

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»
(с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки «Физика. Технология»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ 8-Х
КЛАССОВ К РЕШЕНИЮ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ»**

Студент _____ Туишев Дамир Ильязович
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель _____ Бит – Давид Е.Л.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр _____ Бит – Давид Е.Л.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № ____)

Заведующий кафедрой..... Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой ____ (протокол заседания ГЭК от _____ № ____)

Секретарь ГЭК Паскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза, 2021

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ	5
1.1 ОСОБЕННОСТИ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ	5
1.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8 КЛАССОВ	11
2.РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «РЕШЕНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ 8 КЛАССА»	15
2.1 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА	15
2.2 СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА.....	18
2.3 АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОГО ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА НА БАЗЕ МБОУ СОШ №60 Г. ПЕНЗЫ	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	38

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перед обществом стоит задача выявить одаренных детей, а также построить учебный процесс, создав условия для их развития и возможности использования их способностей. Кроме этого одной из главных задач образования на данном этапе развития общества остается формирование активной, всесторонне развитой и творческой личности. Для решения этих вопросов в образовательном процессе приоритет отдается решению различных нестандартных задач, одним из таких примеров являются олимпиадные задачи по различным предметам, в том числе и по физике. Они обладают большим потенциалом для развития различных умственных операций, развития творческого и вариационного мышления, так для их решения необходимо строить сложные цепочки логических рассуждений, обладать навыками исследования.

В свою очередь, решение олимпиадных задач по физике вызывает трудности у обучающихся, так как они требуют более глубокого изучения предмета. В школах таким задачам уделяется недостаточно времени.

Таким образом, олимпиадные задачи по физике вызывают трудности у обучающихся, но при этом могут способствовать развитию и раскрытию одаренности ребенка, а также способствовать всестороннему развитию мышления. Поэтому актуальным остается изучение методики обучения решению олимпиадных задач.

Цель работы:

- разработка элективного курса «Решение олимпиадных задач по физике для 8 класса»;
- апробация разработанного элективного курса на обучающихся 8 классов МБОУ СОШ №60.

Объект исследования – методика обучения олимпиадным задачам по физике.

Предмет исследования – процесс обучения решению олимпиадных задач по физике обучающихся 8 классов.

Задачи исследования:

- Проанализировать литературу по теме данного исследования;
- Выделить методические аспекты подготовки обучающихся к решению олимпиадных задач по физике.
- Разработать элективный курс «Решение олимпиадных задач по физике для 8 класса».
- Апробировать разработанный элективный курс на обучающихся 8 классов МБОУ СОШ №60.

Работа включает: введение, две главы, заключение, список литературы.

1. ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

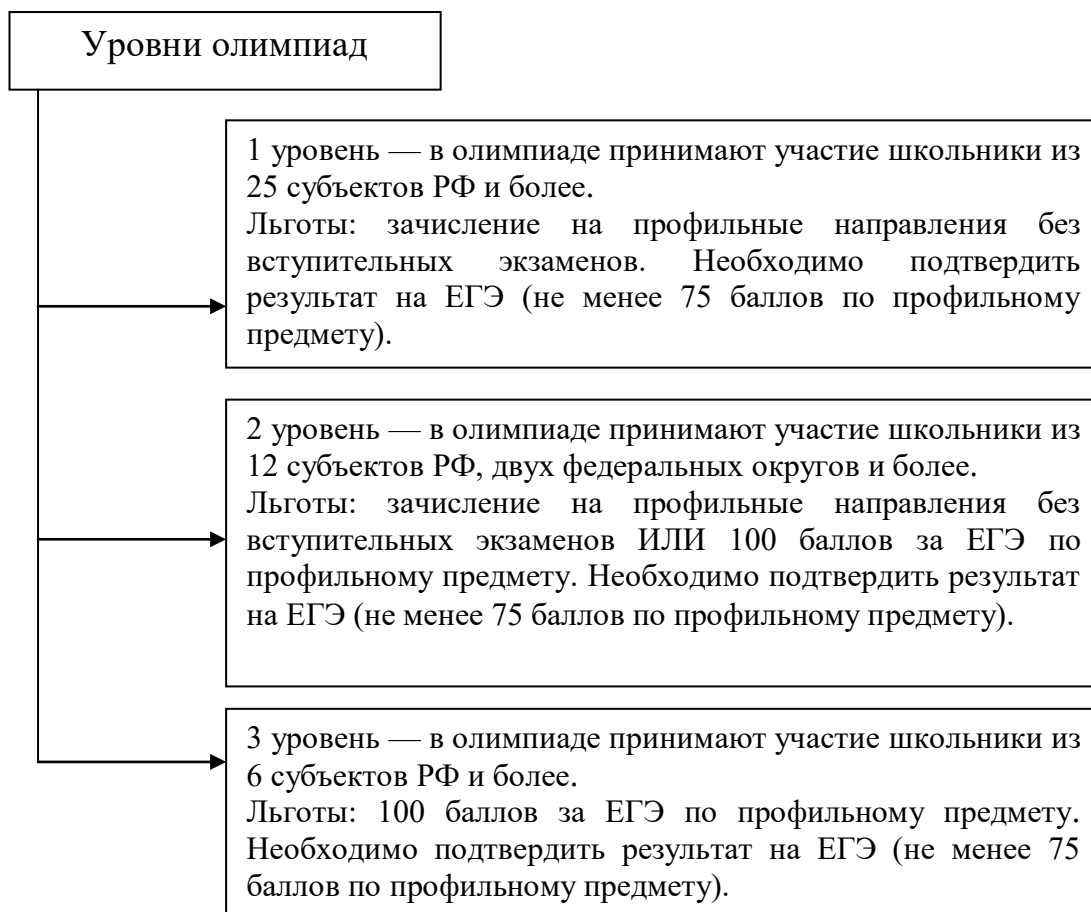
1.1 ОСОБЕННОСТИ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ

Олимпиадные задачи по своей структуре и содержанию во многом отличаются от обыкновенных школьных задач. Существуют различные подходы к определению понятия олимпиадная задача по физике. Например, в методических рекомендациях по подготовке учащихся к участию в олимпиадах высокого уровня, изданных в МГУ, отмечается характерная особенность олимпиадной задачи – «ее нестандартность, то есть внешняя непохожесть на типовые задачи. Для решения большинства олимпиадных задач практически никогда не требуется знание материала, изучение которого не предусмотрено школьными программами физики и математики. Однако, решение олимпиадных физических задач требует умения строить физические модели, глубокого понимания физических законов, умения самостоятельно применять их в различных ситуациях, а также свободного владения математическим аппаратом (без последнего получение решения большинства физических задач невозможно)» [18]. По мнению Григорьева Ю.М., Муравьева В.М., Потапова В.Ф. олимпиадными задачами называют «трудные, не стандартные задачи, для решения которых необходимы не только глубокие знания физических законов, изученных в школе, но и смекалка, находчивость, развитая интуиция, упорство, то есть то, без чего не может быть творческого работника» [3]. На основе анализа данных определений видно, что подготовка к решению олимпиадных задач невозможна без освоения фундаментальных физических законов, понимания физической сущности явлений. Такая подготовка начинается непосредственно на уроках физики.

Главные отличия олимпиадных задач от «обычных» задач по физике: оригинальность условия задачи, решение задач требует нестандартного мышления и высокого уровня эрудиции.

Каждый год Министерство науки и высшего образования Российской Федерации утверждает «Перечень олимпиад школьников» и их уровней. Всего существует три уровня олимпиад по физике (схема 1), деление по уровням происходит с учетом качественных и количественных критериев. В зависимости от уровня олимпиады победители и призеры получают льготы при поступлении в вузы.

Схема 1 – Уровни олимпиад по физике



Основными целями и задачами проведения олимпиад по физике являются:

- привлечение внимания к изучению физики в школе;
- выявление и развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научно-исследовательской деятельности в области физики, в том числе в области физического эксперимента;
- популяризация и пропаганда научных знаний.

Участие учеников в олимпиадах любого уровня имеет свои плюсы:

- позволяет ученикам и их учителям представлять свою школу (получение диплома призера или победителя поднимает престиж школы);
- создает ситуацию успеха (но важно заранее готовить обучающихся с настроем, что участие важнее победы, во избежание разочарования после проигрыша), повышает интерес к изучению предмета;
- олимпиады проводятся в том же формате, что и экзамен, что дает обучающимся возможность в течение нескольких лет освоить эту форму работы и быть психологически готовыми к такой форме работы;
- каждый участник соревнования может получить диплом участника.
- участники, получившие дипломы призеров и победителей смогут получить льготы при поступлении в ВУЗы или другие призы.

Большое значение для достижений учащихся и их последующего поступления в вуз имеет Всероссийская олимпиада школьников (ВсОШ) по физике, состоящая из четырех этапов (схема 2), которая проводится для обучающихся 9-11 классов. Для обучающихся 7-8 классов проходит олимпиада им. Дж. К. Максвелла, которая является аналогом регионального этапа ВсОШ. С 2016 года в апреле проводится заключительный этап этой олимпиады в образовательном центре «Сириус». Главной целью олимпиады Максвелла является выявление на раннем этапе талантливых учеников и создание условий для их более успешной подготовки.

Схема 2 - Этапы ВсОШ по физике



В первой четверти начинается проведение школьного этапа. Задание этого этапа включает в себя пять теоретических задач (для 7 – 8 классов 4), которые разрабатываются муниципальным предметно-методическим комитетом. Олимпиада на данном этапе проверяется учителями школы.

После проведения школьного этапа начинается муниципальный этап, в нем принимают участие обучающиеся, которые набрали необходимое количество баллов на школьном этапе. Задания этого этапа содержат пять теоретических задач (для 7 – 8 классов 4), но могут содержать также одну экспериментальную.

Затем в конце января начинается региональный этап в нем принимают участие обучающиеся, которые набрали необходимое количество баллов на муниципальном этапе. Данный этап включает в себя 2 тура: теоретический и экспериментальный. Сначала проводится теоретический тур, который содержит 5 задач (в 7 – 8 классах 4), затем экспериментальный, содержащий 2 практические задачи. Задания данного этапа разрабатываются уже Центральным Предметно-Методическим Комитетом (ЦПМК) по физике. На данном этапе олимпиада проверяется региональным жюри.

Завершается проведение олимпиады заключительным этапом.

Ситуация с пандемией внесла свои коррективы и в олимпиадное движение по физике. В 2019-2020 году был отменен заключительный этап

Всероссийской олимпиады. И многие олимпиады проходили не в очном формате, применялись информационно-коммуникационные технологии.

Кроме ВсОШ в течение учебного года проводится множество других олимпиад по физике (некоторые олимпиады проходят в дистанционном формате) например олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки», олимпиада школьников «Физтех», олимпиада школьников «Ломоносов» и др.

Задания олимпиад, как правило, сложнее задач, изучаемых на уроках физики, но не выходят за рамки школьного курса. Для успешного участия в олимпиадах по физике необходима специальная подготовка, она может быть самостоятельной, с помощью специальных пособий, где описаны методы решения различных задач, также задания олимпиад прошлых лет есть в свободном доступе сети интернет, или подготовка может осуществляться на дополнительных занятиях в школе или других образовательных учреждениях, где учителя покажут методы решения задач и помогут разобраться на практике решение экспериментальных задач, что самостоятельно будет трудно сделать.

Кроме того, опыт показывает, что в последующие этапы олимпиады проходит меньше количества обучающихся, по – сравнению с предыдущим этапом, например на школьном этапе олимпиады по физике для 8 классов в МБОУ СОШ №60 участвовало 14 человек, на муниципальный этап в дальнейшем прошел только один человек. Данный пример также показывает необходимость специально организованной работы по подготовке к олимпиадам по физике.

Таким образом, система подготовки участников олимпиад по физике может включать:

- обучение в рамках изучения предмета на уроках в школе;
- получение знаний на дополнительных занятиях (кружки, специальные факультативы, курсы);

- получение знаний самостоятельно посредством чтения различной познавательной литературы, самостоятельного разбора задач, поиска интересующей информации в сети интернет и др. [17]

При организации подготовки к олимпиаде нужно учитывать, что самоподготовка – это большая доля успеха в любом начинании. Но при возникших трудностях во время подготовки к предметной олимпиаде по физике, следует обратиться за помощью к знающим специалистам.

Учащимся следует рекомендовать:

- посещать дополнительные занятия и курсы в школе и центрах дополнительного образования, онлайн-курсы;
- посещать тренинги по психологии для организации самоконтроля.

1.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8 КЛАССОВ

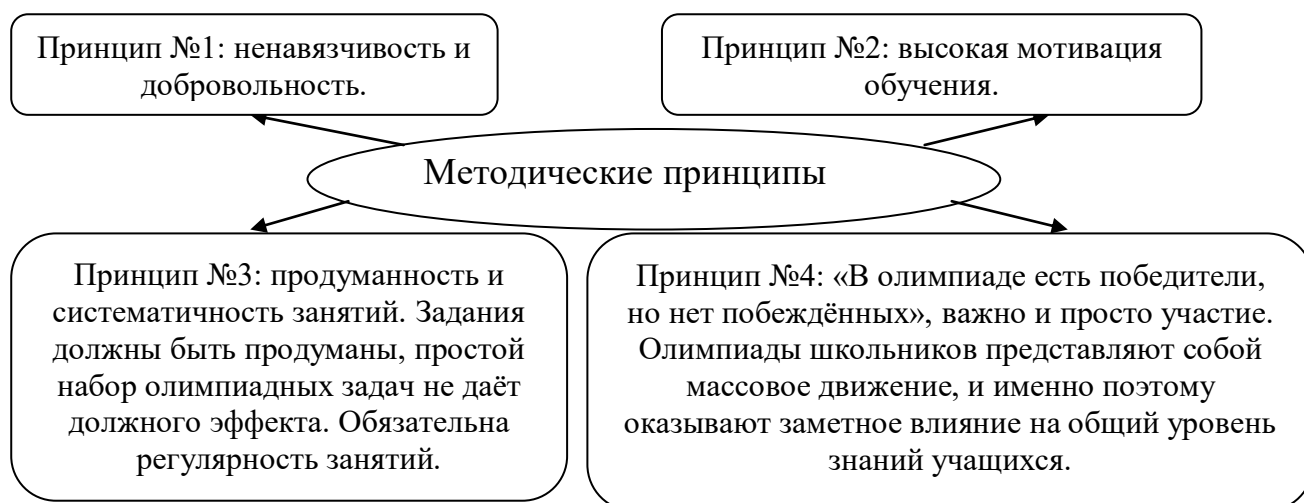
В предыдущем параграфе приходим к выводу, что для успешного участия в олимпиаде по физике должна быть организована специальная работа по решению олимпиадных задач, попробуем выделить основные особенности данной подготовки при решении олимпиадных задач в 8 классе.

Одними из главных задач олимпиад по физике являются повешение интереса обучающихся к изучению физики, а также выявление и раскрытие талантливых обучающихся в данной предметной области, при этом данная работа не должна сводиться к специальным занятиям с одаренными детьми [8].

Не все обучающиеся берутся решать нестандартные задачи. Причиной этому может служить слабая работа с олимпиадными задачами в школе. Стоит отметить, что такая работа должна быть комплексной [22], то есть направленной на расширение и углубление знаний не только по физике, но и математике, информатике, а также на развитие различных умственных операций; долгосрочной; системной то есть занятия должны проводиться по специальной программе; отличной от школьных занятий, как по программе, так и по методам обучения.

Существует несколько методических принципов (схема 3), которые помогают вовлечь обучающихся в олимпиадное движение по физике [10].

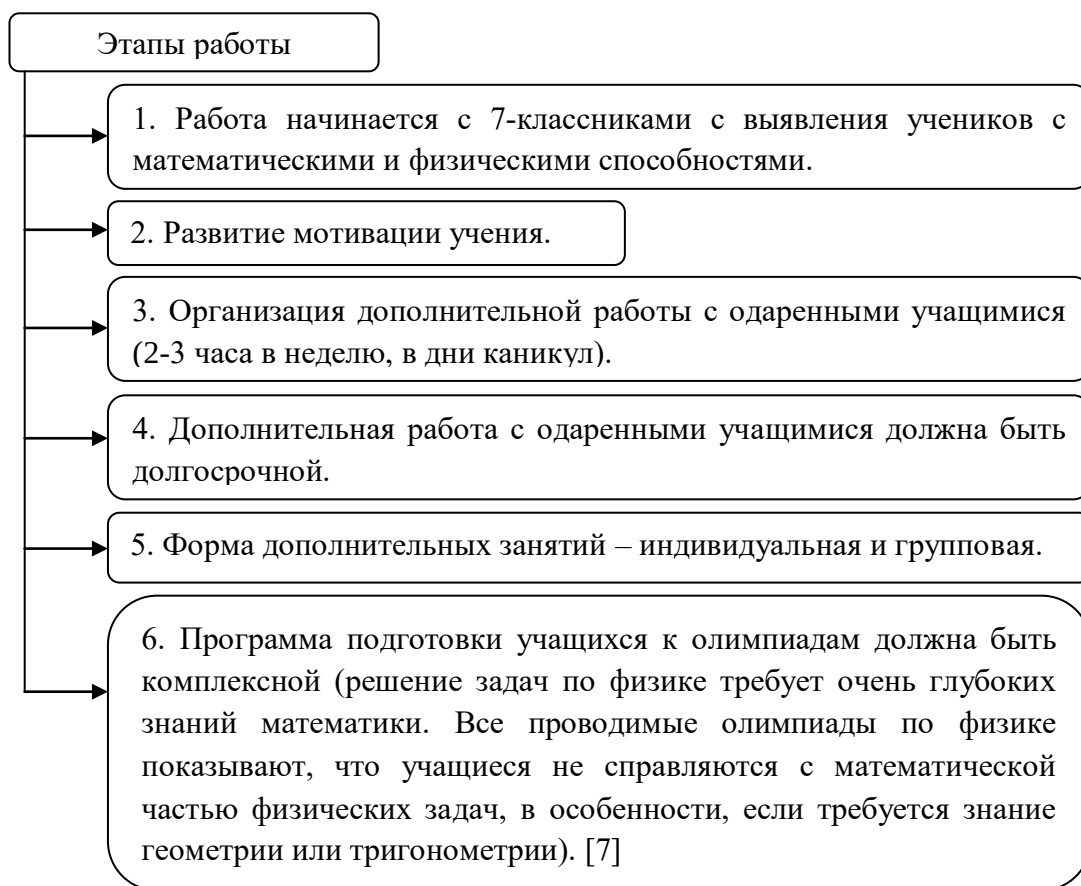
Схема 3 – Методические принципы



Главная цель дополнительной работы по подготовке к олимпиадам по физике - обобщение, систематизация и расширение уже имеющихся у учащихся знаний. Такая работа может быть как индивидуальной, так и групповой.

Выделим 6 основных этапов работы по подготовке к олимпиадам по физике в 8 классе (схема 4):

Схема 4 – Этапы работы по подготовке к олимпиадам по физике в 8 классе



Также работа должна быть выстроена таким образом, что обучающиеся смогут ознакомиться с методами и приемами решения олимпиадных задач, при этом у них должен формироваться навык решения олимпиадных задач. При этом необходимо постепенно увеличивать сложность решаемых задач.

К методам решения задач по физике относят: рациональный выбор системы отсчета и системы координат, метод размерностей, метод электрических изображений, оценочный метод, графические методы решения задач и др.

Рассмотрим основные темы для организации работы по решению олимпиадных задач в 8 классе:

1) Системы единиц. Ученик должен уметь выражать одни физические величины через другие, иметь представление о точности измерений и погрешностях измерений, уметь приводить внесистемные единицы к единицам СИ.

2) Задачи на механическое движение. Решаются задачи на движение со скоростью, постоянной на отдельных участках пути, графические задачи.

3) Тепловые явления. Мощность и КПД нагревателя, паровой турбины. Уравнение теплового баланса с учетом фазовых переходов, подведенного тепла и потерь.

4) Электрические явления. Электризация. Электрический заряд. Проводники и диэлектрики. Постоянный ток. Нелинейные элементы и ВАХ. В индивидуальном порядке вводят понятие потенциала. Пересчет симметричной звезды в треугольник.

5) Оптические явления. Отражение и преломление света. Задачи с плоскими зеркалами, на определение области видимости, задачами на построение изображений в тонких линзах.

Следует включать в подготовку и дополнительный материал по математике: понятие о малых углах, радианная мера угла.

Существует три типа олимпиадных задач по физике:

- 1-й тип задач использует условный мир идеализированных моделей, например материальных точек, невесомых и нерастяжимых нитей и др.

- 2-й тип — это задачи, приближенные к практике, то есть задачи в которых рассматриваются реальные физические объекты.

- 3-й тип — экспериментальные задания. Данный тип заданий встречается на олимпиадах высокого уровня и требует хорошей подготовки для выполнения.

Необходимо подбирать такие задачи, которые будут способствовать формированию интереса к изучению предмета физики, будут способствовать саморазвитию обучающихся, при этом нужно опираться на психологические, физиологические и возрастные особенности обучающихся. Для наибольшего активизирующего эффекта на занятиях необходимо создавать ситуации, в которых ученики занимаются поиском нескольких возможных решений задачи (проблемы); высказывают и аргументируют свое мнение; дискуссияют; помогают изучать материал более слабым обучающимся; осуществляют самостоятельный отбор заданий; дают разумные оценки ответов и каких — либо работ своих товарищей; активно задают вопросы.

2.РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «РЕШЕНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ 8 КЛАССА»

2.1 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА

Пояснительная записка:

Элективный курс разработан на учебный год 2020/2021. Программа курса ориентирована на обучающихся 8 классов.

Необходимость разработки курса заключается в том, чтобы способствовать успешному участию обучающихся в олимпиадном движении по физике, способствовать углублению и расширению знаний по предмету, способствовать развитию мышления обучающихся.

Цель: развитие интеллектуальных и творческих способностей, навыков самостоятельного получения нового знания с помощью решения олимпиадных задач по физике.

Задачи:

- способствовать формированию интереса к предмету физики;
- способствовать формированию интереса к решению олимпиадных задач по физике;
- научить приёмам и методам решения олимпиадных задач;
- способствовать формированию творческих и интеллектуальных способностей при решении различных типов олимпиадных задач по физике.

Актуальность разработки элективного курса связана с тем, что олимпиадные задачи по физике вызывают трудности у обучающихся, но при этом могут способствовать развитию и раскрытию одаренности ребенка, а также способствовать всестороннему развитию мышления.

Формы работы:

- лекционное занятия;
- эвристические беседы;
- практические занятия;
- уроки-исследования;

- работа в малых группах;
- домашние эксперименты.

Формы контроля:

- тестирование, выборочный опрос, тренировочные задания, анализ работы с текстом;
- самостоятельная работа по решению задач;
- письменные отчёты по результатам проведённых исследовательских работ;
- сообщения по результатам выполнения экспериментальных заданий.

Планируемые результаты обучения.

Результаты обучения представлены на нескольких уровнях - личностном, метапредметном и предметном (схема 5, схема 6, схема 7).

Схема 5 – Личностные результаты

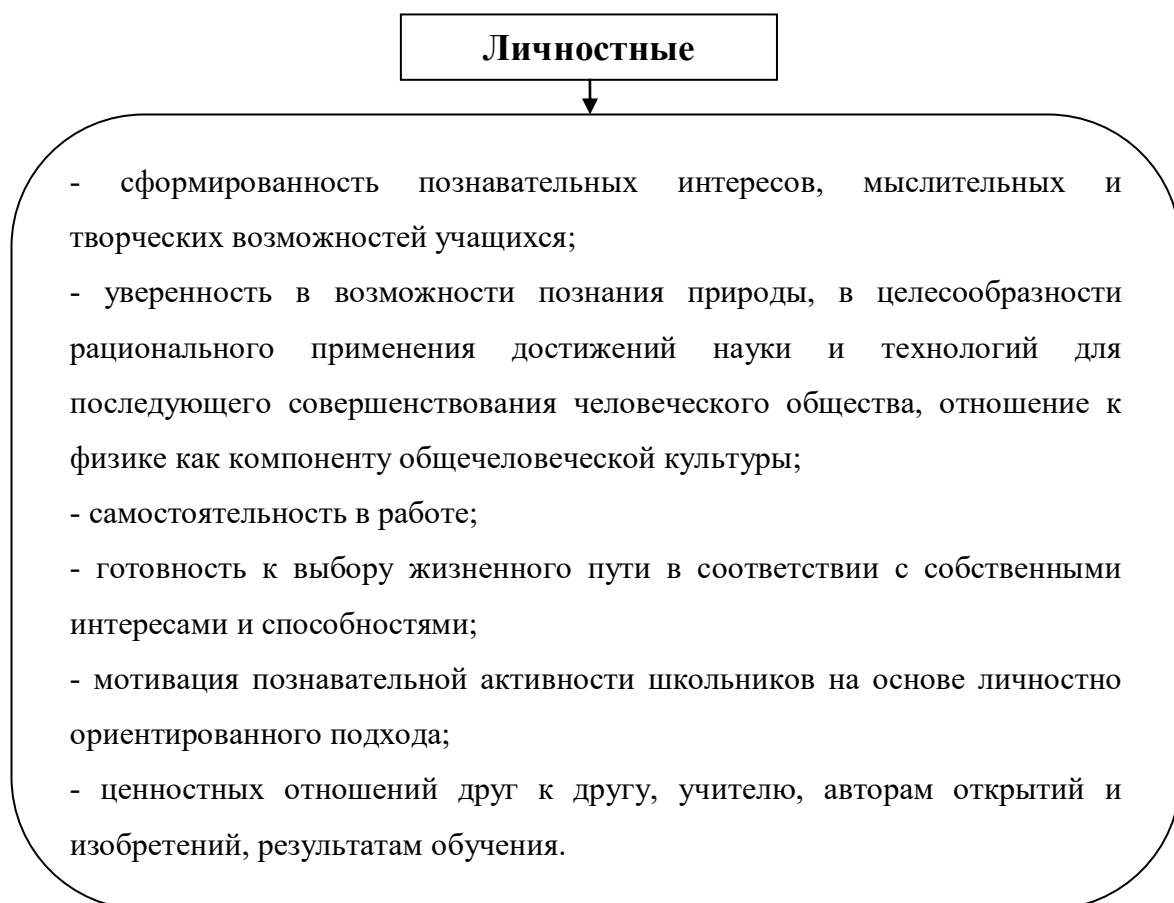
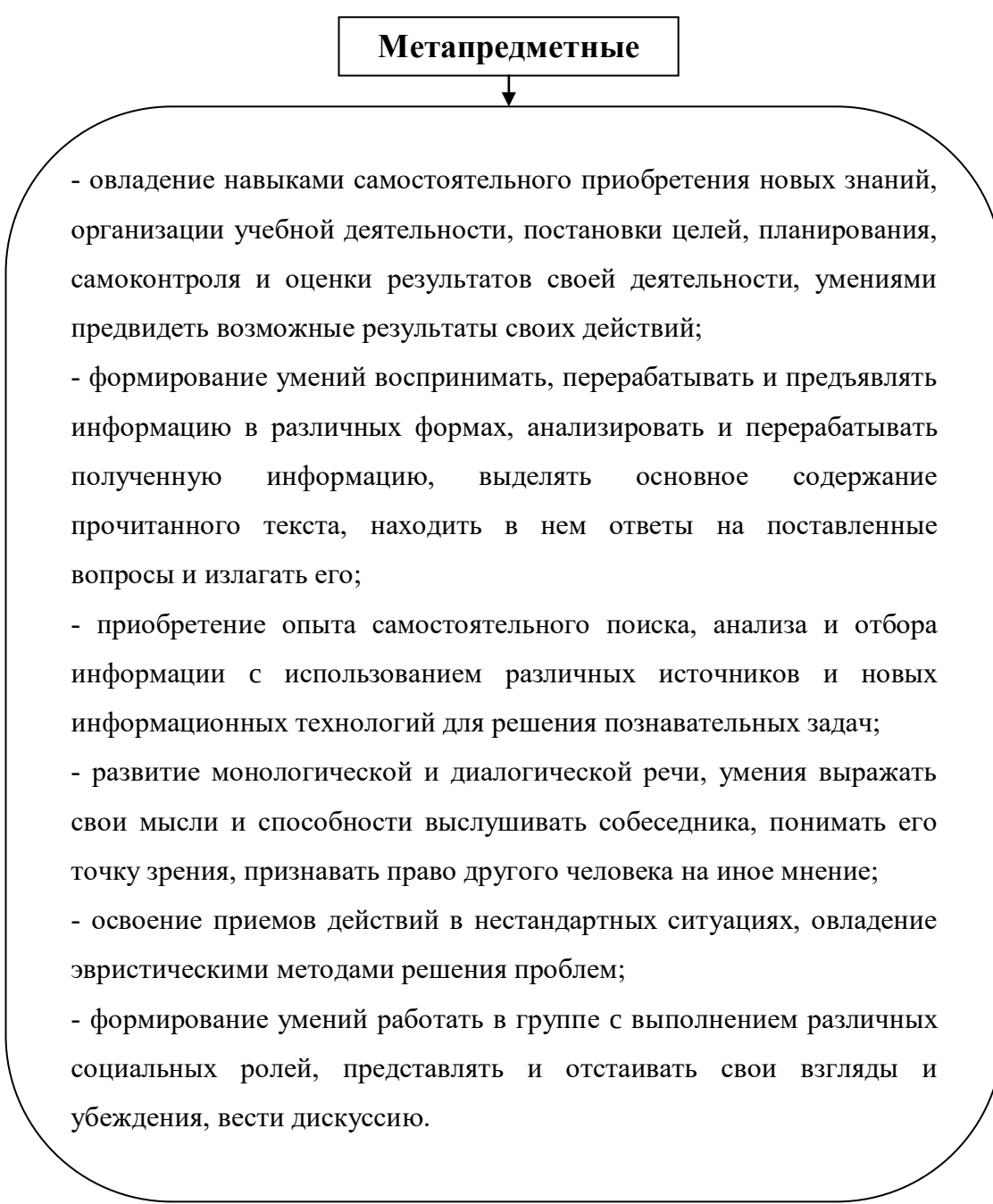


Схема 6 – Метапредметные результаты

Метапредметные



- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- формирование умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в различных формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нем ответы на поставленные вопросы и излагать его;
- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения познавательных задач;
- развитие монологической и диалогической речи, умения выражать свои мысли и способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;
- освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
- формирование умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию.

Схема 7 – Предметные результаты

Предметные



- знания о природе важнейших физических явлений окружающего мира и понимание смысла физических законов, раскрывающих связь изученных явлений;
- умения пользоваться методами научного исследования явлений природы, проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и формул, обнаруживать зависимости между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы, оценивать границы погрешностей результатов измерений;
- умения применять теоретические знания по физике на практике, решать физические задачи на применение полученных знаний;
- умения и навыки применять полученные знания для объяснения принципов действия важнейших технических устройств, решения практических задач повседневной жизни;
- развитие теоретического мышления на основе формирования умений устанавливать факты, различать причины и следствия, строить модели, выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы;
- коммуникативные умения докладывать о результатах своего исследования, участвовать в дискуссии, кратко и точно отвечать на вопросы, использовать справочную литературу и другие источники информации.
- понимание и способность объяснять такие физические явления, как, атмосферное давление, плавание тел, диффузия, тепловые, электрические и оптические явления;
- умения измерять расстояние, промежуток времени, скорость, ускорение, массу, силу, импульс, работу силы, мощность, кинетическую энергию, потенциальную энергию, температуру, силу тока, напряжение, фокусное расстояние линзы;
- владение экспериментальными методами исследования в процессе самостоятельного изучения уравнения теплового баланса, электрических цепей, электромагнитных и оптических явлений;
- понимание смысла основных физических законов и умение применять их на практике;
- овладение разнообразными способами выполнения расчетов для нахождения неизвестной величины в соответствии с условиями поставленной задачи на основании использования законов физики;
- овладение школьниками новыми методами и приемами решения нестандартных физических задач.

2.2 СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА

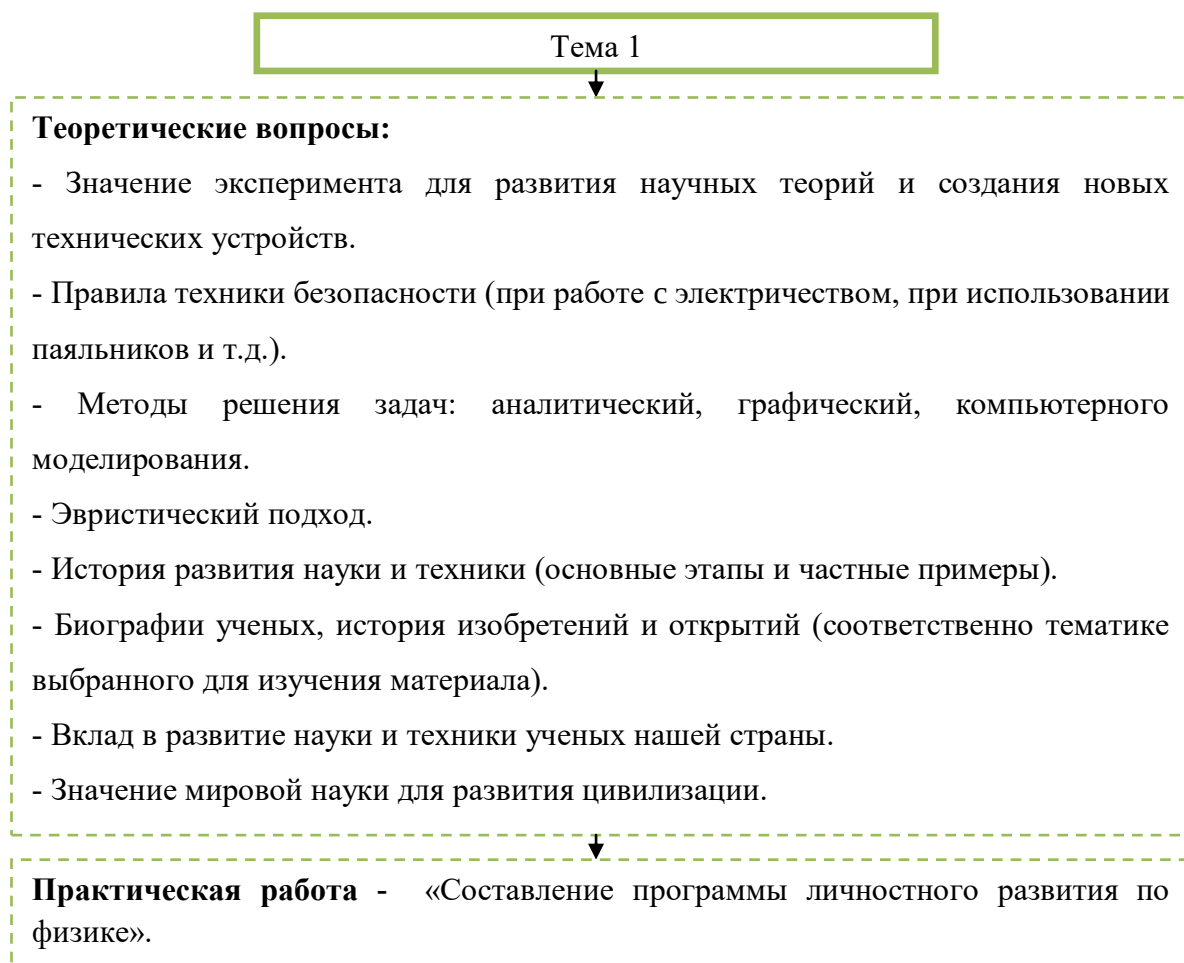
Содержание курса приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Содержание курса

Тема	Количество часов		
	теорет.	практ.	всего
Физические методы изучения природы: теоретический и экспериментальный. Методы решения задач.	1	2	3
Тепловые явления и методы их исследования.	3	2	5
Электрические явления и методы их исследования.	3	5	8
Оптика.	3	5	8
Заключительное мероприятие.	1	2	3
ВСЕГО:	11	16	27

Тема 1. Физические методы изучения природы: теоретический и экспериментальный. Методы решения задач. (3 часа) (Схема 8)

Схема 8 – Изучение темы 1



Тема 2. Тепловые явления и методы их исследования (5 часов) (Схема 9)

Схема 9 – Изучение темы 2

Тема 2

- Тепловое расширение тел. Использование теплового расширения в датчиках температуры и пр. Тепловое расширение материалов в различных технических устройствах, сооружениях и т.п.
- Виды теплопередачи – теплопроводность, конвекция и излучение. Теплопередача в природе и технике. Количество теплоты. Удельная теплоемкость. Энергия топлива. Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах. КПД тепловых процессов.
- Агрегатные состояния вещества. Переход веществ из одного состояния в другое. Удельная теплота плавления и удельная теплота парообразования. Тепловые явления в природе и технике. Работа газа и пара. КПД теплового двигателя и пути его повышения.
- Тепловые свойства воды в природе и технике (система охлаждения автомобиля и т.д.). Паровой и воздушный клапан системы охлаждения. Относительная и абсолютная влажность. Приборы для измерения влажности.

Практические работы

1. Определение удлинения тела в процессе теплового расширения.
2. Изучение работы электронного датчика температуры. Построение графика зависимости температуры тела от времени при плавлении и отвердевании кристаллического тела. Сравнение с аморфными телами.
3. Решение исследовательской задачи по тепловому расширению твёрдых тел, жидкостей и газов для регистрации изменения температуры. Анализ и обобщение возможных вариантов конструкций [6].
4. Решение задач по теме с использованием сборника [7] и т.п.

Задача 1. К стальной детали общим объемом 1 литр, имеющей внутри полость, полностью заполненную водой с плотностью 1000 кг/м^3 и удельной теплоемкостью $4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, подводится количество теплоты 38400 Дж . В результате температура системы сталь-вода повышается на 10 К .

Считая, что все подводимое количество теплоты идет на нагревание системы, а произведение плотности стали на ее удельную теплоемкость составляет $3600 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{К}$, определить объем полости в литрах.

Решение. Подведенное к системе количество теплоты Q есть сумма количества теплоты Q_1 , полученного сталью и количества теплоты Q_2 , полученного водой, т.е.

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (1)$$

При этом

$$Q_1 = c_1 m_1 \Delta t, \quad (2)$$

$$Q_2 = c_2 m_2 \Delta t, \quad (3)$$

$$m_1 = \rho_1 V_1, \quad (4)$$

$$m_2 = \rho_2 V_2, \quad (5)$$

где c_1 , m_1 , ρ_1 , V_1 - удельная теплоемкость, масса, плотность и объем стали;

c_2 , m_2 , ρ_2 , V_2 - удельная теплоемкость, масса, плотность, объем воды (т.е. объем полости);

Δt – приращение температуры системы.

Учитывая, что

$$V_1 = V - V_2, \quad (6)$$

где V – объем всей детали

и подставляя (6) в (4), а затем полученный результат вместе с (2), (3) и (5) в (1), получаем

$$Q = c_1 \rho_1 (V - V_2) \Delta t + c_2 \rho_2 V_2 \Delta t.$$

Из полученного уравнения выражаем объем V_2 полости

$$V_2 = Q - c_1 \rho_1 V \Delta t / (c_2 \rho_2 - c_1 \rho_1) \Delta t \quad (7)$$

Подставляя в (7) значения Q , V , c_2 , ρ_2 и учитывая,

что $c_1 \rho_1 = 3600 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{К}$,

получаем

$$V_2 = 3,84 \cdot 10^4 - 3,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \cdot 10 / (4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 - 3,6 \cdot 10^6) \cdot 10 = 0,4 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3) = 0,4 \text{ литра}.$$

Задача 2. В воду массой 1 кг при температуре 20°C брошен кусок мокрого снега массой 250 г. Когда весь снег растаял, общая температура

стала равной 5°C . Определите количество воды в комке снега. Удельная теплота плавления снега $334 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, удельная теплоемкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$.

Решение:

$m_{\text{в}}$ — масса воды в комке;

m_1 — масса воды;

m_2 — масса снега.

$Q_1 = Q_2 + Q_3$ — уравнение теплового баланса

для данной теплоизолированной системы,

где $Q_1 = m_1 c(t_1 - \theta)$ — кол — во теплоты, отданное водой;

$Q_2 = (m_2 - m_{\text{в}}) \cdot \lambda$ — кол — во теплоты, затраченное на плавление снега;

$Q_3 = m_2 c(\theta - 0^{\circ}) = m_2 c\theta$ — кол — во теплоты,

затраченное на нагревание воды, полученной из снега.

Так как снег мокрый, то температура смеси «снег + вода (в комке снега)» будет иметь температуру 0°C в течение всего процесса плавления снега.

Тогда:

$$m_1 c(t_1 - \theta) = (m_2 - m_{\text{в}})\lambda + m_2 c\theta;$$

$$(m_2 - m_{\text{в}})\lambda = m_1 c(t_1 - \theta) - m_2 c\theta = c \cdot [m_1(t_1 - \theta) - m_2\theta];$$

$$(m_2 - m_{\text{в}}) = \frac{c}{\lambda} \cdot [m_1(t_1 - \theta) - m_2\theta];$$

$$(m_2 - m_{\text{в}}) = -\frac{c}{\lambda} \cdot [m_1(t_1 - \theta) - m_2\theta];$$

$$m_{\text{в}} = 0,25 - \frac{4200}{334 \cdot 10^3} \cdot [1(20 - 5) - 0,25 \cdot 5] = 77,1 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}.$$

Ответ: $m_{\text{в}} = 77,1 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}$.

Задача 3. В калориметре содержатся равные массы воды и льда при температуре $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$. В калориметр дополнительно вливают воду, масса которой равна суммарной массе воды и льда, первоначально находившихся в нем. Температура добавленной воды равна $t_1 = 60^{\circ}\text{C}$. Какая температура t

установится в калориметре? Удельная теплоемкость воды $c=4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 335 \text{ кДж}/\text{кг}$.

Решение. Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$m\lambda + 2mc(t - t_0) = 2mc(t_1 - t)$$

Выражая t , получим:

$$t = \frac{2ct_1 - \lambda}{4c} \approx 10^\circ\text{C}$$

Задача 4. В сосуд с водой при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ поместили $m_{\text{л}} = 100 \text{ г}$ льда с температурой $t_{\text{л}} = -8^\circ\text{C}$.

Какая установится температура, если теплоемкость сосуда с водой $1,67 \text{ кДж}/\text{К}$. Теплоёмкость воды $C = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ Теплоёмкость льда

$C = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Решение. Оценим теплоту, при остывании воды с сосудом Q_1 и при нагревании льда Q_2 , чтобы определить будет ли замерзать вода или будет таять лед.

$$Q_1 = c\Delta t_1 = 33,4 \text{ кДж} (\Delta t_1 = 20^\circ\text{C})$$

$$Q_2 = c_{\text{л}}m_{\text{л}}\Delta t_2 = 1,68 \text{ кДж} (\Delta t_2 = 8^\circ\text{C})$$

Так как $Q_2 < Q_1$, то будет таять лед.

При этом для превращения всего льда в воду надо отобрать

$$Q_3 = \lambda m = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,1 = 3,3 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 33 \text{ кДж}.$$

Это больше, чем $Q_1 - Q_2$, поэтому растает лишь часть льда. Температура смеси будет 0°C .

Задача 5. В калориметре смешали десять порций воды. Первая порция имела массу $m = 1 \text{ г}$ и температуру $t = 1^\circ\text{C}$, вторая – массу $2m$ и температуру $2t$, третья – $3m$ и $3t$, и так далее, а десятая – массу $10m$ и температуру $10t$. Определите установившуюся температуру смеси. Потерями теплоты пренебречь.

Решение. Так как по условию система теплоизолирована, воспользуемся законом сохранения энергии.

Определим количество теплоты, которое выделится при остывании всех порций воды до 0 °С:

$$Q = cmt + 2m \cdot c \cdot 2t + \dots + 10m \cdot c \cdot 10t = 385cmt.$$

Это количество теплоты пустим на нагревание всей воды, имеющей массу $m + 2m + \dots + 10m = 55m$ от 0 °С до искомой температуры t_x :

$$Q = 55cmt_x = 385cmt, \text{ откуда } t_x = 7 \text{ °С.}$$

Тема 3. Электрические явления и методы их исследования (8 часов) (Схема 10)

Схема 10 – Изучение темы 3

Тема 3

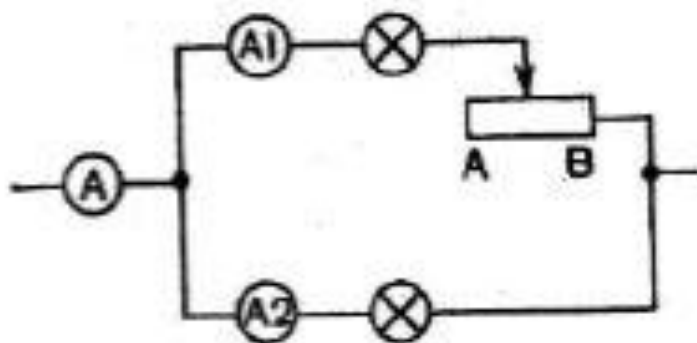
- Электризация тел, два рода зарядов, их взаимодействие. Электроскопы и электрометры. Строение атома. Электрон. Проводники электрического тока. Диэлектрики и полупроводники. Конденсаторы.

- Электрический ток. Источники тока. Электрическая цепь. Действия электрического тока. Электрический ток в металлах, растворах электролитов, в полупроводниках. Соединение проводников (последовательное, параллельное, смешанное). Гальванометр, амперметр, вольтметр, мультиметр, реостаты. Осветительная сеть. Схемы различных электрических устройств (в быту, в промышленности, на автомобиле, игрушках и играх и т.д.). Работа и мощность электрического тока, закон Джоуля-Ленца. Электронагревательные приборы. Расчёт электроэнергии, потребляемой бытовыми электроприборами. Освещение. Короткое замыкание. Плавкие предохранители и с биметаллическими пластинами. Применение полупроводниковых приборов.

Практические работы:

1. Сборка электрических цепей и снятие показаний с амперметров и вольтметров.
2. Изучение различных схем электрических цепей.
3. Решение задач по созданию конкретных устройств с использованием электрического тока.
4. Изучение смешанного соединения проводников. Решение задач по методу эквивалентных схем.

Задача 1. В цепь включены две одинаковые лампы. При положении ползунка реостата в точке B амперметр A_1 показывает силу тока $0,4$ А. Что показывают амперметры A и A_2 ? Изменятся ли показания амперметров при передвижении ползунка к точке A ?



Решение:

1) Если ползунок реостата расположен в точке A , то реостат в цепь не включен, т.к. лампочки соединены параллельно, то напряжение на них одинаковое; т.к. лампочки одинаковые, то сила тока в них одинакова:

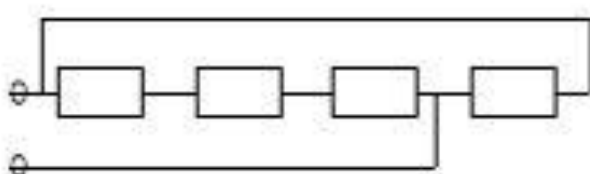
$$I_1 = I_2 = 0,4 \text{ А.}$$

$$2) I_0 = I_1 + I_2 = 0,8 \text{ А.}$$

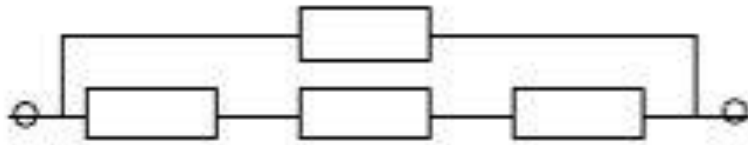
3) При движении ползунка к точке A увеличивается сопротивление верхней ветви цепи. Если напряжение на участке цепи не изменяется, то показания A_1 уменьшаются, показания A_2 не изменяются. Показания амперметра A уменьшаются.

Ответ: показания амперметра A уменьшаются.

Задача 2. Найти общее сопротивление цепи, если сопротивление каждого резистора $R = 4/3$ Ом.



Решение: Эквивалентная схема имеет вид



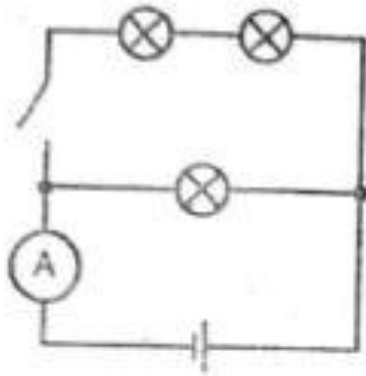
$$R + R + R = 3R$$

$$1/R + 1/3R = 4R/3$$

$$R_{\text{общее}} = 3/4 * 4/3 = 1 \text{ (Ом)}$$

Ответ: $R_{\text{общее}} = 1 \text{ (Ом)}$

Задача 3. Три одинаковые лампы и амперметр включены так, как показано на рисунке. Во сколько раз отличаются показания амперметра при разомкнутом и замкнутом ключе? Напряжение поддерживается постоянным.



Решение: При разомкнутом ключе $I_1 = U/R_1$.

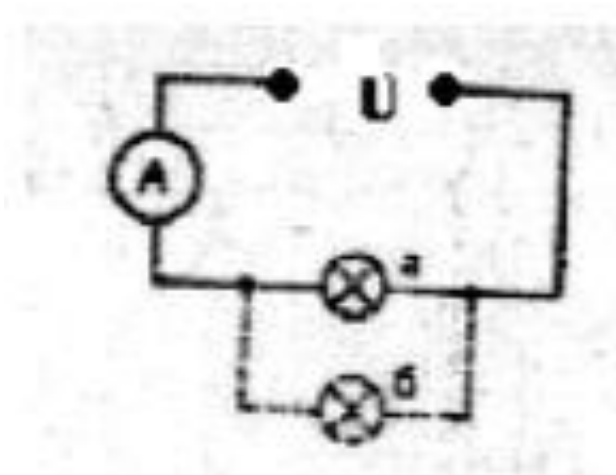
При замкнутом ключе $I_2 = U/R_2$

$$1/R_2 = 1/R + 1/2R \quad R_2 = 2R/3$$

найденно отношение сил тока $I_1/I_2 = 2/3$.

Ответ: $I_1/I_2 = 2/3$.

Задача 4. Амперметр, включенный в цепь, состоящую из источника тока, показывает некоторую силу тока. Как изменится показание амперметра, если в эту цепь включить еще одну лампу б?



Решение: При включении второй лампы уменьшится сопротивление данного участка цепи, т.к. соединение параллельное.

$$1/R_o = 1/R_a + 1/R_b$$

Напряжение на участке цепи не изменится, поэтому сила тока должна возрасти.

$$I = U/R$$

Ответ: Напряжение на участке цепи не изменится, поэтому сила тока должна возрасти $I = U/R$.

Задача 5. Представьте себе две соседние комнаты. В одной из них висит обычная лампочка. Дверь туда закрыта. В другой комнате – 3 выключателя. Из них только один соединен с лампочкой. Можно сколько угодно включать и выключать их. Потом нужно зайти в комнату с лампочкой, сколько угодно и что угодно там делать. А затем сказать, какой выключатель включает лампочку. Решение должно быть честным, т.е. из-за двери ничего не видно и не слышно, зайти в комнату можно только один раз, выключатели неразборные, не искрят, нельзя использовать какие-либо приборы, помощников, экстрасенсорные способности и пр. Не забывайте, что это – физическая задача.

Ответ: Решение основано на том, что включенная лампочка нагревается. Нужно включить первый из выключателей, подождать немного и выключить. Затем включить второй и идти в комнату. Если лампочка горит, то тут все ясно – второй выключатель. Если не горит, то нужно потрогать лампочку. Если она горячая, то – первый выключатель, иначе – третий.

Тема 4. Оптика (8 часов) (Схема 11)

Схема 11 – Изучение темы 4

Тема 4

- Сила света. Освещенность. Законы отражения и преломления. Полное отражение. Волоконная оптика.
- Зеркала плоские и сферические.
- Линзы. Формула тонкой линзы. Искажение изображений, получаемых с помощью оптических приборов.

Практические работы

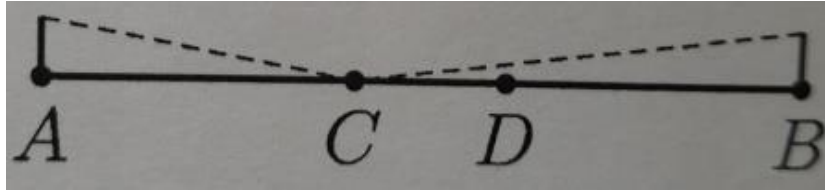
1. Изучение законов отражения (плоское и сферическое зеркала).
2. Изображение, даваемое рассеивающей линзой.
3. Оптическая схема микроскопа.
4. Сборка телескопа.
5. Решение задач.

Задача 1. Не дождавсь автобуса, пешеход пошел пешком к следующей автобусной остановке, павильон которой был виден вдали. Через некоторое время он обнаружил, что кажущаяся высота этого павильона в $k = 1,5$ раза меньше кажущейся высоты павильона, от которого он отошёл. Пройдя еще $L = 100$ метров, пешеход заметил, что, наоборот, павильон впереди кажется ему в $k = 1,5$ раза выше павильона позади.

Найдите расстояние между остановками. Считайте, что кажущийся размер предмета обратно пропорционален расстоянию до него.

Остановочные павильоны одинаковы, пешеход идет по соединяющей их прямой.

Решение. Для решения задачи сделаем чертеж.



Обозначим в нем буквами A и B начальную и конечную автобусные остановки, буквой C – точку, откуда остановочный павильон B казался пешеходу в $k = 1,5$ раза ниже павильона A , буквой D – точку, откуда остановочный павильон A казался пешеходу в $k = 1,5$ раза ниже павильона B .

Поскольку видимый размер павильона обратно пропорционален расстоянию до него, то справедливы следующие пропорции:

$$\frac{AC}{CD + DB} = \frac{1}{k}; \quad \frac{DB}{AC + CD} = \frac{1}{k}$$

Из них получаем:

$$\frac{AC}{AC + CD + DB} = \frac{1}{k + 1} = \frac{1}{k + 1} = \frac{AC}{AB};$$

$$\frac{DB}{AC + CD + DB} = \frac{1}{k + 1} = \frac{1}{k + 1} = \frac{DB}{AB}$$

С другой стороны:

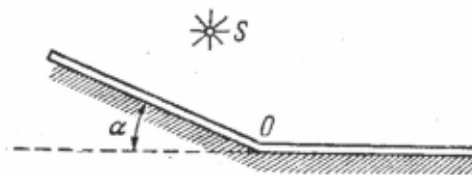
$CD = AB - AC - DB$, откуда

$$\frac{CD}{AB} = 1 - \frac{AC}{AB} - \frac{DB}{AB} = \frac{CD}{AB} = 1 - \frac{1}{k + 1} - \frac{1}{k + 1} = \frac{k - 1}{k + 1}$$

Отсюда, учитывая, что $CD = L$, получаем:

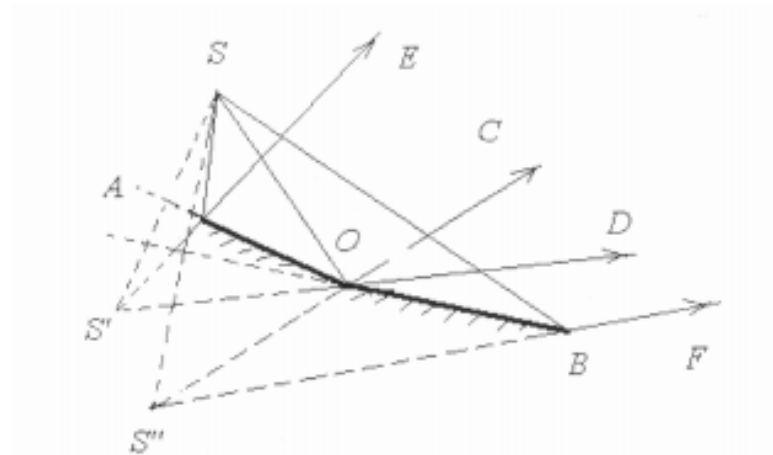
$$AB = \frac{k - 1}{k + 1} \cdot L = 500 \text{ м.}$$

Задача 2. Два зеркала расположены под углом α друг к другу и перед ними помещен точечный источник света. Указать, где следует расположить глаз наблюдателя, чтобы одновременно видеть оба изображения, даваемых зеркалами.



Решение.

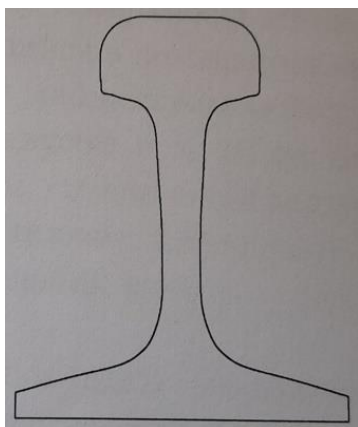
Используя закон зеркального отражения от плоского зеркала, легко построить изображения S' и S'' точечного источника S в двух плоских зеркалах OA и OB , соответственно:



Используя закон зеркального отражения легко построить сектор лучей $ES'OD$, отраженных от плоского зеркала OA . Аналогично можно построить сектор лучей $CS''BF$, отраженных от плоского зеркала OB .

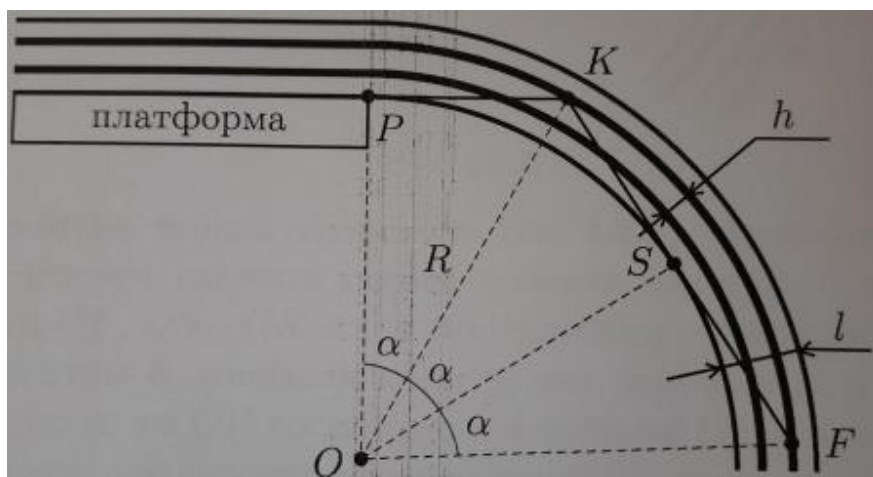
Исходя из выполненных построений лучей, в сектор COD падают лучи, отраженные от обоих зеркал. Следовательно, поместив глаз наблюдателя в этот секторе, можно видеть оба мнимых изображения S' и S'' в плоских зеркалах.

Задача 3. На каком расстоянии от въезда на станцию метро находится поезд, когда пассажир, стоящий на краю платформы около конца тоннеля, начинает видеть блик от света фар на рельсах? Перед въездом на станцию расположен достаточно длинный поворот с радиусом закругления R . Считайте, что тоннель горизонтален, а его сечение – прямоугольник шириной $l \ll R$, расстояние между рельсами $h \ll R$, фары поезда расположены точно над рельсами, профиль рельса изображен на рисунке.



Решение. Луч, который видит пассажир, отражается от верхней части рельса, которая имеет округлую форму. Поэтому при большом радиусе закругления рельсов (и, следовательно, при малых углах падения и отражения луча) можно пренебречь тем, что глаза пассажира и фары метропоезда находятся на разной высоте над уровнем рельсов и считать, что фары, глаз пассажира и точка рельса, от которой отражается свет, лежат в практически горизонтальной плоскости.

Из рисунка видно, что прежде всего пассажир увидит луч от правой фары, отраженный правым рельсом.



Отрезки, проведенные из центра кривизны пути (точка O) к фаре (точка F), пассажиру (точка P), точке (K) отражения света от рельса и точке, в которой луч касается стенки тоннеля (S), составляют друг с другом разные углы α

Из треугольника OPK можно приближенно найти расстояние от внутренней стенки тоннеля до внешнего рельса:

$$\frac{l}{2} + \frac{h}{2} \approx R(1 - \cos\alpha) \approx \frac{R\alpha^2}{2}$$

Отсюда

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{l+h}{R}}$$

а искомое расстояние:

$$L \approx 3\alpha R \approx 3\sqrt{R(l+h)}$$

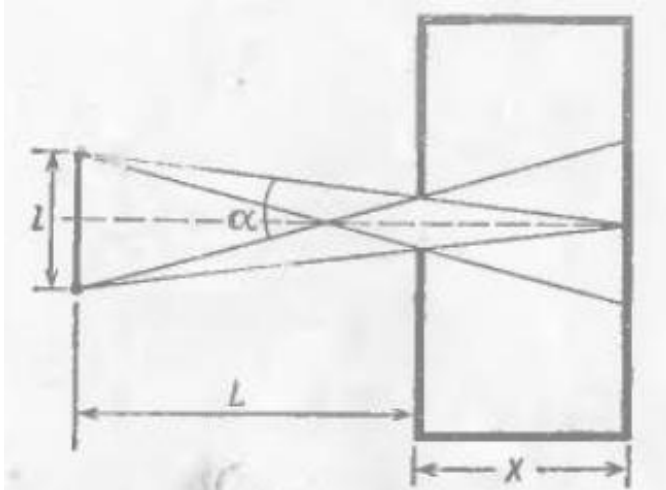
Задача 4. Фотографировать тигра с расстояния L менее 20 метров опасно. Какой размер может иметь камера – обскура с отверстием диаметром $d = 1$ мм, чтобы тигр на фотографии получился полосатым? Расстояние между полосами на шкуре тигра $l = 20$ см.

Решение.

Камера – обскура – это просто ящик с дыркой, напротив которой находится фотопластинка.

Для расчетов можно принять, что из каждой точки – источника выходит пучок лучей, ограниченный дыркой перед попаданием на фотопластинку. Конечно, изображением точки в этом случае оказывается небольшой кружок. Для того чтобы полосы можно было различить, нужно сделать так, чтобы изображения ближайших друг к другу точек, принадлежавших разным полосам на шкуре – источнике, не перекрывались.

Из геометрических соотношений получим (полосы считаем узкими):



$$x > \left(\frac{d}{2}\right) \operatorname{ctg} \alpha.$$

$$\text{Но } \operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{2(L+x)}, x > \frac{d(L+x)}{l}.$$

$$\text{Отсюда } x > d \cdot \frac{L}{l} = 10 \text{ см. (Мы учли, что } d < l).$$

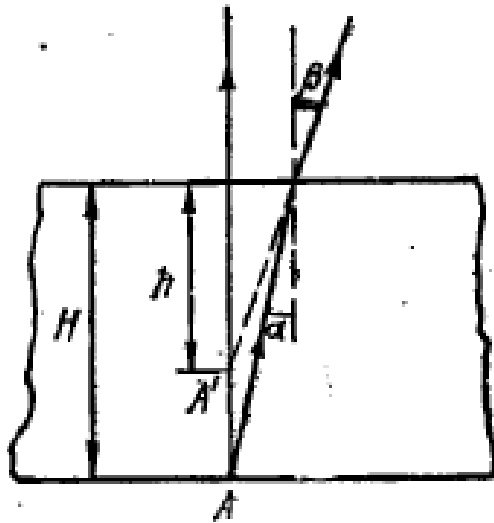
Итак, глубина камеры должна быть больше 10 см. Легко видеть, что при отверстии $d = 1$ мм дифракцией можно пренебречь.

Ответ: больше 10 см.

Задача 5. Во сколько раз истинная глубина водоема H больше кажущейся h , если смотреть по вертикали вниз?

Решение.

Построим рисунок



Для определения кажущегося местоположения точки A проведем на нее два луча. Пусть один из лучей перпендикулярен поверхности воды, а второй падает на поверхность под углом α . После преломления он выходит из воды под углом β . Лучи попадают в глаз наблюдателя, и ему кажется, что точка A занимает положение точки A' .

Из рисунка следует, что $H = h \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} \approx h \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = hn \Rightarrow \frac{H}{h} = n = \frac{4}{3}$, где n — показатель преломления воды.

Ответ: в $\frac{4}{3}$ раз.

2.3 АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОГО ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА НА БАЗЕ МБОУ СОШ №60 Г. ПЕНЗЫ

Данный элективный курс был апробирован на базе МБОУ СОШ № 60 г. Пензы на обучающихся 8 классов. Занятия проводились еженедельно начиная с 19 октября 2020 года. Кроме этого занятия проводились в период каникул в дистанционном формате на платформе Zoom.

В качестве экспериментальной группы были взяты 6 обучающихся из параллели 8 классов, которые проявляют интерес к изучению физики: Анна Л., Владислав Р., Елизавета Ш., Мария Д., Лилия М., Владимир Ч.

Для анализа умений решения олимпиадных задач по физике на разных этапах реализации элективного курса данная группа обучающихся принимала участие в дистанционной олимпиаде по физике «Школа Архимеда».

В начале реализации курса данная олимпиада была проведена в дистанционном формате 27 ноября 2020 года на базе Государственного бюджетного нетипового общеобразовательного учреждения Пензенской области "Губернский лицей". На данном этапе данная экспериментальная группа показала следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты участия в дистанционной олимпиаде по физике «Школа Архимеда» на базе Государственного бюджетного нетипового общеобразовательного учреждения Пензенской области "Губернский лицей"

Обучающийся	Результат
Анна Л.	2
Владислав Р.	4
Елизавета Ш.	2
Мария Д.	0
Лилия М.	0
Владимир Ч.	2

Проанализировав результаты участия в олимпиаде, можно прийти к выводу, что у данной группы обучающихся низкий уровень решения олимпиадных задач.

Данным ученикам было предложено посещать дополнительные занятия по программе элективного курса. С каждым из них проводились индивидуальные беседы, составлялся индивидуальный план подготовки.

В конце реализации курса олимпиада была проведена в дистанционном формате 30 апреля 2021 на базе Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения Гимназии №44 г. Пензы. На данном этапе данная экспериментальная группа показала следующие результаты (таблица 3).

Результаты участия в дистанционной олимпиаде по физике «Школа Архимеда» на базе МБОУ Гимназии №44 г. Пензы

Обучающийся	Результат
Анна Л.	10
Владислав Р.	12
Елизавета Ш.	10
Мария Д.	7
Лилия М.	14
Владимир Ч.	16

На основе этих данных можно сделать вывод о том, что участники группы повысили успешность участия в олимпиадах. Стоит отметить, что детальный анализ протоколов позволяет видеть, что не только число, решаемых задач увеличилось, но и увеличился процент выполнения более сложных задач.

Таким образом, разработанный элективный курс эффективен при обучении решению олимпиадных задач по физике в 8 классах в дальнейшем работа с данной группой может быть продолжена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы была изучена литература по данной теме, выделены методические аспекты подготовки обучающихся к решению олимпиадных задач по физике.

Для реализации цели был разработан и апробирован на базе МБОУ СОШ №60 элективный курс «Решение олимпиадных задач по физике для 8 класса».

В процессе исследования пришел к выводу, что олимпиадные задачи по физике обладают огромным потенциалом для развития мышления, обладают глубокими межпредметными связями. И для решения таких задач необходима специальная, комплексная, долгосрочная подготовка.

В дальнейшем данный курс может быть дополнен другими разделами физики, для продолжения работы в других классах. Разработанный элективный курс может быть использован в работе другими учителями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельфгад Л.П. 1001 задача по физике. – М.: Мнемозина, 2019.
2. Горев Л. А. Занимательные опыты по физике. – М.: Просвещение, 2017.
3. Григорьев Ю. М., Муравьев В. М., Потапов В. Ф. Олимпиадные задачи по физике. Международная олимпиада «Туймаада»: Под ред. Селюка Б. В. — М.: МЦНМО, 2007 — 160 с.
4. Каспржак А. Г. Элективные курсы в профильном обучении. Национальный фонд подготовки кадров, 2020. 96 с.
5. Кац Ц. Б. Биофизика на уроках физики. – М.: Просвещение, 2018.
6. Коровин В. А. Оценка качества подготовки выпускников основной школы по физике. – М.: Дрофа, 2019.
7. Концепции федеральных государственных образовательных стандартов общего образования. Под ред. А. М. Кондакова, А. А. Кузнецова. М.: Просвещение. 2018. С. 24
8. Мамченков Д. В. Методические рекомендации по подготовке и участию школьников в предметных олимпиадах и конкурсах научных работ и проектов // М.: Уникум, 2017. С. 130.
9. Мощанский В. Н., Савелова Е. В. История физики в средней школе. – М.: Просвещение, 2019.
10. Перельман Я. И. Занимательная физика. – М: Наука, 2018.
11. Пинский А. А. Физика 8. - М.: Просвещение, 2019.
12. Подлесный Д. В «О школьных физических олимпиадах в России» // Исследовано России. 2020. С. 17.
13. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / (сост. Е. С. Савинов). М.: Просвещение, 2019. 342 с. (Стандарты второго поколения).
14. Радченко Т. И. Программа «Прикладная физика для начинающих», - М: Материалы фестиваля «Открытый урок» за 2016-2017 уч. год.
15. Резников З. М. Прикладная физика. – М.: Просвещение, 2019.

16. Рымкус А. А. Уроки с применением методов ТРИЗ.// Физика, №29, 2013.
17. Рабочая программа курса «Физика, 7 класс» Пущина Н. А Москва 2018-2019 год
18. М. В. Семёнов, Ю. В. Старокуров, А. А. Якута Методические рекомендации по подготовке учащихся к участию в олимпиадах высокого уровня по физике. — М.: Физический факультет МГУ, 2007 — 60 с.: ил.
19. Тарасьяц С. В. Особенности правового регулирования интеллектуальной собственности в российской федерации. //Фундаментальные исследования. — М.: Академия Естествознания. 2017. № 12. С. 180.
20. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы; Учеб. Пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений /С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева и др. — М.: Издательский центр "Академия", 2020. — 368 с.
21. Тесленко, В. И. Профессиональное становление будущего учителя физики в обновленном педагогическом образовании /В. И. Тесленко, Н. А. Эверт, Т. А. Залезная; М. А. Исакова. — Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2018. — 379с.
22. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий. Пособие для учителя. Под ред. А. Г. Асмолова. 2-е изд. М.: Просвещение. 2020. С. 53
23. Эльшанский И. И. Хочу стать Кулибиным. — М.: РИЦ МДК, 2019.