

ГАУДПО МО «ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ»

М. А. Кунаш

***ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ
ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ
К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ФИЗИКЕ***

**МУРМАНСК
2015**

ГАУДПО МО «ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ»

М. А. Кунаш

*ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ
ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ
К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ФИЗИКЕ*

Часть 1.

Подготовка учащихся
к Государственной итоговой аттестации по физике
в форме ОГЭ

Учебно-методическое пособие

МУРМАНСК
2015

ББК 74.262

К91

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
ГАУДПО МО «Институт развития образования»*

Автор **М.А. Кунаш**, доцент кафедры преподавания
общеобразовательных предметов ГАУДПО МО «ИРО», к.п.н.

К91 **Кунаш М.А.** Эффективные модели организации подготовки учащихся к итоговой аттестации по физике. Часть 1. Подготовка учащихся к Государственной итоговой аттестации по физике в форме ОГЭ: учебно-методическое пособие. – Мурманск: ГАУДПО МО «ИРО», 2015. – 84 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для использования в системе повышения квалификации и является частью учебно-методического комплекта к рабочей программе «Развитие качества преподавания физики». Представленные материалы могут быть использованы учителями и преподавателями физики при проектировании программы подготовки учащихся к итоговой аттестации по физике.

ББК 74.262

© ГАУДПО МО «ИРО», 2015

© Кунаш М.А., 2015

Содержание

Введение	4
Особенности модели подготовки выпускников основной школы к Государственной итоговой аттестации по физике в форме ОГЭ	6
<i>Структура и содержание ОГЭ по физике в 9 классе</i>	<i>6</i>
<i>Специфика подготовки учащихся к выполнению заданий с выбором ответа</i>	<i>12</i>
<i>Особенности подготовки учащихся к выполнению заданий с кратким вариантом ответа</i>	<i>18</i>
<i>Направления подготовки учащихся к выполнению заданий с развернутым вариантом ответа</i>	<i>31</i>
<i>Экспериментальное задание</i>	<i>31</i>
<i>Качественная задача</i>	<i>54</i>
<i>Расчетные задачи</i>	<i>69</i>
Библиография	83

Введение

В последние годы вопросы повышения эффективности подготовки учащихся к Государственной итоговой аттестации по физике стали наиболее актуальными для учителей общеобразовательных организаций. Прежде всего, это связано с тем, что итоговая аттестация по образовательным программам основного общего образования в форме ОГЭ согласно приказу Министерства образования и науки Мурманской области от 12.03.2014 № 393 «Об утверждении порядка организации индивидуального отбора при приеме учащихся в государственные и муниципальные образовательные организации для получения основного и среднего общего образования с углубленным изучением отдельных предметов и для профильного обучения» выступает одним из условий поступления учащегося в классы с соответствующим выбором профилем.

В отличие от ранее преобладавших форм проведения итоговой аттестации, включая письменную и устную форму или защиту учебного проекта, Государственная итоговая аттестация в форме ОГЭ в большей мере ориентирована на требования следующего уровня образования и направлена на выявление сформированности тех приемов и способов работы, которые в дальнейшем способны обеспечить успешное освоение соответствующих программ. По этой причине следует говорить о том, что необходимо внесение коррективов в методику преподавания физики на уровне основного общего образования с учетом тех характеристик, которыми обладают новые формы аттестации.

Следует подчеркнуть, что данные приемы и методы работы не являются абсолютно новыми, они лишь концентрируют внимание учителя физики на тех средствах, которые позволяют оптимально распределять учебную нагрузку учащихся таким образом, чтобы создавать условия для индивидуализации учебных маршрутов школьников с учетом их профильных интересов, при этом не нарушая общую логику обучения по предмету с учетом целей формирования личности учащегося, введения его в научное пространство физики.

Специфической особенностью данного учебно-методического пособия является то, что, во-первых, его содержание включает описание специфических особенностей методики организации подготовки учащихся к итоговой аттестации в образовательном процессе. Традиционные учебно-методические пособия включают последовательность заданий, разбор приемов решения, но не вооружают учителя методическим инструментом для грамотного целенаправленного использования данных материалов в образовательном процессе. Во-вторых, в данном пособии рассматриваются характеристики структуры отдельных типов и видов заданий, представленных в КИМах ОГЭ. Знакомство с данными аспектами позволит педагогу более компетентно проводить отбор тренировочных материалов. В-третьих, большинство рекомендаций, представленных в пособии, акцентирует внимание на специфике выполнения заданий учащимися региона и, следовательно, позволяет учителю выстроить деятельность с учетом конкретных условий преподавания физики.

Структура пособия условно может быть разделена на ряд блоков. В первом блоке представлены основные аспекты, связанные с построением модели подготовки выпускников к Государственной итоговой аттестации по физике в форме

ОГЭ. Далее анализируются особенности подготовки учащихся к выполнению заданий с выбором ответа, с кратким ответом. При этом анализируются виды заданий, представленные в КИМах ОГЭ по физике, приводятся примеры заданий. Рассматривается специфика организации деятельности по подготовке к выполнению различных видов заданий с развернутым вариантом ответа. При создании данного раздела пособия использованы материалы из опыта работы учителей физики Мурманской области: Михедько Оксаны Григорьевны, учителя физики МБОУ СОШ № 266 ЗАТО Александровск г. Снежногорск; Азовской Ирины Иосифовны, учителя физики МБОУ г. Мурманска лицея № 4; Гасымовой Анжелики Евгеньевны, учителя физики МБОУ СОШ № 10 ЗАТО Североморск и других педагогов.

В содержании пособия приводятся примеры заданий ОГЭ, конкретизируются приемы организации работы с различными группами заданий, отдельный акцент сделан на специфике критериев оценивания заданий с развернутым вариантом ответа.

Особенности модели подготовки выпускников основной школы к Государственной итоговой аттестации по физике в форме ОГЭ

Структура и содержание ОГЭ по физике в 9 классе

ОГЭ проводится в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Основное назначение КИМ для ОГЭ – оценить уровень общеобразовательной подготовки по физике выпускников 9 классов общеобразовательных организаций в целях государственной итоговой аттестации выпускников. Результаты экзамена могут быть использованы при приеме учащихся в профильные классы средней школы.

Содержание экзаменационной работы определяется на основе федерального компонента государственного стандарта основного общего образования по физике (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования»).

Используемые при конструировании вариантов КИМ подходы к отбору контролируемых элементов содержания обеспечивают требование функциональной полноты теста, так как в каждом варианте проверяется освоение всех разделов курса физики основной школы и для каждого раздела предлагаются задания всех таксономических уровней. При этом наиболее важные с мировоззренческой точки зрения или необходимости для успешного продолжения образования содержательные элементы проверяются в одном и том же варианте КИМ заданиями разного уровня сложности.

Структура варианта КИМ обеспечивает проверку всех предусмотренных федеральным компонентом государственного образовательного стандарта видов деятельности (с учетом тех ограничений, которые накладывают условия массовой письменной проверки знаний и умений учащихся): усвоение понятийного аппарата курса физики основной школы, овладение методологическими знаниями и экспериментальными умениями, использование при выполнении учебных задач текстов физического содержания, применение знаний при решении расчетных задач и объяснении физических явлений и процессов в ситуациях практико-ориентированного характера.

Модели заданий, используемые в экзаменационной работе, рассчитаны на применение бланковой технологии (аналогичной ЕГЭ) и возможности автоматизированной проверки части 1 работы. Объективность проверки заданий с развернутым ответом обеспечивается едиными критериями оценивания и участием нескольких независимых экспертов, оценивающих одну работу.

ОГЭ по физике является экзаменом по выбору обучающихся и выполняет две основные функции: итоговую аттестацию выпускников основной школы и создание условий для дифференциации обучающихся при поступлении в профильные классы средней школы. Для этих целей в КИМ включены задания трех уровней сложности. Выполнение заданий базового уровня сложности позволяет оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике основной школы и овладение наиболее важными видами деятельности,

а выполнение заданий повышенного и высокого уровней сложности – степень подготовленности обучающегося к продолжению образования на следующей ступени обучения с учетом дальнейшего уровня изучения предмета (базовый или профильный).

Экзаменационная модель ОГЭ и КИМ ЕГЭ по физике строятся исходя из единой концепции оценки учебных достижений учащихся по предмету «Физика». Единые подходы обеспечиваются, прежде всего, проверкой всех формируемых в рамках преподавания предмета видов деятельности. При этом используются сходные структуры работы, а также единый банк моделей заданий. Преемственность в формировании различных видов деятельности отражена в содержании заданий, а также в системе оценивания заданий с развернутым ответом.

Можно отметить два значимых отличия экзаменационной модели ОГЭ от КИМ ЕГЭ. Так, технологические особенности проведения ЕГЭ не позволяют обеспечить полноценный контроль сформированности экспериментальных умений, и этот вид деятельности проверяется опосредованно при помощи специально разработанных заданий на основе фотографий. Проведение ОГЭ не содержит таких ограничений, поэтому в работу введено экспериментальное задание, выполняемое на реальном оборудовании. Кроме того, в экзаменационной модели ОГЭ более широко представлен блок по проверке приемов работы с разнообразной информацией физического содержания.

Второй год сохраняется общий подход к структуре КИМ ОГЭ по физике. В текущем учебном году внесенные изменения касаются того, что каждый вариант КИМа состоит из двух частей. Задания в варианте представлены в режиме сквозной нумерации без буквенных обозначений А, В, С. Изменена форма записи ответа на каждое из заданий 1–16, 21, 22: в КИМ 2015 г. требуется записывать цифру, соответствующую номеру правильного ответа.

Каждый вариант КИМ состоит из двух частей и содержит 27 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 22 задания с кратким ответом, из которых 18 заданий (1–18) – с ответом в виде одной цифры, 4 задания (20–23) – с ответом в виде набора цифр и 1 задание (19) – с развернутым ответом. Задания 20 и 21 (с кратким ответом) представляют собой задания на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах. Задания 22 и 23 предполагают выбор двух правильных утверждений из предложенного перечня (множественный выбор). Часть 2 содержит 4 задания (24–27), для которых необходимо привести развернутый ответ. Задание 24 представляет собой практическую работу, для выполнения которой используется лабораторное оборудование.

При разработке содержания КИМ учитывается необходимость проверки усвоения элементов знаний, представленных в кодификаторе элементов содержания по физике. В экзаменационной работе проверяются знания и умения, приобретенные в результате освоения следующих разделов курса физики основной школы.

1. *Механические явления*
2. *Тепловые явления*
3. *Электромагнитные явления*
4. *Квантовые явления*

Общее количество заданий в экзаменационной работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе.

Экзаменационная работа разрабатывается исходя из необходимости проверки следующих видов деятельности.

1. Владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики.

1.1. Знание и понимание смысла понятий.

1.2. Знание и понимание смысла физических величин.

1.3. Знание и понимание смысла физических законов.

1.4. Умение описывать и объяснять физические явления.

2. Владение основами знаний о методах научного познания и экспериментальными умениями.

3. Решение задач различного типа и уровня сложности.

4. Понимание текстов физического содержания.

5. Использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни.

Владение основами знаний о методах научного познания и экспериментальные умения проверяются в заданиях 16, 23 и 24. Задание 15 с выбором ответа и задание 23 с кратким ответом контролируют следующие умения:

– формулировать (различать) цели проведения (гипотезу, выводы) описанного опыта или наблюдения;

– конструировать экспериментальную установку, выбирать порядок проведения опыта в соответствии с предложенной гипотезой;

– использовать физические приборы и измерительные инструменты для прямых измерений физических величин;

– проводить анализ результатов экспериментальных исследований, в том числе выраженных в виде таблицы или графика.

Понимание текстов физического содержания проверяется заданиями 17–19, а также заданием 22. В первом случае для одного и того же текста формулируются вопросы, которые контролируют умения:

– понимать смысл использованных в тексте физических терминов;

– отвечать на прямые вопросы к содержанию текста;

– отвечать на вопросы, требующие сопоставления информации из разных частей текста;

– использовать информацию из текста в измененной ситуации;

– переводить информацию из одной знаковой системы в другую.

В задании 22 используется представление информации в виде справочной таблицы, графика или рисунка (схемы), которые необходимо использовать при выборе верных утверждений.

Задания, в которых необходимо решить задачи, представлены в различных частях работы. Это три задания с выбором ответа (задания 6, 9 и 14) и три задания с развернутым ответом. Задание 25 – качественный вопрос (задача), представляющий собой описание явления или процесса из окружающей жизни, для которого учащимся необходимо привести цепочку рассуждений, объясняющих протекание явления, особенности его свойств и т.п.

Задания для ОГЭ по физике характеризуются также по способу представления информации в задании или дистракторах и подбираются таким образом, чтобы проверить умения учащихся читать графики зависимости физических величин, табличные данные или использовать различные схемы или схематичные рисунки.

При выстраивании модели подготовки учащихся к итоговой аттестации следует уделить особое внимание глубокой проработке вопроса реализации всех элементов содержания и требований к уровню подготовки учащихся, выносимых на итоговую аттестацию. Одним из документов, определяющих структуру и содержание КИМ основного государственного экзамена по физике, выступает кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки учащихся для проведения основного государственного экзамена по физике. В нем систематизируется перечень требований по двум разделам – элементам содержания, проверяемым на основном государственном экзамене по физике и по перечню требований к уровню подготовки учащихся, освоивших общеобразовательные программы основного общего образования. Таким образом, в кодификатор не включены элементы содержания, выделенные курсивом в разделе стандарта «Обязательный минимум содержания основных образовательных программ»: данное содержание подлежит изучению, но не включено в раздел стандарта «Требования к уровню подготовки выпускников», т.е. не является объектом контроля.

В Перечне элементов содержания, проверяемых на основном государственном экзамене по физике, указаны следующие элементы содержания:

1. Механические явления.

Механическое движение. Траектория. Путь. Перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение. Свободное падение. Движение по окружности. Масса. Плотность вещества. Сила. Сложение сил. Инерция. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Сила трения. Сила упругости. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Простые механизмы. КПД простых механизмов. Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Механические колебания и волны. Звук.

2. Тепловые явления.

Строение вещества. Модели строения газа, жидкости и твердого тела. Тепловое движение атомов и молекул. Связь температуры вещества со скоростью хаотического движения частиц. Броуновское движение. Диффузия. Тепловое равновесие. Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Количество теплоты. Удельная теплоемкость. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Испарение и конденсация. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Плавление и кристаллизация. Преобразование энергии в тепловых машинах.

3. Электромагнитные явления.

Электризация тел. Два вида электрических зарядов. Взаимодействие электрических зарядов. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды. Проводники и диэлектрики. Постоянный электрический ток. Сила тока. Напряжение. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Опыт Эрстеда. Магнитное поле тока. Взаимодействие магнитов. Действие магнитного поля на проводник с током. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Электромагнитные колебания и волны. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Плоское зеркало. Преломление света. Дисперсия света. Линза. Фокусное расстояние линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы.

4. Квантовые явления.

Радиоактивность. Альфа-, бета-, гамма-излучения. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Состав атомного ядра. Ядерные реакции.

В Перечне требований к уровню подготовки обучающихся, освоивших общеобразовательные программы основного общего образования по физике, приведены основные умения, навыки и способы деятельности:

1. Владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики.

1.1. Знание и понимание смысла понятий: физическое явление, физический закон, вещество, взаимодействие, электрическое поле, магнитное поле, волна, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения.

1.2. Знание и понимание смысла физических величин: путь, скорость, ускорение, масса, плотность, сила, давление, импульс, работа, мощность, кинетическая энергия, потенциальная энергия, коэффициент полезного действия, внутренняя энергия, температура, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота плавления, удельная теплота сгорания топлива, влажность воздуха, электрический заряд, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, работа и мощность электрического тока, фокусное расстояние линзы.

1.3. Знание и понимание смысла физических законов: Паскаля, Архимеда, Ньютона, всемирного тяготения, сохранения импульса и механической энергии, сохранения энергии в тепловых процессах, сохранения электрического заряда, Ома для участка цепи, Джоуля – Ленца, прямолинейного распространения света, отражения света.

1.4. Умение описывать и объяснять физические явления: равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение тела по окружности, колебательное движение, передача давления жидкостями и газами, плавание тел, механические колебания и волны, диффузия, теплопроводность, конвекция, излучение, испарение, конденсация, кипение, плавление, кристаллизация, электризация тел, взаимодействие электрических зарядов, взаимодействие магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, тепловое действие тока, электромагнитная индукция, отражение, преломление и дисперсия света.

2. Владение основами знаний о методах научного познания и экспериментальными умениями.

2.1. Умение формулировать (различать) цели проведения (гипотезу) и выводы описанного опыта или наблюдения.

2.2. Умение конструировать экспериментальную установку, выбирать порядок проведения опыта в соответствии с предложенной гипотезой.

2.3. Умение проводить анализ результатов экспериментальных исследований, в том числе выраженных в виде таблицы или графика.

2.4. Умение использовать физические приборы и измерительные инструменты для прямых измерений физических величин (расстояния, промежутка времени, массы, силы, давления, температуры, силы тока, электрического напряжения) и косвенных измерений физических величин (плотности вещества, силы Архимеда, влажности воздуха, коэффициента трения скольжения, жесткости пружины, оптической силы собирающей линзы, электрического сопротивления резистора, работы и мощности тока).

2.5. Умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц или графиков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных: зависимость силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины; зависимость периода колебаний математического маятника от длины нити; зависимость силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника; зависимость силы трения скольжения от силы нормального давления.

2.6. Умение выражать результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы.

3. Решение задач различного типа и уровня сложности.

4. Понимание текстов физического содержания.

4.1. Понимание смысла использованных в тексте физических терминов.

4.2. Умение отвечать на прямые вопросы к содержанию текста.

4.3. Умение отвечать на вопросы, требующие сопоставления информации из разных частей текста.

4.4. Умение использовать информацию из текста в измененной ситуации.

4.5. Умение переводить информацию из одной знаковой системы в другую.

5. Использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни.

5.1. Умение приводить (распознавать) примеры практического использования физических знаний о механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях.

5.2. Умение применять физические знания: для обеспечения безопасности в процессе использования транспортных средств, учета теплопроводности и теплоемкости различных веществ в повседневной жизни, обеспечения безопасного обращения с электробытовыми приборами, защиты от опасного воздействия на организм человека электрического тока, электромагнитного излучения, радиоактивного излучения.

Обратимся к особенностям построения модели подготовки учащихся к итоговой аттестации по физике, анализируя представленные в КИМ ОГЭ типы и виды заданий.

Специфика подготовки учащихся к выполнению заданий с выбором ответа

Распространенное представление о заданиях с выбором ответа как о простом вопросе с возможностью перебора предлагаемых ответов является поверхностным. Задания для объективного итогового контроля результатов изучения физики в соответствии с требованиями образовательных стандартов по физике могут быть нескольких типов.

Первый тип заданий представлен в форме вопроса и нескольких правдоподобных ответов, среди которых необходимо выбрать один правильный:

Пример. Три тела А, Б, В имеют одинаковый объем. При опускании в воду тело А плавает на поверхности, тело Б внутри жидкости не всплывает и не тонет. Тело В тонет. На какое из трех тел действует наименьшая сила Архимеда?

- 1) на тело А;*
- 2) на тело Б;*
- 3) на тело В;*
- 4) на все три тела действуют одинаковые силы.*

Для выбора правильного ответа на это задание нужно знать закон Архимеда: на погруженное в жидкость тело действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной жидкости. Плавающее на поверхности воды тело А лишь частично погружено в жидкость и потому вытеснило меньше воды, чем тело Б или В. Следовательно, наименьшая сила Архимеда действует на тело А. Правильный ответ под номером 1.

Второй тип заданий с выбором ответа может иметь форму неоконченного утверждения и нескольких правдоподобных его завершений, среди которых одно правильное.

Пример. Физическая величина, равная произведению массы тела на ускорение его движения, называется ...

- 1) силой;*
- 2) работой;*
- 3) мощность;*
- 4) импульсом.*

Задание с выбором ответа может представлять собой обычную физическую задачу, для решения которой нужно выполнить расчет и сравнить полученный результат с числами, приведенными в ответах на выбор. Если полученный результат совпадает с одним из ответов, то решение можно считать законченным и отметить этот ответ как правильный. Если же результат не совпадает ни с одним из предложенных на выбор ответов, нужно проверить свое решение и найти правильный ответ.

Пример. Мотоцикл начинает прямолинейное равноускоренное движение из состояния покоя и за первую секунду движения проходит расстояние 1 м. Какое расстояние при таком движении он пройдет за третью секунду движения?

- 1) 1 м;*
- 2) 3 м;*
- 3) 5 м;*
- 4) 9 м.*

При выполнении ряда заданий с выбором ответа могут предлагаться несколько утверждений, каждое из которых является верным с точки зрения физики в целом, но лишь одно из этих утверждений является правильным ответом на конкретный вопрос задания. При работе с данным классом заданий важным в методике обучения работе с ними является внимательное прочтение условия задачи и обязательное прочтение всех возможных ответов:

Пример. *На основании исследования явления рассеяния альфа-частиц при прохождении через тонкие слои вещества Резерфорд сделал вывод, что ...*

- 1) *альфа-частицы являются ядрами атомов гелия;*
- 2) *альфа-распад является процессом самопроизвольного превращения ядра одного химического элемента в ядро другого элемента;*
- 3) *внутри атомов имеются положительно заряженные ядра очень малых размеров, вокруг ядер обращаются электроны;*
- 4) *при альфа-распаде атомных ядер выделяется ядерная энергия в значительно больших количествах, чем в любых химических реакциях.*

Все четыре утверждения, предложенные в качестве возможных ответов, верны с точки зрения физики, но для предложения, представленного в задании, верным является только третье утверждение.

Следующий класс заданий предполагает определение правильного ответа в сопоставлении нескольких утверждений и выбор из них верного. Постановка вопроса в такой форме означает, что правильных утверждений в этом случае может быть несколько, одно или ни одного:

Пример. *Если в люстре для освещения помещения использовать лампы мощностью 60 и 100 Вт, то*

А. Большая работа за одно и то же время совершается током в лампе мощностью 60 Вт.

*Б. Большим сопротивлением обладает лампа мощностью 100 Вт.
Верным является*

- 1) *только А;*
- 2) *только Б;*
- 3) *и А, и Б;*
- 4) *ни А, ни Б.*

Для проверки умений определять характер физического процесса по графику, работать с таблицами, диаграммами также могут быть предложены задания с выбором ответа. В соответствии с этим среди методических приемов, используемых педагогом в ходе подготовки к итоговой аттестации важно акцентировать внимание на следующих видах деятельности.

1. По таблице плотностей предложить учащимся серию задач на определение скоростей различных тел живой и неживой природы и выяснить, можно ли сравнивать между собой эти скорости, если они выражены в разных единицах. Подвести учащихся к выводу о том, что табличные данные выражены всегда в одинаковых единицах измерения для того, чтобы можно было сравнивать их друг с другом.

2. По результатам решенных задач и данным таблицы учебника составить и записать в тетради более общую таблицу величин. Используя ее, выполнить сравнения по различным основаниям.

3. При работе с таблицей систематически фиксировать внимание учащихся на единицах, в которых приведены табличные данные, с выяснением физического смысла данных величин.

4. При работе с таблицами сравнить характеристики тел для различных агрегатных состояний вещества с объяснением различия между ними на основе молекулярных представлений.

Методика работы с иллюстративным материалом во многих случаях включает два этапа. На первом этапе создается представление об изображенном, осуществляется запоминание, на втором – деятельность учащихся направляется на усвоение связей между понятиями, на использование знаний в подобной и новой ситуациях.

Своеобразной формой контроля за качеством усвоения материала может стать физический диктант с использованием рисунка или чертежа из учебника. В некоторых случаях целесообразно предлагать школьникам следующее задание: «Воспользовавшись рисунком учебника, подготовить рассказ об устройстве изображенного на этом рисунке прибора».

В целом для успешного выполнения заданий итогового контроля необходимо, прежде всего, понимание, что изучение школьного курса физики не следует подменять процессом подготовки к ОГЭ. Если акцентировать внимание на наиболее проблемных теоретических вопросах физики, вызывающих затруднения у учащихся при выполнении заданий, следует отметить следующие:

- относительность движения (пример: учащиеся ошибочно рассматривают траекторию, скорость в различных системах отсчета как инвариантные характеристики;

- третий закон Ньютона (пример: учащиеся ошибочно указывают, что сила притяжения Земли Солнцем много меньше силы притяжения Солнца Землей);

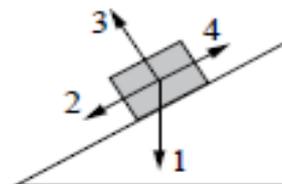
- примеры проявления в природе и быту явлений, законов и закономерностей (пример: учащиеся затрудняются в выборе примеров проявления броуновского движения, закона сохранения энергии);

- энергетические преобразования (пример: учащиеся указывают на прямую зависимость между ростом механической и внутренней энергии).

Важным фактором, связанным выстраиванием эффективной модели подготовки учащихся к итоговой аттестации по физике, является тот факт, что большая часть заданий с выбором ответа содержит в себе несколько форм представления информации. При этом графический способ является преобладающим – от схемы установки до рисунков реальных установок. Приведем несколько примеров:

Пример 1.

В инерциальной системе отсчёта брусок из состояния покоя начинает скользить с ускорением вниз по наклонной плоскости (см. рисунок). Равнодействующая всех сил, действующих на брусок, сонаправлена вектору

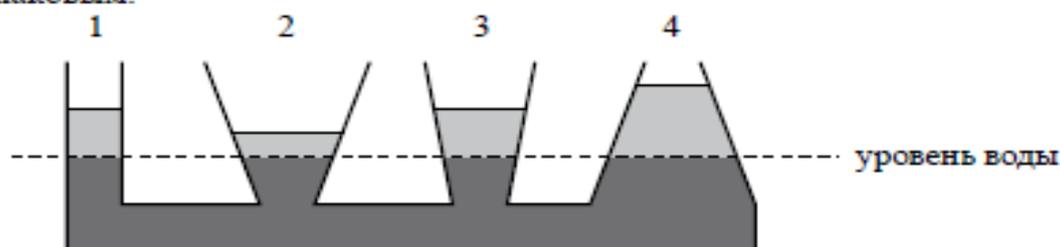


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

Пример 2.

В сообщающиеся сосуды поверх воды налиты четыре различные жидкости, не смешивающиеся с водой (см. рисунок). Уровень воды в сосудах остался одинаковым.



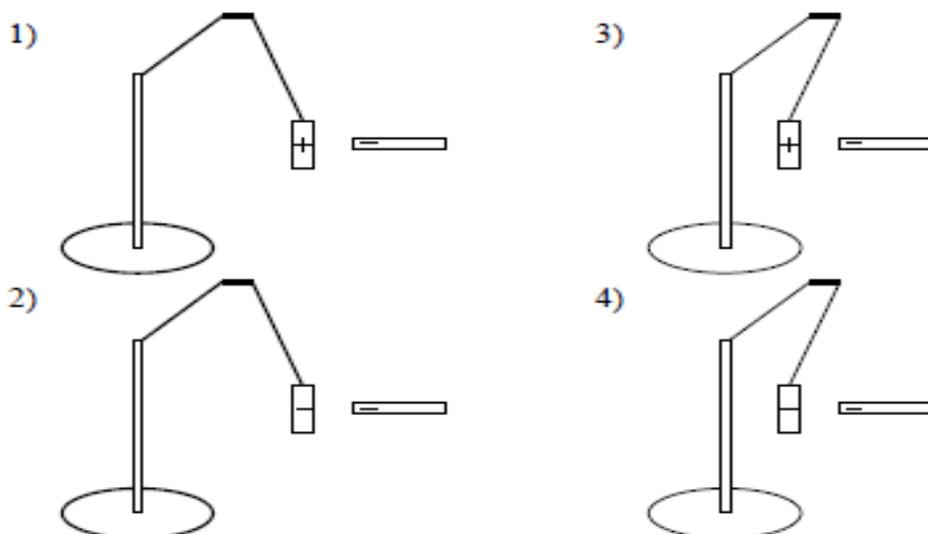
Какая жидкость имеет наименьшую плотность?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

Пример 3.

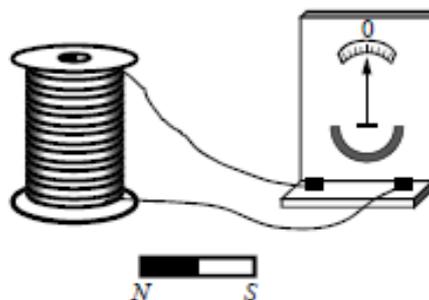
К незаряженной лёгкой металлической гильзе, подвешенной на шёлковой нити, прикоснулись отрицательно заряженной эбонитовой палочкой. На каком рисунке правильно показаны заряд, приобретённый гильзой, и её дальнейшее поведение?



Ответ:

Пример 4.

Учитель на уроке, используя катушку, замкнутую на гальванометр, и полосовой магнит (см. рисунок), последовательно провёл опыты по наблюдению явления электромагнитной индукции. Условия проведения опытов и показания гальванометра представлены в таблице.



<p align="center">Опыт 1 Магнит вносят в катушку с некоторой скоростью v_1</p>	<p align="center">Опыт 2 Магнит вносят в катушку со скоростью v_2, большей, чем v_1 ($v_2 > v_1$)</p>

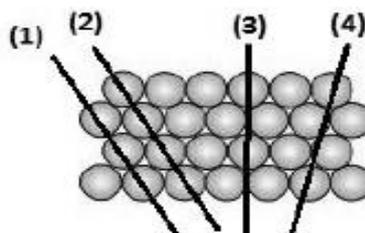
Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений и запишите в ответе цифры, под которыми они указаны.

- 1) Величина индукционного тока зависит от геометрических размеров катушки.
- 2) При изменении магнитного потока, пронизывающего катушку, в катушке возникает электрический (индукционный) ток.
- 3) Величина индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока, пронизывающего катушку.
- 4) Направление индукционного тока зависит от того, увеличивается или уменьшается магнитный поток, пронизывающий катушку.
- 5) Направление индукционного тока зависит от направления магнитных линий, пронизывающих катушку.

Ответ:

Пример 5.

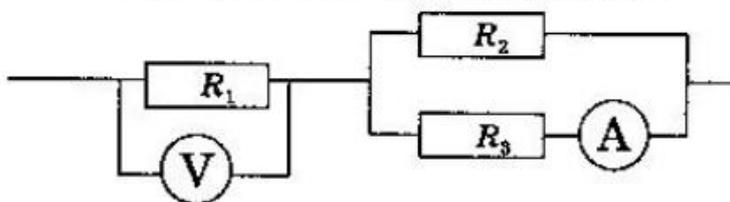
Физические свойства кристаллического тела, представленного на рисунке, совпадают вдоль прямых



- 1) (1) и (3) 2) (3) и (4) 3) (1) и (2) 4) (2) и (3)

Пример 6.

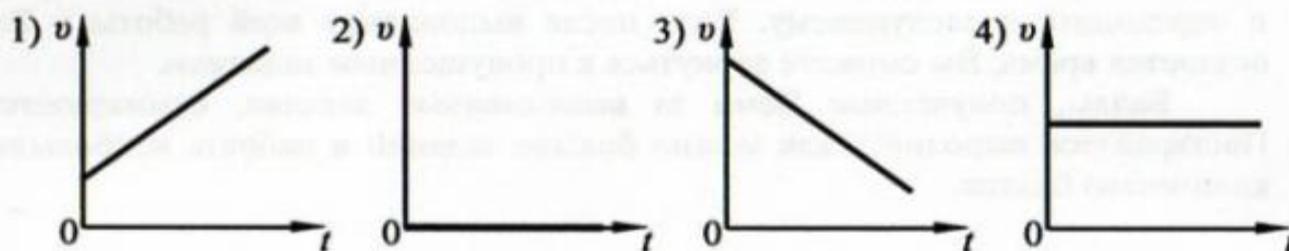
Три проводника соединены, как показано на рисунке. Сопротивления проводников: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$. Каково напряжение на проводнике 1, если амперметр показывает силу тока 2 А ?



- 1) 40 В 2) 20 В 3) 25 В 4) 10 В

Пример 7.

Тело движется относительно Земли прямолинейно под действием постоянной силы, направленной противоположно направлению движения тела. Какой график зависимости модуля скорости v от времени t соответствует этому движению?



Подводя итог рассмотрению специфики подготовки учащихся к выполнению заданий с выбором ответа, следует отметить, что успешность данной работы определяется целостным освоением навыков решения задач, выполнения практических работ, а также самостоятельной учебной деятельностью. Для организации на последнем этапе подготовки учащихся к выполнению заданий с выбором ответа можно использовать в качестве способа следующую схему:

- 1) самостоятельное выполнение заданий без использования справочных материалов;
- 2) проверка правильности решения по кодам ответов;
- 3) анализ ошибочных решений в групповом обсуждении;
- 4) проверка выполнения аналогичного варианта теста для проверки успешности выполненной работы над ошибками.

Особенности подготовки учащихся к выполнению заданий с кратким вариантом ответа

В рассматриваемую группу заданий входят преимущественно задачи на соответствие, предполагающие множественный выбор. Среди них можно выделить следующие типы соответствий:

1) сопоставление технического устройства и физического явления или закономерности, лежащей в основе работы устройства.

Пример 1.

Установите соответствие между техническим устройством и физическим явлением, лежащим в основе его работы. К каждому техническому устройству из левого столбца подберите физическое явление из правого столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕХНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО	ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ
А) паровая турбина	1) превращение механической энергии во внутреннюю энергию пара
Б) гидротурбина	2) превращение внутренней энергии пара в механическую энергию
В) гальванический элемент	3) превращение электрической энергии в механическую
	4) превращение химической энергии в электрическую
	5) превращение механической энергии в электрическую

Ответ:

А	Б	В

Пример 2:

Установите соответствие между физическими приборами и физической закономерностью, лежащей в основе их работы. К каждому физическому прибору из левого столбца подберите физическую закономерность из правого столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЙ ПРИБОР	ФИЗИЧЕСКАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ
А) рычажные весы	1) зависимость гидростатического давления от высоты столба жидкости
Б) демонстрационный гальванометр	2) условие равновесия рычага
В) жидкостный манометр	3) увеличение объема жидкости при повышении температуры
	4) зависимость силы упругости от деформации тела
	5) зависимость силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, от силы тока

Ответ:

А	Б	В

2) Сопоставление физических величин и их единиц измерения.

Пример:

Соотнесите в таблице: величину, единицу измерения в СИ.

1) ρ	1) кг
2) m	2) m^3
3) v	3) $кг/м^3$
	4) $м^2$
	5) л
	6) г
	7) $г/см^3$

3) Сопоставление физических величин и приборов для их измерения.

Пример:

Установите соответствие между физическими величинами и приборами, с помощью которых их измеряют. К каждой физической величине из левого столбца подберите прибор из правого столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ПРИБОР
А) температура	1) калориметр
Б) сила	2) барометр
В) атмосферное давление	3) термометр
	4) спидометр
	5) динамометр

Ответ:

А	Б	В

4) Сопоставление физических величин и формулы для вычисления ее вычисления.

Пример 1:

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой физической величине из левого столбца подберите формулу из правого столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина звуковой волны
- Б) период колебаний частиц среды в волне
- В) частота колебаний частиц среды в волне

ФОРМУЛЫ

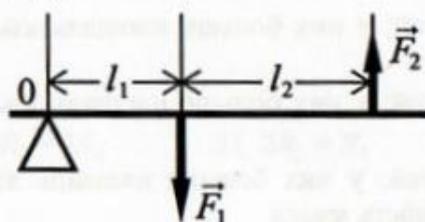
- 1) $v\lambda$
- 2) $\frac{\lambda}{v}$
- 3) $\frac{v}{v}$
- 4) $\frac{v}{\lambda}$
- 5) $\frac{v}{T}$

Ответ:

А	Б	В

Пример 2:

Рычаг находится в равновесии под действием двух сил (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым они определяются.



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) момент силы \vec{F}_1 относительно оси О
- Б) плечо силы \vec{F}_2 относительно оси О
- В) плечо силы \vec{F}_1 относительно оси О

ФОРМУЛЫ

- 1) l_1
- 2) l_2
- 3) $l_1 + l_2$
- 4) $F_1 l_1$
- 5) $F_1 l_2$

Ответ:

А	Б	В

Пример 3:

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой физической величине из левого столбца подберите формулу из правого столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) электрическое напряжение	1) It
Б) работа тока	2) IU
В) электрический заряд	3) $\frac{U}{I}$
	4) Uq
	5) $\frac{A}{q}$

Ответ:

А	Б	В

5) Сопоставление между физическими величинами и их возможными изменениями в ходе физического процесса.

Пример:

Стальной сплошной шарик на нити сначала погружают в сосуд с дистиллированной водой, а затем – в сосуд с морской водой. Как при этом меняется сила тяжести и выталкивающая сила, действующие на шар, а также сила натяжения нити?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) сила тяжести	1) увеличивается
Б) выталкивающая сила	2) уменьшается
В) сила упругости нити	3) не изменяется

Ответ:

А	Б	В

б) Сопоставление выдающихся ученых и их открытий.

Пример:

Установите соответствие между фамилией учёного и открытым им физическим явлением. К каждой фамилии учёного из левого столбца подберите физическое явление из правого столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФАМИЛИЯ УЧЕНОГО	ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ
А) Х.К. Эрстед	1) электромагнитная индукция
Б) А. Ампер	2) излучение электромагнитных волн
В) М. Фарадей	3) существование магнитного поля вокруг проводника с током
	4) взаимодействие проводников с током
	5) тепловое действие тока

Ответ:

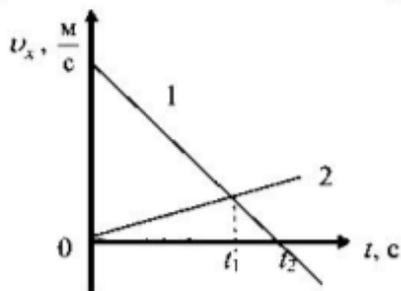
А	Б	В

7) Сопоставление информации, представленной в разных видах (график, текст), и необходимость на основе сопоставления представить верные выводы:

- график зависимости проекции скорости движения двух тел от времени,
- график зависимости температуры вещества от времени при постоянной мощности нагревания и охлаждения,
- график зависимости температуры вещества известной массы от полученного количества теплоты,
- график зависимости смещения от времени при колебаниях двух математических маятников.

Пример 1:

На рисунке приведены графики зависимости проекции скорости движения двух тел от времени. Из приведённых ниже утверждений выберите *два* правильных и запишите их номера.

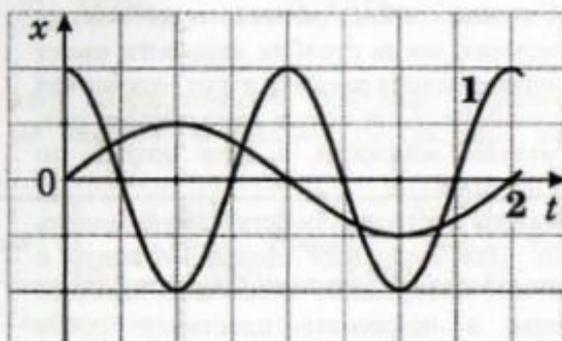


- 1) Тела встретятся в момент времени t_1 .
- 2) Проекция скорости тела 1 в течение всего времени движения положительна.
- 3) Модуль ускорения тела 1 больше модуля ускорения тела 2.
- 4) В момент времени t_1 тела имели одинаковую скорость.
- 5) Оба тела движутся равномерно.

Ответ:

Пример 2:

На рисунке представлены графики зависимости смещения x от времени t при колебаниях двух математических маятников.



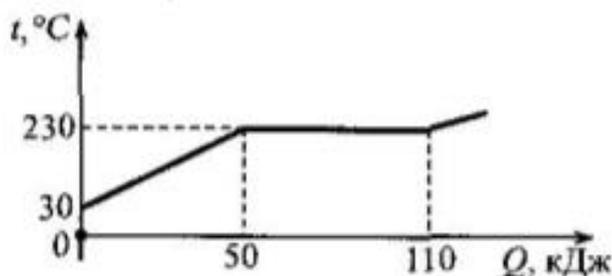
Используя данные графика, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Длина нити второго маятника больше длины нити первого маятника.
- 2) Маятники совершают колебания с одинаковой частотой.
- 3) Вторым маятник совершает затухающие колебания.
- 4) Амплитуды колебаний маятников различаются в 2 раза.
- 5) Период колебаний второго маятника в 2 раза меньше периода колебаний первого маятника.

Ответ:

Пример 3:

На рисунке представлен график зависимости температуры некоторого вещества массой 1 кг от полученного количества теплоты.



Используя данные графика, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Если считать, что тело изначально находилось в жидком состоянии, то при температуре 230 °C вещество начинает кристаллизироваться.
- 2) Если считать, что вещество находилось изначально в твёрдом состоянии, то удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии равна $250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.
- 3) При температуре выше 230 °C вещество может находиться только в газообразном состоянии.
- 4) При температуре 230 °C вещество могло либо плавиться, либо кипеть.
- 5) При температуре 30 °C вещество могло находиться в любом агрегатном состоянии: твёрдом, жидком, газообразном.

Ответ:

Анализируя особенности данных заданий, следует отметить, что в наибольшей степени в них актуализируются мыслительные операции анализа и синтеза. Таким образом, в данных заданиях на первый план выступает степень владения учащимися логическими операциями мышления на материале учебной дисциплины «Физика». По этой причине методика подготовки учащихся к выполнению данного класса заданий требует целенаправленной работы по коррекции уровня сформированности данных операций мышления. Проанализируем характер данных операций и способов их развития у учащихся.

Анализ выступает как процедура, которая может быть мысленной, а может относиться к разделению реальных объектов, предметов, процессов и свойств [5]. Видов анализа по назначению существует несколько:

- 1) с целью выявления структуры;
- 2) с целью определения составляющих, образующих совокупность свойств;
- 3) с целью нахождения функций объекта.

В процессе изучения физики анализу могут быть подвергнуты различные объекты:

- физические тела, вещества, явления, процессы;
- установки, машины;
- тексты, условия задач, видеофильмы.

В любом объекте можно выделить:

- детали;
- признаки;
- функции;
- фрагменты содержания разного смысла.

Приведем алгоритмы выполнения анализа (таблица 1), которые могут быть представлены учащимся в ходе изучения физики при целенаправленной коррекции уровня сформированности анализа как логической операции мышления:

Таблица 1.

Алгоритмы выполнения анализа

Действия	Шаги
Алгоритм 1	
Разделите объект на составные части	Ответьте на один из вопросов: Из чего состоит? Какие признаки имеет? Какими свойствами / качествами обладает?
Сделайте вывод	Перечислите выделенные части
Алгоритм 2	
Разделите объект на составные части	Ответьте на один из вопросов: Из чего состоит? Какие признаки имеет? Какими свойствами / качествами обладает?
Выясните назначение каждой части	Ответьте на один из вопросов: Для чего предназначена? В чем заключается функция? В чем проявляется назначение?
Сделайте вывод	Перечислите выделенные части и их назначение

Типы заданий, направленных на формирование операции анализа, могут значительно отличаться по своей структуре от заданий на соответствие. Приведем ряд направлений заданий, которые могут быть использованы учителем в процессе преподавания.

1) Работа с научной терминологией.

Пример. Выделите в формулировке понятия главное слово; условия.

2) Работа с текстом физического содержания.

Пример 1. В тексте выделите строки или словосочетания, в которых говорится о физических явлениях.

Пример 2. В предложенном тексте выделите факт, причину, следствие и дополнительную информацию.

Пример 3. В предложенном тексте найдите утверждение, доказательство, иллюстрирующие примеры, вывод.

Пример 4. Прочитайте текст и вставьте пропущенные слова.

3) Работа с учебной и справочной литературой.

Пример 1. Используя материал §, заполните таблицу:

Название явления	Суть (в чем заключается явление?)	Объяснение явления	Свойства явления	Как проявляется (применяется)

Пример 2. Используя материал §, заполните таблицу:

Название величины	Что характеризует	Определение / смысл	Обозначение	Единица измерения	Прибор для измерения	Формула для расчета

Пример 3. Используя материал §, заполните таблицу:

Название закона	Формулировка	Кто и когда открыл	Математическая запись	Границы применимости

Пример 4. Используя материал §, заполните таблицу:

Название прибора	Назначение (для чего)	Кто и когда сконструировал	Структурные части (из чего состоит)	Принцип работы (какие физические явления используются)

Пример 5. Используя материал §, заполните таблицу:

Название установки	Назначение (для чего)	Структурные части (из чего состоит)	Принцип работы (какие физические явления используются в работе)

Пример 6. Используя материал §, заполните таблицу:

Фамилия, инициалы ученого	Страна рождения	Годы жизни	Сделанные открытия

Пример 7. Используя материал §, заполните таблицу:

Название установки	Назначение (для чего)	Структурные части (из чего состоит)	Принцип работы (какие физические явления используются в работе)

4) Работа с графическими объектами.

Пример 1. Выделите и назовите в предложенной электрической схеме источник тока, потребители, измерительные приборы, коммутирующие устройства.

Пример 2. Укажите, где на приведенном рисунке изображен двигатель, передаточный механизм, рабочий орган, вспомогательные узлы.

5) Работа с демонстрационными установками при проведении фронтальных экспериментов.

Пример. Найдите в демонстрационной установке источники изменений состояния; составные элементы, индикаторы изменений (приборы или приспособления, позволяющие обнаружить изменения).

Синтез – объединение разрозненных элементов или частей в единое целое. Алгоритм выполнения синтеза, использование которого возможно в рамках урока физики, представлен в таблице 2:

Таблица 2.

Алгоритмы выполнения синтеза

Что сделать	Как сделать?
Выяснить, что надо получить в результате операции	Ответьте на один из вопросов: Какой результат надо получить? Какой объект надо создать?
Определить состав элементов	Ответьте на один из вопросов: Какие элементы даны? Какие свойства данных объектов используются?
Найти и собрать все необходимые объекты	Выполните одно из следующих действий: Выложите перед собой все представленные элементы или объекты. Представьте мысленно все составные элементы. Нарисуйте схематично на одном листе все элементы.
Определить связующий элемент	Ответьте на один из вопросов: С помощью чего можно объединить данные элементы? Какой объект, свойство связывает составные элементы?
Составьте краткий рассказ о полученном результате	Выполните следующие шаги: Укажите название полученного объекта. Укажите его назначение. Перечислите, что входит в его состав. Сформулируйте принцип объединения деталей в нем.

Рассмотрим типы заданий, направленных на формирование операций синтеза.

1) Работа с текстом физического содержания.

Пример 1. Напишите эссе по теме «».

Пример 2. Прочитайте текст и ответьте на вопрос.

2) Работа с учебной и справочной литературой.

Пример 1. Используя материал справочника, выберите вещества, обладающие заданными свойствами:

Состояние вещества	Наибольшая плотность		Наименьшая плотность	
	Название	Величина	Название	Величина
<i>Твердое</i>				
<i>Жидкое</i>				
<i>Газообразное</i>				

Пример 2. Используя материал справочника, выберите вещества, обладающие заданными свойствами:

Пример 3. Ознакомьтесь с таблицей (в учебнике, справочнике по физике). Составьте ее описание по следующему плану:

- чему посвящена таблица?
- сколько и какие объекты в ней рассматриваются?
- что можно добавить в таблицу?

Значительную роль в процессе формирования логической операции синтеза выполняют задания на составление таблиц повторения тем и разделов курса физики. Заполняя графы таблицы, учащиеся отбирают главную информацию, представляют данные в краткой форме - небольших текстов, рисунков, формул. Можно предложить не только заполнить готовые графы, но и разработать собственные, а затем занести в них те данные, которые ученики считают наиболее важными [5]. При повторении учебного материала синтез-таблицы могут быть разнообразными. Рассмотрим несколько примеров:

Пример 1. Синтез-таблица физической величины

Таблица 3.

Напряженность электрического поля

Источник поля	Формула напряженности	Изображение поля	График зависимости напряженности от расстояния	Примечание
<i>Точечный заряд</i>				
<i>Заряженная сфера</i>				
<i>Заряженный цилиндр</i>				
<i>Заряженная плоскость</i>				
<i>Две заряженные плоскости</i>				
<i>Диполь</i>				

Пример 2. Синтез-таблица физического явления

Таблица 4.

Волновые свойства света

Явление	Определение	Что наблюдается	Условия наблюдения	Объяснение с позиции волновой теории	Применение
<i>Интерференция</i>					
<i>Дифракция</i>					
<i>Дисперсия</i>					
<i>Поляризация</i>					

Пример 3. Синтез-таблица фундаментального физического эксперимента

Таблица 5

Фундаментальные эксперименты квантовой теории

Эксперимент	Явление научный факт	Определение	Что наблюдалось в эксперименте	Схема установки	Вывод
<i>Опыты Столетова</i>					
<i>Опыты Лебедева</i>					
<i>Опыт Комптона</i>					
<i>Опыт Иоффе</i>					

Пример 4. Синтез-таблица экспериментальных установок

Таблица 6.

Устройства для регистрации элементарных частиц

Название устройства	Принцип действия	Схема, рисунок	Регистрируемые частицы	Способ регистрации
<i>Фотоэмульсионные пластинки</i>				
<i>Спинтарископ</i>				
<i>Камера Вильсона</i>				
<i>Пузырьковая камера</i>				
<i>Газоразрядный счетчик</i>				
<i>Ионизационная камера</i>				

В целом, подготовка учащихся к выполнению заданий на соответствие с множественным выбором базируется на сформированных метапредметных навыках, важнейшими из которых выступают логические операции мышления. Для развития мыслительных умений учителю необходимо систематически включать в содержание урока тематические задания, ориентированные на корректировку отдельных логических действий. Приведем ряд подобных примеров.

Пример. Работа с физическими понятиями.

Содержание понятия – совокупность существенных свойств, присущих всем предметам данного понятия и только им. Понятие – слово или выражение языка, обозначающее отдельный предмет, явление или некоторую совокупность предметов, явлений, объединенных общими признаками. Произвести обобщение понятия – подыскать к нему подчиняющее его более общее (родовое) понятие. Произвести ограничение понятия – это подыскать к нему подчиненное ему более частное (видовое) понятие.

Упражнение 1. Обобщение и ограничение понятий.

Нахождение к каждому понятию подчиняющего, более общего (родового) понятия и подчиненного, более частного (видового) понятия: термометр, работа, ускорение, маятник.

- Термометр – измерительный прибор (родовое понятие), ртутный термометр (видовое понятие).*
- Работа – физическая величина (родовое понятие), работа силы тяжести (видовое понятие).*
- Ускорение – характеристика механического движения (родовое понятие), центростремительное ускорение (видовое понятие).*
- Маятник – колебательная система (родовое понятие), пружинный маятник (видовое понятие).*

Упражнение 2. Проверка правильности произведения обобщения.

– Необходимо установить, относится ли в каждой паре второе понятие к первому как род к виду. Следует помнить, что все признаки более общего (родового) понятия должны содержаться в понятии, которое обобщается (видовом).

– Проверить правильность обобщения можно, подставив перед видовым понятием слово «любой».

(Любой термометр – измерительный прибор, любой маятник – колебательная система).

«Произведение ряда последовательных обобщений понятия до предела или «восхождение» к всё более общим понятиям».

Необходимо получить лестницу понятий, в которой каждая новая ступень относится к предыдущей как род к виду. Примеры:

броуновское движение - тепловое движение – движение;

барометр-анероид – прибор для измерения атмосферного давления – измерительный прибор.

Упражнение 3. Расположение понятий в виде системы.



Расположить понятия по порядку, однако, в них не получится простой цепочки, так как некоторые понятия будут являться родовыми по отношению не к одному, а к нескольким видовым понятиям.

Упражнение 4. Анализ понятий или выделение существенных и случайных признаков (определение понятий).

С помощью этой операции раскрывают содержание понятия, т.е. указывают, что это понятие обозначает, какие признаки объединённых данным понятием предметов имеют в виду. Определение должно раскрывать сущность предметов и отличать данный предмет от всех остальных: броуновское движение – беспорядочное движение частиц, взвешенных в жидкости или газе; родовое понятие – движение частиц, видовые признаки – беспорядочное движение, движение в жидкости или газе.

Упражнение 5. Установление отношений между понятиями.

Наиболее часто встречаемые отношения:

- 1) «вид – род» (равномерное движение – механическое движение);*
- 2) «род – вид» (барометр – барометр-анероид);*
- 3) «часть – целое» (атом – ядро);*
- 4) «причина – следствие» (сила – ускорение);*
- 5) «последовательность» (внутренняя энергия – температура);*
- 6) «вид – вид» (газ – жидкость);*
- 7) «функциональные отношения» (координата – время);*
- 8) «противоположность» (плавление – кристаллизация).*

Направления подготовки учащихся к выполнению заданий с развернутым вариантом ответа

Экспериментальное задание

Экспериментальное задание, представленное в КИМах ОГЭ по физике, выполняется экзаменуемым с использованием реального лабораторного оборудования. Указание на необходимость его использования приводится в инструкции перед текстом задания. Каждому учащемуся выдается комплект оборудования, в котором собраны все необходимые и достаточные для выполнения задания приборы и материалы. Поэтому на данном этапе выполнения экспериментального задания не предполагается оценка умения самостоятельного выбора оборудования для заданной цели эксперимента. Экспериментальное задание может быть ориентировано на проверку одного из трех блоков умений:

1) Умение проводить косвенные измерения физических величин: плотности вещества; силы Архимеда; коэффициента трения скольжения; жесткости пружины; периода и частоты колебаний математического маятника; момента силы, действующего на рычаг; работы силы упругости при подъеме груза с помощью подвижного или неподвижного блока; работы силы трения; оптической силы собирающей линзы; электрического сопротивления резистора; работы и мощности тока.

Пример 1. *Используя рычажные весы с разновесом, мензурку, стакан с водой, цилиндр № 1, соберите установку для определения плотности материала, из которого изготовлен цилиндр № 1. В бланке ответов:*

1) *сделайте рисунок экспериментальной установки для определения объема тела;*

2) *запишите формулу для расчета плотности;*

3) *укажите результаты измерений массы цилиндра и его объема;*

4) *запишите численное значение плотности материала цилиндра.*

Пример 2. *Используя штатив с муфтой, неподвижный блок, нить, два груза и динамометр, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы упругости при равномерном подъеме грузов с использованием неподвижного блока. Определите работу, совершаемую силой упругости при подъеме грузов на высоту 10 см.*

В бланке ответов:

1) *сделайте рисунок экспериментальной установки;*

2) *запишите формулу для расчета работы силы упругости;*

3) *укажите результаты прямых измерений силы упругости и пути;*

4) *запишите числовое значение работы силы упругости.*

2) Умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных: о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины; о зависимости периода колебаний математического маятника от длины нити; о зависимости силы тока, возникающей в проводнике, от напряжения на концах проводника; о зависимости силы трения

скольжения от силы нормального давления; о свойствах изображения, полученного с помощью собирающей линзы.

Пример. *Используя штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью, линейку и часы с секундной стрелкой, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости периода свободных колебаний нитяного маятника от длины нити. Определите время для 30 полных колебаний и вычислите период колебаний для трех случаев, когда длина нити равна соответственно 1 м, 0,5 м, 0,25 м.*

В бланке ответа:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;*
- 2) укажите результаты прямых измерений числа колебаний и времени колебаний для трех длин нити маятника в виде таблицы;*
- 3) вычислите период колебаний для каждого случая и результаты занесите в таблицу;*
- 4) сформулируйте вывод о зависимости периода свободных колебаний нитяного маятника от длины нити.*

3) Умение проводить экспериментальную проверку физических законов и следствий: проверка правила для электрического напряжения при последовательном соединении резисторов, проверка правила для силы электрического тока при параллельном соединении резисторов.

Пример. *Используя источник тока, вольтметр, ключ, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 , соберите экспериментальную установку для проверки правила для электрического напряжения при последовательном соединении двух проводников.*

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;*
- 2) измерьте электрическое напряжение на концах каждого из резисторов и общее напряжение на контактах двух резисторов при их последовательном соединении;*
- 3) сравните общее напряжение на двух резисторах с суммой напряжений на каждом из резисторов, учитывая, что погрешность прямых измерений с помощью лабораторного вольтметра составляет 0,2 В. Сделайте вывод.*

Каждое задание рассчитано на проведение прямых измерений с использованием стандартных измерительных приборов: линейка, весы, динамометр, мензурка (измерительный цилиндр), амперметр, вольтметр, секундомер (часы). При этом объектом оценки становятся прямые измерения (правильное включение или установка прибора, определение его цены деления и выполнение правил снятия показания прибора или измерительного инструмента). Сформированность этих умений оценивается по результатам записи прямых измерений, которые должны укладываться в заданные в каждом случае границы измерений, учитывающие погрешности измерений. Оценка погрешностей измерений при выполнении экспериментального задания не требуется.

Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться результат прямых измерений, полученный учеником, и который необходимо признать верным, рассчитывается методом границ.

Эффективная модель подготовки учащихся к выполнению экспериментального задания основывается на степени информированности учащихся о требованиях к его выполнению. Раскроем данные требования, исходя из анализа традиционно допускаемых ошибок при выполнении данного класса заданий выпускниками региона.

При общем сходстве традиционных лабораторных работ и экспериментальных заданий ОГЭ между ними больше различий, которые должны быть известны учащимся. Представим эти особенности в таблице 7:

Таблица 7.

Сравнительная характеристика лабораторной работы и экспериментального задания ОГЭ

Лабораторная работа	Экспериментальное задание
В оформлении требуется запись цели, перечня оборудования	В оформлении отсутствует запись цели, перечня оборудования
Наличие вывода обязательно	Наличие вывода требуется лишь в одном из видов заданий. Его необходимость указывается в условии задания
Для любой работы определены общие элементы оформления (цель, приборы и материалы, ход работы с составлением таблиц измеряемых величин и записью последующего вывода)	Необходимо строгое следование требованиям, представленным в тексте экспериментального задания
При проведении косвенных измерений необходимо выполнить не менее трех серий прямых измерений и взять для косвенных расчетов среднее арифметическое для каждого вида измеряемой величины	При проведении косвенных измерений необходимо провести одну серию прямых измерений

Следствием недопонимания разницы между лабораторными работами и экспериментальными заданиями ОГЭ является одно из распространенных заблуждений – приравнивание тематики экспериментальных заданий и перечня лабораторных работ и опытов, представленных в Примерной программе основного общего образования по физике в рамках федерального компонента государственного стандарта основного общего образования по физике (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования»). Представим сравнительный перечень данных заданий и лабораторных работ и опытов в Примерной программе (таблицы 8, 9):

Таблица 8.

Перечень «Экспериментальных заданий для проведения ГИА»,
не вошедших в перечень лабораторных работ и опытов
Примерной программы основного общего образования по физике

Вид экспериментальных заданий	Класс	Название
Определение неизвестной величины на основе прямых измерений	7	Определение работы силы трения при равномерном движении тела по горизонтальной поверхности
		Определение работы силы упругости при подъеме груза с использованием неподвижного блока
		Определение работы силы упругости при подъеме груза с использованием подвижного блока
Опыты по исследованию физических явлений	8	Опыты, демонстрирующие зависимость направления силы взаимодействия катушки с током и магнита от направления тока в катушке

Таблица 9.

Перечень лабораторных работ и опытов «Примерной программы основного общего образования по физике», не вошедших в список
«Экспериментальных заданий для проведения ГИА в 9 классе»

Раздел программы	Класс	Лабораторные работы и опыты
Механические явления	7	Измерение массы
		Измерение плотности жидкости
		Измерение силы динамометром
		Сложение сил, направленных вдоль одной прямой
		Нахождение центра тяжести плоского тела
		Вычисление КПД наклонной плоскости
		Измерение кинетической энергии тела
		Измерение изменения потенциальной энергии тела
	Измерение мощности	
	Тепловые явления	9
Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника		
Тепловые явления	8	Измерение удельной теплоемкости вещества
Электрические и магнитные явления	8	Наблюдение электрического взаимодействия тел
		Изучение электрических свойств жидкостей
		Изготовление гальванического элемента
		Изучение взаимодействия постоянных магнитов
		Исследование магнитного поля прямого проводника и катушки с током
		Исследование явления намагничивания железа
		Изучение принципа действия электромагнитного реле
		Изучение действия магнитного поля на проводник с током
Электромагнитные колебания и волны	8	Изучение принципа действия электродвигателя
		Изучение принципа действия трансформатора
		Изучение явления распространения света
		Исследование зависимости угла отражения от угла падения света
		Изучение свойств изображения в плоском зеркале
		Получение изображений с помощью собирающей линзы
Квантовые явления	9	Наблюдение явления дисперсии света
		Наблюдение линейчатых спектров излучения
		Измерение естественного радиоактивного фона дозиметром

Ряд тематических экспериментальных заданий, представленных в «Банке экспериментальных заданий для проведения ГИА», совпадает с тематикой лабораторных работ и опытов, указанных в Примерной программе (таблица 10), но при этом название этих работ в представленных источниках отличается:

Таблица 10.

Лабораторные работы и опыты в соответствии
с «Банком экспериментальных заданий для проведения ГИА»
и Примерной программой основного общего образования по физике

Раздел банка экспериментальных заданий	Класс	Название работы в «Банке экспериментальных заданий для проведения ГИА»	Название работы в Примерной программе основного общего образования по физике
Определение неизвестной величины на основе прямых измерений	7	Определение скорости равномерного движения шарика в жидкости	Измерение скорости равномерного движения
	8	Определение количества теплоты, полученного водой при теплообмене с нагретым алюминиевым цилиндром	Изучение явления теплообмена
	8	Определение относительной влажности воздуха	Измерение влажности воздуха
	8	Определение мощности электрического тока, выделяемой на резисторе. Определение работы электрического тока, протекающего через резистор	Измерение работы и мощности электрического тока
	9	Определение ускорения тела при равноускоренном движении по наклонной плоскости	Измерение ускорения прямолинейного равноускоренного движения
Исследование зависимостей между физическими величинами (по результатам прямых измерений).	7	Исследование зависимости силы тяжести, действующей на тела, от массы тел	Исследование зависимости силы тяжести от массы тела
	7,9	Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении без начальной скорости	Изучение зависимости пути от времени при равномерном и равноускоренном движении
	8	Исследование зависимости угла преломления от угла падения светового луча на границе «воздух-стекло».	Исследование зависимости угла преломления от угла падения света
Проверка заданных предположений (по результатам прямых измерений)	8	Проверка правила сложения напряжений при последовательном соединении двух резисторов	Изучение последовательного соединения проводников
Опыты по исследованию физических явлений	8	Опыты по исследованию явления электромагнитной индукции: исследование изменения величины индукционного тока. Опыты по исследованию явления электромагнитной индукции: исследование изменения направления индукционного тока	Изучение явления электромагнитной индукции

Еще одной особенностью является то, что экспериментальные задания для подготовки к государственной итоговой аттестации в 9 классе могут представлять в соответствии с Примерной программой основного общего образования по физи-

ке различные разделы «Банка экспериментальных заданий для проведения ГИА» (Таблица 11):

Таблица 11

Соотношение между названием экспериментального задания и темой Примерной программы основного общего образования по физике

Тема (из примерной программы основного общего образования по физике)	Класс	Определение неизвестной величины на основе прямых измерений	Исследование зависимостей между физическими величинами (по результатам прямых измерений)	Проверка заданных предположений (по результатам прямых измерений)	Опыты по исследованию физических явлений
Масса тела. Плотность вещества. Методы измерения массы и плотности	7	Определение плотности твердого тела	Исследование зависимости массы тела от объема		
Сила трения	7	Определение коэффициента трения скольжения	Исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления		Опыты, демонстрирующие зависимость силы трения скольжения от веса тела и характера соприкасающихся поверхностей
Сила упругости.	7	Определение жесткости пружины	Исследование зависимости растяжения (деформации) пружины от приложенной силы		
Момент силы. Условие равновесия рычага	7	Определение момента силы, действующего на рычаг	Исследование равновесия рычага		
Закон Архимеда. Условие плавания тел	7	Определение выталкивающей силы, действующей на тело, погруженное в жидкость	Исследование изменения веса тела в воде от объема погруженной в жидкость части тела	Проверка зависимости выталкивающей силы, действующей на тело, от массы тела	Опыты, демонстрирующие зависимость выталкивающей силы, действующей на тело в жидкости, от объема погруженной в жидкость части тела и от плотности жидкости
Давление. Закон	7	Определение			Опыты, де-

Паскаля		давления воздуха в шприце			монстрирующие зависимость давления воздуха от его объема и температуры
Температура и ее измерение	8			Проверка линейной зависимости длины столбика жидкости в термометрической трубке от температуры	Наблюдение скорости изменения температуры воды при ее охлаждении
Электрическое сопротивление	8	Определение электрического сопротивления резистора		Проверка зависимости электрического сопротивления проводника от площади его поперечного сечения. Проверка зависимости электрического сопротивления проводника от его длины	Опыт, демонстрирующий зависимость электрического сопротивления проводника от материала, из которого проводник изготовлен Опыт, демонстрирующий зависимость электрического сопротивления проводника от длины проволоки, из которой изготовлен проводник. Опыт, демонстрирующий зависимость электрического сопротивления проводника от площади поперечного сечения проволоки, из которой из-

					готовлен проводник
Сила тока.	8		Исследование зависимости силы тока, протекающего через резистор, от электрического напряжения на резисторе	Проверка правила для силы тока при параллельном соединении резисторов	
Линза. Фокусное расстояние линзы. Формула линзы. Оптическая сила линзы	8	Определение оптической силы собирающей линзы		Проверка предположения о сумме расстояний от линзы до предмета и изображения	
Механические колебания. Период, частота и амплитуда колебаний. Период колебаний математического и пружинного маятников	9	Определение частоты колебаний математического маятника. Определение частоты колебаний пружинного маятника	Исследование зависимости периода колебаний подвешенного к ленте груза от длины ленты. Исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза	Проверка зависимости периода колебаний груза, подвешенного к ленте, от массы груза	Опыты, демонстрирующие зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жесткости пружины

Непонимание педагогами и, следовательно, учащимся данной специфики экспериментального задания приводит к возникновению целого ряда повторяющихся ошибок:

1) Выполнение задания по алгоритму лабораторных работ: следуя стереотипным этапам выполнения традиционной лабораторной работы в школе, учащиеся теряют время, представляя в экзаменационной работе элементы, не подлежащие оцениванию, а требуемые в задании элементы представляют в искаженном виде: высчитывают среднее от каждой из величин, подлежащих прямому измерению.

2) Несмотря на наличие указаний в задании о необходимости использования определенного набора элементов оборудования, проводят измерения, используя иные элементы, либо используют все приведенные в наборе элементы.

Пример. *Используя динамометр, стакан с водой, цилиндр № 1, соберите установку для определения выталкивающей силы, действующей на цилиндр. В бланке ответов:*

- 1) *сделайте рисунок экспериментальной установки;*
- 2) *запишите формулу для расчета выталкивающей силы;*
- 3) *укажите результаты показаний динамометра при взвешивании цилиндра в воздухе и показаний динамометра при взвешивании цилиндра в воде;*
- 4) *запишите численное значение выталкивающей силы.*

Учащиеся, не обращая внимания на указание использовать цилиндр, обозначенный как № 1, имеющий определенные характеристики массы, объема и плотности, используют цилиндр, обозначенный № 2, либо приводят измерения для обоих цилиндров. Оба варианта выполнения работы являются ошибочными. При втором варианте эксперты Региональной экзаменационной комиссии имеют возможность, не обращая внимания на дополнительные измерения, оценить верность выполнения работы с необходимым грузом. При этом учащиеся, не теряя в баллах оценки работы, теряют время на проведение дополнительных неопределяемых измерений. В первом случае все задание оценивается в 0 баллов вне зависимости от того, насколько верно выполнены данные элементы задания.

Аналогичные ошибки допускаются при выполнении работ с комплектом по электричеству: учащиеся используют реостаты с обозначением 2 вместо требуемого обозначения 1, либо используют все элементы, предоставленные в наборе.

Второй блок ошибок связан с недостаточно глубоким пониманием смысла проведения прямых измерений. Так, учащиеся зачастую подменяют измерение физической величины с помощью предоставленных в наборе физических приборов математическим вычислением. Так, вместо измерения веса груза с использованием динамометра, выпускники рассчитывают силу тяжести грузов, используя указания на массу каждого из грузов, указанную при изготовлении груза на его поверхности.

Особый класс ошибок связан с моделированием физического условия. Одной из составляющих физического моделирования является введение условных обозначений физических величин, указание на их численное значение и выбранные единицы измерения. Наиболее часто возникают затруднения, связанные с тем, что, обозначив при фиксации прямых измерений физическую величину определенным образом, при записи формулы для расчета используются иные обозначения, при этом подстановка числового значения соответствует ранее установленному обозначению. Таким образом, возникает двойное обозначение одной и той же рассматриваемой физической величины. Например, обозначив удлинение l , при записи формулы для расчета коэффициента жесткости пружины для записи величины удлинения в законе Гука используется обозначение x , при этом подстановка производится иначе обозначенной величины.

Тот же класс ошибок продолжают ошибки в используемых единицах измерения. Так, в ряде случаев единицы измерения подменяются условным обозначением рассматриваемой физической величины. Непонимание физического смысла выбора системы единиц измерения при выполнении экспериментального задания проявляется и в использовании при расчетах нестандартных внесистемных единиц с записью результирующего ответа в единицах СИ. Так, при расчетах коэффициента жесткости величина измеренной силы упругости, выраженная в Ньютонах, делится на удлинение, измеренное в сантиметрах, при этом коэффициенту жесткости приписываются единицы измерения Н/м, либо при расчете работы силы тока величина времени указывается в минутах, при этом единицы работы записываются верно – Джоули.

Еще одна составляющая в данном классе ошибок – ошибки в формулах и закономерностях. В тексте экспериментального задания требуется запись соотношения, в котором косвенно рассчитываемая величина уже выражена и требует для своего расчета лишь подстановки числовых значений. В ряде случаев обучающие-

ся записывают исходное соотношение, из которого требуемая физическая величина может быть выражена. Например, записывается закон Гука без выражения из него коэффициента жесткости. Другая особенность связана с записью нескольких формул, позволяющих, в конечном счете, получить численное значение косвенного измерения, но окончательной зависимости для рассматриваемой величины не приводится. Так, записываются формулы для периода через полное время и число колебаний. Далее приводится формула связи частоты и периода. При этом окончательное соотношение для расчета частоты колебаний не указывается.

Одной из частей построения физической модели является рисунок или схема установки. Акцент в выполнении данного элемента экспериментального задания должен быть сделан на аккуратности и соответствии условиям задания. Основные ошибки характеризуются тем, что при их выполнении допускаются неточности, которые исключают возможность использования изображения для создания реальной схемы установки или электрической цепи для проведения прямых измерений. Так, электрические схемы для измерения величин силы тока и напряжения при расчете мощности тока источник тока обозначается как конденсатор, вписывается буквами на линии соединения других приборов; ошибочно изображается реостат как устройство, не позволяющее регулировать ток в цепи; отсутствует изображение пружины на динамометре; ошибочно указывается способ подключения вольтметра в цепь последовательно с резистором, либо вольтметр указывается подключенным к иному устройству, для которого нет необходимости измерять падение напряжения. Ряд ошибок характеризуется неверными обозначениями. Так, на схеме резистор обозначен как R_1 вместо требуемого R_2 , либо обозначение R_1 и использование в расчетах значения R_2 .

Недостаточным уровнем сформированности экспериментальных навыков обусловлена последняя группа ошибок. Среди них – некорректное снятие показаний, снятие прямых измерений, противоречащих возможностям приборов, превышающих границы измерения с учетом погрешностей, превышающих предел измерения приборов, а также не соответствующих физическим законам.

Анализ описанных групп ошибок позволит учителям уделять большее внимание в процессе преподавания данным аспектам подготовки учащихся к Государственной итоговой аттестации.

Наряду с приведенными особенностями эффективная модель подготовки к ОГЭ по физике должна включать не хаотичный набор экспериментальных заданий по трем используемым в заданиях ОГЭ видам, но уметь выстроить практическую работу школьника по любой теме в первых двух вариантах представленных блоков и в трех вариантах для заданий, связанных с правилами соединения резисторов. Именно такой подход представлен в конкретных заданиях в КИМ по физике. Рассмотрим на примере трех заданий, как модифицируется задание, выполняемое по одной и той же предметной теме с одинаковым набором оборудования, но для разных блоков проверяемых умений.

Пример 1.

Первый блок – умение проводить косвенные измерения физических величин. *Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, два груза, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для измерения работы силы*

трения скольжения при движении каретки с грузами по поверхности рейки на расстояние в 40 см.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчета работы силы трения скольжения;
- 3) укажите результаты измерения модуля перемещения каретки с грузами и силы трения скольжения при движении каретки с грузами по поверхности рейки;
- 4) запишите числовое значение работы силы трения скольжения.

Второй блок – умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных. Используя каретку с крючком, динамометр, набор из трех грузов, направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы трения скольжения между кареткой и поверхностью горизонтальной рейки от силы нормального давления. Определите силу трения скольжения, помещая на каретку поочередно один, два и три груза. Для определения веса каретки с грузами воспользуйтесь динамометром. В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) укажите результаты измерений веса каретки с грузами и силы трения скольжения для трех случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы трения скольжения между кареткой и поверхностью рейки от силы нормального давления.

Пример 2.

Первый блок – умение проводить косвенные измерения физических величин. Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе при силе тока 0,3 А. Определите работу электрического тока за 10 минут. В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчета работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения на резисторе при силе тока 0,3 А.
- 4) запишите значение работы электрического тока.

Второй блок – умение представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных. Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_2 , соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочередно силу тока в цепи 0,4 А, 0,5 А и 0,6 А и измерив в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора, укажите результаты измерения силы тока и напряжения для трех случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

Третий блок – умение проводить экспериментальную проверку физических законов и следствий. *Используя источник тока, вольтметр, ключ, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 , соберите экспериментальную установку для проверки правила для электрического напряжения при последовательном соединении двух проводников.*

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;*
- 2) измерьте электрическое напряжение на концах каждого из резисторов и общее напряжение на контактах двух резисторов при их последовательном соединении;*
- 3) сравните общее напряжение на двух резисторах с суммой напряжений на каждом из резисторов, учитывая, что погрешность прямых измерений с помощью лабораторного вольтметра составляет 0,2 В. Сделайте вывод.*

Остановимся на специфике критериального оценивания экспериментальных заданий. В отличие от традиционных лабораторных работ, для экспериментальных заданий в КИМ ОГЭ по физике в первую очередь проверяется умение проводить измерения. Поэтому записанные результаты прямых измерений при отсутствии других элементов ответа оцениваются в 1 балл. Выполнение других элементов ответа (выполнение схематичного рисунка экспериментальной установки и запись формулы для расчета искомой величины) при отсутствии результата хотя бы одного прямого измерения оценивается в 0 баллов. При анализе результатов экзамена экспериментальное задание считается выполненным верно, если экзаменуемый набрал 3 или 4 балла. В зависимости от типа задания изменяется и система его оценивания.

Пример 1. Оценивание экспериментального задания первого типа.

Образец возможного выполнения	
<p>1. <i>Схема экспериментальной установки.</i> 2. <i>Запись формулы.</i> 3. <i>Результаты прямых измерений с указанием допустимых границ.</i> 4. <i>Значение косвенного измерения (с указанием допустимых границ).</i> Указание экспертам Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться результат, полученный учеником, который необходимо признать верным, рассчитывается методом границ (<i>приводится расчет для данного задания</i>).</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) схематичный рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчета искомой величины по доступным для измерения величинам; 3) правильно записанные результаты <i>прямых измерений</i> (<i>указываются физические величины, прямые измерения которых необходимо провести в данном задании</i>); 4) полученное правильное числовое значение искомой величины.</p>	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1– 4, но допущена ошибка при вычислении значения искомой величины; ИЛИ допущена ошибка при обозначении единиц измерения искомой величины; ИЛИ допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует; ИЛИ отсутствует формула в общем виде для расчёта искомой величины.</p>	3
<p>Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для расчета искомой величины и не получен ответ; ИЛИ правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для расчета искомой величины, но не получен ответ и не приведен рисунок экспериментальной установки; ИЛИ правильно приведены значения прямых измерений, приведен правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчета искомой величины.</p>	2
<p>Записаны только правильные значения прямых измерений; ИЛИ приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и представлена правильно записанная формула для расчета искомой величины; ИЛИ приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.</p>	0

Пример 2. Оценивание экспериментального задания второго типа.

<p>1. <i>Схема экспериментальной установки.</i> 2. <i>Результаты прямых измерений с указанием допустимых границ.</i> 3. <i>Вывод о качественной зависимости одной физической величины от другой.</i></p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее: 1) схематичный рисунок экспериментальной установки; 2) правильно записанные результаты прямых измерений; 3) сформулированный правильный вывод.</p>	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1–3, но – допущена ошибка при переводе одной из измеренных величин в СИ при заполнении таблицы (или при построении графика); ИЛИ – допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.</p>	3
<p>Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не сформулирован вывод; ИЛИ сделан рисунок экспериментальной установки, сформулирован вывод, но в одном из экспериментов присутствует ошибка в прямых измерениях.</p>	2
<p>Записаны только правильные значения прямых измерений; ИЛИ сделан рисунок экспериментальной установки, и частично приведены результаты верных прямых измерений.</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.</p>	0

Пример 3. Оценивание экспериментального задания третьего типа.

<p>1. <i>Схема экспериментальной установки.</i></p> <p>2. <i>Результаты прямых измерений с указанием допустимых границ.</i></p> <p>3. <i>Вывод о справедливости или ошибочности проверяемого правила с учетом указанных погрешностей прямых измерений.</i></p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее:</p> <p>1) схематичный рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) правильно записанные результаты прямых измерений;</p> <p>3) расчеты и сформулированный правильный вывод.</p>	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1–3, но допущена ошибка в единицах измерения при представлении результатов измерения физической величины;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>допущена ошибка при указании интервала возможных значений физической величины с учетом погрешности ее определения;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.</p>	3
<p>Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не сформулирован вывод;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>сделан рисунок экспериментальной установки, сформулирован вывод, но в одном из экспериментов присутствует ошибка в прямых измерениях.</p>	2
<p>Записаны только правильные значения прямых измерений;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>сделан рисунок экспериментальной установки, и частично приведены результаты верных прямых измерений.</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.</p>	0

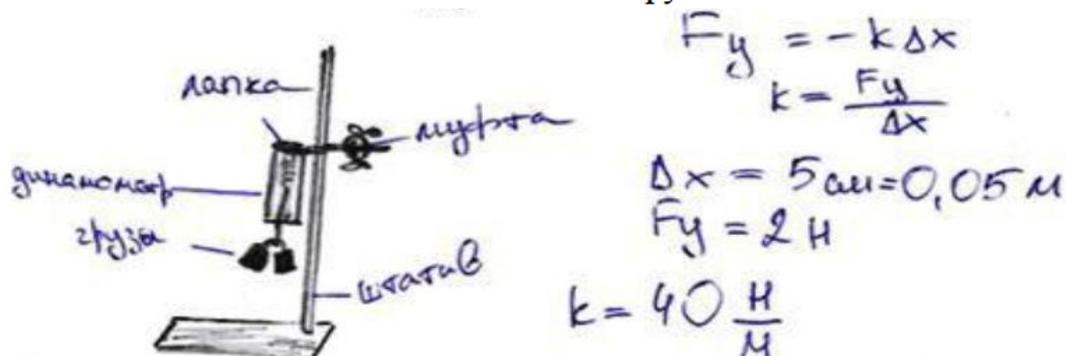
Еще раз обратим внимание на тот факт, что подготовка к итоговой аттестации не должна подменять систематическую предметную подготовку. По этой причине отработка приемов выполнения экспериментального задания должна быть итоговой, но не основной. Ярче всего данная специфика проявляется именно при рассмотрении специфики проявления требований к оформлению данного задания в бланках ответов. Приведем примеры выполнения некоторых заданий и их оценивания.

Пример 1. *Выполнение задания первого типа.*

Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и 2 груза, соберите экспериментальную установку для определения жесткости пружины. Определите жесткость пружины, подвесив к ней два груза. Для определения веса грузов воспользуйтесь динамометром.

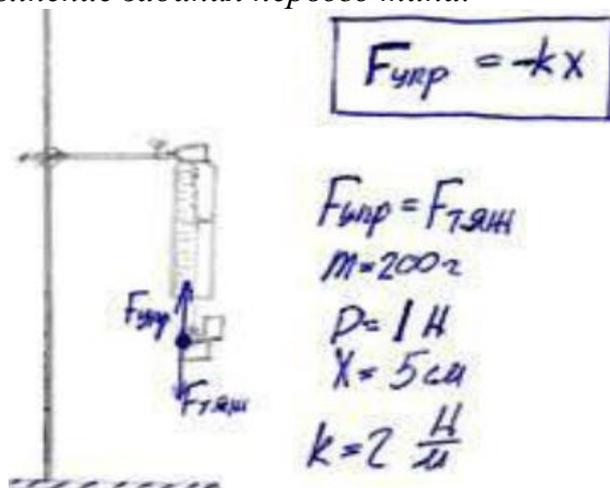
В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчета жесткости пружины;
- 3) укажите результаты измерения веса грузов и удлинения пружины;
- 4) запишите численное значение жесткости пружины.



В приведенном примере отражены все требуемые элементы ответа – схема экспериментальной установки, формула для расчета коэффициента жесткости пружины, верно записаны результаты прямых измерений удлинения пружины и силы упругости, приведено значение коэффициента жесткости с соответствующими единицами измерения. Оценка выполнения задания – 4 балла.

Пример 2. *Выполнение задания первого типа.*



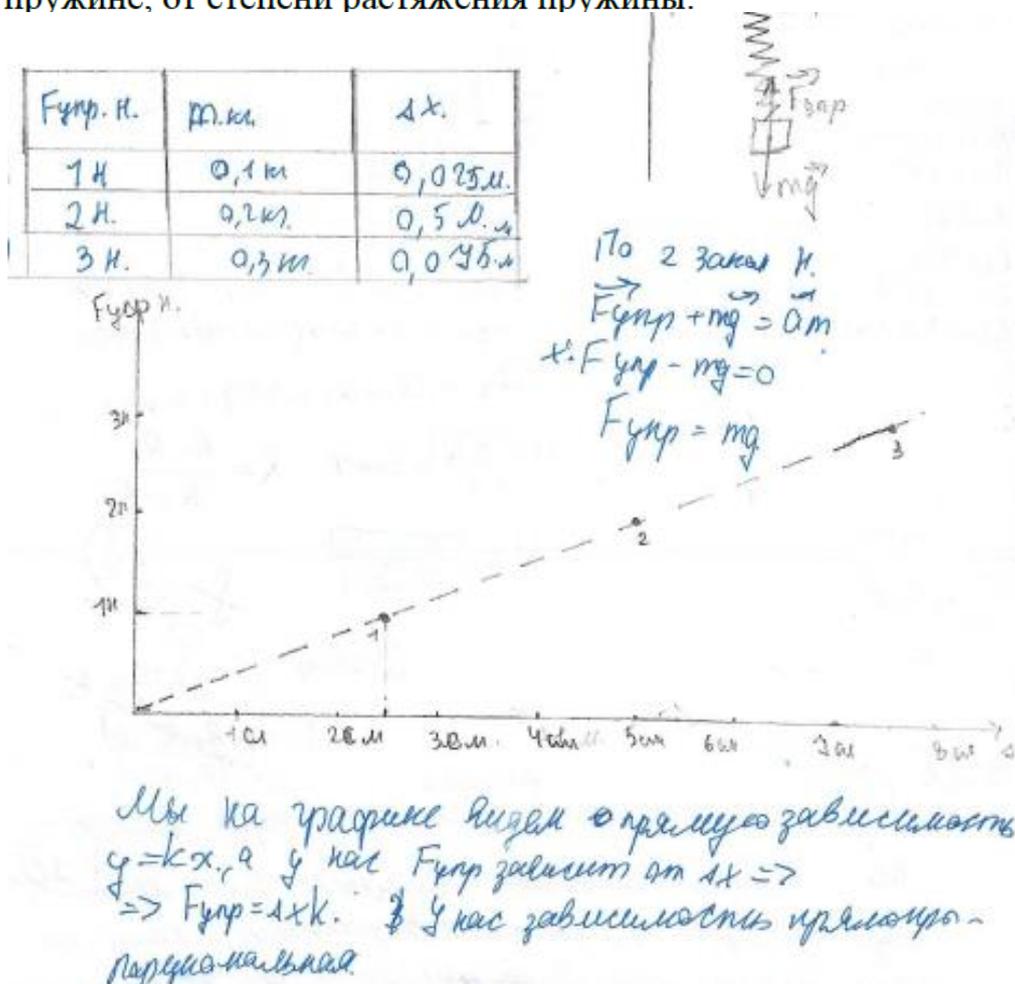
В приведенном примере отражены все требуемые элементы ответа – схема экспериментальной установки, формула для расчета коэффициента жесткости пружины, приведено значение коэффициента жесткости с соответствующими единицами измерения, но неверно записаны результаты прямых измерений силы упругости. Оценка выполнения задания – 1 балл.

Пример 3. Выполнение задания второго типа.

Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и набор из 3 грузов, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени растяжения пружины. Определите растяжение пружины, подвешивая к ней поочередно один, два и три груза. Для определения веса грузов воспользуйтесь динамометром.

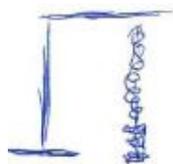
В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) укажите результаты измерения веса грузов и удлинения пружины для трех случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени растяжения пружины.



В приведенном примере отражены все требуемые элементы ответа – рисунок экспериментальной установки, результаты измерения веса грузов и удлинения пружины для трех случаев, представленные в виде таблицы (или графика) и сформулирован вывод. Следует отметить наличие ошибки при заполнении таблицы (для удлинения при подвешивании двух грузов), но при проверке ее можно не учитывать, так как результаты прямых измерений на графике представлены верно. Оценка выполнения задания – 4 балла.

Пример 4. Выполнение задания второго типа.

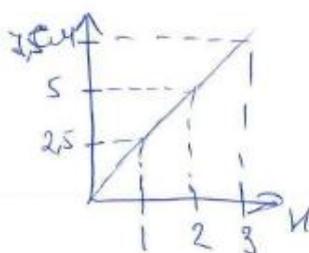


$$F = 1 \text{ Н.}$$

При одном грузе пружина
растягивается на 2,5 см

При 2-х грузах пружина
растягивается на 5 см.

При 3-х грузах пружина
растягивается на 7,5 см

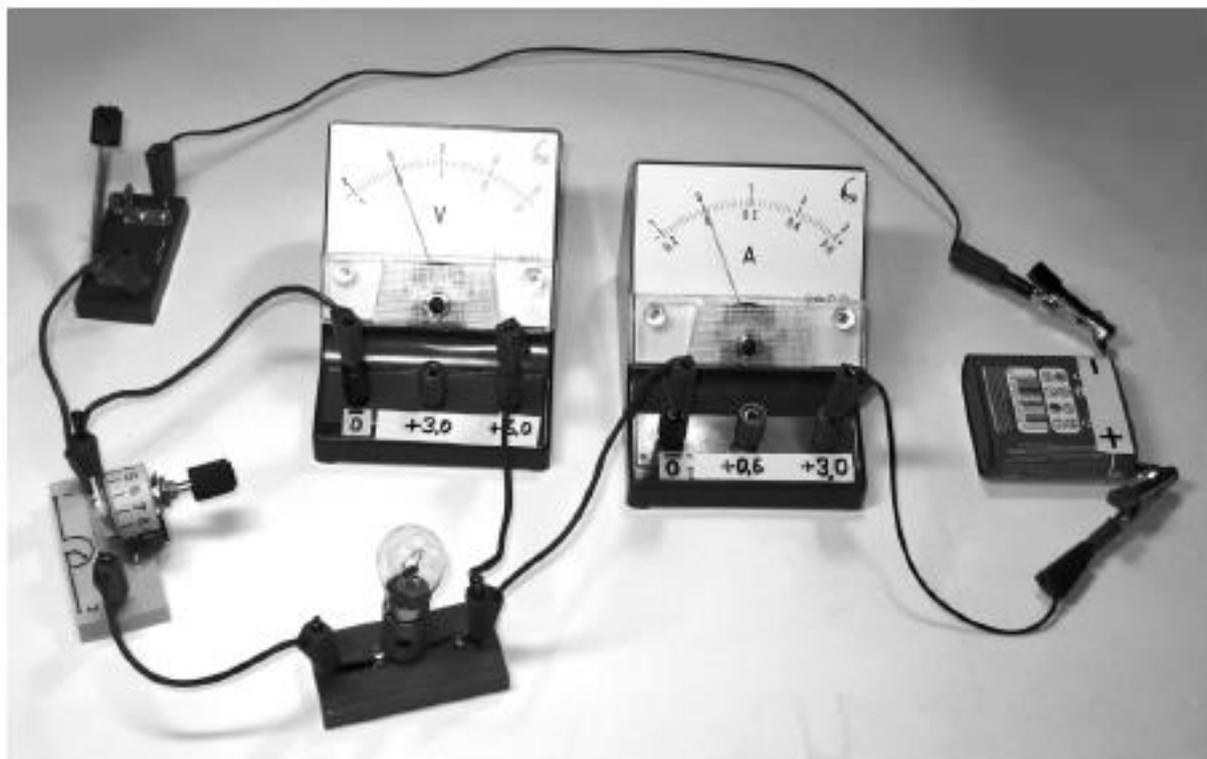


В приведенном примере отражены все требуемые элементы ответа – рисунок экспериментальной установки, результаты измерения веса грузов и удлинения пружины для трех случаев, представленные в виде таблицы (или графика), но не сформулирован вывод. Оценка выполнения задания – 2 балла.

Следует отметить, что экспериментальные навыки проверяются и в других видах заданий КИМ по физике. Так, в блоке заданий с выбором ответа нередко приводятся экспериментальные установки в виде рисунков. Содержание заданий косвенно отражает уровень сформированности данных умений.

Пример.

Для измерения силы тока, проходящего через лампу, и электрического напряжения на лампе ученик собрал электрическую цепь, представленную на рисунке.



Какие из приборов (амперметр и (или) вольтметр) включены в электрическую цепь правильно?

- 1) только амперметр
- 2) только вольтметр
- 3) и амперметр, и вольтметр включены правильно
- 4) и амперметр, и вольтметр включены неправильно

Исходя из того, что часть экспериментальных заданий может быть представлена в графической форме, важно особое внимание уделить деятельности учащихся с реальным оборудованием. Современное типовое демонстрационное оборудование позволяет пронаблюдать и исследовать количественно почти все изучаемые в школе явления на основе оптимального сочетания классического, цифрового и компьютерного оборудования (рис. 1 а, б, в).



Рис. 1. а) Рамка в магнитном поле; б, в) Изучение явления фотоэффекта

Для подготовки школьников в целом может использоваться как специализированные комплекты ГИА-лаборатории, так и схожие по техническим параметрам комплекты приборов (например, L-микро, рис. 2, 3, 4).

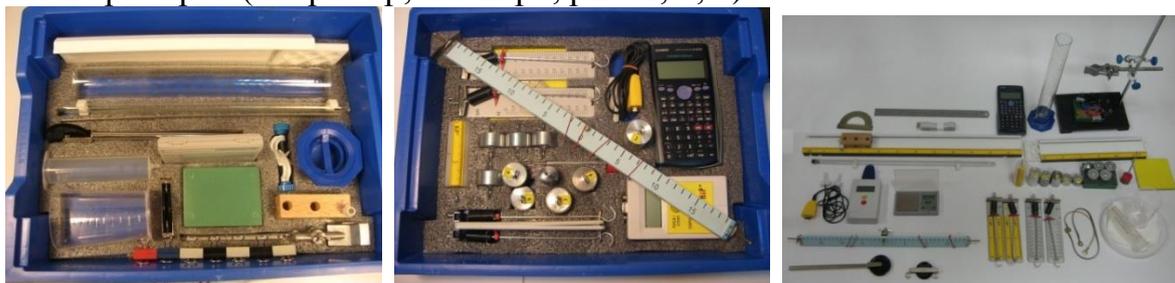


Рис. 2. Тематический набор «Механика», ГИА-лаборатория



*Рис. 3. а) Тематический набор «Молекулярная физика», ГИА-лаборатория
б) Тематический набор «Электричество и электромагнитные явления»*

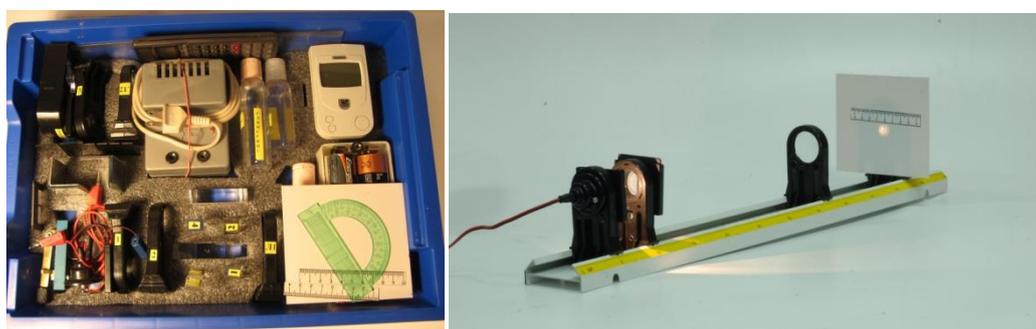


Рис. 4. Тематический набор «Оптика, атомная и ядерная физика», ГИА-лаборатория

Важно не просто использовать ГИА-лабораторию для отработки отдельных навыков проведения экспериментальных работ, но и задействовать потенциал данного комплекта в образовательном процессе, что позволит учащемуся развивать экспериментальные навыки. Особое значение играют в данном отношении исследовательские лабораторные работы. Сущность исследовательского метода обучения заключается в том, что он предусматривает творчество в деятельности учащихся. Элементы исследования в проведении лабораторных работ развивают учебные умения и навыки с учетом индивидуальных способностей обучающихся.

Рассмотрим несколько лабораторных опытов с комплектом «Механика» ГИА-лаборатории, которые позволят обучить решению ряда ключевых задач по кинематике.

Пример. Экспериментальное исследование равноускоренного движения с использованием современного школьного демонстрационного оборудования (наглядная демонстрация единства теории и эксперимента).

План действий:

1. Наблюдаем (без использования приборов), что при скатывании с наклонной плоскости скорость тележки увеличивается.

2. Предполагаем (выдвигаем гипотезу) простейшую зависимость скорости от времени – прямую пропорциональность, т. е. предполагаем, что тележка движется равноускоренно.

3. Ставим проблему: как проверить нашу гипотезу на опыте? При этом обращаем внимание ребят на то, что желательно измерять только путь и время, – это самые простые и точные измерения.

4. Используем результаты теоретического рассмотрения равноускоренного движения без начальной скорости: путь пропорционален квадрату времени.

5. Строим экспериментальный график зависимости пути от времени, а затем график пути от квадрата времени. Если мы увидим, что на втором графике экспериментальные точки ложатся на прямую, проходящую через начало координат, то это подтвердит гипотезу о том, что путь прямо пропорционален квадрату времени, т. е. движение является равноускоренным без начальной скорости.

Приведём результаты конкретного исследования. Воспользуемся наклонной плоскостью с направляющими, кареткой (бруском), электронным секундомером и двумя датчиками, которые входят в комплект фронтального оборудования «Механика».

Первый датчик, расположенный около пускового магнита каретки (начальному её положению соответствует отсчёт 45 мм по линейке, укреплённой на направляющей), включает секундомер. Второй датчик устанавливается в точках, отстоящих от начальной с шагом 100 мм. При каждом положении второго датчика проводятся 5 опытов. Результаты измерения времени (в секундах) приведены в таблице:

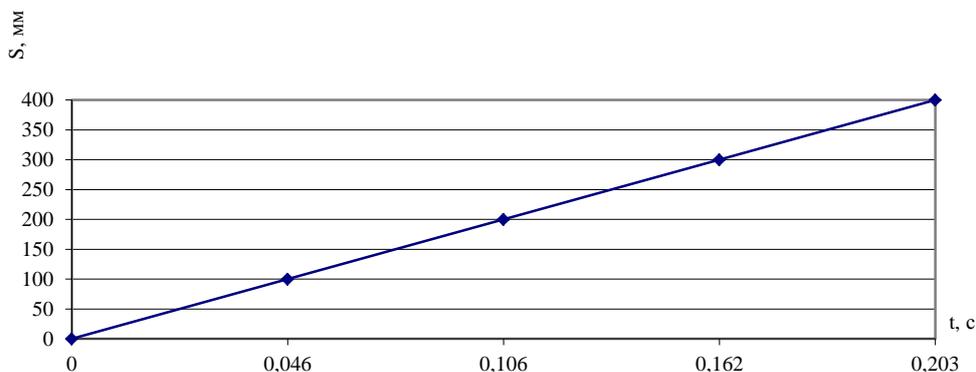
	100 мм	200 мм	300 мм	400 мм
1	0,220	0,324	0,379	0,461
2	0,205	0,322	0,411	0,448
3	0,219	0,326	0,416	0,462
4
5
$t_{\text{ср.}}$	0,215	0,325	0,402	0,450
$t_{\text{ср.}}^2$	0,046	0,106	0,162	0,203

На базовом уровне учитель может интерпретировать эти результаты следующим образом. При увеличении пути в 4 раза время увеличивается в $0,450 : 0,215 = 2,09$ раза.

Вывод: с учётом погрешности опыт подтверждает, что пройденный путь пропорционален квадрату времени движения.

Чтобы наглядно убедиться, что эта зависимость действительно квадратичная, воспользуемся одним из распространённых методов обработки результатов экспериментальных исследований – спрямлением кривых. Строим график зависимости пути от квадрата времени движения. И тогда вместо параболы получается прямая.

График зависимости пути от квадрата времени движения



Это прямое подтверждение гипотезы о том, что путь пропорционален квадрату времени, т. е. движение является равноускоренным (без начальной скорости).

Пример 2. Практическая работа для доказательства следствия из теоремы Галилея, утверждающего, что при прямолинейном равноускоренном движении без начальной скорости пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени, относятся как последовательные нечётные числа: $1 : 3 : 5 : 7 \dots (2n-1)$.

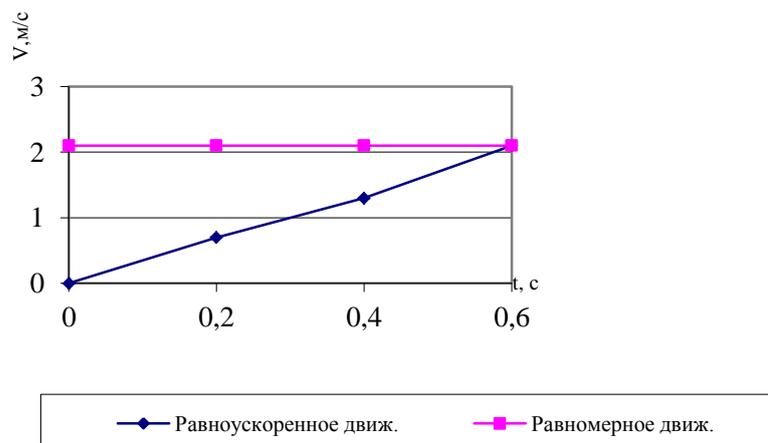
Обратим внимание, что речь идет о равных промежутках времени и их значение может быть любым. Установим наклон направляющей 30° . Измерим пути, проходимые шариком за три последовательных промежутка времени, равных $0,2$ с каждый. Результаты измерений запишем в таблицу.

№ опыта	Время t, с	Путь S, см	Расстояния, пройденные за равные интервалы времени		Скорость движения, м/с
			S_1	S_2	
1	0,2	7	S_1	7	$S_1 : S_1 = 1$ 0,7
2	0,4	26,5	S_2	19,5	$S_2 : S_1 = 3$ 1,3
3	0,6	62,5	S_3	36	$S_3 : S_1 = 5$ 2,1

Найдем отношение пути, пройденного за второй интервал, к пути, пройденному за первый интервал, и пути, пройденного за третий интервал, к пути, пройденному за первый интервал. Сделаем вывод.

Построим график зависимости скорости от времени:

График зависимости скорости от времени



Возможности ГИА лаборатории можно использовать и для изучения падения тел разной массы, объема в воздухе. Эти эксперименты могут стать основой для исследовательских работ учащихся.

Значительным потенциалом обладает самостоятельная работа учащихся, которая может быть организована с ориентацией на тематику экспериментальных заданий ОГЭ. Ниже рассмотрен ряд лабораторных работ и опытов, которые могут быть реализованы в форме домашних экспериментальных заданий (таблица):

Таблица

Примеры тем домашних экспериментальных заданий

Лабораторные работы и опыты	Класс	Домашние экспериментальные задания
Измерение плотности жидкости	7	Определите плотность молока (или сметаны). Необходимые приборы подберите сами
		Используя стакан, весы и гирьки, определите, какое вещество имеет большую плотность: вода или молоко?
		Определите плотность неизвестной жидкости, используя только стакан, воду и весы с гирьками
Измерение изменения потенциальной энергии тела	7	Потенциальная энергия поднятого тела зависит от массы тела и высоты, на которую оно поднято. Придумайте опыты, при помощи которых это можно продемонстрировать
		Придумайте способ определения потенциальной энергии растянутой резинки
Измерение мощности	7	Определите мощность, развиваемую вами при подъеме по вертикальному шесту или канату, при подтягивании на перекладине. Воспользуйтесь сантиметровой лентой, секундомером или часами с секундной стрелкой
Наблюдение электрического взаимодействия тел	8	Наэлектризуйте два воздушных шарика о газету. Подвесьте их на длинных нитях рядом. Почему они отталкиваются?
		Наэлектризуйте один воздушный шарик о газету, другой – о кусок шерстяной материи. Подвесьте их на некотором расстоянии друг от друга. Почему они притягиваются?

Изготовление гальванического элемента	8	Возьмите лимон, яблоко или соленый огурец и воткните в него два проводника. Одним из них может быть медный провод, а другим – железный гвоздь. Принесите изготовленный таким образом источник тока в школу и, присоединив его проводами к гальванометру, убедитесь, что источник работает. Объясните принцип работы изготовленного вами источника тока
Изучение свойств изображения в плоском зеркале	8	Зеркало против зеркала. Требуется: два плоских зеркала. А. Посмотрите в одно из двух зеркал и помашите себе правой рукой. Изображение в зеркале машет вам левой рукой. Б. Поставьте зеркала под углом и встаньте в центре перед ними. Снова помашите себе рукой. На этот раз движение вашей правой руки соответствует движению правой руки изображения. Объясните результаты опыта.

Качественная задача

В экзаменационной работе качественная задача в целом представляет собой описание явления или процесса из окружающей жизни, для которого учащимся необходимо привести цепочку рассуждений, объясняющих протекание явления, особенности его свойств и т.д. Используемые в учебном процессе качественные задачи зачастую не разграничиваются в оценивании так, как представлены подходы к оцениванию в КИМах. Все используемые качественные задачи содержат два элемента правильного ответа, но по характеристикам этих элементов выделяются два типа заданий. К первому типу заданий относятся тексты, не содержащие непосредственной формулировки варианта верного ответа. Приведем примеры подобных заданий:

Пример 1. *Как меняется температура газа при его быстром сжатии?*

Пример 2. *Как изменяется плотность атмосферы с увеличением высоты?*

Ответ поясните.

Пример 3. *Какого цвета будет казаться зеленая трава, рассматриваемая через красный фильтр? Ответ поясните.*

Пример 4. *Отрезок однородной проволоки подвешен за середину. Изменится ли (и если изменится, то как) равновесие рычага, если левую половину сложить вдвое. Ответ поясните.*

Пример 5. *В одинаковые калориметры налили одинаковое количество воды и эфира, первоначальная температура которых 25 С. Будут ли отличаться (и если будут, то как) показания термометров в воде и эфире через некоторое время? Ответ поясните.*

Общей характеристикой данных задач выступает форма представления содержания – отсутствие у учащегося, работающего с данной задачей, выбора между двумя альтернативными указанными в задании ответами. В представленных заданиях таких ответов либо значительно больше, либо их вообще из текста непосредственно извлечь невозможно. При оценивании данных заданий экспертами региональной экзаменационной комиссии по физике за наличие правильного ответа

возможно выставление одного балла даже при отсутствии теоретического обоснования данного ответа.

Второй тип заданий предполагает, что ответ на задачу уже указан в тексте задания прямо или косвенно. При этом за учащимся остается выбор одного из альтернативных ответов и пояснение этого выбора на основании имеющихся теоретических знаний. В этом случае для выставления одного балла экспертами за решение необходимо не только указание на выбор одного из приведенных вариантов ответа, но и наличие частичного его обоснования, указания на физические явления и законы, причастные к обсуждаемому вопросу. Рассмотрим примеры данных заданий:

Пример 1. *В две одинаковые чашки налили одинаково горячий кофе, только в первой чашке кофе черный, а во второй кофе со сливками высокой жирности. В какой из чашек кофе будет остывать быстрее? Ответ поясните.*

Пример 2. *На рычажных весах в сухом помещении уравновесили два открытых стакана: один с холодной, а другой с горячей водой. Нарушится ли равновесие весов по мере остывания воды? Ответ поясните.*

Пример 3. *Какая доска на ощупь кажется более холодной: сухая или влажная, если их температура одинакова и равна комнатной? Ответ поясните.*

Пример 4. *Имеются деревянный и металлический шарики одинакового объема. Какой из шариков в сорокаградусную жару на ощупь окажется холоднее? Ответ поясните.*

Пример 5. *Кружка с водой плавает в кастрюле с водой. Закипит ли вода в кружке, если кастрюлю поставить на огонь? Ответ поясните.*

Несмотря на кажущуюся простоту данного вида заданий итоговой аттестации выпускников основной школы, именно качественные задачи предполагают в своей основе наличие целого спектра подходов, не связанных с последовательными математическими преобразованиями – от общих методологических принципов и фундаментальных законов природы до простых размерных оценок и оценок с помощью простых моделей. Именно при решении качественных задач можно создать физическую модель явления, произвести оценку модели по различным теориям.

Следует отметить и тот факт, что одна из качественных задач (как первого, так и второго типа) может быть представлена в связке с текстом физического содержания. Приведем примеры подобных заданий:

Пример 1.

Туман под микроскопом

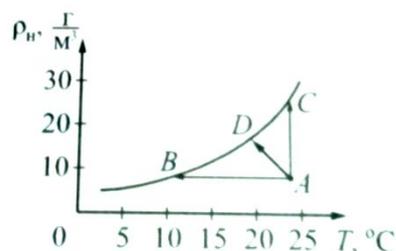
Туман состоит в основном из капелек воды, имеющих диаметр от 0,5 до 100 мкм. Если в тумане преобладают очень мелкие капельки (диаметр менее 1 мкм), то такой туман называют дымкой. Если же капли тумана относительно велики (диаметр порядка 100 мкм), то это так называемая морось.

В зависимости от размера капелек воды туман может иметь различный цвет. Цвет тумана определяется световыми волнами, которые, рассеиваясь в капельках воды, попадают в глаз наблюдателя. Капельки диаметром много больше микрометра практически одинаково рассеивают свет во всем интервале длин волн, воспринимаемых глазом. Этим объясняется молочно-белый и белесоватый цвет мороси. Мелкие же капельки дымки рассеивают преимущественно более ко-

роткие световые волны, поэтому туманная дымка окрашена в синеватые и голубоватые тона.

В известном смысле возникновение тумана есть явление выпадения росы. Существенно, однако, что конденсация водяного пара в данном случае происходит не на поверхности земли, листьев или травинки, а в объеме воздуха. Центрами конденсации могут служить случайно образующиеся скопления молекул, ионы, а также пылинки, частички сажи и другие мелкие загрязнения в воздухе.

Для возникновения тумана необходимо, чтобы водяной пар в воздухе стал не просто насыщенным, а перенасыщенным. Водяной пар становится насыщенным, если при данной температуре процессы испарения воды и конденсации водяного пара взаимно компенсируются, то есть в системе вода-пар устанавливается состояние термодинамического равновесия. На рисунке представлен график зависимости плотности насыщенного водяного пара от температуры. Водяной пар, состояние которого соответствует точке А, становится насыщенным при охлаждении (процесс АВ) или в процессе дополнительного испарения воды (процесс АС). Соответственно, выпадающий туман называют туманом охлаждения или туманом испарения.



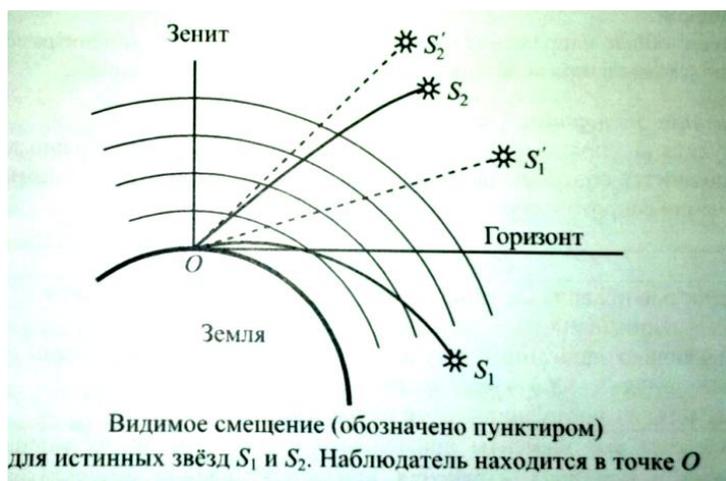
Задание. Какой оттенок (голубоватый или красноватый) будет иметь источник белого света, например, уличный фонарь, если его рассматривать сквозь туманную дымку? Ответ поясните.

Пример 2.

Атмосферная рефракция

Прежде чем луч света от удаленного космического объекта (например, звезды) сможет попасть в глаз наблюдателя, он должен пройти сквозь земную атмосферу. При этом световой луч подвергается процессам рефракции (преломления), поглощения и рассеяния.

Попадая в атмосферу Земли, луч в результате преломления отклоняется от прямой линии по направлению к Земле. Это явление называется рефракцией. По мере приближения к поверхности Земли плотность атмосферы растет, и лучи преломляются все сильнее. В результате все небесные тела, за исключением тех, что находятся в зените, кажутся на небе выше, чем они есть на самом деле (см. рисунок). Угол между истинным и видимым направлениями на звезду называется углом рефракции. Звезды вблизи горизонта, свет которых должен пройти через большую толщу атмосферы, сильнее всего подвержены



действию атмосферной рефракции (угол рефракции составляет порядка $1/6$ углового радиуса).

Наличие атмосферных слоев с различной плотностью, температурой и составом и существование вертикальных и горизонтальных перемещений этих слоев могут создавать переменную рефракцию, которая приводит к видимому мерцанию звезд.

К другим астрономическим явлениям, связанным с рефракцией света в атмосфере, относится освещение диска Луны красноватым светом во время полных лунных затмений. Такое освещение создается солнечными лучами, которые из-за преломления в атмосфере попадают в конус земной тени и, соответственно, на поверхность Луны.

Задание. Еще в древности Птолемей (2 век) описал кажущееся изменение формы диска Солнца, когда оно находится у горизонта. Сплюснутым или растянутым по вертикали будет казаться диск Солнца у горизонта? Ответ поясните.

Пример 3.

Крутильные колебания

Важным видом колебаний являются крутильные колебания, при которых тело поворачивается то в одну, то в другую сторону около оси, проходящей через его центр тяжести.

Если, например, подвесить на проволоке диск, повернуть его так, чтобы проволока закрутилась, а затем опустить, то диск начнет раскручиваться, затем закручиваться в обратную сторону и т.д., т.е. будет совершать крутильные колебания. При этом дважды за период имеет место переход кинетической энергии движущегося диска в потенциальную энергию закручивающейся проволоки. Крутильные колебания нередко происходят в валах двигателей и при некоторых условиях могут оказаться очень вредными.

В ручных и карманных часах нельзя использовать подвесной маятник, в них применяется так называемый балансир – колесико, к оси которого прикреплен спиральная пружина. Балансир периодически поворачивается то в одну, то в другую сторону, при этих крутильных колебаниях пружинка изгибается (раскручивается и закручивается в обе стороны от своего равновесного состояния). Таким образом, балансир представляет собой крутильный маятник.

Задание. Что является колебательной системой в ручных часах? Ответ поясните.

Пример 4.

Молния

Электрическая природа молнии была раскрыта в исследованиях американского физика Б. Франклина, по идее которого был проведен опыт по извлечению электричества из грозового облака. В 1750 г. он опубликовал работу, в которой описал эксперимент с использованием воздушного змея, запущенного в грозу. Франклин запустил змея в грозовое облако и обнаружил, что змей собирает электрический заряд.

Атмосферное электричество образуется и концентрируется в облаках – образованиях из мелких частиц воды, находящейся в жидком или твердом состоянии. Сухой снег представляет собой типичное сыпучее тело: при трении снежи-

нок друг о друга и их ударах о землю снег должен электризоваться. При низких температурах во время сильных снегопадов и метелей электризация снега настолько велика, что происходят зимние грозы, наблюдается свечение остроко- нечных предметов, образуются шаровые молнии. При дроблении водяных капель и кристаллов льда, при столкновениях их с ионами атмосферного воздуха крупные капли и кристаллы приобретают избыточный отрицательный заряд, а мелкие – положительный. Восходящие потоки воздуха в грозовом облаке поднимают мел- кие капли и кристаллы к вершине облака, крупные капли и кристаллы падают к его основанию. Заряженные облака наводят на земной поверхности под собой противоположный по знаку заряд. Внутри облака и между облаком и землей со- здается сильное электрическое поле, которое способствует ионизации воздуха и возникновению искрового разряда. Сила тока разряда составляет 20 кА, темпе- ратура в канале искрового разряда может достигать 10000⁰С. Разряд прекраща- ется, когда большая часть избыточных электрических зарядов нейтрализуется электрическим током, протекающим по плазменному каналу молнии.

Задание. Молнии могут проходить в самих облаках – внутриоблачные мол- нии, а могут ударять в землю – наземные молнии. В случае механизма электриза- ции, описанного в тексте, как направлен (сверху вниз или снизу вверх) электриче- ский ток разряда наземной молнии? Ответ обоснуйте.

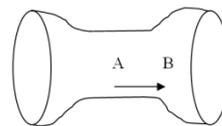
Пример 5.

Антикрыло

Рассмотрим движение жидкости в трубе переменного сечения. В широких частях трубы жидкость должна течь медленнее, чем в узких, так как количе- ство жидкости, протекающей за одинаковые промежутки времени, одинаково для всех сечений трубы. Давление же внутри жидкости, которое измеряется с помощью манометрических трубок, ведет себя обратным образом: давление жидкости больше там, где скорость движения жидкости меньше и наоборот. Эта зависимость между скоростью жидкости и ее давлением известна в физике как закон Бернулли. Закон Бернулли справедлив для жидкостей и газов.

Для увеличения прижимной силы, придавливающей автомобиль к дорожно- му покрытию, используется специальное приспособление – антикрыло. Рассмот- рим сначала крыло симметричного профиля, установленное строго горизонталь- но. В этом случае набегающие на него струйки воздуха будут огибать его совер- шенно одинаково, и давление воздуха под и над крылом будет тоже одинаковым. Теперь установим крыло под углом к потоку. Скорость движения воздушного по- тока под нижней поверхностью крыла становится больше скорости над верхней поверхностью. Соответственно, давление воздуха на верхнюю поверхность крыла будет больше, чем давление на нижнюю поверхность. Из-за образовавшейся раз- ности давлений возникает аэродинамическая сила, вертикальная составляющая которой называется прижимной силой, а горизонтальная составляющая – силой лобового сопротивления.

Задание. Вода течет по трубе. Как меняется (уменьшается, увеличивается или остается неизменным) давление внутри воды при ее перетекании из области А в область В? Ответ поясните.



Оба типа качественных задач оцениваются в 2 балла при наличии верного ответа и полного верного обоснования данного ответа. Приведем пример:

Задание: Может ли в безоблачную погоду возникнуть эхо в степи?

Ответ, оцененный в 2 балла:

№23
Эхо - это звуковая волна, отраженная от каких-либо препятствий на своем пути (например гор, стен).
В безоблачную погоду никаких препятствий, отражающих звук, ~~не~~ в степи нет, следовательно, эхо возникнуть не может.
Ответ: нет.

Учитывая два различных вида качественных заданий, предлагается и два плана оценки данных заданий. Так, первый тип качественных задач оценивается в 1 балл при наличии верного ответа. Обоснование в этом случае может быть некорректным или отсутствовать.

Задание: Мальчик рассматривает красные розы через зеленое стекло. Какого цвета будут казаться ему розы? Объясните наблюдаемое явление.

Ответ, оцененный в 1 балл:

Задание №26
Если рассматривать красной розе через зеленое стекло, то роза будет казаться черного цвета, т.к. роза собирает цвет стекла (зеленый) и отражает черный цвет.

Оценка в 1 балл обусловлена тем, что приведенное обоснование некорректно.

Для заданий второго типа выставление 1 балла возможно лишь в случае наличия верного ответа.

Задание: Каким пятном (темным или светлым) ночью на неосвещенной дороге кажется пешеходу лужа в свете фар приближающегося автомобиля? Ответ поясните.

Ответ, оцененный в 1 балл:

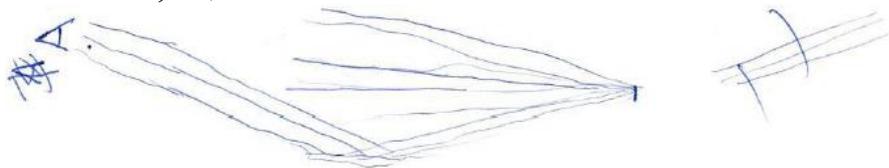
Лучи света падают на воду и отражаются от нее поэтому пятно кажется светлым.

Представленный правильный ответ на поставленный вопрос не подкреплен достаточным обоснованием.

1 балл может быть выставлен в обоих типах заданий при наличии верных рассуждений и обоснования, но без конкретного ответа:

Задание: Каким пятном (темным или светлым) ночью на неосвещенной дороге кажется пешеходу лужа в свете фар приближающегося автомобиля? Ответ поясните.

Ответ, оцененный в 1 балл:



часть лучей идущих из фары ^{автомобиля} попадет на поверхность воды. Вода - раздв. 2х сред. => часть лучей от поверхности воды отражится и попадет в глаз человека.

В представленной работе приведены правильные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован.

Вне зависимости от типа задания 0 баллов выставляется при неверном ответе:

Задание: Каким пятном (темным или светлым) ночью на неосвещенной дороге кажется пешеходу лужа в свете фар приближающегося автомобиля? Ответ поясните.

Ответ, оцененный в 0 баллов:

26. Темным. Свет фар отражается в луже, но в луже тоже отражается темное ночное небо. Поэтому лужа кажется темной (ночь) и бледной (из-за света фар).

Еще одним критерием, определяющим выставление 0 баллов за приведенный ответ к качественной задаче, является представление общих рассуждений, не относящихся к ответу на поставленный вопрос.

Задание: Кружка с водой плавает в кастрюле с водой. Закипит ли вода в кружке, если кастрюлю поставить на огонь? Ответ поясните.

Ответ, оцененный в 0 баллов:

Нет, вода в кружке не закипит. Так как при нормальной давлении температура кипения в кастрюле воды будет 100°. А для кипения кружки необходимо более высокая температура.

Таким образом, процесс подготовки учащихся к решению качественной задачи ОГЭ предполагает знание учащимися критериев оценивания задания в зависимости от типа задачи.

При подготовке учащихся к выполнению данного типа заданий учителю важно обратить внимание на следующие аспекты. Все качественные задачи имеют общую структуру. В нее входит условие, вид вопроса (предполагающий два альтернативных ответа или множественность ответа), а также требование к форме записи ответа (его обоснование). По этой причине основной составляющей методики подготовки учащихся к работе с качественной задачей ОГЭ является анализ структуры любого задания. Если в условиях образовательного процесса качественная задача ориентирована на анализ и осознанное понимание предметной или метапредметной составляющей учебного материала, а ее форма оказывается вторичной по отношению к содержанию, то в рамках подготовки структура задания является первичной, определяя для учащегося систему работы с заданием.

Второй аспект определяется тем, что большинство качественных заданий предполагают комплексность наблюдаемого физического явления и его динамичность. В отличие от экзаменационных заданий, традиционные качественные задачи, представленные в УМК, отличаются тематической направленностью и рассмотрением узких изучаемых в рамках данной темы вопросов. Тем не менее, в традиционных сборниках задач встречается достаточное количество заданий, полностью сходных со структурой качественной задачи ОГЭ.

Пример 1. (В.И. Лукашик. Сборник задач по физике. - М.: Просвещение, 2006). *Какой вред в солнечный день могут причинить листьям растений попавшие на них капли воды?*

Пример задания ОГЭ: *Может ли двояковогнутая линза собирать пучок параллельных лучей в одной точке (ответ поясните).*

Пример 2. (В.И. Лукашик. Сборник задач по физике. - М.: Просвещение, 2006). *К чашкам весов подвешены два одинаковых железных шарика. Нарушится ли равновесие, если шарики опустить в жидкости (один в воду, другой – в керосин)?*

Пример задания ОГЭ: *Одинаковы ли выталкивающие силы, действующие на один и тот же деревянный брусок, плавающий сначала в воде, а потом в керосине? Ответ поясните.*

Учитывая, что одна из качественных задач связана тематически с текстом физического содержания, учителю важно обратить внимание на приемы работы с текстом физического содержания. Первым и наиболее значимым в методическом аспекте текстом физического содержания выступает текст учебника. Рассмотрим ряд методических приемов, наиболее значимых для организации работы с текстом физического содержания.

Учитывая возрастные особенности учащихся, высокую значимость приобретают игровые приемы работы с учебным текстом, которые способствуют развитию познавательных умений учащихся:

1. Учащиеся внимательно читают текст. Первый участник задает вопросы, второй находит и зачитывает ответы, опираясь на текст учебника. Соревнование на лучший вопрос и лучший ответ позволяет преодолеть учащимся внутренние барьеры чтения текста параграфа.

2. Учащиеся читают текст параграфа и составляют краткий конспект. Затем учащиеся обмениваются тетрадями и, опираясь на предложенный конспект, пересказывают текст.

При отборе текстов из научно-популярной литературы важным является учет всех видов текстов. Их можно разделить на группы, в зависимости от которых определяются и возможные варианты качественных заданий.

1. Тексты с описанием различных физических явлений или процессов, наблюдаемых в природе или в повседневной жизни.

Задания к ним могут проверять:

- понимание информации, имеющейся в тексте;
- понимание смысла физических терминов, использующихся в тексте;
- умение выделить описанное в тексте явление или его признаки;
- умение объяснить описанное явление при помощи имеющихся знаний.

2. Тексты с описанием наблюдения или опыта по одному из разделов школьного курса физики.

Задания к ним могут проверять:

- понимание информации, имеющейся в тексте;
- умение выделить (или сформулировать) гипотезу описанного наблюдения или опыта, понимание условий проведения, назначения отдельных частей экспериментальной установки и измерительных приборов;
- умение определить (или сформулировать) выводы.

3. Тексты с описанием технических устройств, принцип работы которых основан на использовании каких-либо законов физики.

Задания к текстам могут проверять:

- понимание информации, имеющейся в тексте;
- понимание смысла физических терминов, использующихся в тексте;
- умение определить основные физические законы (явления, принципы), лежащие в основе работы описанного устройства;
- умение оценивать возможности безопасного использования описанных технических устройств.

4. Тексты, содержащие информацию о физических факторах загрязнения окружающей среды или их воздействии на живые организмы и человека.

Задания могут проверять:

- понимание информации, имеющейся в тексте;
- понимание смысла физических терминов, использующихся в тексте;
- умение оценивать степень влияния описанных в тексте физических факторов на загрязнение окружающей среды;
- умение выделять возможности обеспечения безопасности жизнедеятельности в условиях воздействия на человека неблагоприятных факторов.

Рассмотрим ряд текстов с описанием различных физических явлений и процессов, а также возможных вариантов качественных заданий к ним.

Пример 1.

«Ледяная магия»

Между внешним давлением и точкой замерзания (плавления) воды наблюдается интересная зависимость. С повышением давления до 2200 атм она падает: с увеличением давления на каждую атмосферу температура плавления понижается на 0,0075 °С. При дальнейшем увеличении давления точка замерзания воды начинает расти: при давлении 3530 атм вода замерзает при –17 °С, при 6380 атм – при 0 °С, а при 20 670 атм – при 76 °С. В последнем случае будет наблюдаться горячий лёд.

При давлении 1 атм объём воды при замерзании резко возрастает примерно на 11 %. В замкнутом пространстве такой процесс приводит к возникновению громадного избыточного давления. Вода, замерзая, разрывает горные породы, дробит многотонные глыбы.

В 1872 г. англичанин Боттомли впервые экспериментально обнаружил явление режеляции льда. Проволоку с подвешенным на ней грузом помещают на кусок льда. Проволока постепенно разрезает лёд, имеющий температуру 0 °С, однако после прохождения проволоки разрез затягивается льдом, и в результате кусок льда остаётся целым.

Долгое время думали, что лёд под лезвиями коньков тает потому, что испытывает сильное давление, температура плавления льда понижается – и лёд плавится. Однако расчёты показывают, что человек массой 60 кг, стоя на коньках, оказывает на лёд давление примерно 15 атм. Это означает, что под коньками температура плавления льда уменьшается только на 0,11 °С. Такого повышения температуры явно недостаточно для того, чтобы лёд стал плавиться под давлением коньков при катании, например, при –10 °С.

Вопросы и задания

1. Как зависит температура плавления льда от внешнего давления?
2. Приведите два примера, которые иллюстрируют возникновение избыточного давления при замерзании воды.
3. Попробуйте объяснить своими словами, что может означать термин «режеляция».
4. При протекании какого процесса может выделяться теплота, которая идёт на плавление льда при катании на коньках? (Ответ. В 1936 г. Бауден и Хьюз доказали, что в случае катания на коньках или лыжах решающее значение имеет плавление льда под действием теплоты, выделяющейся при трении.)

Пример 2.

Приливы и отливы

Солнце действует почти одинаковым образом на всё находящееся на Земле и внутри неё. Сила, с которой Солнце притягивает, например, москвича в полдень, когда он ближе всего к Солнцу, почти не отличается от силы, действующей на него в полночь! Ведь расстояние от Земли до Солнца в десять тысяч раз больше земного диаметра, и увеличение расстояния на одну десятитысячную при повороте Земли вокруг своей оси на пол-оборота практически не меняет силы притяжения. Поэтому Солнце сообщает почти одинаковые ускорения всем частям земного шара и всем телам на его поверхности.

Почти, но всё же не совсем одинаковые. Из-за этой-то небольшой разницы возникают приливы и отливы в океане. На обращённом к Солнцу участке земной поверхности сила притяжения несколько больше, чем это необходимо для движения этого участка по эллиптической орбите, а на противоположной стороне Земли – несколько меньше. В результате, согласно законам механики Ньютона, вода в океане немного выпячивается в направлении, обращённом к Солнцу, а на противоположной стороне отступает от поверхности Земли. Возникают, как говорят, приливообразующие силы, растягивающие земной шар и придающие, грубо говоря, поверхности океанов форму эллипсоида.

Чем меньше расстояния между взаимодействующими телами, тем больше приливообразующие силы. Вот почему на форму Мирового океана большее влияние оказывает Луна, чем Солнце. Мы говорили о Солнце просто потому, что Земля вращается вокруг него, и здесь легче понять причину деформации поверхности океанов. Если бы не было сцепления между частями земного шара, то приливообразующие силы разорвали бы его.

Приливная волна тормозит вращение Земли. Правда, этот эффект мал, за 100 лет сутки увеличиваются на тысячную долю секунды. Но, действуя миллиарды лет, силы торможения приведут к тому, что Земля будет повернута к Луне одной стороной и дневные сутки станут равными лунному месяцу. С Луной это уже произошло. Луна заторможена настолько, что повернута к Земле всё время одной стороной.

Вопросы и задания:

- 1. Когда на человека действует большая сила притяжения со стороны Солнца: в полдень или в полночь? Почему?*
- 2. Попробуйте объяснить своими словами, как возникают приливообразующие силы. Почему они оказывают тормозящее действие на вращение Земли?*
- 3. Почему Луна при возникновении приливов оказывает гораздо большее воздействие, чем Солнце?*
- 4. Период обращения Луны вокруг Земли равен 27 сут. 7 ч 43 мин. Чему примерно равен лунный день?*

Пример 3.

«Ау, вы меня слышите?»

В 1938 г. американские исследователи Г. Пирс и Д. Гриффин, применив специальную аппаратуру, установили, что великолепная ориентировка летучих мышей в пространстве связана с их способностью воспринимать эхо. Оказалось, что во время полёта мышь излучает короткие ультразвуковые сигналы на частоте около $8 \cdot 10^4$ Гц, а затем воспринимает эхо-сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых. Гриффин назвал способ ориентировки летучих мышей по ультразвуковому эху эхолокацией.

Ультразвуковые сигналы, посылаемые летучей мышью в полёте, имеют характер очень коротких импульсов – своеобразных щелчков. Длительность каждого такого щелчка $(1...5) \cdot 10^{-3}$ с, ежесекундно мышь производит около десяти таких щелчков.

Американские учёные обнаружили, что тигры используют для коммуникации друг с другом не только рёв, рычание и мурлыканье, но также и инфразвук. Они проанализировали частотные спектры рычания представителей трёх подвигов тигра – уссурийского, бенгальского и суматранского – и обнаружили в каждом из них мощную низкочастотную компоненту. По мнению учёных, инфразвук позволяет животным поддерживать связь на расстоянии до 8 км, поскольку распространение инфразвуковых сигналов менее чувствительно к помехам, вызванным рельефом местности.

Вопросы и задания:

1. В чём отличие ультразвука и инфразвука от звуковых волн, воспринимаемых человеком?
2. Почему Г. Пирс и Д. Гриффин назвали способ ориентировки летучих мышей эхолокацией? Где ещё используется подобный принцип обнаружения объекта?
3. Объясните своими словами, как вы понимаете словосочетание «частотные спектры».
4. Почему инфразвук в отличие от обычного звука позволяет тиграм общаться на столь далёких расстояниях? Какие известные вам свойства волн проявляются в данном случае?

Пример 4.

Полное внутреннее отражение

Обратите внимание на замерзшую лужу. Лужа подо льдом чёрная. Однако в некоторых местах лед серебристый - там, где подо льдом образовалась прослойка воздуха, и свет испытывает полное внутреннее отражение. Угол полного внутреннего отражения на границе лед - воздух равен 48° . Падающий свет отражается, лед в этих местах белый.

Как объяснить, что снег белый, хотя он состоит из отдельных прозрачных кристалликов льда - снежинок? Снег пушистый. Это означает, что каждая снежинка окружена воздухом. Так как острые иголки снежинки имеют большое количество отражающих поверхностей, то весь падающий свет отражается как от внешних, так и от внутренних граней и не проходит сквозь толщу снега. Мы наблюдаем полное внутреннее отражение света от снега. Поэтому он ослепительно белый. Свежевыпавший снег отражает более 90% падающего света.

Старый снег уплотняется, уменьшаются воздушные зазоры, снег темнеет. Белизна снега зависит от его плотности! Плотность снега может меняться от 30 до 800 кг/м^3 .

Вопросы и задания

1. Что такое полное внутреннее отражение? При каких условиях оно наблюдается?
2. Что происходит с лучами, падающими на границу лед - воздух под углами больше 48° ? меньше 48° ?
3. Возьмем кусочек льда и раздробим его в мелкую крошку. Порошок из льда уже не прозрачный, а имеет белый свет. Объясните, почему.

4. Почему в оттепель снег, пропитанный водой, темнеет?

Пример 5.

Способности живых существ защищаться от холода

Реакции животных на разный тепловой режим жизнеобеспечения разнообразны. И все они направлены на регулирование уровня теплопередачи. Животные с высоким уровнем обменных процессов - птицы и млекопитающие - поддерживают постоянную температуру тела даже при значительных колебаниях температуры внешней среды. Тепло выделяется при биохимических реакциях внутри организма. Снижению теплопотерь способствуют опущение, оперение, шерстный покров, жировые отложения, темный окрас покрова.

Обратите внимание на птиц. Мелкие птички - воробьи, синицы, снегири - зимой похожи на пушистые комочки с торчащими острыми клювиками. Они распушили свое оперение и окружили себя неподвижным слоем плохо проводящего тепло воздуха. Мудрая природа распорядилась так, что относительная длина перьев у маленьких птиц больше, чем у крупных. Маленькие птицы теряют больше тепла, им нужна лучшая защита от холода.

Теплопроизводительная способность живого существа зависит от объема тела, а потери тепла - от площади их поверхности. У мелких животных и детенышей соотношение потерь тепла к его притоку больше, чем у крупных, т.е. они поставлены в худшие условия. Дети должны замерзать быстрее, чем взрослые, но их спасает большая подвижность.

Человек, находясь вне жилища, защищается от холода аналогично: с помощью хорошей одежды, высококалорийного питания и двигательной активности.

Вопросы и задания:

1. Назовите отличительную особенность теплопроводности как вида теплопередачи. Почему воздух является плохим проводником тепла?

2. В сильный мороз птицы чаще замерзают на лету, чем сидя на месте. Чем это можно объяснить? Почему в холодную погоду многие животные спят, свернувшись клубком?

3. У человека замерзают быстрее всего конечности, уши и нос, так как эти части тела имеют тонкие стенки. А еще почему?

4. Когда человеку холодно, он начинает дрожать. Какую роль играют эти защитные механизмы для увеличения внутренней энергии человека?

Пример 6.

Приливы и отливы

Жители побережий океанов ежедневно наблюдают, как во время приливов поднимается вода и заливают берег. Через несколько часов наступает отлив и берег опять обнажается. Подъем воды достигает в отдельных местах нескольких метров, и в зависимости от характера очертания берегов вода может проникать в глубь материка даже на несколько километров.

Хотя Солнце играет существенную роль в приливно-отливных процессах, решающим фактором их развития служит сила гравитационного притяжения Луны, которая стремится сместить Землю по направлению к Луне и «приподнимает» все объекты, находящиеся на Земле, в направлении Луны.

Вода на Земле, находящаяся прямо под Луной, поднимается в направлении Луны, что приводит к оттоку воды из других мест земной поверхности, однако, поскольку притяжение Луны столь мало в сравнении с притяжением Земли, его было бы недостаточно, чтобы поднять столь огромную массу. Благодаря различию в притяжении подвижная водная гладь как бы вытягивается, образуя 2 «горба»: один со стороны Луны, другой с противоположной стороны («отстающий горб»). Таким образом, возникает приливная волна, которая на обращенной к Луне стороне Земли называется прямой, а на противоположной - обратной. Первая из них всего на 5% выше второй.

Приливы вызывает не только Луна, но и Солнце. Оба приливных действия будут складываться, когда Луна, Земля и Солнце расположатся по одному направлению. А это происходит в новолуние и полнолуние. В это время приливы достигают наибольшей высоты. В первую же и последнюю четверти Луны бывают наименьшие приливы, потому что солнечный прилив совпадает с лунным отливом. Между двумя последовательными приливами или двумя отливами в данном месте проходит примерно 12 ч 25 мин. Период продолжительностью 24 ч 50 мин называется приливными (или лунными) сутками.

Вопросы и задания:

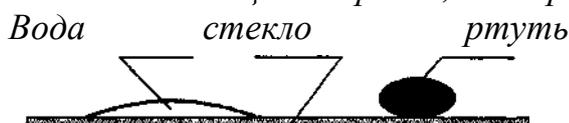
1. Объясните механизм возникновения приливных волн. Какой фактор (масса тел или расстояние между ними) играет большую роль в определении величины приливообразующей силы?
2. Где приливная волна будет достигать наибольшей высоты: в открытом океане или в узких заливах? Попробуйте объяснить почему.
3. Каковы бывают приливы и отливы в дни солнечных и лунных затмений? Почему?
4. Попробуйте объяснить, почему приливы и отливы продолжаются не по 12 ч, а по 12 ч 25 мин. С чем это связано? Почему жители прибрежных зон пользуются картами приливов и отливов?

Пример 7.

Эффект лотос

Непростые отношения существуют между жидкостями и поверхностью твердого тела. Капли воды, например, «любят» ветровое стекло автомобиля и, скатываясь с него, оставляют на нем мокрые длинные полосы, а вот на поверхности капусты или лотоса оставить след им не удастся. «Взаимные чувства» материалов зависят от параметров явления смачивания и адгезии. Смачивание - явление, возникающее при соприкосновении жидкости с поверхностью твердого тела и являющееся результатом межмолекулярного взаимодействия в зоне этого контакта.

Поверхность цветков и листьев лотоса всегда чиста — капельки воды стекают с их водоотталкивающих покровов, одновременно смывая частицы пыли.



Оказалось, вся поверхность листьев лотоса густо покрыта микропупырышками высотой около 10 мкм, а сами микропупырышки, в свою очередь, по-

крыты микроволокнами. Капля воды, попав на поверхность листа лотоса, похожую на массажную щетку, не проникает между пупырышками, так как этому мешает большое поверхностное натяжение жидкости. Ведь для того чтобы проникнуть между микропупырышками, капле надо увеличить свою поверхность, а это энергетически невыгодно. Чем больше коэффициент поверхностного натяжения жидкости, тем с большей силой пытается она минимизировать свою поверхность. Капля сворачивается в шарик, демонстрируя очень высокий краевой угол. Поверхность, аналогичная массажной микрощетке, уменьшает адгезию (прилипание) не только капель воды, но и любых частичек с размером более 10 мкм, так как они касаются такой поверхности лишь в нескольких точках. Поэтому частички грязи, оказавшиеся на поверхности лотоса, либо сами сваливаются с него, либо увлекаются скатывающимися каплями воды. Такое самоочищение называют эффектом лотоса. Похоже устроена поверхность крыльев бабочек и многих других насекомых.

Выведав у природы секреты, ученые смогли создать самоочищающиеся покрытия. Эффект лотоса используется для создания водоотталкивающих самоочищающихся покрытий и красок.

Вопросы и задания

1. Чем объясняются явления смачивания и несмачивания? Воспользуйся рисунком для объяснения этого явления.

2. Почему капельки жидкости в состоянии невесомости (когда на нее не действуют никакие внешние силы) принимают форму шара?

3. Между микропупырышками поверхности листа находится воздух. Уменьшает или увеличивает это силу адгезии между каплей и поверхностью листа и почему?

4. Предложите какое-нибудь применение самоочищающейся микрокристаллической пленки.

Расчетные задачи

Расчетные задачи с развернутым вариантом ответа, представленные в КИМах ОГЭ по физике, в наибольшей мере ориентированы на традиционные подходы к оформлению задач по предмету, используемые в образовательном процессе. При этом в качестве поддерживающего справочного блока учащимся предлагаются справочные таблицы. Данные материалы приведены ниже:

Пример 1. Таблицы десятичных приставок и констант, представленных в КИМ ОГЭ по физике.

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
санти	с	10^{-2}
милли	м	10^{-3}
микро	мк	10^{-6}
нано	н	10^{-9}

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Пример 2. Таблицы физических величин.

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 °С	воды	100 °С
олова	232 °С	спирта	78 °С
льда	0 °С		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

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

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\,350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

Представленные справочные материалы позволяют учащимся быстро сориентироваться при необходимости извлечения значений различных физических величин.

Две экзаменационные задачи, представленные в части с развернутым вариантом ответа, оцениваются в соответствии с единой системой оценивания.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записано краткое условие задачи;</p> <p>2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (<i>перечисляются соответствующие формулы и законы</i>);</p> <p>3) выполнены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>– Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p>	2
<p>– Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– записаны все исходные формулы, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Отметим специфические особенности оформления расчетных задач, представленных в части с развернутым вариантом ответа. Во-первых, полное верное решение должно включать запись краткого условия задачи. Обратим внимание, что в требованиях отсутствует обязательный перевод при этом единиц измерения физических величин в единицы СИ, допустимо как непосредственное добавление колонки перевода единиц в единицы СИ после записи краткого условия, так и перевод в единицы СИ при выполнении решения, а также работу с внесистемными единицами, если это не влечет за собой возникновения «конфликта» единиц измерения.

Следующая особенность заключается в учете только тех указанных уравнений и формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи.

При отсутствии у учащегося общей модели решения и, как следствие, представление в решении разрозненных формул и закономерностей, не может быть оценено выше 1 балла. При полном отсутствии аналитической записи закономерностей для решения задания и наличии лишь необоснованных физически математических расчетов задача оценивается в 0 баллов.

В-третьих, в решении задачи следует продемонстрировать процесс представления аналитической зависимости через подстановку конкретных числовых значений физических величин – выполнение математических преобразований. Если в традиционном процессе обучению навыков решения задач наиболее часто учителя предлагают модели оформления заданий с доведением до конкретной итоговой формулы, то в рамках ОГЭ возможно решение «по частям» (с промежуточными вычислениями). С одной стороны, это позволяет предотвратить ошибки математического характера, связанные с затруднениями при выражении физической величины из объемного соотношения. С другой стороны, это может и привести к определенной ошибке, которая, возникнув на определенной стадии решения, приводит к полностью неверному варианту ответа, но учащийся ее не может выявить, так как проводит почленные расчеты. Укажем, что вывод единиц измерения итоговой величины от учащихся при оформлении задания не требуется, что дополнительно может способствовать сохранению ошибки в работе и отсутствию у учащегося способов ее выявления на этапе проверки.

Подходы к оцениванию заданий с развернутым вариантом ответа в форме расчетных задач сходны с аналогичными заданиями ЕГЭ. Так, отсутствие физических ошибок в построении модели решения задачи обеспечивает выставление 2 баллов из 3 максимальных. При этом перевод единиц в единицы СИ относится к математическим ошибкам. Наличие одной ошибки или запись недостаточного количества физических соотношений определяет возможность выставления 1 балла. Во всех остальных случаях задание оценивается в 0 баллов.

Проанализируем возможные типы и виды заданий представляемых в рамках двух расчетных задач. Первая задача (предпоследняя задача в КИМе) традиционно может относиться к одному из разделов механики, гидростатики. Наиболее часто в ней представлены:

- преобразования энергии (механической и тепловой);
- движение тел в жидкости;
- упругие и неупругие столкновения.

Приведем примеры данного типа заданий.

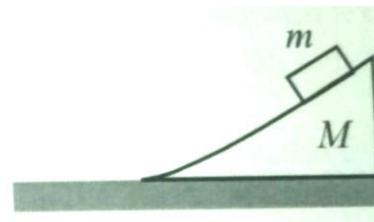
Пример 1. *В вертикальные сообщающиеся сосуды поверх ртути налиты различные жидкости. В один сосуд – столбик воды высотой 80 см, а в другой – столбик спирта высотой 15 см. Определите разность уровней ртути в сосудах.*

Пример 2. *Гиря падает на землю и ударяется абсолютно неупруго о препятствие. Скорость гири перед ударом равна 14 м/с. Температура гири перед ударом составляет 20 °С. До какой температуры нагреется гиря, если считать, что все количество теплоты, выделяемое при ударе, поглощается гирей? Удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлена гиря, равна 140 Дж/(кг °С).*

Пример 3. *С какой высоты относительно поверхности земли нужно бросить шарик вертикально вниз со скоростью 20 м/с, чтобы после удара о землю он*

поднялся на высоту в три раза большую, если в процессе удара теряется 50 % механической энергии шара? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Пример 4. Гладкий клин массой 900 г и высотой 18 см покоится на гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). С вершины клина начинает соскальзывать шайба массой 100 г и переходит на горизонтальную поверхность. Определите скорость клина в момент перехода шайбы на горизонтальную поверхность.



Пример 5. Маленький свинцовый шарик объемом $0,01 \text{ см}^3$ равномерно падает в воде. Какое количество теплоты выделится при перемещении шарика на 6 м?

Пример 6. Медный шар, в котором имеется воздушная полость, опущен в керосин. Наружный объем шара $0,1 \text{ м}^3$. Найдите объем воздушной полости, если шар плавает на поверхности керосина, погрузившись в него на 0,89 своего объема.

Пример 7. В снежный сугроб, имеющий температуру $0 \text{ }^\circ\text{C}$, бросили раскаленный до температуры $300 \text{ }^\circ\text{C}$ медный шар массой 2,2 кг. Какова масса расплавленного снега? Потерями энергии в окружающую среду и испарением воды пренебречь.

Пример 8. Шар упал с высоты 26 м на свинцовую пластину массой 1 кг и остановился. При этом пластина нагрелась на $3,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Чему равна масса шара, если на нагревание пластины пошло 80 % выделившегося при ударе количества теплоты?

При анализе затруднений, которые вызывает данная группа заданий, следует отметить проблемы применения навыков решения заданий, связанных с гидростатическими явлениями. Так, учащиеся допускают ошибки при анализе содержания задания, в котором рассматривается воздушная полость металлического шара, частично погруженного в жидкость. Затруднения связаны с записью условия плавания тела, величины погруженной части тела в жидкость, определения ее объема. Данные трудности обусловлены как недостаточной степенью усвоения вопросов гидростатики в основной школе, так и трудностями формирования мыслительной функции анализа содержания физической задачи. Уровнем сформированности логических операций у школьников объясняются и затруднения при записи закона сохранения механической энергии для случая движения тела по вертикали: учащиеся, слабо проанализировав условие задачи, ошибочно указывают значение высот в различных точках траектории движения тела.

Второе задание, представленное как расчетная задача с развернутым вариантом ответа, чаще ориентировано на анализ энергетических преобразований механической и электрической энергии, а также вопросов расчета коэффициента полезного действия двигателей и устройств. Приведем примеры данных заданий.

Пример 1. Имеется два электрических нагревателя одинаковой мощности по 800 Вт каждый. Сколько времени потребуется для нагревания 1 л воды на $80 \text{ }^\circ\text{C}$, если нагреватели будут включены параллельно? Потерями энергии пренебречь.

Пример 2. Электровоз, работающий при напряжении 3 кВ, развивает при скорости 12 м/с силу тяги 340 кН. КПД двигателя электровоза равен 85 %. Чему равна сила тока в обмотке электродвигателя?

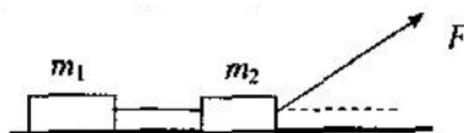
Пример 3. Электрический кипятильник со спиралью сопротивлением 150 Ом поместили в сосуд, содержащий 400 г воды, и включили в сеть напряжением 220 В . За какое время вода в сосуде нагреется на $57,6 \text{ }^\circ\text{C}$? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Пример 4. Электроплитка включена в сеть напряжением 200 В . Вода массой 1 кг , имеющая начальную температуру $20 \text{ }^\circ\text{C}$, налитая в алюминиевую кастрюлю массой 500 г , закипела на этой электроплитке через $93,2 \text{ с}$. Чему равно сопротивление спирали электроплитки? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Пример 5. Электрический кипятильник со спиралью сопротивлением 150 Ом поместили в сосуд, содержащий 400 г воды, и включили в сеть напряжением 220 В . На сколько градусов нагрелась вода в сосуде за 5 мин ?

Пример 6. Электроплитка, сопротивление спирали которой 10 Ом , включена в сеть напряжением 200 В . Вода массой 1 кг , имеющая начальную температуру $20 \text{ }^\circ\text{C}$, налита в алюминиевую кастрюлю массой 500 г и поставлена на эту электроплитку. Через какое время закипит вода, если пренебречь потерями энергии на нагревание окружающего воздуха?

Пример 7. Два связанных нитью друг с другом бруска массой соответственно 200 г и 300 г движутся под действием силы 6 Н , направленной под углом 60° к горизонту. Чему равна сила натяжения нити между брусками? Трение пренебрежимо мало.



Пример 8. Имеются два одинаковых электрических нагревателя. При параллельном соединении они нагревают 2 л воды на $80 \text{ }^\circ\text{C}$ за 7 мин . Чему равна мощность каждого нагревателя? Потерями энергии пренебречь.

Пример 9. Подъемный кран за 10 с равноускоренно поднимает груз массой 1140 кг из состояния покоя на высоту 10 м . Электродвигатель крана питается от сети напряжением 380 В , сила тока в обмотке электродвигателя в конце подъема равна 102 А . Определите КПД электродвигателя крана в конце подъема.

Среди ошибок, повторение которых наблюдается систематически для заданий данного класса, следует назвать следующие:

- на этапе записи условия использование учащимися вместо буквенного обозначения физической величины словесного обозначения,
- подмену обозначения величины, приведенной в условии задачи, величиной, которая отличается единицами измерения, но является промежуточной при решении и может быть найдена при логически верном анализе решения (например, работа или количество теплоты заменяются мощностью);
- использование в записи условия определенного обозначения с применением далее иного обозначения в записи необходимых уравнений и формул.

Следует отметить недостаточный уровень сформированности понятия «номинальная величина». Так, в задании, содержавшем указание на «максимальное значение напряжения» для электроприбора с определенной мощностью, учащиеся затрудняются в использовании величины напряжения в электрической цепи, подменяя данные понятия, либо используя только одно из них.

В целом же следует отметить, что расчетные задачи, представленные в разделе с развернутым вариантом ответа, в наибольшей степени демонстрируют

навыки владения способами физического моделирования. Представленные группы заданий позволят педагогам грамотно отбирать задания для организации итоговой подготовки учащихся к выполнению заданий ОГЭ, а учет традиционных ошибок демонстрирует необходимость внесения в методику преподавания ряда корректив. Отметим данные особенности.

Первая особенность заключается в том, что, начиная с момента вхождения в курс физики основной школы, учащиеся для каждой темы должны получать возможность решения задач трех уровней (таблица 8).

Таблица 8.

Классификация количественных задач курса физики основной школы

№	Условие и требования задачи	Отношения между условием и требованием
1	Требованием выступает введенная величина (или закон). В условии задачи включены все величины, определяющие искомую величину или закон	Задана зависимость между требованием и условием задачи
2	Требованием выступает любая величина из определяющей формулы или закона. Другие величины заданы условием задачи	Зависимость представлена в виде уравнения с одним неизвестным. Уравнение позволяет определить один из параметров по другим заданным величинам, характеризующим состояние. Определяющая формула или закон рассматривается как уравнение, решаемое относительно любого параметра
3	Требованием выступает любая из величин определяющей формулы или закона. Некоторые из определяющих величин явно не заданы	Зависимость представлена в виде уравнения, решение которого требует определения дополнительных отношений между величинами, заданными условием задачи, и величинами, входящими в уравнение

Из приведенного анализа понятно, что все задания КИМ ОГЭ представляют собой задачи третьего типа. Учитывая значимость логического построения модели решения данной группы заданий, важно отметить необходимость рассмотрения специфических алгоритмов для их решения. Способы решения традиционных задач хорошо известны: логический, математический, экспериментальный. Большинство расчетных задач по физике решается аналитико-синтетическим методом. Кроме того, наиболее распространенными являются алгебраический метод, геометрический, включающий координатный, и экспериментальный. Все рассматриваемые стандартные методы предполагают использование стандартных алгоритмов решения. Большинство КИМ ОГЭ предполагают комбинирование традиционных алгоритмов. Общий алгоритм решения задачи по физике можно определить следующим образом:

- 1) прочитать текст физической задачи;
- 2) определить незнакомые понятия, термины, выражения;
- 3) записать данные задачи, представленные в явном виде в тексте, обозначив определенные в тексте физические величины общепринятыми или выбранными символами, выполнить (при необходимости) перевод численных величин в единицы СИ;

4) записать данные задачи, представленные в неявном виде (при их наличии) – физические константы и постоянные, табличные величины, общие характеристики физических процессов, данные, полученные из таблиц и графиков и т.д.;

5) указать неизвестную величину (величины), нахождение которых требуется в задаче;

6) в начале решения выполнить (при необходимости) рисунок, чертеж, зарисовать схему физических процессов;

7) проанализировать условие задачи, выявив представленные в содержании допущения, упрощающие решение;

8) определить выражения, в которые входит неизвестная величина, которую требуется найти в задаче (т.е. выполнить решение «с конца»);

9) определить физические закономерности и законы, которые могут быть использованы для нахождения промежуточных величин.

Для каждого тематического раздела физики можно сформулировать определенный алгоритм решения типовых задач. В таблице 9 приведен пример алгоритмов для решения задач по некоторым разделам и типовые задачи, решение которых отвечает данным алгоритмам, а также некоторые особенности решения задач по данной теме.

Таблица 9.

Некоторые алгоритмы решения расчетных задач по физике

Тема	Алгоритм решения задач	Пример задачи, решаемой по алгоритму	Особенности
Механика. Кинематика	1. Выбрать систему отсчета 2. Выполнить рисунок, поясняющий процесс и обозначить на нем направление ускорения. 3. Записать уравнения, связывающие отдельные кинематические характеристики в векторном виде и в виде проекций. 4. Решить составленную систему уравнений относительно искомой величины. 5. Оценить полученный результат	По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 0,3 м от начальной точки пути шарик побывал дважды: через 1 с и 2 с после начала движения. Определите начальную скорость и ускорение движения шарика, считая его постоянным	Знаки проекций векторов скорости, ускорения, координаты определяются условием задачи и направлением осей координат. При выборе координатных осей рекомендуется, чтобы одна из них совпадала с направлением движения тела. Для прямолинейного движения без изменения направления движения пройденный путь и модуль перемещения совпадают
Механика. Динамика.	1. Выбрать систему отсчета. 2. Схематично изобразить тело / взаимодействующие тела и указать действующие на каждое из тел силы. 3. Записать основное	Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой подвешены грузы массой 3 и 1,9 кг. Найдите ускорение грузов и силу натяжения нити. Считайте, что трение в	Направление ускорения всегда совпадает с направлением равнодействующей силы. Уравнение движения системы тел записывается отдельно

	уравнение динамики для каждого из взаимодействующих тел в векторном виде и в виде проекций на координатные оси. 4. Используя кинематические уравнения и законы динамики, выразить искомую величину. 5. Оценить полученный результат	блоке отсутствует. Массой нити и блока пренебречь	для каждого тела системы. Силы возникают в результате взаимодействия тел и не связаны со скоростью тела
--	---	---	--

Еще один аспект, рассмотрение которого важно акцентировать педагогу при организации процесса обучения навыкам решения расчетных задач, касается вариативности путей этого решения. Существует возможность решения одной и той же задачи несколькими способами, при этом они могут быть как равноценными, так и более и менее рациональными. Выбор способа позволяет нередко упростить ход решения. Рассмотрим пример альтернативных способов решения одной и той же задачи, при которых каждый из способов в отношении рациональности являются равноценными.

Пример 1. Груз массой 3 т поднимают лебедкой с ускорением 1,2 м/с². Определите работу, совершаемую в первые 2 с подъема.

Решение. 1 способ:

За нулевой уровень отсчета потенциальной энергии примем начальное положение груза. Работа по подъему груза лебедкой равна изменению его механической энергии: $A = E_2 - E_1$, где $E_1 = 0$, E_2 – сумма кинетической и потенциальной энергии. Отсюда $A = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$. Так как движение равноускоренное, используем следующие кинематические соотношения: $h = \frac{1}{2}at^2$; $v = at$. После подстановки находим: $A = \frac{1}{2}t(g+a)at^2$.

Решение. Способ 2.

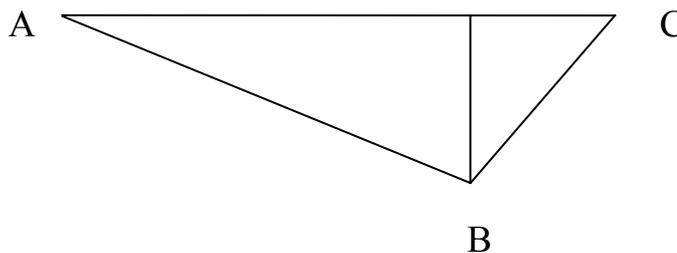
Работу определим по формуле $A = Fs$. Сила, согласно третьему закону Ньютона, равна по модулю силе натяжения троса лебедки T : $F = T$. Силу T найдем из основного закона динамики для груза: $ta = T - mg$. Учитывая, что $s = h$, для работы можно записать:

$A = \frac{1}{2}t(g+a)at^2$. При подстановке значений $A = 79$ кДж.

Методически важно не сразу представлять самостоятельное решение учащемуся, а постепенно приводить его к построению собственной модели решения. Для этого эффективным является предоставление указаний к решению.

Пример. По прямому шоссе со скоростью 16 м/с движется автобус. На расстоянии 60 м от шоссе и 400 м от автобуса находится человек. Человек может бежать со скоростью 4 м/с. В каком направлении он должен бежать, чтобы успеть перехватить автобус, который к нему приближается? При какой наименьшей скорости человека это возможно? В каком направлении следует при этом бежать? Решите задачу несколькими способами и укажите, какой из них наиболее рационален.

Указания к решению: в данной кинематической задаче способы решения определяются выбором системы отсчета.



1 способ.

1. Выберите в качестве системы отсчета землю.
2. Выполните рисунок, обозначив точкой a положение автобуса, точкой B – положение человека, точкой C – точкой встречи:
3. Запишите соотношение для времени движения автобуса, учитывая, что автобус должен пройти расстояние AC , время движения человека, который должен пробежать расстояние BC . Сравните между собой данные промежутки времени.
4. Определите соотношение скоростей как отношение расстояний AC и BC .
5. Используя теорему синусов для треугольника ABC , учитывая, что из данных можно определить синус угла BAC , найдите угол ABC , под которым должен бежать человек.
6. Проанализируйте, какому условию должна удовлетворять величина синуса угла, под которым будет бежать человек, чтобы скорость была наименьшей. Сделайте вывод о том, в каком же направлении следует двигаться человеку.

2 способ.

1. Выберите в качестве системы отсчета автобус.
2. Определите соотношение для определения скорости человека. Получите векторное соотношение как разность скоростей человека и автобуса. Обратите внимание, что направление в этой системе отсчета скорости человека должно быть таким, чтобы человек пересек шоссе правее стоящего автобуса или вышел точно на автобус. Конец этого вектора лежит на окружности, радиус которой равен модулю скорости человека в системе Земли.
3. Для определения угла между направлением скорости и направлением скорости человека в системе отсчета автобуса есть угол, лежащий в пределах, определяемых решением системы уравнения: отношение синусов углов есть отношение скоростей.

В.А. Столетов писал, что «...математика и физика до такой степени слились в одно целое, что иногда трудно отделить – где кончается физика и начинается математика». Используя знания из курса математики, которые значимы при решении физических задач, важно показать учащимся данные пересечения, раскрывая математический смысл представленных понятий и решая задачи-примеры по физике (таблица 10).

Таблица 10.

Некоторые аспекты применения математического содержания
в физических задачах

Тема	Математическое содержание	Использование в задаче по физике
Проценты	Процент	Электрочайник мощностью 2,4 кВт, рассчитанный на максимальное напряжение 240 В, включают в сеть напряжением 120 В. Сколько воды с начальной температурой 18 °С можно довести до кипения за 7 мин, если КПД чайника в этом случае равен 82 %?
Функция	Прямая пропорциональность График прямой пропорциональности:	Постройте график зависимости массы воды от объема
	Обратная пропорциональность – График обратной пропорциональности:	Изобразите графически зависимость силы всемирного тяготения от расстояния между центрами взаимодействующих тел
Уравнение	Линейное уравнение Квадратное уравнение Система уравнений Решение системы уравнений	Расстояние от предмета до экрана 0,75 м, а оптическая сила линзы 6 дптр. Найдите расстояние от предмета до линзы и от линзы до изображения
Действия над степенями с рациональным показателем	Степень числа а Стандартный вид числа	Запишите в стандартном виде: 1) площадь поверхности Земли 510083000000000 м ² ; 2) масса Земли 6000000000000000000000000000 кг; 3) диаметр молекулы воды 0,0000000003 м
Производная	Средняя скорость изменения функции на промежутке – Смысл производной –	Зависимость координаты некоторого тела от времени выражается уравнением движения $x(t) = 10 + 4t - t^2$. Каковы начальная скорость и ускорение тела?
Элементы векторной алгебры	Вектор. Сложение двух векторов	Найдите равнодействующую двух приложенных в одной точке сил, модули которых 5 Н и 7 Н, угол между силами 60°
Приближенные вычисления	Правило округления. Значащие цифры числа	

В качестве инструмента раскрытия навыков применения знаний из области математики к решению задач по физике можно использовать следующий подход:

Пример. Заполните таблицу «Применение математических знаний по теме «Функции и их графики к решению задач по физике».

Функции и их графики		
Математика		Физика
Вид функции	График функции	Соответствующие функциональные зависимости в физике
Линейная функция $y=kx+b$		
Прямая пропорциональность $y=kx, b=0$		
Квадратичная функция $y=kx^2+bx+c$		
Обратная пропорциональность		

Значительную роль в физических задачах, представленных в КИМ ОГЭ, играют математические расчеты, верность которых определяется нередко приближенными вычислениями, связанными с округлением чисел. При этом должны использоваться следующие правила:

1) при сложении и вычитании приближенных чисел в полученном результате нужно отбрасывать по правилам округления цифры тех разрядов справа, в которых нет значащих цифр хотя бы в одном из данных приближенных чисел;

2) при умножении и делении приближенных чисел в полученном результате нужно сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет приближенное данное с наименьшим количеством значащих цифр;

3) при возведении приближенного числа в квадрат и куб нужно в результате сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет возводимое в степень число;

4) при извлечении корня в результате следует брать столько значащих цифр, сколько их имеет подкоренное приближенное число.

Также важно представить учащимся приближенные алгебраические действия. В этом случае проводятся преобразования выражения, содержащего обозначенную буквой величину, относительно которой известно лишь, что она мала. Одна из наиболее популярных формул алгебры приближенных чисел выглядит следующим образом:

$$(1+x)^2 \approx 1+2x.$$

Проверим ее. Возьмем $x=0,001$. Тогда $(1+0,001)^2 = 1,002001$, что с хорошей точностью равно 1,002. В этом частном случае формула «сработала». Пользуясь известным соотношением алгебры, можно записать точное выражение

$$(1+x)^2 = 1+2x+x^2.$$

Значит, чтобы получить нашу приближенную формулу, необходимо пренебречь величиной x^2 . Нетрудно понять, что так можно делать, если величина x мала по сравнению с единицей. Обычно условие, что x значительно меньше единицы, записывают следующим образом:

$$x \ll 1.$$

Выпишем основные формулы алгебры приближенных чисел.

$$(1+x)^2 \approx 1+2x$$

$$\sqrt{1+x} \approx 1+x/2$$

$$\frac{1}{(1+x)} \approx 1-x$$

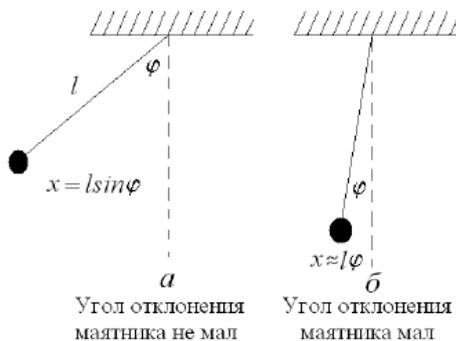
$$\sin x \approx x$$

$$\cos x \approx 1-x^2/2$$

$$e^x \approx 1+x$$

Во всех этих формулах предполагается, что величина x мала по сравнению с единицей, причем в тригонометрических формулах величина x измерена в радианах. Как мы видим, графики близки друг к другу в некоторой области значений переменной x . В подобном случае говорят, что функция $y=1+x/2$ *аппроксимирует* функцию $y=(1+x)^2$ в этой области.

Для применения приближенных равенств в физике должны быть какие-то основания, характеризующие особенности происходящих явлений. Например, если маятник совершает колебания около положения равновесия, то его смещение вычисляется по формуле $x = l \sin \varphi$, где l - длина нити, φ - угол отклонения маятника (рисунок). Если колебания происходят так, что угол отклонения маятника все время остается малым, то можно воспользоваться соотношением $\sin \varphi \approx \varphi$ и считать, что $x \approx l\varphi$. Этим приближенным равенством можно пользоваться при условии $\varphi \ll 1$. Нетрудно видеть, что это же условие можно сформулировать и иначе: $x \ll l$, т.е. смещение маятника мало по сравнению с длиной нити.



Для физика очень важно условие малости физической величины. При решении задач это условие иногда сразу бросается в глаза. Например, если при решении задачи о движении на блоке двух грузов с массами 200 г и 100 г, скрепленных нитью массы 0,1 г, совершенно ясно, что масса нити мала по сравнению с массами грузов. Бывает, однако, и так, что условие малости величины завуалировано. Рассмотрим, например, решение подобной задачи.

Пример. На поверхности воды плавает цилиндр длины $l = 20$ см и радиусом $R = 2$ см так, что он погружен в воду на глубину $h = 3$ см. На цилиндр посередине сверху надавливают пальцем с силой $F = 0,02$ Н. Чему равна глубина погружения цилиндра?

Решение.

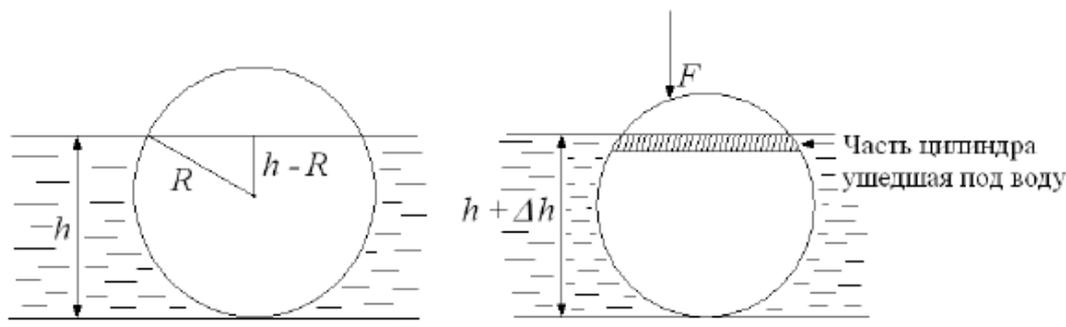
Оценим по порядку величины максимальную архимедову силу, которая может действовать на цилиндр: $F_{\text{Ар}} = \rho g V = \pi \rho g R^2 l \approx 2,4 \text{ Н}$. Но сила, действующая со стороны пальца, $F = 0,02 \text{ Н}$. Следовательно, она мала по сравнению с максимальной архимедовой силой:

$$F \ll F_{\text{Ар}}.$$

Отсюда можем сделать вывод о том, что под действием пальца цилиндр погрузится в воду на глубину Δh , где Δh - малая величина по сравнению с первоначальной глубиной h :

$$\Delta h \ll h.$$

Определим Δh . По закону Архимеда $F = \rho g \Delta V$, где ΔV - часть цилиндра, ушедшая под воду при надавливании пальцем



При малом заглублении цилиндра в воду под действием силы F можно считать, что объем $\Delta V \approx S \Delta h$, где S - площадь сечения цилиндра плоскостью, совпадающей с поверхностью воды. Итак,

$$\Delta V \approx S \Delta h = 2 \sqrt{R^2 - (h - R)^2} \cdot l \Delta h = 2 \sqrt{(2R - h)h} l \Delta h.$$

Отсюда легко получаем, что

$$\Delta h \approx F / [2 \rho g l \sqrt{h(2R - h)}] \approx 0,3 \text{ мм}.$$

Таким образом, предположение, что цилиндр очень незначительно углубится в воду, подтвердилось, поскольку величина $\Delta h \approx 0,3 \text{ мм}$ много меньше величины $h = 3 \text{ см}$. Здесь важно одно правило: в физике не бывает просто малых величин. Если говорится, что какая-то величина мала, значит, необходимо указать, по сравнению с чем она мала. Если предполагается малость какой-то физической величины в ходе решения задачи, то уже «решив» задачу необходимо проверить свое предположение, посмотреть, действительно ли полученное значение физической величины удовлетворяет необходимому условию.

Библиография

1. Генденштейн, Л.Э. Как научить решать задачи по физике и подготовить к ГИА / Л.Э. Генденштейн, В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров // Физика – Первое сентября. – 2010. - № 19, 1-15 октября. – С. 36-40.
2. Генденштейн, Л.Э. Как научить решать задачи по физике (основная школа): Подготовка к ГИА / Л.Э. Генденштейн // Физика – Первое сентября. – 2010. - № 16, 16-31 августа. – С. 28-32.
3. Кабардин О.Ф. Физика. 9 класс: сборник тестовых заданий для подготовки к итоговой аттестации за курс основной школы. – М.: Дрофа, 2008. – 219 с.
4. Камзеева Е.Е., Демидова М.Ю. Государственная итоговая аттестация по образовательным программам основного общего образования в 2014 г. в форме ОГЭ. Учебно-методические материалы для подготовки экспертов предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом.
5. Маркова С. Готовимся к ЕГЭ по математике на уроках физики (или к ЕГЭ по физике на уроках математики) «Физика. № 11». – М.: издательский дом Первое сентября. – Июнь. - 2010.
6. Нурминский А.И. Физика. 7-9 классы./ А.И. Нурминский, И.И. Нурминский, Н.В. Нурминская. – М.: Дрофа, 2011. – 158 с.
7. Психологическая диагностика и коррекция умственного развития учащихся (пособие для школьных психологов) / Под ред. К.М. Гуревича, И.В. Дубровиной. - М.: Олимп, 1990.
8. Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 1. Подходы, компоненты, уроки, задания / Под ред. Э.М. Браверман. Пособие для учителей и методистов. - М.: Ассоциация учителей физики, 2003. – 400 с.
9. Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 2. Развитие мышления: общие представления, обучение мыслительным операциям / Под ред. Э.М.Браверман. Пособие для учителей и методистов. М.: Ассоциация учителей физики, 2005. – 272 с.
10. Преподавание физики, развивающее ученика. Кн. 3. Формирование образного и логического мышления, понимания, памяти. Развитие речи / Под ред. Э.М. Браверман. Пособие для учителей и методистов. - М.: Ассоциация учителей физики, 2005. – 360 с.
11. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988. – 112 с.
12. Усова А.В., Тулькибаева Н.Н. Практикум по решению физических задач. – М.: Просвещение, 2001. – 206 с.
13. Электронный ресурс: <http://pedsovet.su/> Моржакова Т.Ю. Использование ключевых ситуаций на уроках физики.

Марина Анатольевна КУНАШ

**ЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ
ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ
К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ФИЗИКЕ**

Часть 1.

Подготовка учащихся
к Государственной итоговой аттестации по физике
в форме ОГЭ

Учебно-методическое пособие

Редактор Лившиц Н.Б.

Подписано в печать 03.02.15. Формат 60x84/16. Уч.-изд. л. 3,6.

Тираж 18 экз. Заказ

Отпечатано в ГАУДПО МО «Институт развития образования»

183010, г. Мурманск, ул. Советская, 9а