

П Р О В Е Р Е Н А

Заместитель директора по УВР
ГБОУ гимназии
им. С. В. Байменова
города Похвистнево
Е.Ю. Павлова

«30 » августа 2021 г.

У Т В Е Р Ж Д Е Н А

Директор ГБОУ гимназии
им. С. В. Байменова
города Похвистнево

Г. И. Павлова
Приказ № 192-од
от «31 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Наименование предмета: элективный курс по физике
«Равновесная и неравновесная термодинамика»

Класс: 10

Учитель: Архирейская Татьяна Геннадиевна

Р А С С М О Т Р Е Н А

на заседании методического
объединения учителей
естественнонаучных дисциплин
протокол № 1
от «27 » августа 2021 г.
Руководитель МО
И.В. Синеглазова

Пояснительная записка

За основу рабочей программы элективного курса по физике «**Равновесная и неравновесная термодинамика**» взята программа «Равновесная и неравновесная термодинамика» В.А. Орлова, Г.Г. Никифорова, опубликованная и рекомендованная Российской Академией Образования в сборнике «Элективные курсы в профильном обучении. Образовательная область Естествознание» Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – М.: Вита-Пресс, 2004.

Элективный курс предлагается для удовлетворения индивидуальных интересов учащихся 10 классов к физике и ее практических приложений на основе углубленного изучения термодинамики.

Целью данной программы является углубление и расширение представлений учащихся о законах термодинамики и установлении взаимосвязи между самыми разнообразными свойствами вещества.

В ходе изучения курса ставятся следующие задачи:

1. Развивать представления учащихся о физической картине мира на основе знакомства с законами термодинамики и их взаимосвязи с другими явлениями природы.
2. Углубить и обобщить знания о строении вещества, о законах термодинамики, применении их при решении задач, выполнении экспериментальных исследований, а так же в разных областях науки и техники.
3. Развивать познавательные, интеллектуальные и творческие способности учащихся на основе ознакомления с современными достижениями науки и техники, связанными с законами термодинамики.
4. Формировать предметные и метапредметные универсальные учебные действия на основе решения физических задач, выполнения экспериментальных исследований, докладов, рефератов.

Рабочая программа курса выполняет функции:

- информационно-методическая функция позволяет получить представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития учащихся средствами элективного курса;
- организационно-планирующая функция предусматривает структурирование учебного материала по представленной теме, определение его количественных и качественных характеристик;
- удовлетворение индивидуальных образовательных интересов учащихся по физике.

В настоящее время трудно назвать область физики, в которой бы не использовались методы термодинамики. Как бы сложно ни было изучаемое явление, к какой бы отрасли познания оно ни относилось: к любому ли разделу физики - от астрофизики до теплофизики или электроники, к любой ли отрасли химии - от технической химии до сложнейших биохимических процессов - всюду и всегда наиболее важным, существенным, основным будет переход, превращение одного вида энергии в другой вид.

Путем строгих логических заключений, методами математических выводов термодинамика устанавливает связь между самыми разнообразными свойствами веще-

ства, позволяет на основании изучения одних, легко измеряемых величин, вычислять другие, важные и необходимые, но трудно измеряемые или даже недоступные непосредственному измерению. Термодинамика, конечно, может быть по праву отнесена к физическим наукам, но в ней существуют разделы: химическая термодинамика и техническая термодинамика.

Основным методом изложения теоретического материала курса является активный диалог учителя с учащимися, предполагающий постановку проблемы с последующим обсуждением вариантов ее разрешения.

Использование лекционной формы применяется при изучении наиболее сложных теоретических разделов курса. Такие формы занятий, как семинары и экспериментальные исследования, способствующие развитию умений самостоятельно приобретать знания, критически оценивать полученную информацию, излагать свою точку зрения по обсуждаемому вопросу, выслушивать другие мнения и конструктивно обсуждать их.

Каждому учащемуся предлагается возможность выступить с основным сообщением на одном из занятий. Кроме основного докладчика выступает один или несколько содокладчиков или оппонентов, отстаивающих альтернативную точку зрения. При такой организации семинара становится возможной дискуссия по обсуждаемой проблеме, в которой могут принять участие все учащиеся.

Темы дискуссий «Два метода изучения свойств вещества. Достоинства и недостатки каждого метода», «Теплоемкости газов в классической и современной физике», «Энтропия — это тень энергии или царица мира?», «Энтропия и информатика, кибернетика и генетика».

Практическое знакомство учащихся с экспериментальным методом изучения природы происходит при проведении самостоятельных экспериментальных исследований. Большое внимание уделяется решению задач по термодинамике, поиску необходимой информации в литературе, Интернете и др. Таким образом, достижения каждого ученика становятся достоянием всех учащихся.

Программа рассчитана на 34 часа, реализуется по 16 часов в полугодие. В учебном плане гимназии 16 часов (1 час в неделю) первое полугодие, 18 часов (1 час в неделю) второе полугодие. Указанная программа реализуется без изменений в соответствии с Федеральным компонентом государственного стандарта общего образования.

Плановых контрольных уроков – практические работы по решению задач 6 ч, лабораторных работ – 8 ч.

Формы контроля - практические работы по решению задач, исследовательские лабораторные работы, выступления на семинарских занятиях. Формы контроля направлены на выявление углубленных знаний всей темы и на установление связей со знанием предыдущих тем, закрепление практических умений учащихся. **Система оценивания** – зачетная. Зачет ставится за решение физических задач, подготовку выступлений, выполнение исследовательских лабораторных работ.

В качестве основной формы оценки учащихся предполагается использовать результаты выступлений на семинарах, подготовленные доклады и рефераты, выполненные экспериментальные исследования, решение задач. Решение задач позволяют глубже усвоить теоретический материал элективного курса, а также лучше подготовиться

к сдаче единого государственного экзамена, поступлению в вуз, продолжению образования.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

Личностными результатами обучения являются:

- в ценностно-ориентационной сфере – чувство гордости за российскую физическую науку, гуманизм, положительное отношение к труду, целеустремленность;
- в трудовой сфере – готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- в познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере – умение управлять своей познавательной деятельностью.

Метапредметными результатами являются:

Регулятивные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной ранее цели;
- сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- определять несколько путей достижения поставленной цели;
- выбирать оптимальный путь достижения цели с учетом эффективности расходования ресурсов и основываясь на соображениях этики и морали;
- задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;
- оценивать последствия достижения поставленной цели в учебной деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.

Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;
- распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;
- осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- искать и находить обобщенные способы решения задач;
- приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;
- анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;

- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем);
- формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно;
- ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;
- координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);
- согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
- представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности, как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;
- подбирать партнеров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;
- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

Предметные результаты обучения курса:

Выпускник на углубленном уровне научится:

- объяснять и анализировать роль и место термодинамики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между термодинамикой и другими естественными науками;
- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки

выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности;

- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи как с опорой на известные физические законы термодинамики, закономерности и модели, так и с опорой на тексты с избыточной информацией;
- объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические и роль термодинамики в решении этих проблем;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств при изучении тепловых процессов;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему, как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Применительно к темам курса **ученик сможет:**

— *знать*: предмет и методы исследования термодинамики. Структуру физических теорий, метод научного познания, особенности изучения термодинамики;

— *объяснять* явления: броуновское движение, взаимодействие молекул; тепловое равновесие, необратимость процессов в природе; испарение, конденсация, равновесие между жидкостью и газом, критическое состояние, кипение, сжижение газов, влажность воздуха; поверхностное натяжение, смачивание, капиллярные явления; плавление и отвердевание, изменение объема тела при плавлении и отвердевании; тепловое линейное и объемное расширение, расширение воды;

— *знать* определения физических понятий: количество вещества, молярная масса; макроскопические и микроскопические тела, температура, равновесные и неравновесные процессы, идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы, абсолютная температура; температура, средняя скорость движения молекул газа, средняя квадратичная скорость, средняя арифметическая скорость, число степеней свободы, внутренняя энергия идеального газа; работа в термодинамике, количество теплоты, теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении, необратимый процесс, адиабатный процесс, вероятность макроскопического состояния (термодинамическая вероятность), КПД двигателя, цикл Карно; насыщенный и ненасыщенный пар, изотермы реального газа, критическая температура, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования/конденсации, парциальное давление водяного пара; поверхностная энергия, сила поверхностного натяжения, мениск, давление под искривленной поверхностью жидкости, высота поднятия жидкости в капилляре; кристаллические и аморфные тела, кристаллическая решетка, жидкие кристаллы, удельная теплота плавления, полиморфизм, анизотропия, фазовые переходы первого и второго рода, тройная точка; температурные коэффициенты линейного и объемного расширения;

— *понимать* смысл основных физических законов/принципов/уравнений: основные положения молекулярно-кинетической теории, газовые законы, уравнение состояния

идеального газа; основное уравнение молекулярно-кинетической теории, распределение Максвелла; законы термодинамики, теорема Карно, принципы действия тепловой и холодильной машин; зависимость температуры кипения жидкости от давления, диаграмма равновесных состояний жидкости и газа, зависимость удельной теплоты парообразования от температуры ; зависимость высоты поднятия жидкости в капилляре от поверхностного натяжения, радиуса канала капилляра и плотности жидкости, влияние кривизны поверхности на давление внутри жидкости; зависимость температуры плавления от давления, зависимость типа кристалла от характера взаимодействия атомов и молекул, образующих кристалл; взаимосвязь между температурными коэффициентами линейного и объемного расширения;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни, например, учет различных свойств газообразных, жидких и твердых тел, свойств газов; при оперировании понятием «внутренняя энергия» в повседневной жизни; учет необратимости процессов в природе при проведении различных экспериментов; учет влажности при организации собственной жизнедеятельности; уметь пользоваться приборами для измерения влажности; учет капиллярных явлений в быту ; при замораживании продуктов, при покупке мониторов, изготовленных на технологии жидких кристаллов; учет расширения тел при нагревании, особенностей воды при замораживании.

Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:

- *проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;*
- *решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;*
- *анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;*
- *формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;*
- *усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;*
- *использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.*

Для достижения поставленных целей обучения используются следующие **образовательные технологии:** технология проблемного обучения, развивающие технологии, тестовые технологии, информационно-коммуникативные технологии, технология развития исследовательских навыков, дифференцированного подхода в обучении, здоровьесберегающие технологии. При этом используется личностно-ориентированный и системно-деятельностный подход в обучении.

Технические средства

- Персональный компьютер.

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области
гимназия имени Заслуженного учителя Российской Федерации Сергея Васильевича Байменова
города Похвистнево городского округа Похвистнево Самарской области

- Интерактивная панель.
- Компьютерный мобильный класс.
- Цифровая лаборатория.

В процессе обучения предполагается активное использование медиа-ресурсов и информационных технологий, интернет ресурсов. Презентации, созданные учителем и учащимися в процессе образовательного процесса по темам элективного курса. Используется комплект физического оборудования для проведения лабораторных работ.

21 июня 2021 года

Архирейская Т.Г.

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№/п	Содержание обучения 1 полугодие	Кол-во часов	Дата	Форма проведения
	Два метода изучения свойств вещества: статистический и термодинамический	2		
1	Два метода изучения свойств вещества.	1	1 н	Лекция
2	Объяснение нагревания газа при быстром сжатии с точки зрения статистического и термодинамического методов. Взаимопроникновение этих методов в молекулярной физике.	1	2 н	Лекция
	Тепловое равновесие. Нулевой закон (начало) термодинамики	2		
3	Классификации систем макроскопических тел. Обратимые и необратимые процессы. Равновесные и неравновесные состояния системы. Температура — функция состояния. Тепловое равновесие. Нулевое начало термодинамики.	1	3 н	Лекция
4	Исследование 1 «Наблюдение процесса установления термодинамического равновесия и измерение времени релаксации». <i>Оборудование:</i> калориметр, термометр, небольшой сосуд с теплой водой.	1	4 н	Практическое занятие
	Закон сохранения энергии — основа термодинамического метода	2		
5	Модели в термодинамике. Открытие закона сохранения энергии Гельмгольцем, Джоулем и Майером. Закон сохранения энергии – основа термодинамического метода. Уравнение теплового баланса.	1	5 н	Лекция
6	Исследование 2 «Построение графика зависимости температуры воды от времени ее нагревания электрическим нагревателем небольшой мощности. Оценка удельной теплоемкости воды. <i>Оборудование:</i> измерительный цилиндр с водой, калориметр, термометр, часы, источник тока, электрический нагреватель (спираль) .	1	6 н	Практическое занятие
	Закон сохранения энергии. Первый закон (начало) термодинамики	6		
7	Внутренняя энергия — функция состояния системы. Способы изменения внутренней энергии.	1	7 н	Лекция
8	Решение задач на способы изменения внутренней энергии.	1	8 н	Практическое занятие
9	Работа в термодинамике. Решение задач на работу в термодинамике.	1	9 н	Практическое занятие
10	Первый закон термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изотермическому, изохорному, изобарному, адиабатному процессам.	1	10 н	Лекция
11	Решение задач на первый закон термодинамики.	1	11 н	Практическое занятие
12	Исследование 3 «Сравнение изотермического и адиабатного сжатий». <i>Оборудование:</i> прибор для исследования газовых законов.	1	12 н	Практическое занятие
	Проблема теплоемкости	4		

13	Молярная теплоемкость. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Теорема Майера.	1	13 н	
14	Решение задач на теплоемкость	1	14 н	Практическое занятие
15	Классический закон равнораспределения энергии по степеням свободы и границы его применимости. Закон Дюлонга — Пти.	1	15 н	Лекция
16	Решение задач на применение закона Дюлонга — Пти	1	16 н	Практическое занятие

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№/п	Содержание обучения 2 полугодие	Кол-во часов	Дата	Форма проведения
	Второй закон (начало) термодинамики	4		
1	Особенности внутренней энергии. Свободная энергия.	1	1 н	Лекция
2	Поверхностное натяжение и свободная энергия.	1	2 н	Лекция
3	Статистическая интерпретация второго закона термодинамики.	1	3 н	Лекция
4	Исследования 1. «Оценка свободной энергии поверхностного слоя жидкости». <i>Оборудование:</i> весы, гири, проволока П-образная, чашка с песком, сосуд с водой. 2. «Изучение самопроизвольного перехода из упорядоченного состояния к беспорядочному состоянию». <i>Оборудование:</i> коробок со спичками, пробирка, 10 шариков.	1	4 н	Практическое занятие
	Второй закон термодинамики и тепловая смерть Вселенной. Третий закон (начало) термодинамики.	4		
5	Применение второго начала для анализа некоторых термодинамических процессов.	1	5 н	Лекция
6	Энтропия — мера неупорядоченности системы. Механизмы понижения энтропии.	1	6 н	Лекция
7	Третий закон термодинамики.	1	7 н	Лекция
8	Исследование 3. «Оценка изменения энтропии при изотермическом сжатии». <i>Оборудование:</i> сосуд со льдом, термометр, часы.	1	8 н	Практическое занятие
	Тепловые машины	4		
9	Тепловые машины: тепловой двигатель, холодильные установки, тепловой насос. Тепловой двигатель и второй закон термодинамики.	1	9 н	Лекция
10	Решение задач на тепловой двигатель и второй закон термодинамики.	1	10 н	Практическое занятие
11	КПД теплового двигателя. Формула Карно. Проблемы энергетики и охрана окружающей среды.	1	11 н	Лекция
12	Холодильная установка, обсуждение домашнего исследования 4. «Измерение холодильного	1	12 н	Практическое занятие

	коэффициента и хладопроизводительности бытового холодильника». <i>Оборудование:</i> холодильник компрессионный, полиэтиленовые мешочки, термометр, часы			
	Элементы неравновесной термодинамики	6		
13	Самоорганизация открытых систем.	1	13 н	Лекция
14	Периодические процессы в неравновесных системах. Бифуркация и аттракторы.	1	14 н	Лекция
15	Исследование 5. «Наблюдение процесса роста кристаллов из раствора». <i>Оборудование:</i> микроскоп школьный, насыщенные растворы хлорида натрия, хлорида аммония, гипосульфита, предметные стекла, стеклянные палочки.	1	15 н	Практическое занятие
16	Энтропия и информация.	1	16 н	Лекция
17	Энтропия, кибернетика и генетика.	1	17 н	Лекция
18	Урок обобщение. Применение термодинамических процессов на современном этапе развития науки.	1	18 н	Конференция

«Равновесная и неравновесная термодинамика»

Программа «Равновесная и неравновесная термодинамика» В.А. Орлова, Г.Г. Никифорова, опубликованная и рекомендованная Российской Академией Образования в сборнике «Элективные курсы в профильном обучении. Образовательная область Естественные науки» Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – М.: Вита-Пресс, 2004.

1. В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров Равновесная и неравновесная термодинамика. Элективный курс: Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
2. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл. Учебник для углубленного изучения физики. – М.: Дрофа, 1996.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Наука, 1987.
4. Смородинский Я.А. Температура. – М.: Наука, 1987.
5. Алексеев Г.Н. Энергия и энтропия. М.: Знание, 1978.
6. Алексеев Г.Н. Энерго-энтропика. М.: Знание, 1983.

Для реализации элективного курса используются следующие средства обучения:

1. Лабораторный комплект по молекулярной физике и термодинамике – 3.
2. Оборудование для лабораторных работ и ученических опытов (на базе комплектов для ОГЭ).
3. Оборудование для демонстрационных опытов.
4. Цифровая лаборатория по физике «Точка роста».
5. Технические средства обучения: компьютерный мобильный класс, интерактивная панель, цифровая лаборатория.
6. Учебно-наглядные пособия (CD) Физика. Видеодемонстрации. 10 класс