

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Выпускающая кафедра физики и методики обучения физике

Шангина Елизавета Андреевна
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема «Методика обучения решению задач ЕГЭ по физике высокого
уровня сложности»

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы физика и информатика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой физики и
методики обучения физике,
к.п.н., профессор
В.И.Тесленко
« 13 » июня 2017



Руководитель
к.п.н., доцент кафедры
физики и методики
обучения физике
Е.И.Трубицина *Трубицина*

Дата защиты « 27 » июня 2017

Обучающийся Шангина Е.А.
« 13 » июня 2017 *Шангина*
Оценка *отлично*

Красноярск 2017

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| Глава 1 | 6 |
| 1.1. Статистика результатов ЕГЭ по физики за 4 года..... | 6 |
| 1.2. Выявление типичных ошибок при проведении ЕГЭ по физике | 17 |
| Выводы по первой главе | 31 |
| Глава 2..... | 34 |
| 2.1. Методика обучения учащихся решению задач по физике | 34 |
| 2.2. Методика обучения учащихся решению задач ЕГЭ высокого уровня сложности по молекулярной физике..... | 43 |
| Выводы по второй главе | 53 |
| Заключение | 56 |
| Библиографический список | 57 |

Введение

Единый государственный экзамен, несмотря на накопленный опыт его реализации, до сих пор вызывает много вопросов в самых различных аспектах. Согласно данным статистических отчетов, как Федерального института педагогических измерений (ФИПИ), так и комиссий по ЕГЭ Красноярского края, большинство учащихся предпочитают выполнять задания базового и повышенного уровня сложности, к заданиям высокого уровня сложности приступают лишь 20% учащихся.

Физика у многих школьников имеет репутацию сложного предмета. Действительно, школьный курс физики касается большого числа явлений и закономерностей. В отличие от большинства других школьных дисциплин естественнонаучного цикла, физика требует высокого уровня математической подготовки. Единый государственный экзамен по физике добавляет к этим сложностям новые, вытекающие из специфики проведения ЕГЭ и из содержания контрольных измерительных материалов (КИМ). К негативным моментам можно отнести и позднюю ориентированность самих учащихся в выборе предмета. Решение проблем на данном этапе видится в разработке каждым учителем индивидуальных планов, их реализации, в которых предусмотрены и индивидуальные, и групповые тематические внеурочные занятия, и дифференцированный подход к данной категории учащихся непосредственно в урочной деятельности.

В соответствии с положениями ЕГЭ учащийся за строго ограниченное время должен выполнить максимальное число заданий. Для этого он должен знать процедуру экзамена, понимать смысл предлагаемых заданий и владеть методами их выполнения, уметь правильно оформить результаты выполнения отдельных заданий, уметь распределить общее время экзамена на все задания, иметь собственную оценку своих достижений в изучении физики. Именно такого ученика и надо подготовить, организовав специальные занятия, домашнюю работу и консультации.

Любое задание экзаменационной работы требует опоры на определенный теоретический материал по физике. Чтобы облегчить ученику ориентировку в этом материале, следует привести его знания по физике в определенную систему. Поэтому первый этап подготовки - систематизация теоретического материала. Затем поэтапно тренироваться в решении задач разного уровня сложности. Завершить подготовку следует решением вариантов ЕГЭ с целью выработки стратегии выполнения заданий на экзамене.

Объект исследования: подготовка обучающихся к ЕГЭ по физике.

Предмет исследования: методика обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ.

Целью исследования является разработка методики обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ по физике.

Основные задачи исследования:

1. Рассмотреть статистику результатов ЕГЭ по физике за 4 года;
2. Выявить типичные ошибки, допущенные в ходе выполнения тестирования;
3. Проанализировать существующие методики подготовки учащихся к решению задач ЕГЭ высокого уровня сложности;
4. Разработать методику, которая позволит школьникам успешно справляться с задачами высокого уровня сложности ЕГЭ по молекулярной физике;

Для решения поставленных задач использовались следующие методы: анализ отчетов ЕГЭ по физике 2013-2016гг., изучение и анализ научно-методической и учебной литературы по теме исследования, анализ различных методик решения задач ЕГЭ высокого уровня сложности по физике.

Апробация основных результатов данной работы осуществлялась в рамках XVIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века».

Практическая значимость работы заключается в разработке методики обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ по молекулярной физике, для дальнейшей реализации на практике.

Данная ВКР состоит из 2 глав, объем всей работы 57 страницы, глава 1-27 страниц, глава 2-21 страница, заключение 1 страница.

Глава 1

1.1. Статистика результатов ЕГЭ по физике за 4 года

ЕГЭ является централизованно проводимым в Российской Федерации экзаменом. При проведении экзамена на всей территории России применяются однотипные задания и единые методы оценки качества выполнения работ. С 2009 года ЕГЭ является единственной формой выпускных экзаменов в школе и основной формой вступительных экзаменов в ВУЗы[12].

В нашей выпускной квалификационной работе мы возьмем статистику сдачи ЕГЭ по физике с 2013 по 2016 год.

2013 год: Каждый вариант экзаменационной работы 2013 г. состоял из 3 частей и содержал 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 21 задание с выбором ответа; часть 2 – 4 задания, к которым требовалось дать краткий ответ, а в части 3 было предложено 10 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач: 4 задания с выбором ответа и 6 заданий, для которых необходимо было привести развернутый ответ.

К заданиям базового уровня отнесено 20 заданий с выбором ответа и 2 задания с кратким ответом. Задания повышенного уровня содержались во всех частях работы (5 заданий с выбором ответа, 2 задания с кратким ответом и 1 качественная задача, требующая развернутого ответа). Задания высокого уровня сложности представляют собой 5 расчетных задач в части 3 работы. На задания базового уровня сложности приходилось 47%; повышенного уровня – 24%; высокого уровня – 29% от максимального первичного балла[11].

КИМ содержали задания по всем разделам школьного курса физики: не менее 10 заданий по механике, 7 заданий по молекулярной физике, 11 заданий по электродинамике и 5 заданий по квантовой физике. Задания экзаменационной работы обеспечивали проверку следующих видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса

физики, использование теоретических знаний для объяснения физических явлений и свойств тел, методологические умения и решение задач.

По сравнению с предыдущим годом структура работы и распределение заданий по содержанию не изменились. Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы – 51. Общее время выполнения работы – 235 минут. Минимальная граница ЕГЭ по физике 2013 г. была установлена на уровне 36 тестовых баллов, что соответствует 11 первичным баллам.

2014 год: Каждый вариант экзаменационной работы 2014 г. состоял из трех частей и включал 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 21 задание с выбором ответа; часть 2 – 4 задания, к которым требовалось дать краткий ответ в виде последовательности цифр. Часть 3 состояла из 10 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач, из них 4 задания с выбором одного верного ответа и 6 заданий, для которых необходимо было привести развернутый ответ[11].

Структура работы обеспечивала проверку следующих видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики (понимание смысла физических понятий, явлений, моделей, величин, законов); освоение основ знаний о методах научного познания; решение задач различного типа и уровня сложности. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверялось опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах заданий или дистракторах (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки). В экзаменационной работе использовались задания на основе фотографий или рисунков физических опытов, которые диагностируют овладение частью экспериментальных умений.

Модель КИМ ЕГЭ по физике в 2014 г. по сравнению с предыдущим годом осталась без принципиальных изменений. Однако процесс

совершенствования контрольных измерительных материалов затронул следующие аспекты.

1. Были усовершенствованы критерии оценивания заданий с развернутым ответом.

2. В вариантах была увеличена доля заданий, проверяющих особенности различных физических явлений, за счет вопросов, касающихся применения формул и законов в рамках простых ситуаций расчетного характера.

3. В рамках проверки методологических умений была увеличена доля заданий, проверяющих умение интерпретировать результаты различных опытов на основе экспериментальных данных: таблиц или графиков зависимостей величин, построенных с учетом абсолютных погрешностей измерений.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы (51 балл) и общее время выполнения работы (235 минут) не изменились.

В каждом экзаменационном варианте часть заданий базового уровня с выбором ответа и 2 задания с кратким ответом проверяли усвоение различных физических явлений и процессов. При этом небольшая часть заданий была ориентирована на узнавание явлений или условий их протеканий, а большинство заданий – на объяснение явлений и анализ физических процессов на основании имеющихся теоретических знаний.

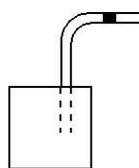
Наиболее высокие результаты получены для заданий с выбором ответа, оценивающих взаимодействие постоянных магнитов (71%), узнавание явлений дисперсии и дифракции (85%) и явлений плавления, кипения и кристаллизации (78%), изображение в плоском зеркале (85%) и изображение в линзах (82%). В последнем случае у выпускников возникали затруднения, если, кроме определения положения изображения, необходимо было вычислить оптическую силу линзы 49% выполнения[11].

Наиболее сложными стали задания, в которых нужно было соотнести описание реального процесса с одним из изопроецессов в газах.

Пример1[4].

В герметично закрытый пакет из-под сока вставлена изогнутая трубочка для коктейля (см. рисунок), внутри которой находится небольшой столбик сока. Если обхватить пакет руками и нагревать его, не оказывая на него давления, столбик сока начинает двигаться вправо к открытому концу трубочки. Какой процесс происходит с воздухом в пакете?

1. изохорное нагревание
2. изобарное расширение
3. изотермическое расширение
4. адиабатное сжатие



Ответ: 2

С этим заданием справились лишь 42% участников экзамена. Очевидно, анализ реальных жизненных ситуаций необходимо чаще включать в учебный процесс.

Задания с кратким ответом были направлены на проверку умения применять физические величины для анализа различных физических процессов. Как правило, использовались типовые учебные ситуации, для которых необходимо было определить характер изменения трех различных физических величин. Ниже перечислены результаты выполнения таких заданий в зависимости от рассматриваемого процесса (средний процент тестируемых, набравших за задание 2 балла)[11]:

- ✓ движение тела, брошенного горизонтально – 33%;
- ✓ движение тела по наклонной плоскости – 20%;
- ✓ изопроецессы, процессы в газах – 48%
- ✓ зарядка конденсатора, подключенного к источнику тока – 18%;
- ✓ дифракция света – 10%;
- ✓ явление фотоэффекта – 18%;
- ✓ ядерные реакции – 38%.

Наибольшие затруднения вызывают задания с использованием схематичных рисунков[11]:

- ✓ определение направления силы Лоренца – 46%;
- ✓ определение направления силы Ампера – 48%;
- ✓ определение плеча силы – 41%.

Результаты выполнения заданий на проверку понимания смысла основных физических принципов и постулатов в целом остались на уровне 2012 г. Ниже перечислены средние проценты выполнения групп заданий[11]:

- ✓ принцип суперпозиции сил – 72%;
- ✓ закон сохранения энергии в механических процессах – 66%;
- ✓ первый закон термодинамики – 67%;
- ✓ принцип суперпозиции электрических полей – 53%;
- ✓ постоянство скорости света – 65%;
- ✓ постулаты Бора – 43%.

Хочется отметить, что впервые за годы проведения ЕГЭ отмечен уровень освоения для заданий, проверяющих постоянство скорости света. Проблемными остаются лишь задания на излучение и поглощение света атомом

В ЕГЭ по физике в 2015 г. (основной день) приняло участие около 170 тыс. выпускников, что составило около 24% от всего числа участников единого экзамена. В процентном отношении к общему числу участников ЕГЭ число выпускников, выбирающих экзамен по физике, в течение трех последних лет остается практически без изменений.

Результаты ЕГЭ по физике 2015 г. оказались выше показателей 2014 г. В стобалльной шкале средний тестовый балл составил 51,2, что существенно превышает средний балл 2014 г. – 45,7[11].

Минимальный балл ЕГЭ по физике в этом году, так же как и в прошлом, был установлен на уровне 36 тестовых баллов. Процент

участников экзамена, не преодолевших минимальной границы, по сравнению с прошлым годом существенно снизился и составил 6,9%.

Максимальный тестовый балл набрали 224 участника экзамена, что выше, чем в предыдущем году (в 2014 г. – 143 человека). 100-балльники есть в 51 регионе, в 2014 г. таких регионов было 38.

В 2015 г. доля участников экзамена, набравших 81 – 100 баллов, составила 4,5%, что существенно выше, чем в предыдущем году (в 2014 г. – 2,9%)[11].

В существующей системе шкалирования получение участниками экзамена баллов в интервале от 62 до 100 тестовых баллов демонстрирует их готовность к успешному продолжению образования в высших учебных заведениях. Группа участников экзамена, набравших более 62 баллов, в прошлом году составляла 10,6%, а в этом выросла до 17,7%.

В таблице 1 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

Таблица 1

| Раздел курса физики | Средний % выполнения по группам заданий |
|---------------------|---|
| Механика | 52,4 |
| МКТ и термодинамика | 54,8 |
| Электродинамика | 45,4 |
| Квантовая физика | 56,2 |

Как видно из таблицы, наиболее высокие результаты получены по квантовой физике, но связано это с особенностями экзаменационной модели текущего года: включение во все варианты линии заданий, проверяющей строение атома и атомного ядра и использование в качестве задания с развернутым ответом задач на понимание явления фотоэффекта, т.е. тех элементов содержания, которые в данном разделе традиционно осваиваются наиболее успешно.

Исходя из общепринятых норм, при которых содержательный элемент или умение считается усвоенным, если средний процент выполнения соответствующей им группы заданий с выбором ответа превышает 65%, а заданий с кратким и развернутым ответами – 50%, можно говорить об усвоении следующих элементов содержания и умений:

- построение графиков скорости и ускорения для равномерного и равноускоренного прямолинейного движения;

- силы в природе, закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, условие равновесия рычага, пружинный и математический маятники, механические волны (формулы);

- изменение физических величин в механических, тепловых и электромагнитных процессах и установление соответствия между физическими величинами и формулами или графиками для этих процессов;

- планетарная модель атома, нуклонная модель ядра, ядерные реакции, фотоны, закон радиоактивного распада;

- изменение физических величин при протекании фотоэффекта и ядерных реакциях;

- определение показаний приборов с учетом абсолютной погрешности измерений, построение графиков по результатам измерений с учетом абсолютной погрешности, выбор оборудования для проведения опыта по заданной гипотезе;

- интерпретация результатов исследований, представленных в виде таблицы или графика;

- расчетные задачи повышенного уровня сложности на применение изо процессов.

К проблемным можно отнести группы заданий, которые контролировали следующие умения:

- применение принципа суперпозиции тел, законы Ньютона;

- объяснение электромагнитных явлений (электризация тел, проводники и диэлектрики)

- в электрическом поле, электромагнитная индукция, дифракция света);
- определение направления векторных величин (магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца);
- применение закона Ома для участка цепи, содержащего смешанное соединение проводников;
- расчет параметров с использованием закона электромагнитной индукции Фарадея;
- применение законов преломления света, ход лучей в линзе;
- решение расчетных задач повышенного уровня сложности по механике и электродинамике,
- решение качественных задач повышенного уровня сложности. – решение расчетных задач высокого уровня сложности[12].

На ЕГЭ по физике в 2016 г. использовалась та же экзаменационная модель контрольных измерительных материалов, что и в прошлом году. По сравнению с 2015 г. был расширен перечень контролируемых элементов содержания, который проверялся линиями заданий с кратким ответом. Кроме того, в вариантах был использован более широкий спектр оригинальных задач высокого уровня сложности, для которых необходимо было самостоятельно выделить необходимую для решения физическую модель.

Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, из которых 9 заданий с выбором одного верного ответа, 18 заданий с кратким ответом и 5 заданий с развернутым ответом.

Каждый вариант экзаменационной работы включал в себя контролируемые элементы содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагались задания всех таксономических уровней. В экзаменационной работе контролировались элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики.

- ✓ Механика(кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны).

- ✓ Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).
- ✓ Электродинамика и основы СТО (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО).
- ✓ Квантовая физика(корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

В каждом варианте работы предлагалось 19 заданий базового уровня, 9 заданий повышенного и 4 задания высокого уровня сложности. Задания базового уровня были включены в часть 1 работы, задания повышенного уровня распределены между двумя частями работы, а задания высокого уровня сложности располагались в части 2 работы.

Часть 1 содержала 24 задания, из которых 9 заданий с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и 15 заданий с кратким ответом в виде числа или последовательности цифр. 22 задания этой части проверяли усвоение понятийного аппарата курса физики (в том числе применение знаний при объяснении физических явлений и использование законов и формул в несложных расчетных ситуациях), а последние 2 задания – овладение методологическими умениями.

Решению задач была отведена часть 2 работы, которая содержала задачи по всем разделам разного уровня сложности и позволяла проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях. Часть 2 содержала 8 заданий, из которых 3 задания с кратким ответом и 5 заданий, для которых необходимо было привести развернутый ответ.

Задания с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и в виде числа оцениваются 1 баллом. Задания на установление соответствия и множественный выбор оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа, 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки.

Задания с развернутым ответом оцениваются двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл – от нуля до максимального балла. Максимальный первичный балл за задания с развернутым ответом составляет 3 балла.

Минимальная граница для КИМ ЕГЭ по физике установлена на уровне 36 тестовых баллов. Максимальный первичный балл за выполнение всей работы составлял 50 баллов. На выполнение всей экзаменационной работы отводится 235 минут[11].

В ЕГЭ по физике в 2016 г. (основной день) приняло участие 167 472 выпускника, что примерно соответствует числу участников в прошлом году (166 926). Наибольшее число участников ЕГЭ по физике, как и в 2015 г., отмечается в г. Москве, Московской области, г. Санкт-Петербурге, Республике Башкортостан, Краснодарском крае и Ростовской области.

В 2016 г. в сравнении с 2015 г. практически не изменилась доля неподготовленных участников экзамена (0 – 20 т.б.), несущественно увеличилась доля слабо подготовленных участников (до 40 т.б.) и снизились доли участников с результатами в диапазонах 61 – 80 и 81 – 100 т.б. При этом возросла доля участников, показавших «средние» результаты (в диапазоне от 50 до 60 баллов).

Для ЕГЭ по физике значимым является диапазон от 61 до 100 т.б., который демонстрирует готовность выпускников к успешному продолжению образования в организациях ВПО. Группа участников экзамена, набравших более 61 балла, в 2015 г. составляла 17,20%; в 2016 г. этот процент немного снизился – до 15,28%.

Ниже представлен анализ результатов выполнения экзаменационной работы для групп заданий по разным тематическим разделам и для групп заданий, проверяющих сформированность разных видов деятельности.

В табл. 2 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

Таблица 2

| Раздел курса физики | Средний % выполнения по группам заданий |
|---------------------|---|
| Механика | 52,2 |
| МКТ и термодинамика | 46,2 |
| Электродинамика | 41,8 |
| Квантовая физика | 57,9 |

Высокие результаты по квантовой физике объясняются тем, что в 2016 году задача по данному разделу была представлена лишь среди заданий с кратким ответом повышенного уровня сложности. В целом же отмечается более высокий уровень освоения содержательных элементов механики по сравнению с другими разделами курса. Очевидно, данному материалу уделяется значительное учебное время. Наиболее сложными, как и в 2015 году, оказываются задания по электродинамике.

В табл. 3 представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы по проверяемым видам деятельности.

Таблица 3

| Виды деятельности | Средний % выполнения по группам заданий- |
|---|--|
| Применение законов и формул в типовых ситуациях | 59,5 |
| Анализ и объяснение явлений и процессов | 58,6 |
| Методологические умения | 60,5 |
| Решение задач | 16,6 |

По сравнению с 2015 годом несколько улучшились показатели по группе заданий на интерпретацию свойств различных процессов и явлений. Вместе с тем по-прежнему низки результаты выполнения заданий на объяснение явлений, при этом повысились средние проценты выполнения заданий на анализ изменения физических величин в механических тепловых и электромагнитных процессах. Наиболее сложным видом деятельности

является решение расчетных и качественных задач. Для заданий с кратким ответом повышенного уровня средний процент выполнения составил 25,0, а для заданий с развернутым ответом – 11,6. Для заданий высокого уровня сложности отмечается небольшое увеличение средних процентов выполнения задач, использующих явно заданные физические модели, а для заданий с неявно заданными моделями результаты несколько снизились.

В блоке молекулярной физики наиболее высокие результаты продемонстрированы при выполнении заданий на определение КПД идеальной тепловой машины, а наибольшие трудности вызвали задания на применение первого закона термодинамики, в которых рассматривалась ситуация уменьшения внутренней энергии газа либо охлаждения газа. Пример одного из таких заданий, верный ответ на которое смогли дать лишь 42% экзаменуемых, приведен в примере 2.

Пример 2[5].

В некотором процессе газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 10 кДж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 30 кДж. Определите работу, которую совершили внешние силы, сжав газ.

Ответ: 40кДж.

Анализ надежности экзаменационных вариантов по физике подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надежность (коэффициент альфа Кронбаха)¹ КИМ по физике – 0,89

1.2. Выявление типичных ошибок при проведении ЕГЭ по физике

Для того чтобы провести анализ выявленных ошибок, для начала проведем анализ ошибок за каждый год. В 2013 году анализ результатов выполнения заданий, сконструированных на контексте различных экспериментов, показывает, что пока в процессе преподавания недостаточно внимания уделяется проведению ученических и демонстрационных опытов

либо не до конца осознается роль этих средств в формировании методологических умений. Целесообразно при постановке любых экспериментов не ограничиваться их иллюстративной функцией по отношению к изучаемому материалу, а уделять внимание особенностям экспериментальных установок, обсуждению возможных погрешностей эксперимента и интерпретации результатов опытов.

Анализ результатов решения задач за последние годы показывает, что в целом участники экзамена достаточно успешно справляются с расчетными задачами повышенного уровня сложности, которые представлены в вариантах заданиями с выбором ответа.

Среди заданий с развернутым ответом по-прежнему серьезные трудности вызывают качественные задачи. Как правило, большая группа тестируемых не приступают к выполнению этих заданий, в отличие от более сложных (но привычных) расчетных задач. Кроме того, анализ решений качественных задач показывает, что зачастую выпускники могут сформулировать правильный ответ и в целом понимают суть явлений, описываемых в задании, но не могут грамотно сформулировать логически непротиворечивое объяснение с опорой на необходимые законы или свойства явлений.

Отнюдь не все экзаменуемые, сумевшие сформулировать верный ответ (фототок насыщения уменьшится), смогли получить максимальный балл за решение задачи. В решении требовалось указать, что с учетом данных условия источник первоначально находится в переднем фокусе линзы. Если выполняются указанные в задаче требования, то в случае линзы с большим фокусным расстоянием источник света будет находиться на большем расстоянии от линзы. Поэтому число фотонов, падающих на вторую линзу в единицу времени, меньше, чем падающих на первую. Далее необходимо было соотнести фототок насыщения с числом фотонов, падающих на фотокатод, и затем сделать вывод, который и является правильным ответом. К сожалению, лишь третья часть участников из числа тех, кто попытался

написать объяснение, смогли указать в решении все необходимые обоснования

Как и при выполнении заданий базового уровня, наиболее сложными для выпускников оказываются задачи из раздела «Квантовая физика». При меньшей экспертной трудности этих заданий (явно заданная физическая модель, система уравнений для решения состоит из двух законов или формул и т.п.) реальная трудность этих заданий оказывается гораздо более высокой, чем аналогичных заданий по механике или электродинамике. В этом году в качестве заданий С6 предлагались следующие ситуации: образование атома водорода из протона и движущегося электрона, излучение атомом в этом процессе кванта света; излучение фотона покоящимся атомом, в результате чего он начинает двигаться; ускорение фотоэлектронов в электрическом поле; движение фотоэлектронов в электрическом и магнитном поле (при взаимно перпендикулярном направлении всех трех векторов); фотоэффект под действием фотона, излученного атомом водорода при переходе из одного состояния в другое.

Наиболее простой оказалась группа задач на определение кинетической энергии, скорости или импульса фотоэлектрона, выбитого фотоном, который, в свою очередь, испущен атомом водорода при переходе с одного энергетического уровня на другой. Также достаточно успешно выпускники справились и с группой задач на движение фотоэлектрона в электрическом поле. При решении задачи на движение фотоэлектрона во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях основным недочетом было использование на всех этапах решения равенств без четкой формулировки условия для соотношения кулоновской силы и силы Лоренца в виде неравенства.

Более сложными оказались нетиповые задачи на движение атома в результате излучения света и на образование атома с последующим излучением фотона. В первом случае затруднения возникали на этапе записи

закона сохранения импульса для системы «атом + фотон», а во втором случае – закона сохранения энергии.

При оценивании заданий С1 – С6 используются обобщенные критерии, которые публикуются в демонстрационном варианте экзаменационной работы к началу учебного года и затем в том же виде используются при проверке экзаменационных работ. Главной особенностью критериев оценивания заданий с развернутым ответом по физике является то, что они строятся на обобщенном описании полного правильного решения и не зависят от способа решения, выбранного выпускником.

Полный правильный ответ независимо от способа решения оценивается максимальным баллом, а наличие тех или иных недостатков или ошибок приводит к снижению оценки на 1 или 2 балла. Неверный ответ оценивается в 0 баллов. При этом в системе оценивания учтены наиболее типичные ошибки или недочеты, допускаемые экзаменуемыми, и определено их влияние на оценивание.

К каждому заданию с развернутым ответом экспертам предлагается образец возможного решения. Однако этот способ не является определяющим для построения шкалы оценивания работ выпускников, он лишь помогает эксперту в решении соответствующего задания. Рассмотрим на примерах особенности оценивания качественных и расчетных задач.

Качественные задачи С1 предполагают три основных элемента полного правильного ответа: непосредственно ответ на вопрос задания (например, как изменилась физическая величина, характеризующая процесс или показания приборов), построение объяснения с опорой на изученные физические закономерности или явления и указание используемых при объяснении особенностей явлений или закономерностей.

Следует еще раз отметить, что задания с развернутым ответом в ЕГЭ по физике призваны в первую очередь оценивать аргументированность и логичность решения задачи. Основной акцент и наибольшее количество баллов в критериях оценивания отводится именно пониманию физической

модели и логике решения. Неправильность же ответа, вызванная ошибками в математических преобразованиях или расчетах, приводит к снижению оценки только на 1 балл – с 3 до 2 баллов.

В 2014 годы были выявлены следующие ошибки: Большинство экзаменуемых, приступивших к решению задачи, смогли набрать лишь по 1 баллу, записав закон радиоактивного распада и уравнение Менделеева – Клапейрона. Наиболее распространенная ошибка в этом задании – отсутствие закона Дальтона (забывали, что давление в сосуде будет складываться из давления воздуха и давления образовавшегося гелия).

В 2015 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике при сохранении контролируемого содержания и общих подходов к оценке наиболее значимых для предмета видов деятельности. В связи с введением новой формы бланка ответов № 1, в котором нет необходимости группировать задания в зависимости от формы записи ответа,

В работе выделяется только две части. Часть 1 включает задания разных форм, ответы на которые записываются в бланк ответов № 1, а в конце части 2 предлагаются задания с развернутым ответом, решения для которых записываются на традиционном бланке ответов № 2[11].

По сравнению с предыдущим годом в КИМ ЕГЭ 2015 г. по физике сокращено общее число заданий (с 35 до 32), более чем в 2,5 раза уменьшено число заданий с выбором ответа и более чем в 4 раза увеличено число заданий с кратким ответом.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности (базовый, повышенный и высокий). Задания базового уровня проверяют усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания повышенного уровня направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. Задания высокого уровня

сложности проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации.

Часть 1 работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй – овладение методологическими умениями. Первый блок включает 22 задания, которые группируются исходя из тематической принадлежности:

- ✓ механика – 7 заданий;
- ✓ молекулярная физика – 5 заданий;
- ✓ электродинамика – 6 заданий;
- ✓ квантовая физика – 4 задания.

Группа заданий по каждому разделу начинается с двух заданий, в которых необходимо выбрать и записать один верный ответ из четырех предложенных, затем идут задания с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, а в конце – задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками или формулами, в которых ответ записывается в виде двух цифр.

В новой структуре форма заданий жестко «привязана» к его положению в варианте. Это позволяет более четко установить границы проверяемых элементов содержания для заданий базового уровня сложности. При подготовке тематического планирования обобщающего повторения необходимо внимательно изучить спецификацию работы и особенно обобщенный план. Покажем на примере раздела «Электродинамика» особенности проверяемого содержания для каждой из позиций в варианте

В 2015 году: выросли по сравнению с прошлым годом результаты выполнения заданий на анализ изменения физических величин в различных процессах. Так, по механике эти задания успешно выполнили в среднем 59%, по молекулярной физике – 53%, по электродинамике – 51%, а по квантовой физике – 50% участников экзамена. Хотя и здесь можно отметить отдельные проблемы.

Так, с анализом изменения емкости конденсатора, его заряда или разности потенциалов между обкладками при изменении геометрических размеров заряженного конденсатора справилось лишь 40% участников. А в заданиях на анализ явления плавания тела в жидкости (деревянный шарик плавает сначала в воде, а затем в жидкости с меньшей плотностью) около 80% экзаменуемых верно отметили, что сила тяжести, действующая на шарик, при этом не изменится. А вот то, что сила Архимеда также останется без изменений, поскольку в этом случае она равна силе тяжести, смогли указать лишь около 12% участников.

Хочется отдельно остановиться на результатах выполнения групп заданий, базирующихся на понимании различных графических зависимостей. Так, в этом году очень высокие результаты были достигнуты для заданий, проверяющих преобразование графиков: построение графика скорости по графику зависимости координаты от времени и графика ускорения по графику скорости – в среднем 70% выполнения. Несколько хуже (на уровне 50 – 55%) выполнены задания, в которых необходимо было построить график скорости по заданному в аналитической форме закону для изменения координаты или график ускорения – по закону изменения скорости.

Особого внимания заслуживают результаты выполнения заданий базового уровня сложности на объяснение различных явлений. Среди заданий по молекулярной физике уровень достижения продемонстрирован для заданий, связанных с наступлением теплового равновесия. Однако выбор верного объяснения для броуновского движения или диффузии продемонстрировали лишь половина из участников экзамена, а успешными здесь оказывались лишь выпускники с высоким уровнем подготовки. Пример одного из таких заданий приведен ниже.

Пример 1[4].

Если растолочь мел в мелкую пудру, высыпать её в стакан с водой и размешать, то, поместив каплю получившейся смеси под окуляр микроскопа,

можно увидеть, что частицы пудры движутся в капле хаотично. Чем можно объяснить такое движение частиц пудры?

1. диффузией молекул воды в крупинки пудры
2. хаотичными ударами со стороны молекул воды
3. притяжением крупинок пудры молекулами воды
4. сопротивлением воды движению в ней твердых тел

Ответ: 2

Крайне низкие результаты продемонстрированы для заданий на определение давления насыщенного пара.

Пример 2[5].

В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 50 кПа . Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 3 раза?

Ответ: 100 кПа .

Несмотря на то, что форма задания предполагала числовой ответ, расчеты здесь не нужны. Получение верного ответа связано с пониманием того, что при достижении паром давления, равного нормальному атмосферному, пар становится насыщенным, и дальше его давление при уменьшении объема не изменяется. К сожалению, результаты этой серии заданий оказались ниже границы освоения даже у наиболее подготовленных выпускников.

Анализ результатов выполнения групп заданий по различным разделам курса физики показывает, что в большинстве случаев при планировании учебной нагрузки на изучение тех или иных разделов существует некоторый «перекос» в сторону вопросов механики. Если сравнивать результаты выполнения заданий, проверяющих одинаковые виды деятельности и одинаковых по экспертной сложности, но сконструированных на содержании разных разделов, то оказывается, что в целом задания по механике выполняются существенно лучше, чем по электродинамике и квантовой

физике. Это говорит о том, что на изучение механики в целом учащиеся тратят большее количество учебного времени.

Возможно, у мотивированных школьников вопросам механики уделяется много времени еще в 9 классе, затем практически весь материал повторяется и изучается на более высоком уровне в начале 10 класса, а затем при повторении материала и подготовке к сдаче экзамена этому разделу также уделяется самое пристальное внимание. В результате такого распределения нагрузки значительно меньше, чем следует, уделяется времени и внимания вопросам изучения электромагнитных волн, волновой оптики и элементов квантовой физики. Поэтому целесообразно при разработке тематического планирования еще раз проанализировать результаты своих выпускников по выполнению заданий, относящихся к разным разделам курса физики, и внести соответствующие коррективы как в планы изучения нового материала, так и в планы подготовки к экзамену.

Еще одним злободневным вопросом остается вопрос математической подготовки школьников, выбирающих экзамен по физике. Здесь хочется отметить, что результаты выполнения экзамена не фиксируют существенных проблем в математической подготовке обучающихся с хорошей и отличной подготовкой. Они, как правило, успешно справляются с математическим этапом решения задач.

По результатам выполнения групп заданий, проверяющих освоение понятийного аппарата, можно сделать следующие выводы.

В процессе текущего оценивания и при повторении материала учителя, как правило, формируют дидактические материалы на основе заданий, аналогичных заданиям банка ЕГЭ. Здесь целесообразно не акцентировать внимание на форму заданий, т.е. не предлагать учащимся выполнять задания, например, только на анализ изменения физических величин в различных процессах. Эффективнее использовать тематический способ конструирования дидактических материалов, но при этом для каждого явления или закона включать задания разных форм, проверяющие все

особенности данного явления или закона. Например, группа заданий на колебания пружинного маятника должна включать задания: на анализ изменения всех физических величин, характеризующих колебания; на узнавание формул, по которым можно рассчитать все эти величины; на узнавание графиков, описывающих изменение во времени всех используемых физических величин, и расчетные задачи. В этом случае формируются и система знаний о данном явлении или процессе, и основные умения, необходимые для освоения понятийного аппарата.

Нуждаются в корректировке методические приемы, используемые при освоении отдельных содержательных элементов[6]. Так, из года в год по результатам ЕГЭ фиксируются низкие результаты по заданиям, касающимся понятий «насыщенные пары» и «влажность воздуха». В первом случае наибольшие затруднения вызывает понимание процесса перехода ненасыщенных паров в насыщенные и, соответственно, процессе изменения концентрации молекул воды и давления пара. А во втором – тот факт, что относительная влажность не бывает выше 100%. Здесь обязательно нужно продемонстрировать опыт по переходу ненасыщенного пара в насыщенный и выпадение росы, формируя у школьников наглядный образ этого процесса. А относительную влажность вводить через плотности паров, а затем уже переходить на соотношение давлений.

Традиционно сложными оказываются задания, в которых обсуждается плавание тел на поверхности жидкости. В этом случае учащиеся забывают про равенство модулей силы тяжести и силы Архимеда. Связано это, на наш взгляд, с отработкой данного материала на заданиях, рассматривающих процесс плавания через соотношение плотностей. При этом учащиеся забывают о необходимости применения законов Ньютона и допускают ошибки в рассуждениях. Здесь можно порекомендовать расширить спектр задач по статике, добавив в этот раздел задачи на плавание тел, при решении которых отрабатывается алгоритм анализа ситуации через рассмотрение действующих на тело сил[6].

Анализ результатов выполнения заданий, проверяющих методологические умения, показывает, что участники экзамена успешно овладели такими умениями, как выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе, запись показаний прибора с учетом заданной абсолютной погрешности измерений, построение графиков зависимостей величин по результатам опыта с учетом абсолютных погрешностей измерений. Однако резкое ухудшение результатов при использовании заданий, построенных на фотографиях реальных опытов, говорит о том, что эти умения формируются по большей части при работе над заданиями теоретического плана, а не в процессе выполнения лабораторных работ на реальном оборудовании.

К сожалению, при проведении ЕГЭ по физике в силу технологических сложностей сформированность методологических умений можно проверить только посредством модельных теоретических заданий. Но это не означает, что формирование этих умений в учебном процессе может базироваться лишь на выполнении аналогичных заданий. Полноценное овладение приемами проведения измерений и опытов возможно только при выполнении лабораторных опытов на реальном оборудовании.

Хочется отметить, что нецелесообразно уменьшать учебное время, отводимое в программе профильных классов на лабораторные работы и работы практикума. Это негативно сказывается не только на формировании умений, связанных с проведением опытов и измерений, но и на освоении содержания и формировании умений объяснять физические явления и процессы.

При подготовке обучающихся к сдаче ЕГЭ следует учесть, что в КИМ 2016 г. в ряду заданий на проверку методологических умений приоритет был отдан заданиям на базе фотографий реальных опытов. Например, приборы, показания которых нужно определить, будут предлагаться не отдельным рисунком шкалы, а как часть лабораторной установки. Поэтому даже для выполнения самых простых заданий нужно будет, используя фотографию, разобраться в особенностях опыта.

Негативные тенденции использования методики «меловой физики» сказываются на результатах выполнения практически всех заданий, которые базируются на содержании различных лабораторных или демонстрационных опытов[10]. Ярким примером здесь являются достаточно низкие результаты выполнения заданий на интерпретацию результатов опыта, в котором линзу переносят из одной среды в другую. В серии таких заданий необходимо было выявить изменения свойств линзы при перенесении ее из одной среды в другую (например, из воздуха в воду). Правильно выбрать оба верных утверждения (и о типе линзы – собирающая или рассеивающая, и об изменении фокусного расстояния или оптической силы) смогли лишь треть учащихся, и еще около половины выпускников верно указали только одно утверждение о типе линзы. Хочется отметить, что для выполнения этого задания не нужно было знать формулу для фокусного расстояния линзы через радиусы поверхностей и показатели преломления сред. Можно было проанализировать ситуацию, исходя из общих представлений о преломлении света в среде и, главное, базируясь на соответствующих демонстрационных опытах (их описания есть в традиционных изданиях по демонстрационному эксперименту).

В КИМ 2016 г. по физике включены качественные задачи, построенные на базе стандартных демонстрационных экспериментов. Успешность выполнения таких заданий будет зависеть не только от понимания особенностей соответствующих явлений, но и от того, были ли эти эксперименты частью учебного процесса.

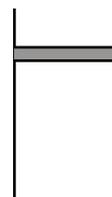
Анализ выполнения заданий, проверяющих сформированность умения решать качественные и расчетные задачи, позволяет сделать следующие выводы, как по разделам курса, так и по группам подготовки обучающихся.

По молекулярной физике предлагались задания на анализ изопроцессов, которые в среднем выполнили около 63% участников. Пример одного из заданий, которые вызвали затруднения, приведен ниже.

Пример 3[4].

В цилиндрическом сосуде под тяжёлым поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится



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

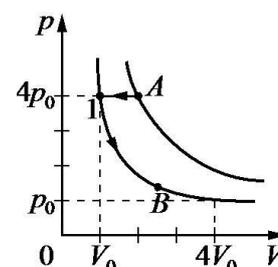
| Давление газа | Концентрация молекул газа |
|---------------|---------------------------|
| 3 | 3 |

С этим заданием справились лишь половина экзаменуемых, которые поняли, что газ в открытом сосуде под тяжелым поршнем будет находиться при постоянном давлении.

В разделе молекулярной физики на линии 7 предлагались задания на понимание графиков изопроцессов, которые успешно выполнялись не менее чем 60% экзаменуемых. Ниже приведен пример задания, с которым справились 72% выпускников.

Пример 4[4].

Два различных состояния одной и той же массы разреженного газа изображены точками А и В на диаграмме p - V . Переход газа из состояния А в состояние В осуществляется двумя изопроцессами, обозначенными стрелками. Какие это процессы?



1. А–1 – изобарное сжатие; 1–В – изотермическое сжатие
2. А–1 – изобарное сжатие; 1–В – изохорное охлаждение

3.А–1 – изобарное сжатие; 1–В – изотермическое расширение

4.А–1 – изобарное расширение; 1–В – изометрическое расширение

Ответ: 3

В варианты 2016 г. были включены две линии заданий на проверку методологических умений: задание 23 базового и задание 24 повышенного уровня сложности[10].

Среди заданий базового уровня сложности наиболее высокие результаты (в среднем 75%) продемонстрированы при выполнении заданий на выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе. Как и в прошлом году, среди заданий на запись показаний прибора с учетом заданной абсолютной погрешности измерений при тех же средних результатах выполнения наиболее сложными оказываются задания по фотографиям приборов, особенно в тех случаях, когда необходимо выбрать нужный прибор или нужную шкалу прибора. Например, задание, в котором необходимо было определить, в каком диапазоне находится измеренное барометром атмосферное давление, успешно выполнили лишь половина участников экзамена. Проблема заключалась в том, что нужно было верно выбрать одну из двух шкал (в гПа или мм рт. ст.).

Выполнение группы заданий на определение коэффициента пропорциональности по представленной экспериментальной зависимости одной физической величины от другой (с учетом абсолютных погрешностей измерений) свидетельствует о небольшой положительной динамике по сравнению с прошлыми годами.

Средний процент выполнения всех групп заданий на интерпретацию результатов различных опытов, представленных в виде графика или таблицы, составил порядка 55, что соответствует результатам прошлого года. Однако следует отметить, что в этих 2-балльных заданиях значительное место занимает группа участников, сумевшая правильно указать лишь один верный ответ.

Среди задач по молекулярной физике наибольшие затруднение

вызвали задачи на определение относительной влажности воздуха (см. пример ниже).

Пример 5[5].

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t=100\text{ C}$ равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объем под поршнем изотермически уменьшили в $k=4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n=3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

Стандартной ошибкой было непонимание того факта, что влажный воздух представляет собой смесь воздуха и водяного пара, а также незнание того факта, что давление насыщенного пара при температуре кипения равно нормальному атмосферному давлению.

Выводы по первой главе

Изучив статистические данные, взятые с сайта ФИПИ с 2013 по 2016 год можно сказать, что задания не особо претерпели изменения, однако все равно результат ЕГЭ по физике остается низким. Как видно из анализа результатов, практически по всем видам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике, чем заданий по квантовой физике и последним темам электродинамики (при одинаковой сложности задания по механике имеют более высокие средние проценты выполнения). При подготовке к экзамену желательно усовершенствовать тематическое планирование, перераспределив часть времени, отведенного на механику, «перебросив» его на электродинамику (особенно на темы «Электромагнитные колебания и волны» и «Оптика») и квантовую физику. Это позволит постепенно убрать существующий «перекос» результатов в выполнении одинаковых по сложности заданий.

Стоит отметить и отдельные темы, методика преподавания которых нуждается в совершенствовании. В первую очередь это элементы статики, поскольку низкие результаты продемонстрированы как для простых заданий

базового уровня, так и для расчетных задач части 2 работы. Как показывает анализ работ экзаменуемых, выпускники умеют записывать условия равновесия твердого тела, а основные их проблемы – неверные рисунки с указанием действующих сил (особенно сил реакции опор) и неверная запись моментов сил относительно выбранной оси.

Следующей «проблемной зоной» традиционно являются насыщенные пары и влажность воздуха. Трудности возникают на уровне понимания физики процессов (получение насыщенного пара, кипение жидкости, изменение влажности воздуха).

Успешность решения качественных задач зависит не только от глубины понимания физических процессов, описываемых в задании, но и от сформированности умения выстраивать обоснованные рассуждения. На каждом уроке должны присутствовать качественные задачи: от простых вопросов, требующих «одношаговых» ответов, до сложных задач с многоступенчатым обоснованием на основании нескольких законов или явлений. При этом необходимо использовать как письменные формы ответов, так и устные.

Для наиболее подготовленных выпускников акцентом должно стать решение задач с неявно заданной физической моделью, в которых необходимо требовать обоснование хода решения.

С точки зрения методики обучения решению задач целесообразно отказаться от принципа: «заучить как можно больше решений типовых задач». При таком подходе решение задач из сложной самостоятельной деятельности превращается практически в репродукцию, при которой показанные учителем алгоритмы решения без должного анализа и осмысления применяются к аналогичным задачам.

Гораздо более ценным является подход, при котором в классе разбирается наиболее сложная задача по данной теме, а затем в малых группах учащиеся сначала совместно друг с другом, а затем самостоятельно вырабатывают планы решения более простых задач (частных случаев

рассмотренной в классе задачи).

По этому, необходима особая методика для обучения решению задач ЕГЭ по физике высокого уровня сложности, которая позволит повысить количество школьников решающих задания данного уровня сложности.

Глава 2

2.1. Методика обучения учащихся решению задач по физике

В начале VII класса учащиеся не владеют общими методами решения физических задач, так как только здесь встречаются с ними впервые. Но им приходилось решать математические задачи с элементами физики.

В процессе решения математических и физических задач имеются общие операции. Поэтому возможно осуществить перенос умения решать математические задачи на решение физических задач. Так, учащиеся к началу обучения в VII классе уже владеют простейшими вычислительными умениями, а также умением построения графика. Но есть и такие операции, содержание которых в математике и физике не идентично (например, действия с именованными величинами).

К окончанию средней школы у учащихся должны быть сформированы общие методы решения задач. Процесс усвоения учащимися методов решения задач идет довольно сложно.

Наблюдения за деятельностью учащихся, изучение их знаний о методах решения задач на основе анализа письменных работ позволяют предположить, что усвоение общих методов идет путем усвоения содержания отдельных операций, из которых складывается деятельность учащихся[9]. На основе сравнения методов решения в различных классах, применяемых учащимися, можно судить о том, как происходит свертывание операций в определенную структуру, познание самой структуры.

В настоящее время представляется возможным выделить следующие основные этапы овладения учащимися методами решения задач[9]:

- 1) выработка умения анализировать условие задачи;
- 2) выработка умения выполнять отдельные операции, общие для большого класса задач;
- 3) овладение конкретными методами решения задач по определенной теме и определённого вида;

4) овладение предписаниями алгоритмического типа по решению задач определенных видов (вычислительных, логических, экспериментальных);

5) усвоение общего предписания алгоритмического типа по решению физической задачи.

Кратко опишем содержание каждого из этапов формирования у учащихся умения решать задачи.

Первый этап. Процесс анализа конкретных физических задач довольно сложен. Он начинается с восприятия условия задачи, заданной определенным кодом. Текстовый код (как более распространенный способ предъявления физической задачи) оказывается трудно воспринимаемым для образного представления содержания задачи. Поэтому процесс восприятия конкретной задачи сопровождается перекодированием ее условия с помощью кода более высокого порядка. Первой формой перекодирования задачи является форма краткой записи ее условия через буквенные и знаковые обозначения с соответствующими индексами, а также выполнение рисунков, чертежей, схем электрических цепей.

Второй этап начинается с выявления структуры процесса решения задачи. На первых порах происходит нечеткое (диффузно-рассеянное) восприятие самой структуры, но основное внимание обращается на содержание общих операций по решению любой физической задачи; идет процесс усвоения этих операций. Особое внимание должно быть уделено формированию таких операций, как выбор рациональных способов решения задачи, выполнение приближенных вычислений, выполнение действий с именованными величинами, преобразование единиц величин, применение различных способов проверки и анализ результата.

На третьем этапе происходит усвоение общей структуры решения класса задач по конкретной теме, на применение конкретных физических законов. На данном этапе усвоения учащимися общих методов решения задач данного класса усвоенные ранее операции выстраиваются в строгую

систему, которую можно рассматривать как предписание алгоритмического типа для решения задач по определенным темам.

Четвертый этап процесса усвоения учащимися методов решения физических задач заключается в том, что предписания алгоритмического типа для решения задач определенного вида (вычислительных, логических, экспериментальных) по конкретным темам и на конкретные законы обобщаются в общие предписания алгоритмического типа задач этого вида.

На пятом этапе происходит дальнейшее обобщение предписаний алгоритмического типа, при этом вырабатывается общее предписание алгоритмического типа для решения любой физической задачи.

Из большого многообразия учебных задач наиболее весомыми являются вычислительные задачи. Выделим цели решения вычислительных задач с позиций их роли в формировании понятий:

1. Уточнение признаков понятий.
2. Дифференцировка сходных по каким-либо признакам понятий.
3. Выработка умения применять понятия в учебной и практической деятельности.
4. Установление, уточнение или закрепление связи между понятиями.
5. Конкретизация понятий,
6. Уточнение объема понятий.

Решение задачи начинается с чтения условия, которое должно быть четким и выразительным. Учитель должен убедиться в том, что все термины и понятия в условии ясны для учащихся. Непонятные термины выясняются после первичного чтения. Одновременно необходимо выделить, какое явление, процесс или свойство тел описывается в задаче. Затем задача читается повторно, но уже с выделением данных и искомых величин. И только после этого осуществляют краткую запись условия задачи.

Условие задачи в краткой форме может быть записано в строчку и столбик. В методике преподавания общепринятой краткой формой записи является запись в столбик всех данных величин с помощью принятых

буквенных обозначений, а их числовые данные должны обязательно сопровождаться соответствующими наименованиями. При наличии нескольких значений одной и той же величины вводят индексы.

Способы записи условия задачи[8]:

| I | II | III | IV |
|--|--|--|--|
| 1. Вопрос задачи | 1.Значения величин, указанных в условии задачи | 1.Значения величин, указанных в условии задачи | 1. Указание явления или тела, о котором идет речь в задаче |
| 2.Значения величин, указанных в условии задачи | 2. Вопрос задачи | 2.Значения величин, найденных из таблиц | 2. Значения величин, указанных в условии задачи |
| 3.Значения величин, найденных из таблиц | 3.Значения величин, найденных из таблиц | 3. Вопрос задачи | 3. Вопрос задачи |
| | | | 4.Значения величин, найденных из таблиц |

Способ IV является наиболее рациональным, так как в нем указывается объект, о котором идет речь, что позволяет быстрее воспроизвести в памяти условие задачи.

Составление плана:

Действие ориентировки позволяет осуществить вторичный анализ воспринятого условия задачи, в результате выполнения которого выделяются физические теории, законы, уравнений, объясняющие конкретную задачу. Затем выделяются методы решения задач одного класса и находится оптимальный метод решения данной задачи. Результатом деятельности учащихся является план решения, который включает цепочку логических действий. Правильность выполнения действий по составлению плана решения задачи контролируется.

Процесс решения:

Во-первых, необходимо уточнить содержание известных уже действий. Действие ориентации на данном этапе предполагает еще раз выделение метода решения задачи и уточнение вида решаемой задачи по способу задания условия. Последующим действием является планирование. Планируется способ решения задачи, тот аппарат (логический, математический, экспериментальный) с помощью которого возможно осуществить дальнейшее ее решение.

Анализ решения:

Последний этап процесса решения задачи заключается в проверке полученного результата. Осуществляется он снова теми же действиями, но содержание действий изменяется. Действие ориентации - это выяснение сущности того, что необходимо проверить. Например, результатами решения могут быть значения величин коэффициентов, физических постоянных характеристик механизмов и машин, явлений и процессов.

Результат, полученный в ходе решения задачи, должен быть правдоподобным и соответствовать здравому смыслу.

Пример решения задачи в соответствии с рассмотренной методикой

Задача 1[6].

Какое число молекул содержится в идеальном газе, если он имеет при давлении $P=200$ кПа и температуре $T=280$ К объем, равный $V=40$ л?

| N- ? | СИ |
|---|----------------------------------|
| $P = 200$ кПа | $2 \cdot 10^5$ Па |
| $T = 280$ К | $4 \cdot 10^{-2}$ м ³ |
| $V=40$ л | |
| $N_a = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹ | |
| $R=8,31$ Дж/(моль·К) | |

Решение:

Число молекул можно найти по формуле

$$v = \frac{N}{N_a}, \quad (1)$$

где N_a – число Авогадро. Количество вещества v найдем из уравнения Менделеева-

Клапейрона для идеального газа $V = vRT$, откуда $v = \frac{PV}{RT}$. (2)

Выражаем из (1) N и с учетом (2) получаем:

$$N = \frac{N_a PV}{RT}.$$

Проверим размерность $[N] = \frac{\text{моль}^{-1} \cdot \text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot \text{К}} = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{Дж}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3}{\text{Дж}} = 1$

Проведем вычисления: $N = \frac{6.02 \cdot 10^{23} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{8.31 \cdot 280} = 2.07 \cdot 10^{24}$ (шт).

Ответ: число молекул при заданных условиях $N = 2,07 \cdot 10^{24}$ шт.

Задача 2[5].

Кислород массой $m = 2$ кг занимает объем $V_1 = 1$ м³ и находится под давлением $P_1 = 2,02 \cdot 10^5$ Па. Газ был последовательно нагрет при постоянном давлении до объема $V_2 = 3$ м³, а затем при постоянном объеме до давления $P_3 = 5 \cdot 10^5$ Па. Найти изменение внутренней энергии ΔU , работу газа A и переданное газу количество теплоты Q .

| |
|----------------------------------|
| ΔU - ? |
| A - ? |
| Q - ? |
| $m = 2$ кг |
| $V_1 = 1$ м ³ |
| $P_1 = 2 \cdot 10^5$ Па |
| $V_2 = 3$ м ³ |
| $P_2 = P_1$ |
| $P_3 = 5 \cdot 10^5$ Па |
| $V_3 = V_2$ |
| $R = 8,31$ |
| Дж/(моль·К) |
| $i = 5$ |
| $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |

Решение:

Изменение внутренней энергии ΔU находится по формуле:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T, \quad (1)$$

где μ - молярная масса кислорода, а i - число степеней свободы. Так как кислород в нормальных условиях - двухатомная молекула, следовательно, $i = 5$.

Полное изменение внутренней энергии будет зависеть только от разности начальной и конечной температуры T_1 и T_3 , которые найдем через уравнение Менделеева-

Клапейрона $PV = \frac{m}{\mu} RT$.

Откуда $T = \frac{\mu PV}{mR}$. (2)

Подставляя в (2) соответствующие значения P и V , получим значения температуры:

$$T_1 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1}{2 \cdot 8.31} = 385 \text{ (К)}.$$

$$T_3 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 3}{2 \cdot 8.31} = 2888 \text{ (К)}.$$

Подставляя в (1) числовые значения величин, получаем:

$$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 8.31(2888 - 385) = 3.25 \cdot 10^6 \text{ (Дж)}.$$

Работа газа будет равна сумме работ газа на каждом участке: $A = A_{\text{изоб}} + A_{\text{изохор}}$.

Работа газа в изохорном процессе равна 0, следовательно,

$$A = A_{\text{изоб}} = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1). \quad (3)$$

Температуру T_2 найдем по формуле (2):

$$T_2 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 3}{2 \cdot 8.31} \text{ (К)}.$$

Проведем расчет по формуле (3) и получим значение работы:

$$A = \frac{2}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 8.31(1155 - 385) = 0.4 \cdot 10^6 \text{ (Дж)}.$$

Согласно первому началу термодинамики, количество теплоты Q , полученное газом, равно сумме работы A , совершенной газом, и изменению внутренней энергии ΔU : $Q = A + \Delta U$.

Проведя вычисления, получим: $Q = 0.4 \cdot 10^6 + 3.25 \cdot 10^6 = 3.65 \cdot 10^6 \text{ (Дж)}$.

Ответ: $\Delta U = 3,25 \text{ МДж}$, $A = 0,4 \text{ МДж}$, $Q = 3,65 \text{ МДж}$.

Задача 3[6].

В калориметр с теплоемкостью 70 Дж/К было налито 0,3 л масла плотностью $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ при температуре 12°C . После опускания в масло стального бруска ($c = 0,46 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$) массой 400 г, имеющего температуру 120°C , установилась общая температура 37°C . Найти удельную теплоемкость масла.

| $c_{\text{мас}} - ?$ | СИ |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| $C = 70 \text{ Дж/К}$ | $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ |
| $V = 0,3 \text{ л}$ | $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
| $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ | 0,4 кг |
| $m_{\text{ст}} = 400 \text{ г}$ | 285 К |
| $T_1 = 12^\circ\text{C}$ | 393 К |
| $T_2 = 120^\circ\text{C}$ | 310 К |
| $T_3 = 37^\circ\text{C}$ | 460 |
| $c_{\text{ст}} = 0,46$ кДж/(кг·К) | Дж/(кг·К) |

Решение:

При опускании горячего металлического бруска происходит передача некоторого количества теплоты $Q_{\text{маслу}}$ и калориметру. При этом брусок охлаждается до температуры T_3 , а масло и калориметр нагреваются до T_3 . Считая, что система изолирована от внешних источников тепла, составим уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0, \quad (1)$$

где Q_1 - количество теплоты, отдаваемое стальным бруском

$Q_1 = c_{cm} m_{cm} (T_3 - T_2)$, Q_2 - количество теплоты, получаемое калориметром

$Q_2 = C (T_3 - T_1)$, а Q_3 - количество теплоты, получаемое маслом

$Q_3 = c_{мас} m_{мас} (T_3 - T_1)$. Массу масла найдем через значения объема и плотности: $m_{мас} = \rho \cdot V$. (2)

Запишем уравнение (1) с учетом выражений для Q_1, Q_2, Q_3 и (2):

$$0 = c_{cm} m_{cm} (T_3 - T_2) + c_{мас} \cdot \rho \cdot V (T_3 - T_1),$$

откуда выразим $c_{мас}$:

$$c_{мас} = \frac{-c_{cm} m_{cm} (T_3 - T_2) - C (T_3 - T_1)}{\rho \cdot V (T_3 - T_1)} = \frac{c_{cm} m_{cm} (T_2 - T_3) - C (T_3 - T_1)}{\rho \cdot V (T_3 - T_1)}.$$

Проверим размерность:

$$[c_{мас}] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \text{кг} \cdot \text{К} - \left(\frac{\text{Дж}}{\text{К}}\right) \cdot \text{К}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{К}} = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Проведем вычисление: $c_{мас} = \frac{460 \cdot 0,4(393 - 310) - 70(310 - 285)}{0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} (310 - 285)} = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

Ответ: удельная теплоемкость масла равна $c_{мас} = 2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

При подготовке обучающихся к сдаче ЕГЭ следует учесть, что в КИМ 2016 г. в ряду заданий на проверку методологических умений приоритет будет отдан заданиям на базе фотографий реальных опытов. Например, приборы, показания которых нужно определить, будут предлагаться не отдельным рисунком шкалы, а как часть лабораторной установки. Поэтому даже для выполнения самых простых заданий нужно будет, используя фотографию, разобраться в особенностях опыта.

Анализ выполнения заданий, проверяющих сформированность умения решать качественные и расчетные задачи, позволяет сделать следующие выводы, как по разделам курса, так и по группам подготовки обучающихся.

При изучении механики необходимо обратить внимание на класс задач на движение связанных тел. Затруднения при выполнении экзаменационной работы возникают при решении всех задач такого типа, начиная с тел,

движущихся по одной прямой. Поэтому целесообразно при обучении сначала в целом разобрать ситуацию связанных тел в самом общем случае, обсудив все действующие между телами силы и обратив внимание на то, как влияет на решение задачи использование модели нерастяжимой и невесомой нити.

А лишь затем с использованием большой доли самостоятельной работы разбирать частные случаи движения по горизонтальной плоскости, по наклонной плоскости, движение тел, связанных нитью, перекинутой через блок, и т.д.

При решении задач по молекулярной физике акцент необходимо сделать на применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Причем здесь нужно помнить о том, что адиабатному процессу целесообразно уделить больше времени, по сравнению с другими изопроцессами, так как их основные свойства к моменту начала изучения первого закона термодинамики уже неплохо усвоены.

В электродинамике следует уделить больше внимания решению задач по оптике. Здесь в геометрической оптике важно предлагать учащимся задачи на использование различных оптических систем (требующих применения законов прямолинейного распространения, отражения и преломления света), а не только линз и систем линз. В волновой оптике – обратить внимание на различные ситуации наблюдения интерференции света, а в задачах на дифракцию света – на определение максимально возможного количества наблюдаемых максимумов.

Для обучающихся со средним уровнем подготовки успех в решении задач повышенного уровня сильно зависит от степени математической подготовки. Здесь может помочь взаимодействие с учителями математики и более широкое использование на уроках математики заданий на решение уравнений в символах, что характерно для физики.

При подготовке к экзамену наиболее мотивированных учащихся необходимо использовать задачи, выходящие за рамки традиционных классов расчетных задач, выбирать задачи, которые не укладываются в

известные алгоритмы решения. Оформление решения таких задач лучше начинать не с записи системы уравнений, а с анализа условия, письменного обоснования выбора законов и формул, а заканчивать обязательно анализом полученного числового ответа. При таком подходе школьники обучаются самостоятельно выстраивать план решения, а не подбирать алгоритм из числа изученных.

Региональным методическим службам целесообразно обратить самое пристальное внимание на обучение решению качественных задач, разработать серию специальных мероприятий по освоению учителями соответствующих методических приемов или включить соответствующие модули в систему повышения квалификации учителей.

Качественные задачи в КИМ ЕГЭ по физике относятся к заданиям повышенного уровня, но демонстрируют результаты ниже, чем сложные расчетные задачи. Очевидно, в процессе обучения физике недостаточно времени отводится деятельности по объяснению явлений вообще и по построению связных письменных объяснений с аргументами в виде законов, формул или правил. Все эти приемы помогут постепенно ввести качественные задачи в индивидуальный письменный контроль.

2.2. Методика обучения учащихся решению задач ЕГЭ высокого уровня сложности по молекулярной физике

Для того что бы подготовку к ЕГЭ по физике высокого уровня сложности сделать более рациональной, мы провели анализ литературы по данной теме, выявили наиболее удачные и действенные методики и на их основе, создали некоторый синтез. Мы провели эту работу на примере раздела «Молекулярная физика и тепловые явления».

Данная методика подразумевает четыре этапа:

1. Выделение тематических блоков в разделе физики;
2. Рассмотрение ключевых задачных ситуаций ЕГЭ;

3. Рассмотрение обобщенного алгоритма решения задач, соответствующего ключевым задачным ситуациям определенного блока;
4. Решение задач на ключевые ситуации.

Методы решения расчетных задач по молекулярной физике и термодинамике[8]

| Этапы решения | Последовательность действий | | | | | | |
|---------------|---|---|--|--|---|--|---|
| 1 | <p align="center">Распознавание явлений, которым соответствует описанная в задаче ситуация</p> <p align="center">1. Выделите макротела, с которыми происходят изменения, и их характеристики в начальном состоянии. 2. Выделите конечное состояние тел и его характеристики. 3. Установите воздействия, которые привели к изменению состояния каждого тела. 4. Сделайте вывод о явлении и подберите соответствующую модель.</p> | | | | | | |
| | Свойства макротел и обуславливающие их свойства микрочастиц | Нагревание и охлаждение, сжатие и расширение идеального газа | Изопроцессы при теплопередаче и совершении механической работы | Изменение состояния идеального газа по замкнутому кругу | Нагревание и охлаждение, изменение агрегатного состояния тел при теплопередаче и совершении механической работы | Теплообмен в теплоизолированной системе | Влажность воздуха |
| 2 | Построение модели ситуации, описанной в задаче | | | | | | |
| | <p align="center">Метод № 1</p> <p>1.Выделите Макрообъект (объекты) и его макропараметры. Изобразите. 2.Постройте Его модель и Обозначьте микропараметры</p> | <p align="center">Метод №2</p> <p>1.Выделите газ, состояние которого описано в задаче, и его характеристики. 2.Выделите начальное состояние газа и его характеристики. Изобразите. 3.Выделите последующие</p> | <p align="center">Метод №3</p> <p>1.Выделите начальное и конечное состояние газа. Установите изопроцесс перехода. 2.Выделите состояние газа в начальном состоянии. Обозначьте. 3.Выделите характеристики</p> | <p align="center">Метод №4</p> <p>1.Выделите изопроцессы, составляющие цикл. 2.Для каждого изопроцесса: а) сравните начальную и конечную температуру; сделайте вывод об изменении внутр.энергии; запишите;</p> | <p align="center">Метод №5</p> <p>1.Выделите тела, внутренняя энергия которых изменяется, и их характеристики в начальном состоянии. Изобразите. 2.Выделите конечное состояние тел и их характеристики. Изобразите.</p> | <p align="center">Метод №6</p> <p>1.Выделите тела, между которыми осуществляется теплообмен, и их характеристики в начальном состоянии. Изобразите. 2.Выделите конечное состояние тел и их характеристики. Изобразите. 3.Установите, какие изменения</p> | <p align="center">Метод №7</p> <p>1.Выделите Водяной пар и его характеристики в начальном состоянии. Изобразите. 2.выделите конечное состояние пара и его характеристики. Изобразите.</p> |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|---|---|
| | | состояния газа и их характеристики. Изобразите. | газа в конечном состоянии. Обозначьте. | б)сравните начальный и конечный объем газа и сделайте вывод о знаке совершенной работы; запишите; в)установите, происходил ли теплообмен, и знак количество теплоты; запишите. | 3. Установите, какие изменения происходили с телами при изменении температуры от начального до конечного значения. Изобразите промежуточные состояния и их характеристики. 4. Установите воздействия, приведшие к изменению состояния тел и их характеристики. Обозначьте. | происходили с телами при изменении температуры от начального до конечного значения. | |
| 3 | Составление уравнений, описывающих построенную модель | | | | | | |
| | 1.Подберите уравнения связи макро- и микро-параметров. Запишите их для построенной модели | 1.Составьте уравнение Менделеева-Клапейрона для каждого из выделенных состояний. | 1.Запишите первое начало термодинамики для изопроцесса. | 3.Составьте выражение для работы за цикл ; 4.Составьте выражение для полученного за цикл количества теплоты. | 1.Составьте уравнение первого начала термодинамики: а)запишите первое начало термодинамики с учетом всех тел и воздействий; б)составьте выражения для изменения внутренней энергии каждого | 1.Составьте уравнение закона сохранения внутренней энергии. | 1.Составьте выражения для влажности воздуха в каждом состоянии. |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | тела с учетом изменения температуры и агрегатного состояния; в) подставьте эти выражения в уравнение. | | |
| 4. Составление расчетной формулы | <p>1. Решите систему уравнений относительно искомой величины.</p> <p>2. Проверьте правильность полученной формулы по единицам величин в ее правой и левой частях.</p> | | | | | | |
| 5. Расчет | <p>1. выразите при необходимости величины в СИ.</p> <p>2. подставьте значения величин в формулу и рассчитайте значение искомой величины.</p> <p>3. оцените разумность полученного значения.</p> | | | | | | |
| 6. Запись ответа | Для заданий повышенного уровня части 1 ЕГЭ требуется выбирать один из четырех предложенных ответов и записать его номер в определенном месте бланка ответов. | | | | | | |

Методы решения графических задач по молекулярной физике и термодинамике[8]

| Название метода | Метод сравнения газовых параметров по графику процесса (метод №8) | Метод построения Графиков изопроцессов (метод №9) |
|-----------------------------|--|---|
| Последовательность действий | <ol style="list-style-type: none"> 1. Выделите две точки на графике процесса перехода идеального газа из одного состояния в другое. 2. Установите газовый параметр, отложенный по оси абсцисс, и сравните значения абсцисс точек графика. 3. Установите газовый параметр, отложенный по оси ординат, и сравните значения ординат точек графика. 4. Проведите через точки графика кривые изопроцесса для газового параметра, не отложенного по осям. 5. Вспомните, какому графику соответствует большее значение этого параметра. 6. Сформулируйте ответ. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Выделите идеальный газ и его характеристики. 2. Выделите начальное состояние (1) идеального газа и его характеристики. 3. Постройте координатную плоскость в заданных координатах. 4. Изобразите точку, соответствующую состоянию 1. 5. Для каждого следующего состояния постройте график процесса перехода из предыдущего состояния в новое: <ol style="list-style-type: none"> а) выделите второе состояние идеального газа и изопроцесс перехода из первого состояния во второе; б) постройте через первую точку кривую этого изопроцесса в заданных координатных осях; в) выделите характеристики второго состояния и соответствующую ему точку на кривой изопроцесса. |

Рассмотрим данную методику обучения на примере темы «Молекулярная физика и тепловые явления».

На первом этапе по теме «Молекулярная физика и тепловые явления» можно выделить следующие тематические блоки в заданиях ЕГЭ высокого уровня сложности: 1) применение уравнения состояния идеального газа; 2) применение первого закона термодинамики к газовым процессам; 3) применение уравнения теплового баланса[1].

На втором этапе идет рассмотрение ключевых задачных ситуаций ЕГЭ по данной теме. Так, например, в первом блоке выделяются следующие ключевые задачные ситуации: 1) учет гидростатического давления (сжатие воздуха в сосуде погруженного в воду; воздух в трубке со ртутным столбиком); 2) два газа в цилиндре с поршнем или перегородкой (цилиндр расположен горизонтально; цилиндр расположен вертикально); 3) подъемная сила воздушного шара.

На третьем этапе рассматривается обобщенный алгоритм решения задач, соответствующего ключевым задачным ситуациям определенного блока. Для задач первого блока мы использовали следующий алгоритм: 1) распознать явления, которым соответствует описанная в задаче ситуация; 2) построить модели ситуации, описанной в задаче; 3) составить уравнения; 4) составить расчетную формулу; 5) произвести вычисления по расчетной формуле; 6) записать ответ.

И, наконец, на четвертом этапе методики происходит решение заданий ЕГЭ высокого уровня сложности на ключевые задачные ситуации данного тематического блока.

С каждой задачей ситуацией можно соотнести метод из табл.4 или табл.5.

Решая задачу сначала выделяем задачу ситуацию, затем нужно данную задачу ситуацию соотнести с методами решения задач приведенных в таблицах 4 и 5. Разберем на примере первого блока, третьей

задачной ситуации «Подъемная сила воздушного шара». Решаем ее совместно с учеником.

Задача 1, метод №2 (см. таблица 4)

Воздушный шар объемом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Рассчитайте максимальную массу груза, который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры 77°C . Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

Решение:

Шар поднимает груз при условии: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = \rho Vg$, где M и m – масса оболочки шара и масса груза, $m_{\text{ш}}$ – масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ – масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g , имеем: $M + m = m_a - m_{\text{ш}}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева-Клапейрона,

$$\rho V = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_a}{\mu} RT_a, \text{ где } \mu - \text{средняя молярная масса воздуха,}$$

$T_{\text{ш}}$ и T_a – его температуры внутри и вне шара. Отсюда:

$$m_{\text{ш}} = m_a \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} = \rho V \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}, \text{ где } \rho - \text{плотность окружающего воздуха;}$$

$$m_a - m_{\text{ш}} = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}\right); M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}\right). \text{ Следовательно,}$$

$$m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}\right) - M = 1,2 \cdot 2500 \left(1 - \frac{280}{350}\right) - 400 = 200(\text{кг}).$$

Ответ: $m=200 \text{ кг}$.

Следующую задачу ученик решает самостоятельно, используя данную методику.

Задача 2, метод №2 (см. таблица 4)

Воздушный шар объемом 2500 м^3 имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Если температура окружающего

воздуха 7°C , а его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$, то при нагревании воздуха в шаре до температуры 77°C шар поднимает груз с максимальной массой 200 кг . Какова масса оболочки шара? Оболочку шара считать нерастяжимой.

И третью задачу ученик разбирает дома самостоятельно, используя данную методику.

Задача 3, метод №2 (см. таблица 4)

Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

Примеры задач на ключевые задачные ситуации первого блока:

Ситуация 1, метод №3 (см. таблицу 4)

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Ситуация 2, метод № 3 (см. таблицу 4)

В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещен столбик ртути длиной $d = 15 \text{ см}$, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на

$\Delta T = 60 \text{ К}$. При этом объем, занимаемый воздухом, не изменился. Атмосферное давление $p_0 = 750 \text{ мм рт. ст.}$ Определите температуру воздуха T_0 в лаборатории.

Ситуация 3, метод №2 (см. таблицу 4)

Воздушный шар объемом $V = 2500 \text{ м}^3$ с массой оболочки $m_T = 400 \text{ кг}$ имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой.

До какой минимальной температуры t_1 нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой $m_T = 200$ кг? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.

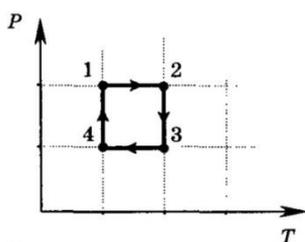
Далее выделим задачные ситуации во втором блоке: 1) изопроцессы и адиабатный процесс; 2) циклические процессы; 3) расширение газа под поршнем.

На следующем этапе используем обобщенный алгоритм решения задач, соответствующего ключевым задачным ситуациям блока (см. таблица 4 и 5). На завершающем этапе методики происходит решение заданий ЕГЭ высокого уровня сложности на ключевые задачные ситуации данного тематического блока.

Примеры задач[3]:

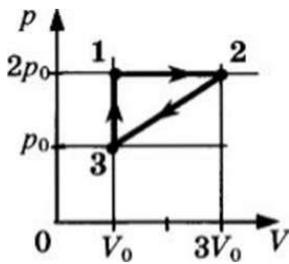
Ситуация 1, метод № 8 (см. таблицу 5)

На РТ-диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком участке цикла работа газа наибольшая по абсолютной величине?



Ситуация 2, метод № 8 (см. таблицу 5)

С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_H = 2300$ Дж. Какую работу газ совершает за цикл?



Ситуация 3, метод № 3 (см. таблицу 4)

В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится гелий в количестве $0,4$ моль, запертый поршнем. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нем. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Какова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.

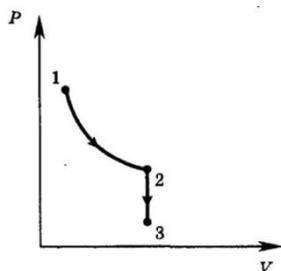


Далее выделим задачные ситуации во втором блоке: 1) Первый закон термодинамики и уравнение теплового баланса; 2) Уравнение теплового баланса без фазовых переходов; 3) Уравнение теплового баланса.

На следующем этапе используем обобщенный алгоритм решения задач, соответствующего ключевым задачным ситуациям блока (см. таблица 4 и 5). На завершающем этапе методики происходит решение заданий ЕГЭ высокого уровня сложности на ключевые задачные ситуации данного тематического блока.

Ситуация 1, метод № 2 (см. таблицу 4)

Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300 \text{ K}$). Затем газ охладили, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2—3?



Ситуация 2, метод № 6 (см. таблицу 4)

В калориметр, содержащий 150 г воды при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$, погружают вынутый из кипятка металлический цилиндр. Удельная теплоемкость воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Чему равна удельная теплоемкость данного металла, если масса цилиндра 100 г, а конечная температура равна $25 \text{ }^\circ\text{C}$? Примите, что тепловыми потерями можно пренебречь.

Ситуация 3, метод № 5 (см. таблицу 4)

В калориметре находился $m_1 = 1 \text{ кг}$ льда. Какой была температура льда t_1 если после добавления в калориметр $m_2 = 15 \text{ г}$ воды, имеющей температуру $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, в калориметре установилось тепловое равновесие при $t = -2 \text{ }^\circ\text{C}$? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

Выводы по второй главе

На педагога выпускных классов возлагается особая ответственность: с одной стороны, необходимо организовать качественную подготовку к предстоящему экзамену, а с другой стороны, не потерять личностного,

творческого, мировоззренческого смысла преподаваемого предмета. Таким образом, результативность сдачи ЕГЭ в большой степени определяется тем, насколько эффективно организован процесс подготовки на всех ступенях обучения, со всеми категориями обучающихся.

Итак, было выявлено, что из большого многообразия учебных задач наиболее весомыми являются вычислительные задачи. Выделены цели решения вычислительных задач с позиций их роли в формировании понятий.

Для того что бы педагоги имели возможность подготовить детей для решения задач высокого уровня сложности ЕГЭ по физике нами был разработан синтез наиболее успешных методик и приведен пример решения задач по данной методике.

Дальнейшую работу целесообразно продолжить в следующем направлении:

- ✓ внедрение в практику обучения разработанную методику подготовки к ЕГЭ по физике;
- ✓ дополнение ее необходимыми доработками и новыми идеями;
- ✓ усовершенствование обобщающих таблиц для решения задач;

Хочется отметить, что нецелесообразно уменьшать учебное время, отводимое в программе профильных классов на лабораторные работы и работы практикума. Это негативно сказывается не только на формировании умений, связанных с проведением опытов и измерений, но и на освоении содержания и формировании умений объяснять физические явления и процессы.

При решении задач по молекулярной физике акцент необходимо сделать на применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Причем здесь нужно помнить о том, что адиабатному процессу целесообразно уделить больше времени, по сравнению с другими изопроцессами, так как их

основные свойства к моменту начала изучения первого закона термодинамики уже неплохо усвоены.

Заключение

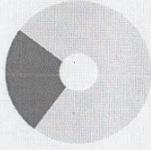
Целью выпускной квалификационной работы была разработка методики обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ по физике.

В ходе достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- ✓ Проанализированы аналитические отчеты ЕГЭ по физике 2013-2016гг.
- ✓ Проанализирована методическая литература по методике преподавания физике;
- ✓ Рассмотрены дидактические принципы решения задач высокого уровня сложности по физике;
- ✓ Разработана методика обучения решению задач ЕГЭ по физике высокого уровня сложности;
- ✓ Разработанная методика обучения решению задач, может быть использована в образовательном процессе при подготовке к ЕГЭ по физике.

Библиографический список

1. Гендельштейн Л.Э. Физика 10 класс. В 3ч., ч.2: учебник для учащихся общеобразовательных организаций (базовый и углубленный уровни). Дик; под ред. В.А.Орлова. -М.Мнемозина, 2014. -238с.: ил.
2. Демидова М.Ю. Методический справочник учителя физики. - М:Мнемозина, 2003.-229с.
3. Демидова М.Ю., Нурминский И.И. ЕГЭ 2009. Физика. Федеральный банк экзаменационных материалов.-М.:Эксмо, 2009. - 368 с.
4. Демидова М.Ю. ЕГЭ 2017. Физика. 30 вариантов [Электронный ресурс] / <http://self-edu.ru>
5. Исаков А.Я. Физика. Решение задач – 2015. В 2ч., КамчатГТУ, ч1-2014-238с; ч2-2015-231с.
6. Монастырский Л.М., Богатин А.С., Игнатова Ю.А. ЕГЭ, Физика, Тематические тесты, Задания высокого уровня сложности (С1-С6), , 2013
7. Монастырский Л. М. Физика. Подготовка к ЕГЭ -2013, Р. на/Д: 2012. - 320 с.
8. Прояненко Л.А. Физика. ЕГЭ: методическое пособие для подготовки. -М.: Издательство «Экзамен», 2006.- 350.
9. Разумовский В. Г., Орлов В. А., Никифоров Г. Г., Шилов В. Ф. Методика обучения физике. 9 класс; - Москва, 2010. - 176 с.
10. Самойленко П. И. Теория и методика обучения физике; Дрофа - Москва, 2010. - 336 с.
11. Федеральный институт педагогических измерений [Электронный ресурс] / <http://fipi.ru>
12. Федеральный государственный стандарт среднего (полного) образования [электронный ресурс] / <http://минобрнауки.рф/документы/2365/>
<http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=4100>



О документе
 Оригинальность: 75.31%
 Заимствования: 24.69%
 Цитирование: 0%
 Дата: 25.06.2017
 Источников: 15

В кабинет ВКР Шангина готовое.docx В кабинет

История отчетов | Выгрузить .arfx | Выгрузить .rif | Краткая информация | Версия для печати | Руководство

| № | % | Источник | Ссылка | Дата | Найдено в |
|-----|-------|----------------------|---|------------|------------------------|
| [1] | 6.75% | ФИЗИКА | http://fipi.ru | 06.11.2016 | Модуль поиска Интернет |
| [2] | 6.1% | Физика | http://fipi.ru | 06.11.2016 | Модуль поиска Интернет |
| [3] | 5.52% | metod_rekom_fiz_2014 | http://studfiles.ru | 29.07.2016 | Модуль поиска Интернет |

Еще найдено источников - 12, заимствования - 13.63%

Получить полный отчет



Лиза (Лиза Е.И.)

Отзыв руководителя ВКР

Институт математики, физики и информатики
Кафедра *физики и методики обучения физике*
Студент *Шангина Елизавета Андреевна*
Руководитель *Трубицина Елена Ивановна*

Тема ВКР *Методика обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ по физике*

Оценка соответствия подготовленности студента требованиям ФГОС:
Шангина Елизавета Андреевна при работе над ВКР продемонстрировала достаточно высокий уровень подготовки к решению типовых задач профессиональной деятельности учителя физики, а именно разработке моделей учебных занятий по физике с учетом специфики тем и разделов программы и в соответствии с учебным планом; использованию современных научно обоснованных приемов, методов и средств обучения физике, владению современными техническими средствами обучения.

Достоинства ВКР: *Основным достоинством работы Елизаветы Андреевны является её практико-ориентированный характер. Все поставленные в ВКР задачи были выполнены.*

Практическую значимость представляет разработанная Елизаветой Андреевной методика обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ по физике.

Заключение:

Выпускная квалификационная работа Шангиной Елизаветы Андреевны «Методика обучения решению задач высокого уровня сложности ЕГЭ по физике» соответствует требованиям, предъявляемым к ВКР, может быть допущена к защите и заслуживает отметки «отлично».



«19» июня 2017 г.

Приложение
к Регламенту размещения
выпускной квалификационной работы обучающихся,
по основным профессиональным образовательным программам
в КГПУ им. В.П. Астафьева

Согласие
на размещение текста выпускной квалификационной работы обучающегося
в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева

Я, Иванкина Виктория Андреевна
(фамилия, имя, отчество)

разрешаю КГПУ им. В.П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу бакалавра / специалиста / магистра / аспиранта

на тему: Методика обучения решению задач ЕГЭ по физике базового уровня сложности
(название работы)

(далее – ВКР) в сети Интернет в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева, расположенном по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течение всего срока действия исключительного права на ВКР.

Я подтверждаю, что ВКР написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

13.06.2017
дата

Иванкина
подпись