \cdot 0,2 \cdot 10 - 30 \cdot 0,2}{4 \cdot 0,2 \cdot 3,14^2 \cdot 1^2 - 30} = 0,244 \text{ (м)}$$

Ответ: 24,4 см



и 30)

Дано:

$$R = 0,11 \text{ м}$$

$$C = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ф}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2 \text{ Тл/с}$$

q - ?

Решение:

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \right| \quad (S - \text{площадь кольца})$$

$$S = \pi \frac{D^2}{4} \quad \text{ЭДС индукции, которая возникает}$$

в контуре равна напряжению на конденсаторе (они соединены параллельно)

$$U = \mathcal{E} \quad C = \frac{q}{U} \Rightarrow q = \mathcal{E} C \quad q = C S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} =$$

$$= C \pi \frac{D^2}{4} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$q = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14 \cdot \frac{0,11^2}{4} \cdot 2 \approx 4,75 \cdot 10^{-8} \text{ (кл)}$$

Ответ: $4,75 \cdot 10^{-8} \text{ кл}$

Оценивание

27	28	29	30	31	32
2	1	1	0	3	1

Работа 5

28 Задача:

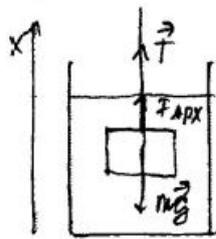
$m = 2 \text{ кг}$

$V = 10^{-3} \text{ м}^3$

$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$

$T = ?$

Решение:



По второму закону Ньютона:

$$\vec{T} + \vec{F}_{\text{арх}} + m\vec{g} = 0$$

Запишем уравнение на ось X:

$$T + F_{\text{арх}} - mg = 0$$

$$T = mg - F_{\text{арх}} = mg - \rho g V = 2 \cdot 10 - 700 \cdot 10^{-3} = 13 \text{ Н}$$

Ответ: 13 Н.

30 Задача:

$t = 80^\circ \text{C}$; ~~$F = 2 \text{ Н}$~~

$L = 396 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$M = 78 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$\frac{A'}{Q} = ?$

Решение:

$$A' = P \Delta V \quad (1)$$

Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$P V = \nu R T$$

$$\Delta V = \frac{\Delta \nu R T}{P} = \frac{\Delta m R T}{M P} \quad (\Delta \nu = \frac{\Delta m}{M}) \quad (T = t + 273 = 80 + 273 = 353 \text{ К})$$

(2) Подставим $\Delta V = \frac{\Delta m R T}{M P}$ в (1) уравнение и получим:

$$A' = \frac{\Delta m R T}{M}$$

Из к. Бензольный измерительный прибор, но энергия которая он выделяет равна $Q = L \Delta m$

$Q = L \Delta m$

$$\text{Из (2) и (3)} \quad \frac{A'}{Q} = \frac{\frac{\Delta m R T}{M}}{M \cdot L \Delta m} = \frac{R T}{M \cdot L} = \frac{8,31}{78 \cdot 10^{-3} \cdot 396 \cdot 10^3} \approx 0,09$$

Ответ: 0,09

31 Задача: Решение:

$D = 11 \text{ см} = 0,11 \text{ м}$

$C = 2,5 \text{ мкФ}$

$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 2 \text{ Тл/с}$

$q = ?$

П.к. кольца помещают в однородное магнитное поле

с увеличивающейся индукцией магнитного поля возникает

ЭДС индукции $\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \cos \alpha$ ($\cos \alpha = 1$ п.к. вектор индукции

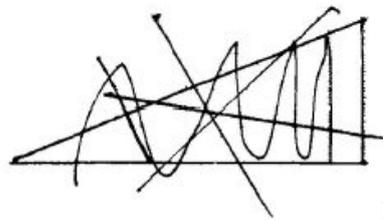
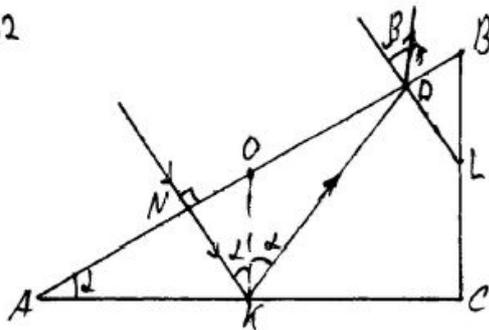
магнитного поля направлен вдоль оси кольца)

П. и кольцо и конденсатор подключены параллельно, но напряжение на конденсаторе равно ЭДС индукции ($U = \mathcal{E}$)

$$\begin{aligned} \text{Емкость конденсатора: } C &= \frac{q}{U} = \frac{q}{\mathcal{E}} \Rightarrow q = C\mathcal{E} = C \frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha = \\ &= C \frac{\Delta B}{\Delta t} \frac{\pi D^2}{4} \cos \alpha = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,11^2}{4} \cdot 1 = 47,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл.} \end{aligned}$$

Ответ: 47,5 нКл

32



т.к. луч падает под углом 90° то он преломляется не будет, значит угол падения луча на грань $AC = 15^\circ$, а т.к. угол падения равен углу отражения то $\angle NKA = \angle OKA$; $\angle NKA = 2\alpha = 2 \cdot 15^\circ = 30^\circ$ и $\angle NDK = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

При выходе из прозрачного клина луч света падает под углом α к поверхности AC и преломляется к нормали ND

$$\angle KDL = 90^\circ - \angle NDK = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ \Rightarrow \text{показатель преломления клина } n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} = 1,73$$

Ответ: 1,73

(см. след. лист)

✓ 29 Дано: Решение:

$$L = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

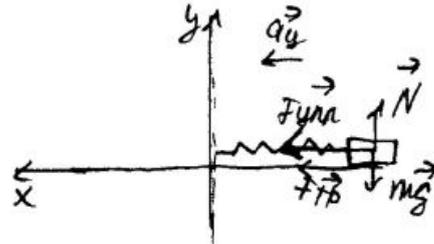
$$k = 30 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu = 0,3$$

R = ?



$$\text{Ох: } F_{\text{тр}} + F_{\text{упр}} = ma_y \quad (1)$$

$$\text{Оу: } N - mg = 0 \quad (2)$$

Запишем второй закон Ньютона в векторном виде:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}_y$$

Запишем проекции на ось X:

$$\left(F_{\text{тр}} = \mu N; F_{\text{упр}} = k\Delta x; a_y = \frac{v^2}{R} \right)$$

$$\Delta x = R - L$$

(1) $\mu N + k\Delta x = m \frac{v^2}{R}$ 3) Подставим (2) в (1) и получим:

(2) $N = mg$ $\mu mg + k\Delta x = \frac{mv^2}{R}$

4) $v = \frac{\omega R}{2\pi} \Rightarrow \omega = 2\pi \frac{v}{R} = 2\pi$

$$\omega = \frac{v}{R} = 2\pi \Rightarrow v = 2\pi R$$

Подставим (4) в (3) $\mu mg + k(R-L) = \frac{4m\pi^2 R^2}{R}$ и выразим R.

$$\mu mg + kR - kL = 4m\pi^2 R$$

$$R(k - 4m\pi^2) = kL - \mu mg$$

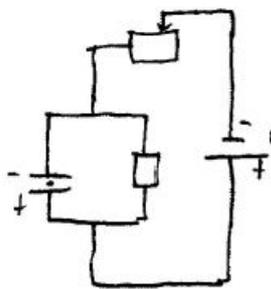
$$R = \frac{kL - \mu mg}{k - 4m\pi^2} = \frac{30 \cdot 0,2 - 0,3 \cdot 0,2 \cdot 10}{30 - 4 \cdot 0,2 \cdot 3,14^2} \approx 0,24 \text{ м}$$

ответ: 0,24 м

✓ 27. 1. При увеличении расстояния вправо сопротивление увеличится следовательно, по формуле сила гравитационной цепи $\gamma = \frac{E}{R \cdot r}$ сила тока уменьшится.

(см. след. лист)

2. Перед Вами схема электрической цепи:



т.к. пластин и резистор с двумя параллельными пластинами подключены последовательно к источнику тока, следовательно, сила тока на этих двух участках будет одинаковой. Значит, что на участке резистора и двух параллельных пластин

сила тока тоже будет увеличиваться. Следовательно, по закону Ома $U = IR$ напряжение на резисторе и на двух параллельных пластинах увеличится т.к. они подключены параллельно и напряжение у них одинаковое.

3.) На заряженное тело действует сила электрического поля $F_{эл} = qE = qU/d$ (E - напряженность эл. поля, d - расстояние между пластинами). По второму закону Ньютона: $F_{эл} = ma$.

$qU/d = ma \Rightarrow a = \frac{qU}{m \cdot d}$ т.к. напряжение увеличивается то ускорение тоже увеличивается

4) В зависимости от заряда тела, оно будет двигаться вверх или вниз с меньшим ускорением. При положительном заряде тела, оно будет двигаться вверх с меньшим ускорением чем до сдвига пластины, поэтому при отрицательном заряде тела, оно будет двигаться вниз с меньшим ускорением, чем до сдвига пластины поэтому оно будет двигаться вверх.

Оценивание

27	28	29	30	31	32
1	2	1	3	3	2

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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$4,2 \cdot 10^3$	Дж/(кг·К)	алюминия	900	Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$	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	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

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

Указания по оцениванию развёрнутых ответов участников ЕГЭ для эксперта, проверяющего ответы на задания 27–32 по физике в 2021 году

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

- 1) тексты заданий;
- 2) возможные варианты решения задач 27–32;
- 3) критерии оценивания заданий 27–32;
- 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 учёту в процессе оценивания особенностей заданий, используемых в данном субъекте РФ вариантов КИМ.

При проверке заданий с развёрнутым ответом эксперт имеет право пользоваться **непрограммируемым калькулятором**⁵.

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.

При использовании обобщённой схемы оценивания задания 27 **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 обобщённой схемы оценивания.**
2. При проверке ответов необходимо вычленить 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 27 оценивается в 2 балла **только при наличии верного ответа.**

⁵ Возможность использовать непрограммируемый калькулятор при оценивании экзаменационных работ участников ЕГЭ 2021 г. должна быть закреплена нормативными правовыми актами органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, осуществляющего государственное управление в сфере образования.

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 отвечающие требованиям задачи схемы, в которых используются стандартные обозначения элементов электрической цепи.

При использовании обобщённых схем оценивания заданий **28–32** рекомендуется обращать внимание на следующие моменты:

1. Решение участника экзамена 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 ЕГЭ 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. При проверке правильности числового ответа необходимо проверить вычисления экзаменуемого при помощи калькулятора. Допускаются округления с учётом 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.
5. Если экзаменуемый решает задачу, которая относится к другому варианту, то решение этой задачи оценивается в 0 баллов.

Максимальный балл за полное верное решение задачи **28** составляет **2 балла**.

Решение задач может оцениваться в 1 балл при записи **всех необходимых законов и формул** и наличии преобразований, направленных на решение задачи, а также наличии одного или нескольких недостатков (не описаны вновь вводимые величины, допущены ошибки в преобразованиях или вычислениях и ответе, присутствуют лишние записи).

Максимальный балл за полное верное решение задач **29–32** составляет **3 балла**.

1. Решение задач может оцениваться в 2 балла при полном правильном решении и верном ответе, если не описаны дополнительно введённые физические величины. Описанием считается словесное указание на величину рядом с её 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.
2. Если математические преобразования, представленные в решении, не отражают основных необходимых логических шагов, то решение оценивается в 2 балла.
3. 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.
4. 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.

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

- ✓ При оценивании экзаменационных работ эксперт рассматривает решения в выданных ему работах по заданиям: вначале решения задачи 27 во всех работах, затем все решения задачи 28, потом все решения задач 29, 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 развёрнутых ответов.
- ✓ Выставление баллов в протокол проверки развёрнутых 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 развёрнутых ответов, при этом баллы по каждому заданию переносятся в колонку, название которой соответствует номеру задания:
 - баллы по заданию **27** переносятся в колонку **27** протокола;
 - 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 чёрной ручкой.
- ✓ Внесение изменений в бланк оценивания крайне нежелательно. Все исправления вносятся в порядке, установленном в субъекте Российской Федерации. Использование замазок и затирок в целях исправления записей недопустимо!

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															
		27	28	29	30	31	32										
1	2920300339595	<input type="checkbox"/>															
2		<input type="checkbox"/>															
3		<input type="checkbox"/>															
4		<input type="checkbox"/>															
5		<input type="checkbox"/>															
6		<input type="checkbox"/>															
7		<input type="checkbox"/>															
8		<input type="checkbox"/>															
9		<input type="checkbox"/>															
10		<input type="checkbox"/>															

Дата проверки - -
Подпись эксперта

Рисунок 1. Протокол проверки развёрнутых ответов 2021 г. Образец.

Внимание! При выставлении баллов за выполнение задания в протокол проверки ответов развёрнутых 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 его выполнения, то в протокол выставляется «0».

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

Экспертам ПК запрещается:

- иметь при себе средства связи, фото-, аудио- и видеоаппаратуру;

- копировать и выносить из помещений, в которых работает ПК, экзаменационные работы, критерии оценивания, протоколы проверки экзаменационных работ;
- разглашать информацию, содержащуюся в указанных материалах.
Также запрещается:
- без уважительной причины покидать аудиторию;
- переговариваться с другими экспертами ПК, если речь не идёт о консультировании с председателем ПК или с экспертом ПК, назначенным по решению председателя ПК, консультантом.

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

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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
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	$931,5 \text{ МэВ}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$	Дж/(кг·К)	алюминия	900	Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$	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	$2,3 \cdot 10^6$	Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$	Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$	Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$	кг/моль